

美浜発電所  
「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、当社は美浜発電所1～3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「美浜発電所 耐震安全性評価結果の中間報告について」(関原発第532号)、および平成21年3月31日付「美浜発電所 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620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

## 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・敷地近傍の地形、地質・地質構造           | 1-11  |
| 2-1 概要                            | 1-12  |
| 2-2 和布－干飯崎沖断層、甲楽城断層、山中断層、柳ヶ瀬断層    | 1-18  |
| 2-2-1 和布－干飯崎沖断層、甲楽城断層             | 1-20  |
| 2-2-2 山中断層                        | 1-42  |
| 2-2-3 柳ヶ瀬断層                       | 1-53  |
| 2-3 ウツロギ峠北方－池河内断層、浦底－内池見断層、柳ヶ瀬山断層 | 1-79  |
| 2-4 敦賀断層                          | 1-98  |
| 2-5 白木－丹生断層                       | 1-106 |
| 2-6 C断層                           | 1-117 |
| 2-7 野坂断層、B断層、大陸棚外縁断層              | 1-131 |
| 2-8 三方断層                          | 1-154 |
| 2-9 活断層の同時活動に関する検討                | 1-171 |
| 2-10 活断層の傾斜角                      | 1-198 |
| 3. 敷地の地形、地質・地質構造                  | 1-212 |
| 4. 白木－丹生断層の活動に伴う地盤変位・傾斜に関する検討     | 1-241 |
| 引用文献                              | 1-262 |

# 1. 調査の概要

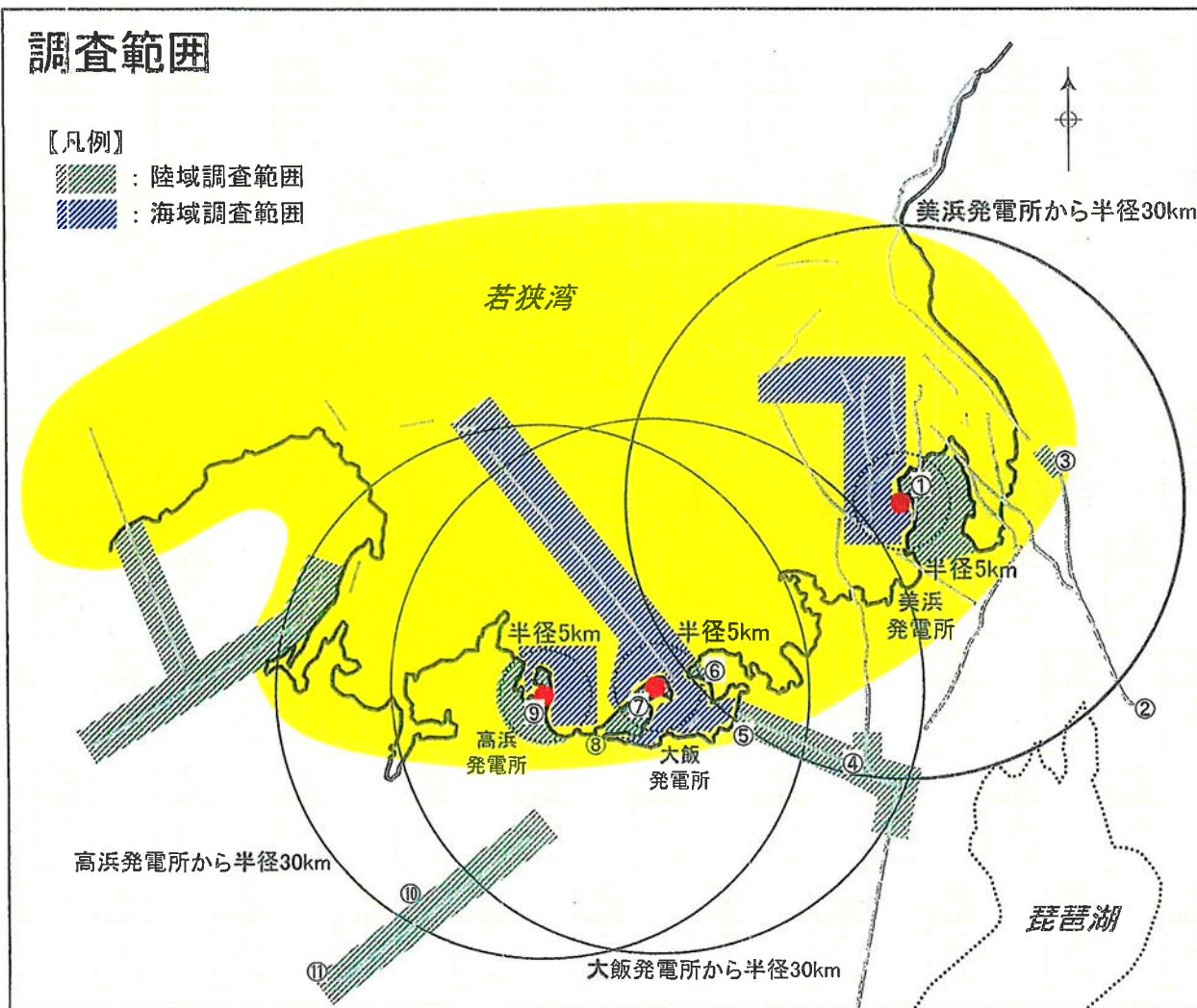
# 地質調査の概要

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<br>地形学<br>的調査 | 空中写真判読              | 半径<br>約30km                                                                                                                                          |
|                  | 航空レーザ測量             | ①, ⑥, ⑩                                                                                                                                              |
|                  | 踏査(剥ぎ取り含む)          | 特に、<br><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> |
| 詳細<br>地表地<br>質調査 | ボーリング調査             | ①, ②, ③, ④<br>⑤, ⑦, ⑪                                                                                                                                |
|                  | トレンチ調査・ピット調査        | ①, ④, ⑦, ⑨, ⑪                                                                                                                                        |
| 地球<br>物理学<br>的調査 | 航空重力探査              | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span>        |
|                  | 反射法地震探査             | ②, ⑤, ⑧, ⑪                                                                                                                                           |
|                  | 海上音波探査<br>ジオパルス・マルチ | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightblue; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span>     |
|                  | 既存記録再解析             | 前面海域                                                                                                                                                 |
|                  | 他機関記録再解析            | 前面海域<br>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<br>(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、<br>(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。<br>(2)崖面が段丘面の傾斜方向とは逆向きを示すもの。<br>(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、<br>(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。<br>(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、<br>(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。<br>(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、<br>(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。<br>(2)崖面が段丘面の傾斜方向とは逆向きを示すもの。<br>(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。<br>・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、<br>(1)連続区間は長い、屈曲は不鮮明なもの。<br>(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(1/2)

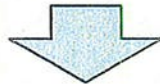
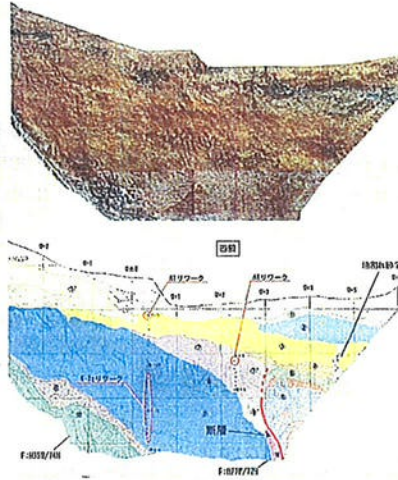
陸域における地質調査において、地表地質踏査については、表土を剥ぎ取る等してデータ採取を行うなど、調査(データ)密度の向上に努めた

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

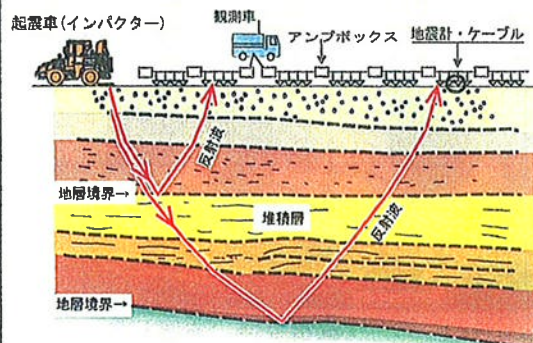


断層の存否や性状を直接確認し、  
年代試料分析から活動時期を評価



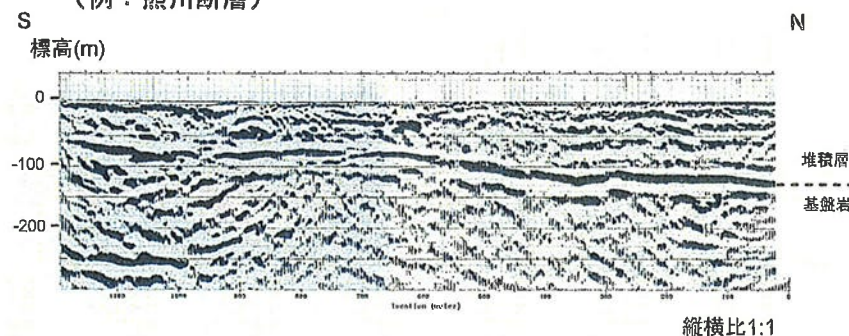
## 陸域における詳細な地質調査(2/2)

### 反射法地震探査



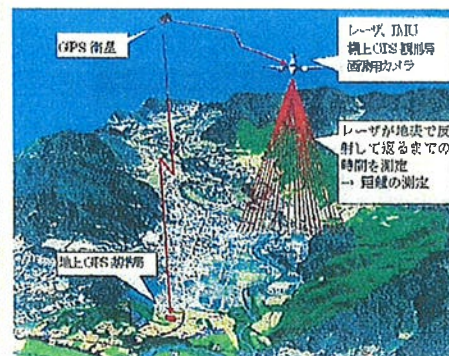
起震車で地面に振動を与え、この振動を受振器で観測し、振動の到達する時間を解析して非破壊的に地下の構造を推定

(例：熊川断層)



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

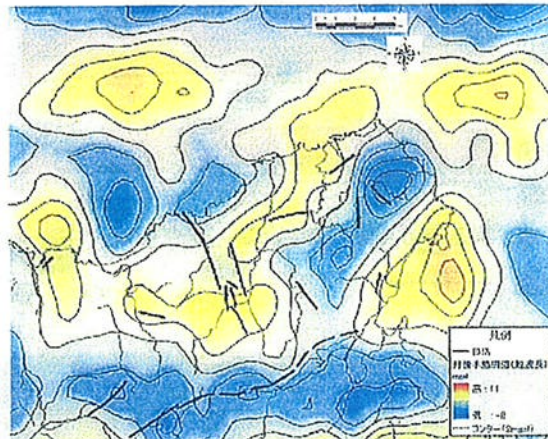
## 航空重力探査



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。

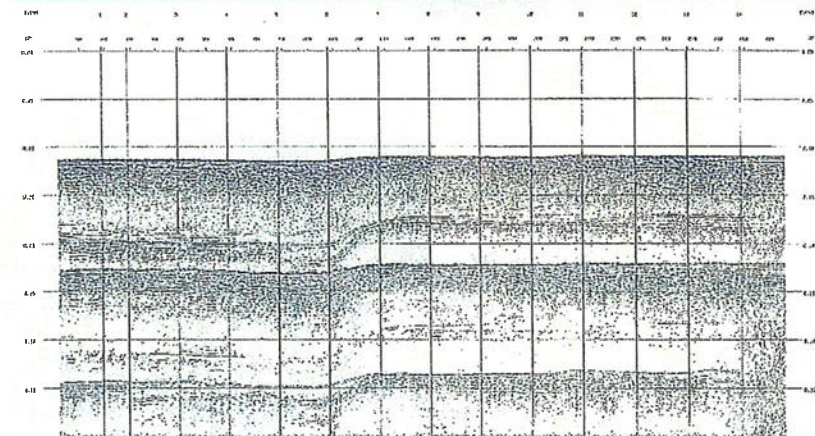
(例：郷村断層，山田断層)



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。



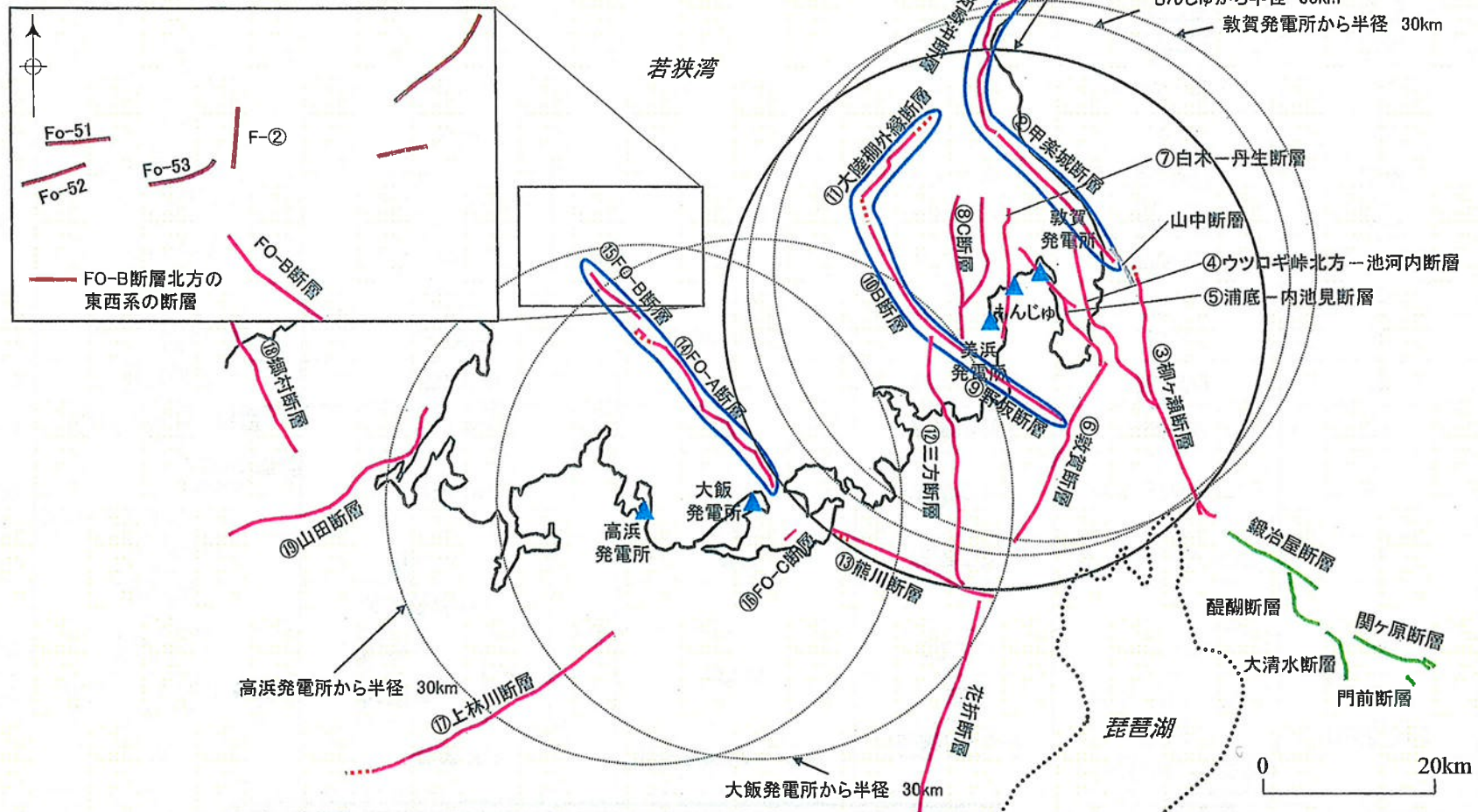
海底下の情報を捉え、断層の存否  
や活動性評価



# 若狭湾周辺の主な断層の分布

- 新指針に基づき事業者が中間報告書等において評価した断層
- 原子力安全・保安院が同時活動を考慮するよう指示した断層
- ... 中間報告書等の提出以降に変更された箇所
- 活断層として評価していない断層
- 地震調査研究推進本部による鍛冶屋断層以南の断層

※なお、和布ー干飯崎沖断層、甲楽城断層、柳ヶ瀬断層及び鍛冶屋断層～関ヶ原断層について念のため同時活動を考慮する



(注) 敷地から半径約30kmの範囲の主な断層について図示している。



# 若狭湾周辺の主な断層の評価一覧

| 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<br>和布一干飯崎冲断層      | 約42km  | ※1 | 60km      | 逆          | N-S～NE-SW   | 東      |
| ②   | かぶらぎ<br>甲楽城断層               | 約19km  |    |           | 左横ずれ       | NW-SE       | 東      |
|     | やまなか<br>山中断層                | 活断層でない | ※2 |           | —          | —           | —      |
| ③   | やながせ<br>柳ヶ瀬断層               | 約31km  |    | 同左        | 左横ずれ       | N-S～NNW-SSE | 東      |
| ④   | ウツロギ峠北方ー<br>いけのこうち<br>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<br>浦底ー内池見断層      | 約18km  |    | 同左        | 左横ずれ       | NW-SE       | 東      |
| ⑥   | つるが<br>敦賀断層                 | 約23km  |    | 同左        | 右横ずれ       | NE-SW       | 東      |
| ⑦   | しらき にゅう<br>白木ー丹生断層          | 約15km  |    | 20km ※3   | 逆          | N-S         | 東      |
| ⑧   | C断層                         | 約18km  |    | 同左        | 逆          | N-S         | 東      |
| ⑨   | のさか<br>野坂断層                 | 約12km  | ※1 | 49km      | 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   | たいりくだながいえん<br>大陸棚外縁断層       | 約14km  |    |           | 右横ずれ       | NE-SW       | 南東     |
| ⑫   | みかた<br>三方断層                 | 約27km  |    | 同左        | 逆          | N-S         | 東      |
| ⑬   | くまがわ<br>熊川断層                | 約18km  |    | 22.9km ※4 | 左横ずれ       | WNW-ESE     | 南      |
| ⑭   | FO-A断層                      | 約24km  | ※1 | 35km ※5   | 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<br>上林川断層            | 26km以上 |    | 39.5km ※7 | 右横ずれ       | NE-SW       | 北      |
| ⑱   | ごうむら<br>郷村断層                | 約34km  |    | 同左        | 左横ずれ       | NW-SE       | 西      |
| ⑲   | やまだ<br>山田断層                 | 約33km  |    | 同左        | 右横ずれ       | NE-SW       | 北      |

\* 断層のタイプ, 走向, 隆起方向は主たるものを記載

※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、和布一干飯崎冲断層・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。

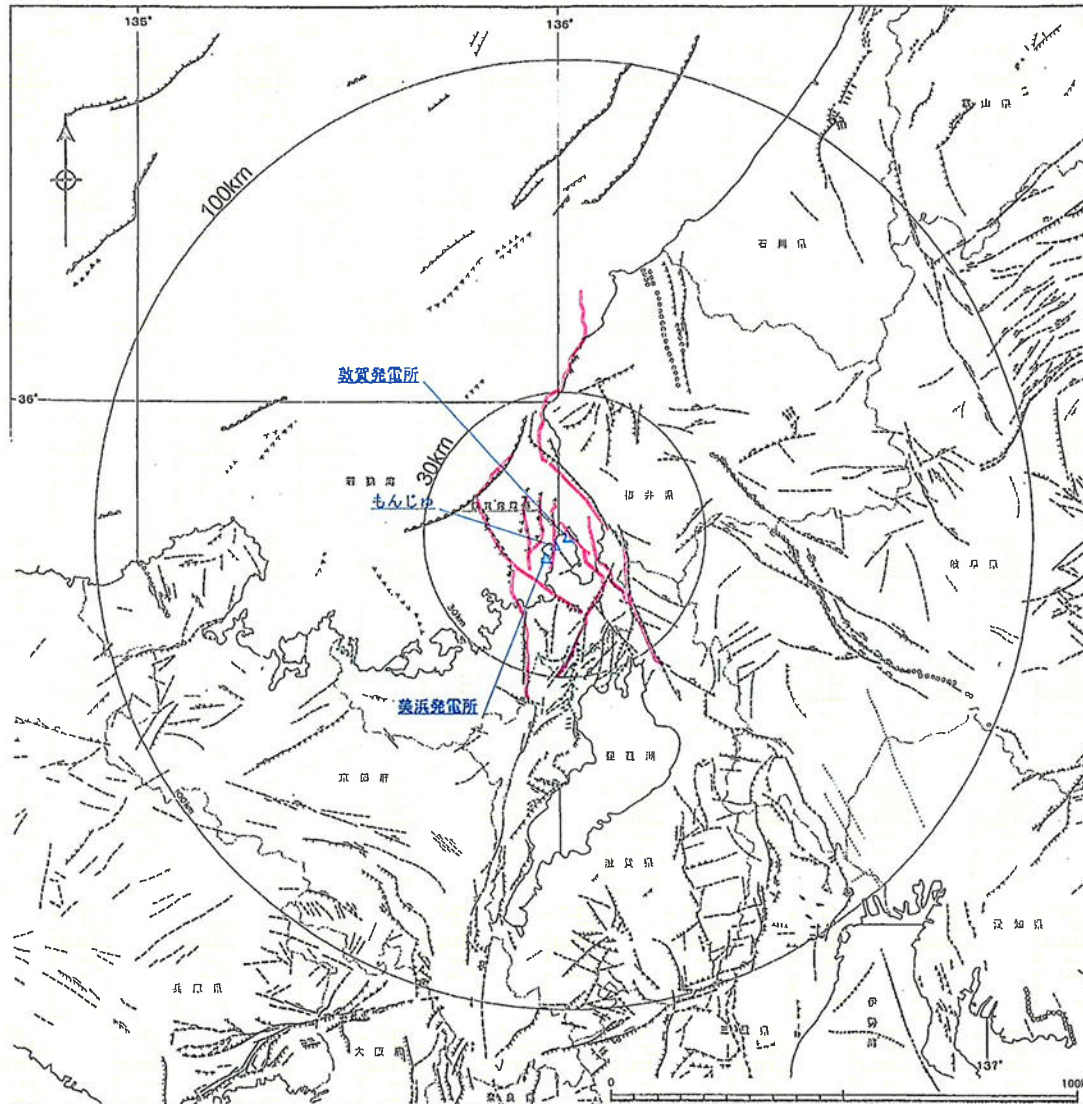
※5: FO-A断層及びFO-B断層は、その特徴が類似しており近接してほぼ同一直線状にあることから、一つの断層として設定。

※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。



# 美浜発電所周辺の断層(文献調査)



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「ゲンタン瀬海底地質図」(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かなもの(確度Ⅰ)
- ..... 活断層であると推定されるもの(確度Ⅱ)
- ..... 活断層の疑いのあるリニアメント(確度Ⅲ)  
疑わしい活断層、推定されるもの
- ..... 地震断層
- 伏在断層
- 活断層
- 活断層であると推定されるもの
- ..... 活断層であると推定されるもの
- 活断層であると推定されるもの

30km圏内の主な断層

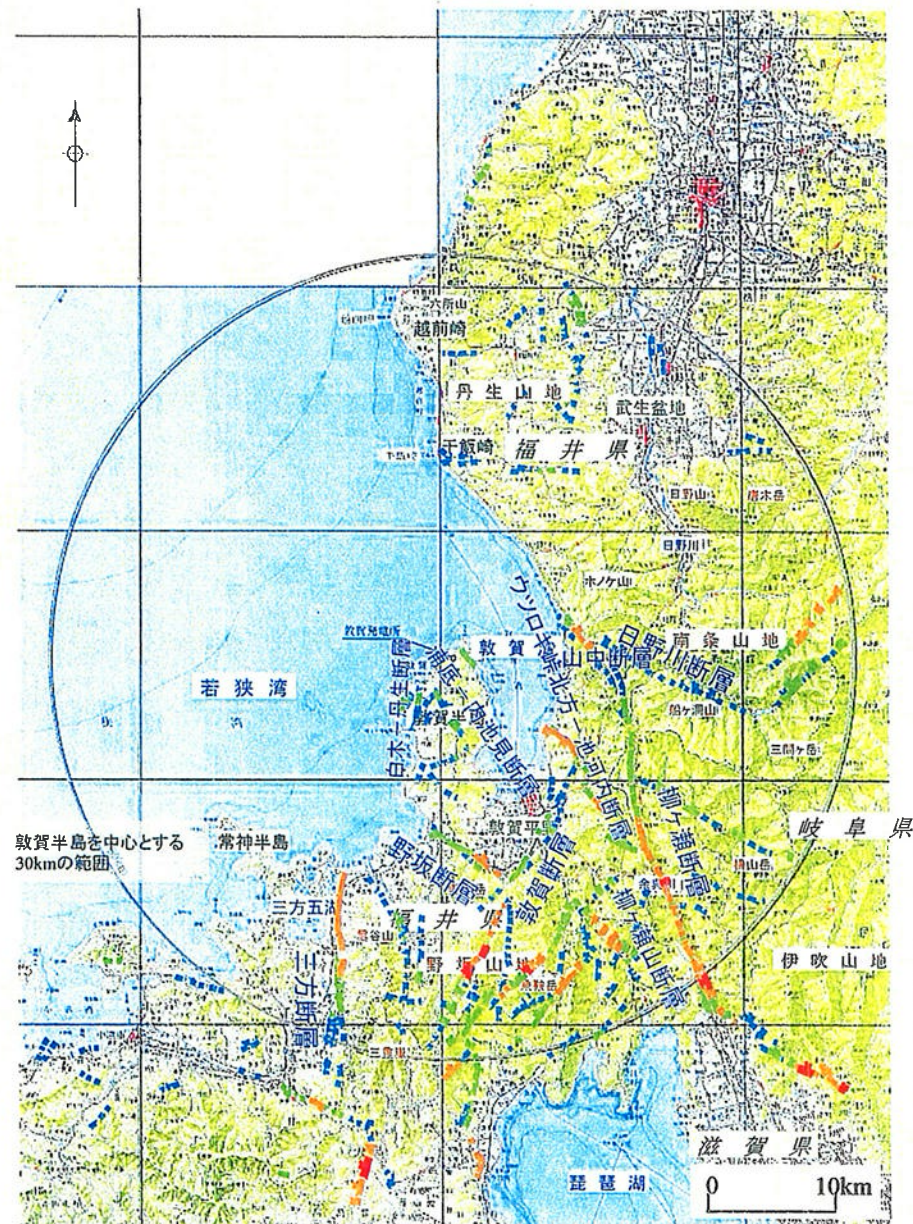
敷地から30km以遠の活断層については、断層長さと敷地からの距離を考慮すると、30km範囲内の活断層による影響を上回るものではない。

## 2. 敷地周辺・敷地近傍の地形、地質・地質構造



## 2-1 概要

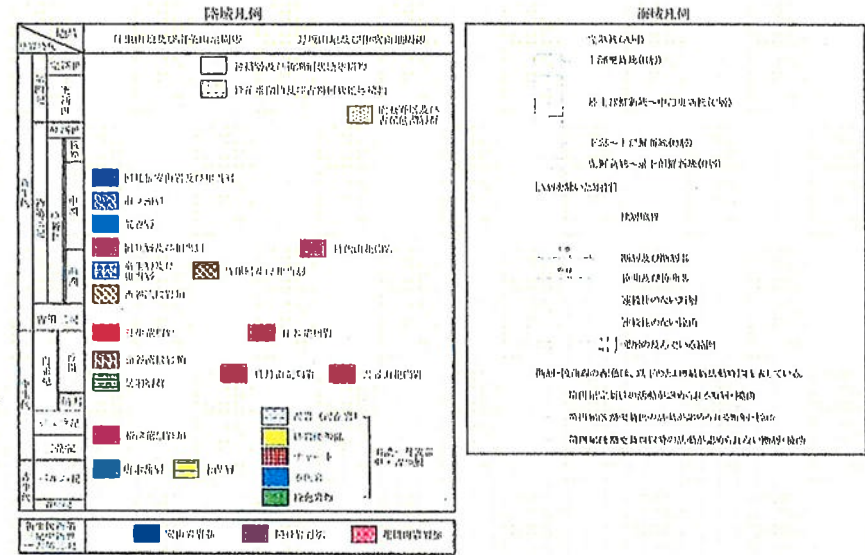
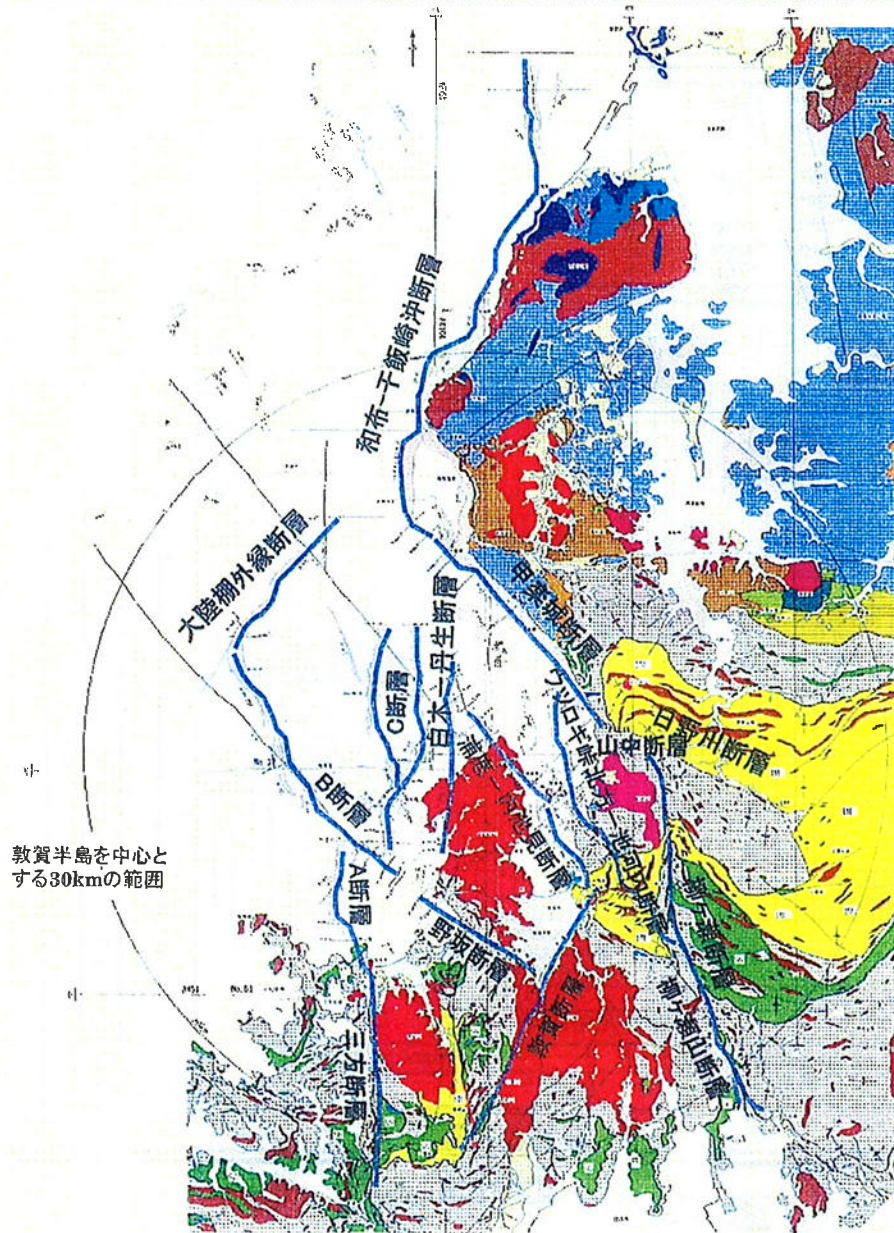
# 敦賀半島周辺の地形の概要



| 凡 例                                   |      |
|---------------------------------------|------|
| 変動地形・リニアメント                           |      |
| <span style="color: red;">—</span>    | Aランク |
| <span style="color: orange;">—</span> | Bランク |
| <span style="color: green;">—</span>  | Cランク |
| <span style="color: blue;">—</span>   | Dランク |
| 短線は地形的に低い側を示す。                        |      |



## 敦賀半島周辺の地質の概要



断罪 (实在) (推定) (伏在)

美濃-丹波帯 中・古  
生代のユニット境界

アンチフォールム 

シンボル・ム 

美濃・丹波帯 中・古生層のユニット区分

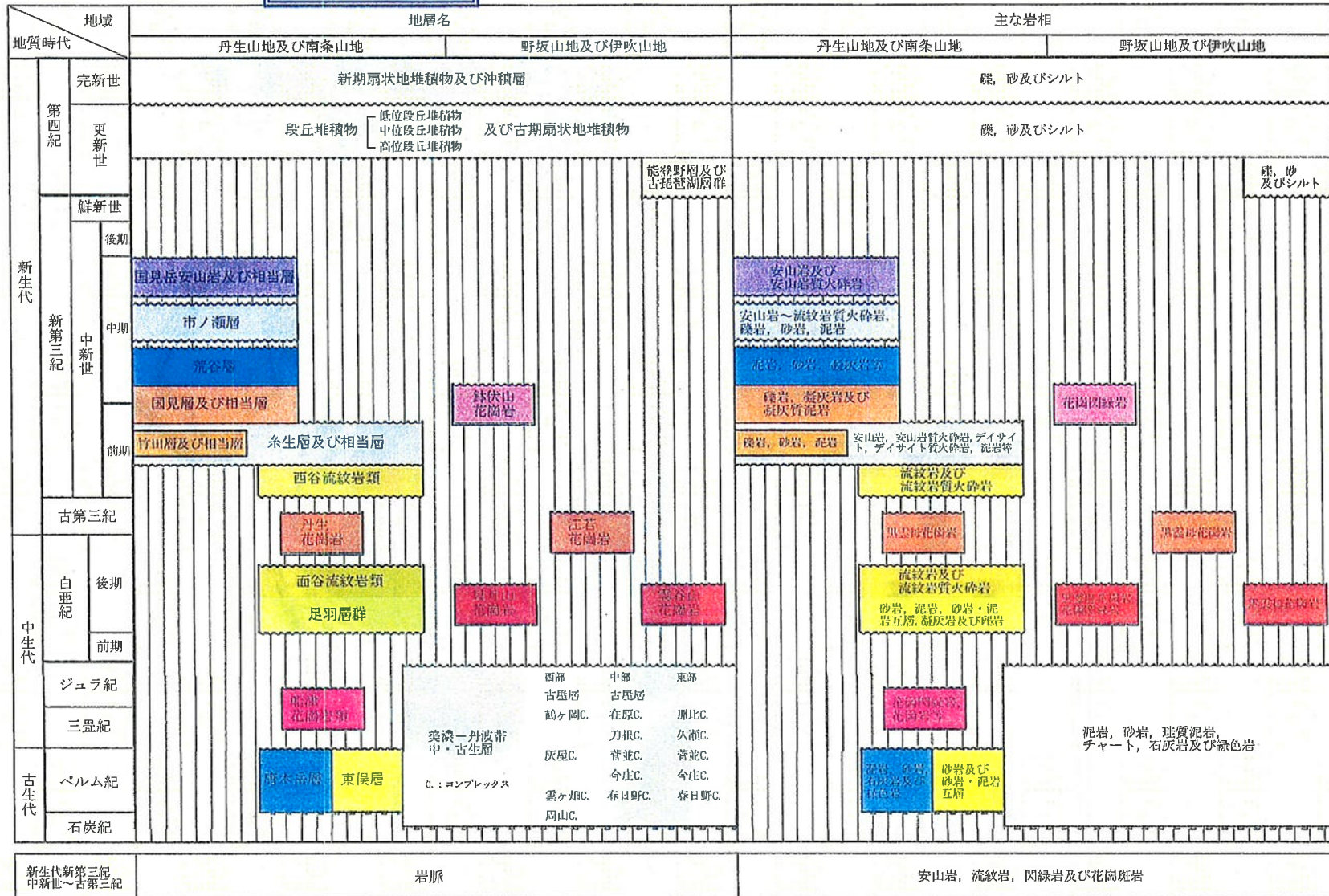
SZ: 岡山コンプレックス  
KH: 雲々畑コンプレックス  
NS: 春日野コンプレックス  
JM: 今庄コンプレックス  
ST: 灰塚コンプレックス  
SG: 菅井コンプレックス  
TN: 刀根コンプレックス  
KZ: 久瀬コンプレックス  
TR: 鎗ヶ岡コンプレックス  
NR: 在原コンプレックス  
NB: 那比コンプレックス  
FK: 古閑西

区分名称は、中江(2000)に拠る。



# 陸域の地質層序

文献調査  
地表地質調査





# 敦賀半島周辺海域の調査測線

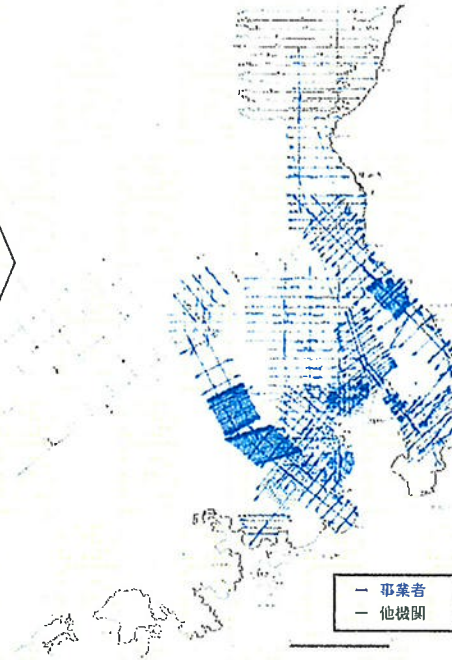
## これまでの調査

(敦賀2号機+敦賀3、4号機当初申請時)



## 今回の調査

(事業者調査, 他機関再解析)



### 〔今回の調査の特徴〕

- 断層周辺について、測線をより密に配置した調査を実施
- 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

| 調査者・数量 |                                    | 調査手法                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 事業者    | 日本原子力発電(株)                         | (敦賀3、4号機申請)<br>・エアガン・マルチ<br>・ウォーターガン・シングル<br>・スパーカー・シングル<br>・ソノブローブ・シングル<br>・ジオバルス・シングル<br><br>(追加調査)<br>・エアガン・マルチ<br>・ウォーターガン・マルチ<br>・ジオバルス・マルチ<br>・ベイケーブル(ウォーターガン・マルチ)<br>・ソノブローブ<br>・ウォーターガン・シングル<br>・ジオバルス・シングル<br><br>(指針改訂に伴う調査)<br>・ジオバルス・マルチ<br><br>約2800km |
|        | 関西電力(株)                            | (敦賀3、4号機申請)<br>・スパーカー・シングル<br><br>(指針改訂に伴う調査)<br>・ジオバルス・マルチ<br><br>約380km                                                                                                                                                                                           |
|        | (独)日本原子力研究開発機構                     | (敦賀3、4号機申請)<br>・スパーカー・シングル<br><br>(指針改訂に伴う調査)<br>・ジオバルス・マルチ<br>・ウォーターガン・マルチ<br><br>約170km                                                                                                                                                                           |
| 他機関    | 海上保安庁水路部<br>(現 海上保安庁海洋情報部)         | (敦賀3、4号機申請)<br>・スパーカー・シングル<br><br>(追加調査)<br>・スパーカー・シングル<br><br>約3100km                                                                                                                                                                                              |
|        | 地質調査所<br>(現 (独)産業技術総合研究所活断層研究センター) | (敦賀3、4号機申請)<br>・ジオバルス・シングル<br>・エアガン・シングル<br><br>(追加調査)<br>・エアガン・シングル<br><br>約1400km                                                                                                                                                                                 |
|        | 福井県                                | (敦賀3、4号機申請)<br>・エアガン・マルチ<br><br>約58km                                                                                                                                                                                                                               |

# 海域の地質層序

海上音波探査  
海上ボーリング

| 区 分                                      |                           |                | 陸 域               | 海 域   |                |                  |                  |                  |                 |              |             |                |                |   |
|------------------------------------------|---------------------------|----------------|-------------------|-------|----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|--------------|-------------|----------------|----------------|---|
| 文献名                                      |                           |                | 美浜発電所             | 美浜発電所 | 大飯発電所          | 日本原子力発電(株)       | 海上保安庁水路部 ※1      |                  | 海上保安庁海洋情報部      | 地 質 調 査 所 ※2 |             | 福 井 県          | 田中・小草          |   |
|                                          |                           |                | 敷地周辺陸域            | 敷地前面  | 敷地前面           | 追加調査             | 若狭湾東部(1980a)     | 若狭湾西部(1980b)     | 加賀-福井沖(2004)    | 敷地前面         | ゲンタツ瀬(2000) | 柳ヶ瀬断層帯(1997)   | 山 陰 沖(1981)    |   |
| 第<br>四<br>紀                              | 完新世                       |                | 沖積層<br>新期扇状地堆積物   | A     | A              | A                | I <sub>w</sub>   | I <sub>w</sub>   | I               | T2 F.        | T2 F.       | P <sub>1</sub> | e              |   |
|                                          |                           |                | 段丘堆積物<br>古期扇状地堆積物 | B     | B              | B                | II <sub>w</sub>  | II <sub>w</sub>  | II              |              |             |                |                |   |
|                                          | 更新世                       | 能登野層           | C <sub>1</sub>    | C     | C <sub>1</sub> | III              |                  |                  |                 |              |             |                |                |   |
|                                          |                           |                | C <sub>2i</sub>   |       | C <sub>2</sub> |                  |                  |                  |                 |              |             |                |                |   |
|                                          |                           |                | C <sub>3i</sub>   |       | C <sub>3</sub> |                  |                  |                  |                 |              |             |                |                |   |
|                                          |                           |                | C <sub>4i</sub>   |       | C <sub>4</sub> | III <sub>w</sub> | III <sub>w</sub> | III              | T1 F.           | T1 F.        |             |                |                |   |
|                                          |                           |                | 鮮新世               |       | 後期             |                  |                  |                  |                 |              |             | 前期             | D              | D |
|                                          |                           |                |                   |       |                |                  |                  |                  |                 |              |             |                |                |   |
|                                          | 新<br>第<br>三<br>紀          | 鮮新世            | 後期                | 前期    | D              | D                | III <sub>w</sub> | III <sub>w</sub> | IV              | H2 F.        | HF.         | H2 F.          | d <sub>2</sub> |   |
|                                          |                           |                |                   |       |                |                  |                  |                  |                 | H1 F.        | H1 F.       | d <sub>1</sub> |                |   |
|                                          |                           | 中新世            | 後期                | 中期    | 前期             | R                | R                | IV <sub>w</sub>  | IV <sub>w</sub> | V            | K2 F.       |                | K2 F.          | B |
| VI                                       |                           |                |                   |       |                |                  |                  |                  |                 |              |             |                |                |   |
| 国見層及び相当層<br>糸生層及び相当層<br>西谷流紋岩類<br>鉢伏山花崗岩 | VII                       |                |                   |       |                |                  |                  |                  |                 | K1 F.        | K1 F.       | b              |                |   |
| 先新第三紀                                    | 美濃-丹波帯<br>中・古生層<br>江若花崗岩等 | V <sub>w</sub> | V <sub>w</sub>    | a     |                |                  |                  |                  |                 |              |             |                |                |   |

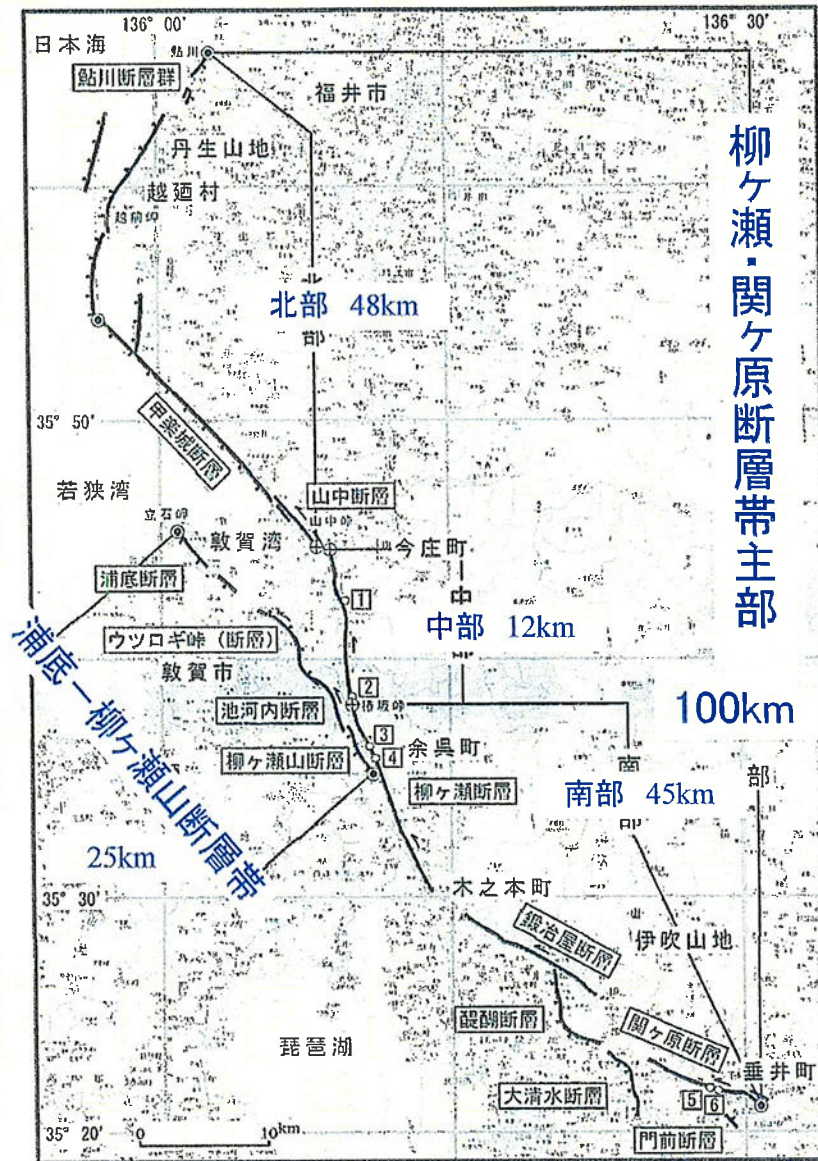
※1：現 海上保安庁海洋情報部

※2：現 産業技術総合研究所



2-2 和布一干飯崎沖断層、甲樂城断層  
山中断層、柳ヶ瀬断層

## 地震調査研究推進本部の公表内容



柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯

- ・柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯主部
- ・浦底一柳ヶ瀬山断層帯

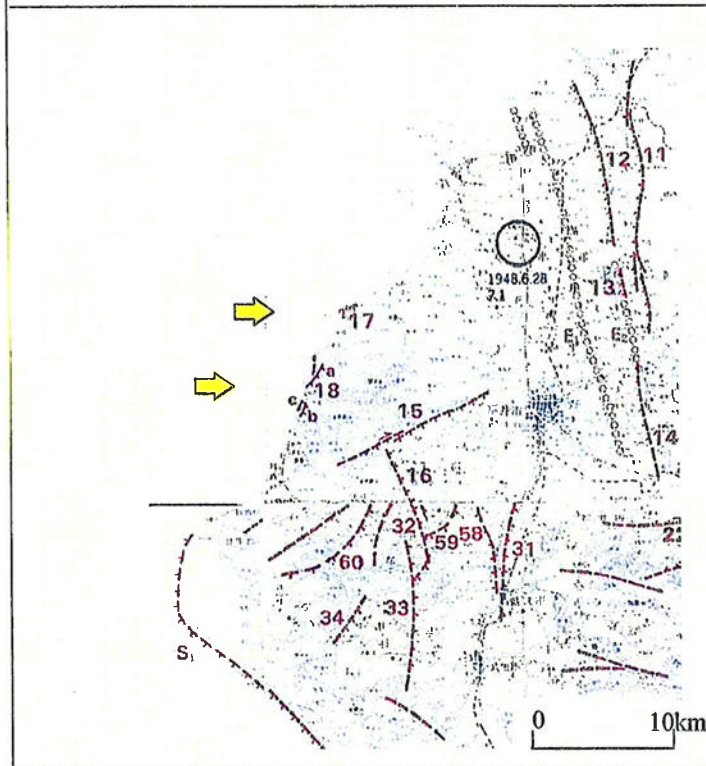
平成16年1月14日公表



## 2-2-1 和布一干飯崎沖断層、甲樂城断層

# 和布一干飯崎沖断層に関する主な文献

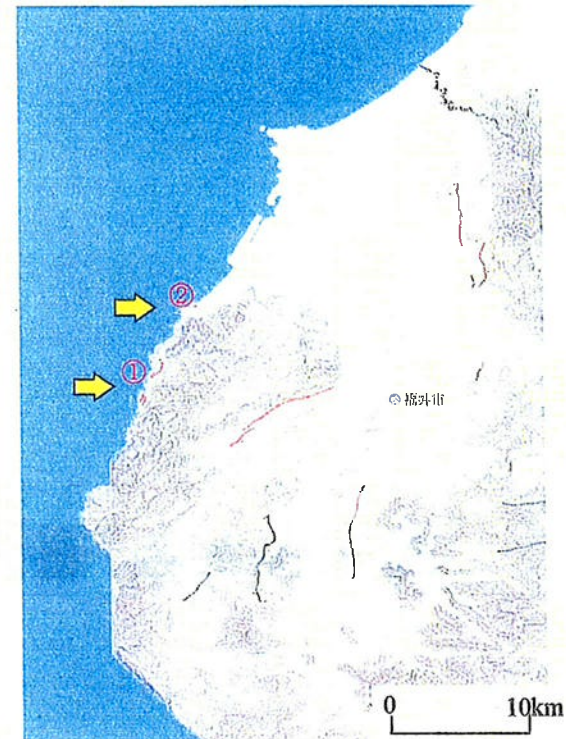
活断層研究会編  
「新編 日本の活断層(1991)」



| 断層名    | 長さ         | 確実度 | 変位の向き |
|--------|------------|-----|-------|
| 18鮎川断層 | 約4.7km(図読) | I   | 西側隆起  |
| 17和良断層 | 0.5km      | II  | 北側隆起  |

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

中田・今泉編  
「活断層詳細デジタルマップ(2002)」

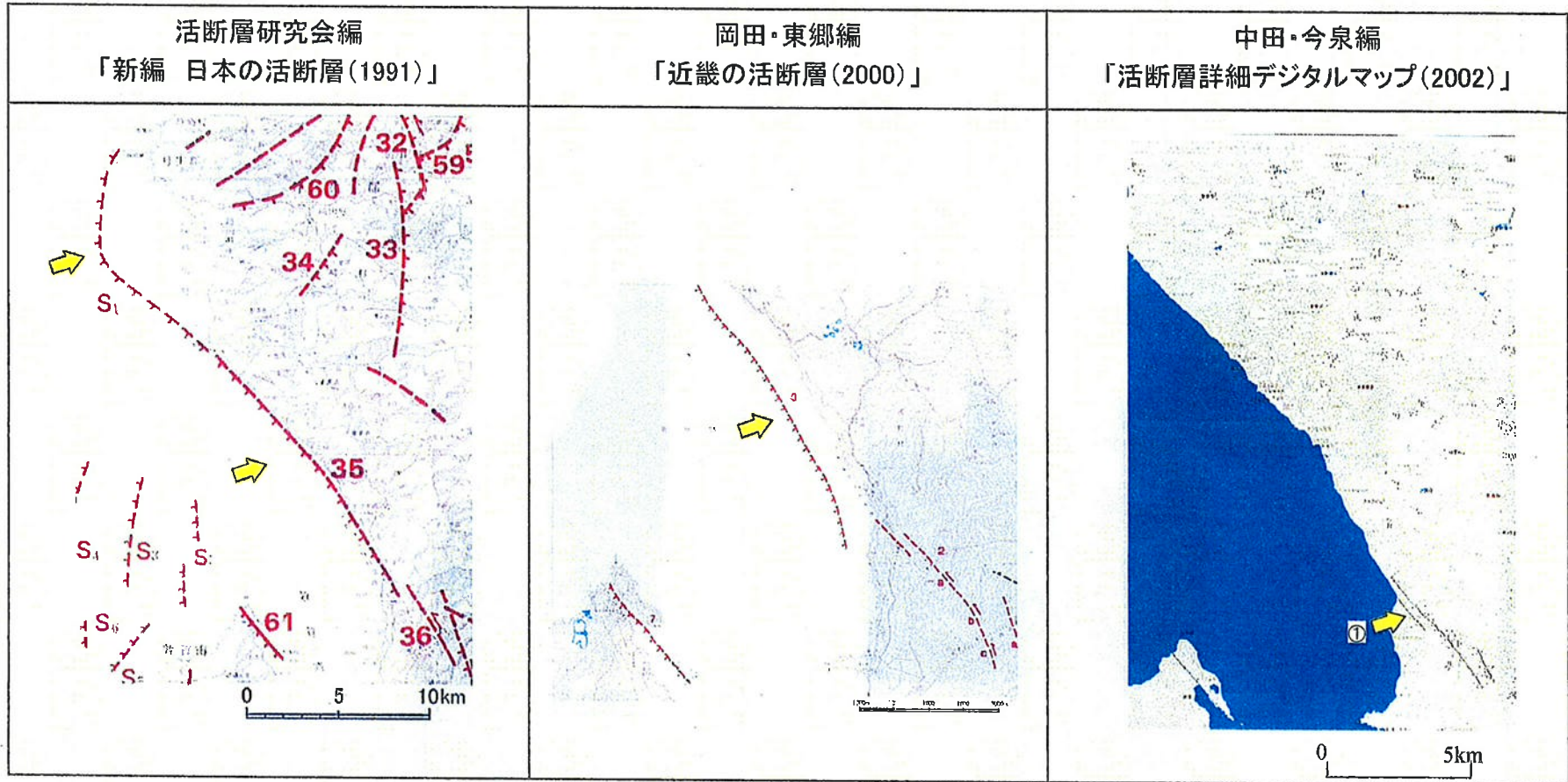


| 断層名   | 長さ        | 分類  | 変位の向き |
|-------|-----------|-----|-------|
| ①名称なし | 3.7km(図読) | 活断層 | 西側隆起  |
| ②名称なし | 0.3km(図読) | 活断層 | 北側隆起  |

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



# 甲楽城断層に関する主な文献



| 断層名       | 長さ   | 確実度 | 変位の向き |
|-----------|------|-----|-------|
| S1 若狭湾断層群 | 14km | II  | 東側隆起  |
| 35 甲楽城断層  | 16km | 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  
 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 |
|---------|-----|-----|-------|
| 3 甲楽城断層 | 9km | II  | 北東側隆起 |

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

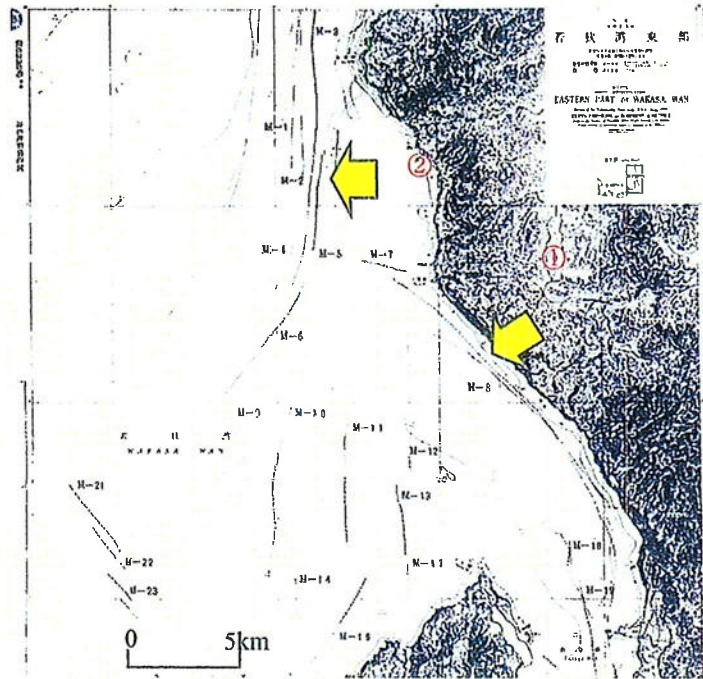
| 断層名     | 長さ            | 分類    | 変位の向き |
|---------|---------------|-------|-------|
| ①柳ヶ瀬断層帯 | 1.6km<br>(図読) | 推定活断層 | —     |

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



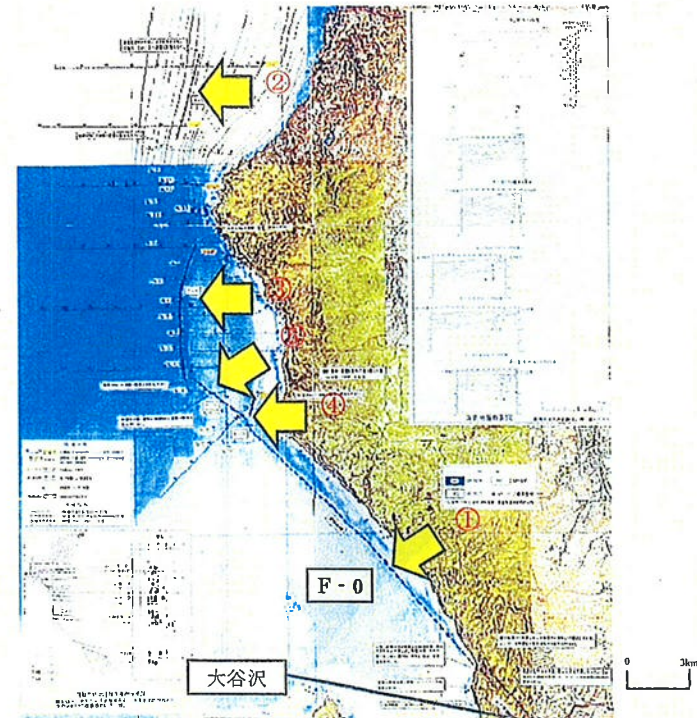
# 和布一干飯崎沖断層～甲楽城断層に関する主な文献

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



| 断層名     | 長さ      | 分類     | 変位の向き |
|---------|---------|--------|-------|
| ①(記載なし) | 約15km   | 伏在推定断層 | 北東側隆起 |
| ②(記載なし) | 最大約13km | 伏在断層   | 西側隆起  |

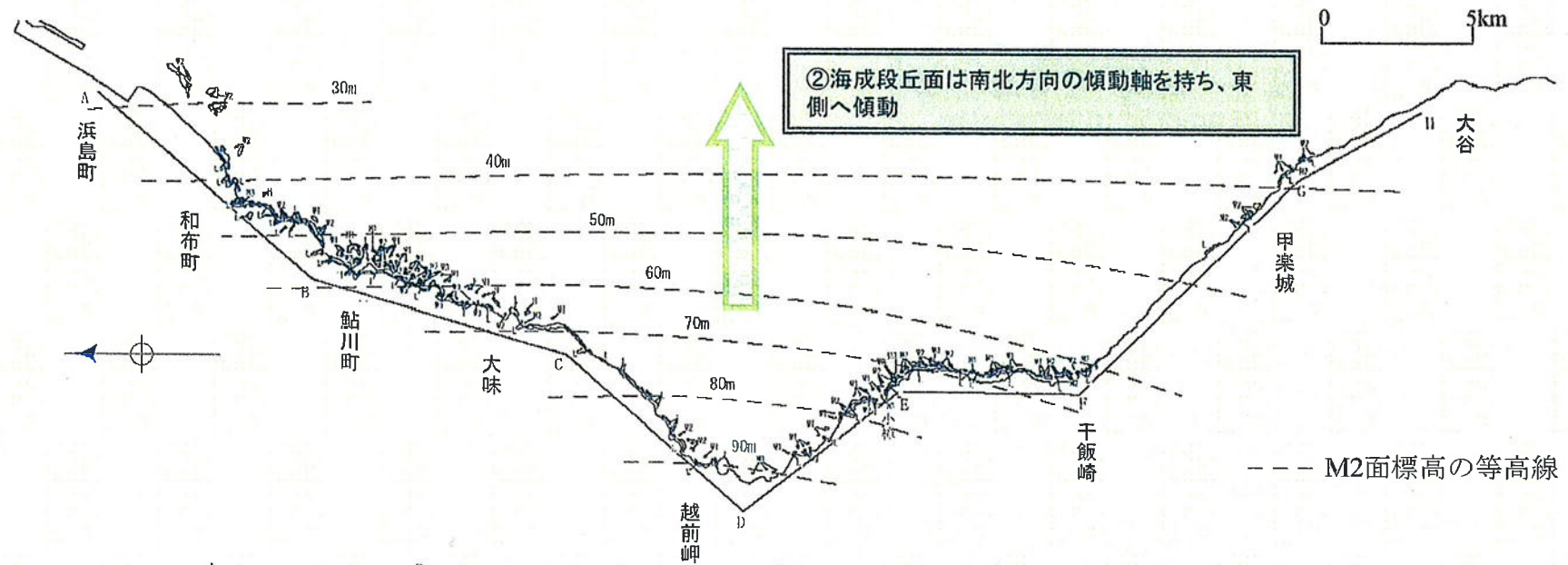
福井県  
「柳ヶ瀬断層帯(甲楽城断層、山中断層)に関する調査報告書(1997)」



| 断層名    | 長さ               | 分類   | 変位の向き |
|--------|------------------|------|-------|
| ①甲楽城断層 | 約20km(大谷沢～F-0断層) | 推定断層 | 北東側隆起 |
| ② F-1  | 約5km(図読)         | 推定断層 | 東側隆起  |
| ③ F-2  | 約7km(図読)         | 断層   | 東側隆起  |
| ④ F-3  | 約2km(図読)         | 推定断層 | 東側隆起  |
| ⑤ T-0  | 約4km(図読)         | 撓曲   | 東側隆起  |



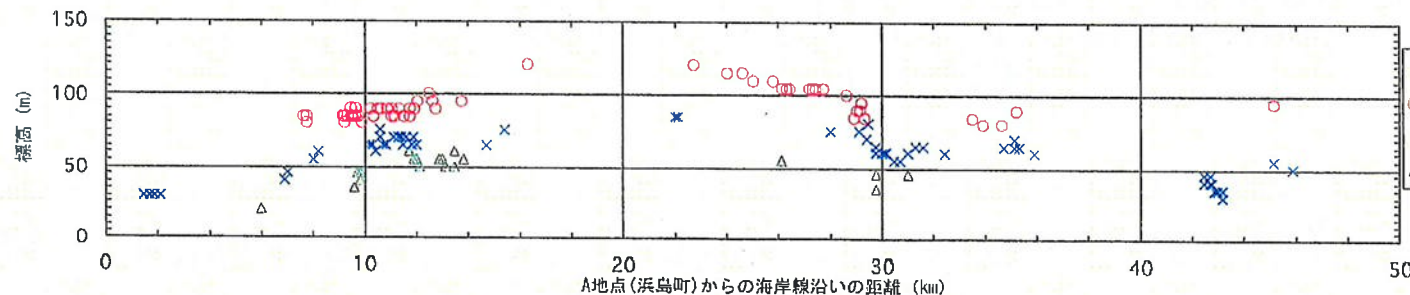
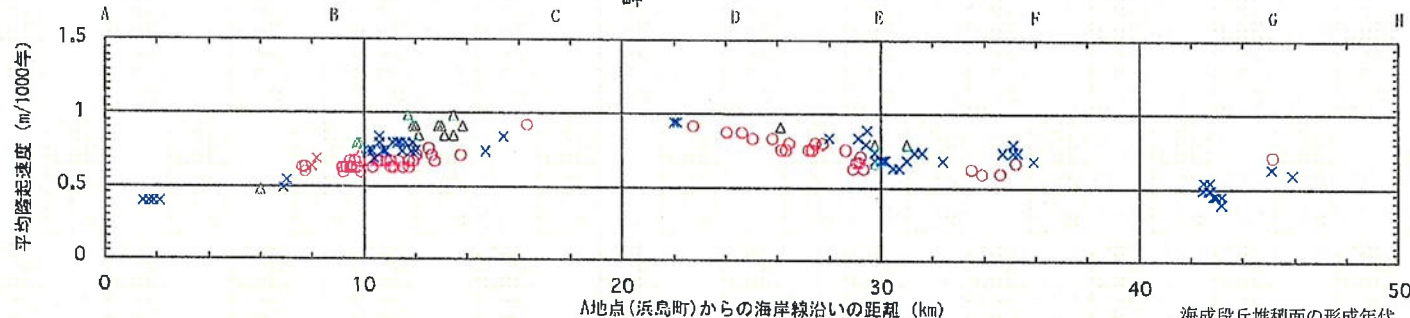
# 和布一干飯崎沖断層～甲楽城断層付近の地形の特徴(1/2)



海成段丘面の隆起速度は、後期更新世を通して概ね等速



①後期更新世の海成段丘面は、越前岬～大味付近で標高が高い

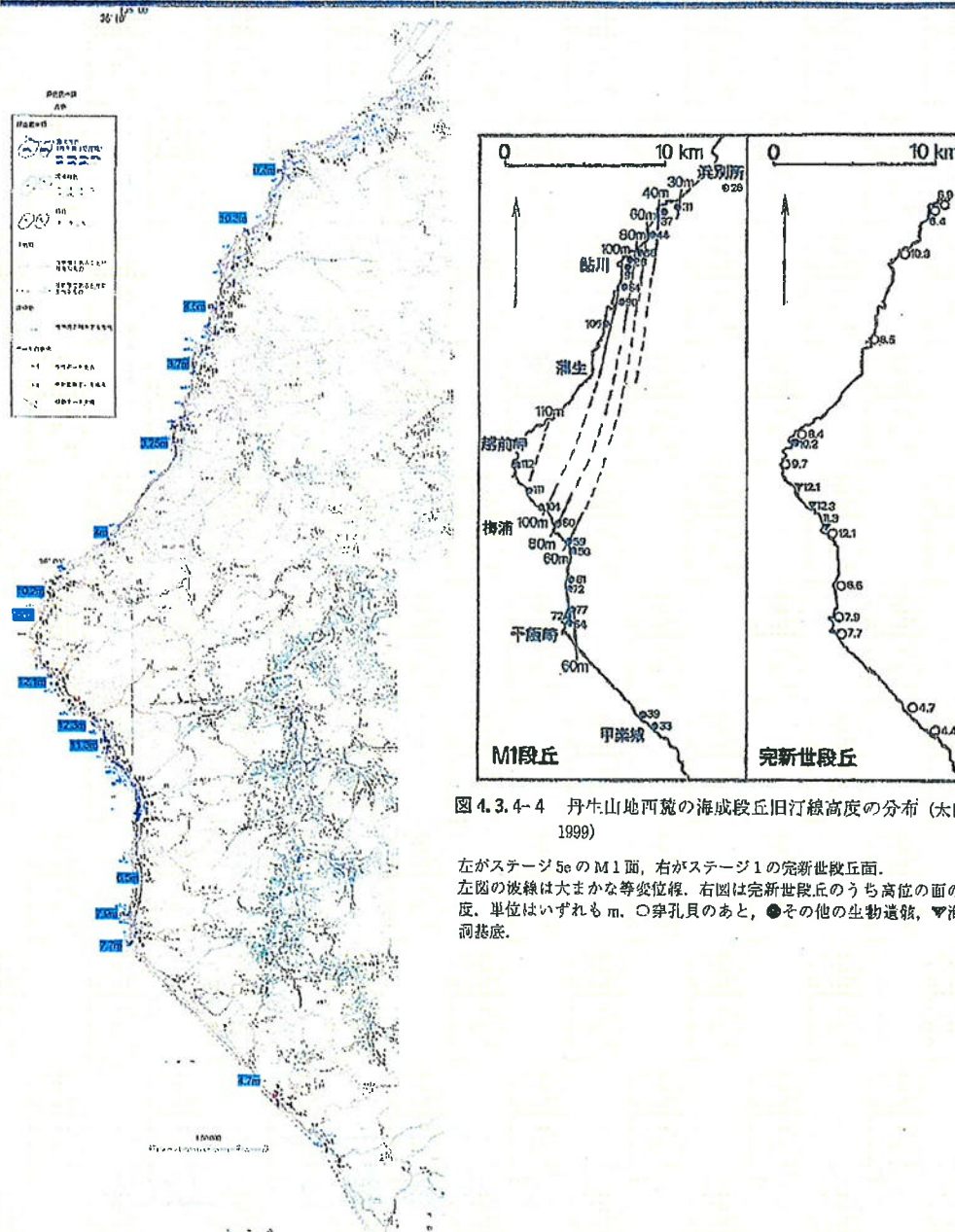


海成段丘堆積面の形成年代、古海面高度を考慮

海成段丘面(堆積年代)  
○ M1面(約12万年前)  
× M2面(約10万年前)  
△ M3面(約8万年前)



## 和布一干飯崎沖断層～甲楽城断層付近の地形の特徴(2/2)



### (主な文献)

#### ○「日本の海成段丘アトラス」(2001)

- ・丹生山地西麓には完新世海成段丘も狭いながら連続し、2段に細分される。
- ・旧汀線高度は最高で12mに達し、隆起速度はM1面に匹敵する速度を持ち、変形様式もM1面と同様であり(五味, 1994MS)、東への傾動が第四紀後期以降継続していることを示している。
- ・完新世段丘の年代資料については得られていない。

#### ○山本・木下(2001): 福井県越前海岸沿い活断層群の活動履歴、合同学会講演要旨

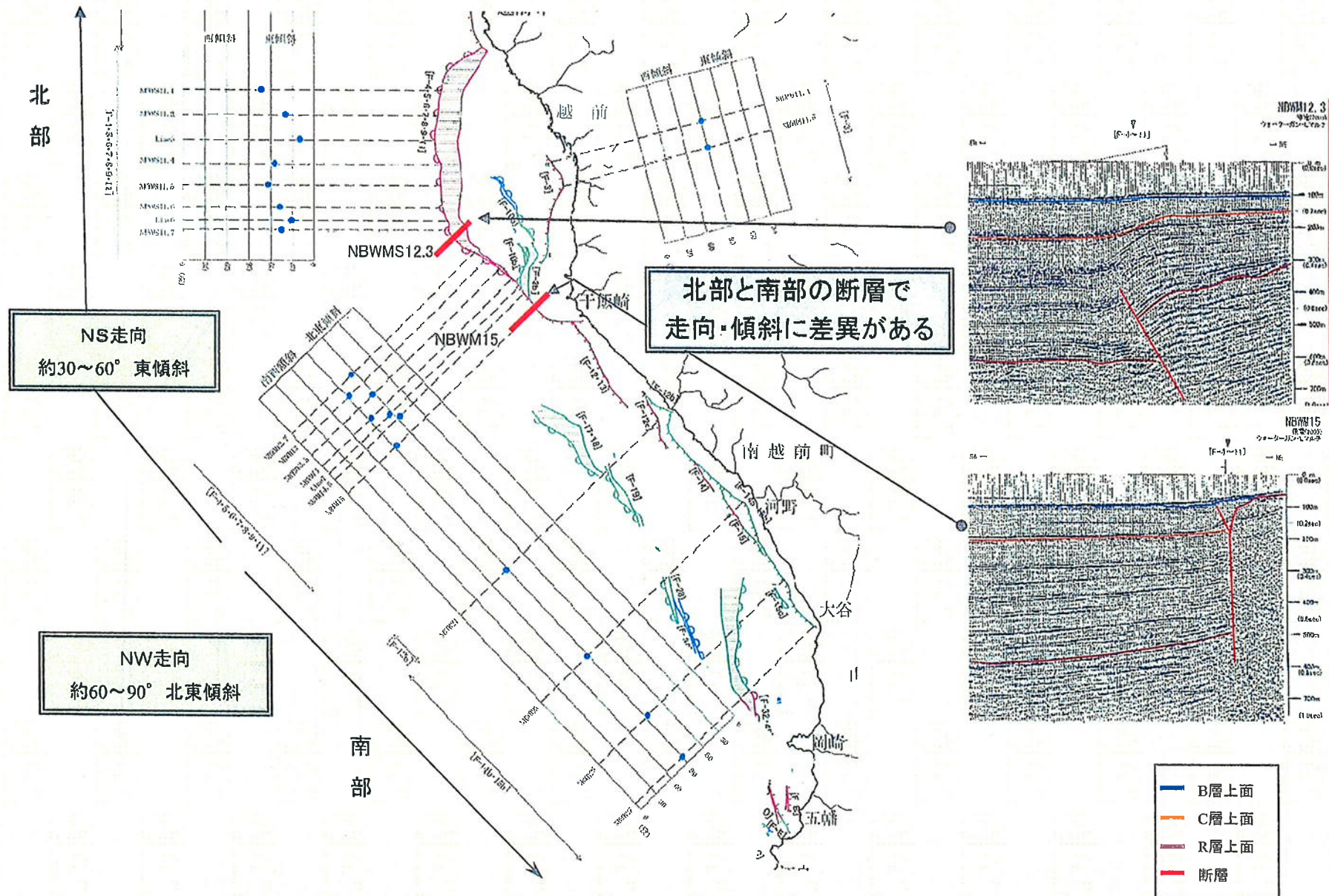
- ・越前海岸の海岸離水地形に着目し、旧汀線をn1～n4の4段に区分。その形成時期については、貝化石の<sup>14</sup>C年代、遺跡の年代から推定。
- ・n1(標高約5m)は17世紀中頃に断層活動により離水。
- ・n2(標高約8m)は紀元前800年頃の断層活動で離水。
- ・n3(標高約12m)は縄文海進後の海退に伴うもの。n4(標高約15m)は5,300年前頃の断層活動により離水。

\* ()内の旧汀線標高は越前岬付近の値を記載

後期更新世及び完新世の海成段丘面の分布から、和布一干飯崎沖断層、甲楽城断層の活動は後期更新世以降も継続していると考えられる。

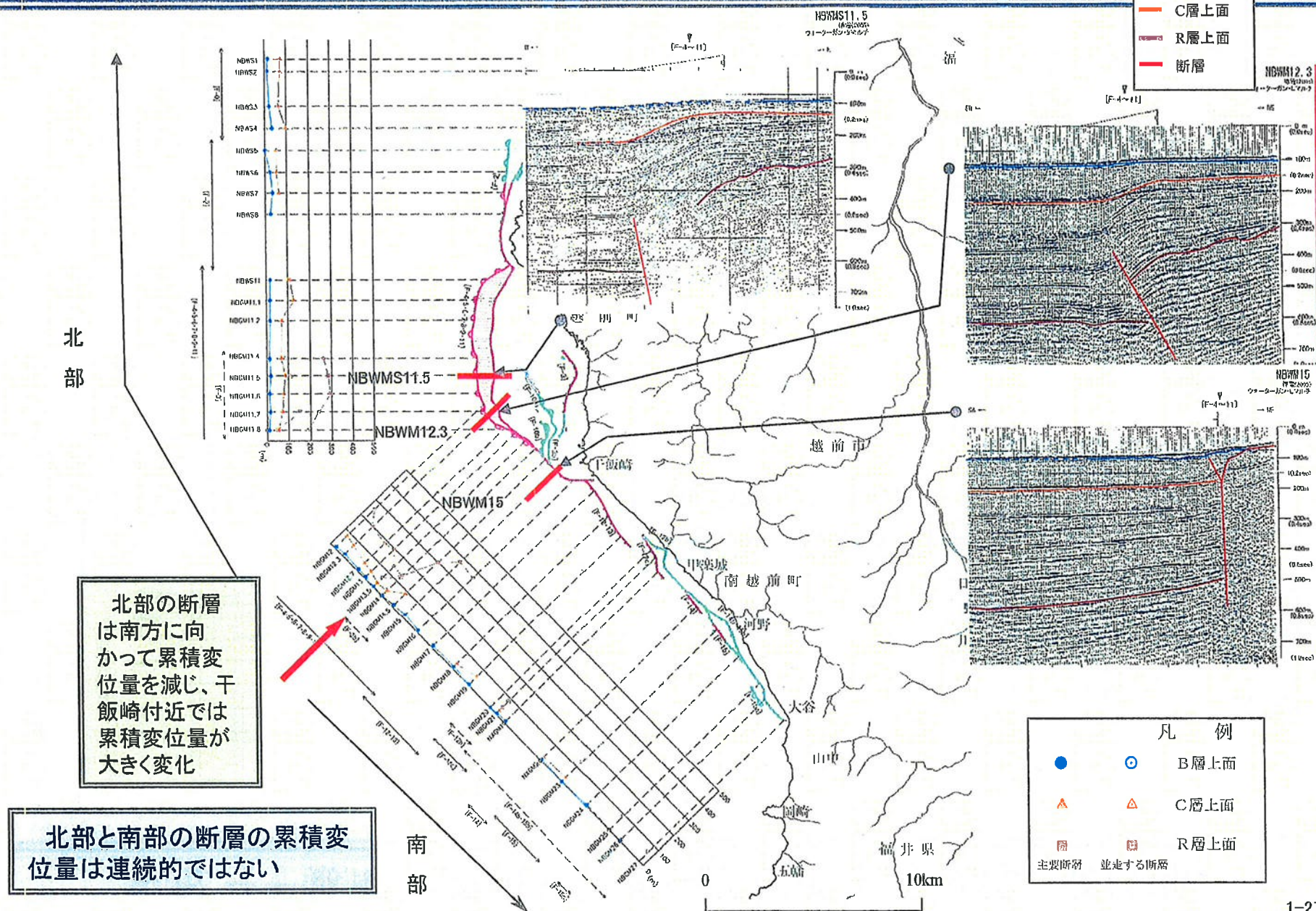


# 和布一干飯崎沖断層～甲楽城断層の走向・傾斜(海域部)



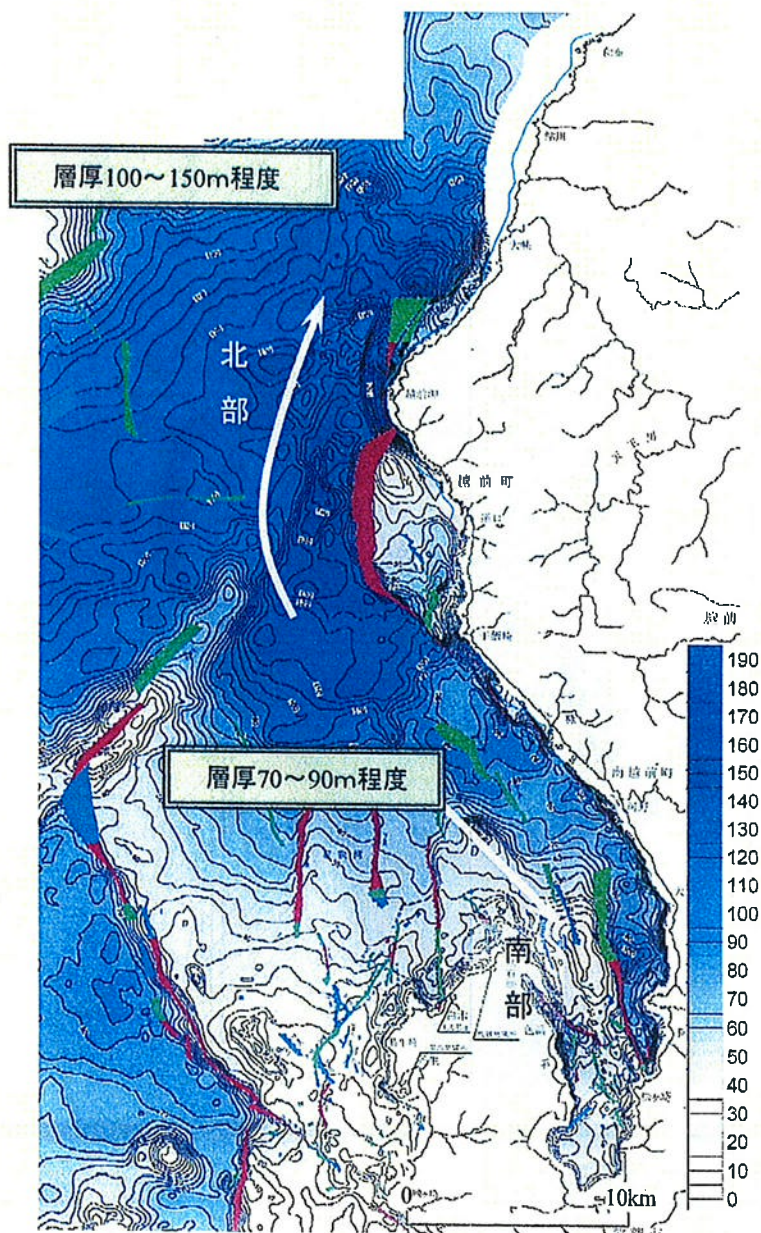


# 和布一干飯崎沖断層～甲楽城断層の累積変位量(海域部)





## 和布一干飯崎沖断層～甲楽城断層(海域)の後期更新世以降の地層の厚さ



後期更新世以降の地層の厚さは、北部の方が南部より大きい



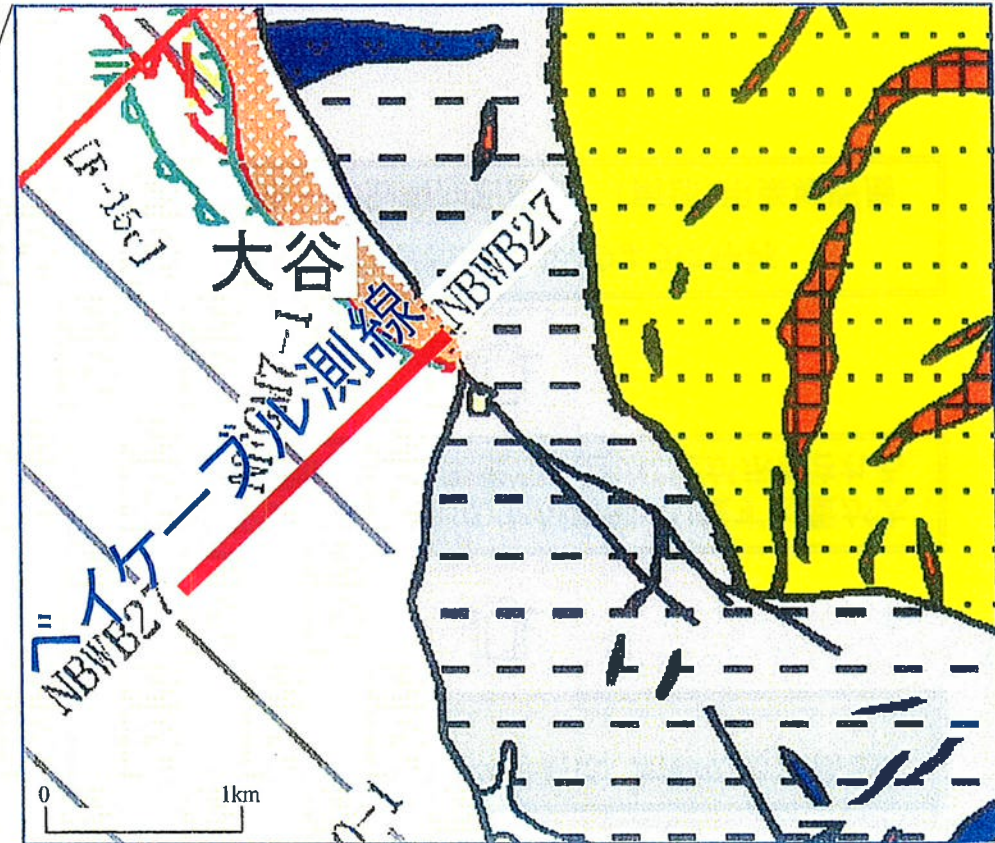
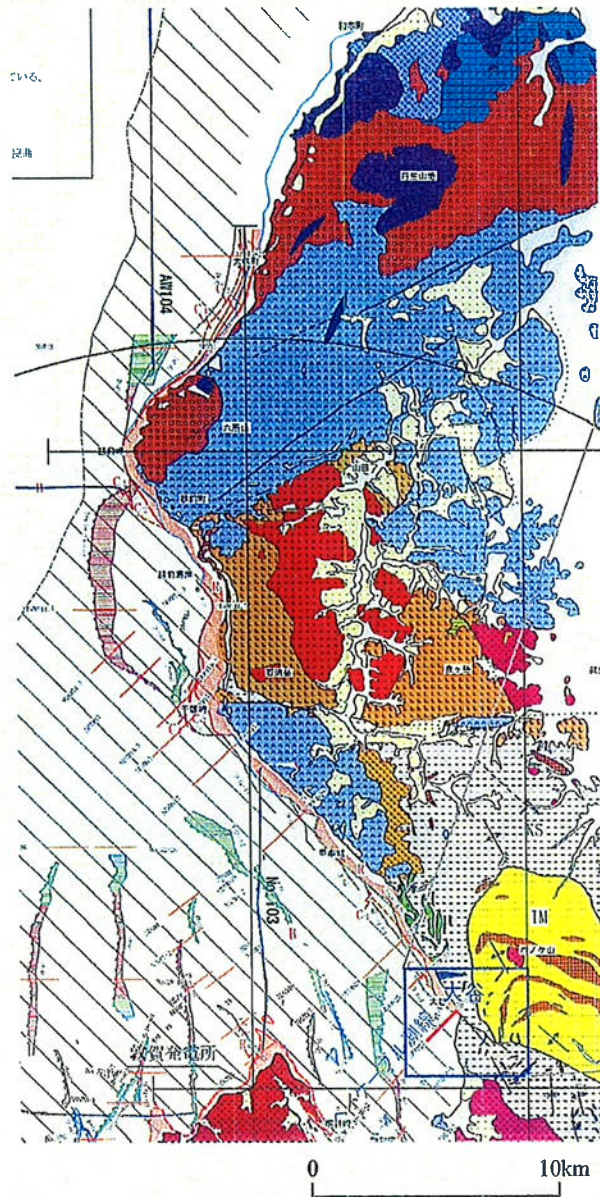
後期更新世以降、北部の方が南部より縦ずれ量が大きく、断層運動による沈降量大きいことが示唆される



北部と南部の特徴を踏まえ、次のように呼称  
(北部)和布一干飯崎沖断層 (南部)甲楽城断層



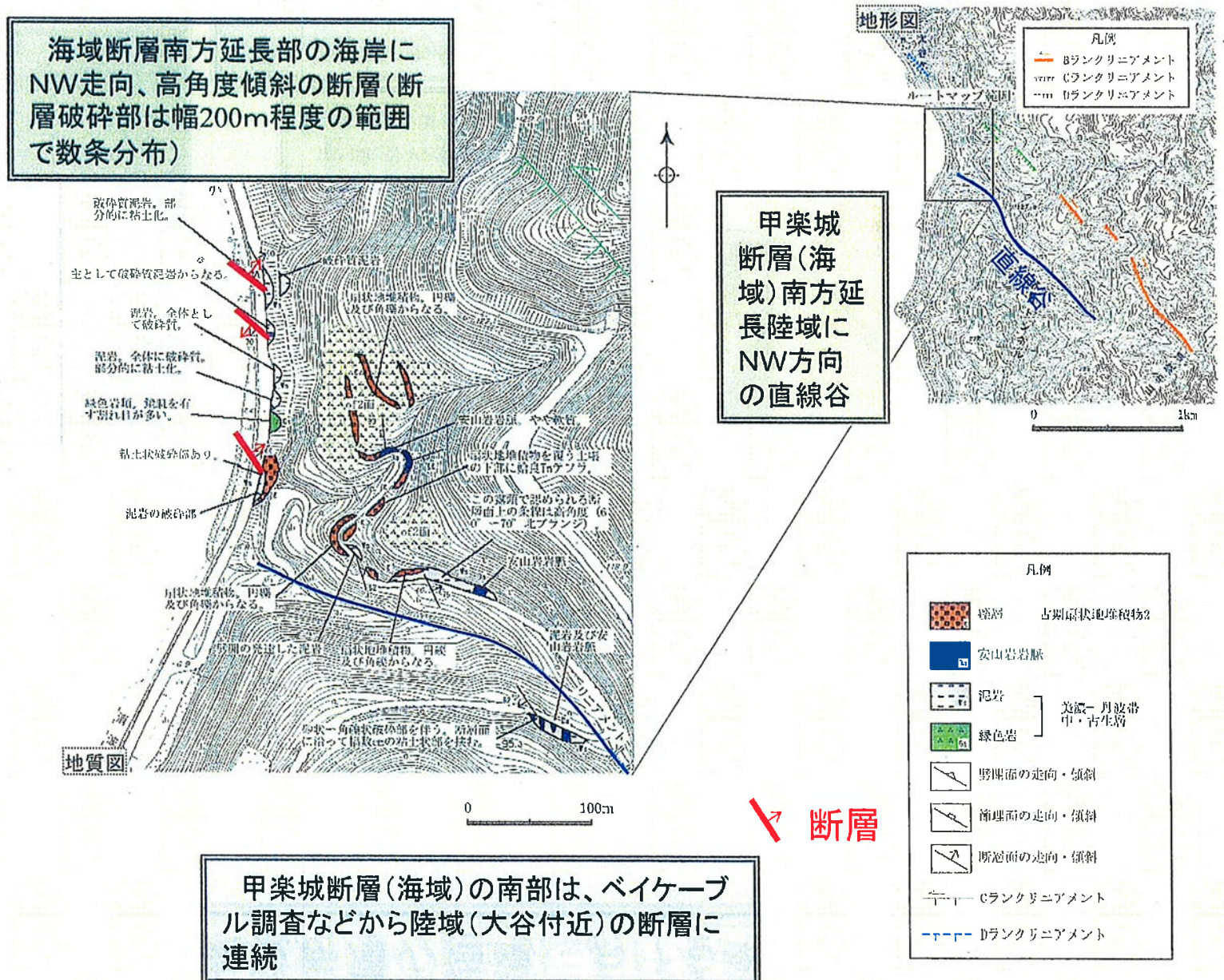
# 甲楽城断層の陸域への延長



バイケーブル調査により断層が陸から海につながることを確認した。

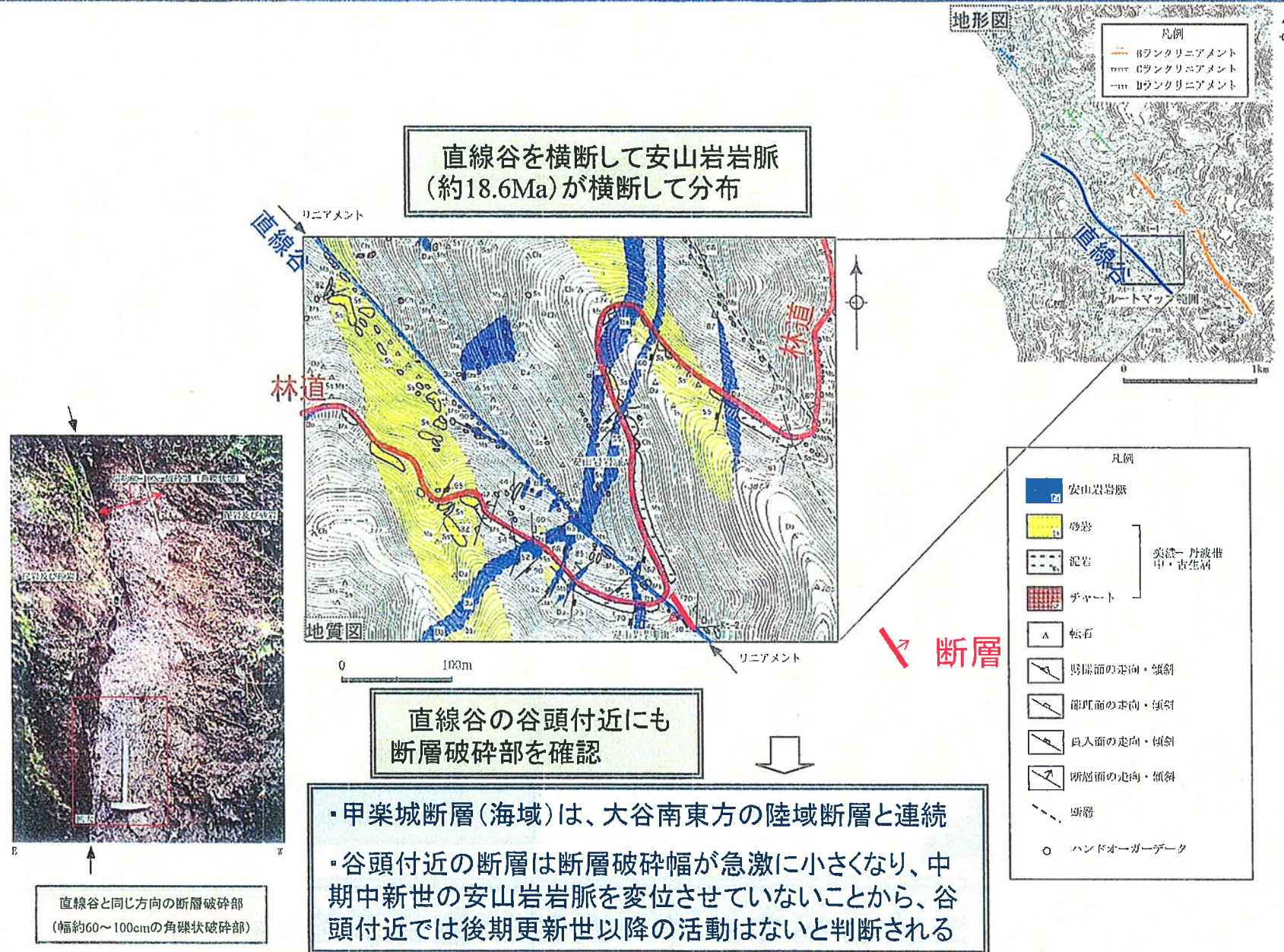


# 甲楽城断層の陸域における地質状況(1/2)



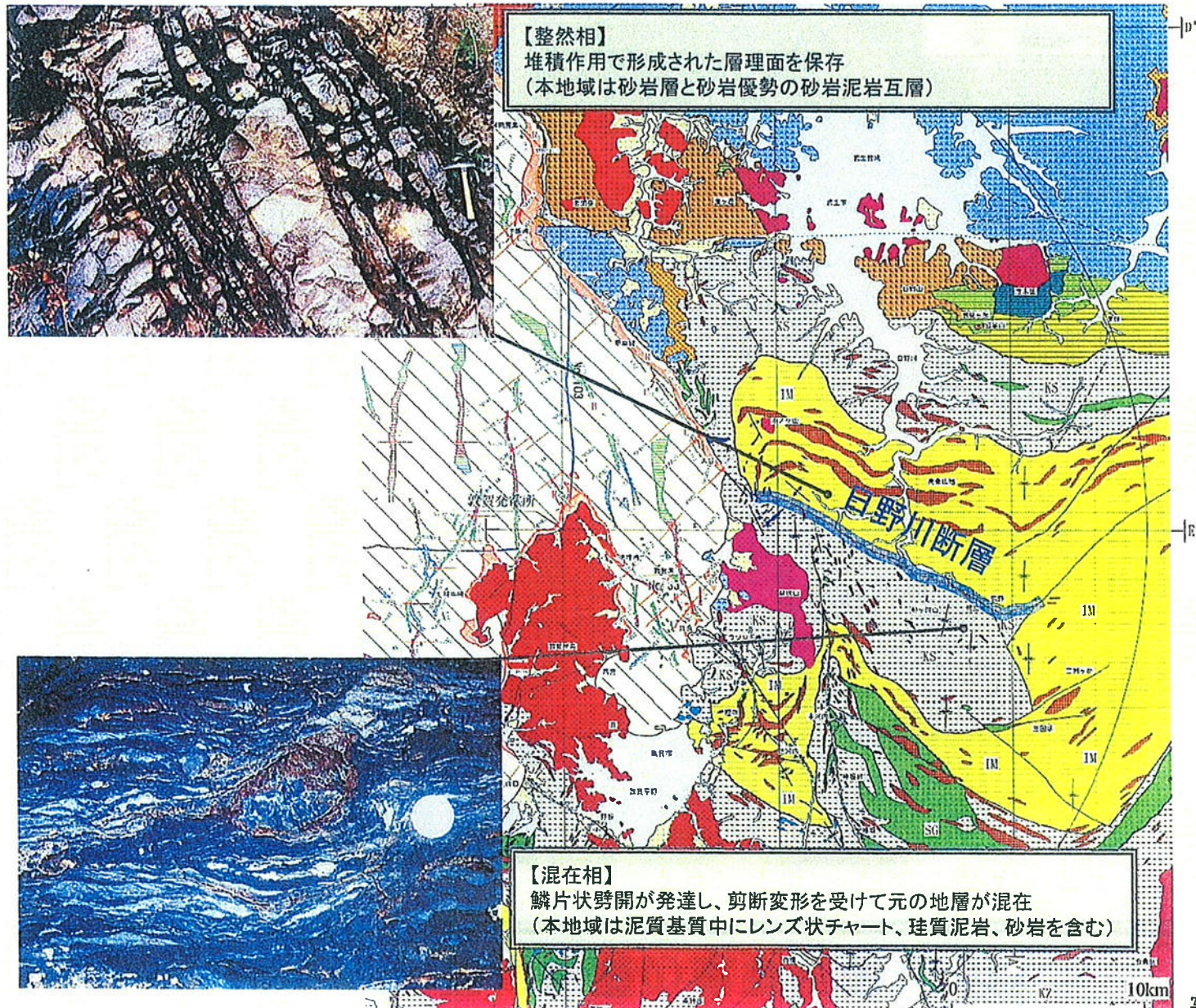


# 甲楽城断層の陸域における地質状況(2/2)



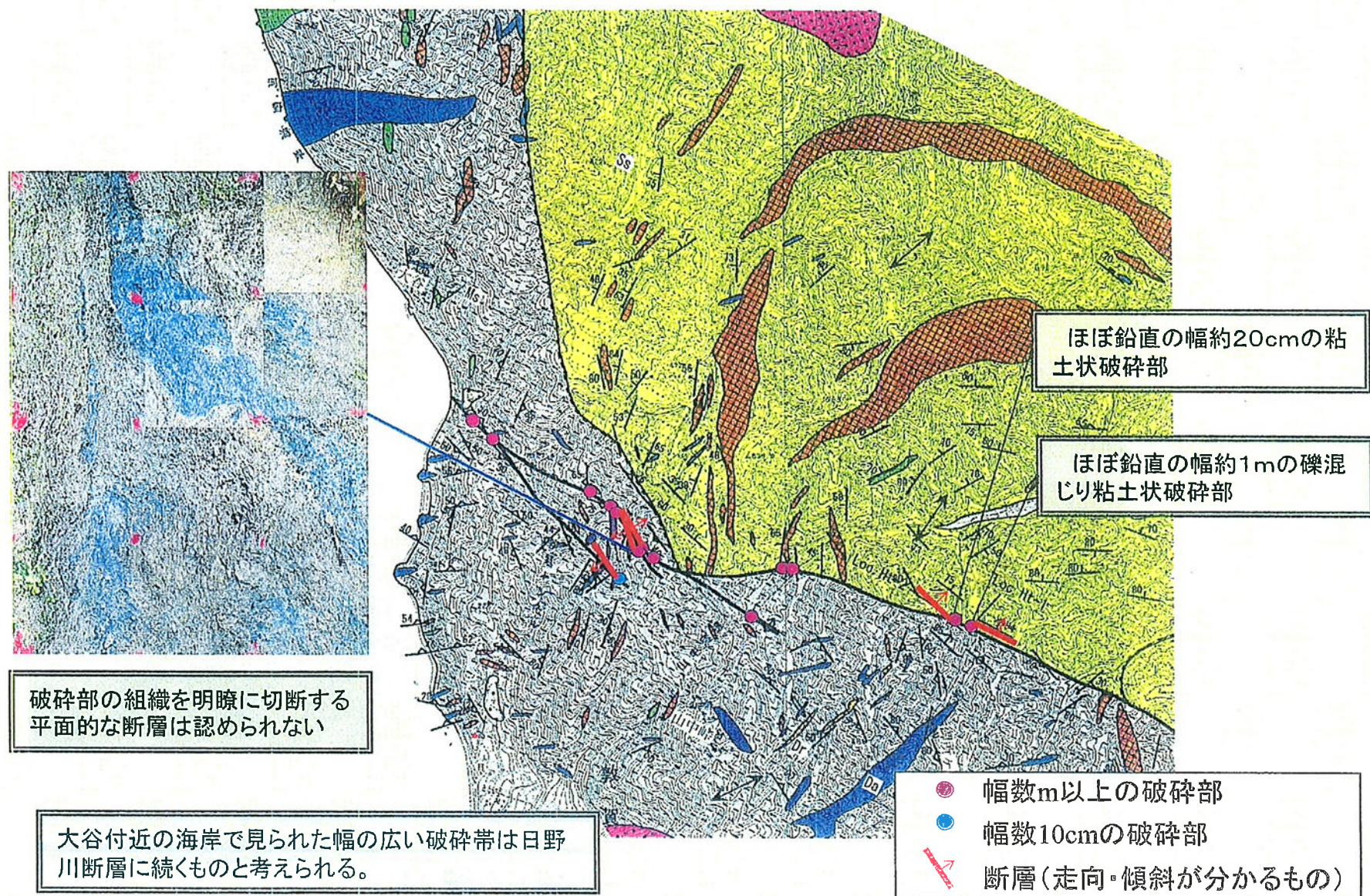


## 日野川断層の地質状況(1/3)



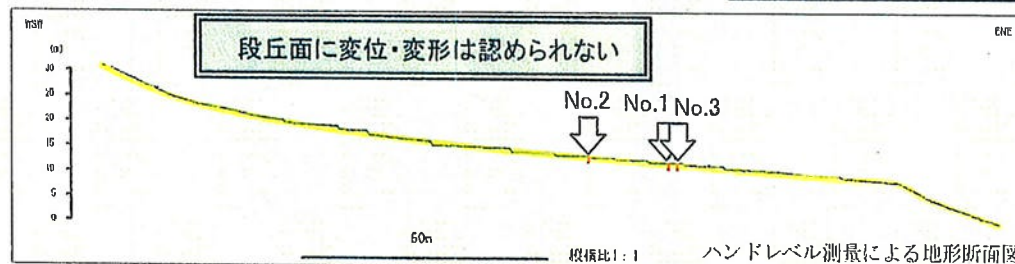
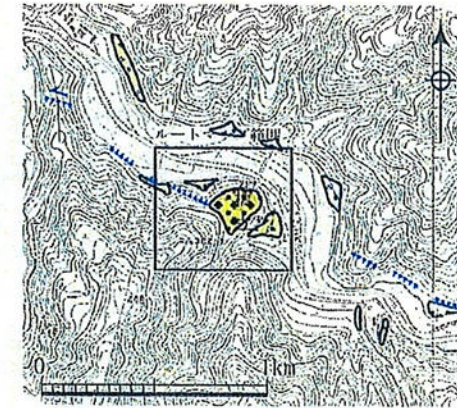
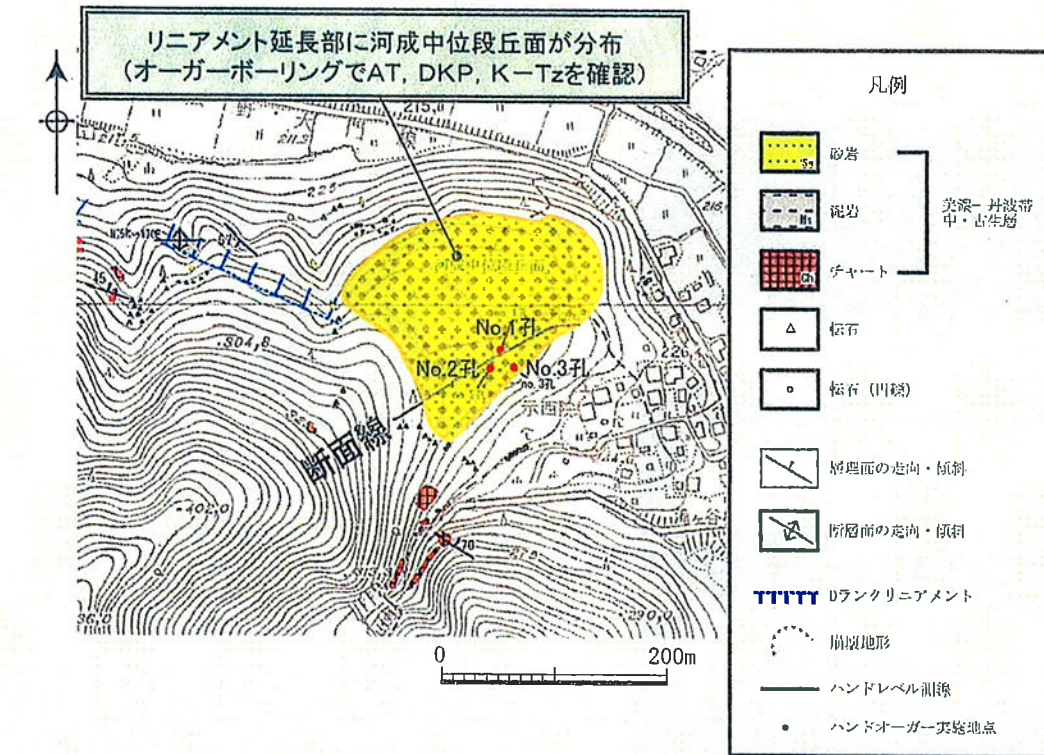


## 日野川断層の地質状況(2/3)

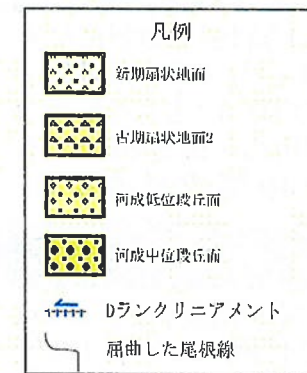




# 日野川断層の地質状況(3/3)



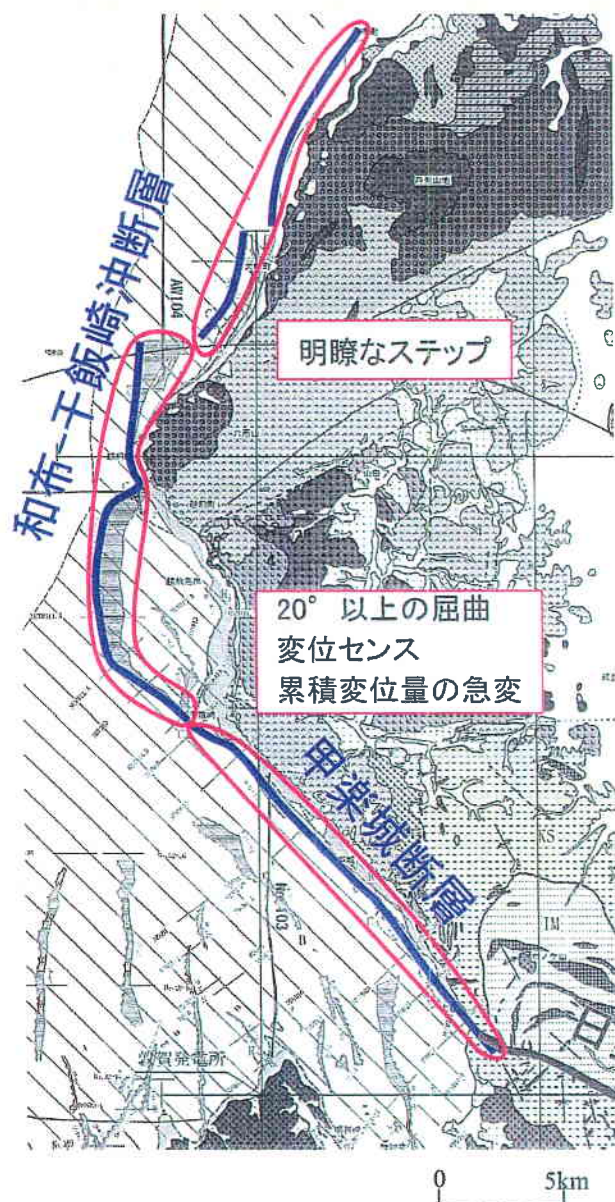
日野川断層は後期更新世以降の活動はないと考えられる



| No.1     |         | No.2 |          | No.3    |      |
|----------|---------|------|----------|---------|------|
|          | 深度 (cm) | テフラ名 |          | 深度 (cm) | テフラ名 |
| 表土       | 0-20    | AT   | 表土       | 0-15    |      |
|          | 20-35   |      |          | 15-30   | AT   |
|          | 35-50   |      |          | 30-45   |      |
|          | 50-65   |      |          | 45-60   | AT   |
|          | 65-80   | DKP  |          | 60-75   | DKP  |
| 粗粒混じりローム | 80-95   | K-Tz | 粗粒混じりローム | 75-90   | K-Tz |
|          | 95-110  |      |          | 90-105  |      |
|          | 110-125 |      |          | 105-120 | DKP  |
| 砂層       | 125-140 |      | 砂層       | 105-120 | K-Tz |
|          | 140-155 |      |          | 120-135 |      |
|          | 155-170 |      |          | 135-150 |      |



# 和布一干飯崎沖断層～甲楽城断層～日野川断層の当初のまとめ



## 断層の連続性

越前海岸沿岸部に海成段丘面を隆起させる東側隆起の海域断層

(海成段丘面の分布標高が高い鮎川、和布の前面にも海域断層を推定)

甲楽城断層(海域)は大谷南方の陸域断層に連続

陸域では、走向を徐々に変え、日野川断層に連続

## 断層の活動性

- ・後期更新世以降の活動あり
- ・和布-干飯崎沖断層と甲楽城断層では、走向・傾斜や変位センスに差異が認められる

断層破碎幅が急激に小さくなり、中期中新世の安山岩岩脈に影響を与えていないことから、大谷付近では少なくとも後期更新世以降の活動はない

河成中位段丘面に影響を与えていないことから、後期更新世以降の活動はない

## 活動セグメント

- 和布一干飯崎沖断層北部Sg
- 和布一干飯崎沖断層南部Sg
- 甲楽城断層Sg



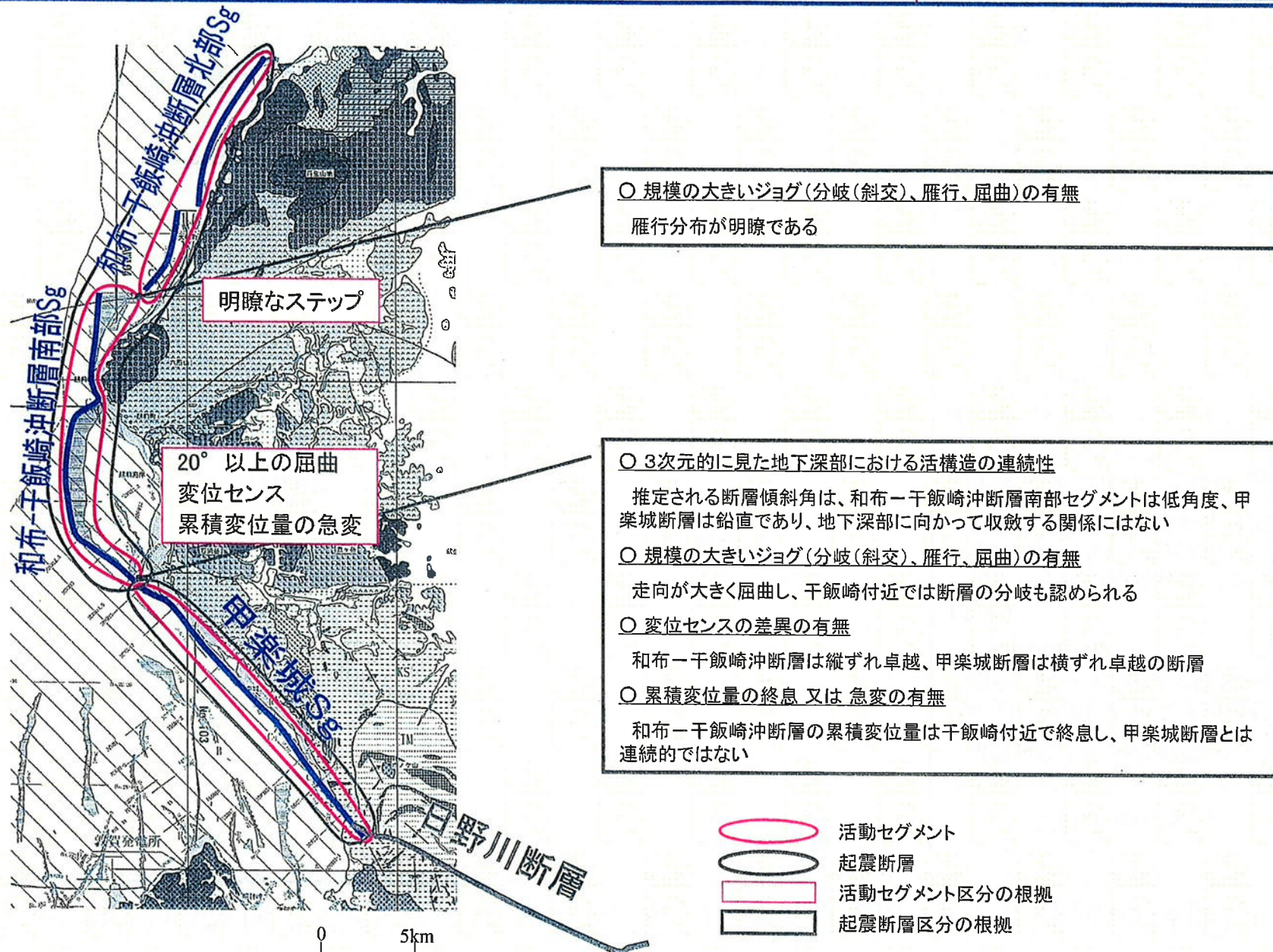
活動セグメント



活動セグメントの区分根拠

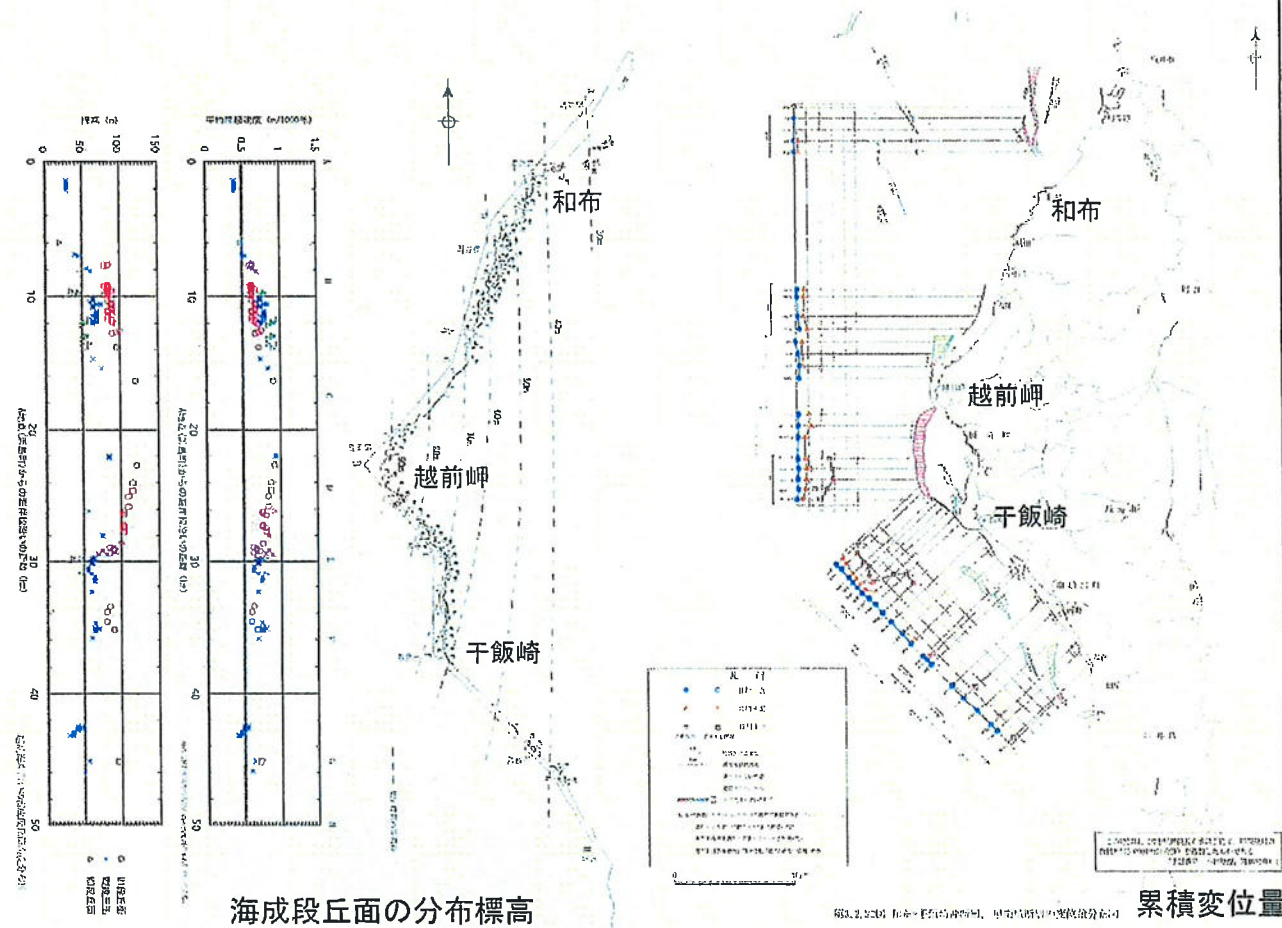


## 和布一干飯崎沖断層～甲楽城断層の当初の評価





# 和布-干飯崎沖断層北端部及び甲楽城断層との同時活動に関する評価の見直し経緯



## これまでの説明

- ①海成段丘面が、和布に向かって分布標高を減ずる傾向がある。
  - ②後期更新世以降の海底地層が、和布に向かって累積変位量を減ずる傾向がある。
- (参考)  
和布-干飯崎沖断層は、丹生山地形成に寄与してきたと考えられ、丹生山地の北端部は和布付近
- ③干飯崎沖において、断層の累積変位量が連続的でない。
  - ④干飯崎沖において、走向・傾斜に差異がある。



- 和布-干飯崎沖断層の北端部は、和布付近までと評価
- 和布-干飯崎沖断層と甲楽城断層とは別々の起震断層と評価

- 起震断層の評価に万全を期すため、和布-干飯崎沖断層の北端部について、北方に分布する断層群との関連も含め、より確実な端部の根拠について検討
- また、干飯崎沖において、海上音波探査の反射断面の解釈や累積変位量から両断層を明確に区分する根拠に乏しいとのコメントがあり、同時活動性について検討

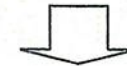


## 和布一干飯崎沖断層北方の海域断層に関する他機関の見解



①和布一干飯崎沖断層の北方延長部付近には、南北走向を持つ褶曲構造、東側隆起の断層・撓曲構造を図示。

②これらの活動は概ねⅢ層(更新統下部)又はⅣ層(概ね鮮新統)まで及んでいるとしている。



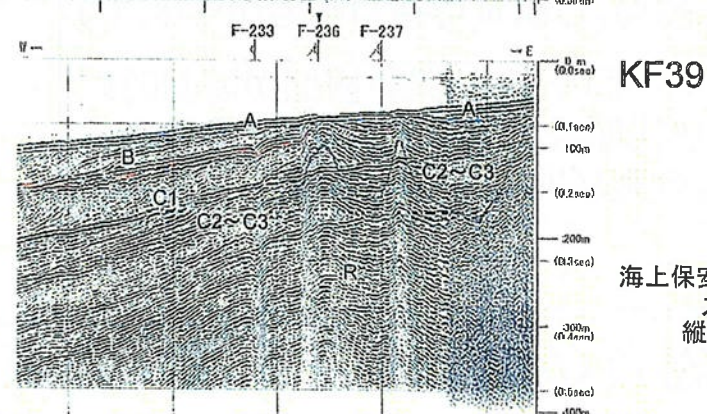
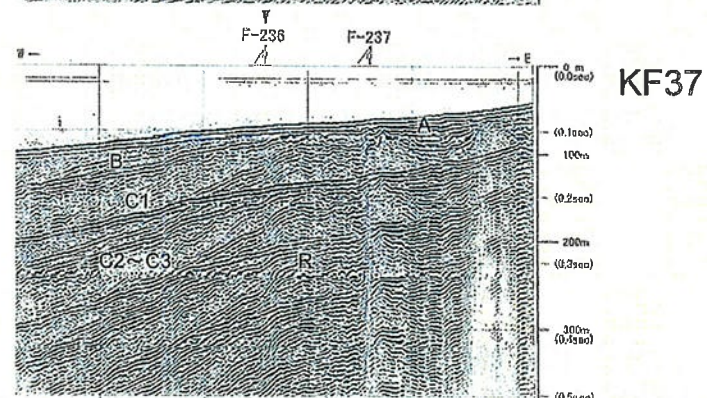
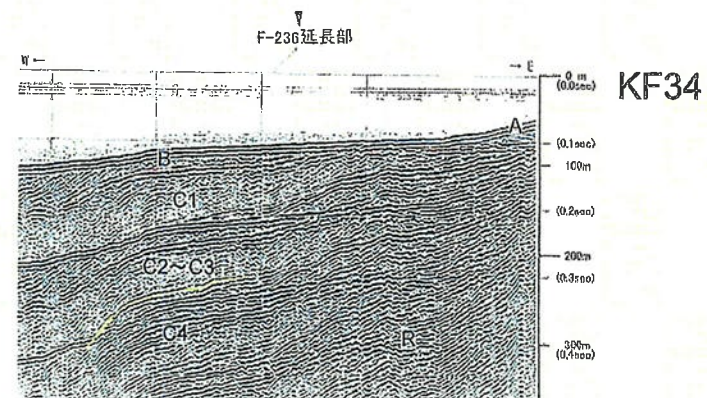
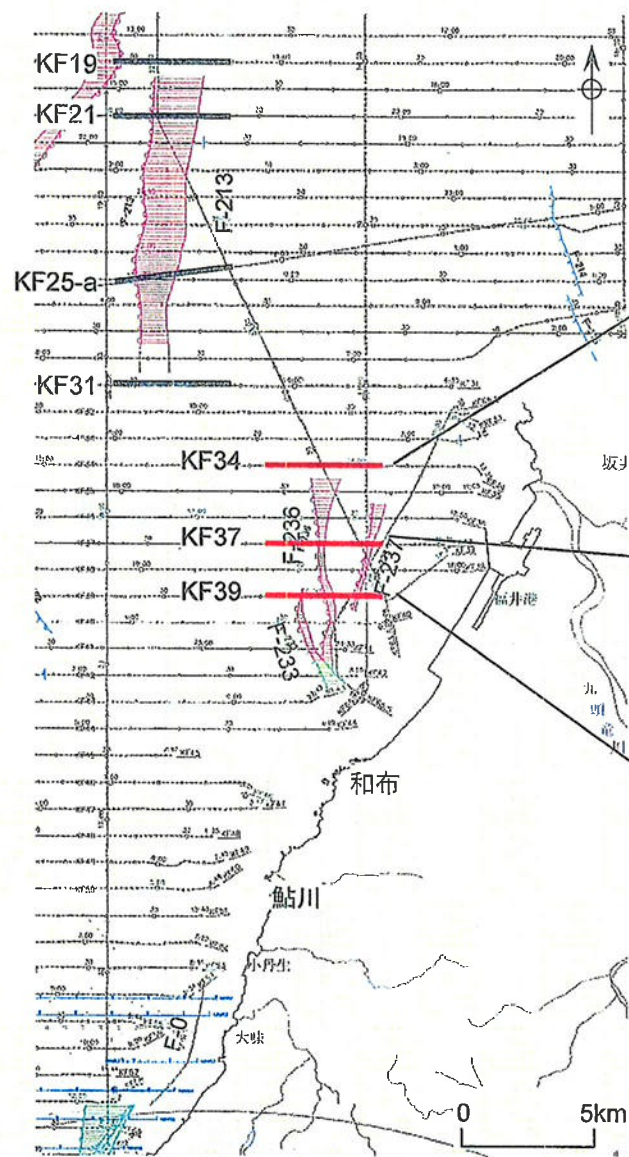
海上保安庁の海上音波探査記録を入手し、再解析を実施

| 層序区分<br>Stratigraphic Division |                             |                               |                                                    |
|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------|
| 時代<br>Geological Age           | 陸上地質層序<br>Land Stratigraphy | 陸上地質層序<br>Land Stratigraphy   | 海底探査層序<br>Acoustic Stratigraphy<br>in the sea area |
| 第四紀<br>Quaternary              | 更新世<br>Holocene             | 沖積層<br>Alluvium               | I                                                  |
|                                | 更新統<br>Pleistocene          | 段丘堆積物<br>Terrace Deposits     | II<br>III                                          |
| 新第三紀<br>Neogene                | 鮮新統<br>Pliocene             |                               | IV                                                 |
|                                | 中新統<br>Miocene              | 米ヶ島層<br>Komegashima Formation | V                                                  |
|                                |                             | 加佐ノ神層<br>Kasunokami Formation | VI                                                 |
|                                |                             | 岡見層<br>Okami Formation        | VII                                                |
|                                |                             | 糸生層<br>Ito's Formation        | VIII                                               |

海上保安庁 沿岸海域海底活断層調査「加賀福井沖」(2004)のうち和布付近 \*一部加筆



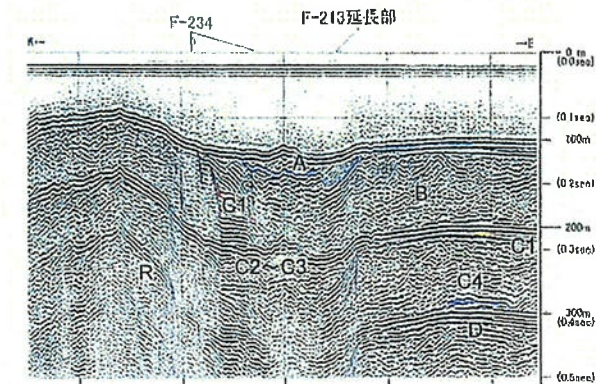
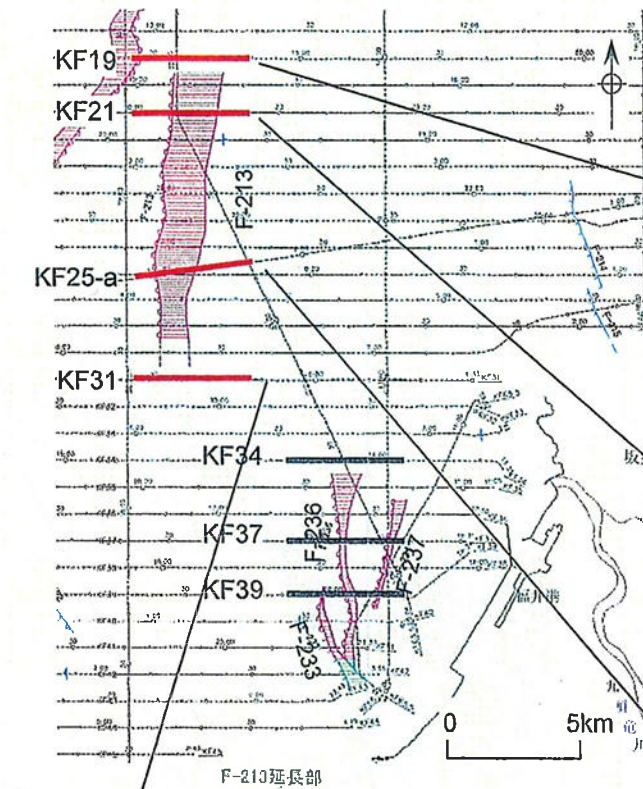
# 和布一干飯崎沖断層北端に関する検討(1/2)



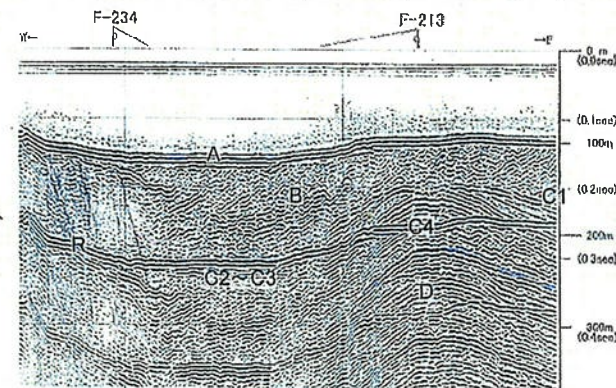
海上保安庁(2004)  
スパーカー  
縦:横=15:1



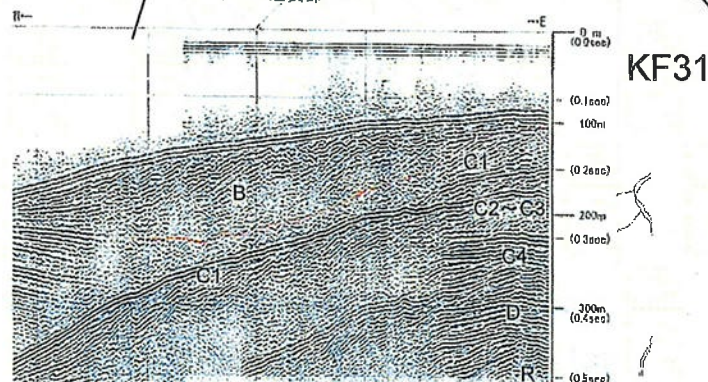
## 和布一干飯崎沖断層北端に関する検討(2/2)



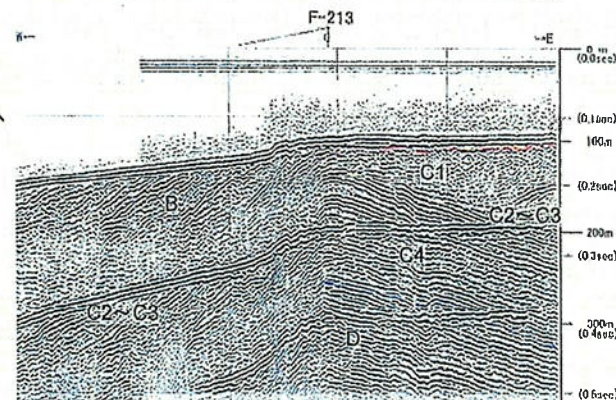
KF19



KF21



KF31

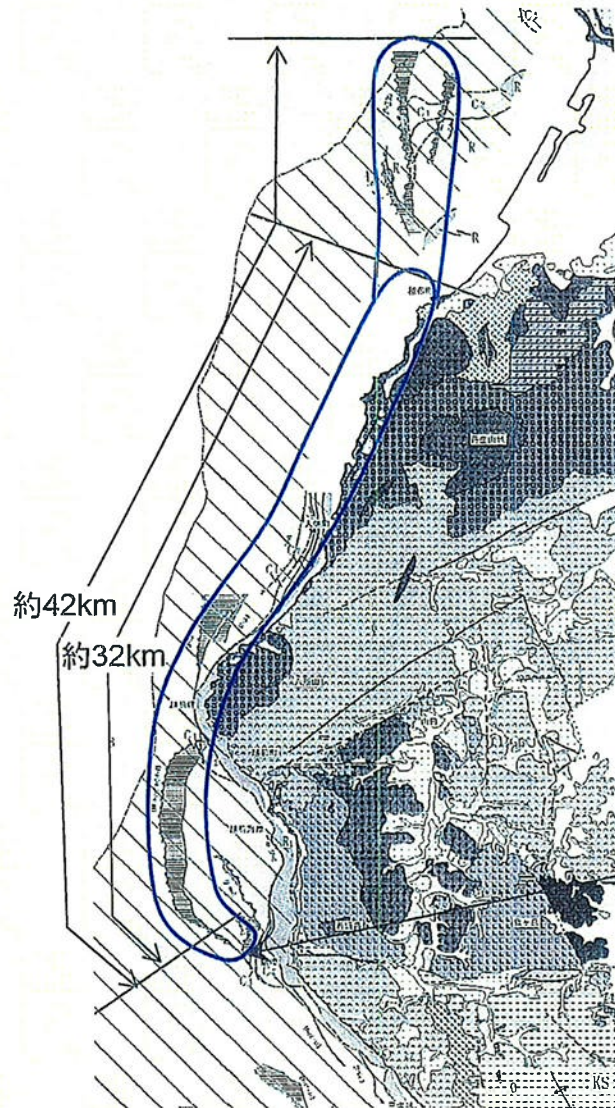


KF25-a

海上保安庁(2004)  
スーパーカー  
縦:横=15:1



# 和布一干飯崎沖断層～甲楽城断層の評価の見直し



①海上保安庁(2004)が和布一干飯崎沖断層北方に示す断層・撓曲構造等の付近には、断層構造があるものとして評価(F-213は構造的なものか明確ではないが安全側に評価)。

②これらの最新活動時期についても、後期更新世以降の活動があるものと安全側に評価することとし、耐震設計上考慮すべき活断層として扱う。



和布一干飯崎沖断層については、より安全側に評価することとし、北方の海域断層(F-233, 236, 237断層)と一連の断層として取り扱うこととする。

→和布一干飯崎沖断層を約42kmと変更  
(当初、約32km)

両断層の傾斜は地下浅部では異なるが、地下深部での傾斜は明確でなく、両断層の活構造は連続的であることから、安全側に同時活動するものと評価を変更する。

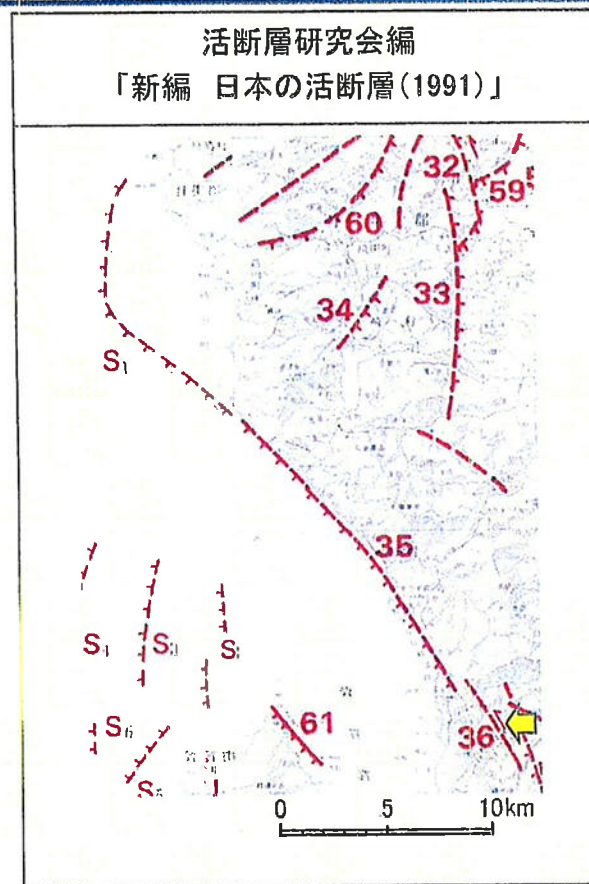
和布一干飯崎沖断層～甲楽城断層の同時活動を考慮するものとする。(長さ約60km)



## 2-2-2 山中断層

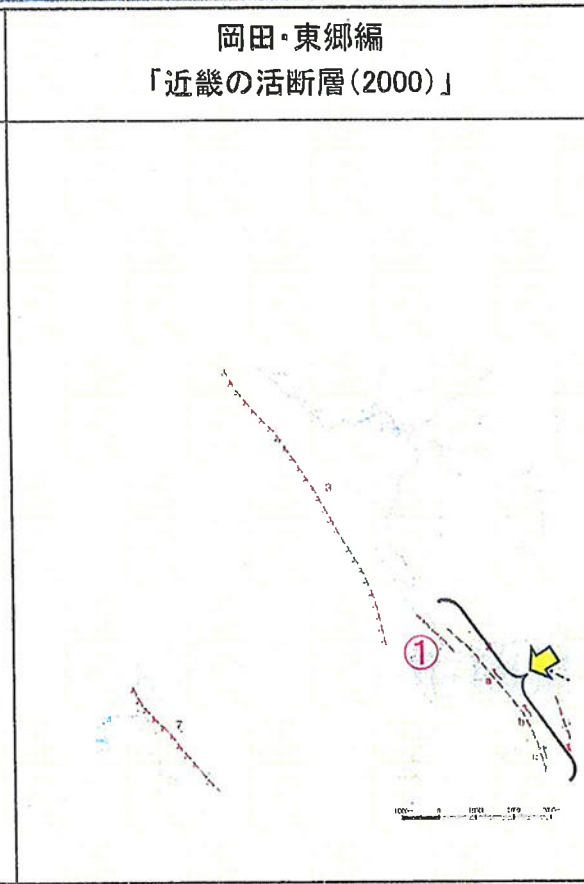


# 山中断層に関する主な文献



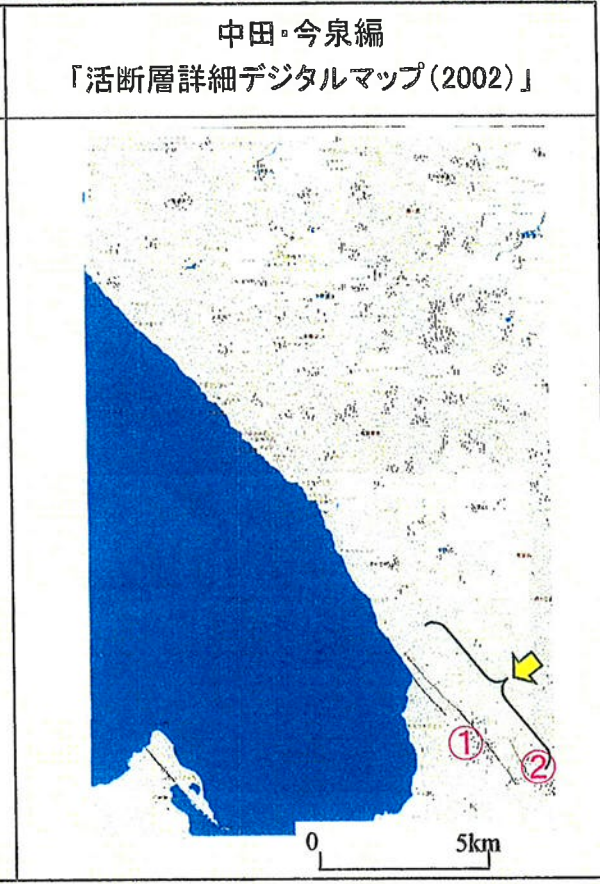
| 断層名     | 長さ  | 確実度 | 変位の向き |
|---------|-----|-----|-------|
| 36 山中断層 | 5km | II  | 左横ずれ  |

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 |
|--------|-----------|-----|-------|
| ① 名称なし | 1.7km(図読) | II  | —     |
| 2 山中断層 | 5.5km     | II  | 左横ずれ  |

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

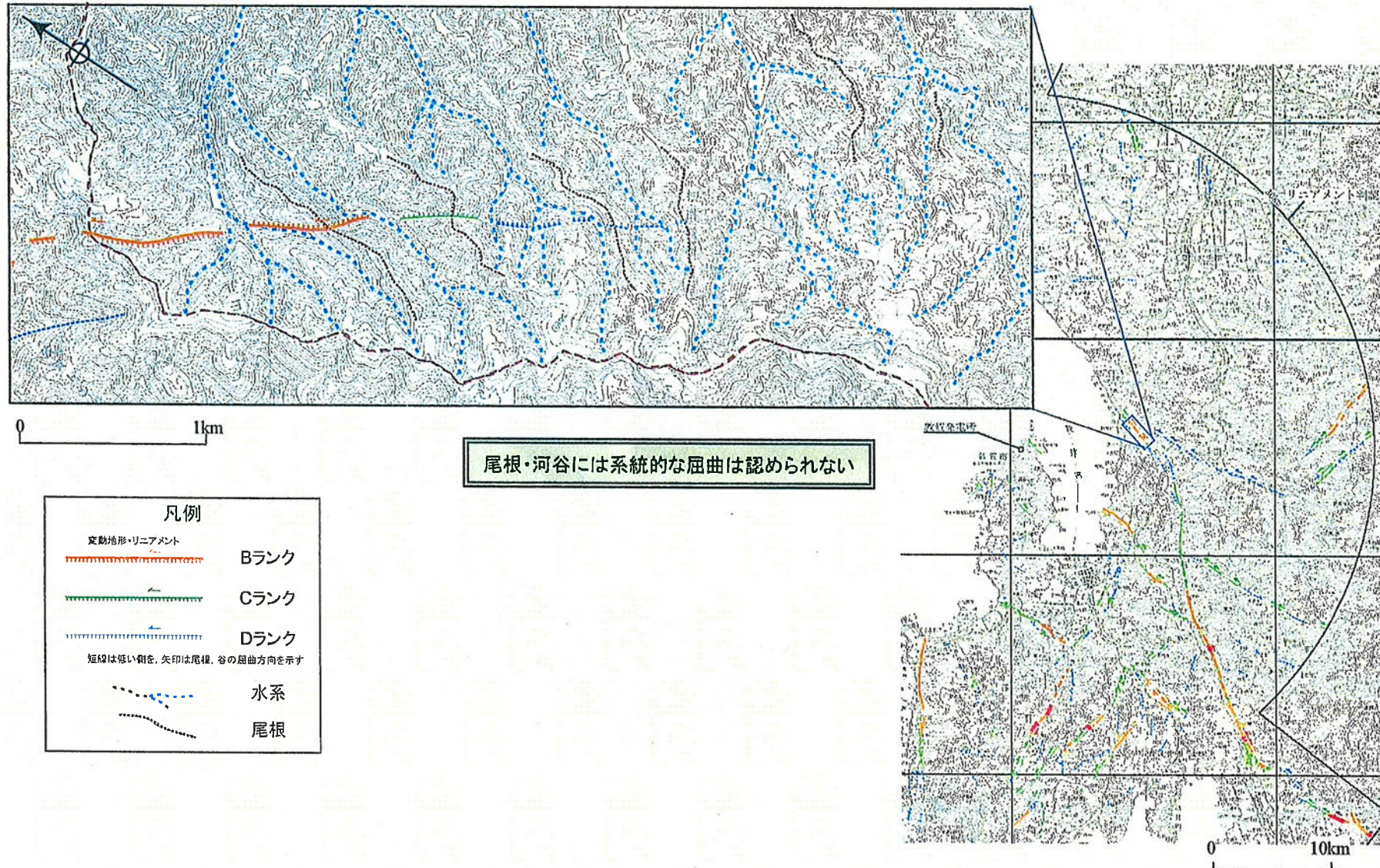


| 断層名     | 長さ             | 分類  | 変位の向き |
|---------|----------------|-----|-------|
| ①柳ヶ瀬断層帯 | 約5.0km<br>(図読) | 活断層 | 左横ずれ  |
| ②柳ヶ瀬断層帯 | 約1.2km<br>(図読) | 活断層 | 左横ずれ  |

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



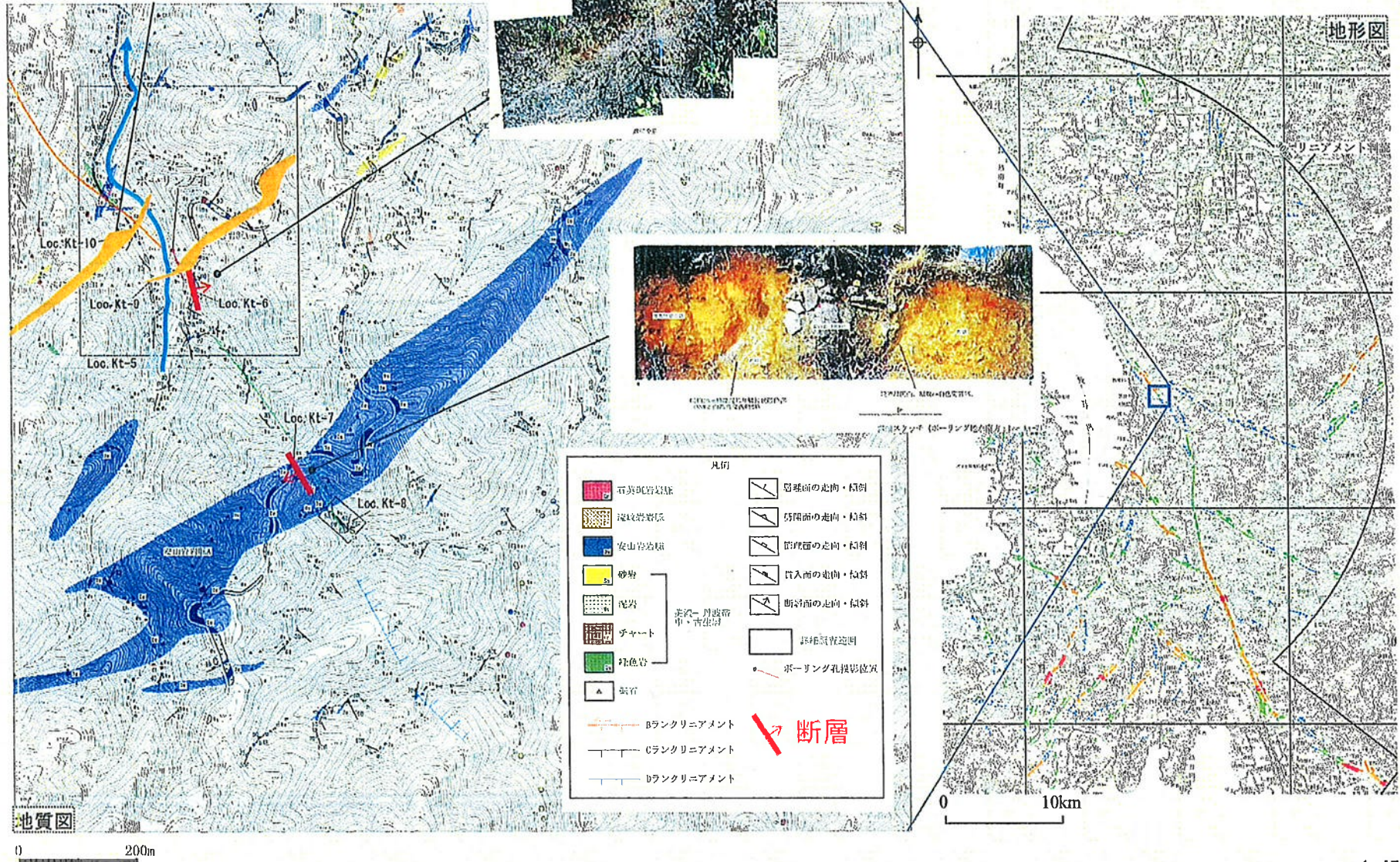
# 山中断層付近の地形の状況(水系と尾根の分布)





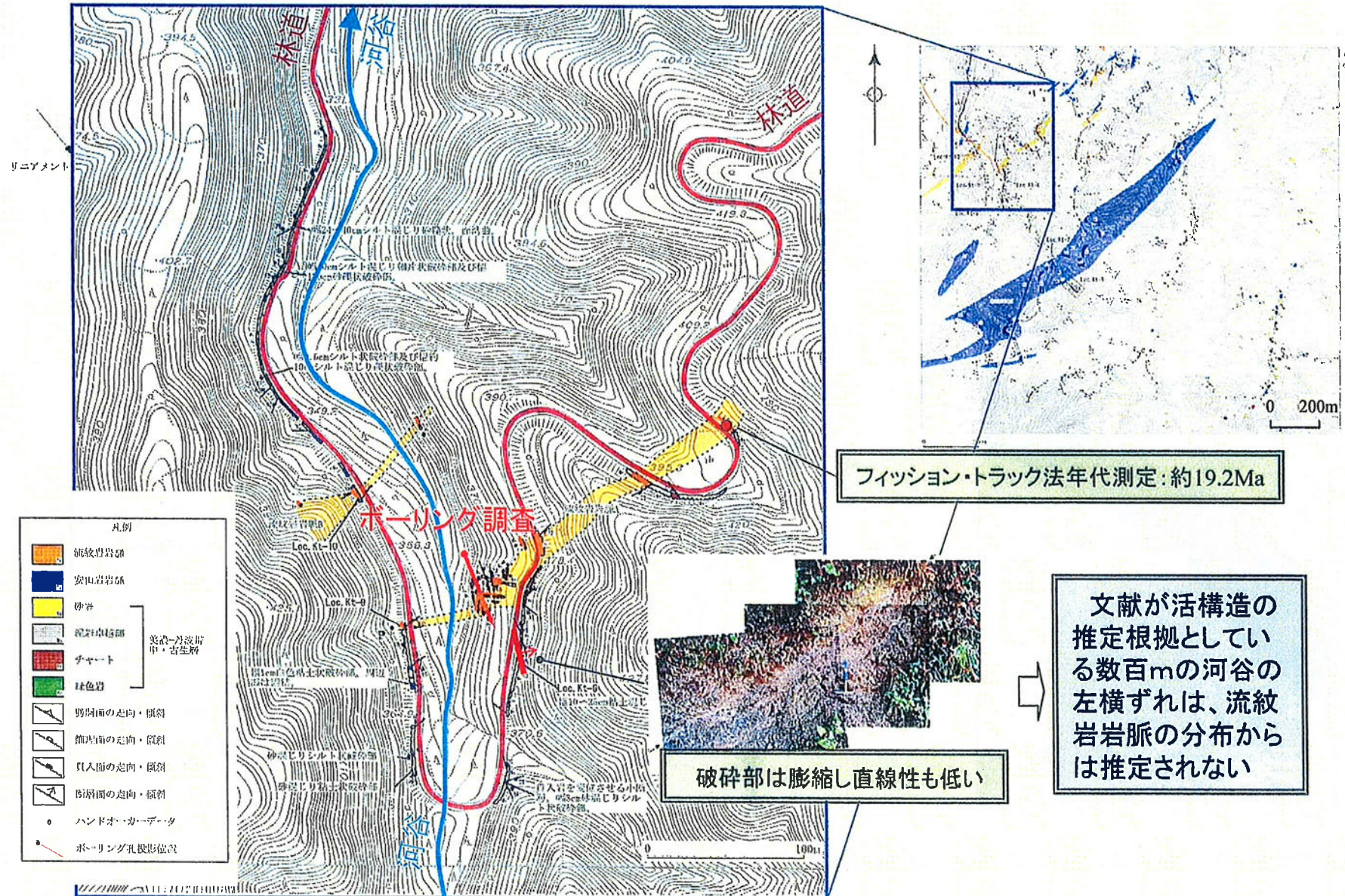
# 山中断層付近の地形・地質の概要

屈曲する谷を横  
断する流紋岩岩脈



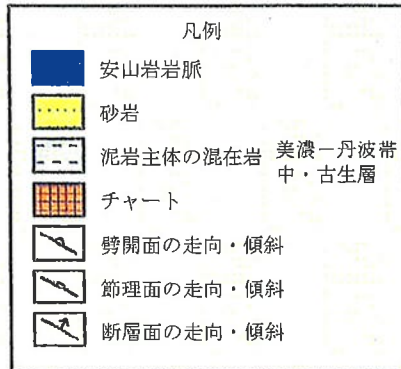


# 山中断層を横断する流紋岩岩脈





# リニアメントの成因について



(前述の地形・地質の状況に加えて)

- ・リニアメント(直線谷)位置に美濃-丹波帯中・古生層が連続的に分布。
- ・岩盤(泥岩主体)には、リニアメント方向のへき開面等が卓越して分布する。

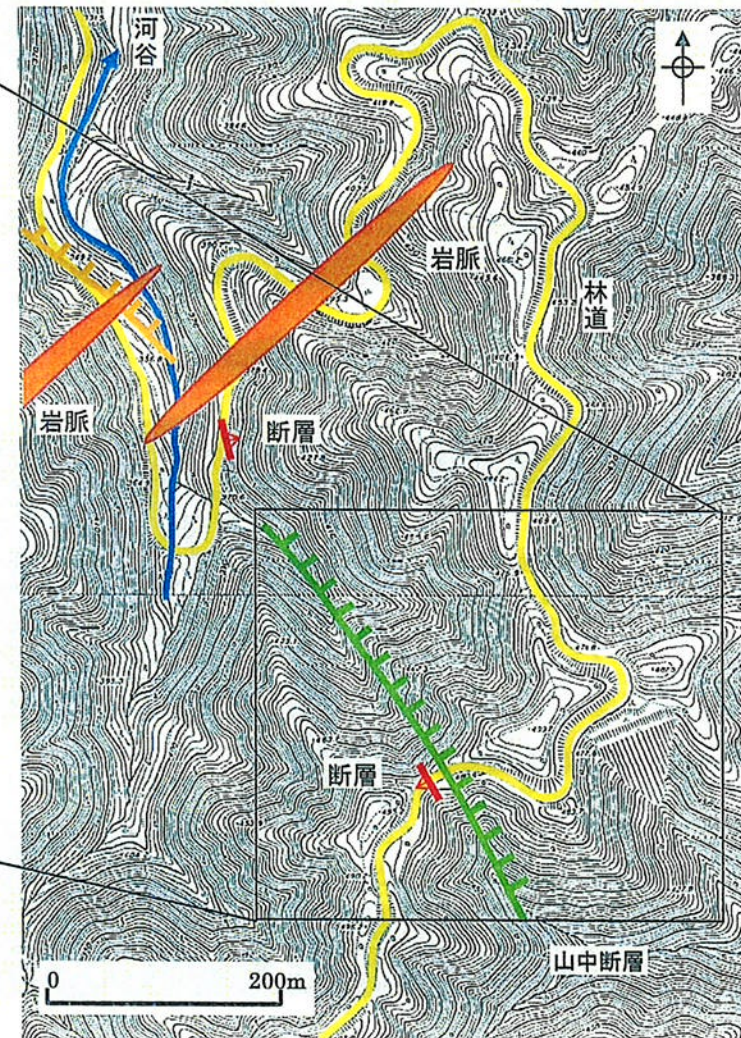
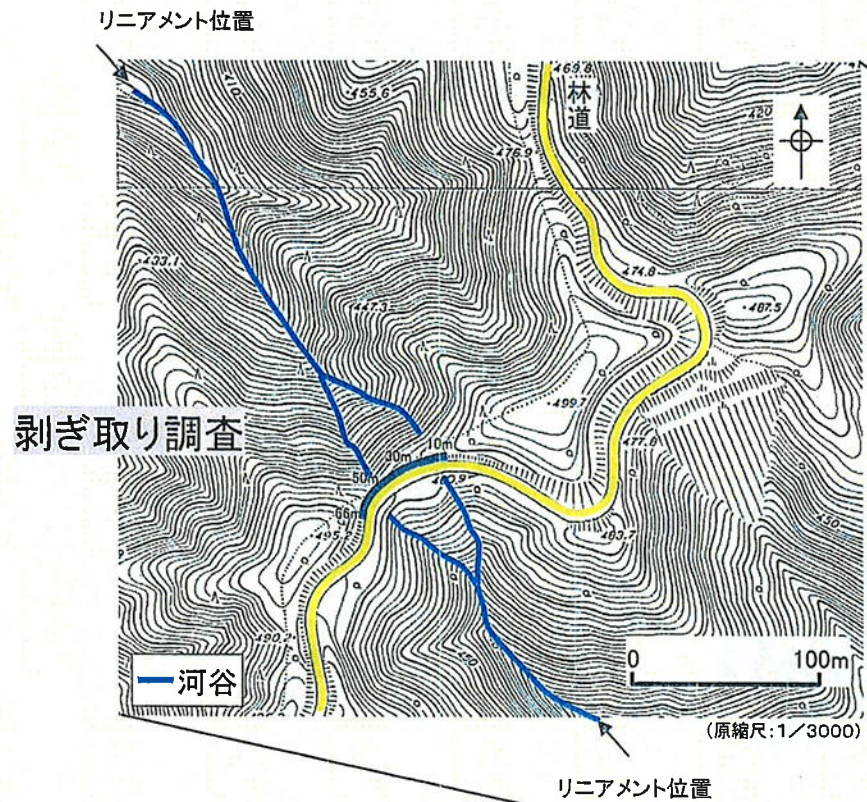
リニアメントは、小規模な破碎に起因する岩質の差による差別浸食によって生じた組織地形と判断される。







# 山中断層に関する補足調査



活断層ではないと思うが、変動地形と見えるような箇所でピット調査を実施し、断層の有無について確認することも考えてみてはどうかとのコメントを受け、空中写真判読結果及び文献から、山中断層を推定又は指摘している鞍部において、地表地質調査(大規模な剥ぎ取り調査)を追加実施

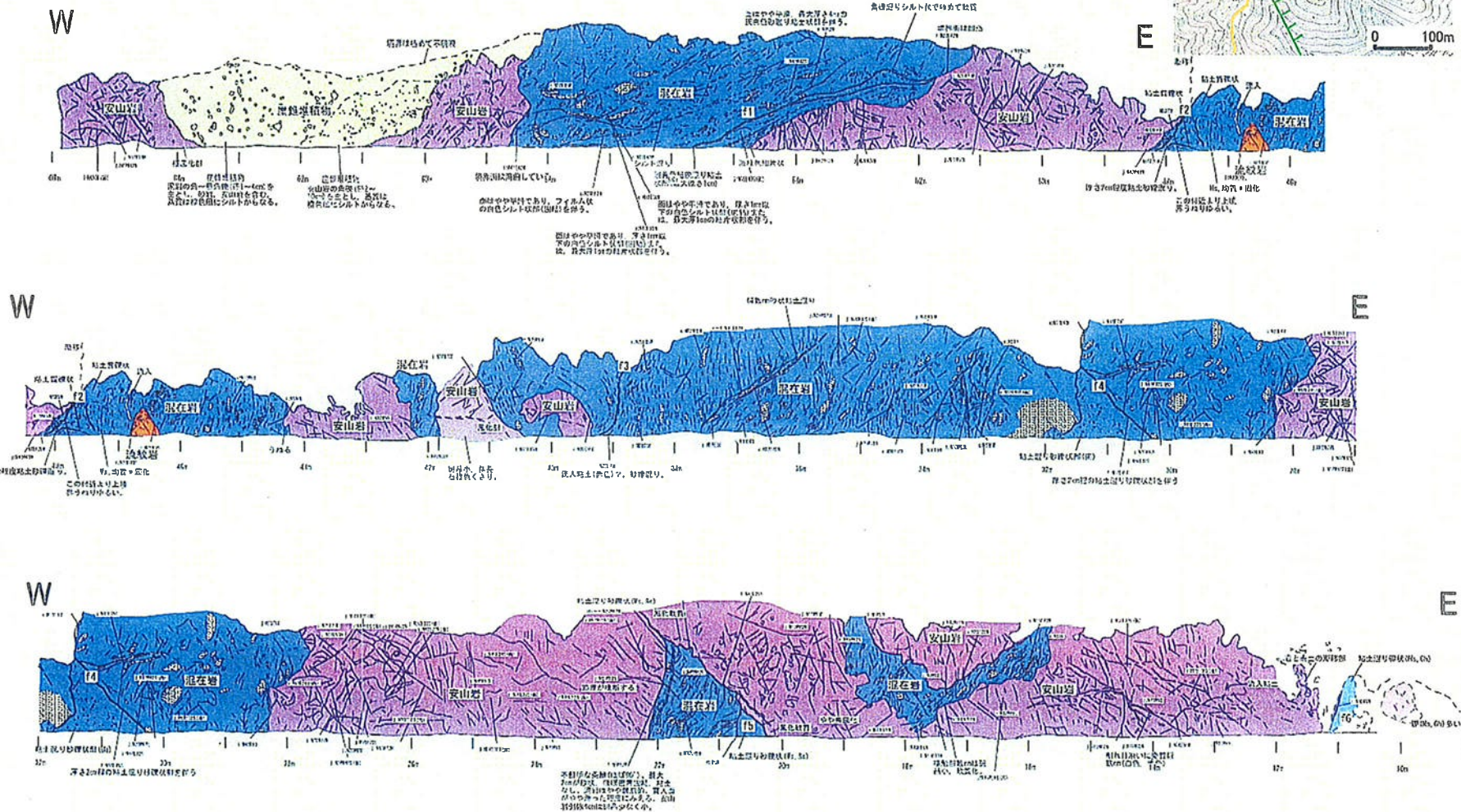




1-50



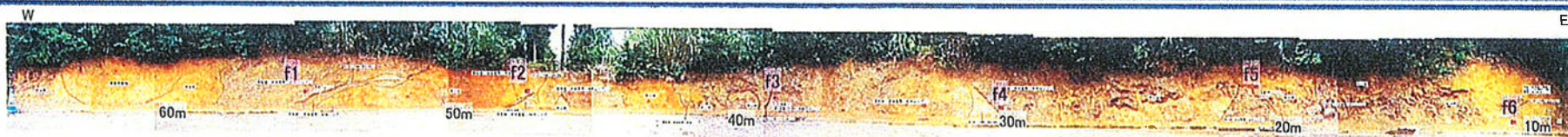
# 山中断層に関する剥ぎ取り調査結果(全体スケッチ)



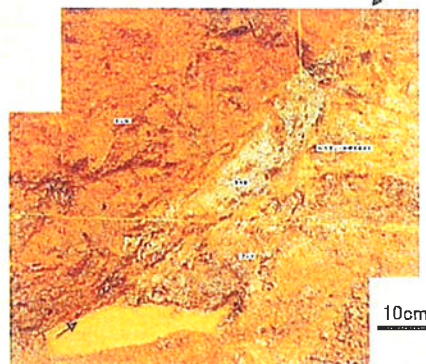
約50m間の林道法面の剥ぎ取り調査を実施し、岩盤が連続して露出した。岩盤は美濃一丹波帯の中・古生層の混在岩(泥岩を主体とし、砂岩のブロック～レンズを含む。)とそれに貫入した安山岩岩脈(一部流紋岩)からなる。これら岩盤中には小規模な断層(粘土混じり砂礫状破碎部)が6箇所で認められた。



## 山中断層に関する剥ぎ取り調査結果(拡大写真)



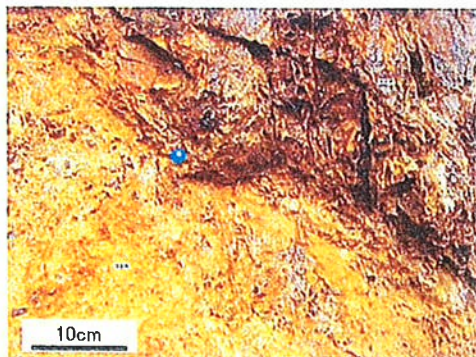
f1:粘土混じり砂礫状破碎部(走向N84°E, 傾斜22°S)



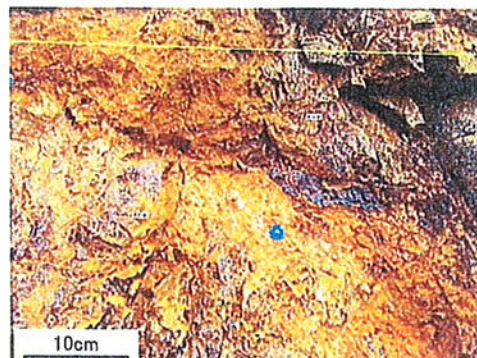
f2:粘土混じり砂礫状破碎部(走向N10°W, 傾斜85°W)



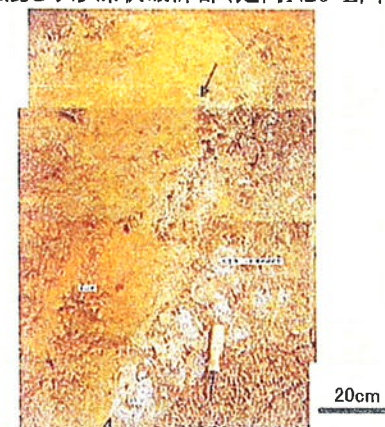
f3:粘土混じり砂礫状破碎部(走向N20°E, 傾斜75°E)



f4:粘土混じり砂礫状破碎部(走向N56°E, 傾斜45°S)



f5:粘土混じり砂礫状破碎部(走向N40°E, 傾斜36°S)



f6:粘土混じり砂礫状破碎部(走向N75°W, 傾斜80°S)

破碎部の走向はリニアメント方向とは一致せず、破碎部は膨縮、湾曲し、活断層の破碎部に特徴的な明瞭な面構造のある粘土状破碎部、連続性の良い平面的な断層面は認められない。

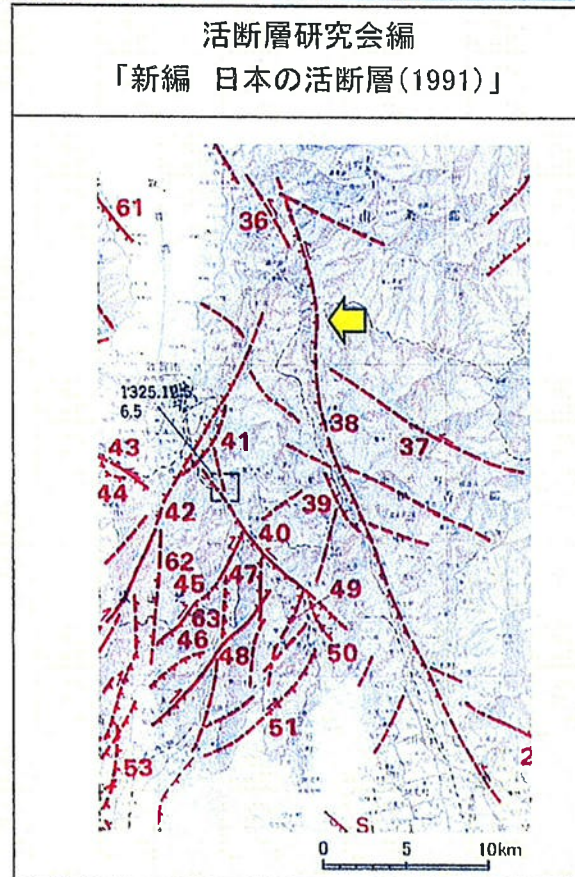
文献が指摘する山中断層は存在しないものと判断される。



## 2-2-3 柳ヶ瀬断層

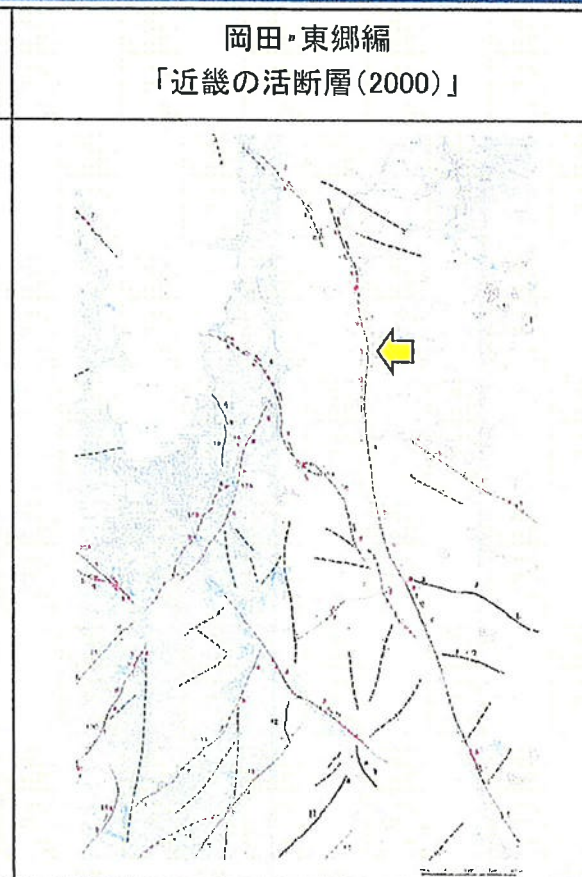


## 柳ヶ瀬断層に関する主な文献



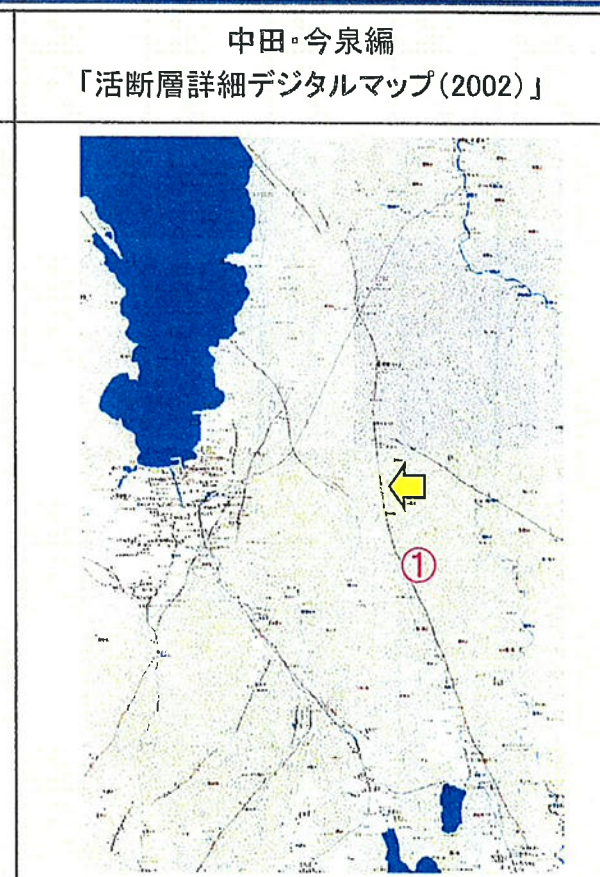
| 断層名      | 長さ   | 確実度     | 変位の向き           |
|----------|------|---------|-----------------|
| 38 柳ヶ瀬断層 | 37km | I ~ III | 東側隆起,<br>一部左横ずれ |

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      |
|---------|------|--------|------------|
| 1 柳ヶ瀬断層 | 10km | I ~ II | 左横ずれ東側隆起   |
| 4 柳ヶ瀬断層 | 19km | I ~ II | 東側隆起一部左横ずれ |

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

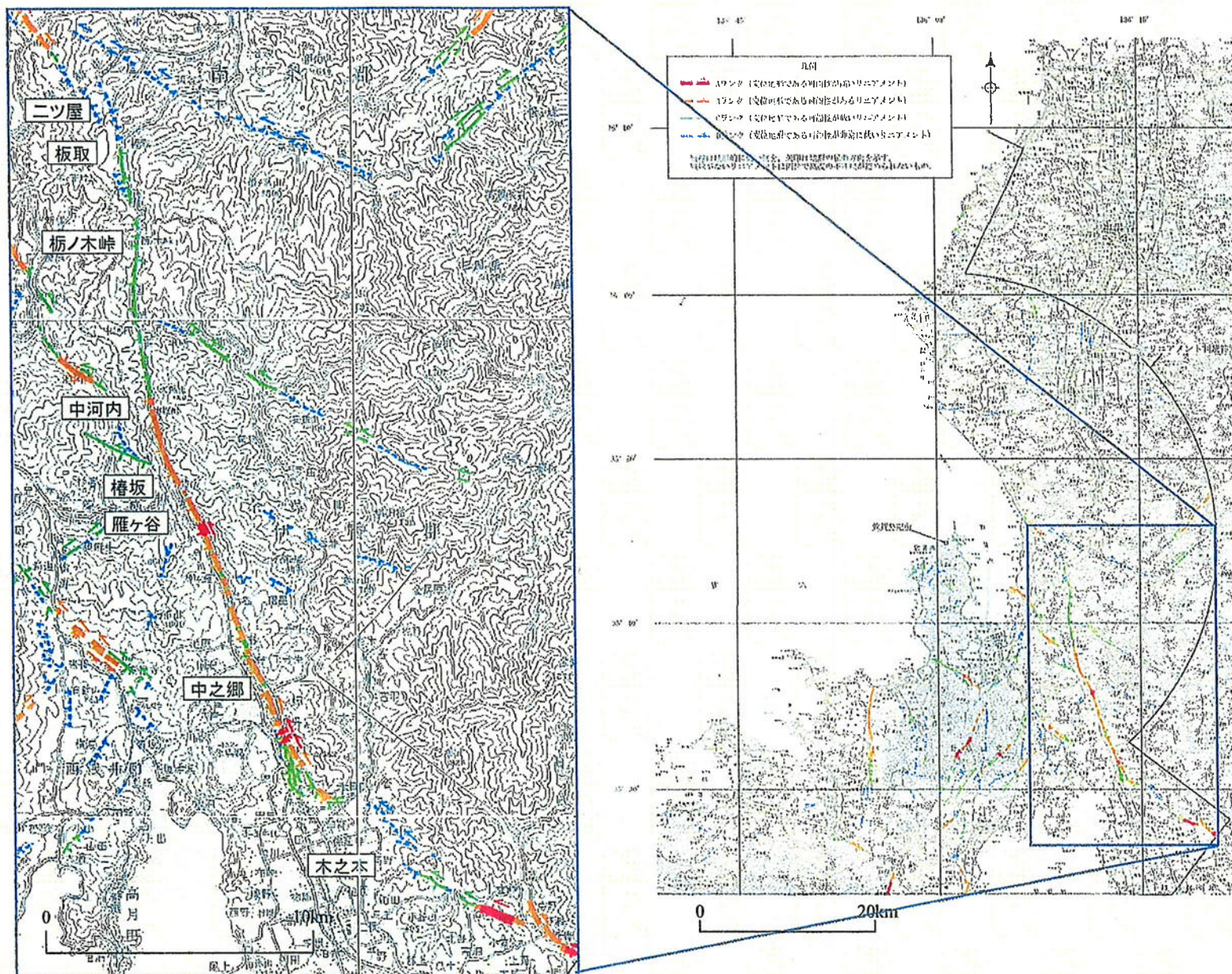


| 断層名     | 長さ            | 分類             | 変位の向き        |
|---------|---------------|----------------|--------------|
| ①柳ヶ瀬断層帯 | 約28km<br>(図読) | 活断層及び<br>推定活断層 | 左横ずれ<br>東側隆起 |

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

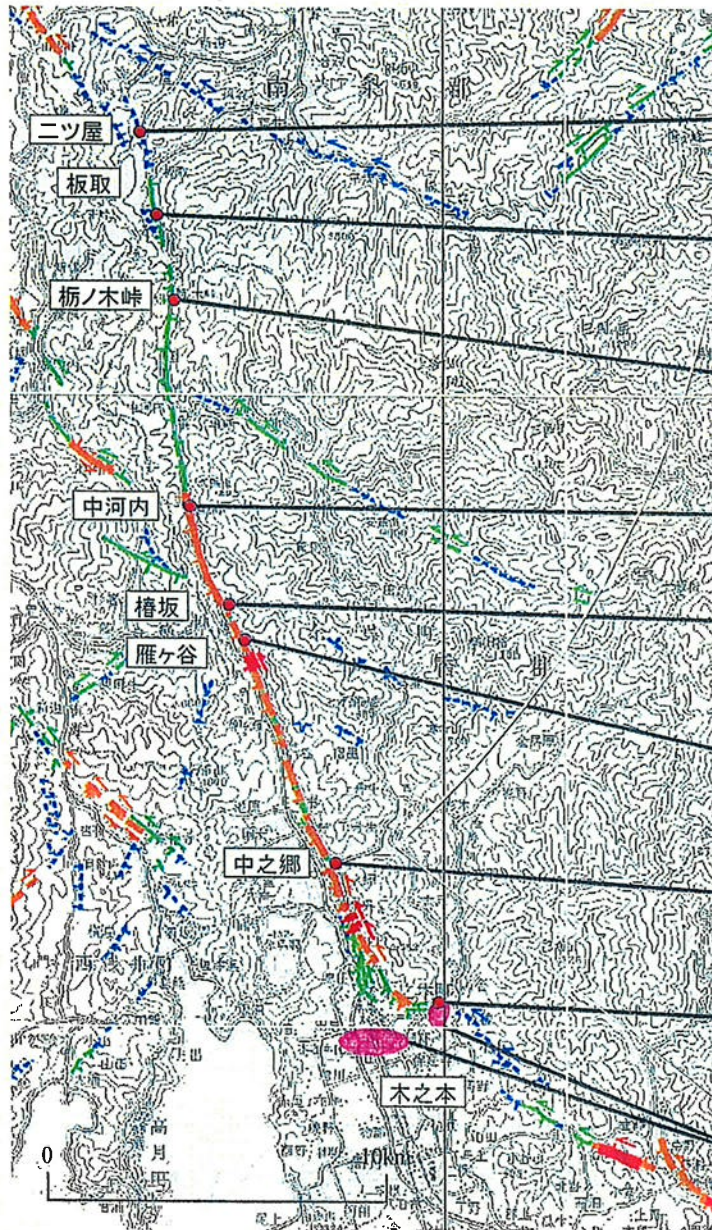


# 柳ヶ瀬断層の活動時期に関する調査地点(他機関調査含む)





## 柳ヶ瀬断層の活動時期に関する見解(他機関調査含む)



### 電気事業者

安山岩岩脈がリニアメントを横断して連続していることから  
少なくとも約1,800万年前以降活動していない

### 福井県(1998)

約10万年前以降の断層活動の存在は疑わしい

### 武藤他(1981)

34,250y.B.P.以前の扇状地性堆積物に断層変位を与えていない

### 電気事業者

44,810±810y.B.P.の木片を含む扇状地堆積物に変位は認められない

### 吉岡他(1998)

断層は鬼界アカホヤテフラ(約7,300年前)を含む地層に覆われている

### 杉山他(1993)

最新活動時期は1,200年代後半～1,400年代初頭に起きた可能性がある

### 武藤他(1981)

4,180±140y.B.P., 4,180±150y.B.P.の腐植土層に変位を与えている

### 電気事業者

縄文土器を含む腐植土に変位を与えている

### 武藤他(1981)

断層によって切られている腐植土層中の<sup>14</sup>C年代は28,300±450y.B.P.

### 電気事業者

河成中位段丘面に変位・変形は認められない

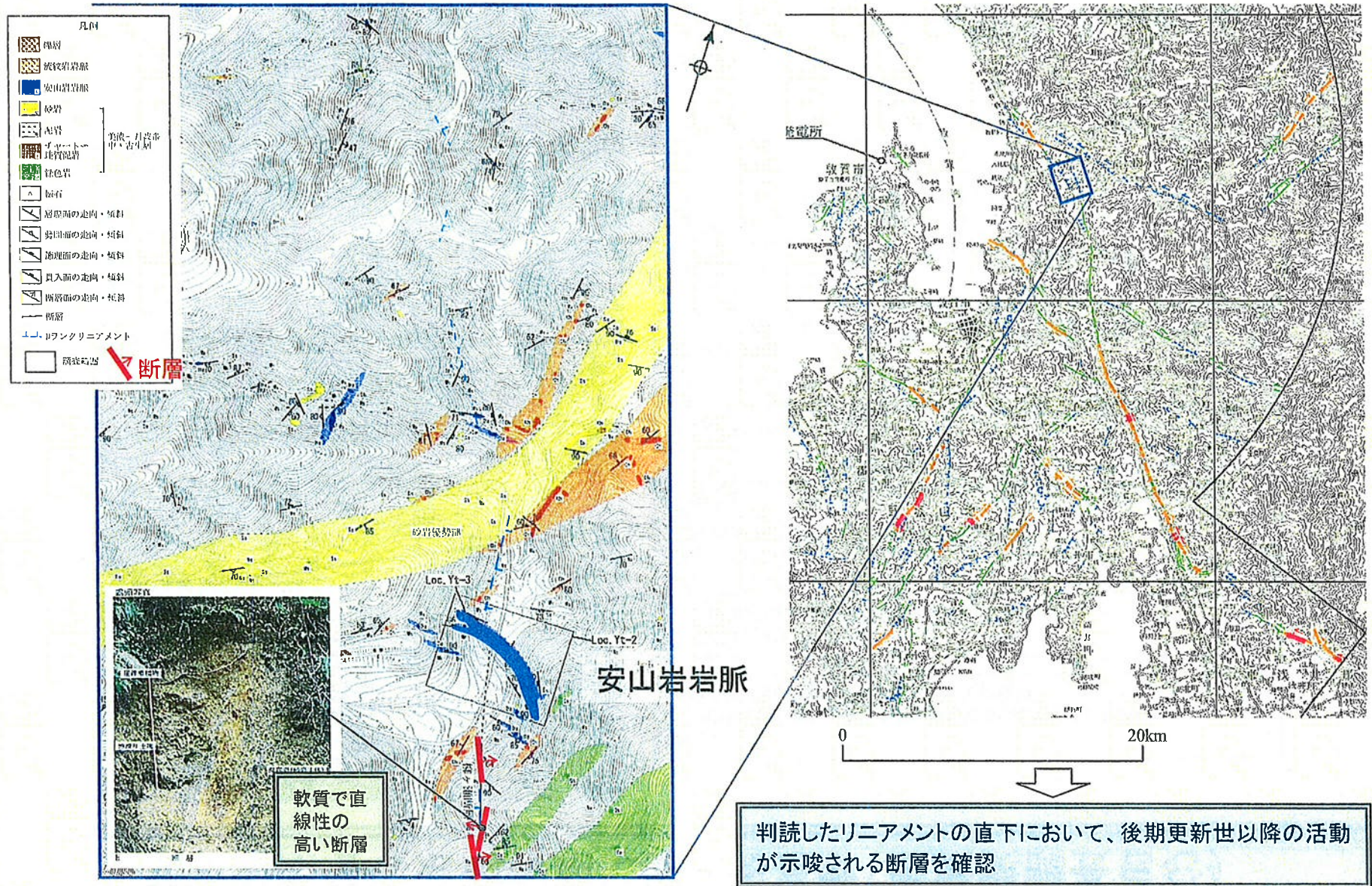
河成中位段丘面を覆う地層には鬼界葛原テフラ(約9.5万年前)を含む

### 電気事業者

産総研の反射法地震探査記録を事業者が再解析した結果、音響基盤  
(美濃一丹波帯中・古生層)に断層は推定されない

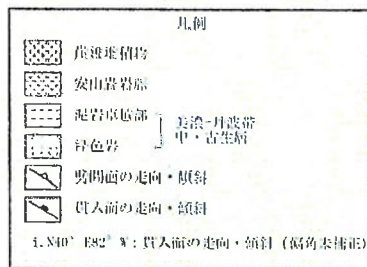


# 柳ヶ瀬断層北端付近(ニツ屋付近)の地質の概要

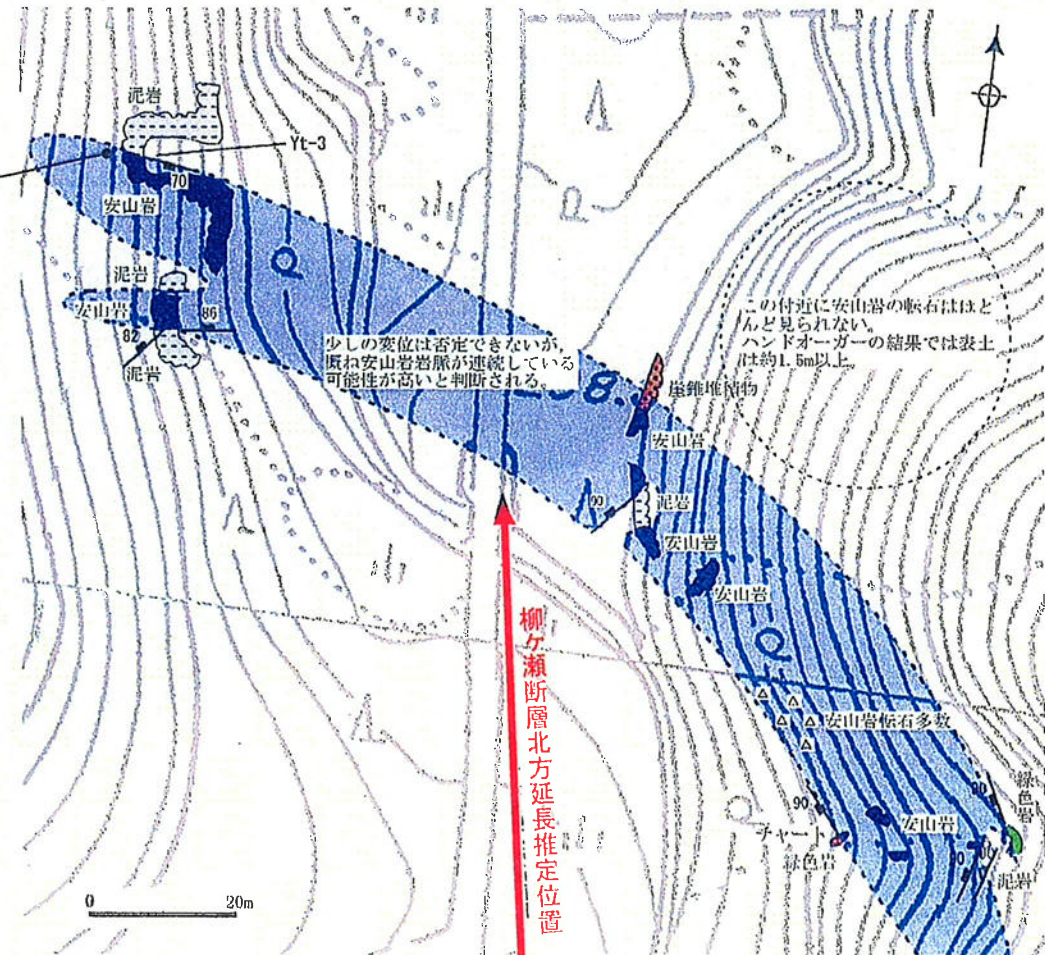




## 柳ヶ瀬断層北端付近(二ツ屋付近)の地質の概要



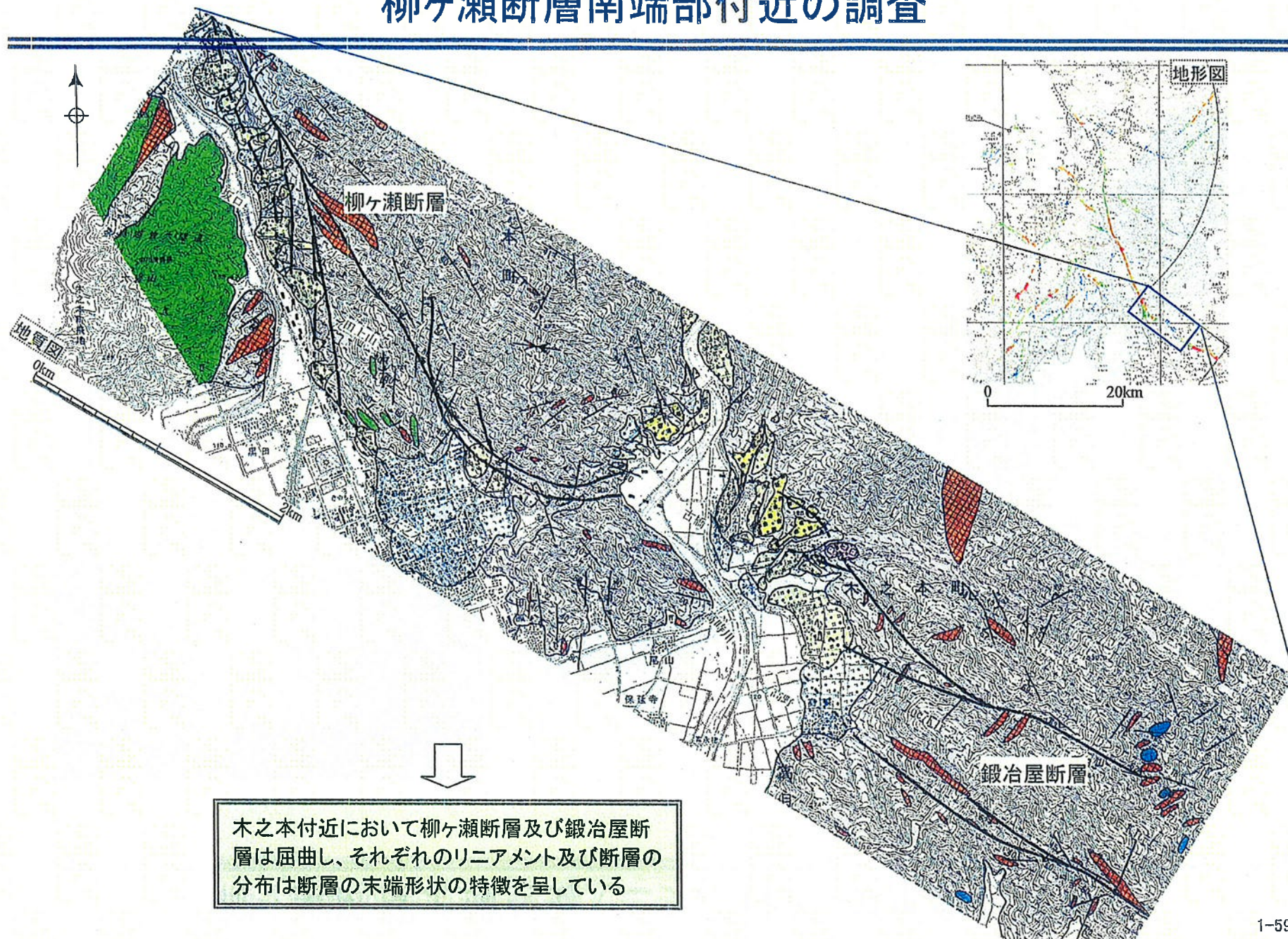
柳ヶ瀬断層北方延長位置において、幅約20mの安山岩岩脈が連続して分布していることから、この付近では後期更新世以降の活動はないと判断



柳ヶ瀬断層北端部付近の拡大ルートマップ



# 柳ヶ瀬断層南端部付近の調査

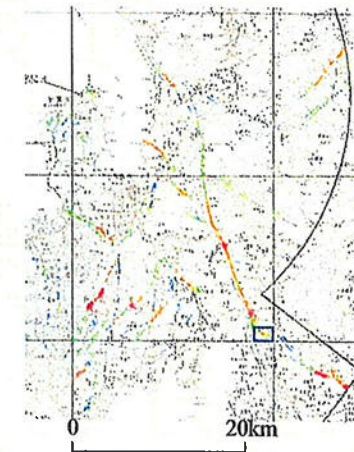
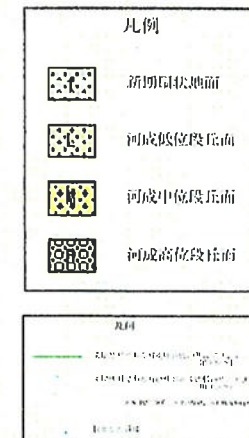


木之本付近において柳ヶ瀬断層及び鍛冶屋断層は屈曲し、それぞれのリニアメント及び断層の分布は断層の末端形状の特徴を呈している

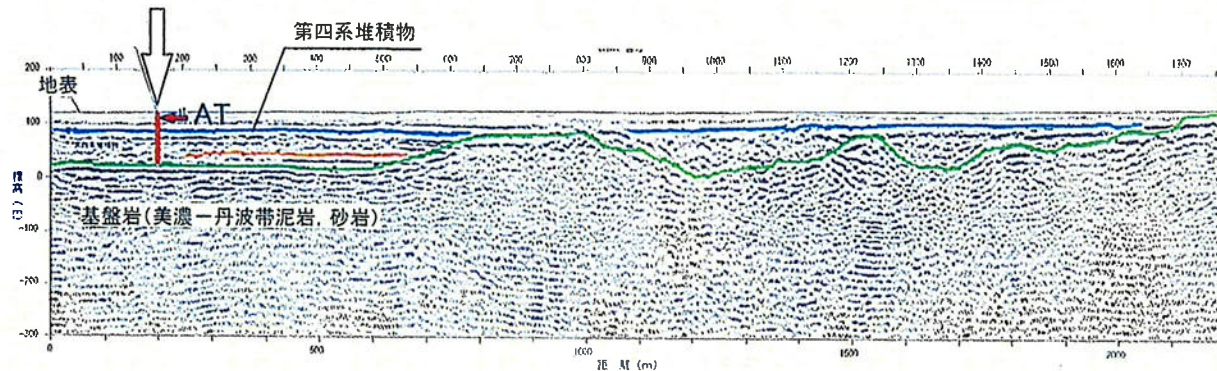


# 柳ヶ瀬断層南端部付近 の調査結果(1/2)

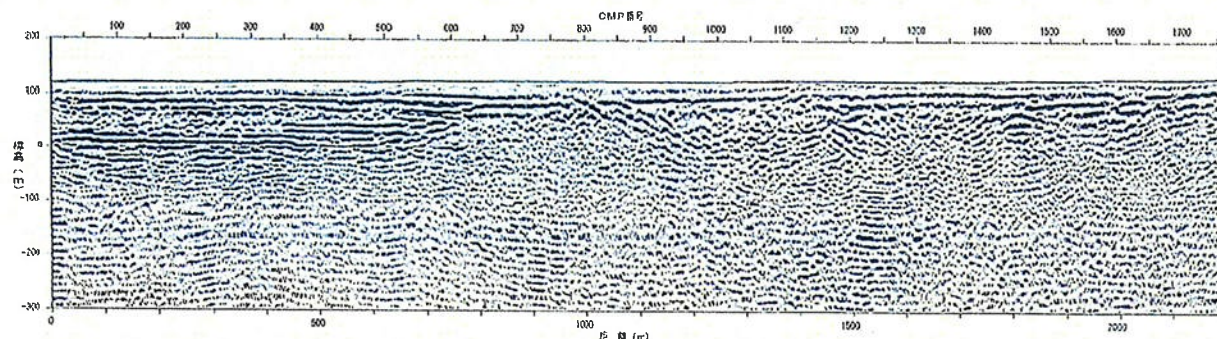
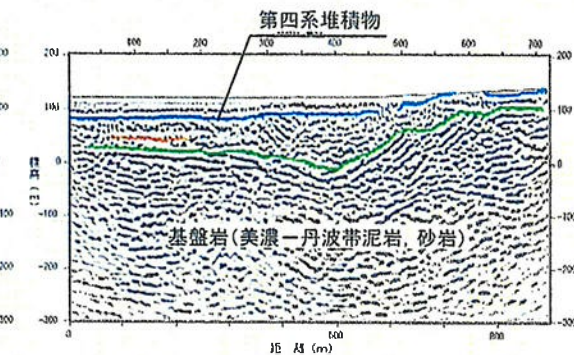
柳ヶ瀬断層と鍛冶屋断層を連続させる  
ような明瞭な断層構造は認められない



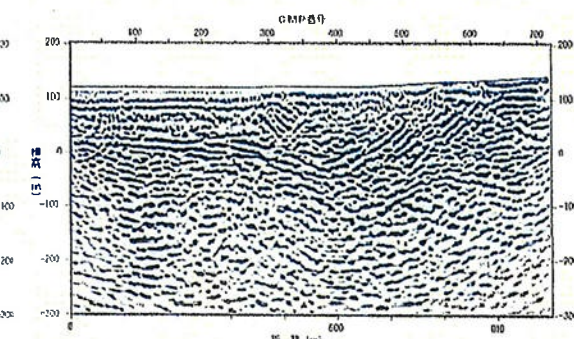
高野地点ボーリング



古橋地点の測線位置



古橋測線

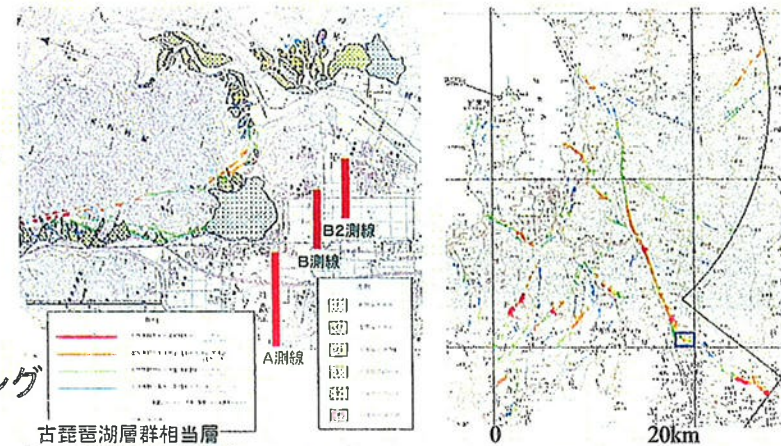


高野測線

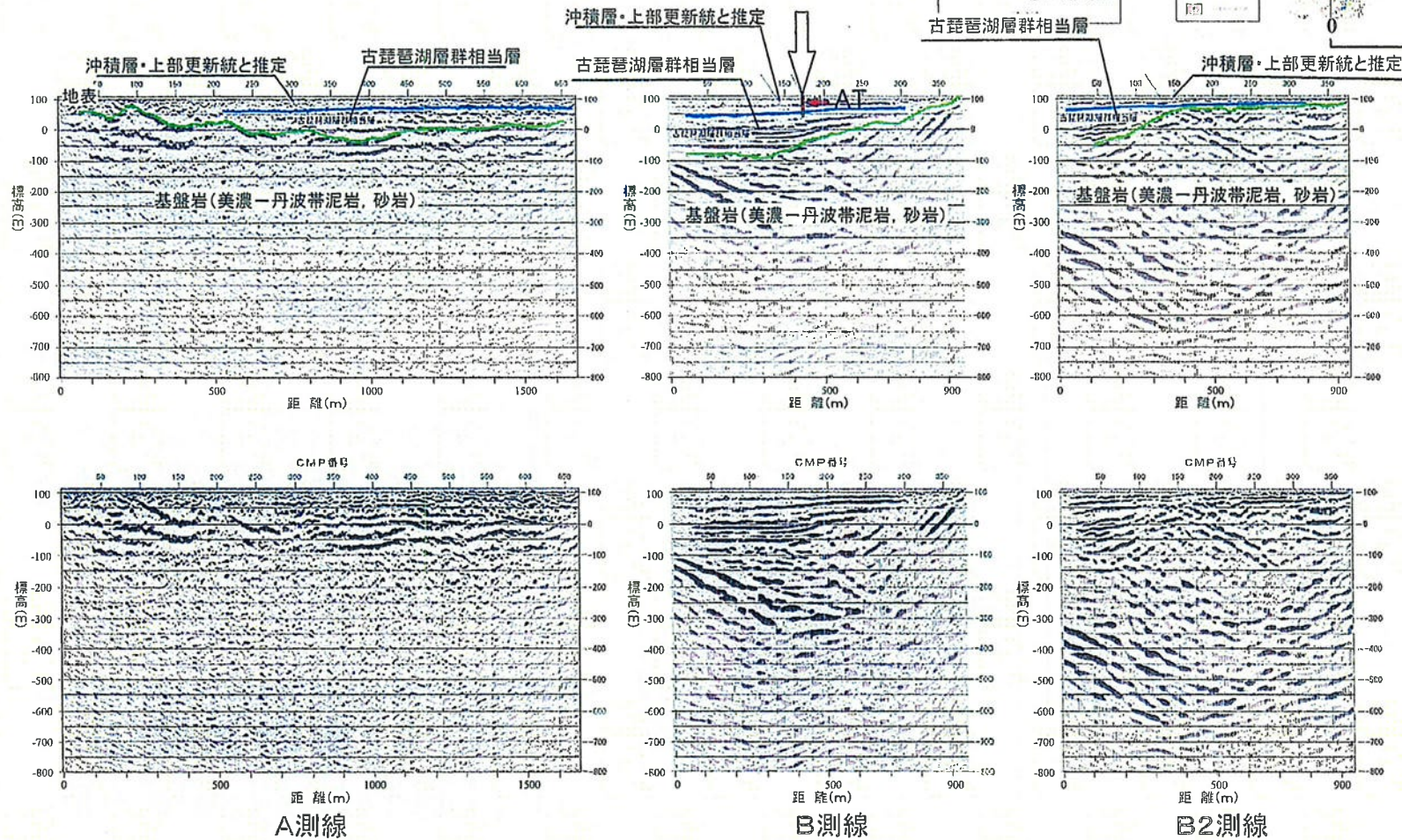


# 柳ヶ瀬断層南端部付近の調査結果 (2/2)

旧地質調査所が木之本地区で実施した反射法地震探査記録を再解析した結果、柳ヶ瀬断層南方延長部の基盤岩には断層は推定されない

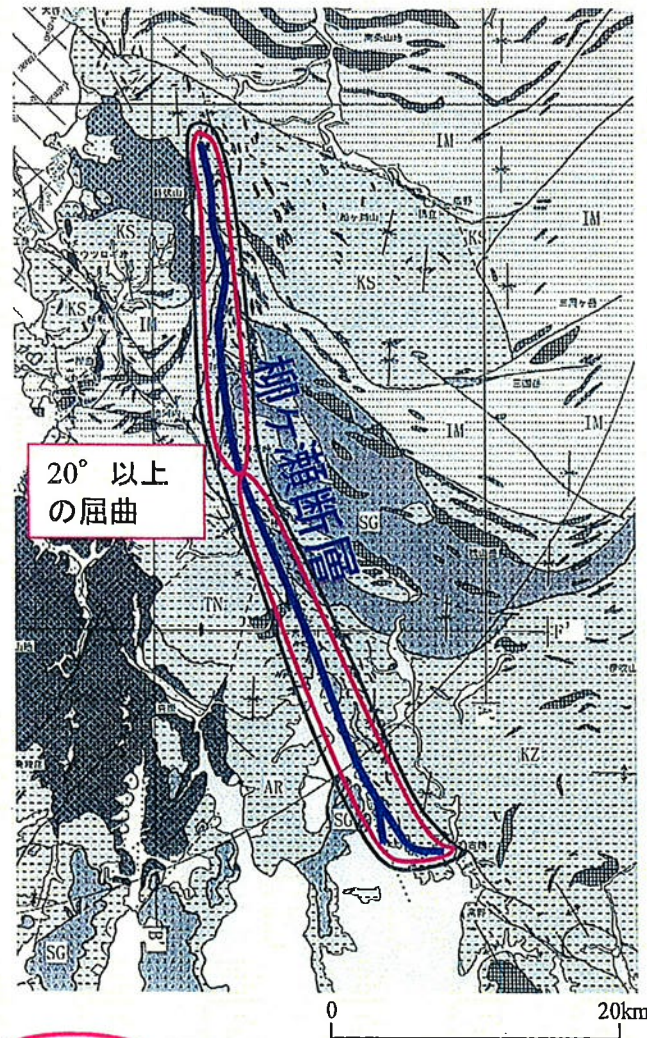


田部地点ボーリング





## 柳ヶ瀬断層の当初のまとめ



- 活動セグメント
- 活動セグメントの区分根拠
- 起震断層

### 断層の連続性

褶曲軸に位置する直線性の高い断層からなる

南端付近では、分岐し、走向が東側へ変化する傾向が見られ、南方の鍛冶屋断層と連続する明瞭な断層はない

### 断層の活動性

北部では、中期中新世の安山岩岩脈に影響を与えていないことから、少なくとも後期更新世以降の活動はない

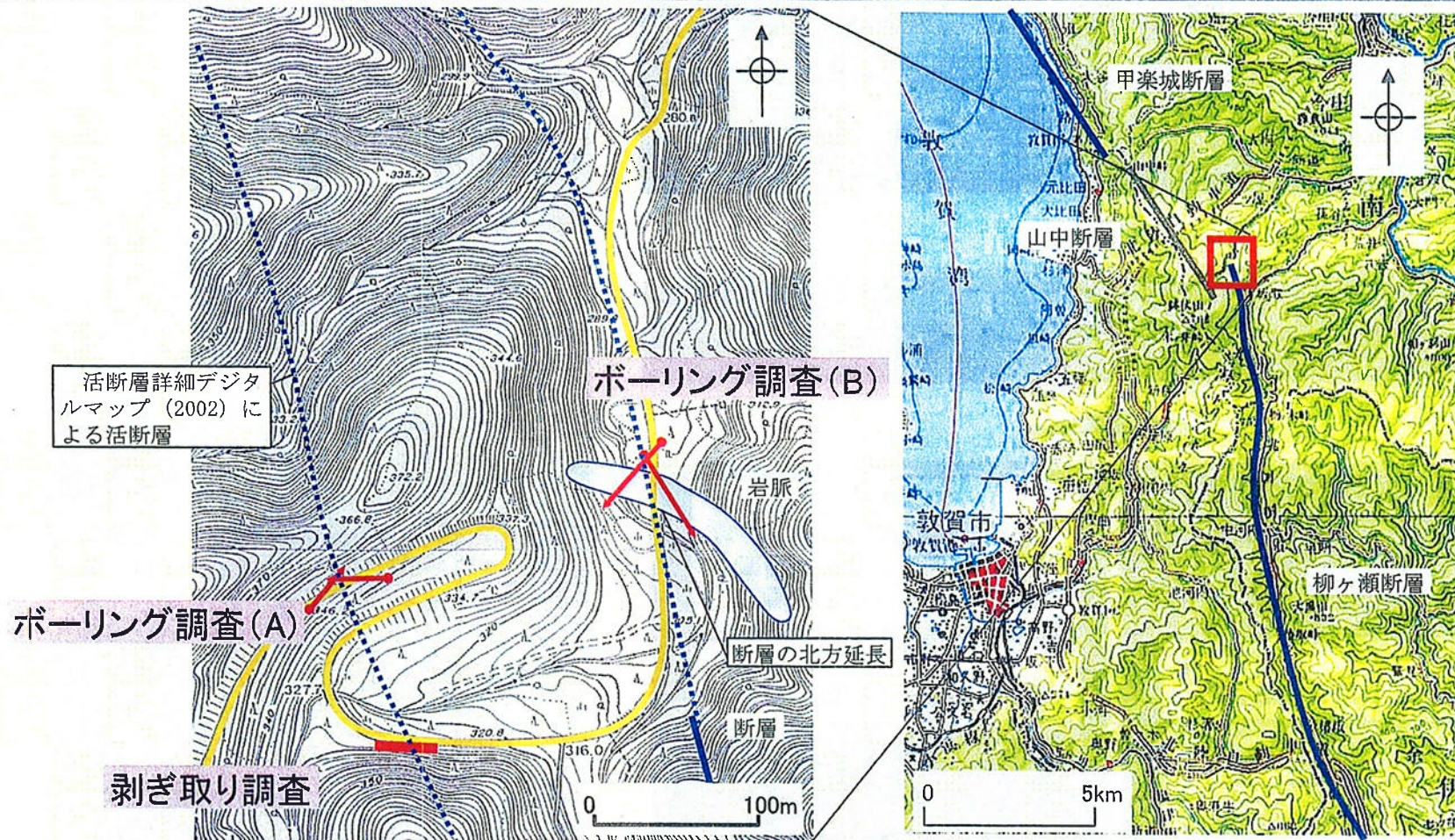
後期更新世以降の活動が認められる

**活動セグメント**  
柳ヶ瀬断層北部Sg、柳ヶ瀬断層南部Sg

貫入岩岩脈の連続性については、より客観性を示せるように確認精度を向上させることが望ましいとのコメントを受け、調査データの更なる充実、精度向上を図ることが望ましいと判断し、補足の地質調査を実施



# 柳ヶ瀬断層北端部の従来評価と補足調査

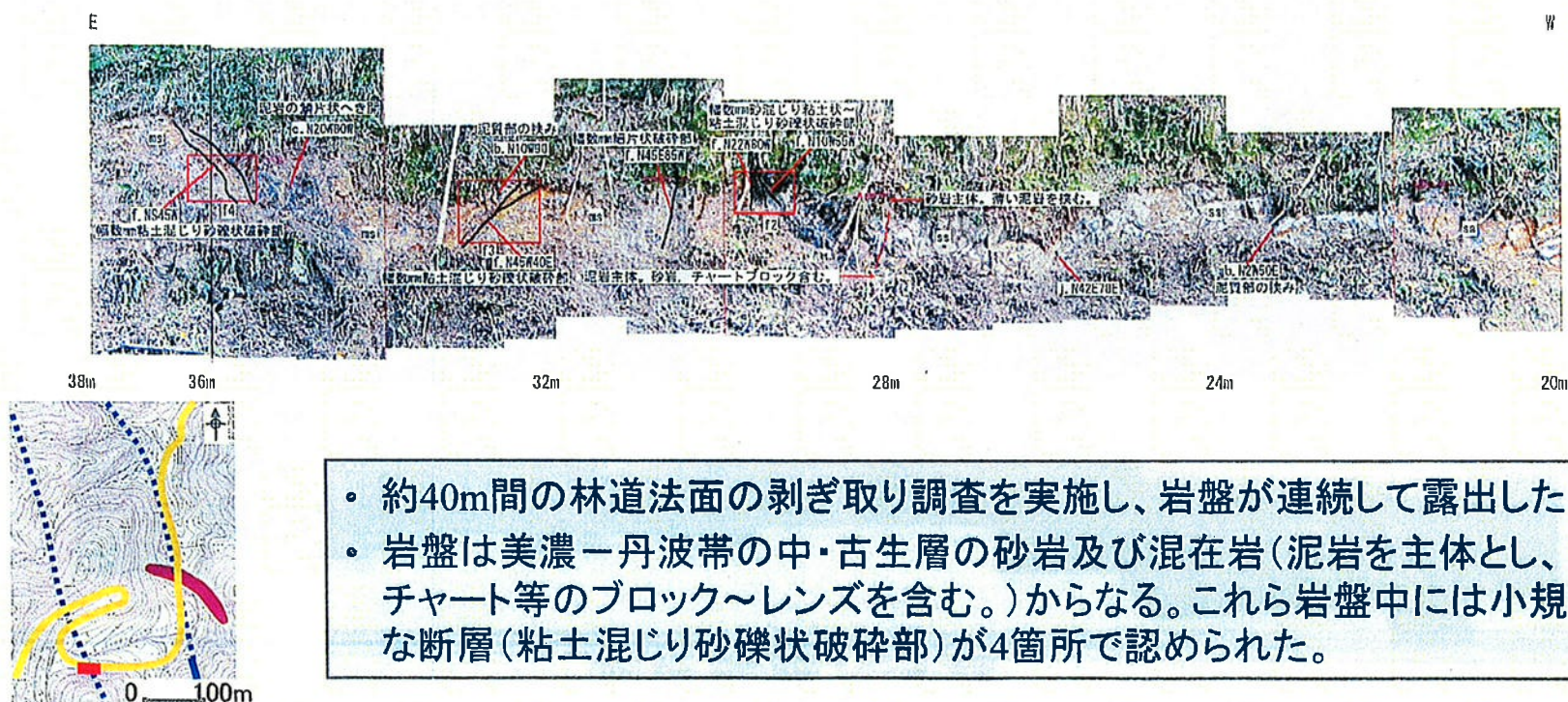
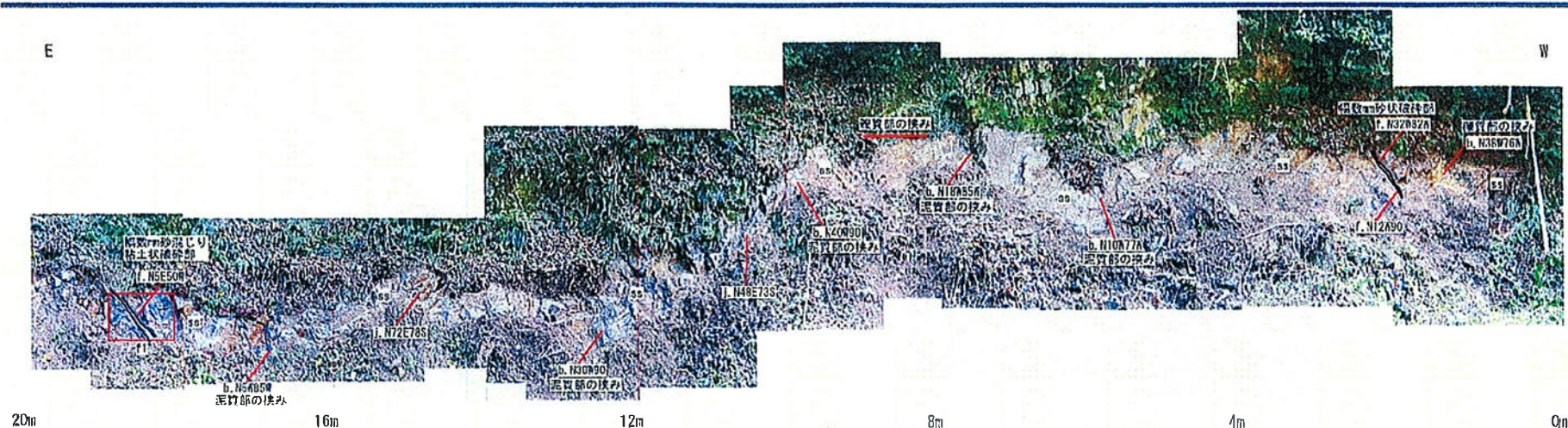


貫入岩岩脈の連続性については、より客観性を示せるように確認精度を向上させることが望ましいとのコメントを受け、文献で活断層が示される位置も含めて調査データの更なる充実、精度向上を図ることが望ましいと判断し、補足の地質調査を実施

- 「活断層詳細デジタルマップ(2000)」で活断層が示される位置で新たにボーリング調査(A)及び地表地質調査(大規模な剥ぎ取り調査)を実施
- 柳ヶ瀬断層北方延長部においてボーリング調査(B)を追加実施



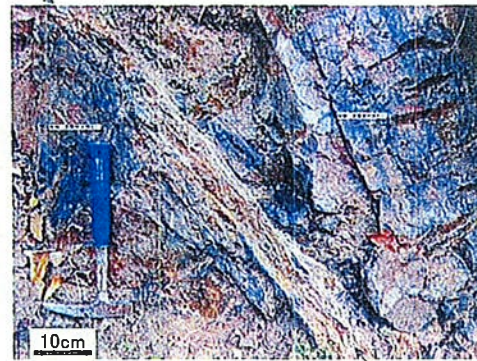
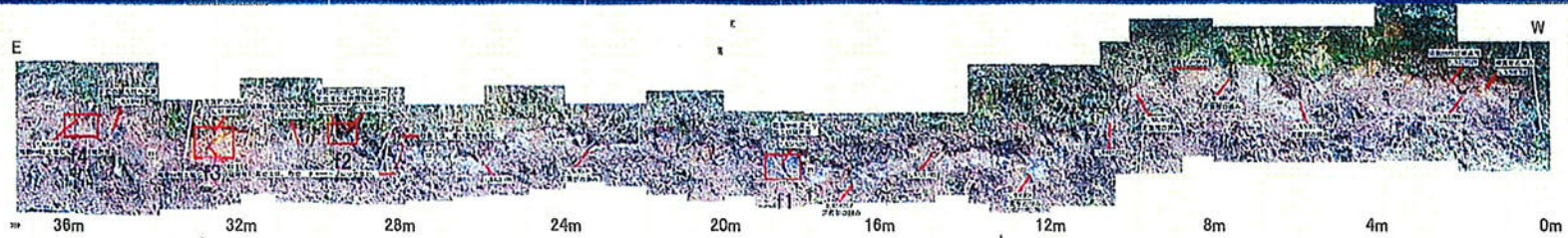
# 文献断層位置における剥ぎ取り調査結果



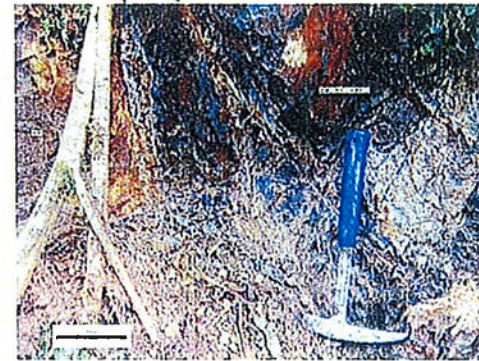
- 約40m間の林道法面の剥ぎ取り調査を実施し、岩盤が連続して露出した。
- 岩盤は美濃－丹波帯の中・古生層の砂岩及び混在岩（泥岩を主体とし、チャート等のブロック～レンズを含む。）からなる。これら岩盤中には小規模な断層（粘土混じり砂礫状破砕部）が4箇所認められた。



# 破砕部拡大写真



f1:砂混じり粘土状破砕部(走向N5E, 傾斜50W)



f2:砂混じり粘土状～粘土混じり砂礫状破砕部  
(走向N22W, 傾斜80W),(走向N10W, 傾斜55W)



f3:粘土混じり砂礫状破砕部(走向N45W, 傾斜40E)

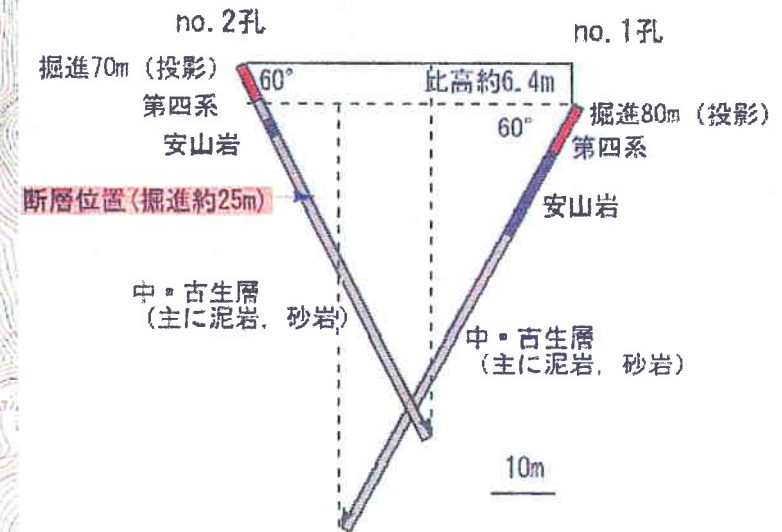
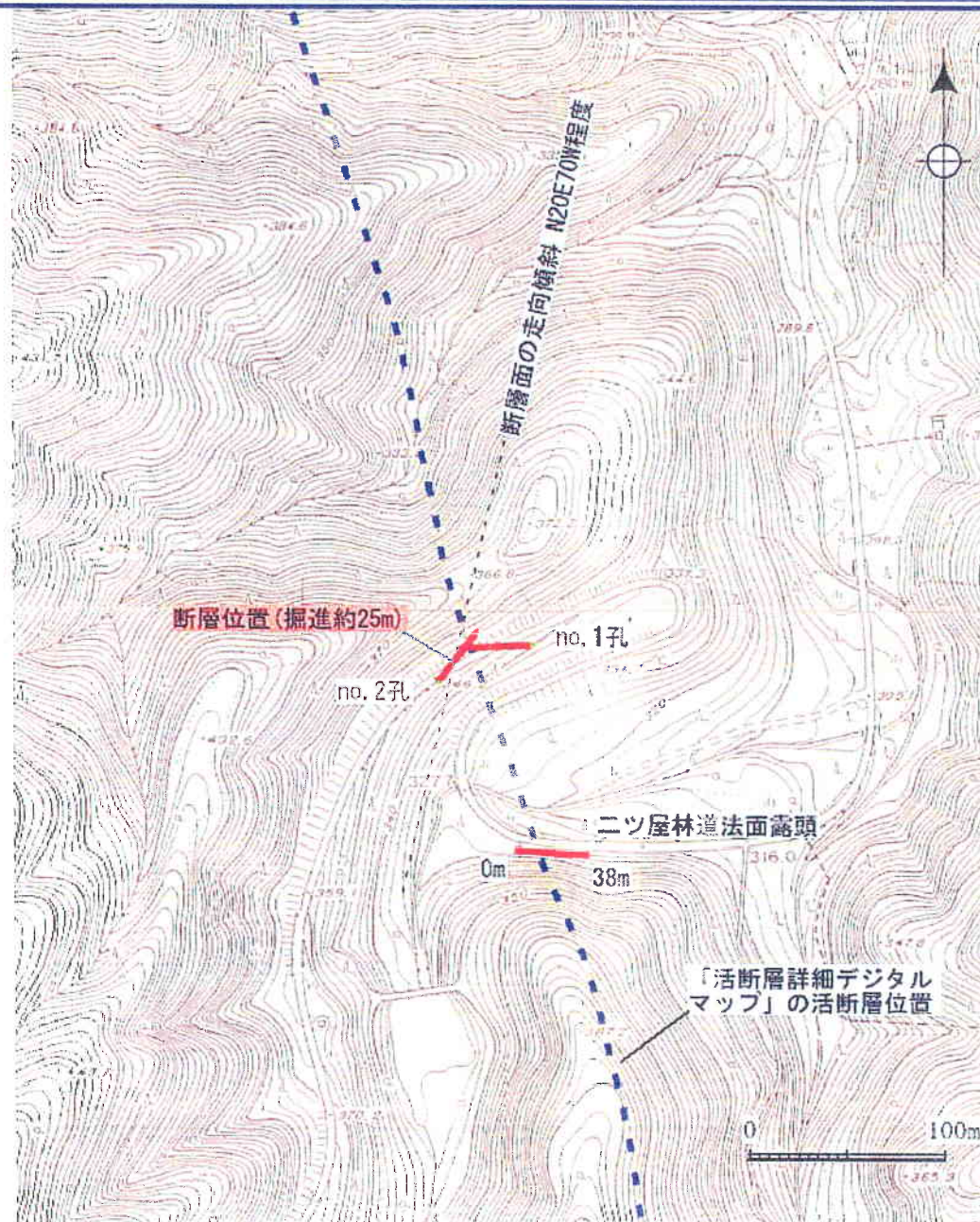


f4:粘土混じり砂礫状破砕部(走向NS, 傾斜45W)

破砕部の走向は概ねリニアメント方向と一致するものが多いが、破砕部は膨縮、湾曲し、活断層の破砕部に特徴的な明瞭な面構造のある粘土状破砕部、連続性の良い平面的な断層面は認められない。これらのことから岩盤中に認められた断層は活断層ではないと評価する。



## 文献断層位置におけるボーリング調査(A)結果

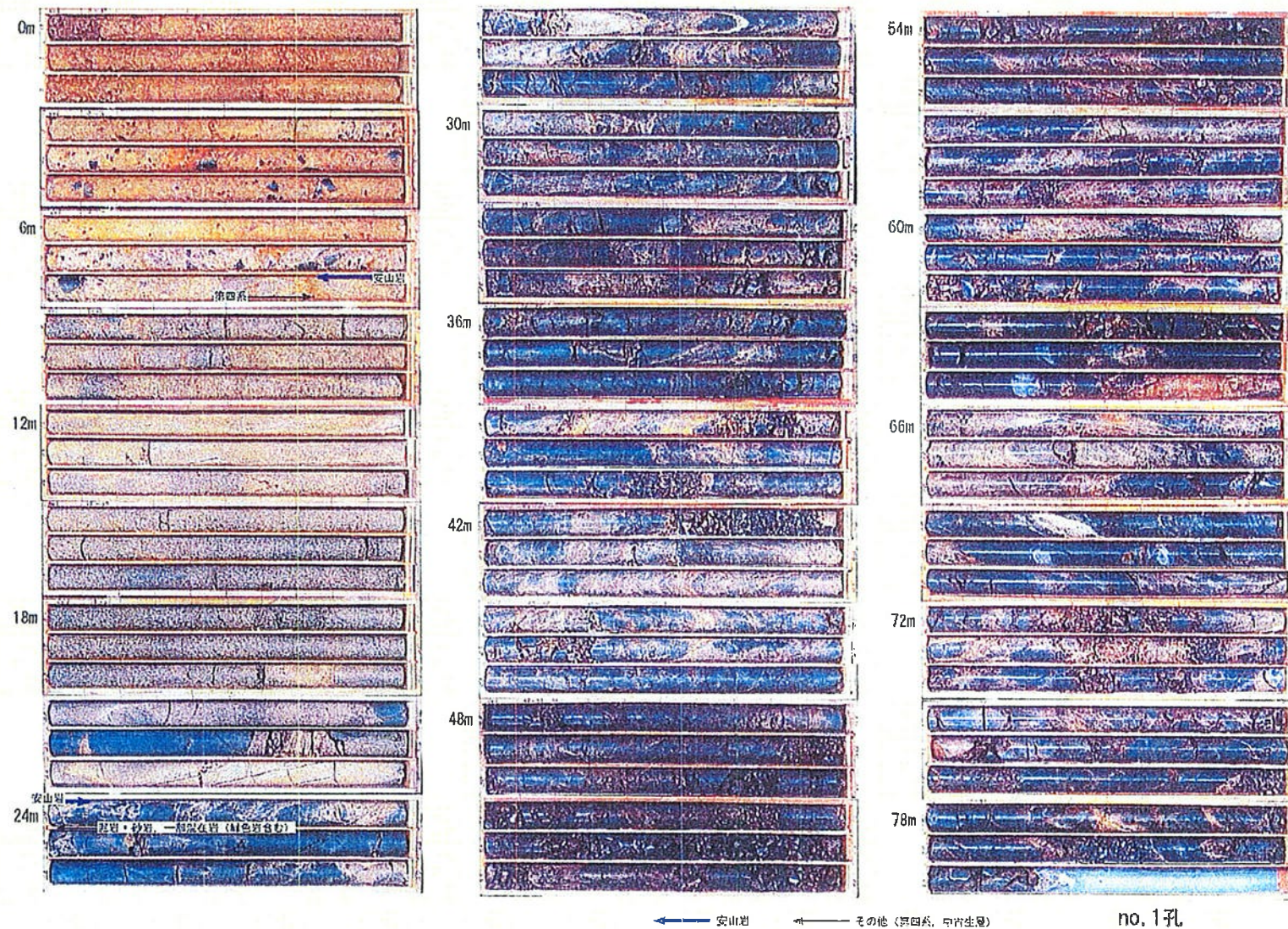


断面図 (2孔間を結んだ直線の直交方向南からの投影)

- 面構造のある粘土状破碎部がno.2孔の一箇所(25.05m～25.15m)で認められた。
- ボアホールカメラの観察によると、断層面は概ね(走向N20°E, 傾斜70°W)の方向で、文献断層の方向とは斜交し、文献断層に対応する活断層は認められない。



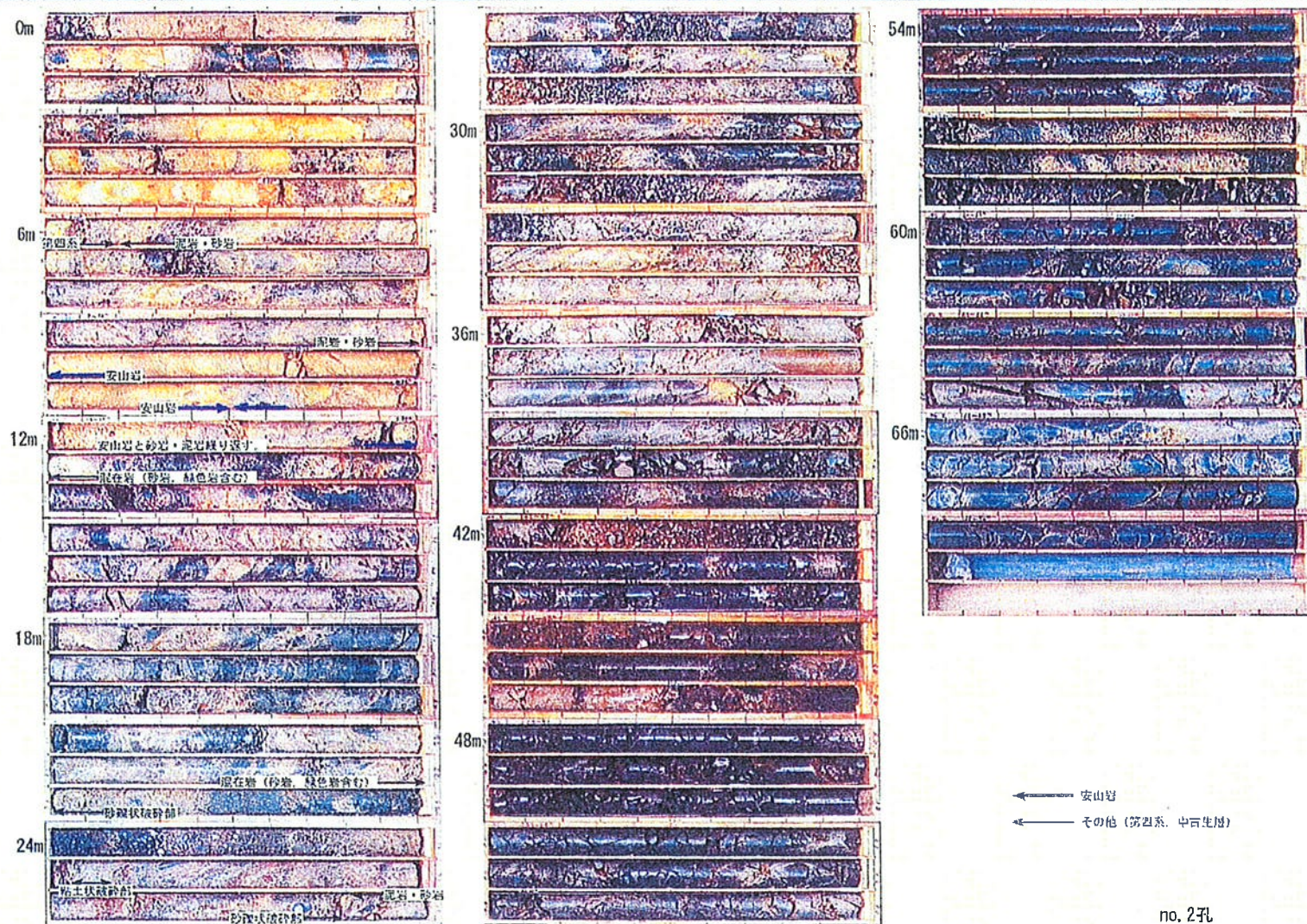
# ボーリング調査(A)no.1孔



。粘土状破碎部からなる断層は認められない。



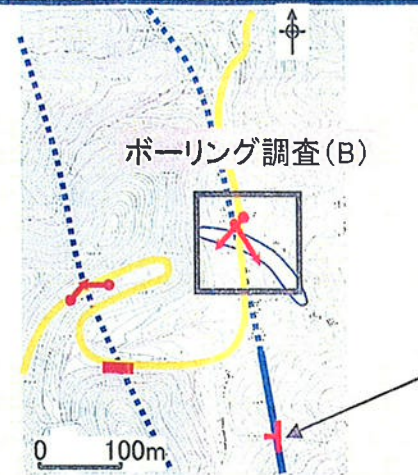
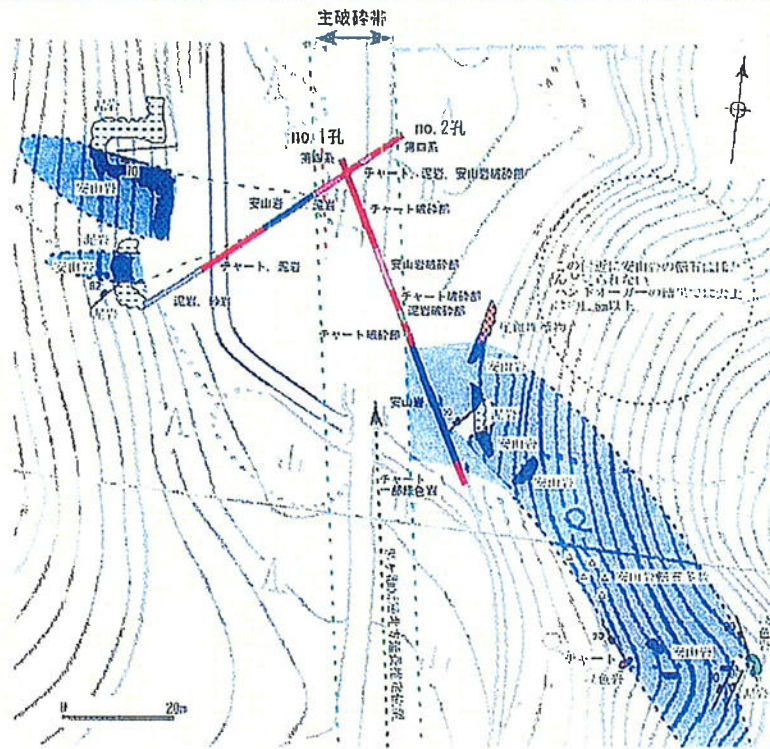
## ボーリング調査(A)no.2孔



面構造のある粘土状破砕部が一箇所(25.05m~25.15m)で認められた。ボアホールカメラの観察によると、概ねN20°E70°Wの方向で、文献断層の方向とは斜交し、文献断層に対応する活断層は認められない。



# 柳ヶ瀬断層北端部付近の補足調査結果(ボーリング調査(B))

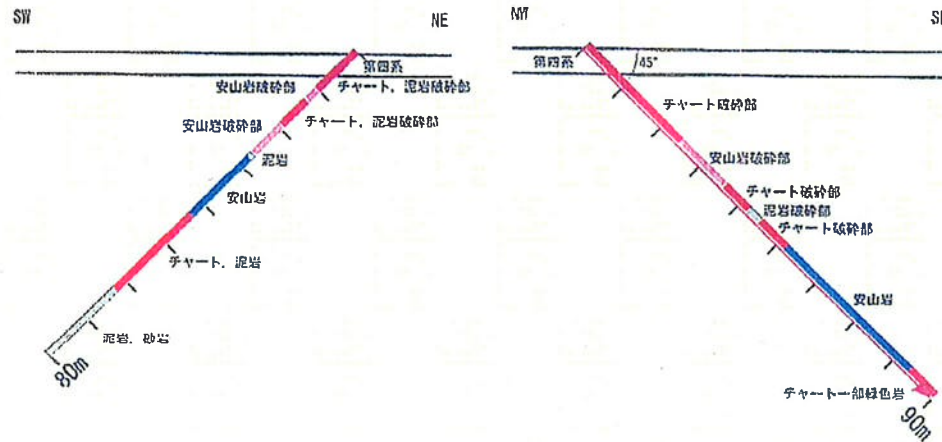


ボーリング地点南方の断層露頭

柳ヶ瀬断層北方延長部においてボーリング調査を追加実施。

→ 概ね当初想定していた位置に安山岩の分布を確認した。安山岩の分布は右横ずれであるが、リニアメントを横断して概ね連続している。

→ 美濃-丹波帯中・古生層からなる幅約15m以上の破砕部(主に粘土混じり砂礫状)が認められ、一部では安山岩にも破砕が認められたが、南方の断層露頭で認められるような明瞭な面構造のある粘土状破砕部、連続性の良い平面的な断層面は認められない。

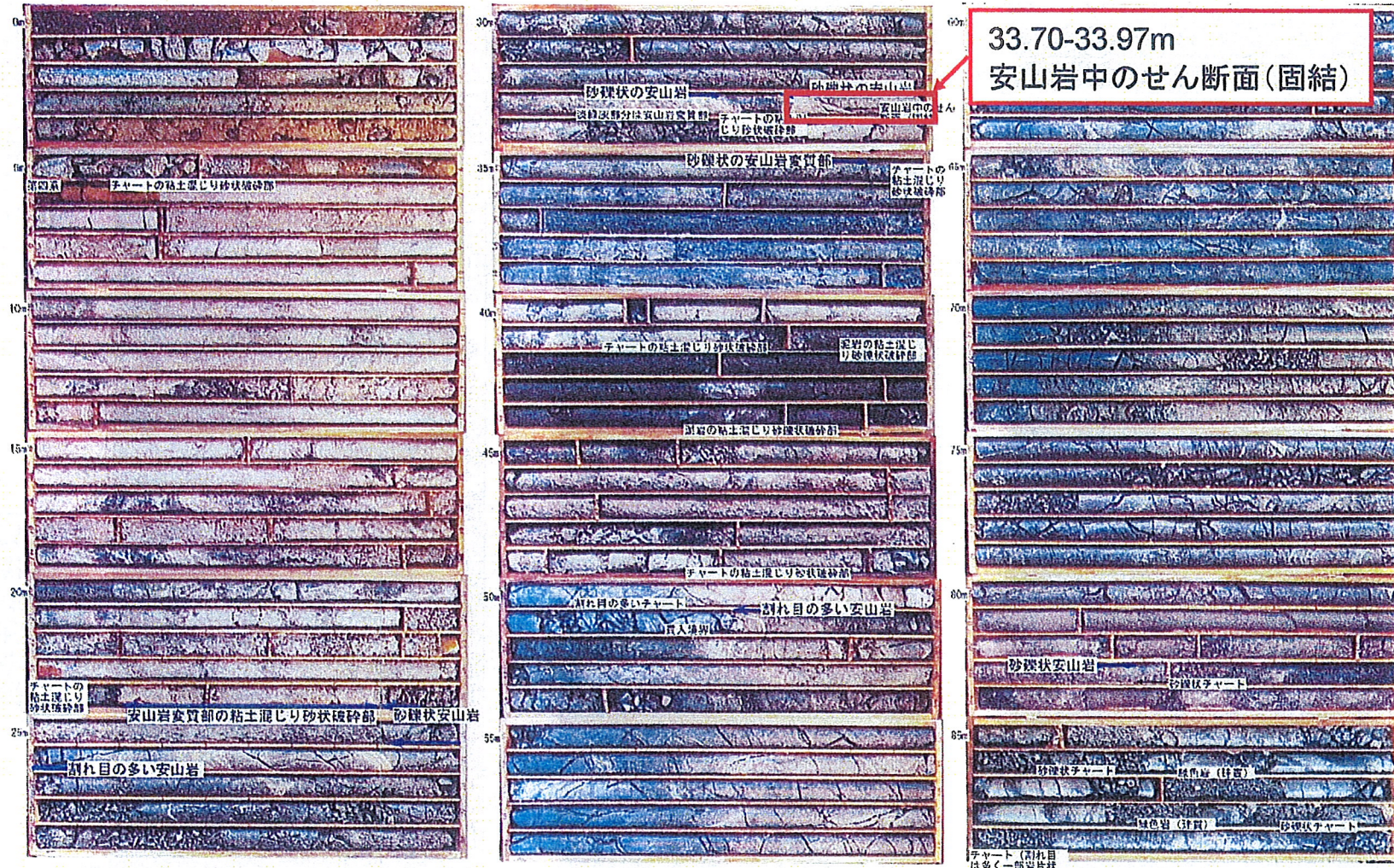


断面図(no.2孔掘削方向)

断面図(no.1孔掘削方向)



# 柳ヶ瀬断層北端部付近の調査結果 (no.1ボーリングコア写真)



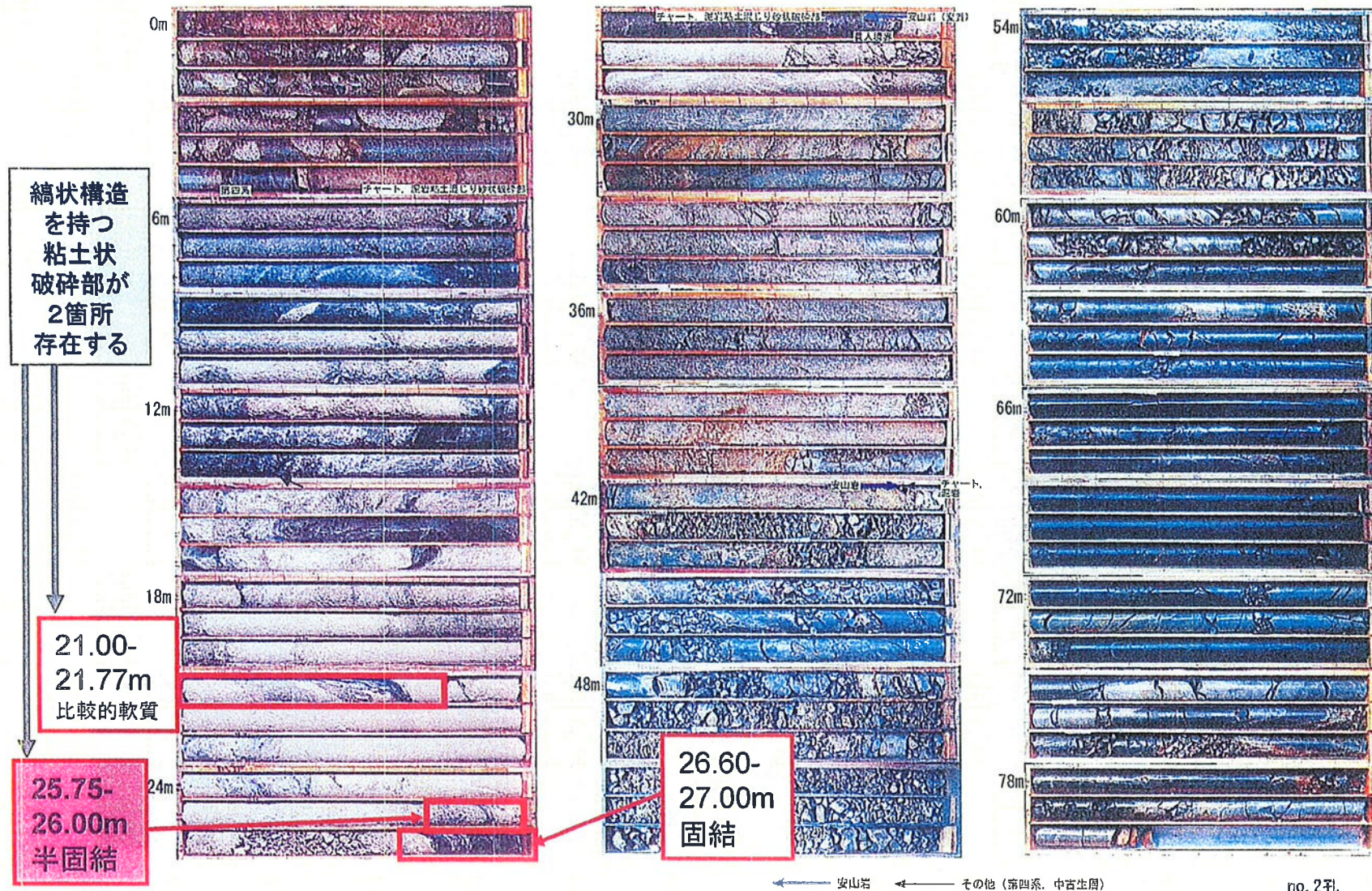
→ 安山岩  
→ その他 (第四系, 中古生層)

no. 1孔

研磨片作成箇所



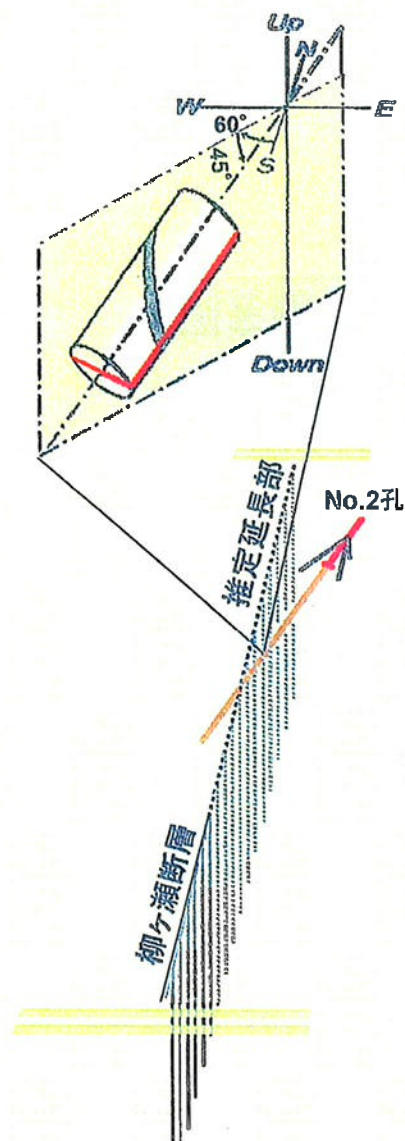
# 柳ヶ瀬断層北端部付近の調査結果(no.2ボーリングコア写真)



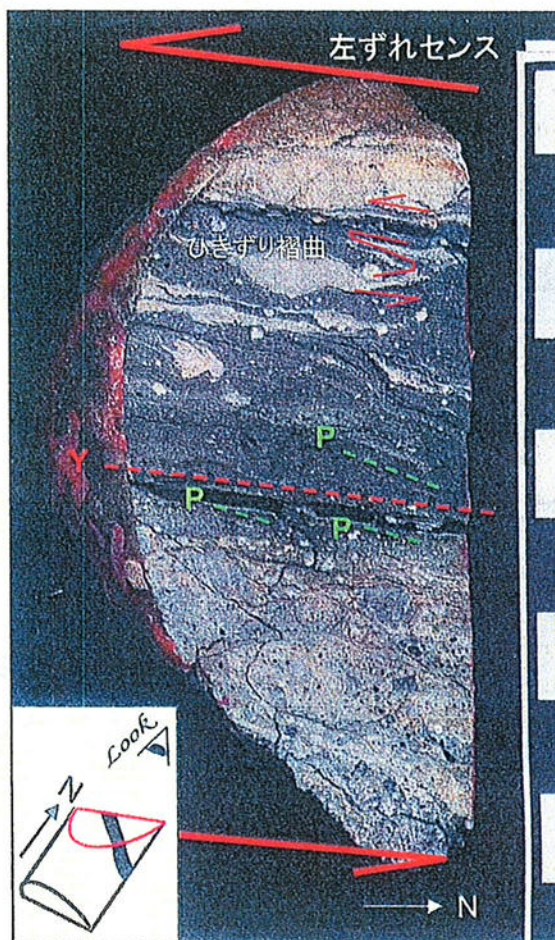
研磨片作成箇所
  次頁で説明する試料



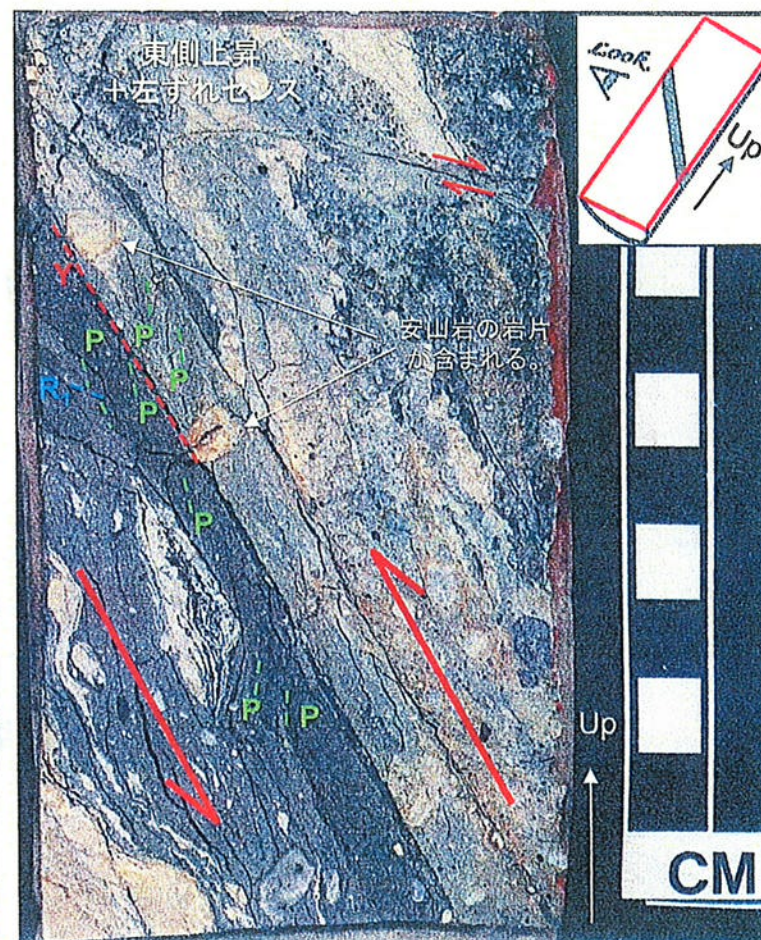
## 柳ヶ瀬断層北端部付近の調査結果 (no.2ボーリングコア詳細観察)



25.85 m (水平面)



25.75 – 25.87 m (コア軸を通る面)



断層の向きを柳ヶ瀬断層と仮定すると、左横ずれの可能性を否定できない。



## 柳ヶ瀬断層北端部の評価の考え方

---

安山岩岩脈付近に見られる粘土状破碎部の一部には、左横ずれ成分が含まれることを否定出来ない。

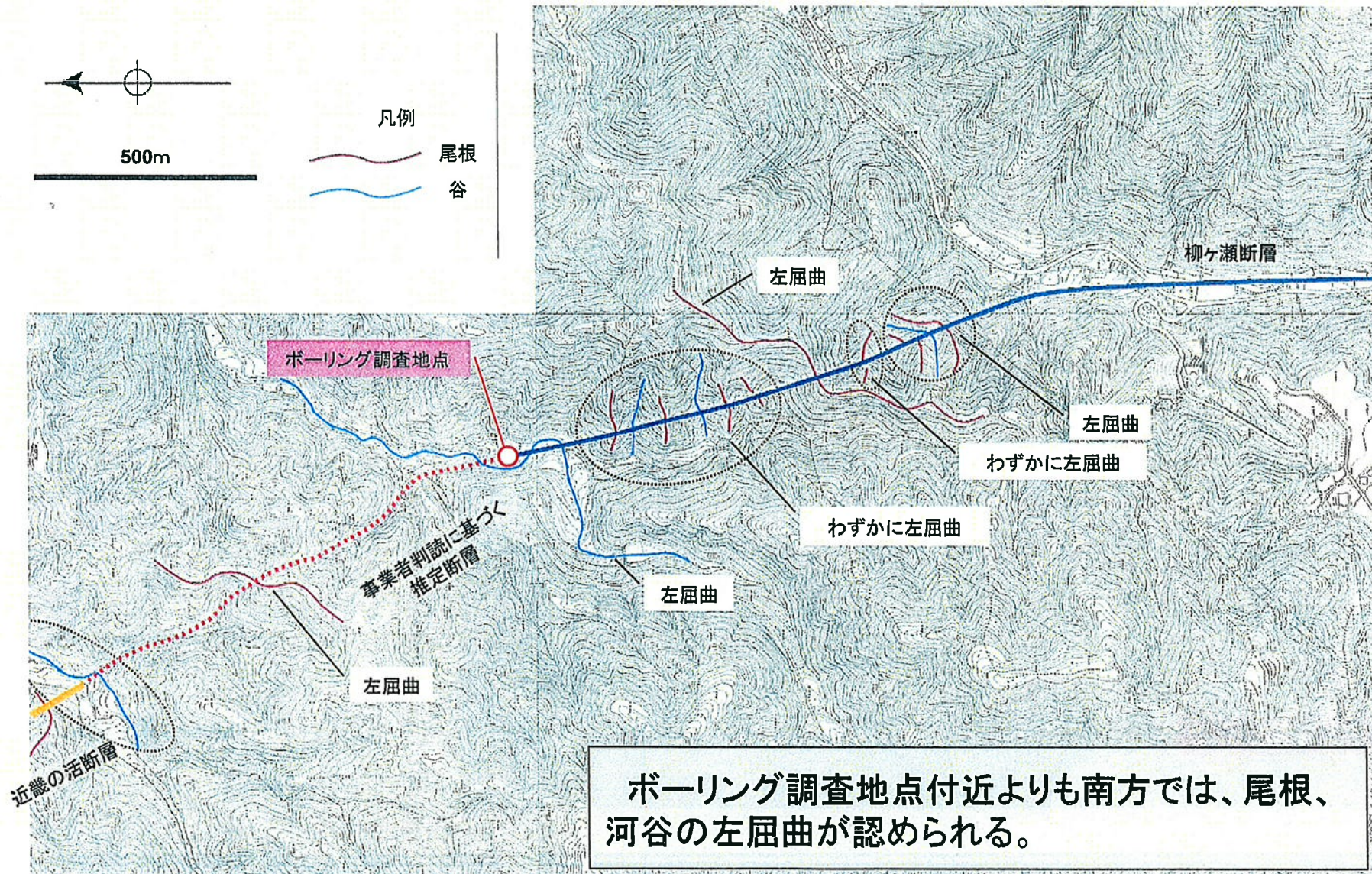
このため、安山岩岩脈付近の河谷の左屈曲については変動地形である可能性を否定出来ない。



柳ヶ瀬断層北端部の評価にあたっては、周辺の地形や地質の状況を踏まえて行う。

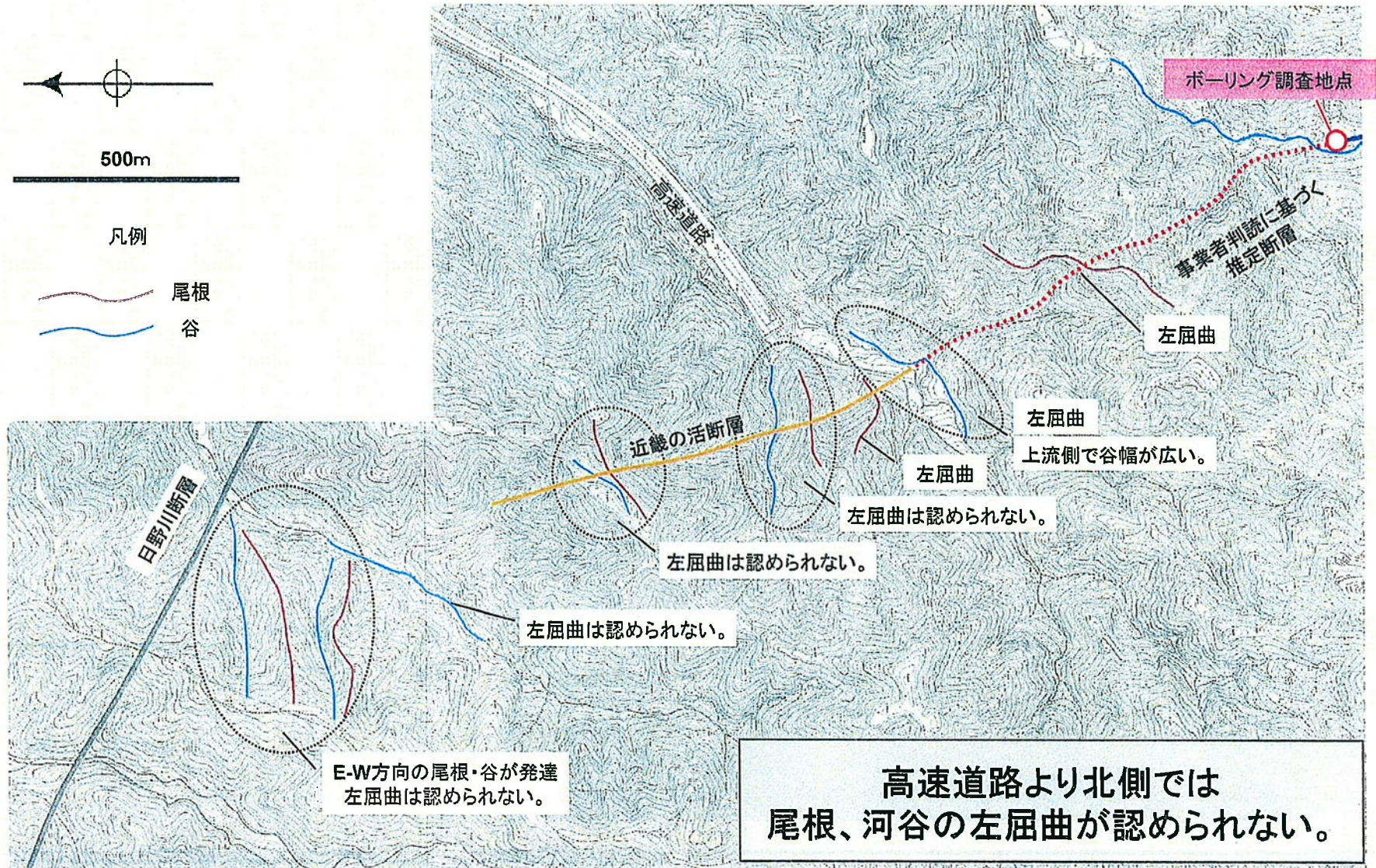


## 柳ヶ瀬断層北端部付近の地形の状況(1/2)





## 柳ヶ瀬断層北端部付近の地形の状況(2/2)





## 柳ヶ瀬断層北端部の評価の見直し

### 甲楽城断層

(地質)  
褶曲構造が非常に緩やかになる

「近畿の活断層」が  
示す北端部付近

#### 評価

「近畿の活断層」に活断層が示され、河谷の左屈曲が認められなくなり、褶曲構造も緩やかになる二ツ屋北西方を柳ヶ瀬断層北端部と評価  
→ 柳ヶ瀬断層を31kmと評価(これまで28 km)

#### 甲楽城断層との関連

- 甲楽城断層は日野川断層へ連続する断層であり、柳ヶ瀬断層には連続していない。
- 文献が示す山中断層付近には、活断層が認められない。
- 断層の幾何学的配列と運動方向(左ステップ、左横ずれ)の関係から、甲楽城断層と柳ヶ瀬断層の間には引張性jogがあり、杉山ほか(2005)が示す横ずれ断層による地震活動の終息部に相当している。

→ 柳ヶ瀬断層を個別に評価

(地形)  
河谷に左屈曲は認められない

### 日野川断層

(地形: 二ツ屋ボーリング地点)  
河谷に左屈曲あり

(地質)  
大きな褶曲構造を形成

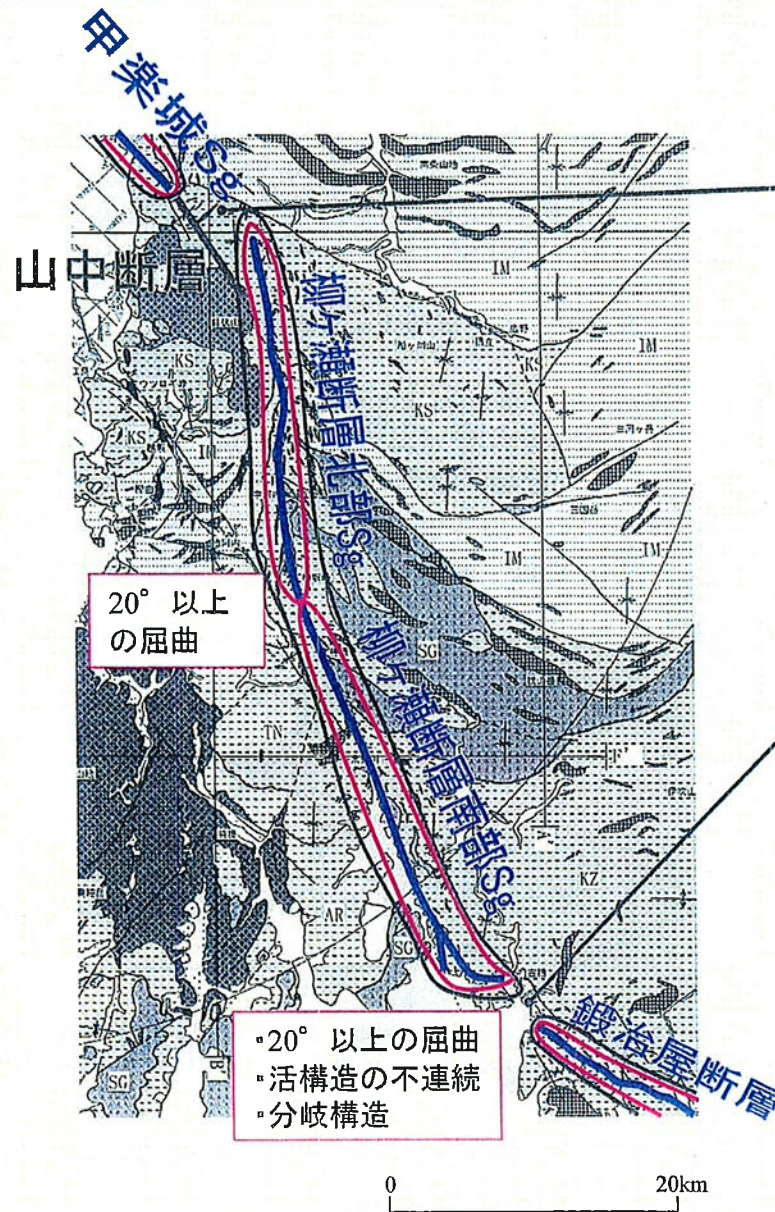
### 柳ヶ瀬断層

平野 敦賀市

5km



# 柳ヶ瀬断層の評価



○ 3次元的に見た地下深部における活構造の連続性

両者を連続する活構造は認められない

○ 規模の大きいジョグ(分岐(斜交)、雁行、屈曲)の有無

左ステップで雁行

○ 地質構造の発達過程の類似性

甲楽城断層は南東方の日野川断層と連続している

○ 3次元的に見た地下深部における活構造の連続性

反射法地震探査結果によれば、両者を連続する明瞭な活構造は推定されない

○ 規模の大きいジョグ(分岐(斜交)、雁行、屈曲)の有無

柳ヶ瀬断層南部及び鍛冶屋断層北部において、断層は分岐している。また、両者は走向が大きく異なる

活動セグメント

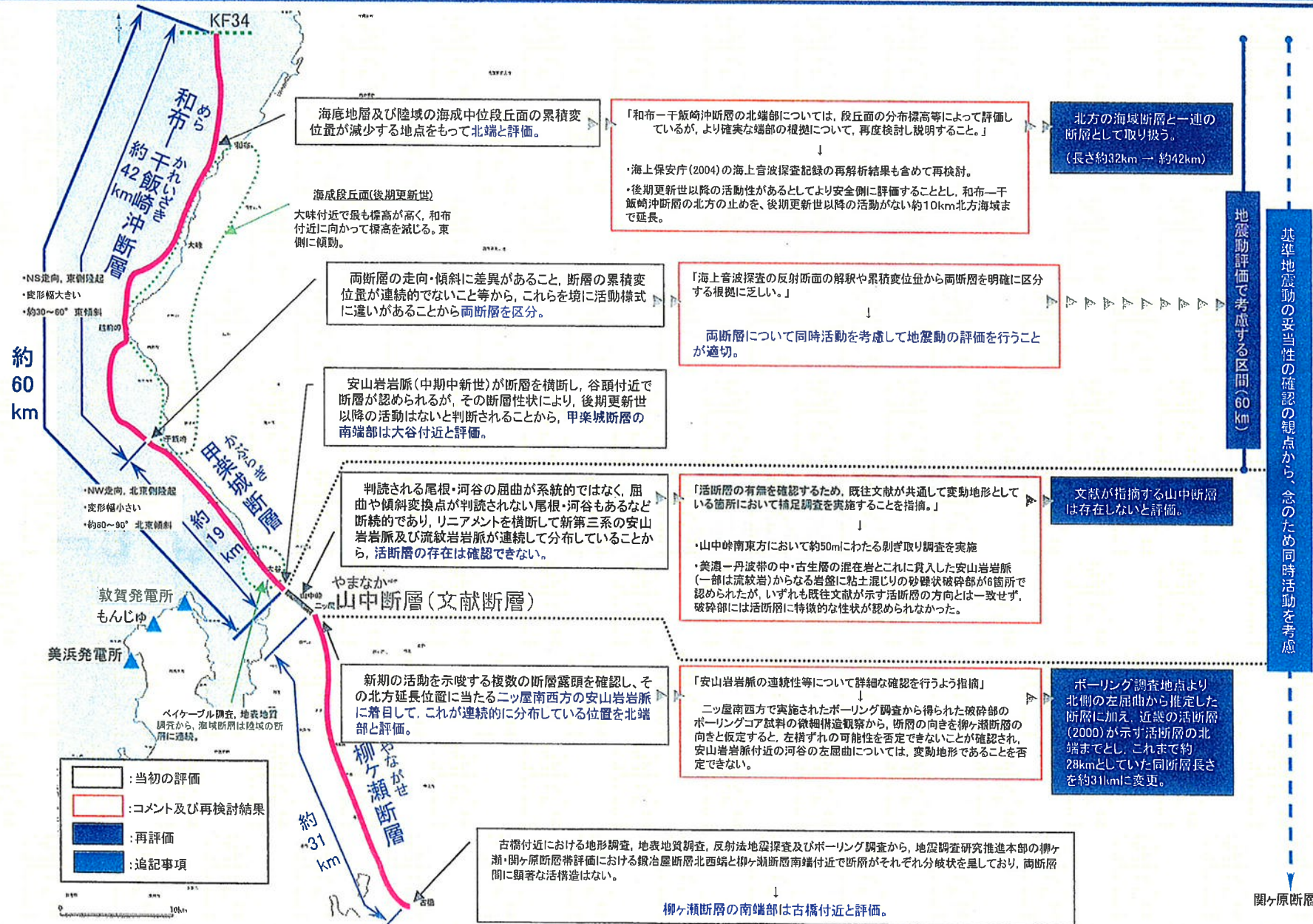
起震断層

活動セグメント区分の根拠

起震断層区分の根拠



# 和布一干飯崎沖断層～甲楽城断層～山中断層～柳ヶ瀬断層の評価の概要



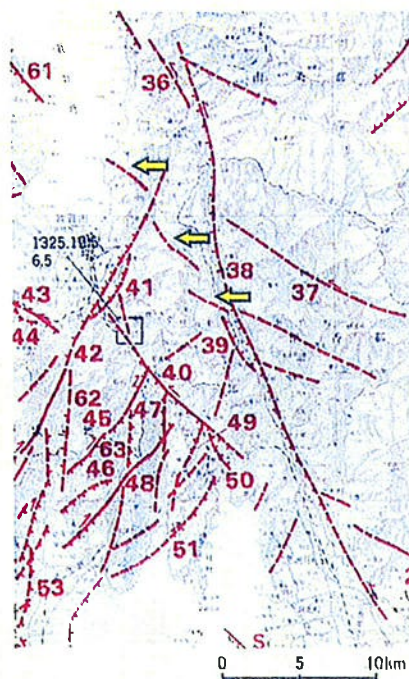


2-3 ウツロギ峠北方一池河内断層、  
浦底一内池見断層、柳ヶ瀬山断層

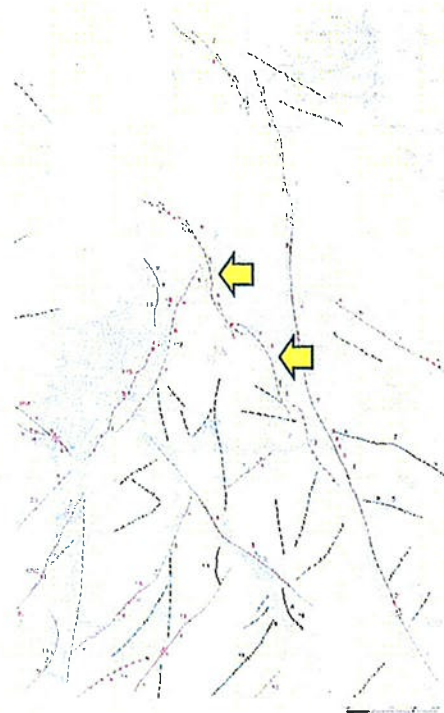


# ウツロギ峠北方－池河内断層に関する主な文献

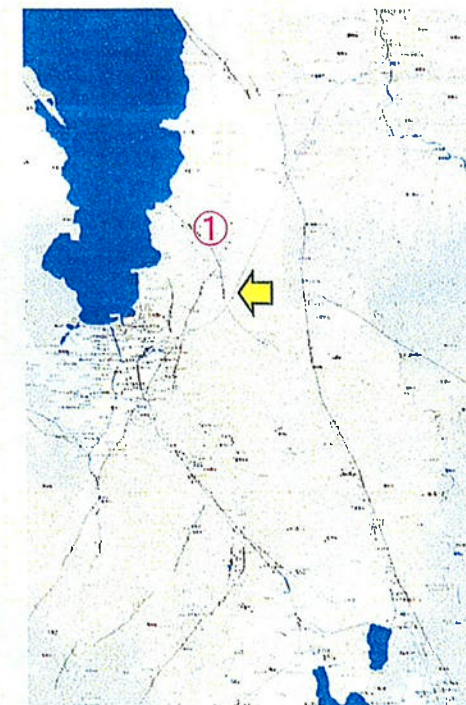
活断層研究会編  
「新編 日本の活断層(1991)」



岡田・東郷編  
「近畿の活断層(2000)」



中田・今泉編  
「活断層詳細デジタルマップ(2002)」



| 断層名     | 長さ            | 確実度 | 変位の向き |
|---------|---------------|-----|-------|
| 一(記載なし) | 約13km<br>(図読) | Ⅲ   | —     |

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        |
|----------|---------|--------|--------------|
| 4 ウツロギ断層 | (5.5km) | Ⅱ      | 左横ずれ<br>東側隆起 |
| 6 池河内断層  | (7km)   | Ⅱ, 一部Ⅰ | 左横ずれ         |

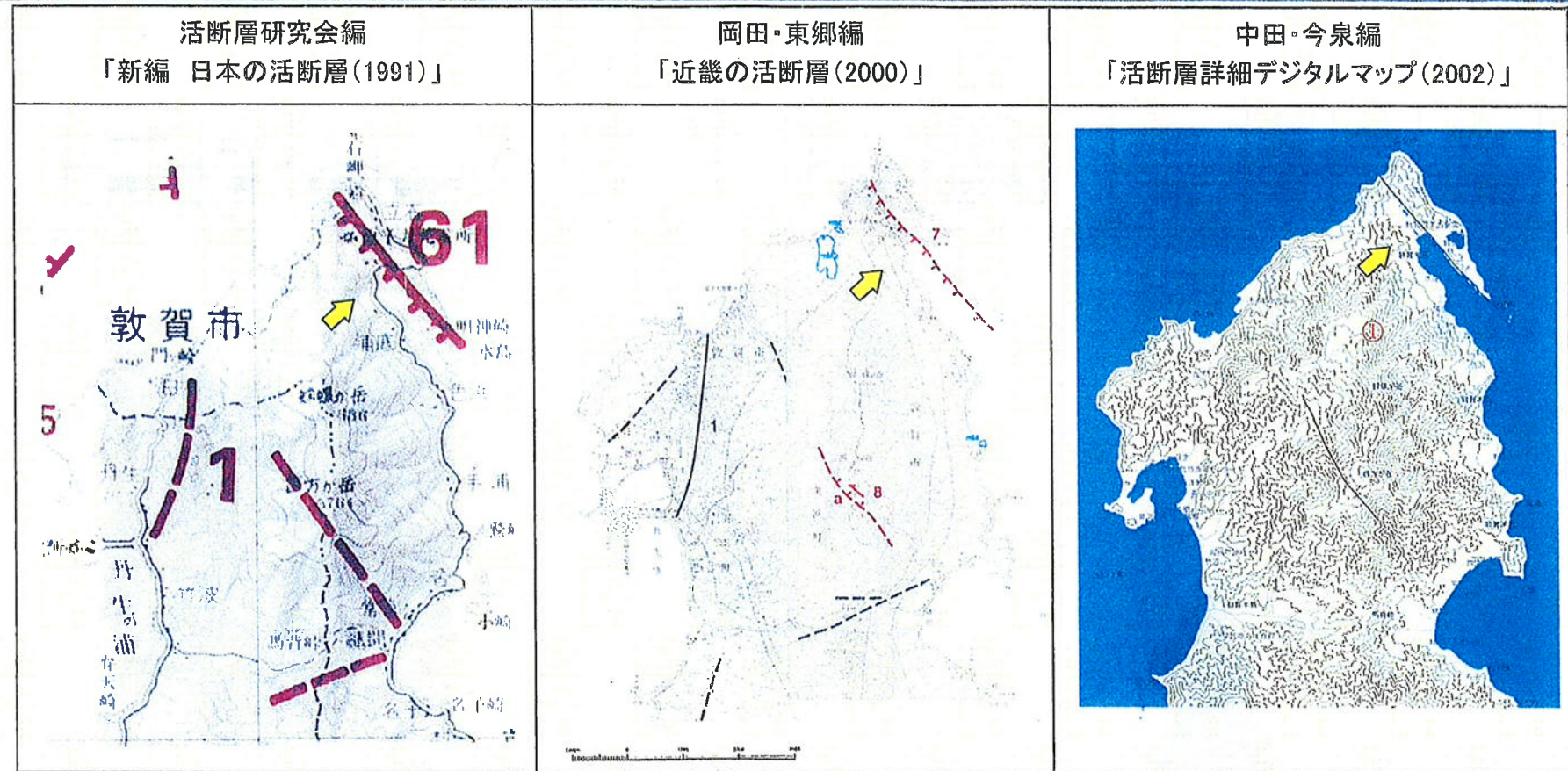
確実度Ⅰ: 活断層であることが確実なもの  
 確実度Ⅱ: 活断層であると推定されるもの

| 断層名     | 長さ           | 種類  | 変位の向き |
|---------|--------------|-----|-------|
| ①(記載なし) | 約9km<br>(図読) | 活断層 | 左横ずれ  |

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



# 浦底一内池見断層に関する主な文献(1/2)



| 断層名  | 長さ  | 確実度 | 変位の向き |
|------|-----|-----|-------|
| 61浦底 | 3km | I   | 北東隆起  |

確実度 I : 活断層であることが確実なもの  
 確実度 II : 活断層であると推定されるもの  
 確実度 III : 活断層の疑いがあるリニアメント

| 断層名 | 長さ    | 確実度 | 変位の向き |
|-----|-------|-----|-------|
| 1浦底 | 3.5km | II  | 北東隆起  |

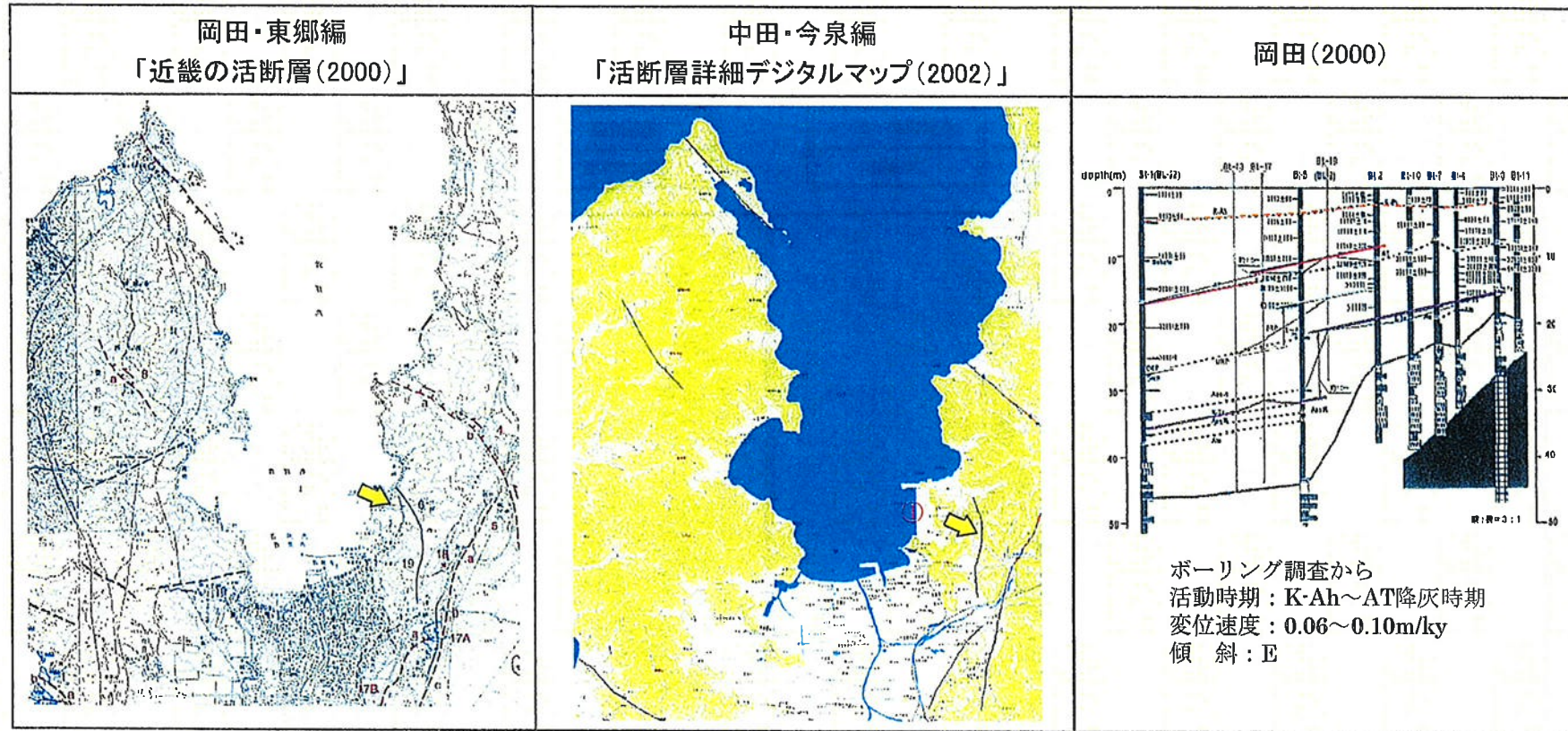
確実度 I : 活断層であることが確実なもの  
 確実度 II : 活断層であると推定されるもの

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

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



## 浦底一内池見断層に関する主な文献(2/2)



| 断層名   | 長さ    | 確実度 | 変位の向き |
|-------|-------|-----|-------|
| 19内池見 | 1.8km | L   | 東側隆起  |
| 6田結   | 1.4km | L   | 北東側隆起 |

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 |
|-------|----------|-------|-------|
| ①名称なし | 約3km(図読) | 推定活断層 | 記載なし  |

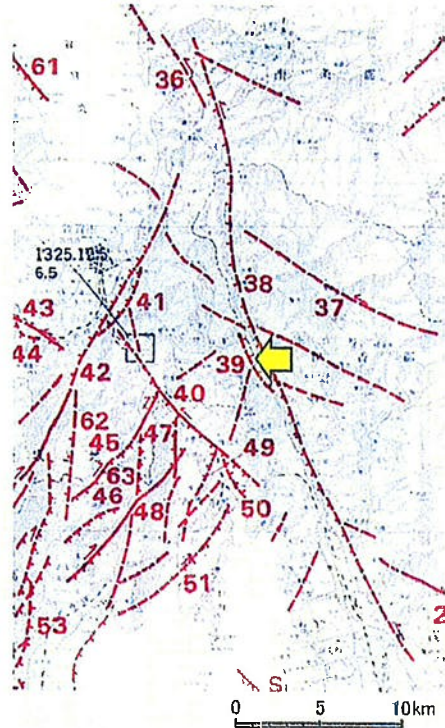
活断層：過去に繰り返し動いてきた跡が地形に現れ、今後も活動を繰り返すと考えられる断層

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



# 柳ヶ瀬断山層に関する主な文献

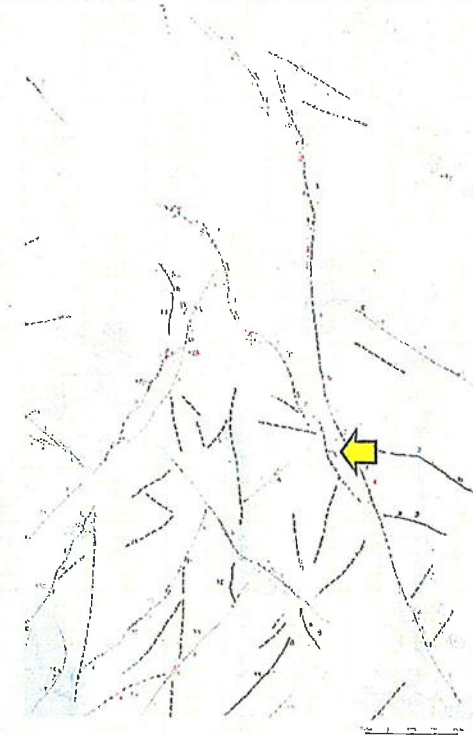
活断層研究会編  
「新編 日本の活断層(1991)」



| 断層名       | 長さ  | 確実度 | 変位の向き |
|-----------|-----|-----|-------|
| 39 柳ヶ瀬山断層 | 4km | Ⅱ   | 西側隆起  |

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

岡田・東郷編  
「近畿の活断層(2000)」



| 断層名      | 長さ    | 確実度 | 変位の向き |
|----------|-------|-----|-------|
| 5 柳ヶ瀬山断層 | 4.5km | Ⅱ   | 東側隆起  |

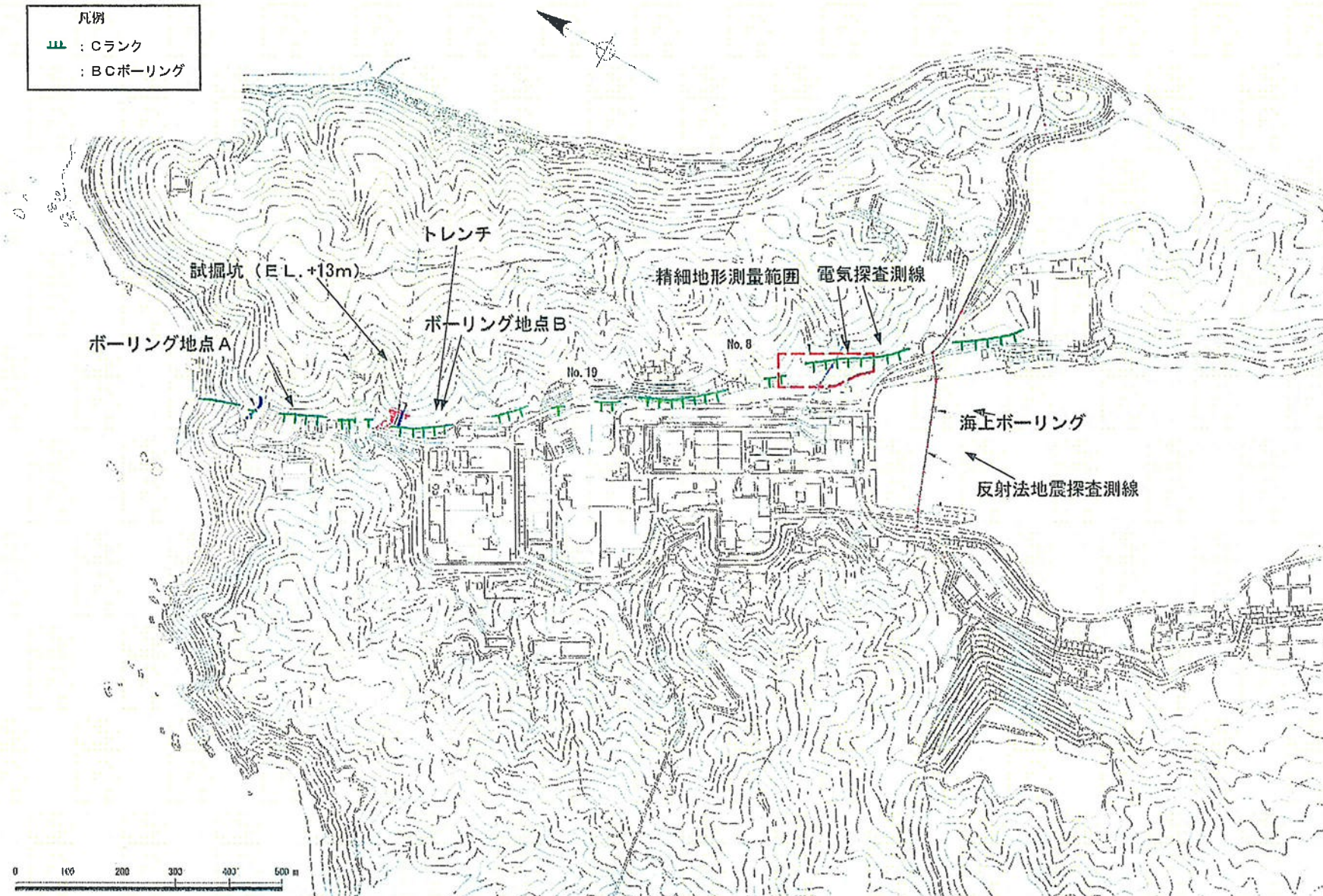
活断層の確実度  
 確実度Ⅰ：活断層であることが確実なもの  
 確実度Ⅱ：活断層であると推定されるもの



# 浦底断層に関する調査位置(陸域)

日本原子力発電株式会社による調査

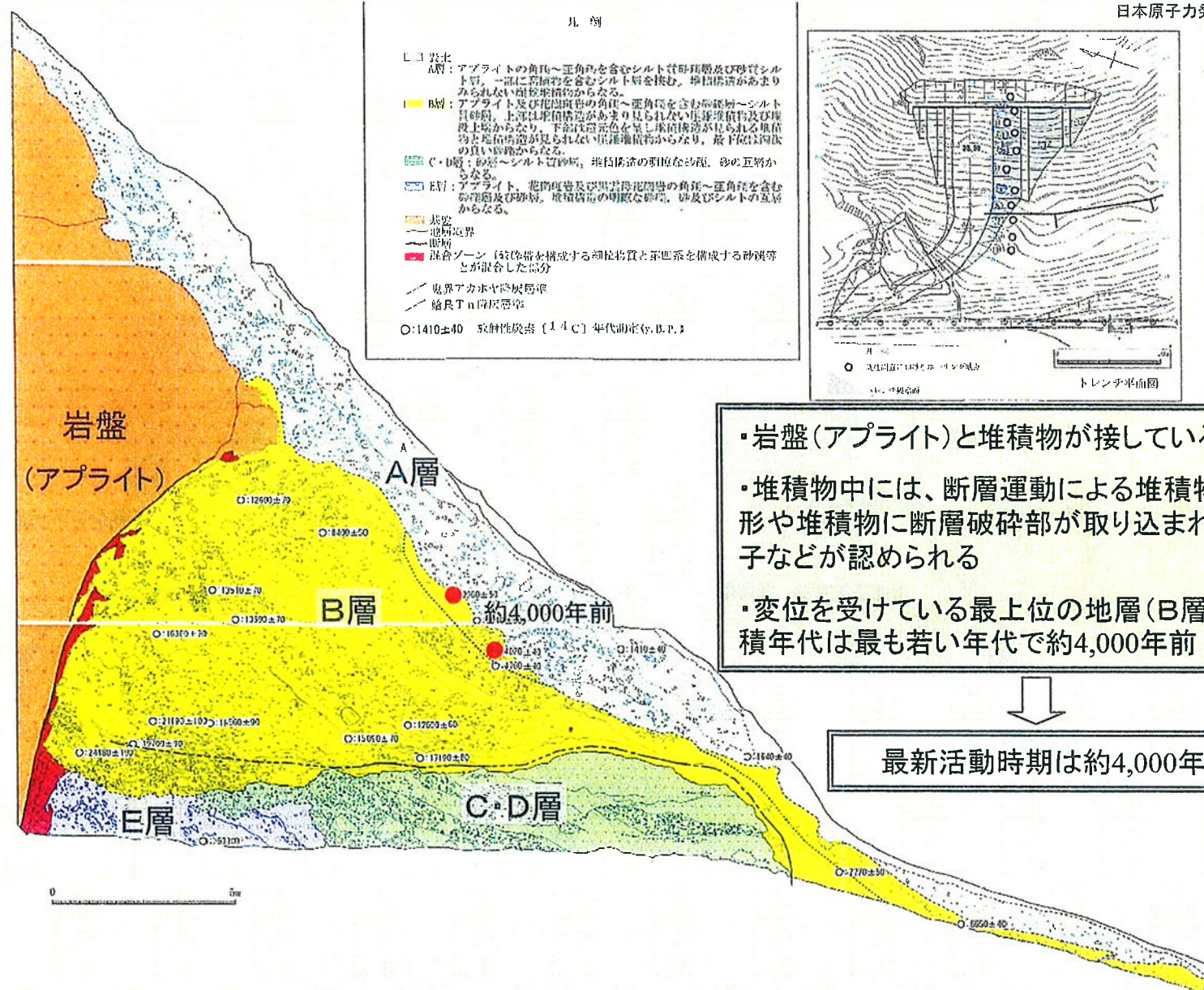
- 凡例
-  : Cランク
  -  : B Cボーリング





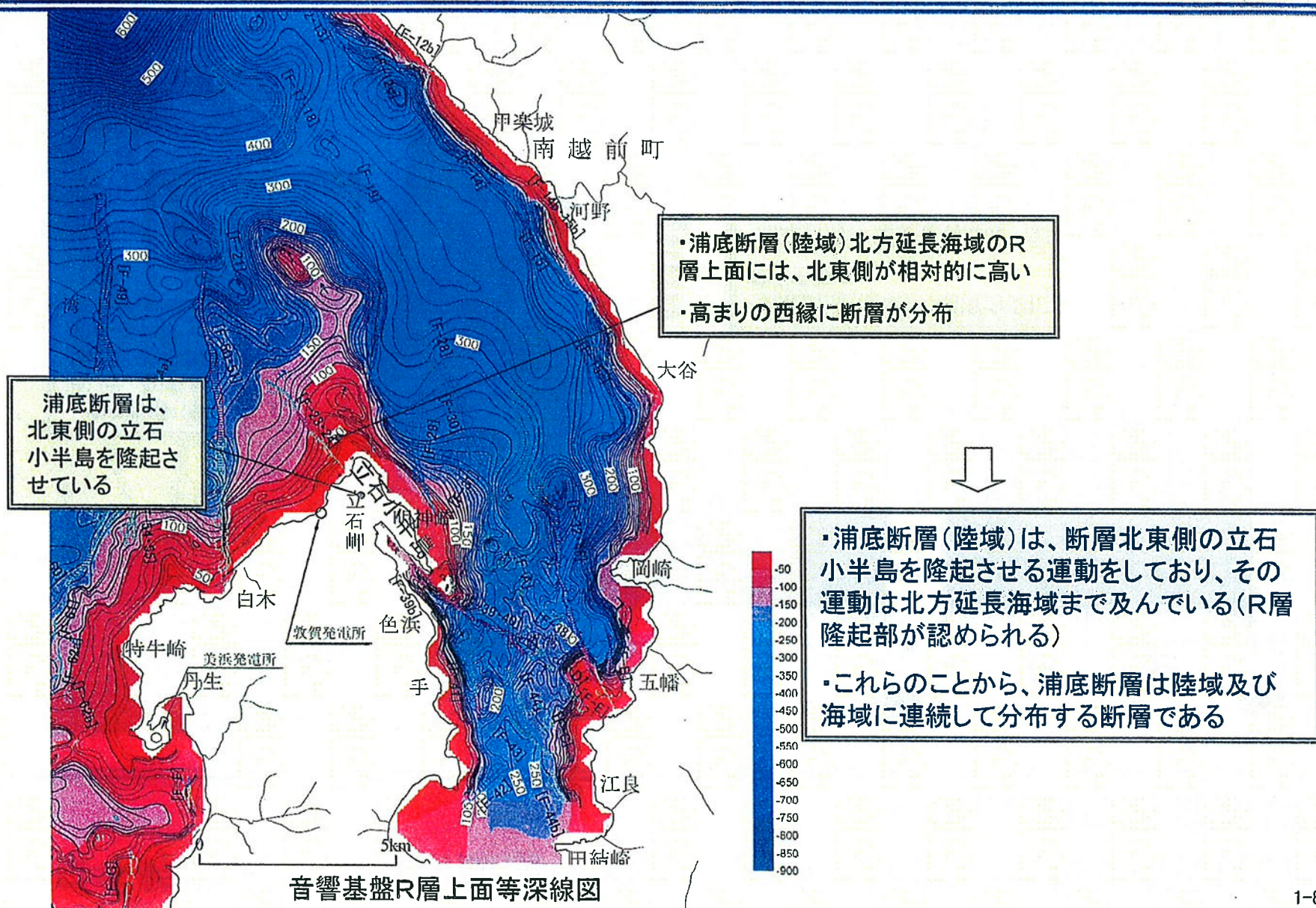
# 浦底断層の最新活動時期に関する調査(陸域)

日本原子力発電株式会社による調査



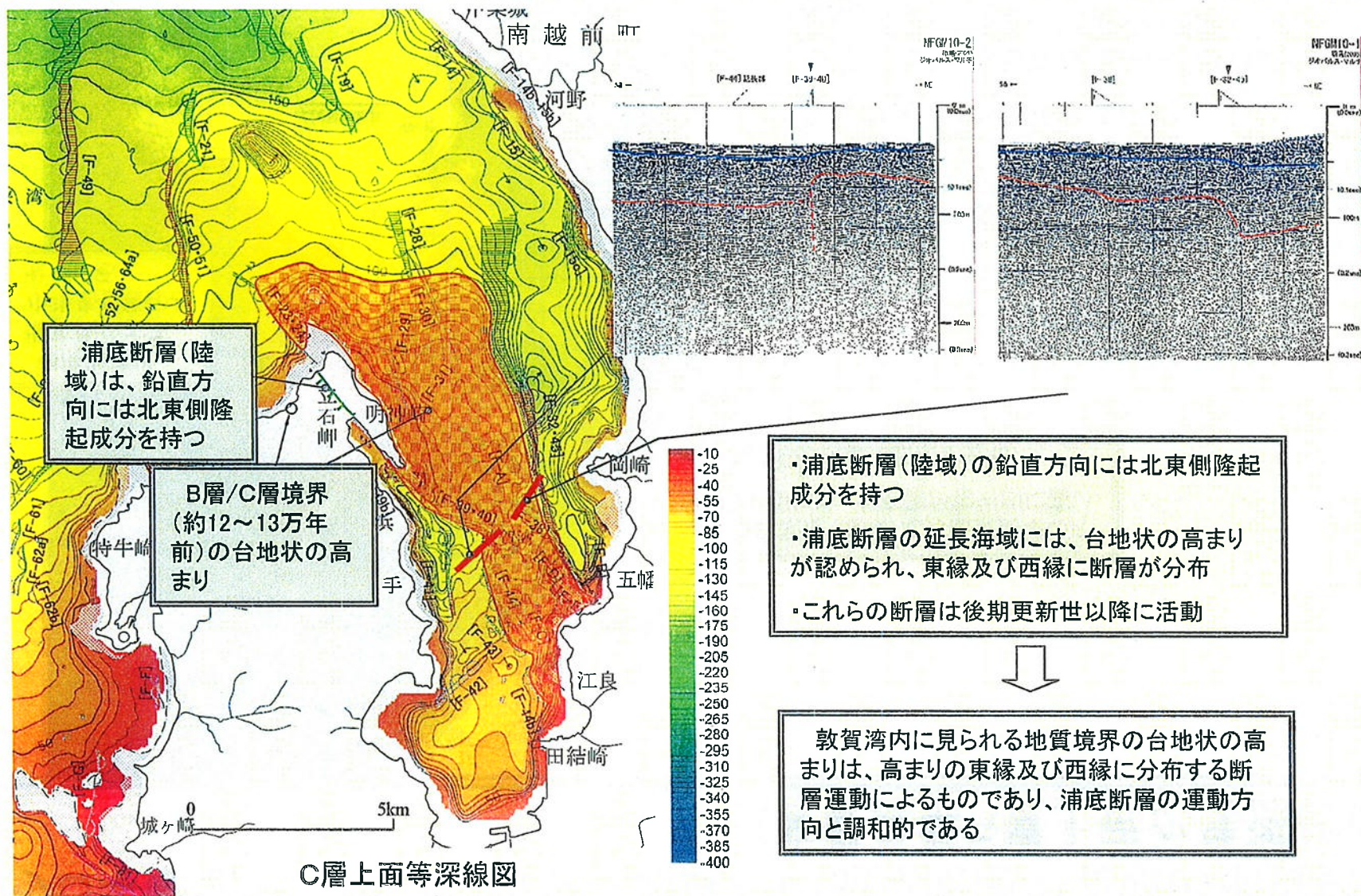


# ウツロギ峠北方～池河内断層～浦底～内池見断層の海域の地質構造 (音響基盤R層上面の等深線図)



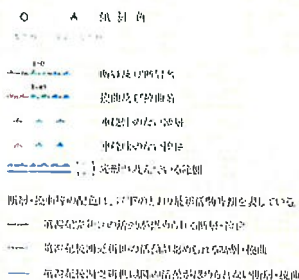


ウツロギ峠北方一池河内断層～浦底一内池見断層の海域の地質構造  
(C層上面の等深線図)





(海域部)





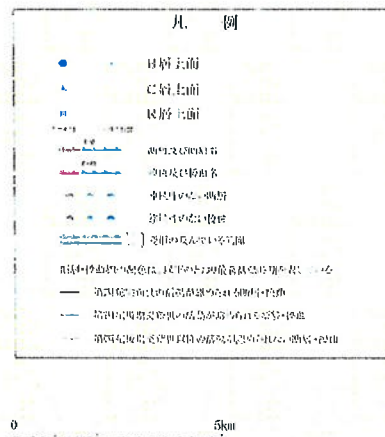
(海域部)

海域断層の北端部に向かって、累積変位量が終息する傾向にあることから、断層運動も北端部に向かって終息していると考えられる

北方に向かって  
終息する傾向

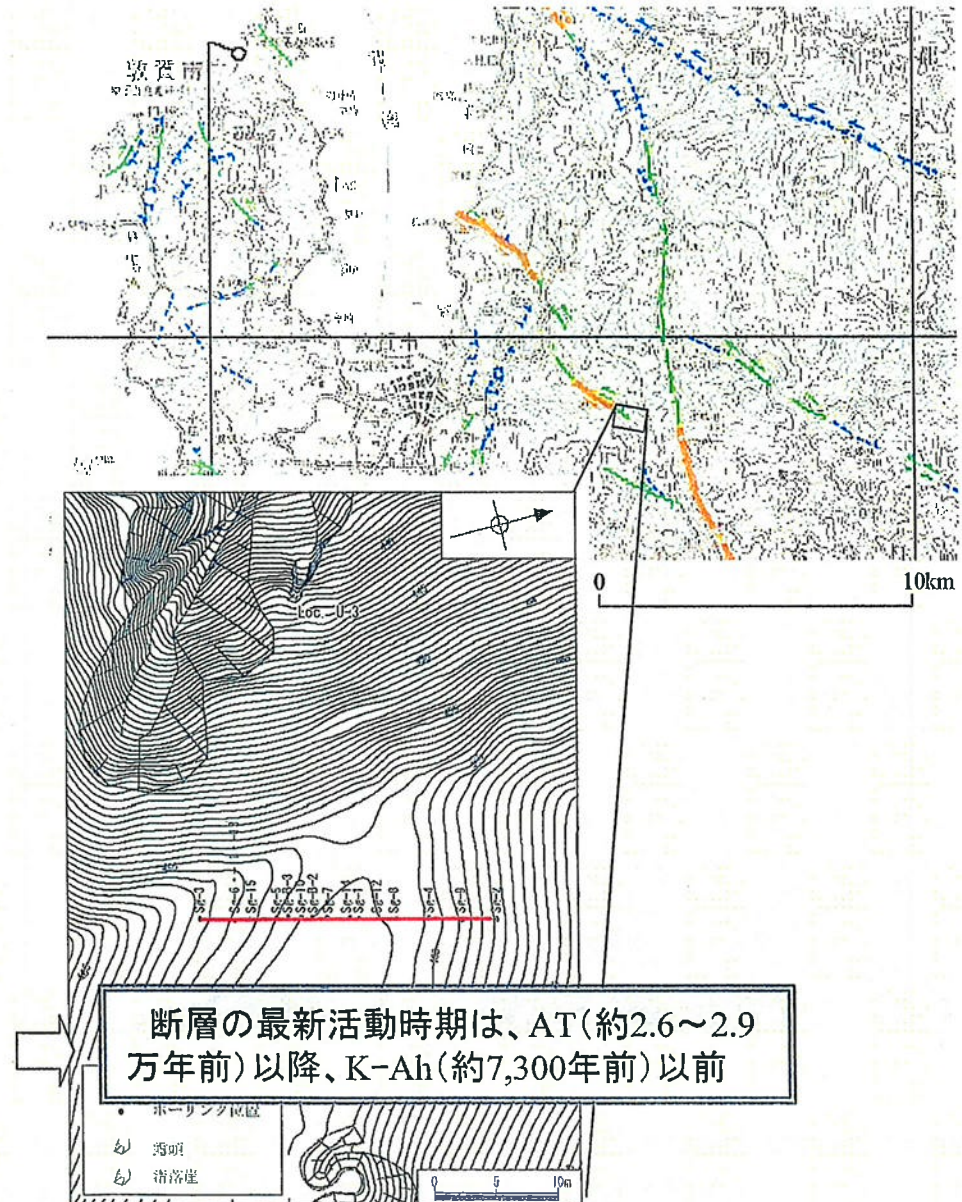
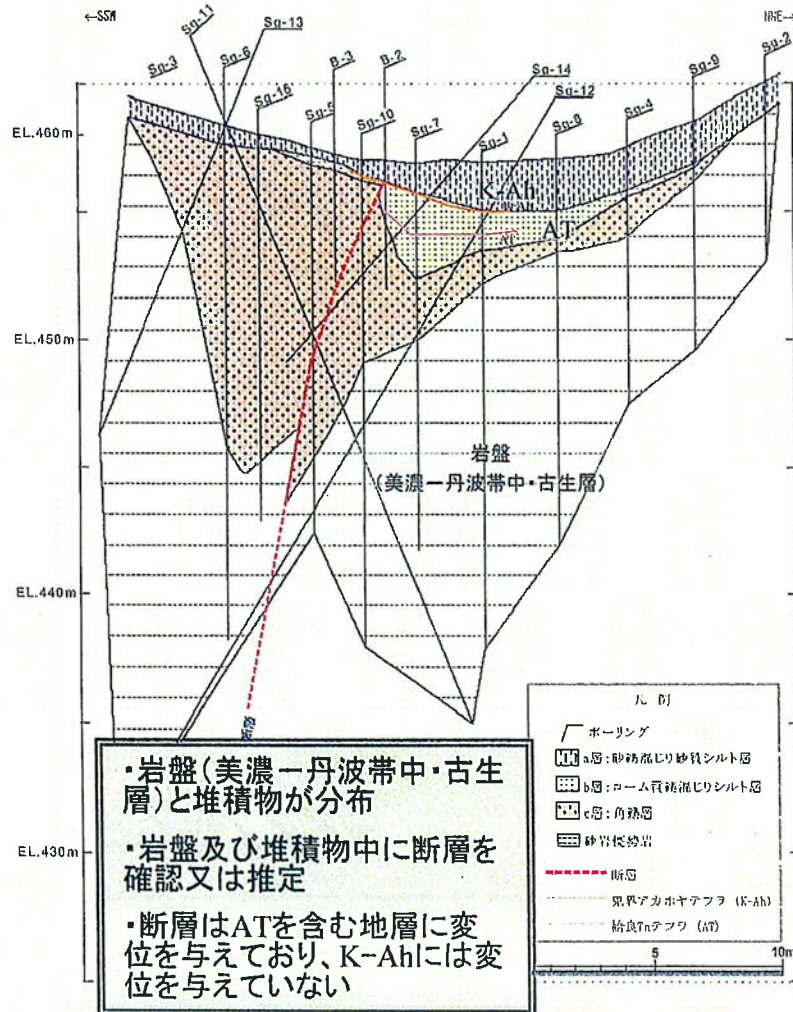
ピークを有し、北方に向かって終息する傾向

南方に向かって  
終息する傾向



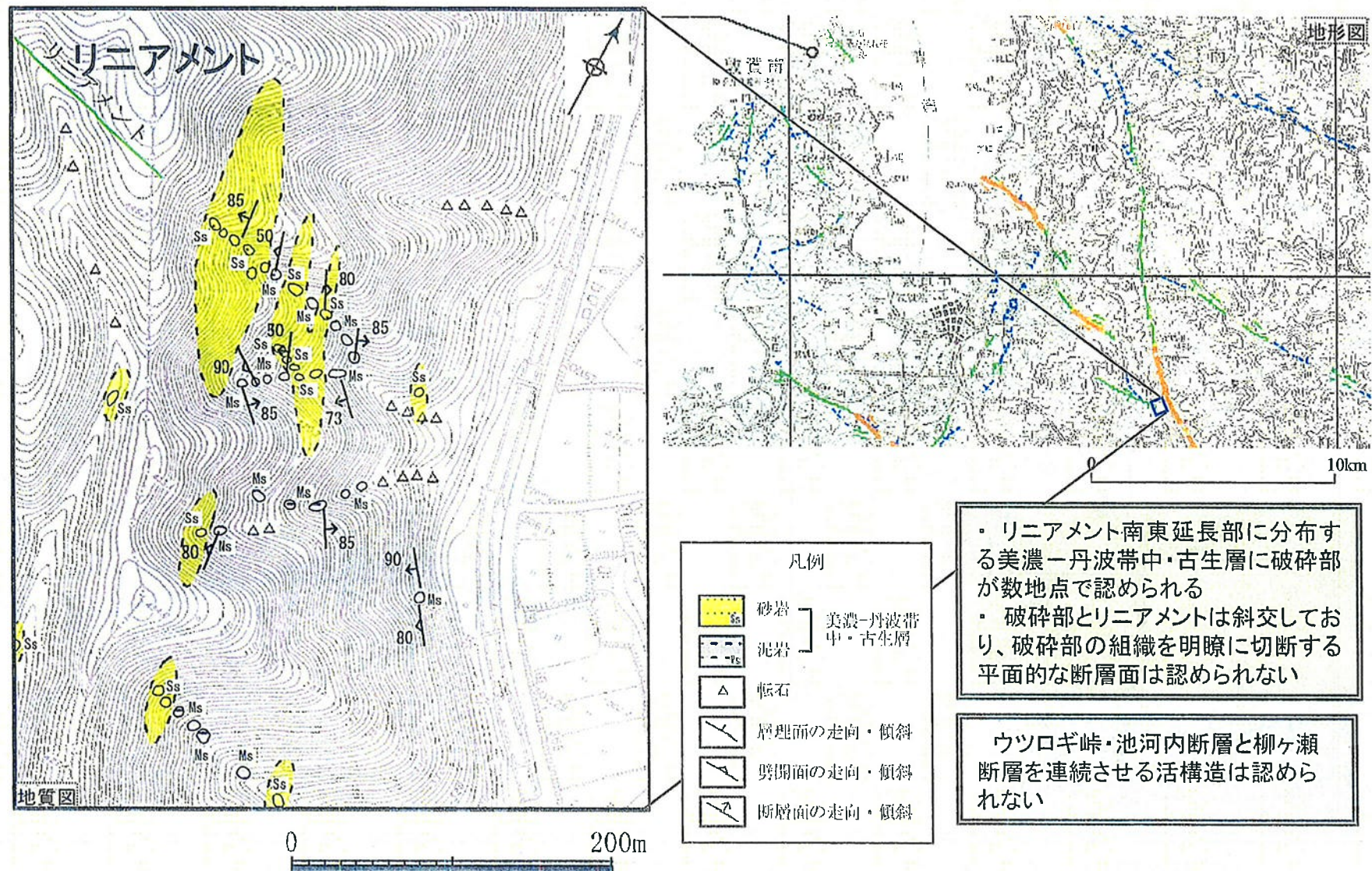


## ウツロギ峠北方一池河内断層南部(杉箸付近)の活動性



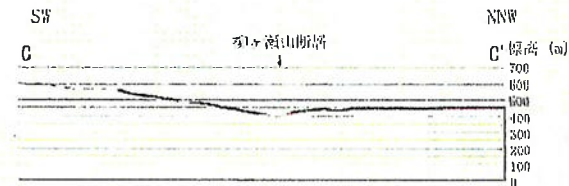
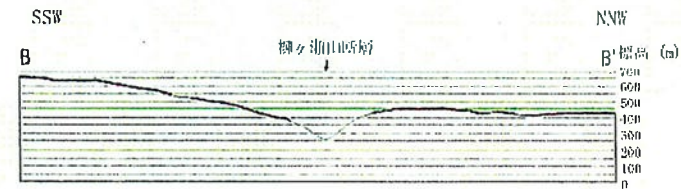
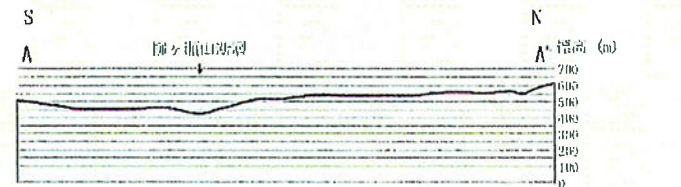
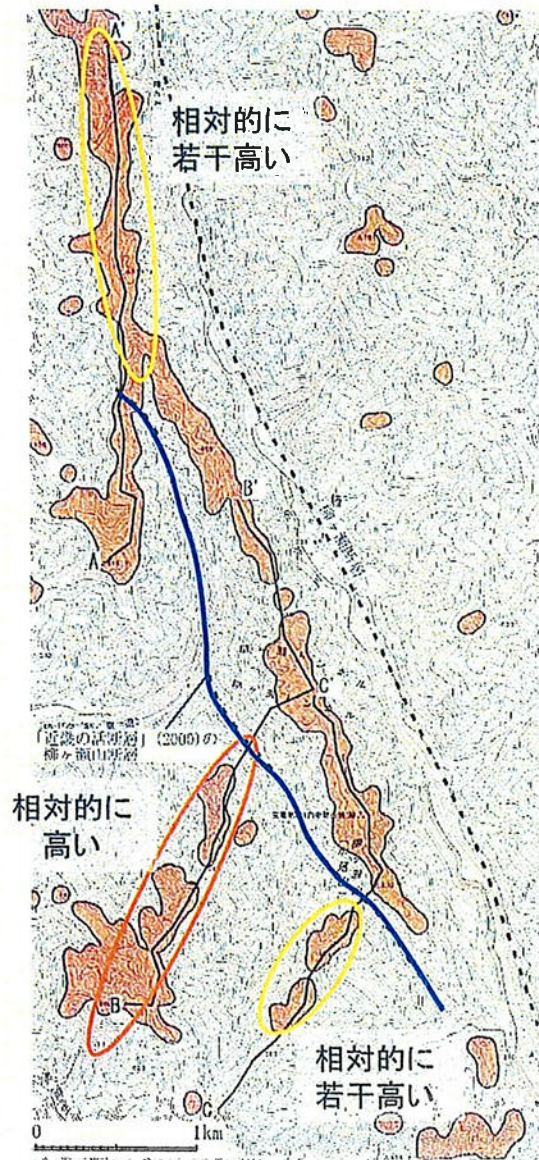


# ウツロギ峠北方一池河内断層南部付近の地質状況





# 柳ヶ瀬山断層付近の地形状況



## 凡例

- 山頂小起伏面 (傾斜 $20^{\circ}$ 未満で、山頂、稜線に分布する幅100m以上の部分)
- 山頂小起伏面 (地形断面)

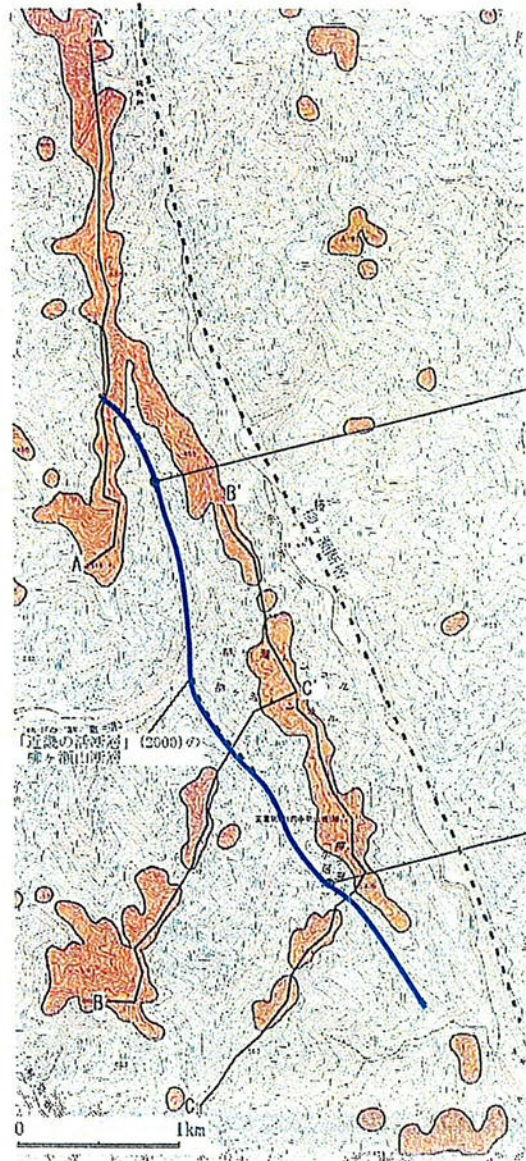
## 地形解析

- ・国土地理院50mメッシュ
- ・傾斜 $20^{\circ}$ 以下、幅100m以上の地形(岡崎(1967)による小起伏面)
- ・地形断面図を作成

文献が示す系統的な高度不連続は認められない



# 柳ヶ瀬山断層付近の露頭例

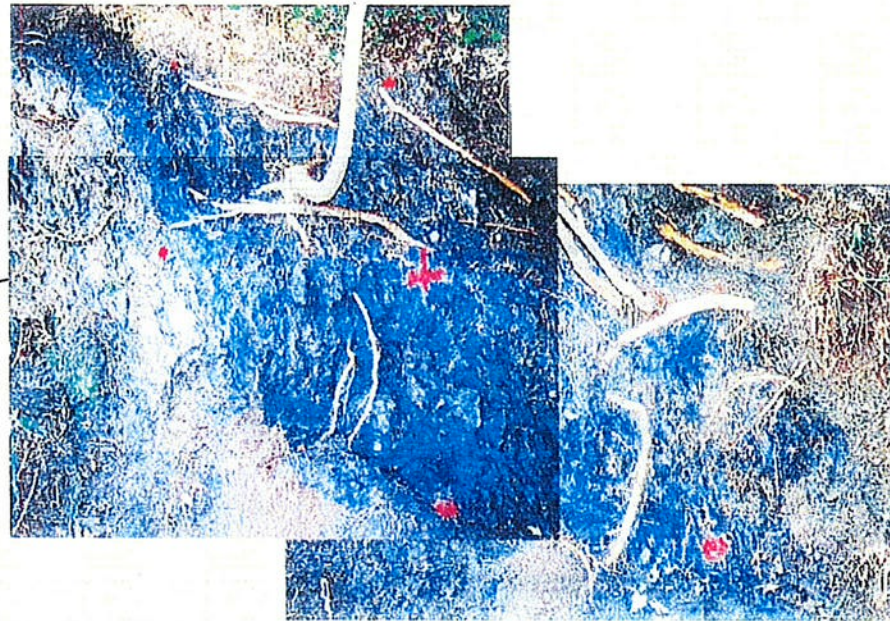


断層全景

破碎部の組織を明瞭に  
切断する平面的な断層面  
は認められない



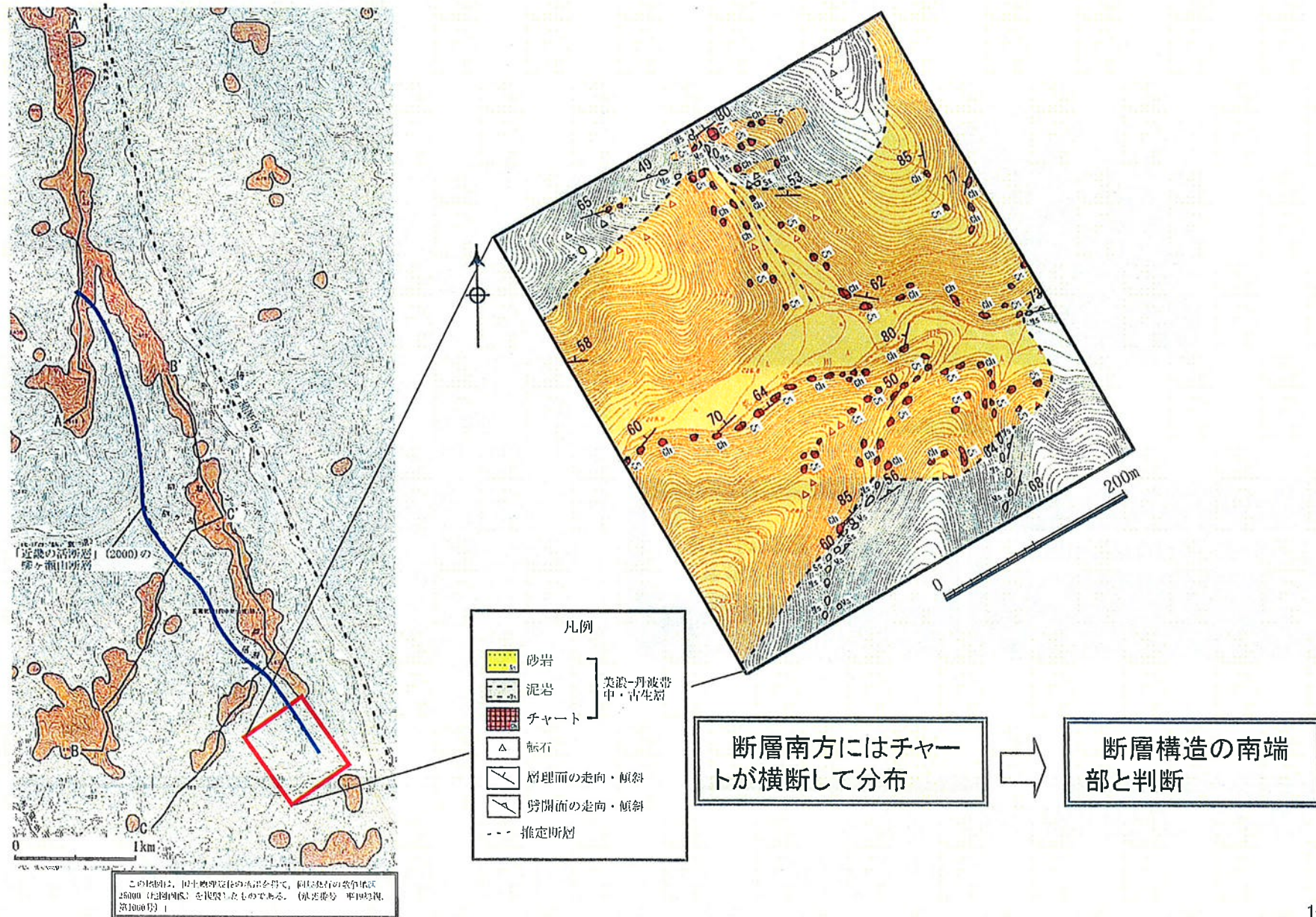
少なくとも後期更新世以  
降の活動はないと判断



破碎部写真

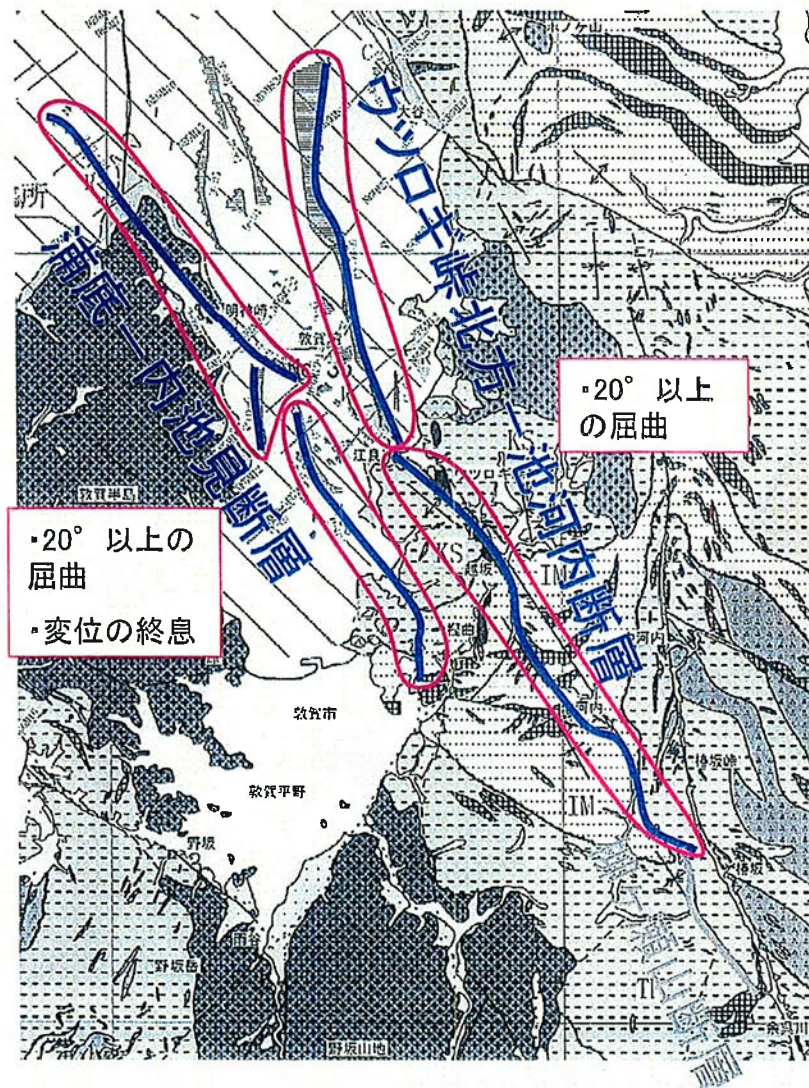


## 柳ヶ瀬山断層南端部付近の地質状況





# ウツロギ峠北方一池河内断層、浦底一池河内断層、 柳ヶ瀬山断層のまとめ



## 断層の連続性

敦賀湾内の地層の台地状の高まりの東縁、西縁に断層が分布

## 断層の活動性

後期更新世以降の活動あり



## 活動セグメント

ウツロギ峠北方Sg  
ウツロギ峠・池河内Sg  
浦底Sg  
田結・内池見Sg

なお、文献が示す柳ヶ瀬山断層は、耐震設計上考慮すべき活断層ではない。



活動セグメント

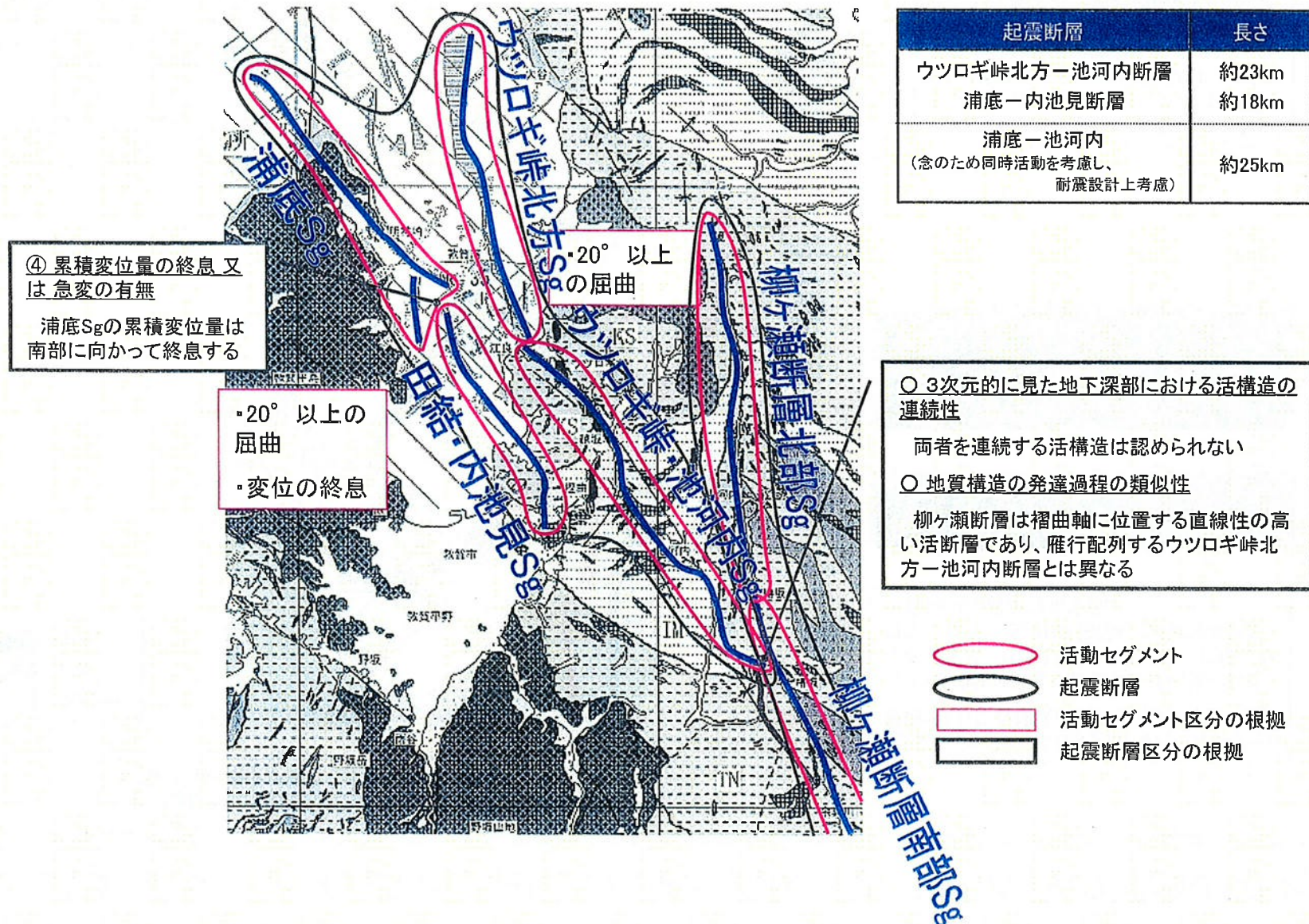


活動セグメントの区分根拠



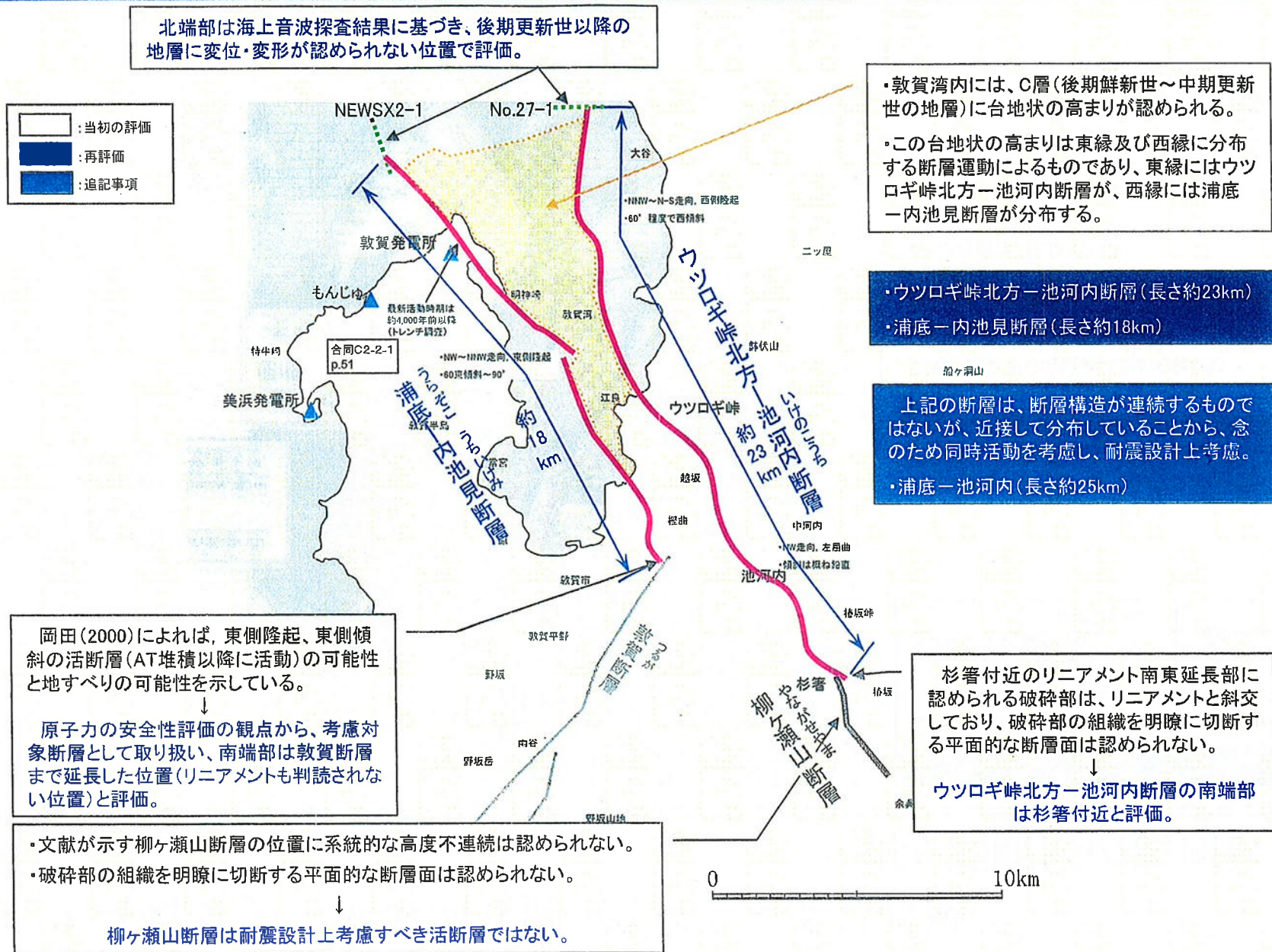
# ウツロギ峠北方－池河内断層、浦底－内池見断層

## ～柳ヶ瀬断層の断層評価





# ウツロギ峠北方一池河内断層、浦底一内池見断層、柳ヶ瀬山断層の評価の概要

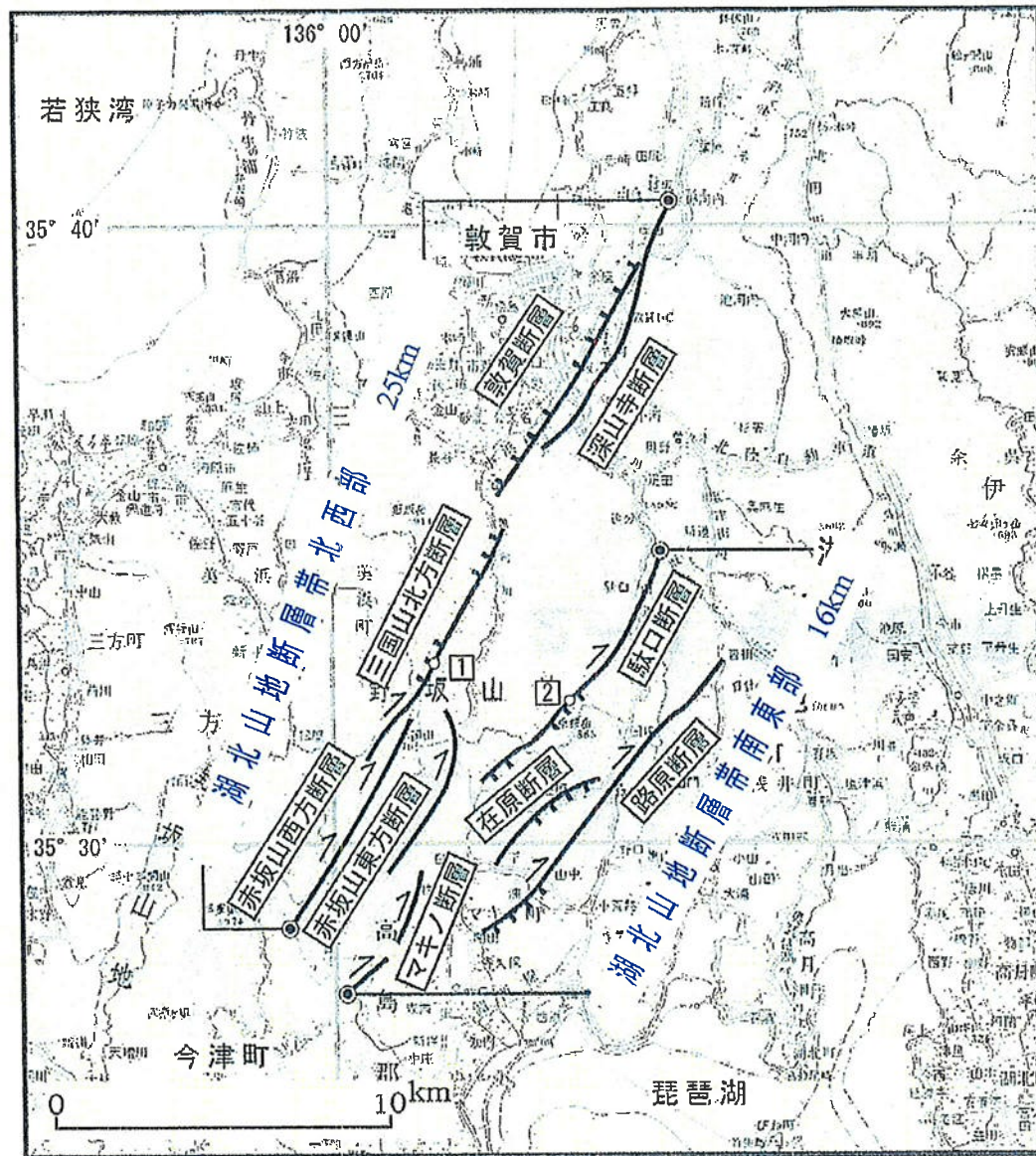




## 2-4 敦賀断層



# 地震調査研究推進本部の公表内容



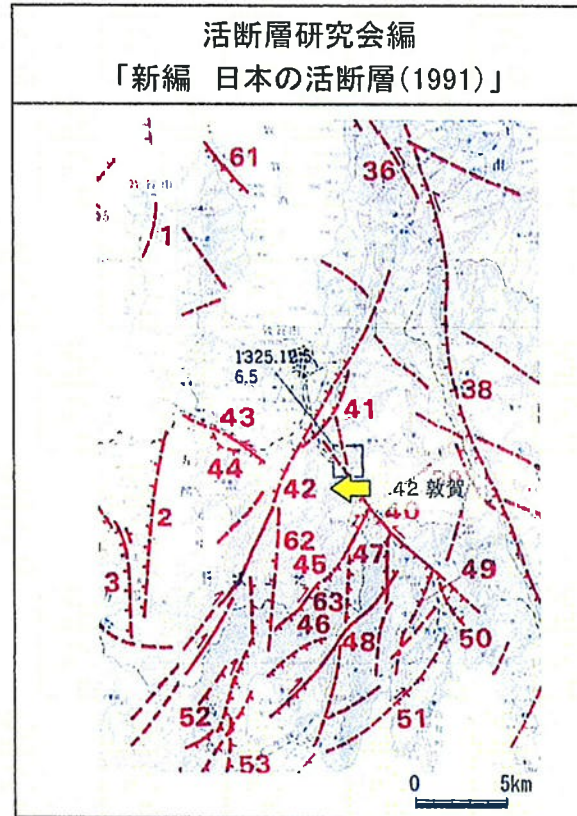
## 湖北山地断層帯

- ・湖北山地断層帯北西部
- ・湖北山地断層帯南東部

平成15年6月11日公表

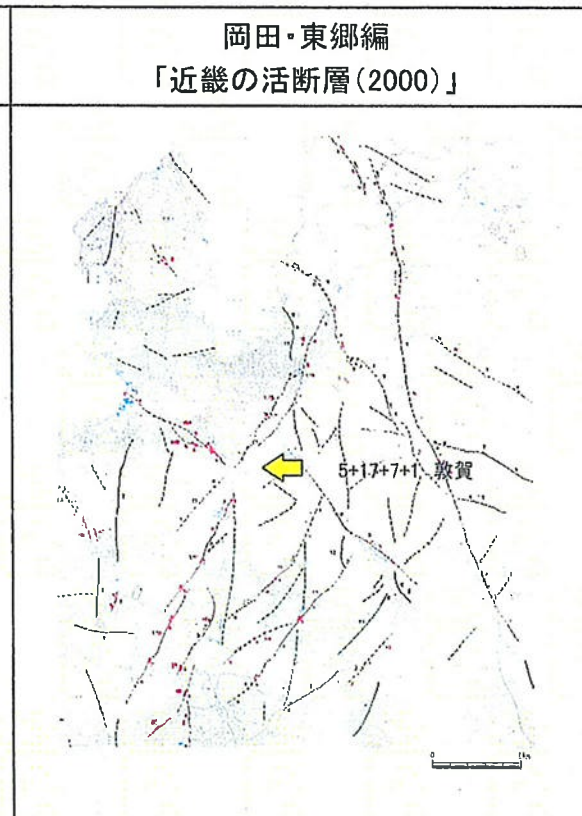


## 敦賀断層に関する主な文献



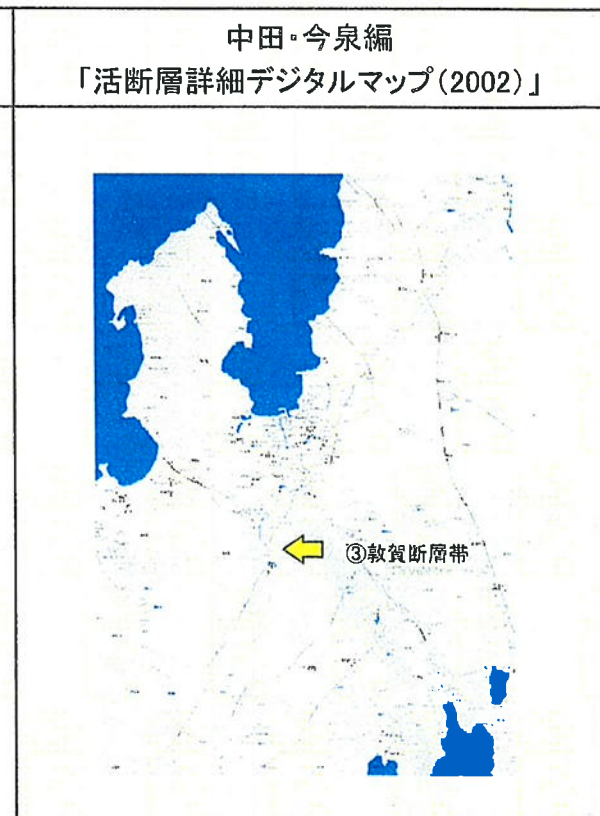
| 断層名   | 長さ            | 確実度     | 変位の向き        |
|-------|---------------|---------|--------------|
| 42 敦賀 | 約30km<br>(図読) | I ~ III | 東側隆起<br>右横ずれ |

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        |
|----------------|--------|--------|--------------|
| 5+17+7+1<br>敦賀 | 25.1km | I ~ II | 東側隆起<br>右横ずれ |

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



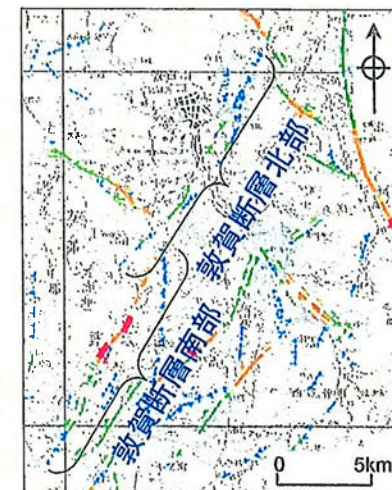
| 断層名    | 長さ        | 分類  | 変位の向き         |
|--------|-----------|-----|---------------|
| ③敦賀断層帯 | 約24km(図読) | 活断層 | 右横ずれ<br>南東側隆起 |

活断層: 過去に繰り返し動いてきた跡が地形に現れ、今後と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

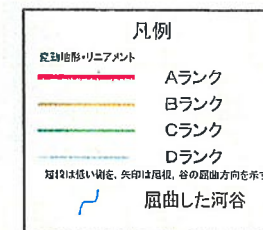
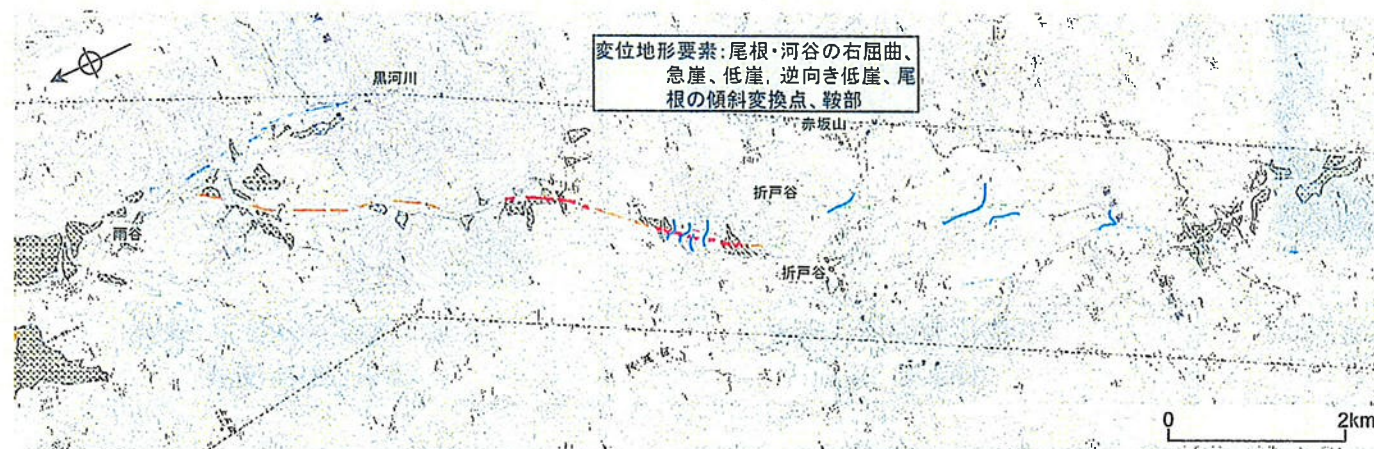


# 敦賀断層の地形の状況

敦賀断層北部



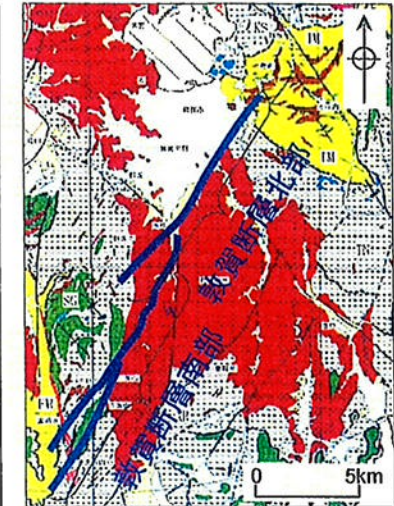
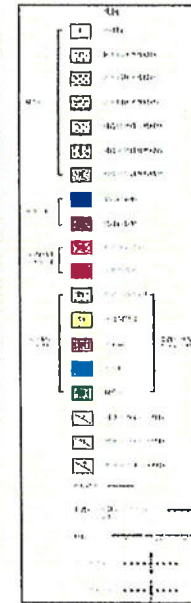
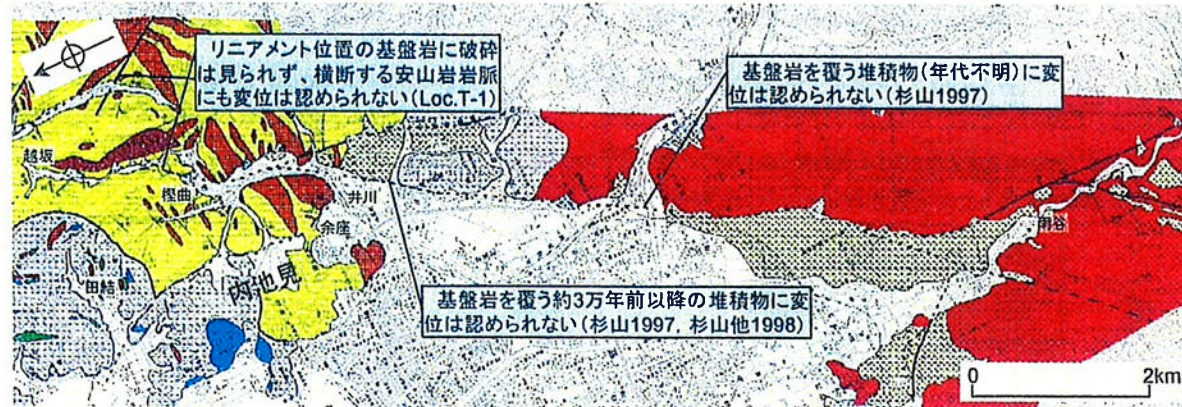
敦賀断層南部



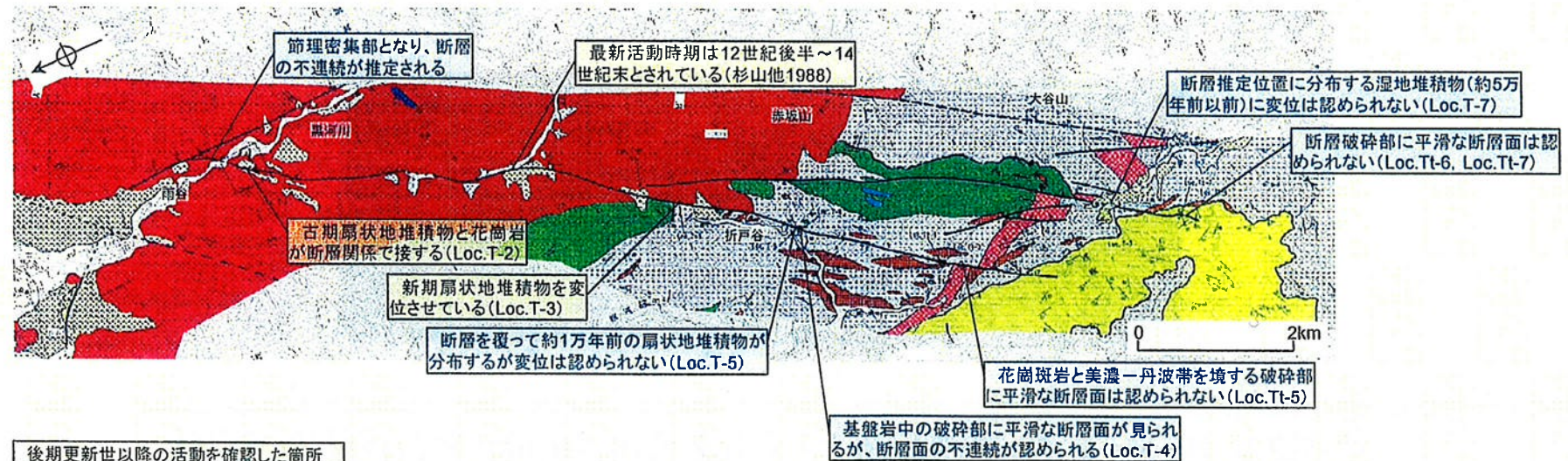


# 敦賀断層の地質の状況

敦賀断層北部



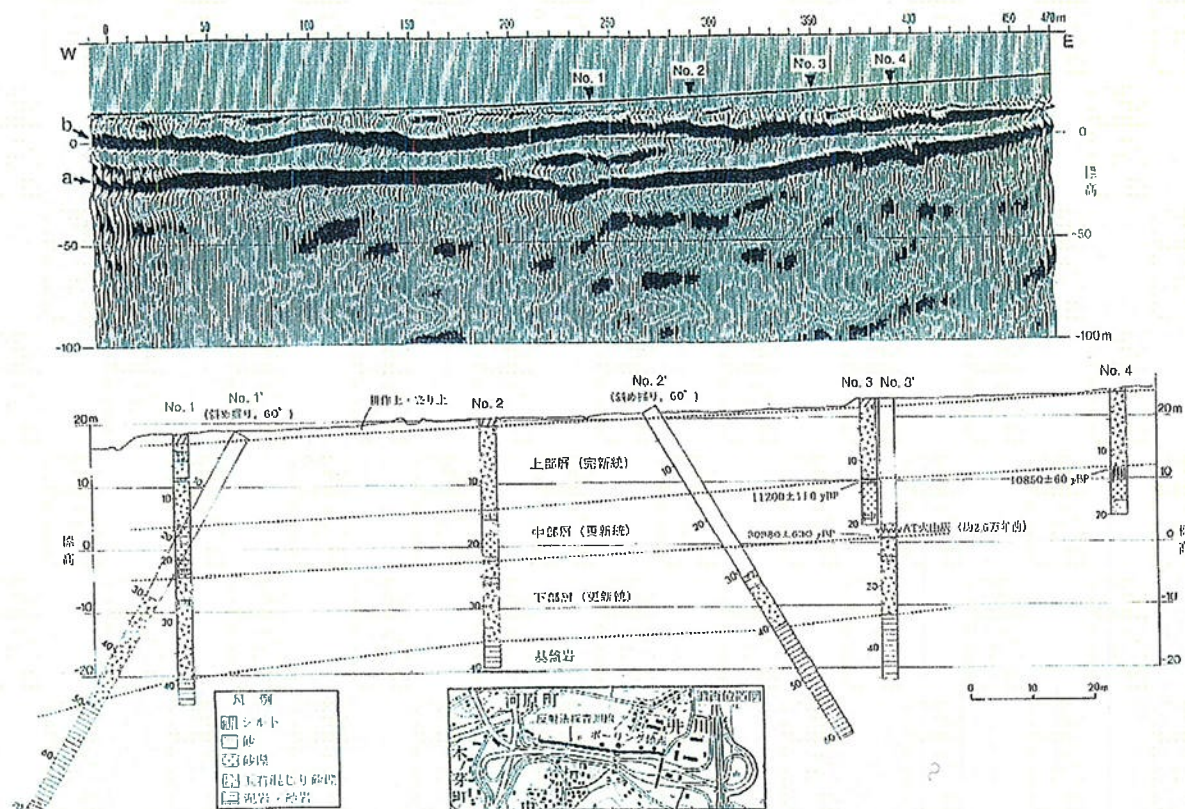
敦賀断層南部



後期更新世以降の活動を確認した箇所



# 敦賀断層の活動時期に関する他機関の主な調査結果



第2図 敦賀市井川における敦賀断層北部の反射法地震探査及びボーリング調査結果。

断層の推定通過位置はNo. 2地点とNo. 3地点の間。反射面aは基盤岩と更新統の境界、反射面bはほぼ上部層（更新統）の基底に対応する。

- ・敦賀断層北部の井川において、反射法地震探査(1997)及びボーリング調査(1998)を実施。
- ・その結果、敦賀断層北部は少なくとも最近の約3万年間は活動しないと判断される。
- ・なお、調査データから判断する限り、山地—平野境界には断層そのものが存在しない可能性が高いとしている（ただし、直線的な地形境界の形成を説明し得るだけのデータが得られていないとしている）。



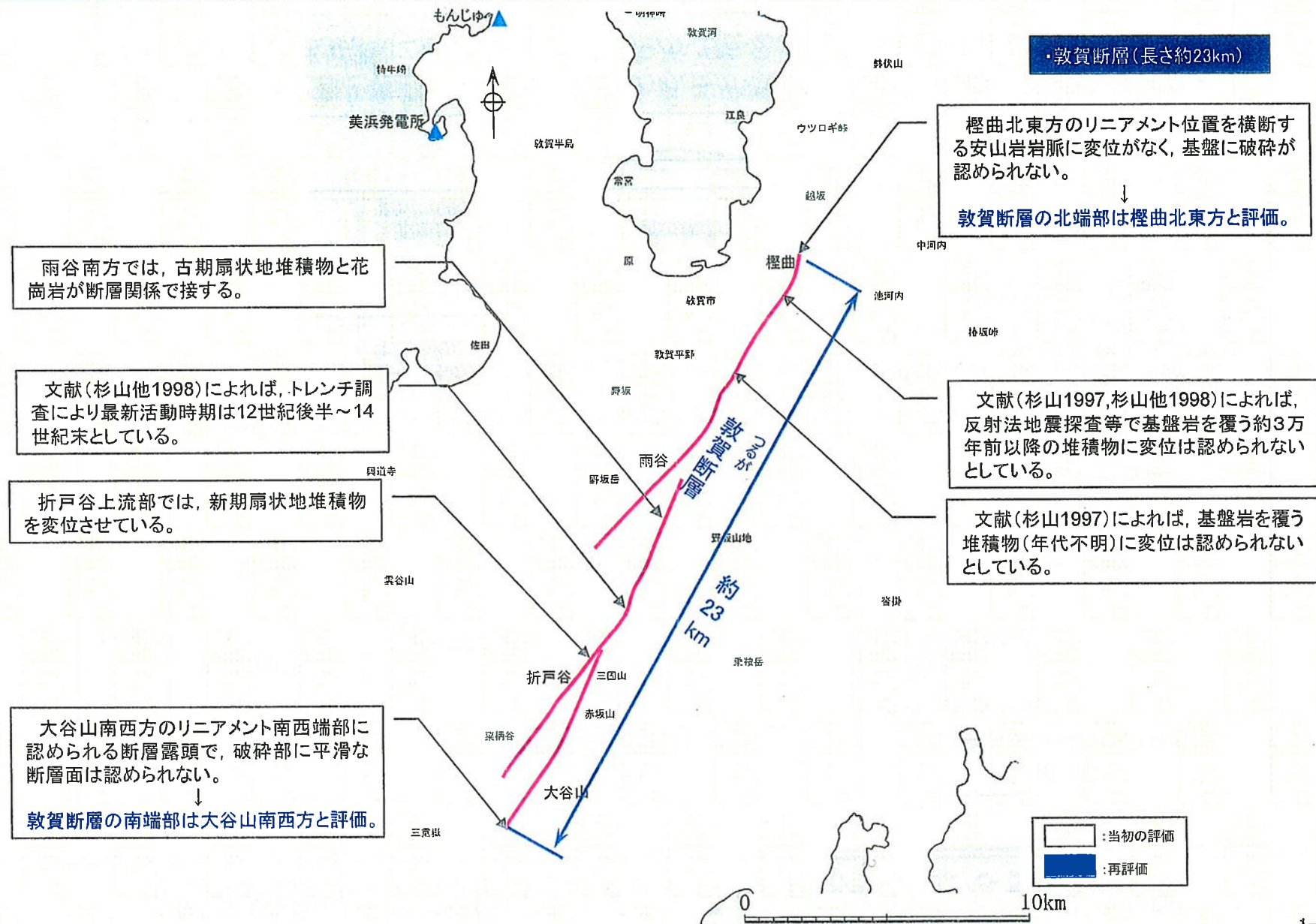
## 敦賀断層の活動時期に関する他機関の主な調査結果

| 項 目 |          | 北 部<br>(越坂付近～雨谷付近)                                                                                       | 南 部<br>(雨谷付近～赤坂山南西方)                                                                                                                                                                      |
|-----|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 地 形 | 変位地形要素   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・急崖</li> <li>・尾根の傾斜変換点</li> <li>・鞍部</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・尾根・河谷の右屈曲</li> <li>・急崖、低崖</li> <li>・逆向き低崖</li> <li>・尾根の傾斜変換点</li> <li>・鞍部</li> </ul>                                                              |
|     | 走 向      | NNE－SSW                                                                                                  | NNE－SSW                                                                                                                                                                                   |
| 地 質 | 断層の走向・傾斜 | <p>—</p> <p>* 他機関の調査も含め、断層は確認されていない(杉山ほか(1998)* では「敦賀平野東縁の山地－平野境界には断層そのものが存在しない可能性が高いと考えられる」とされている)。</p> | <p>NNE走向、ほぼ鉛直</p> <p>(雨谷南方) Loc.T-2: N30° E84° NW<br/> (折戸谷上流部) Loc.T-3: N40° E82° NW<br/> (赤坂山西方) Loc.T-4: N32° E90°<br/> Loc.T-5: N50° E78° NW<br/> (赤坂山南西方) Loc.Tt-5: N48° E64° SE</p> |
|     | 最新活動時期   | <p>少なくとも約3万年前以前</p> <p>* 反射法地震探査、ボーリング調査の結果に基づく杉山ほか(1998)による。</p>                                        | <p>12世紀後半～14世紀末</p> <p>* トレンチ調査等の結果に基づく杉山ほか(1998)による。</p>                                                                                                                                 |

敦賀断層の北部と南部では地形・地質の状況が異なっており、南部で確認された断層は後期更新世以降に活動したことが明らかであるが、北部では断層は確認されていない。



# 敦賀断層の評価の概要



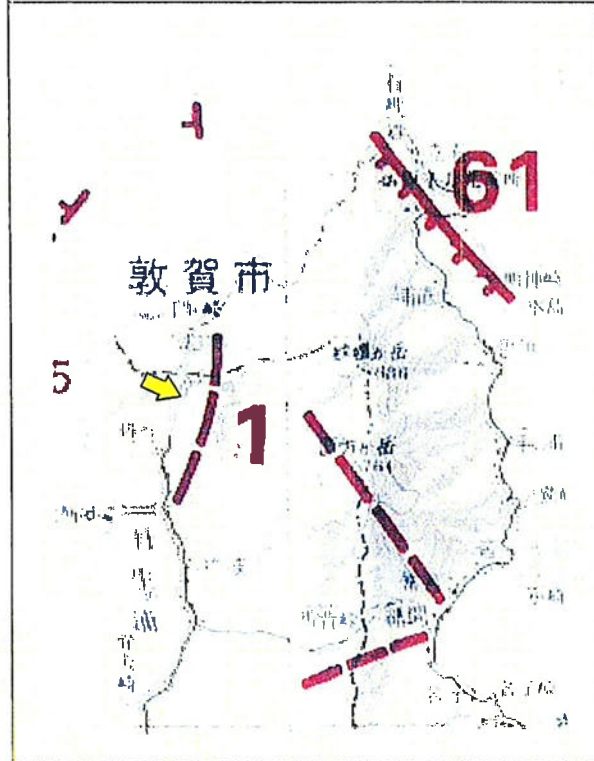


## 2-5 白木一丹生断層



# 白木一丹生断層に関する文献

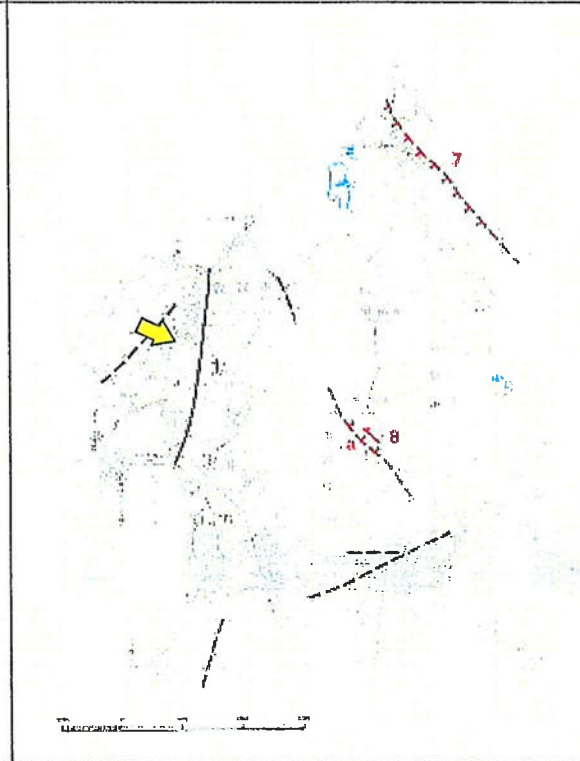
活断層研究会編  
「新編 日本の活断層(1991)」



| 断層名     | 長さ  | 確実度 | 変位の向き |
|---------|-----|-----|-------|
| 1 白木一丹生 | 4km | Ⅲ   | E隆起   |

確実度Ⅰ: 活断層であることが確実なもの  
確実度Ⅱ: 活断層であると推定されるもの  
確実度Ⅲ: 活断層の疑いがあるリニアメント

岡田・東郷編  
「近畿の活断層(2000)」



| 断層名     | 長さ    | 確実度 | 変位の向き |
|---------|-------|-----|-------|
| 1 白木一丹生 | 3.3km | L   | E隆起   |

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

中田・今泉編  
「活断層詳細デジタルマップ(2002)」



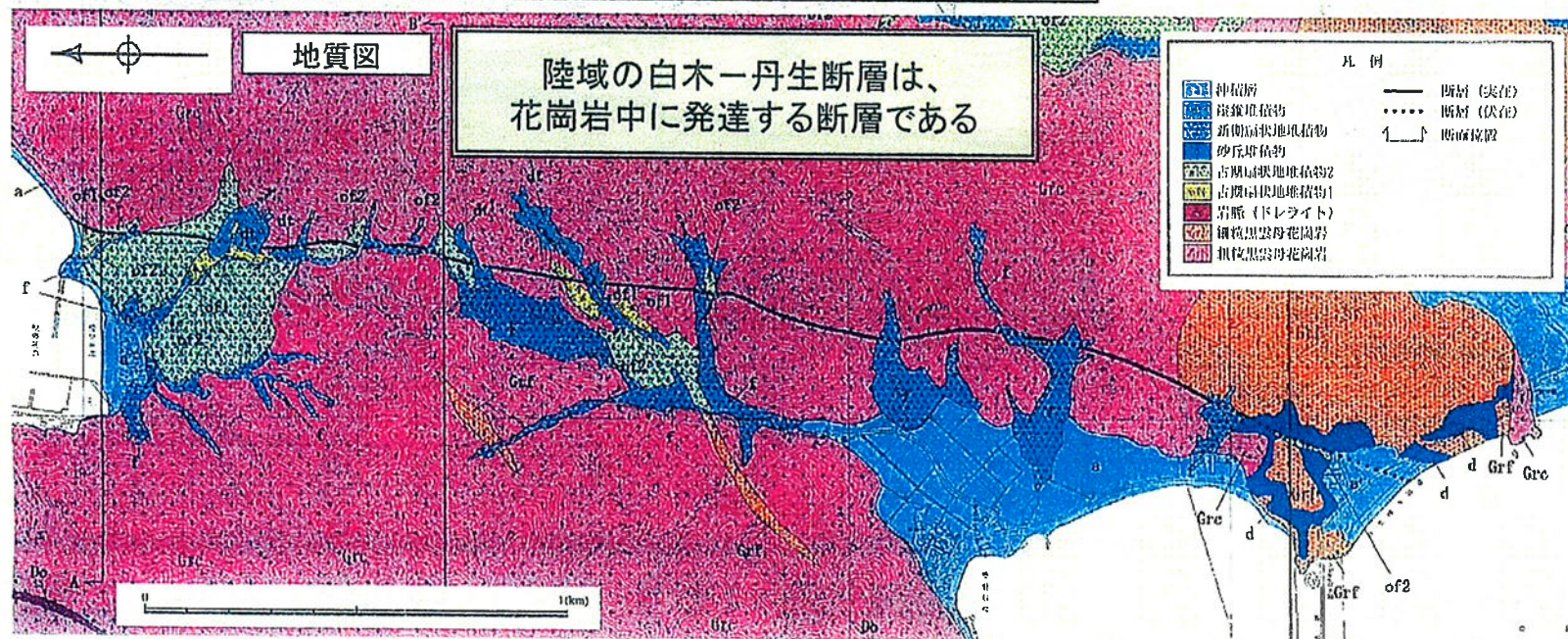
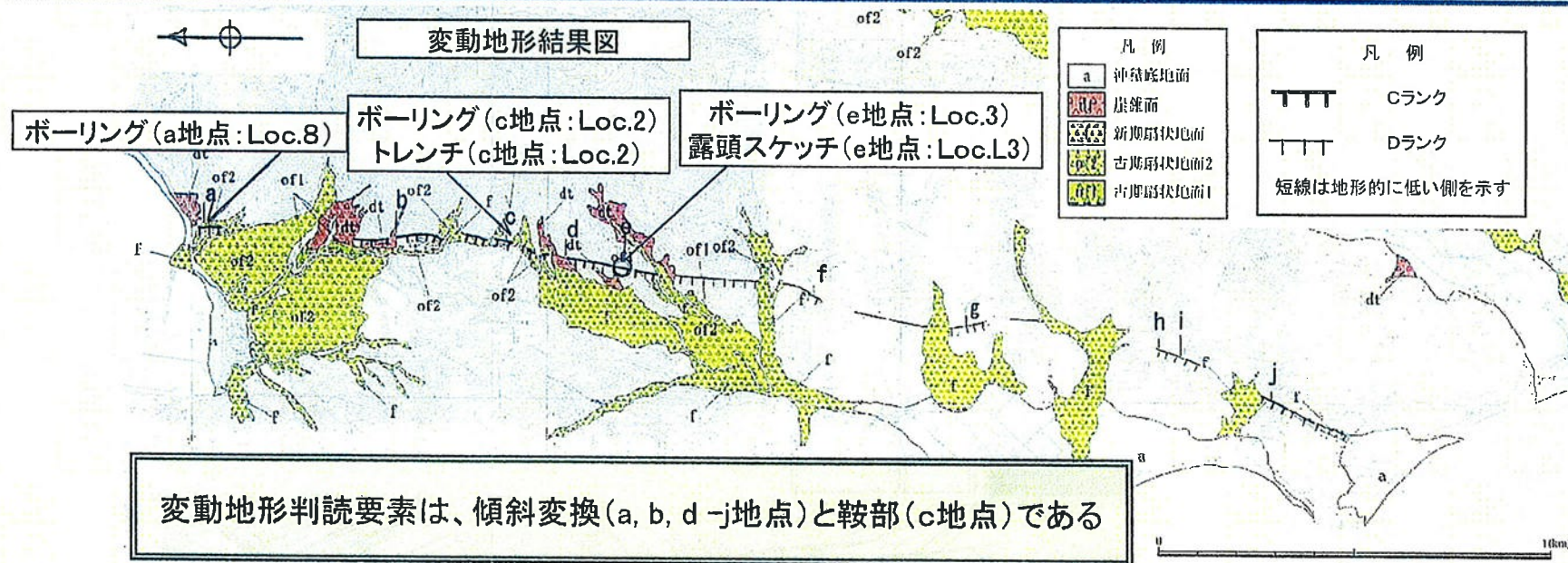
| 断層名  | 長さ | 分類 | 変位の向き |
|------|----|----|-------|
| 記載なし |    |    |       |

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

推本による記載なし



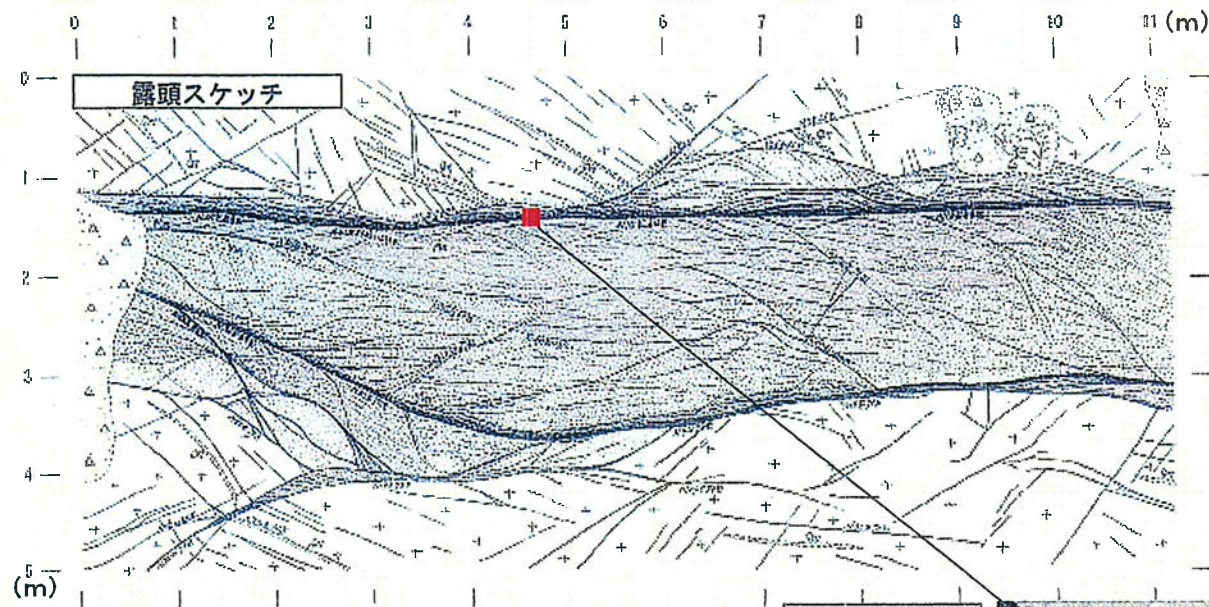
# 白木一丹生断層周辺の変動地形調査結果・地質図



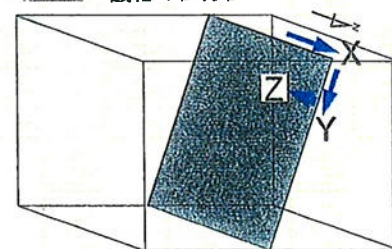


# 露頭スケッチ(e地点:Loc. L3)・破碎部性状

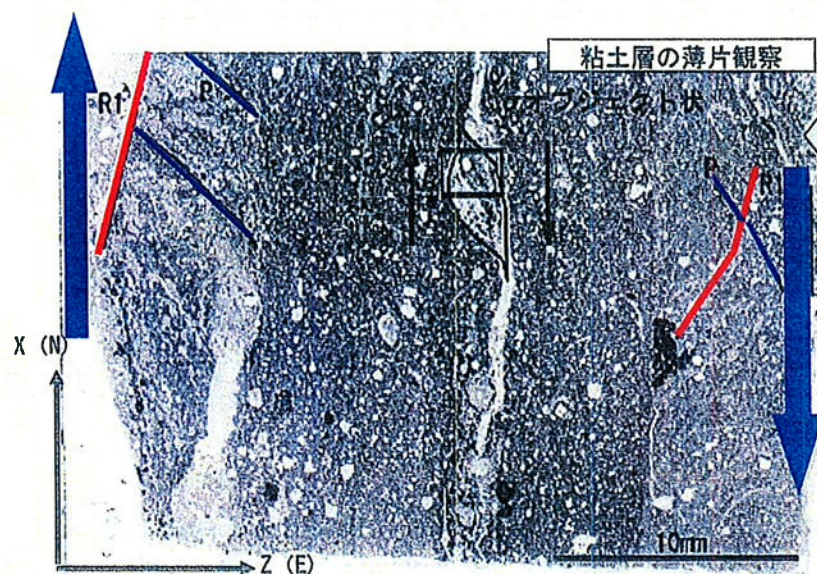
e地点:Loc.L3



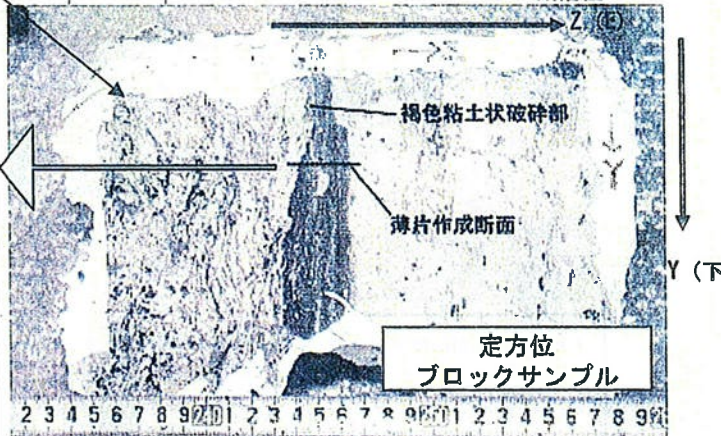
- 粘土～シルト状破碎部 (変質を伴う)
- シルト～砂状破碎部 (変質を伴う)
- 砂～角礫状破碎部 (変質を伴う)
- 非変質部
- 石英脈
- 酸化マンガン



サンプル座標系 断層面



粘土層の薄片観察



褐色粘土状破碎部

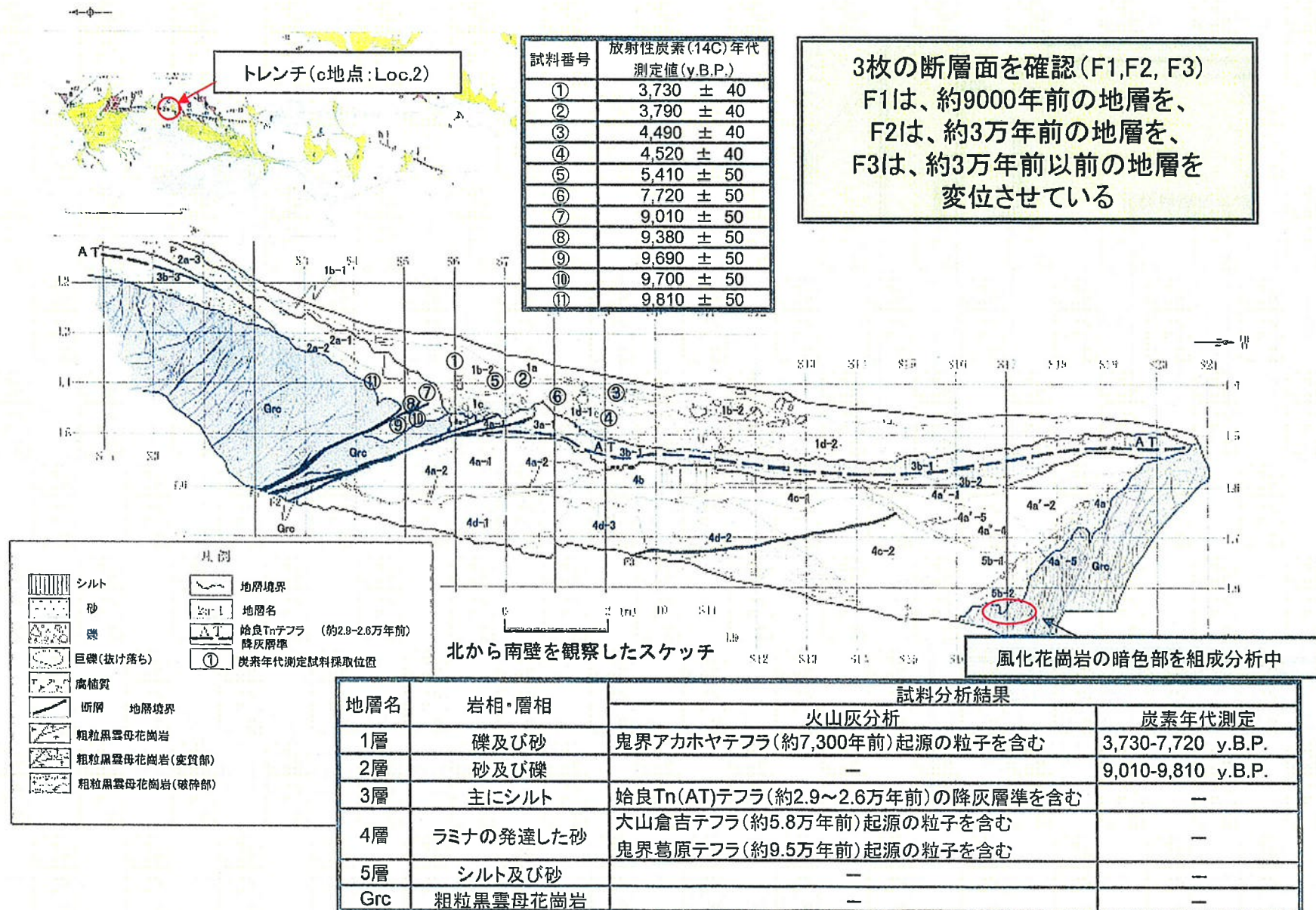
薄片作成断面

定方位  
ブロックサンプル

定方位ブロックサンプルの、薄い粘土層の薄片観察により、  
断層活動の痕跡が確認された  
(右ずれ+逆断層運動)



## トレンチスケッチ(c地点:Loc. 2)



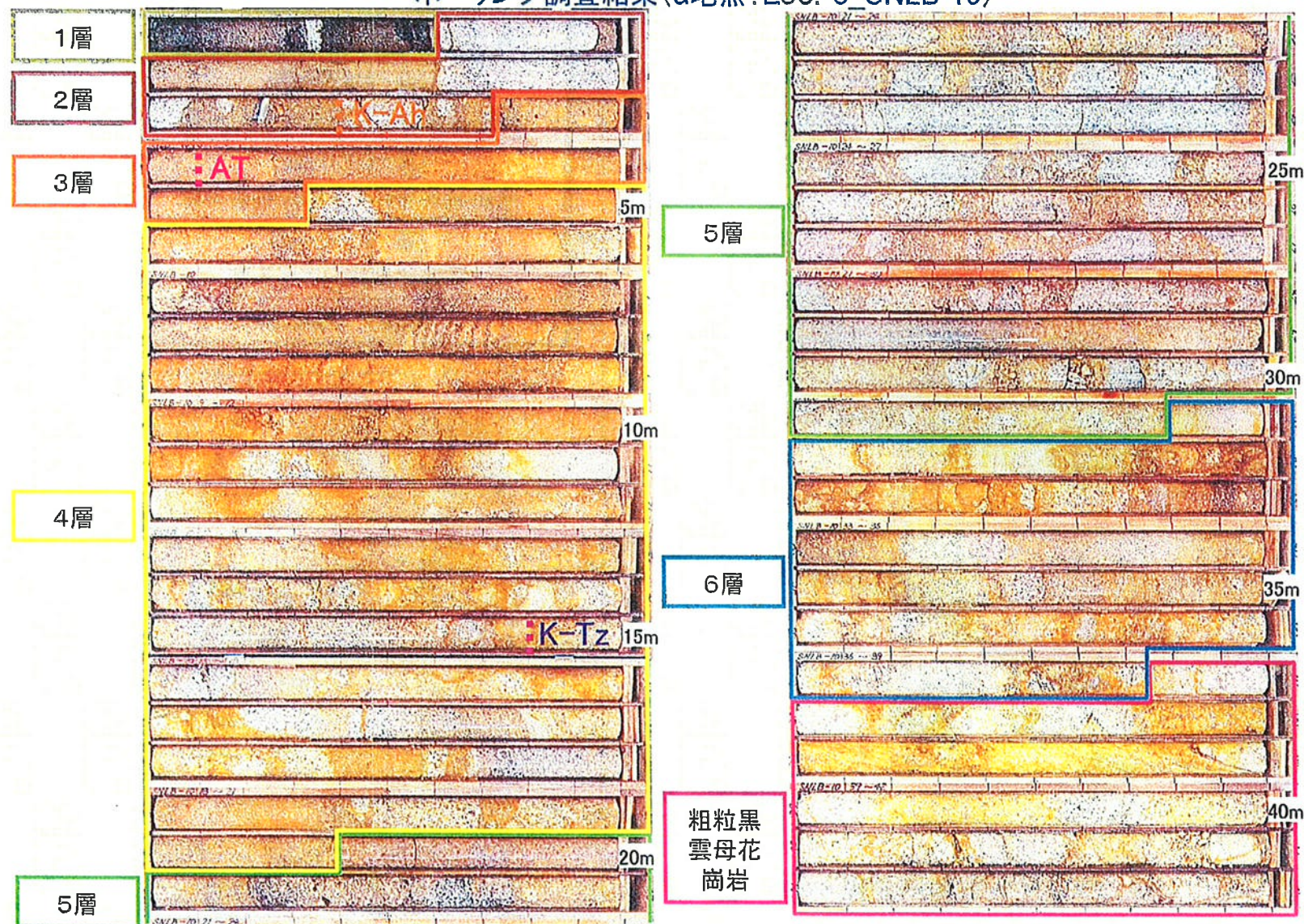






## 断層下盤側の堆積層の傾斜について[Loc.8ボーリング調査] (1/2)

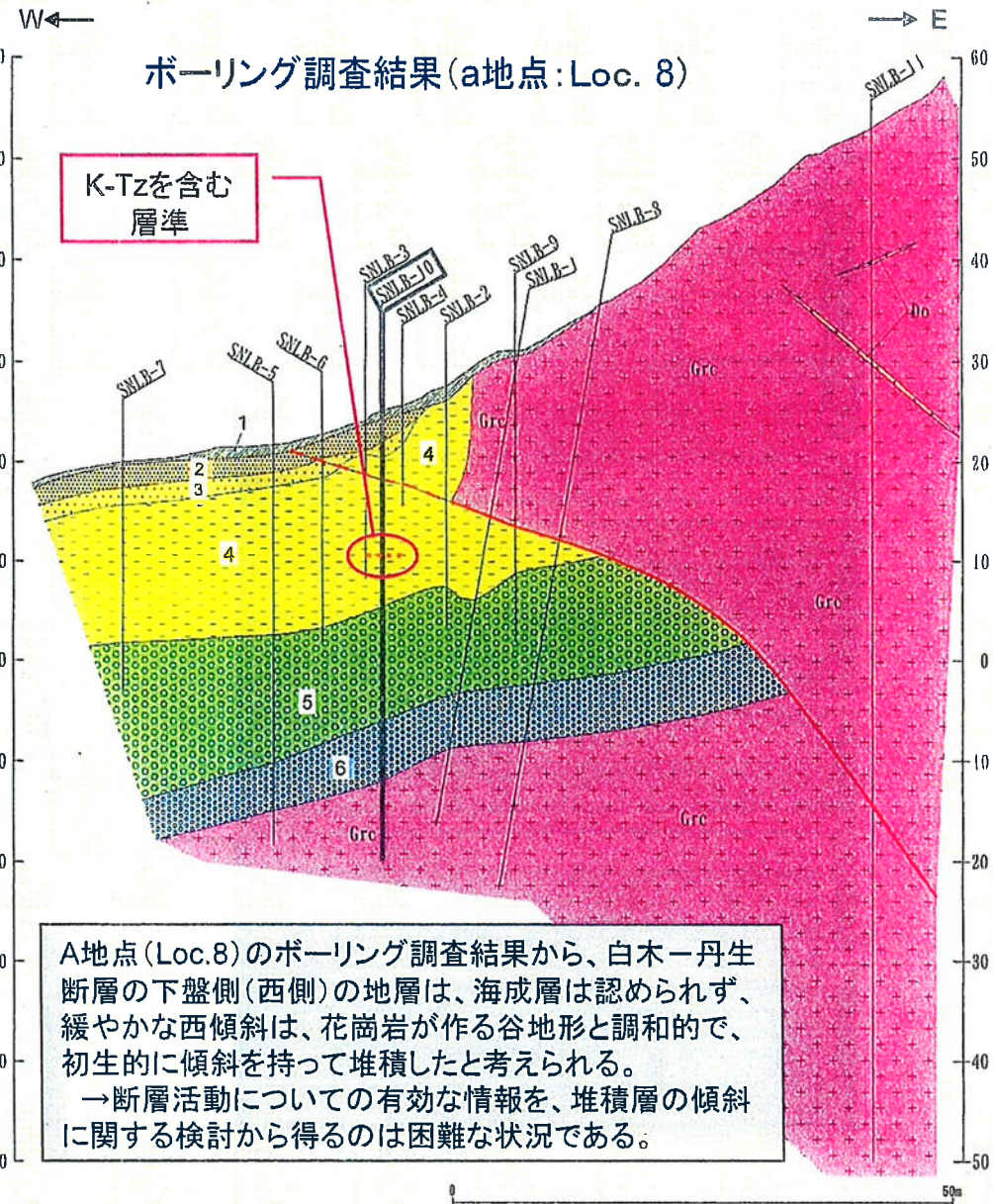
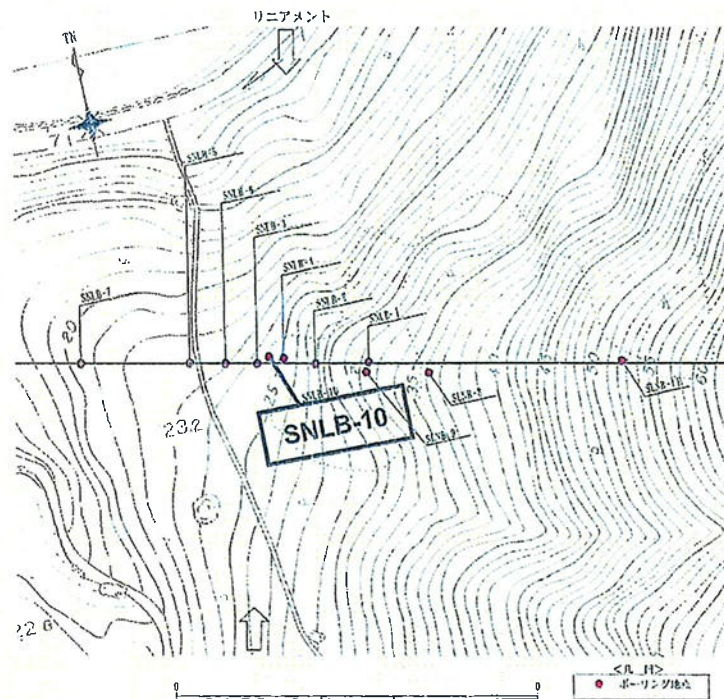
ボーリング調査結果(a地点: Loc. 8\_SNLB-10)



- ・堆積層は主として扇状地堆積物からなり、海成層に特徴的な岩相・堆積構造等は見られない
- ・白木-丹生断層下盤側の地層の傾斜は、岩盤がつくる白木低地を軸とした谷と調和的である



# 断層下盤側の堆積層の傾斜について[Loc.8ボーリング調査] (2/2)

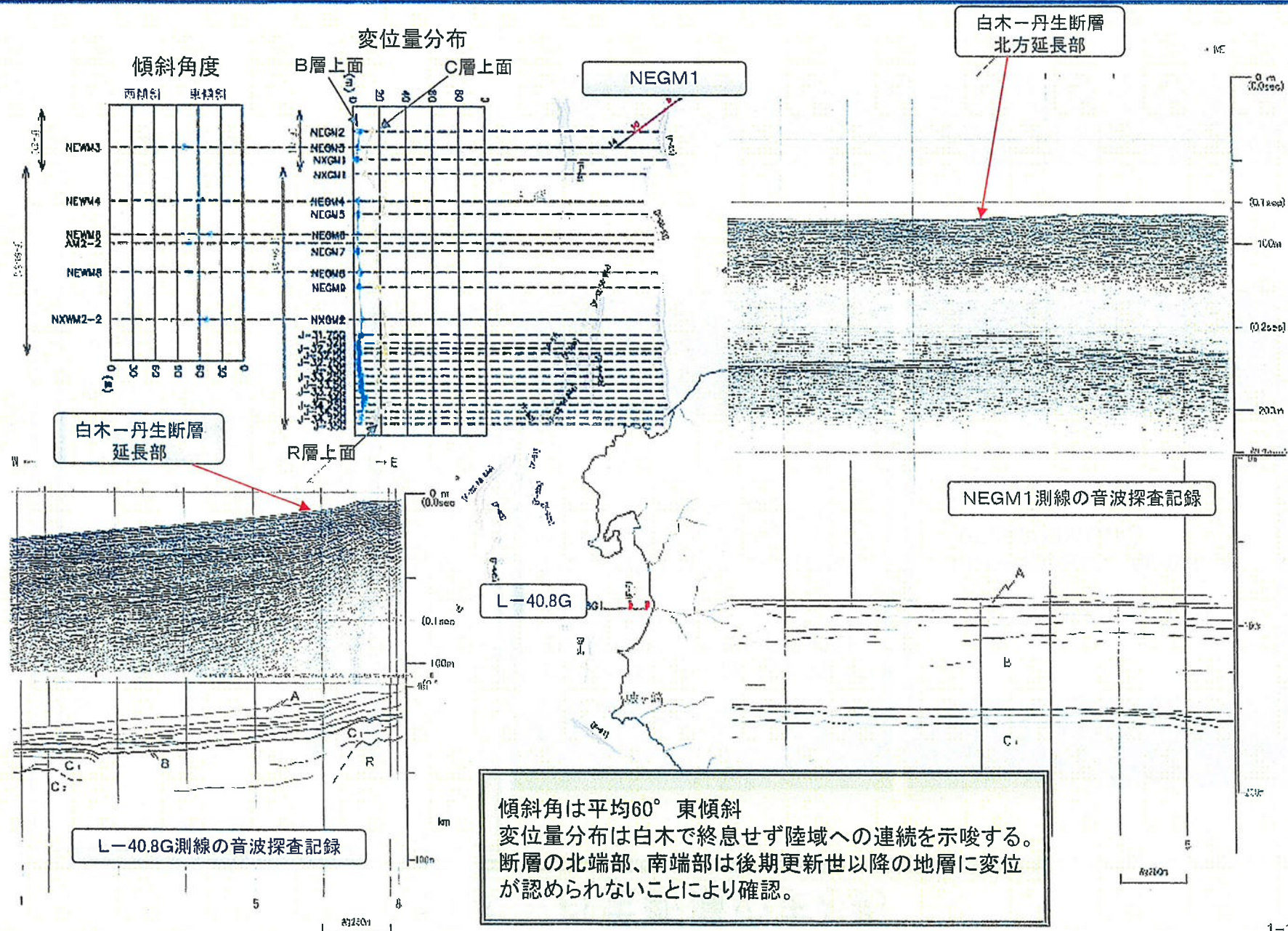


| 地層区分 | 地層名 (層相)                    |
|------|-----------------------------|
| 1層   | 表土および斜面堆積物<br>(砂・シルト・礫)     |
| 2層   | 扇状地堆積物および斜面堆積物<br>(礫・シルト・砂) |
| 3層   | 扇状地堆積物および斜面堆積物<br>(礫・シルト・砂) |
| 4層   | 扇状地堆積物 (礫・シルト・砂)            |
| 5層   | 扇状地堆積物 (礫・砂)                |
| 6層   | 扇状地堆積物 (礫・砂・シルト)            |

A地点 (Loc.8) のボーリング調査結果から、白木-丹生断層の下盤側(西側)の地層は、海成層は認められず、緩やかな西傾斜は、花崗岩が作る谷地形と調和的で、初生的に傾斜を持って堆積したと考えられる。  
→断層活動についての有効な情報を、堆積層の傾斜に関する検討から得るのは困難な状況である。

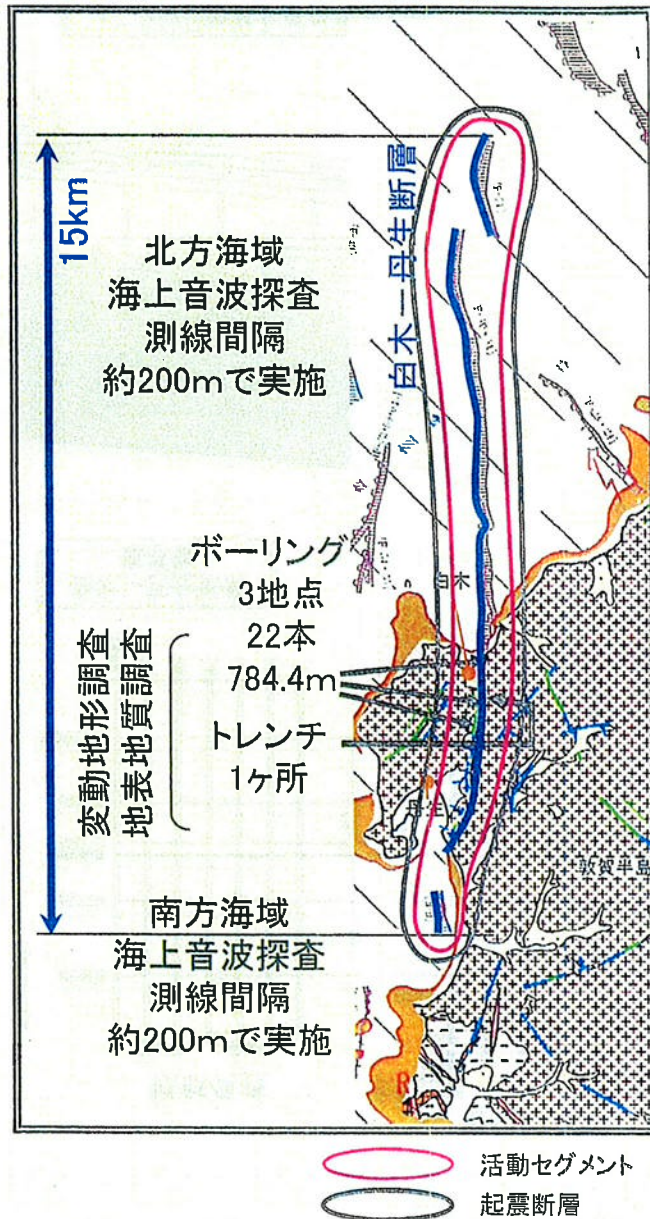


# 白木一丹生断層(海域)の調査結果





# 白木一丹生断層のまとめ



## 断層の連続性

白木北方海域から、陸域を通過して  
丹生南方海域まで、ほぼ南北走向  
で東側隆起の東傾斜の逆断層

北端部・南端部は、後期更新世以降  
の堆積物に変位が認められないこと  
を海上音波探査記録により確認

## 断層の活動性

後期更新世以降の活動あり

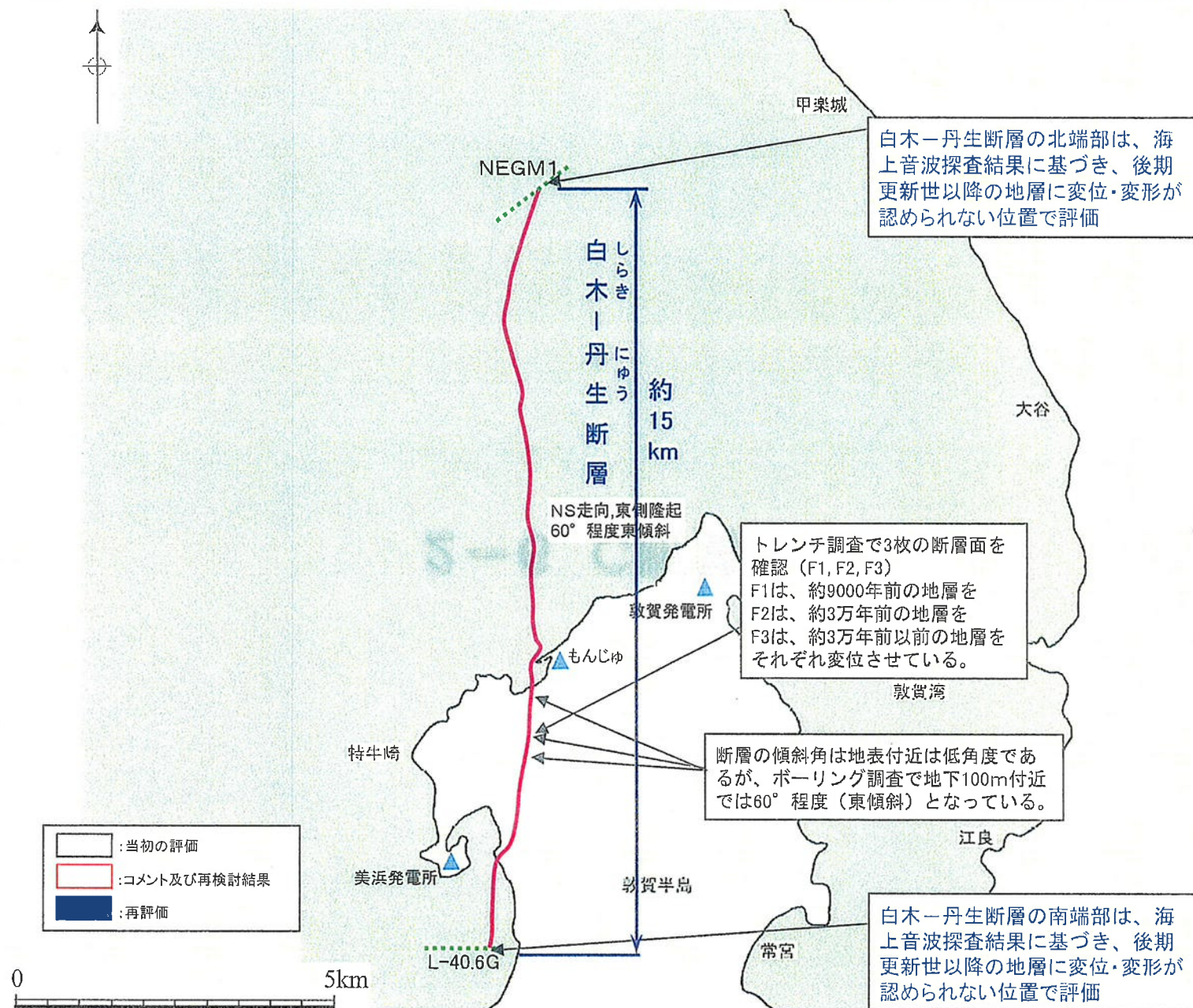
トレンチ調査から、約9000年前  
の活動が認められる

活動セグメント  
白木一丹生Sg

起震断層  
白木一丹生断層



# 白木－丹生断層評価の概要



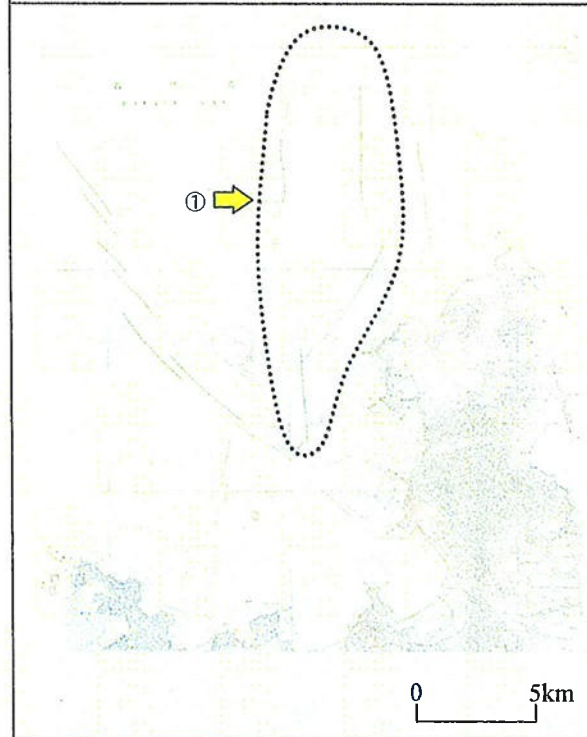


2-6 C断層

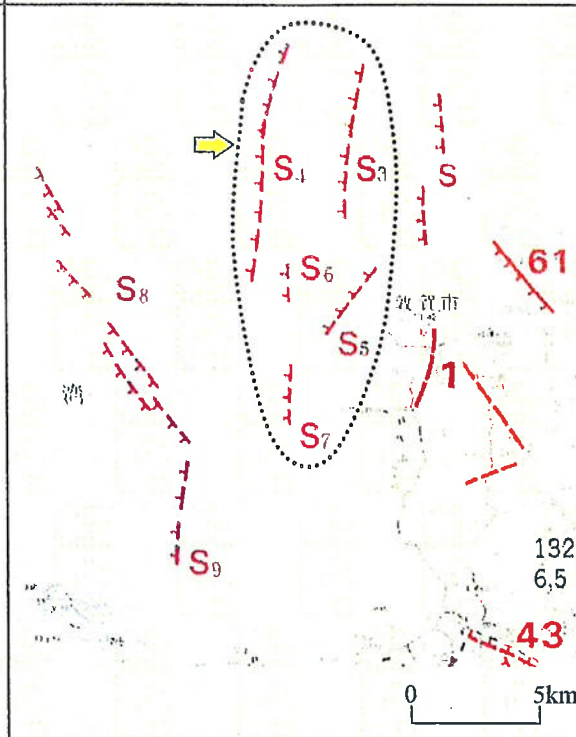


## C断層に関する文献

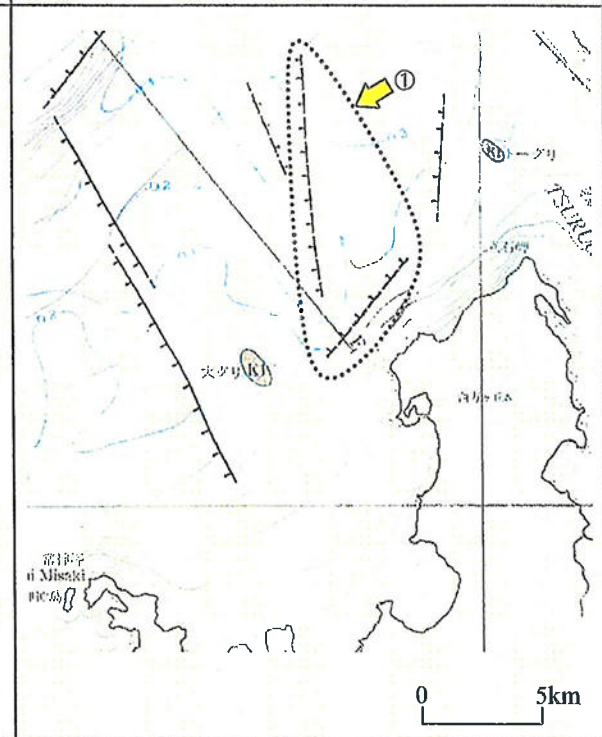
海上保安庁水路部  
「沿岸の海の基本図若狭湾東部(1980)」



活断層研究会編  
「新編 日本の活断層(1991)」



地質調査所  
「ゲンタツ瀬海底地質図(2000)」



| 断層名    | 長さ        | 分類             | 変位の向き |
|--------|-----------|----------------|-------|
| ① 名称なし | 2km~8.5km | 推定断層<br>伏在推定断層 | 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]

| 断層名                  | 長さ    | 確実度 | 変位の向き |
|----------------------|-------|-----|-------|
| 若狭湾断層群S <sub>3</sub> | 5.5km | Ⅱ   | 東側隆起  |
| 若狭湾断層群S <sub>4</sub> | 8km   | Ⅱ   | 東側隆起  |
| 若狭湾断層群S <sub>5</sub> | 7.5km | Ⅱ   | 南東側隆起 |
| 若狭湾断層群S <sub>6</sub> | 2.5km | Ⅱ   | 東側隆起  |
| 若狭湾断層群S <sub>7</sub> | 2km   | 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  
確実度Ⅲ: 活断層の疑いがあるもの

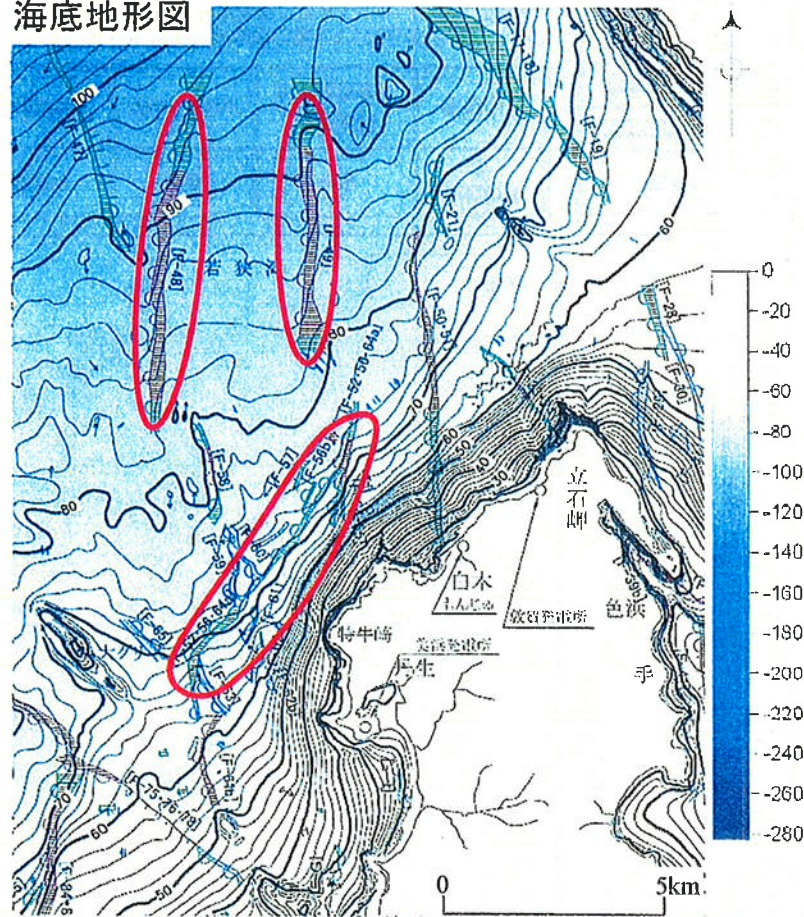
| 断層名    | 長さ                  | 分類   | 変位の向き |
|--------|---------------------|------|-------|
| ① 名称なし | 約6km, 約11km<br>(図読) | 伏在断層 | 東側隆起  |

断層[太線]、伏在断層[破線]、推定断層[細線]に分類し、図示

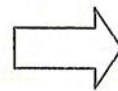


## C断層の調査結果概要 (C断層周辺の地形)

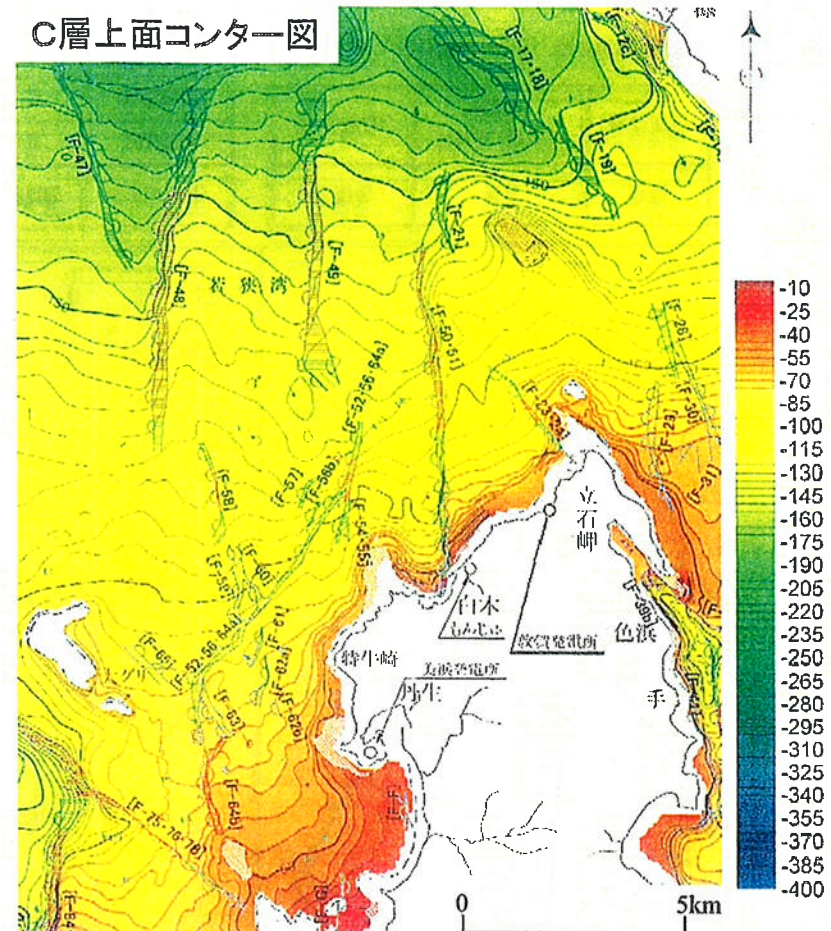
海底地形図



- ・敦賀半島北西沖には、東側が隆起する二列の高度不連続(NS方向)が認められる。
- ・特牛崎沿岸は、北西方に急傾斜を示し、2 km程度沖合いで緩やかとなる。  
(傾斜の変換)



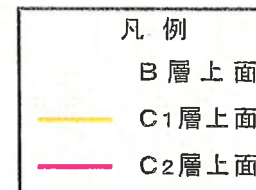
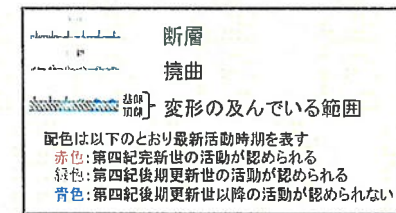
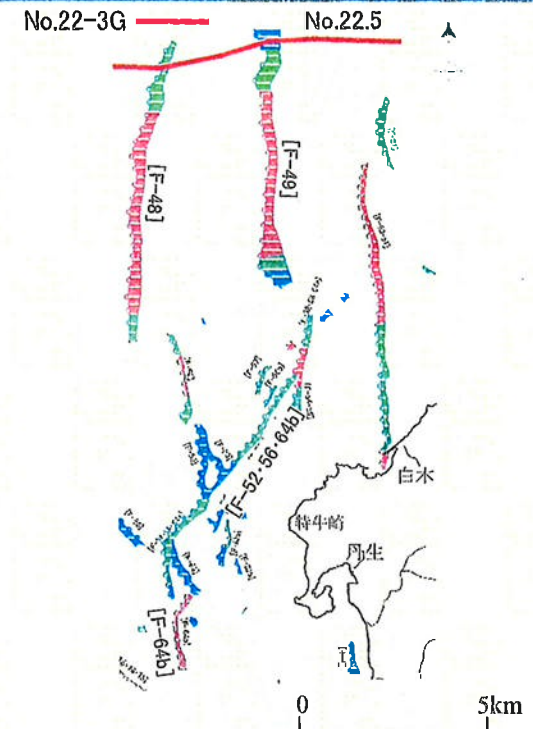
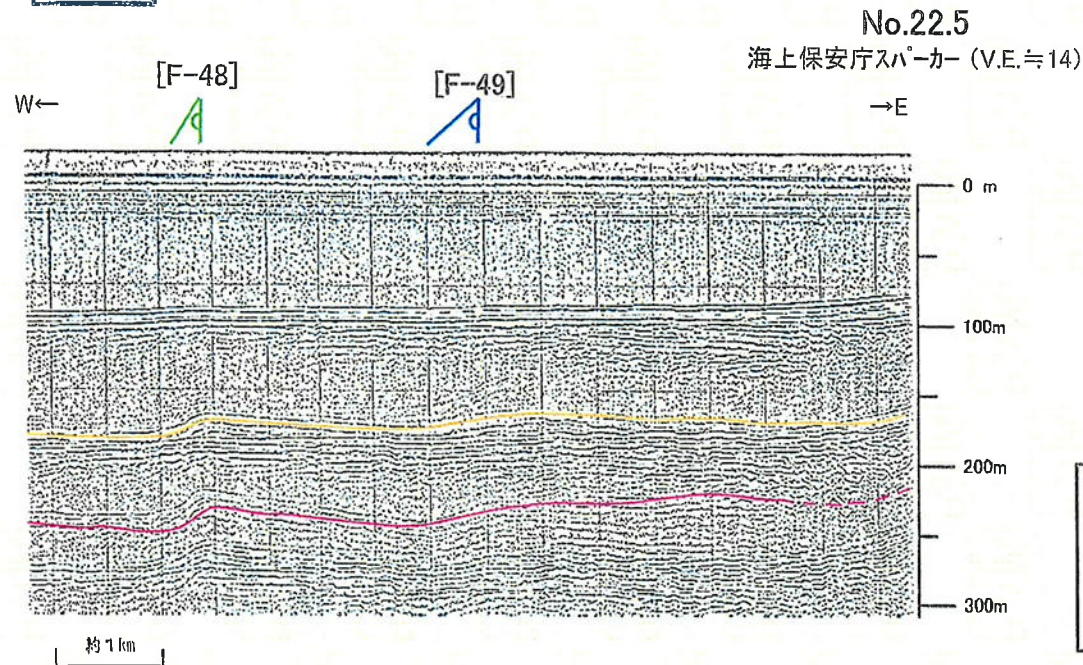
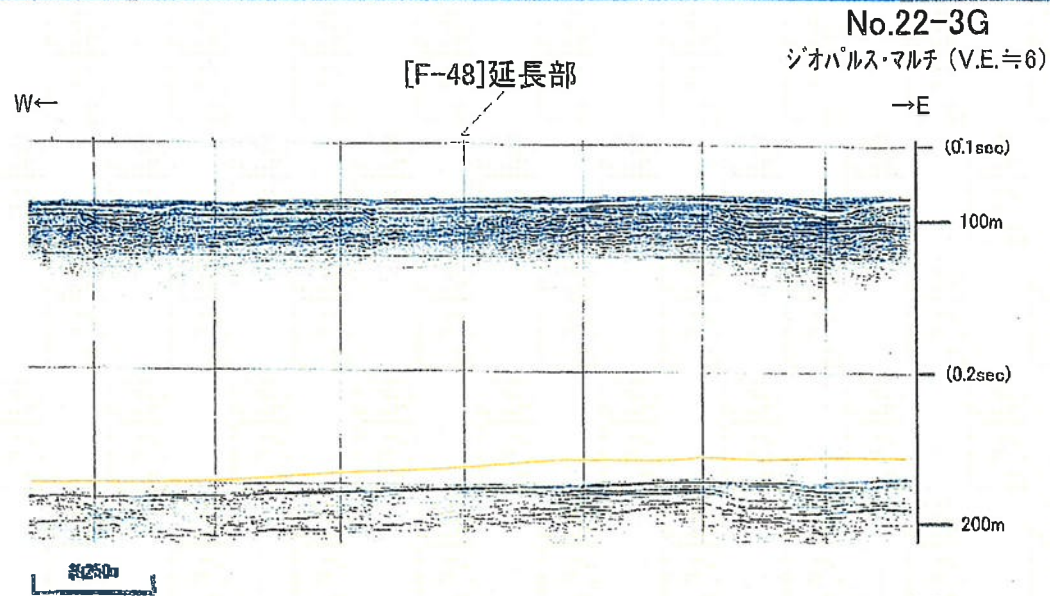
C層上面コンター図



- ・C層上面の深度分布においても、同様の傾向が認められる。  
(R層[音響基盤]上面も同様の傾向)
- ・NS方向の高度不連続の西縁および傾斜の変換部に断層が認められる。



# C断層の調査結果概要(海上音波探査記録) (1/3)

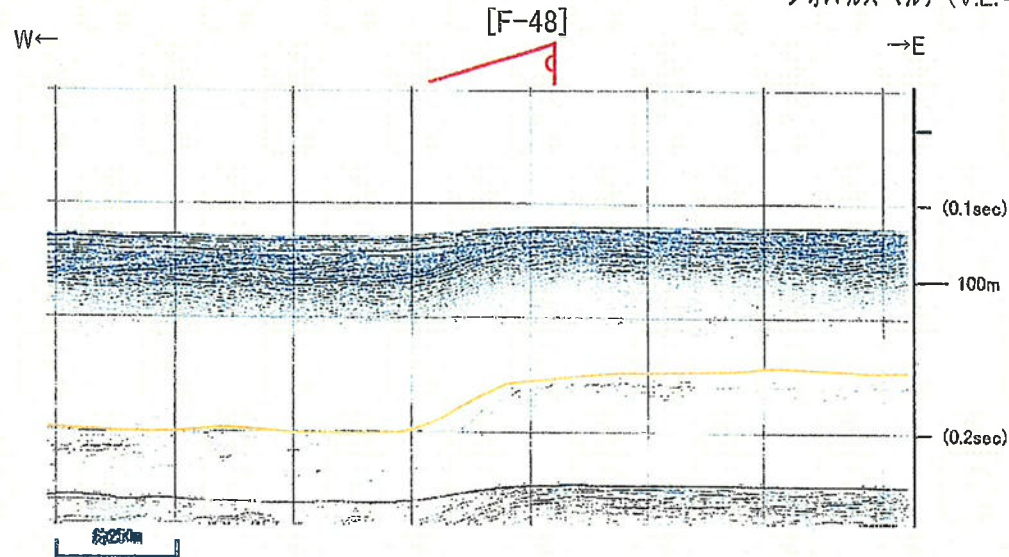




# C断層の調査結果概要(海上音波探査記録) (2/3)

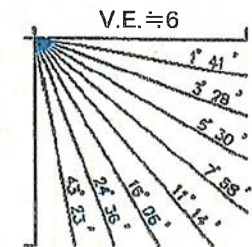
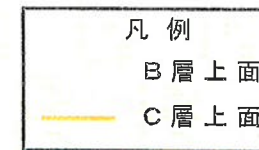
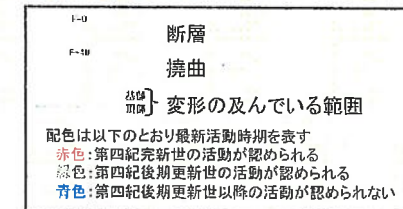
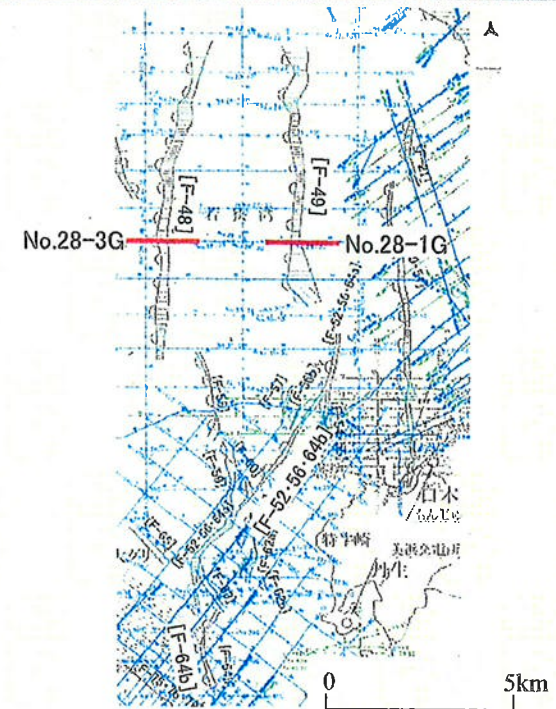
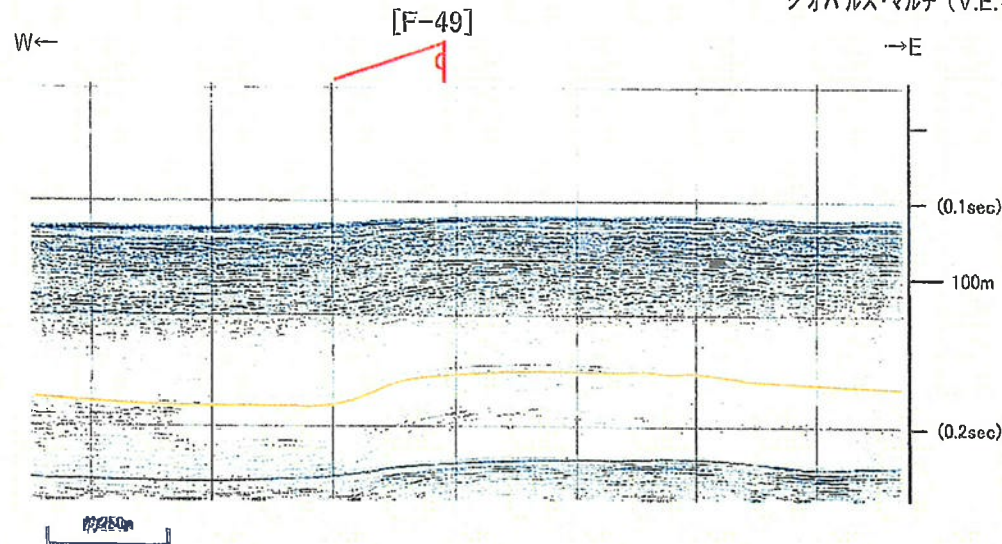
No.28-3G

ジオパルス・マルチ (V.E.≒6)



No.28-1G

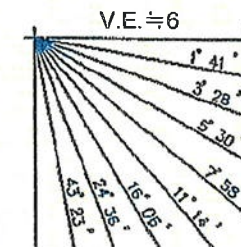
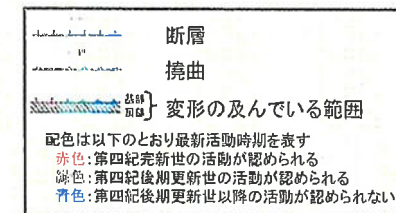
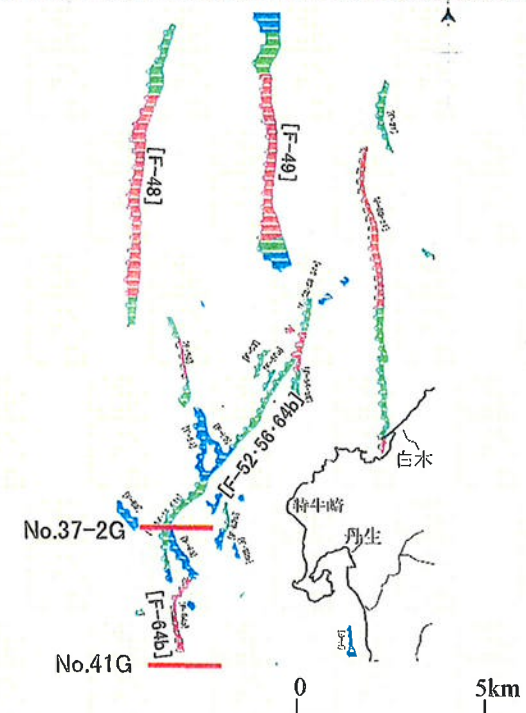
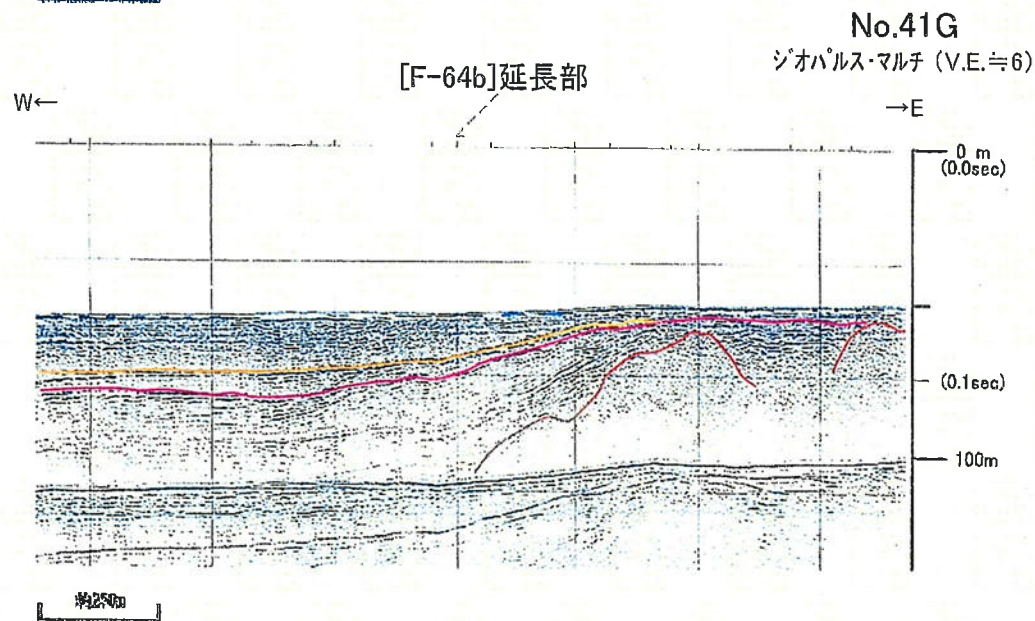
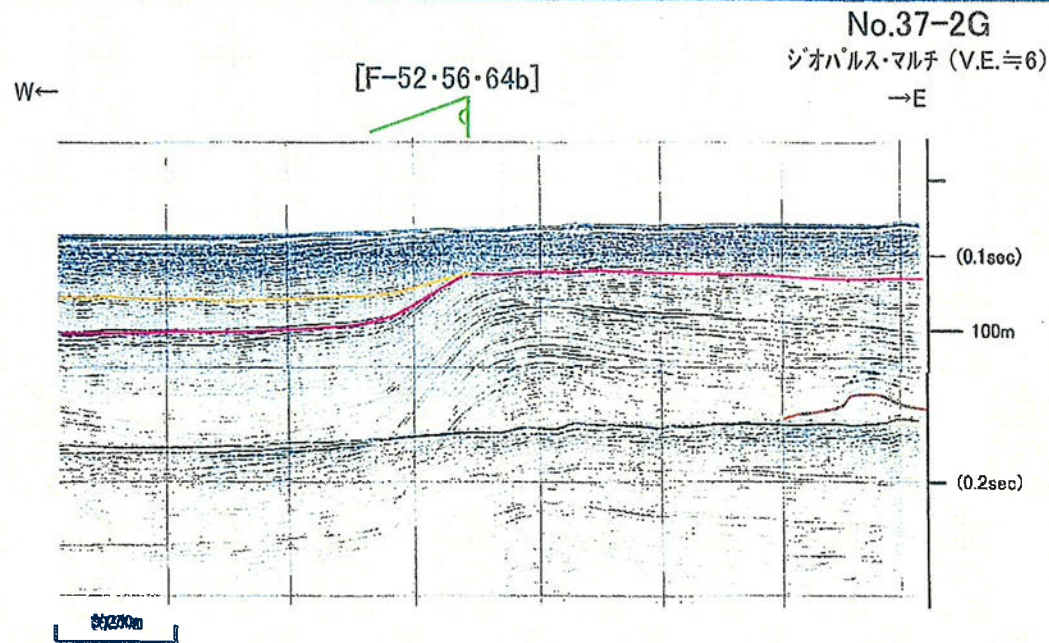
ジオパルス・マルチ (V.E.≒6)



数字(角度)は水平・垂直比が1:1の傾斜角度 1-121



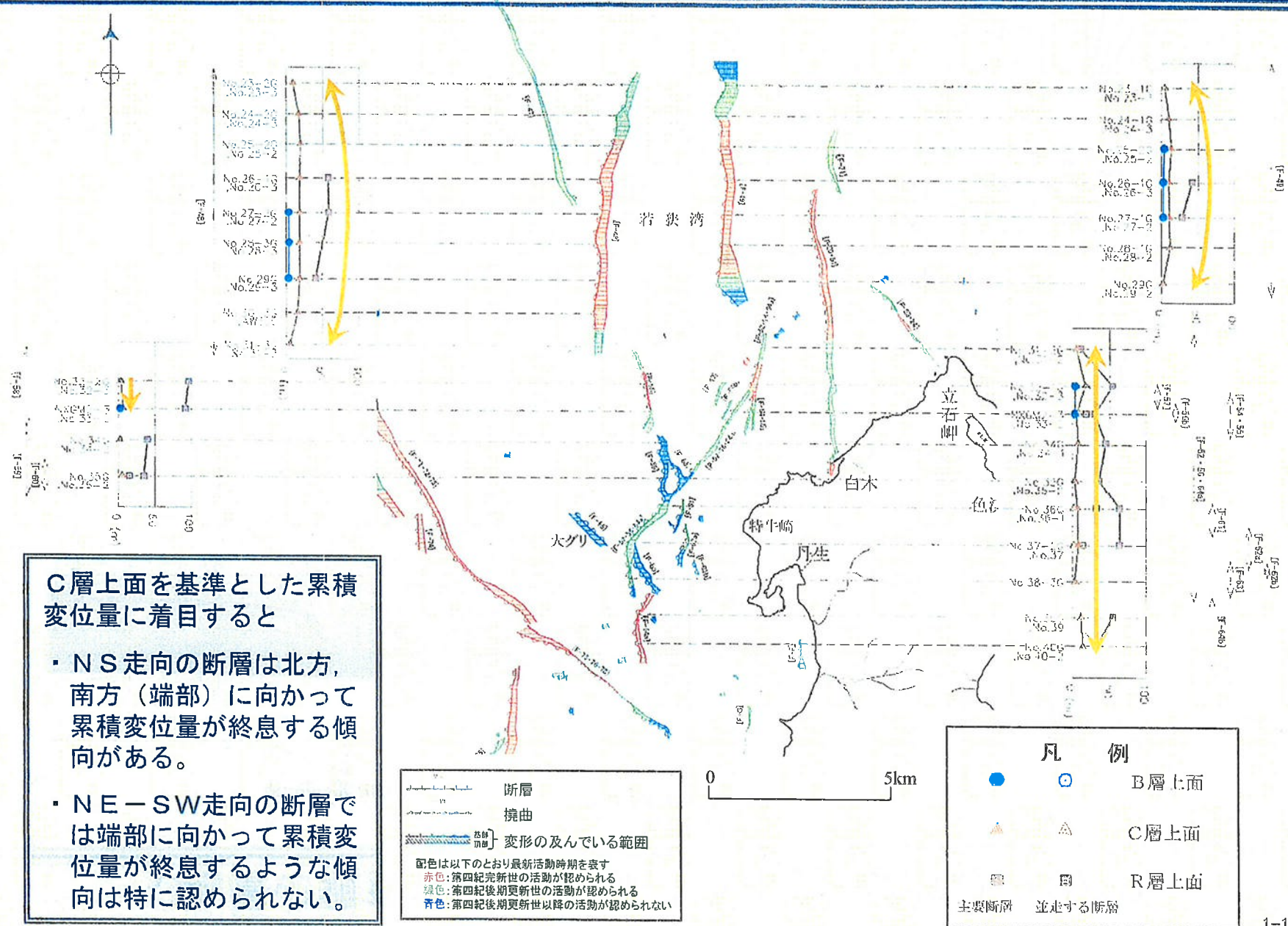
# C断層の調査結果概要(海上音波探査記録) (3/3)



数字(角度)は水平・垂直比が1:1の傾斜角度 1-122

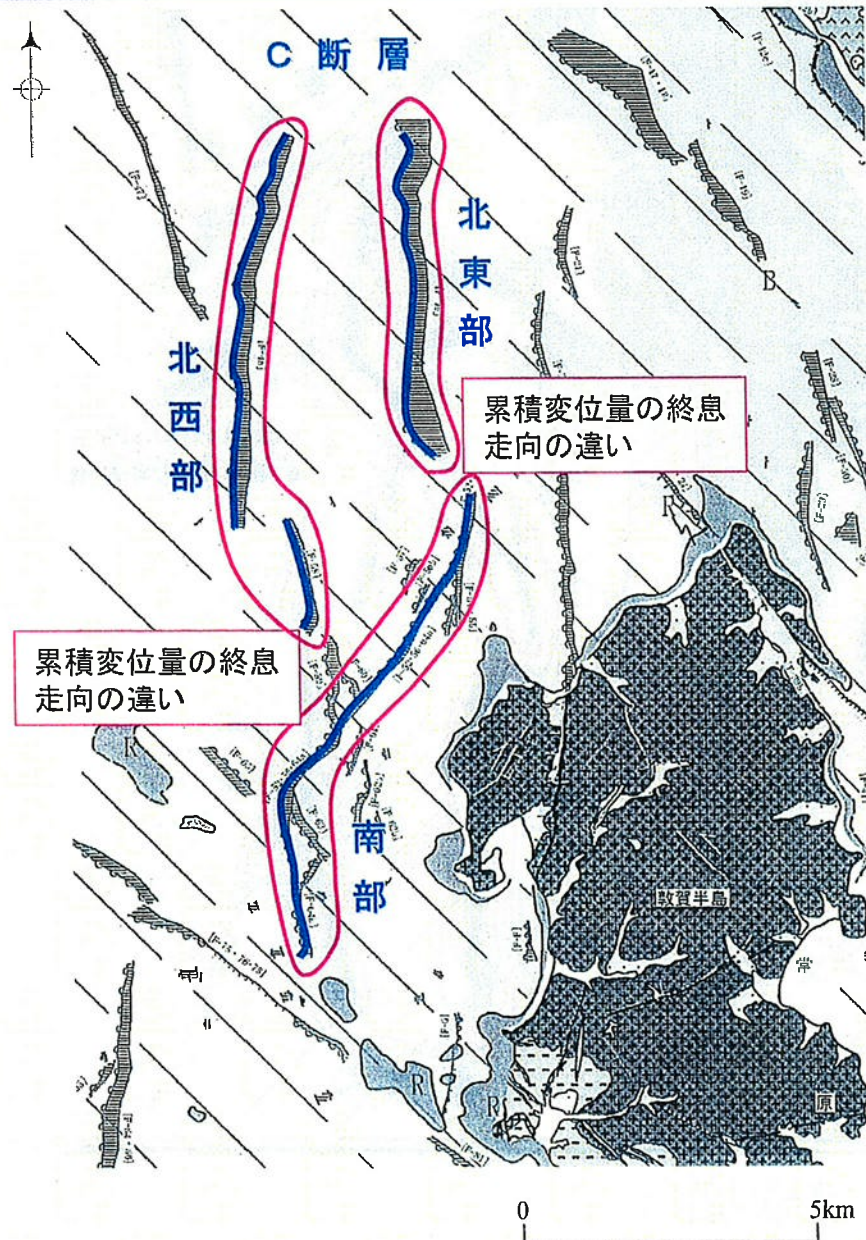


# C断層の調査結果概要 (C断層の累積変位量)





## C断層の当初のまとめ



### 断層の連続性

- NS方向の東側隆起の高度不連続の西縁に断層が分布
- NE-SW方向の傾斜の変換部に断層が分布

### 断層の活動性

- 後期更新世以降の活動あり
- NS走向の断層は端部に向かって変位が終息する傾向

### 活動セグメント

C断層北西部Sg, C断層北東部Sg  
C断層南部Sg



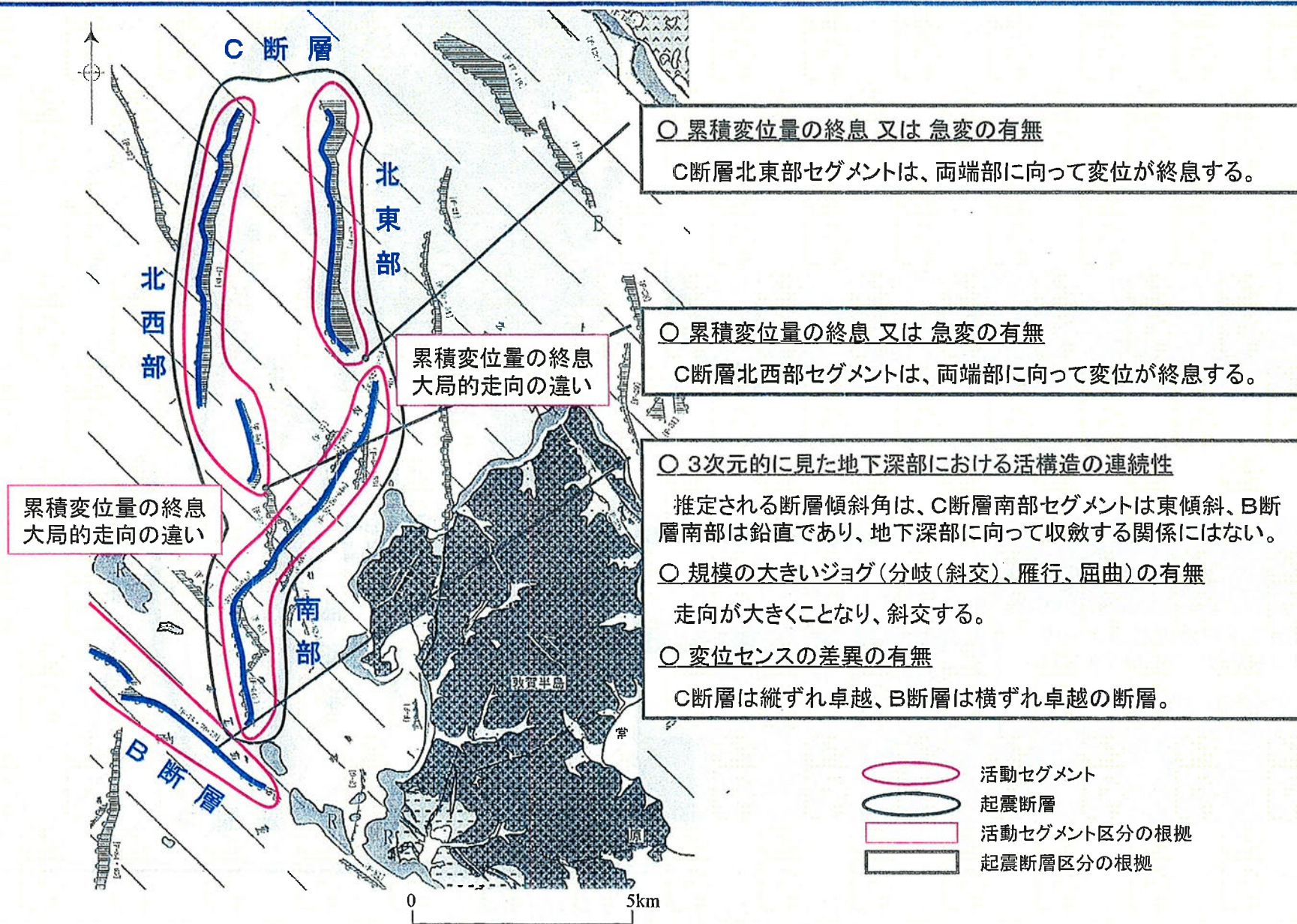
活動セグメント



活動セグメントの区分根拠

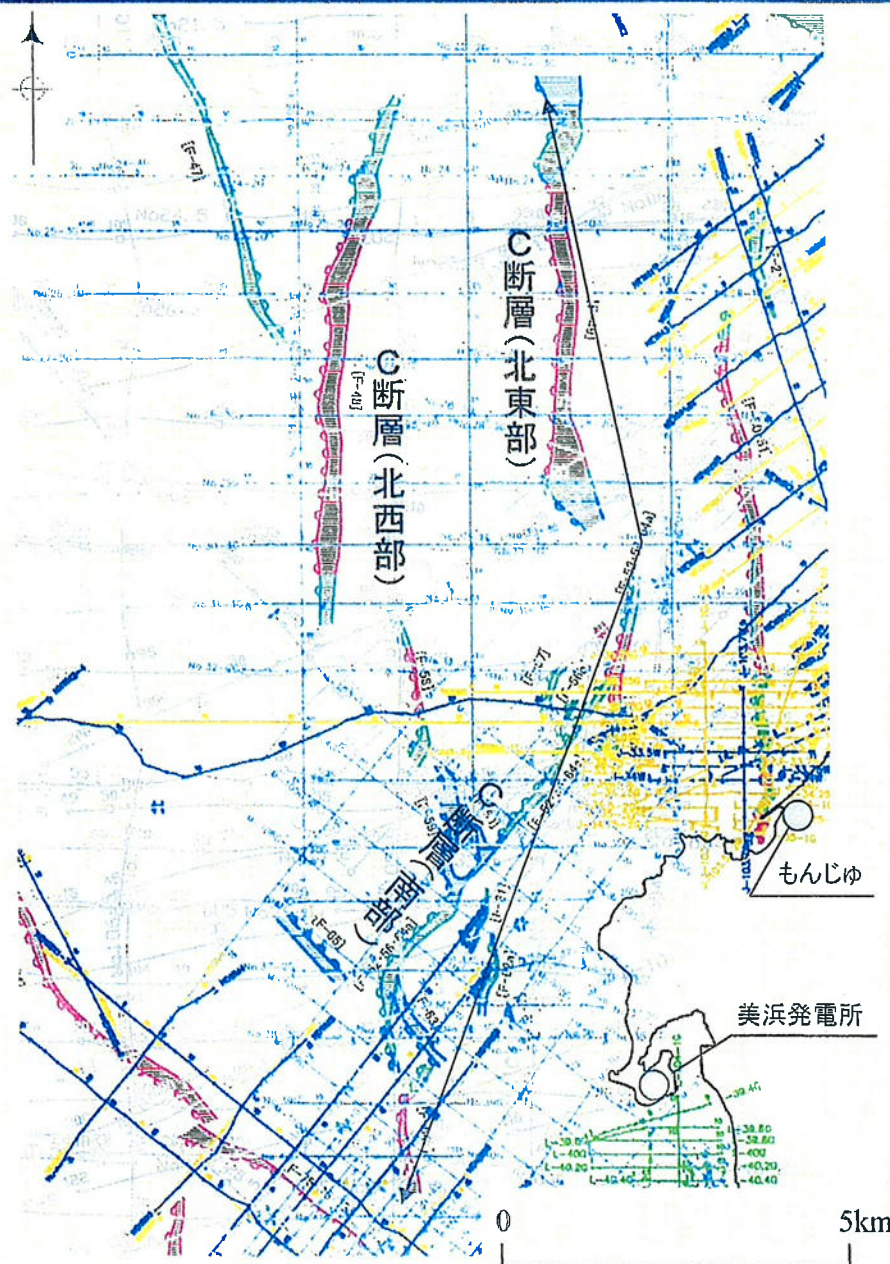


## C断層の当初の評価





## C断層北端・南端の評価の見直しの経緯

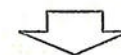


### これまでの評価

- 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)と評価した測線を端部とした。

〔北端は、海上保安庁※の記録〕

〔南端は、事業者で実施した記録(M-110G)〕



- C断層の長さは、北東部～南部の系列で評価。

〔約18km (17.1km) = 左図 ↔〕



※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

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、C断層の北端・南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、C断層の延長位置の記録を再確認し、より確実な端部を検討。

### 凡例

- 断層
- 撓曲
- 変形の及んでいる範囲

配色は以下のとおり最新活動時期を表す

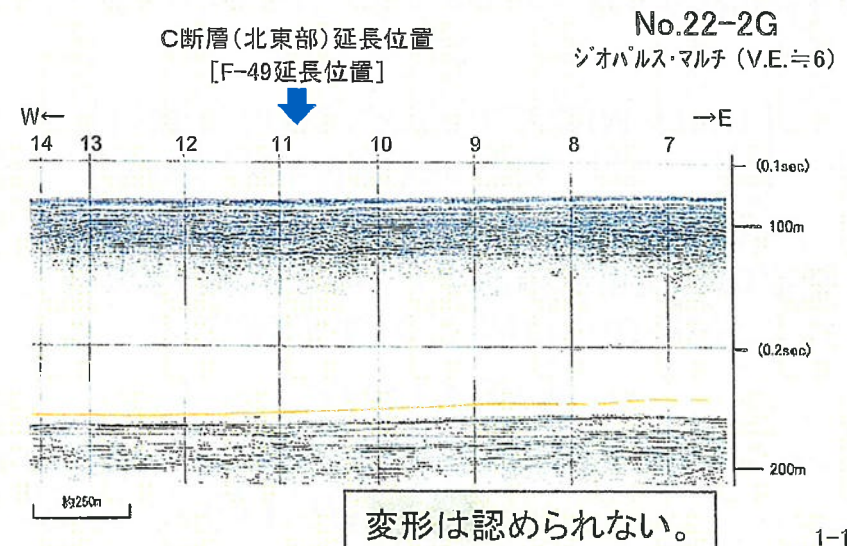
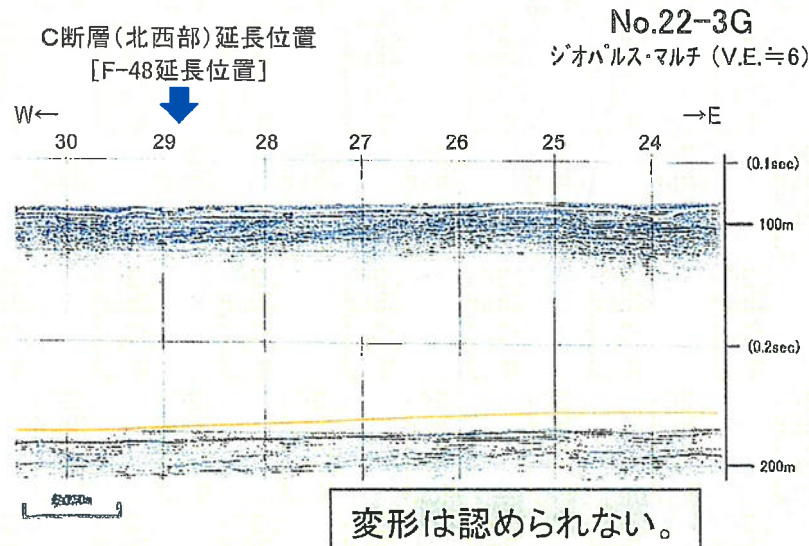
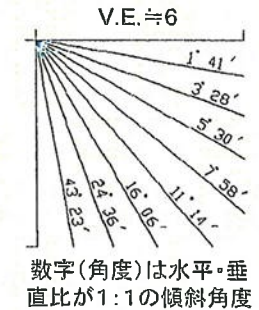
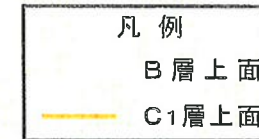
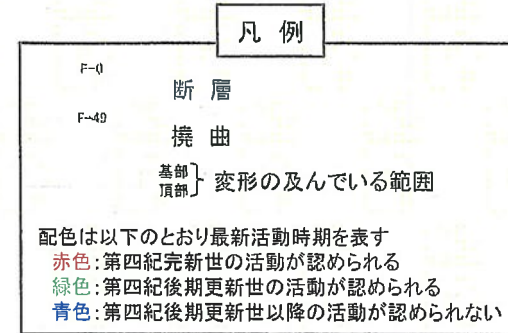
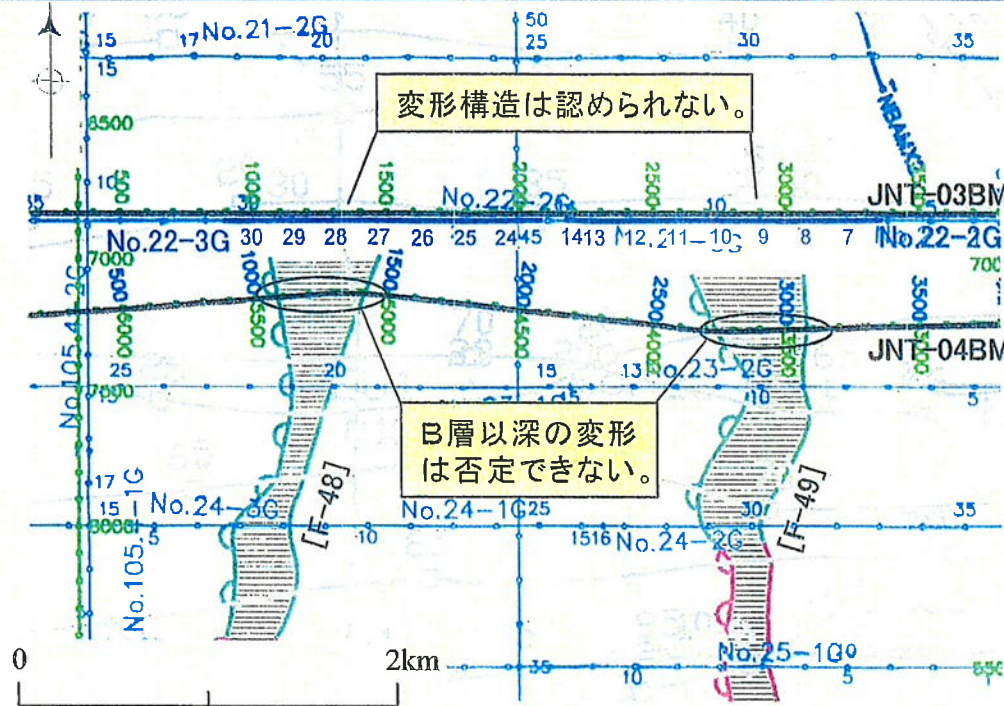
赤色: 第四紀完新世の活動が認められる

緑色: 第四紀後期更新世の活動が認められる

青色: 第四紀後期更新世以降の活動が認められない

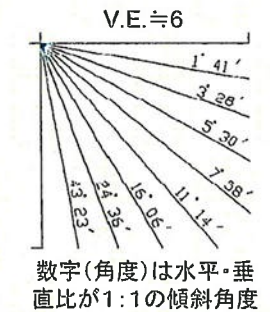
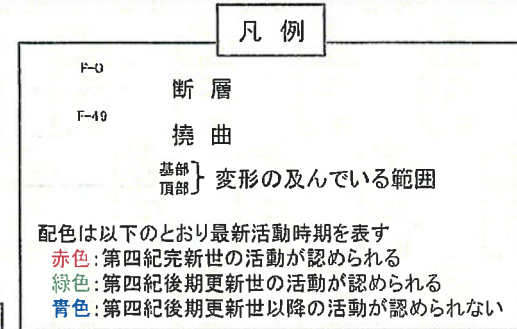
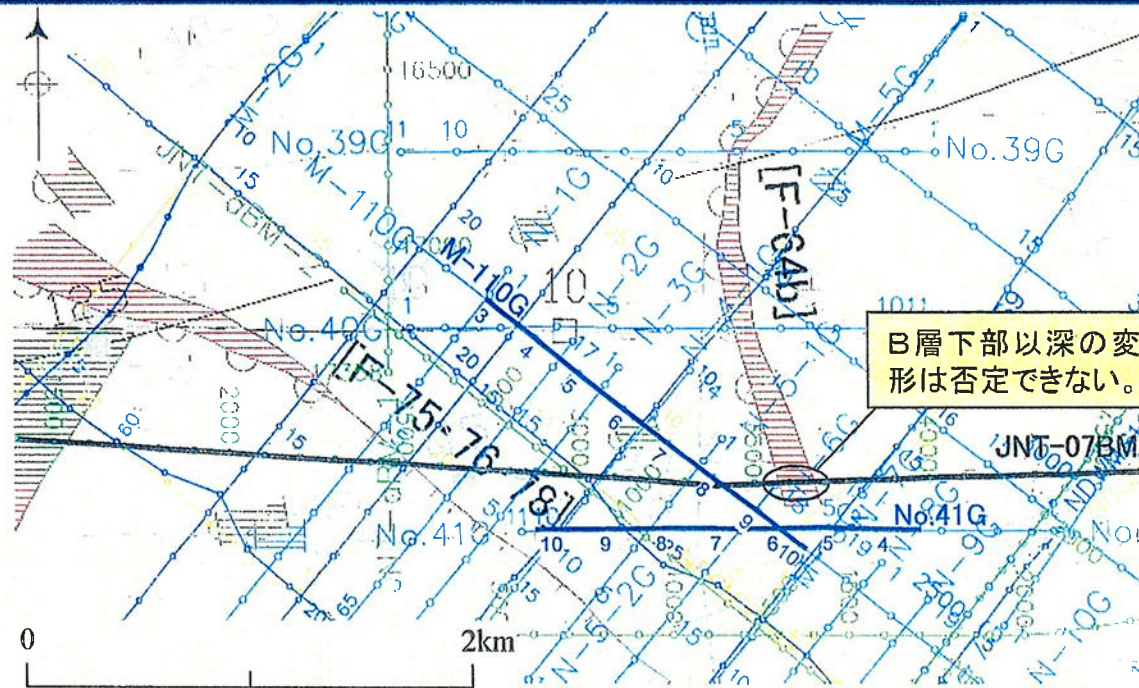


# C断層の北端の評価



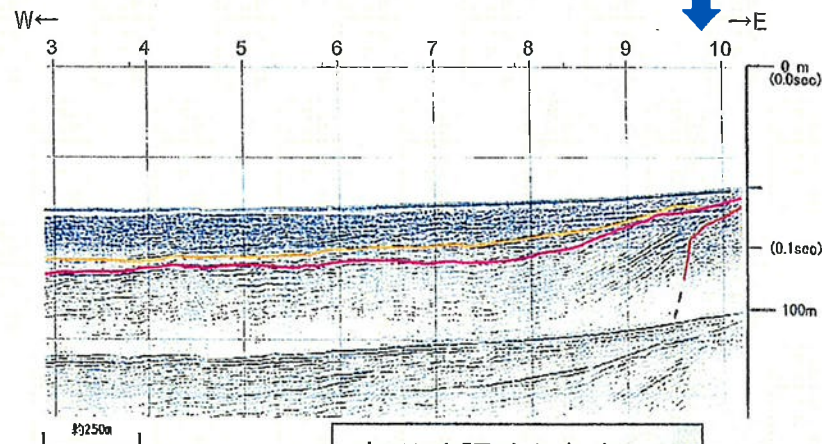


# C断層の南端の評価



M-110G  
ジオパルス・マルチ (V.E. ≒ 6)

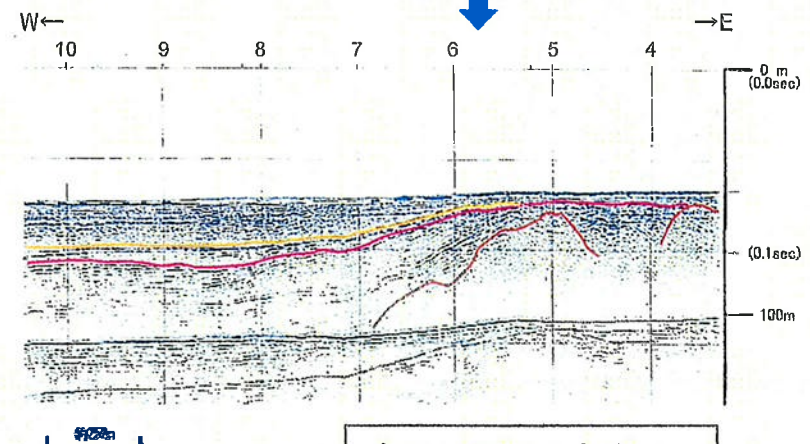
C断層(南部)延長位置  
[F-64b延長位置]



変形は認められない。

No. 41G  
ジオパルス・マルチ (V.E. ≒ 6)

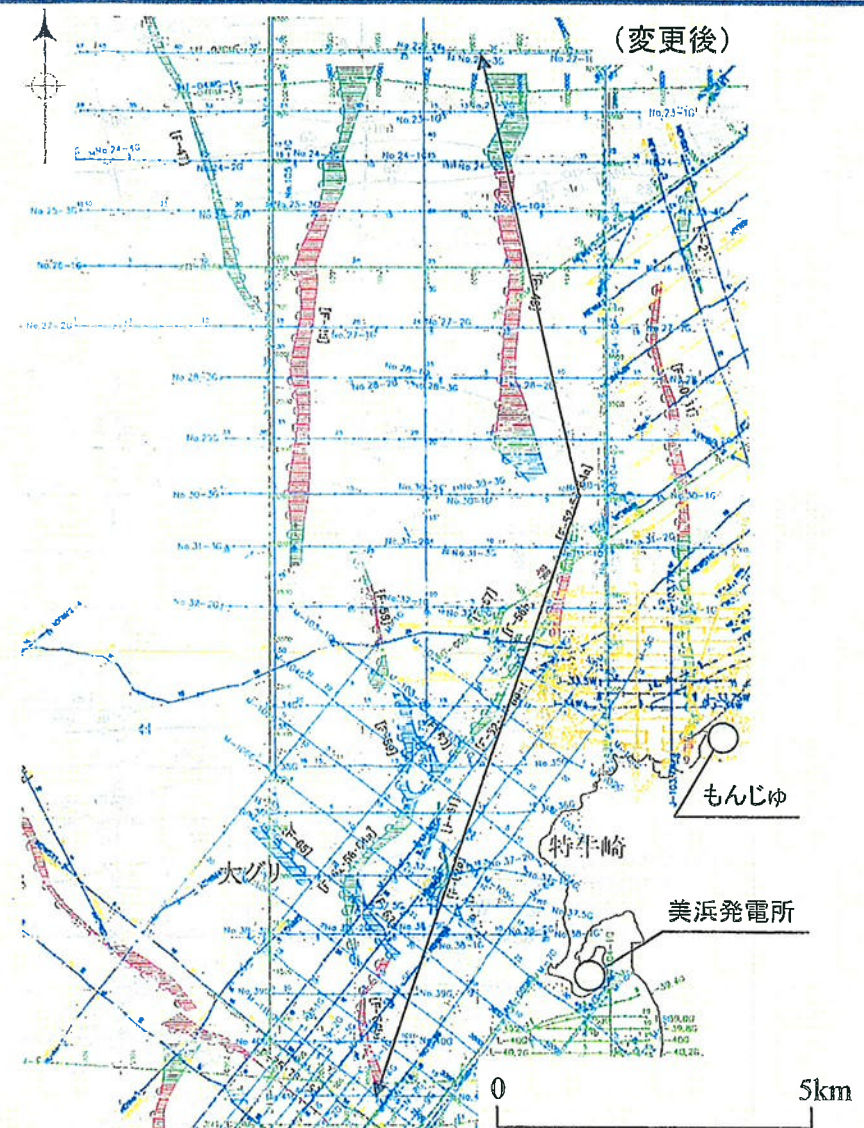
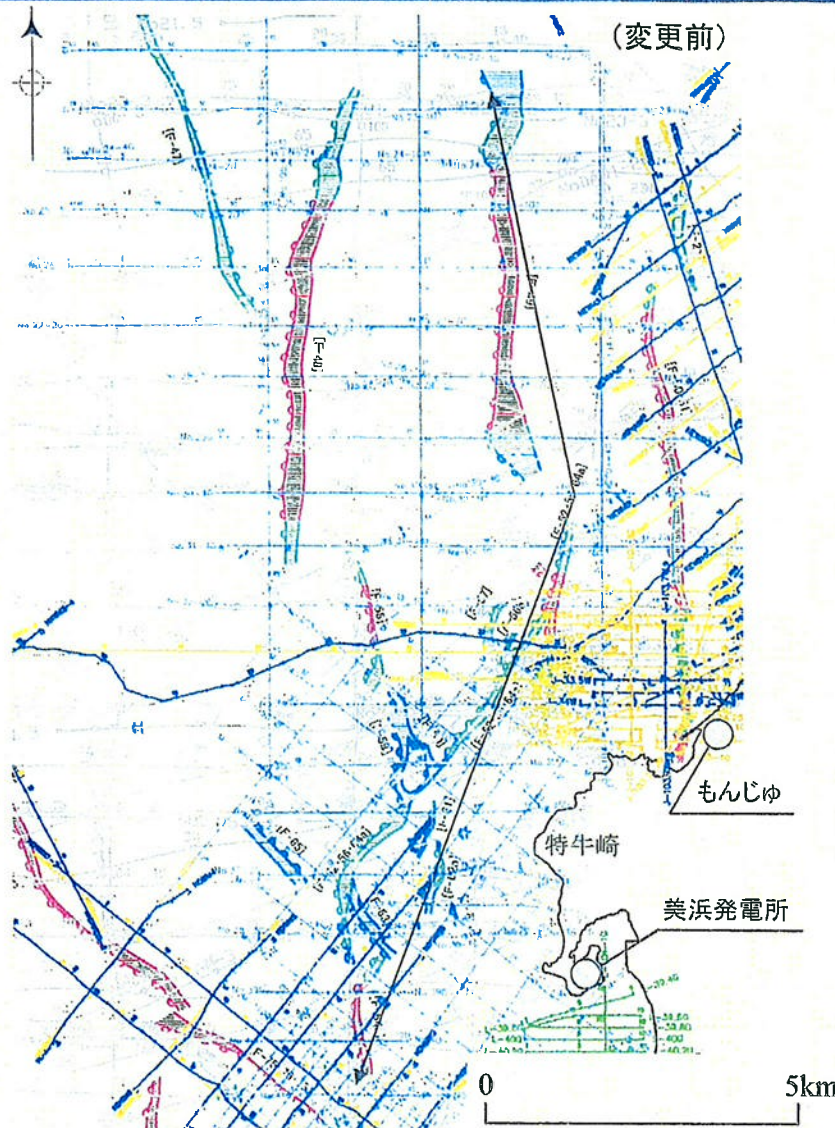
C断層(南部)延長位置  
[F-64b延長位置]



変形は認められない。



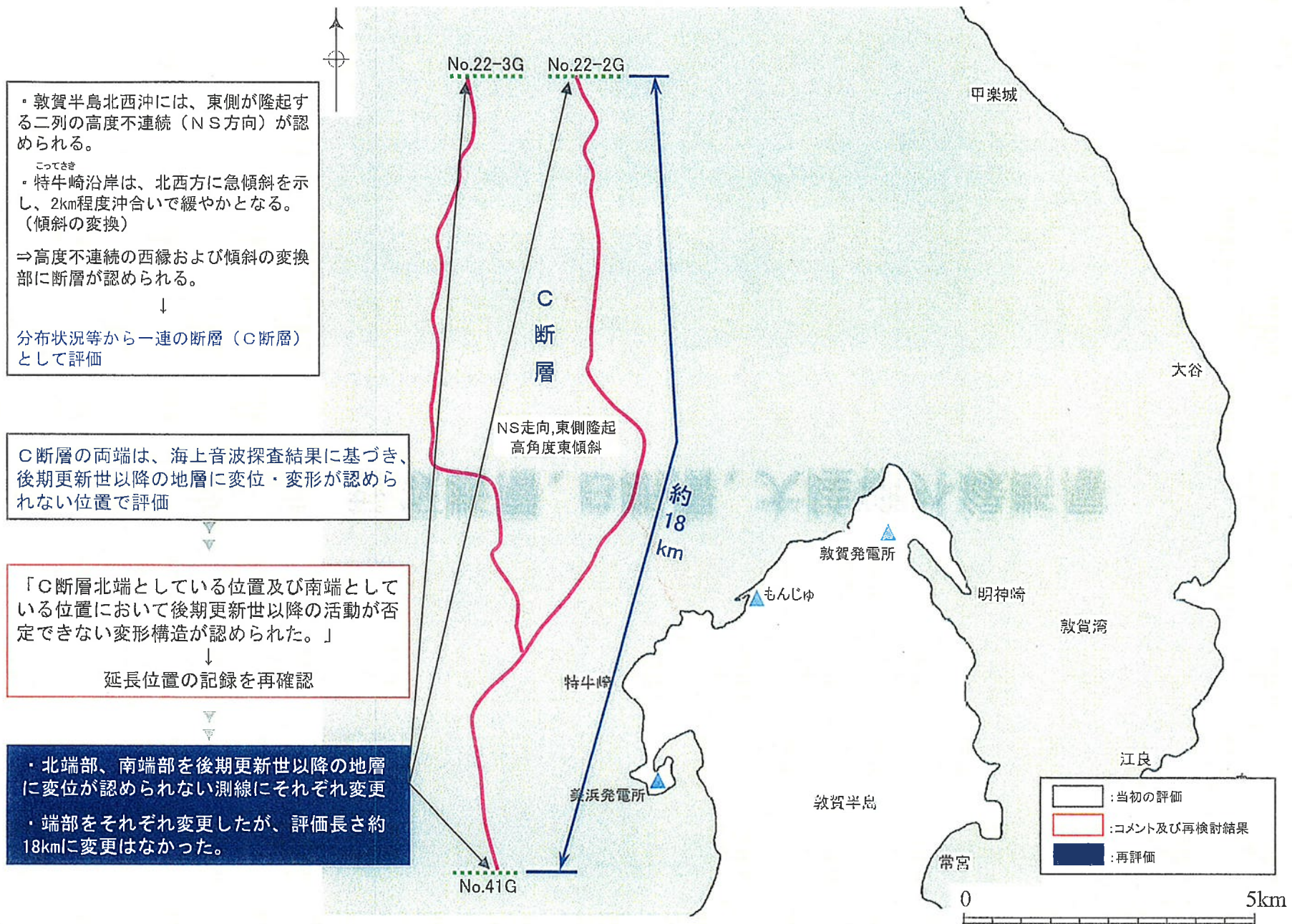
## C断層の評価の変更



- ・ C断層の北端をNo.22-2G, 3G測線に、南端をNo.41G測線に変更する。
- ・ その結果、断層長さは17.1kmから17.9kmとなるが、約18kmとの評価については変更はない。



# C断層の評価の概要





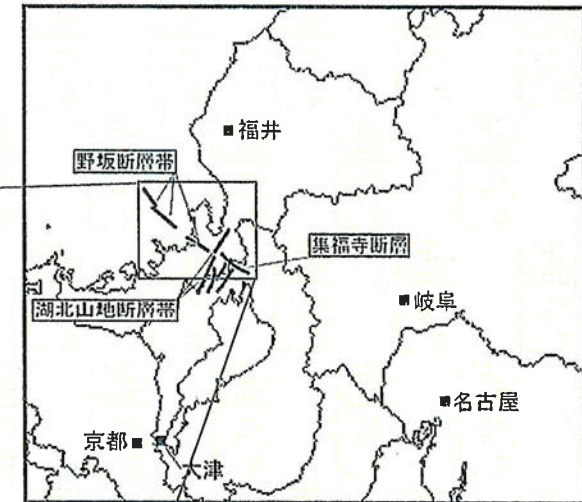
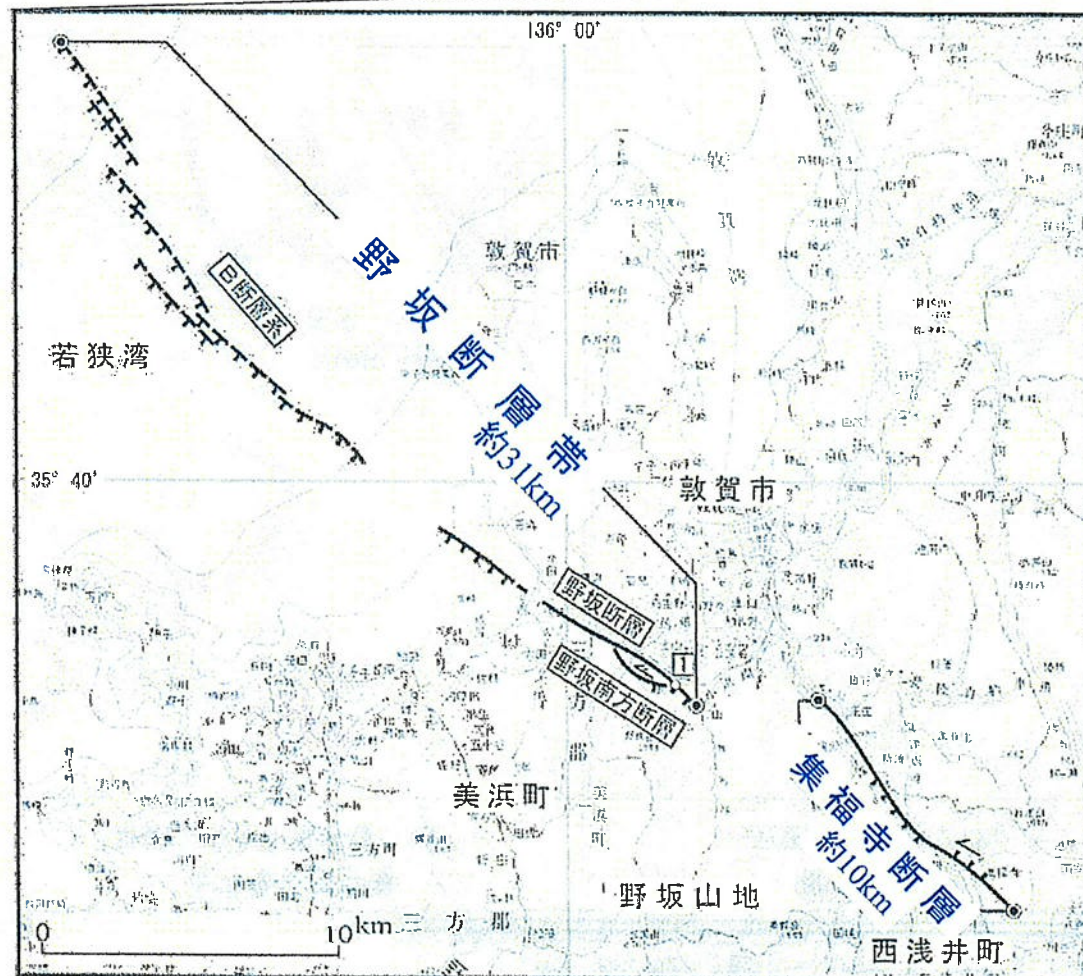
## 2-7 野坂断層、B断層、大陸棚外縁断層



## 地震調査研究推進本部の公表内容

### 『野坂・集福寺断層帯の長期評価について』※

(平成15年6月11日公表)

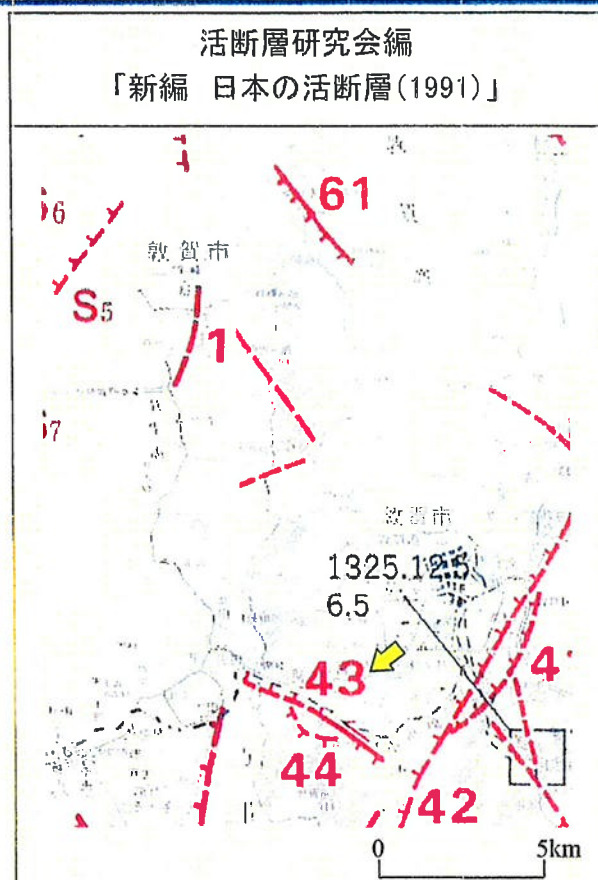


地震調査研究推進本部の「野坂・集福寺断層帯の長期評価について」において、野坂断層帯と集福寺断層の間に敦賀断層(湖北山地断層帯北西部)が分布することから、それぞれ独立した断層と評価している。  
野坂断層帯: 約31km, M7.3  
集福寺断層: 約10km, M6.5

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



# 野坂断層に関する主な文献



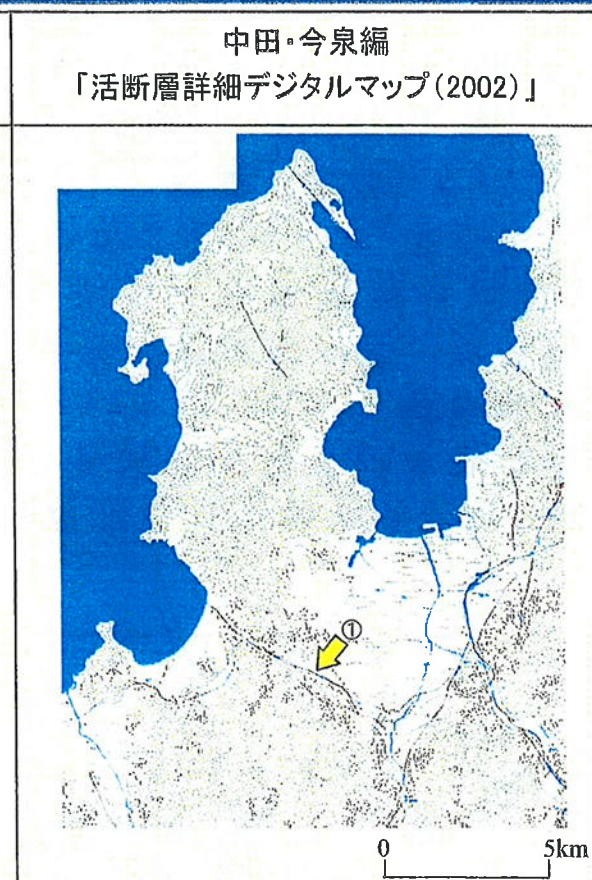
| 断層名     | 長さ  | 確実度    | 変位の向き                       |
|---------|-----|--------|-----------------------------|
| 43 野坂断層 | 6km | I ~ II | 南側隆起<br>一部で北側隆起<br>あるいは左横ずれ |

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                         |
|----------|-------|--------|-------------------------------|
| 20A 野坂断層 | 6.8km | I ~ II | 南西側隆起<br>一部で北東側隆起<br>あるいは左横ずれ |

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

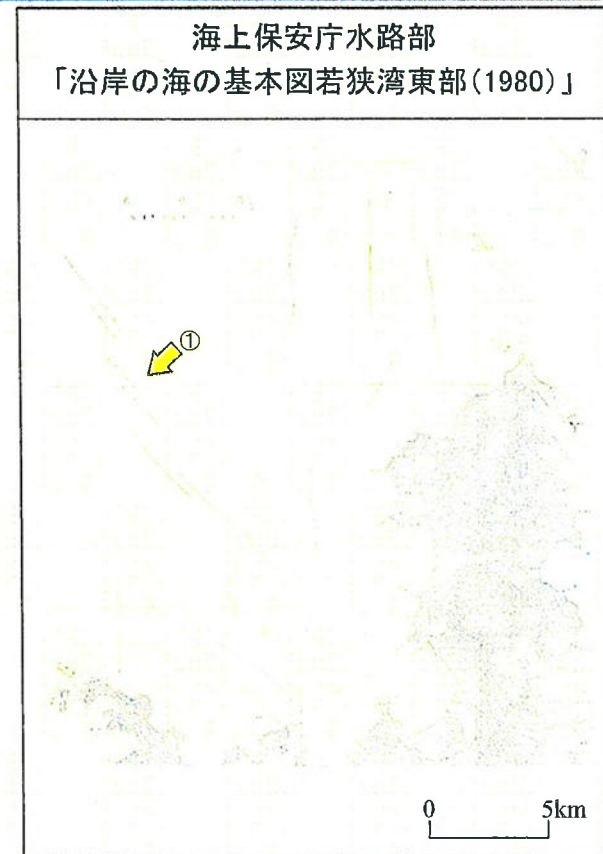


| 断層名              | 長さ           | 分類  | 変位の向き                  |
|------------------|--------------|-----|------------------------|
| ① 名称なし<br>(野坂断層) | 約7km<br>(図読) | 活断層 | 一部で左横ずれ、<br>南側あるいは北側隆起 |

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

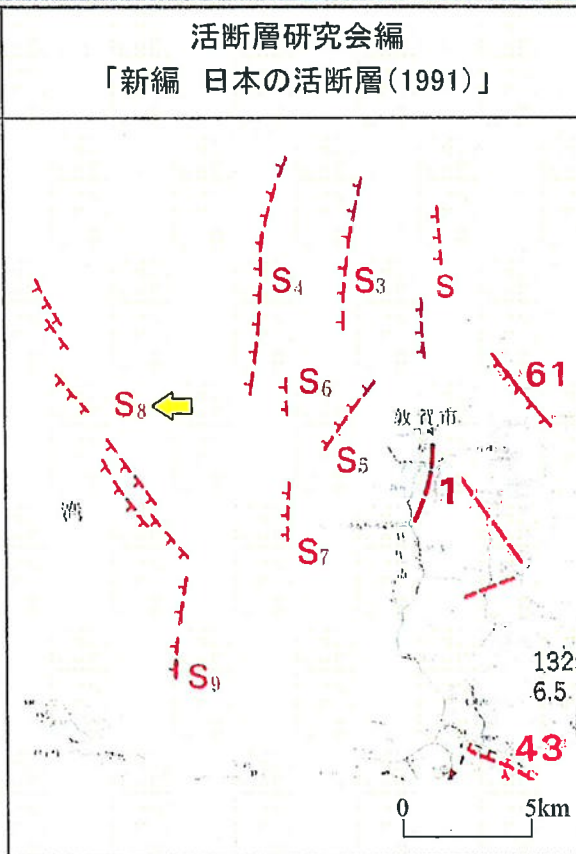


## B断層に関する主な文献



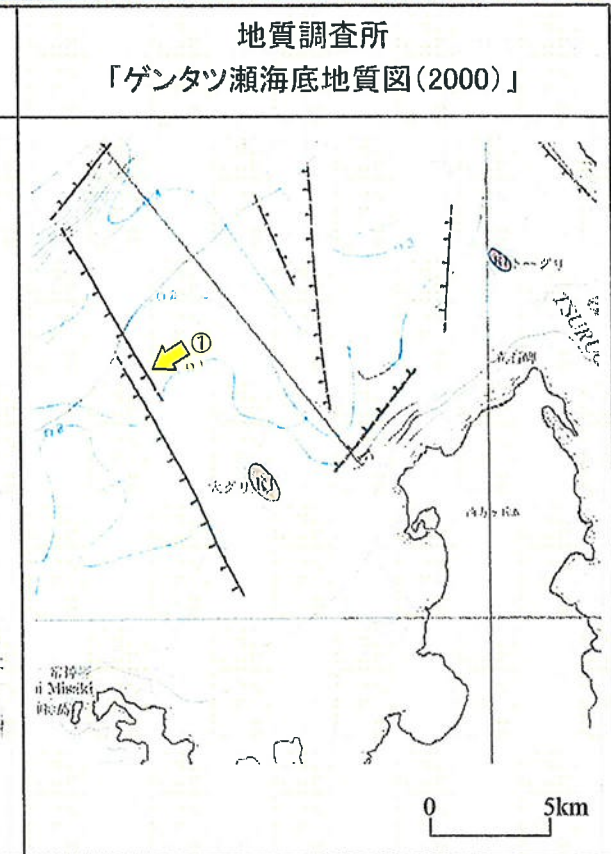
| 断層名   | 長さ                     | 分類             | 変位の向き         |
|-------|------------------------|----------------|---------------|
| ①名称なし | 全長約17km<br>(2km～4.5km) | 推定断層<br>伏在推定断層 | 左横ずれ<br>北東側隆起 |

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]



| 断層名                  | 長さ   | 確実度 | 変位の向き |
|----------------------|------|-----|-------|
| 若狭湾断層群S <sub>8</sub> | 13km | Ⅱ   | 北東側隆起 |

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もの

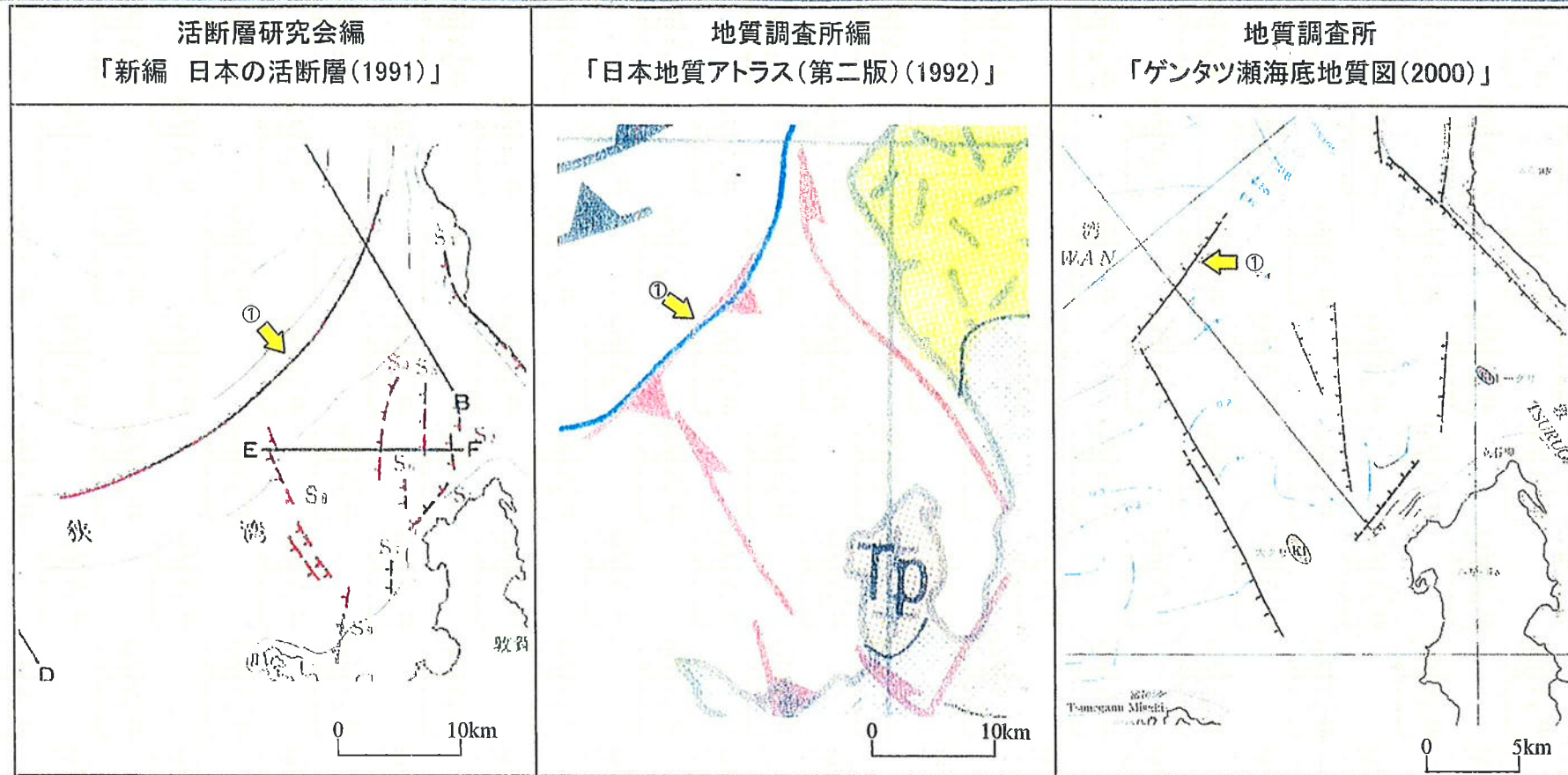


| 断層名   | 長さ            | 分類 | 変位の向き |
|-------|---------------|----|-------|
| ①名称なし | 約17km<br>(図読) | 断層 | 北東側隆起 |

断層[太線]、伏在断層[破線]、推定断層[細線]に分類し、図示



# 大陸棚外縁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30km<br>(図読) | 活撓曲 | 南東側隆起 |

海上保安庁水路部の海上音波探査記録による評価

| 断層名    | 長さ    | 分類  | 変位の向き           |
|--------|-------|-----|-----------------|
| ① 名称なし | 約23km | 逆断層 | 南東傾斜<br>(南東側隆起) |

逆断層、正断層、横ずれ断層、未区分の断層に分類し、図示

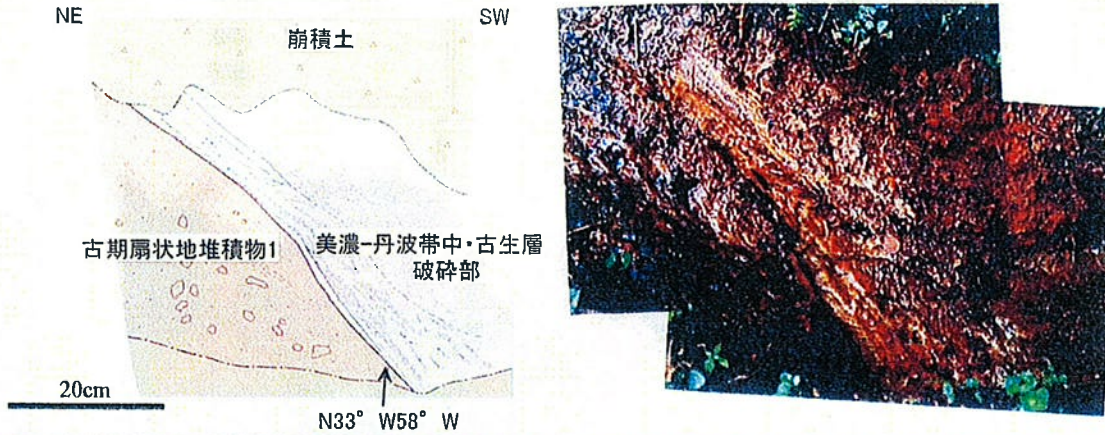
| 断層名    | 長さ           | 分類 | 変位の向き |
|--------|--------------|----|-------|
| ① 名称なし | 約9km<br>(図読) | 断層 | 南東側隆起 |

断層[太線]、伏在断層[破線]、推定断層[細線]に分類し、図示



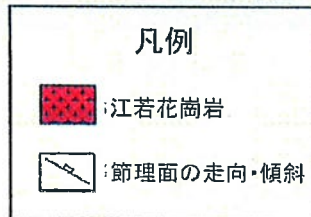
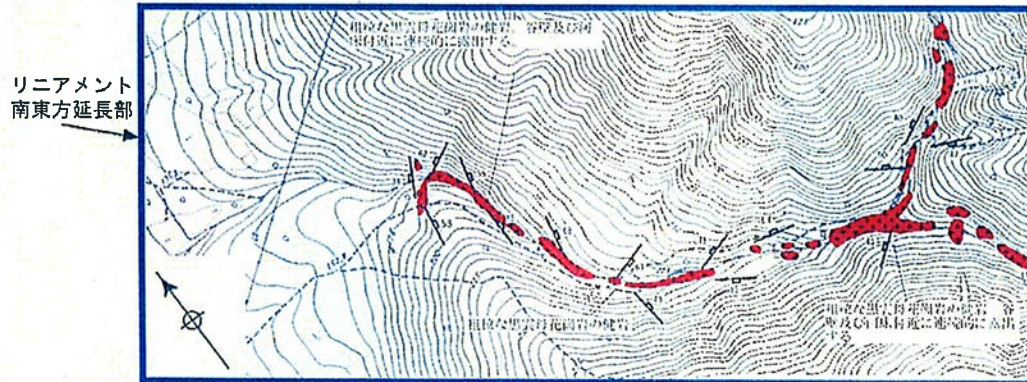
## 野坂断層の調査結果概要（南東端部他）

### 【野坂西方の断層露頭】



リニアメント付近で、後期更新世以降の活動が示唆される断層を確認

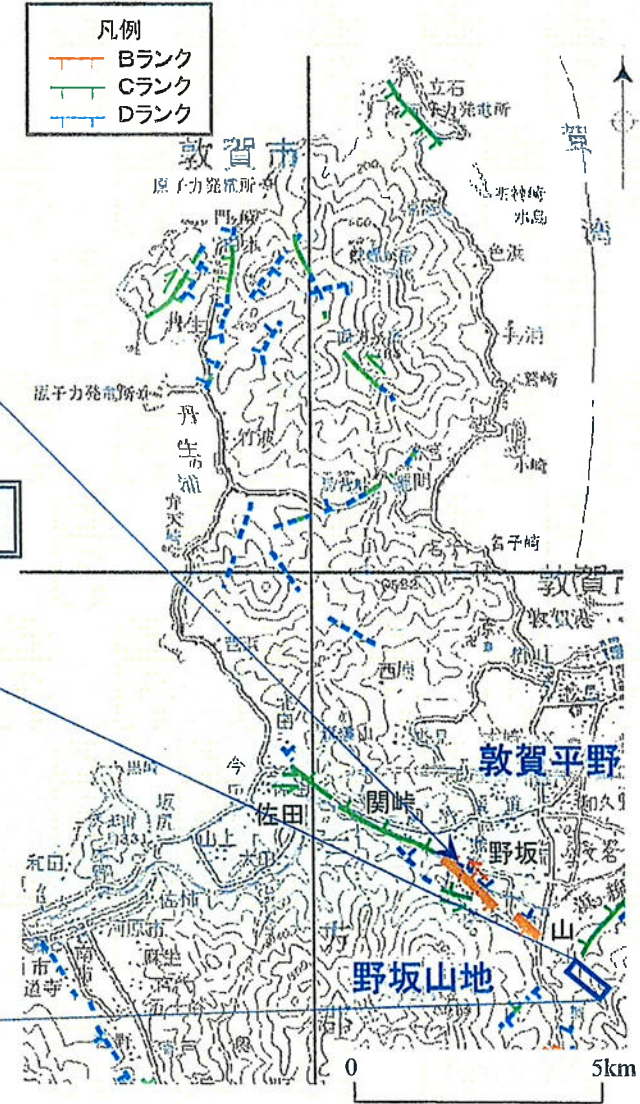
### 【山南東方詳細ルートマップ】



山南東方では、江若花崗岩の健岩が連続的に分布



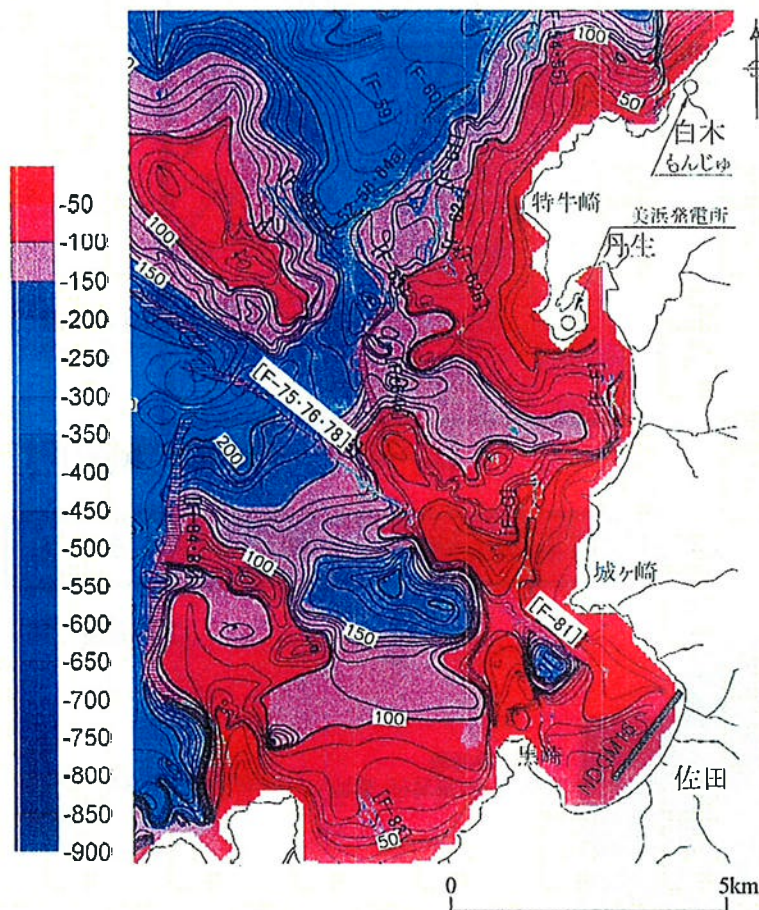
山南東付近が、野坂断層の南東端と評価する



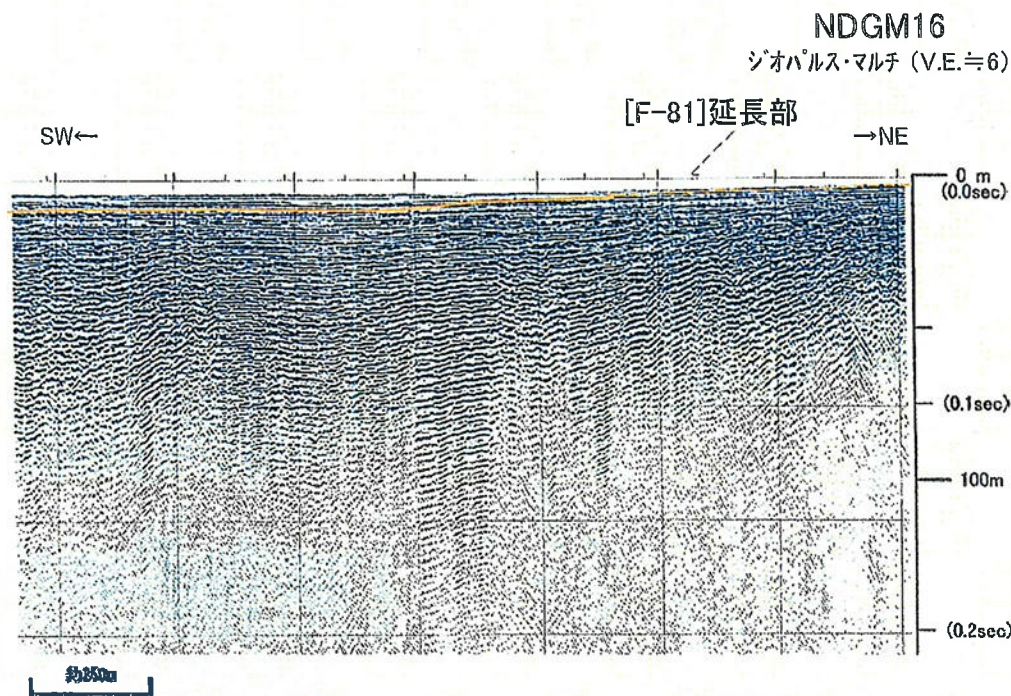


# 野坂断層の調査結果概要（北西方の海域）

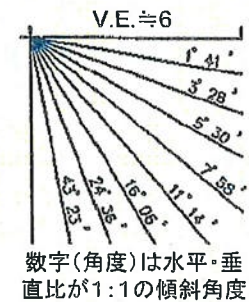
R層上面コンター図



断層  
F-0  
F-49  
変形の及んでいる範囲  
配色は以下のとおり最新活動時期を表す  
赤色：第四紀完新世の活動が認められる  
緑色：第四紀後期更新世の活動が認められる  
青色：第四紀後期更新世以降の活動が認められない



凡 例  
B 層 上 面  
C 層 上 面



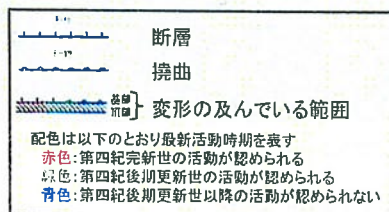
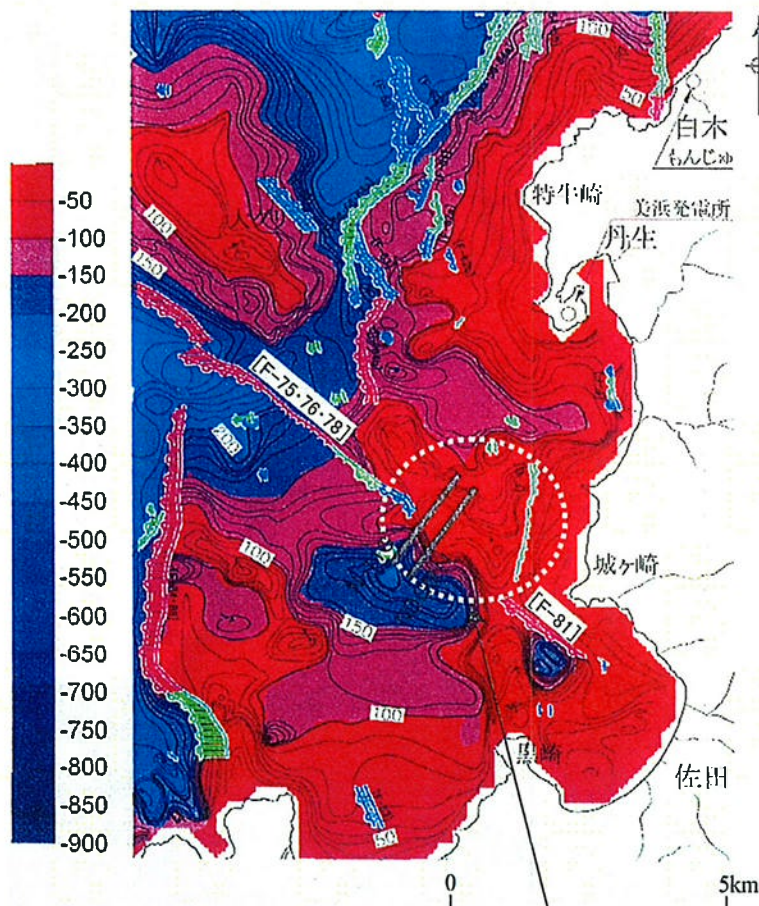
海底下極浅部に変位・変形は認められないが、B層は分布せず、深部は不明瞭

野坂断層は海域へつながると評価

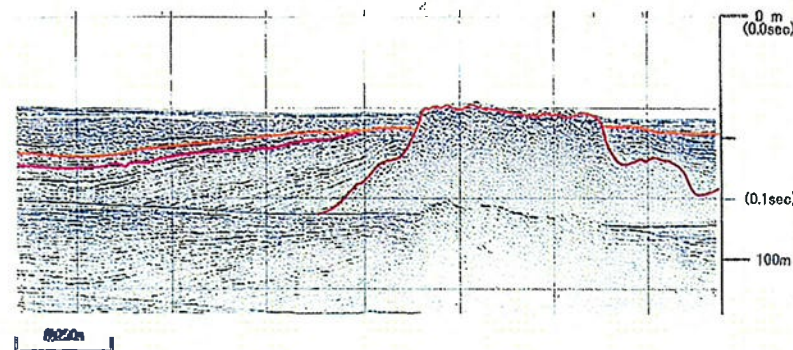


# 野坂断層の調査結果概要（北西方の海域）

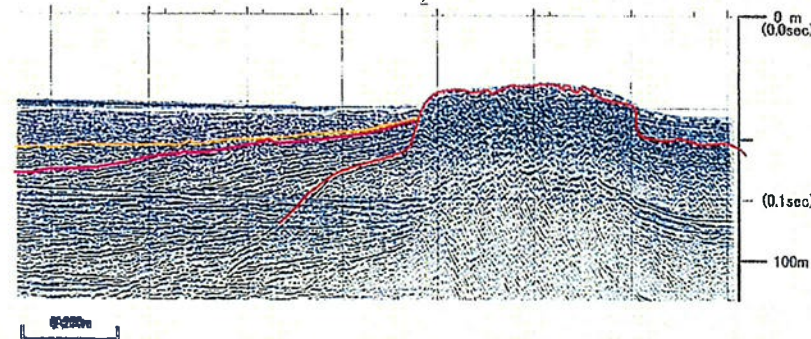
R層上面コンター図



N-11G  
ジオパルス・マルチ (V.E.≒6)  
[F-75・76・78] 延長部  
[F-81]  
SW← →NE

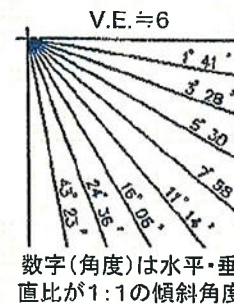
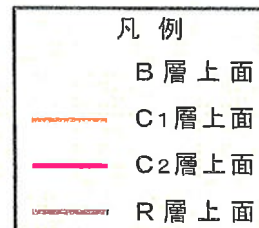


NDGM11  
ジオパルス・マルチ (V.E.≒6)  
[F-75・76・78] 延長部  
[F-81]  
SW← →NE



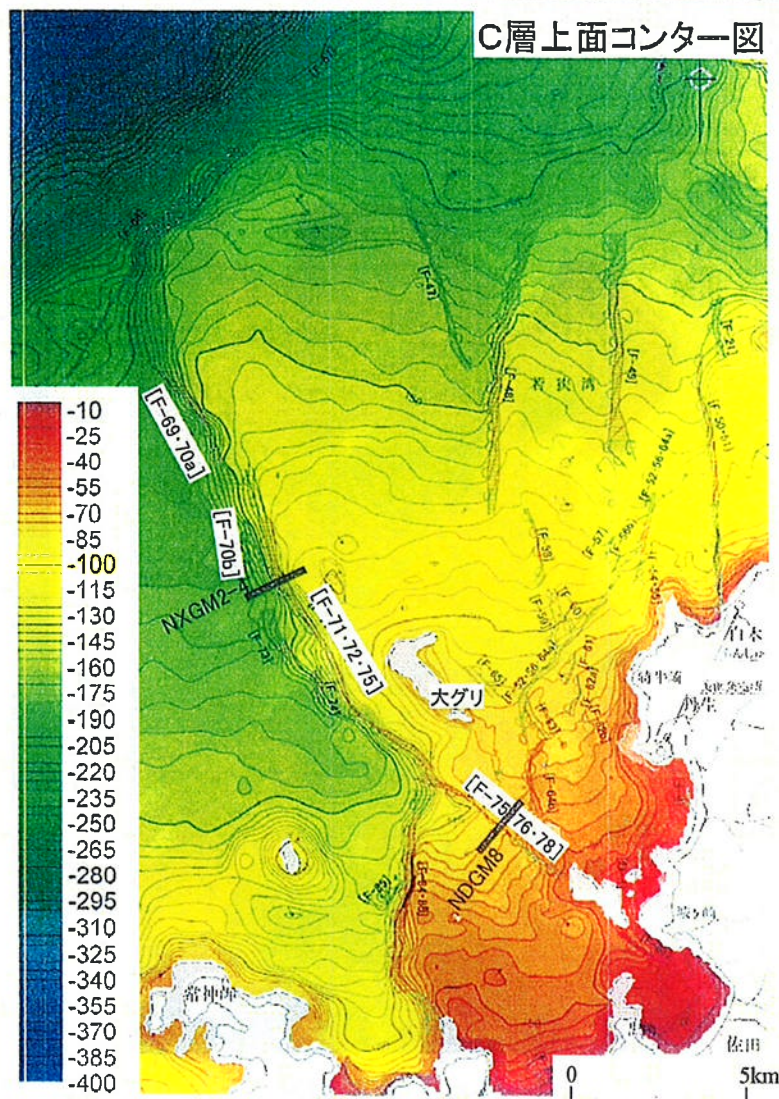
F-81断層とF-75・76・78断層  
の間に断層は認められない

- ・両断層間には、R層の張出しが認められ、両断層をつなぐ断層構造は認められない
- ・R層の張出しの東側には分岐構造が見られる

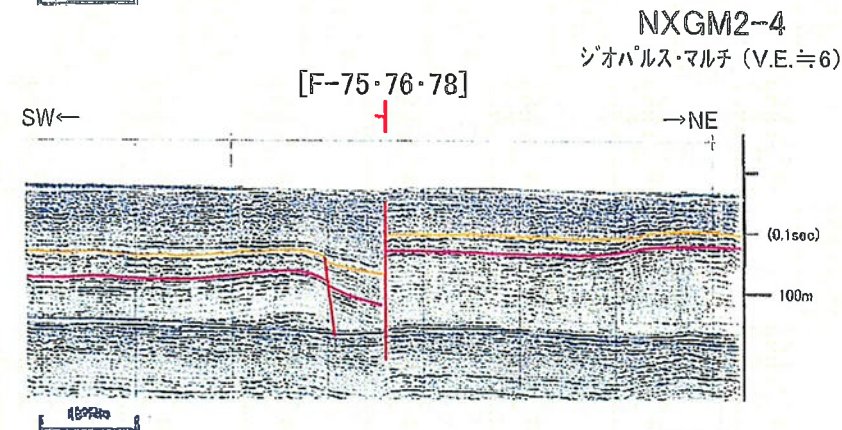
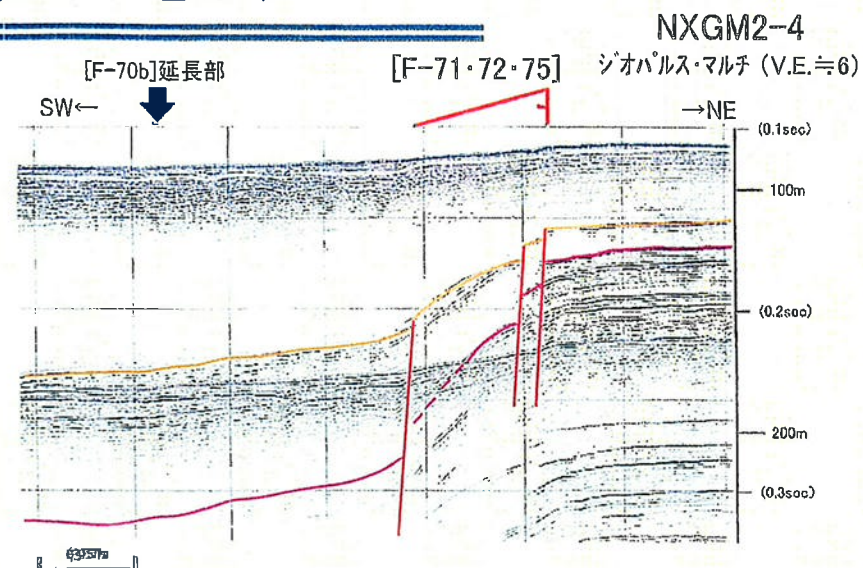




# B断層の調査結果概要 (周辺の地形)



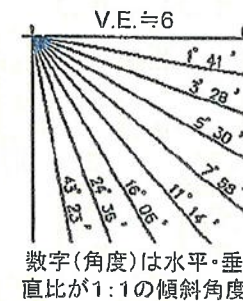
大グリ南方から大陸棚外縁に北東隆起の高度不連続が認められ、その南西縁に断層が分布



断層  
F-0  
F-40  
F-40  
変形の及んでいる範囲

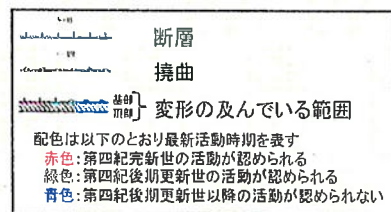
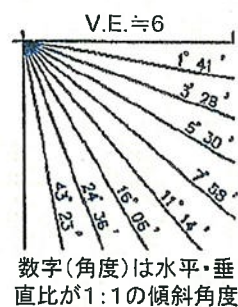
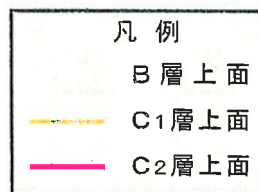
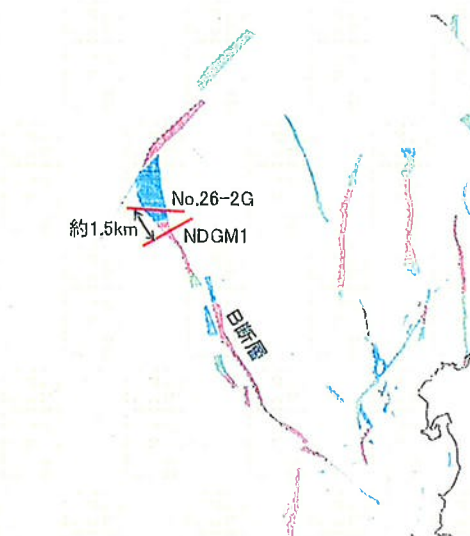
配色は以下のとおり最新活動時期を表す  
赤色: 第四紀更新世の活動が認められる  
緑色: 第四紀後期更新世の活動が認められる  
青色: 第四紀後期更新世以降の活動が認められない

凡例  
B層上面  
C1層上面  
C2層上面  
断層





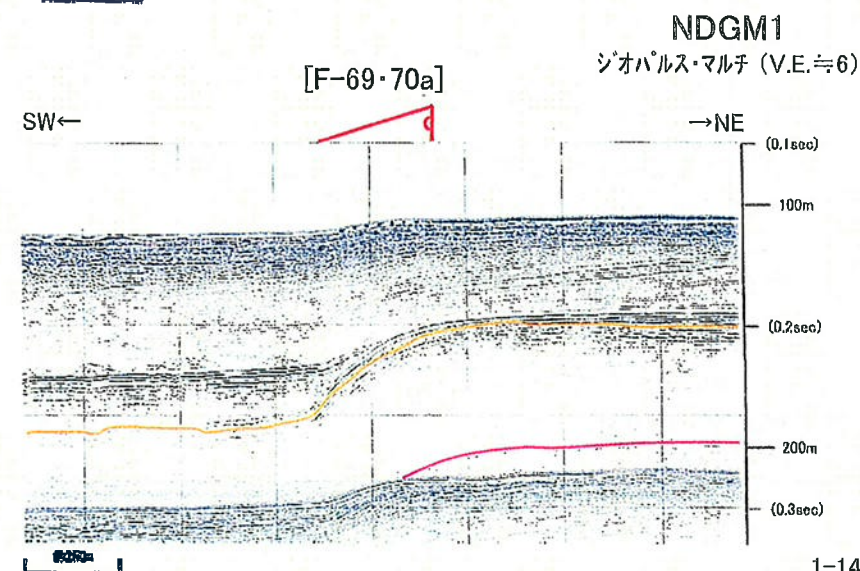
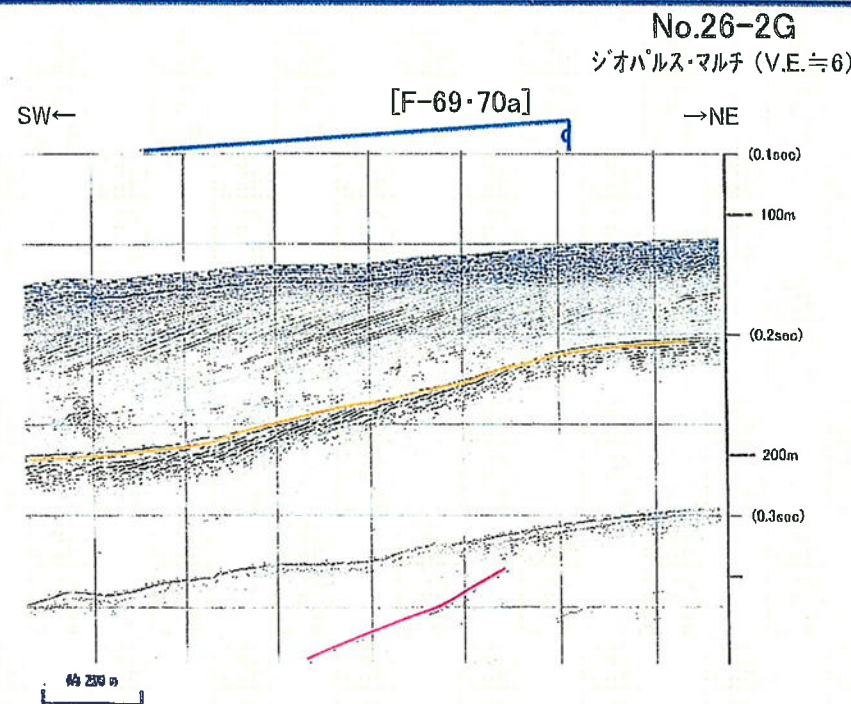
# B断層北端部の海上音波探査記録(1/2)



測線NDGM1ではB層(上部更新統)内の斜層理に断層による明瞭な変形が認められ、地表面にも変形が及んでいるが、測線No.26-2Gの記録ではB層内の斜層理に変形は認められない

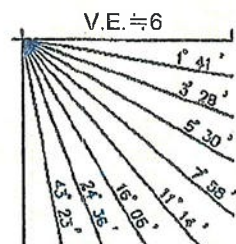
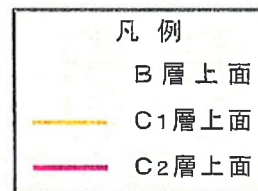
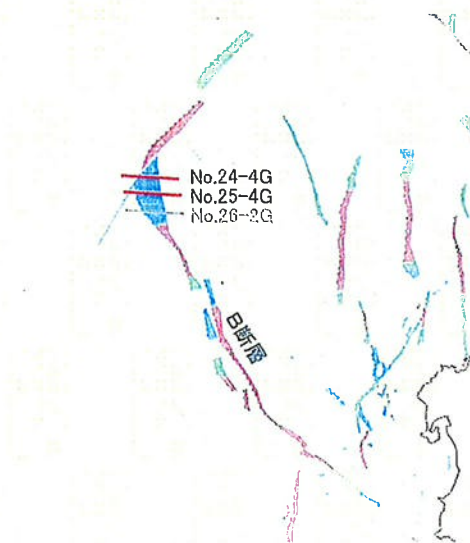


両測線で活動性は異なっており、測線No.26-2Gの記録でB層内に変形が認められないことから、少なくとも後期更新世以降の活動はないと判断

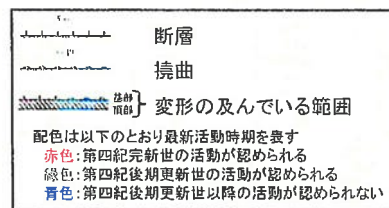




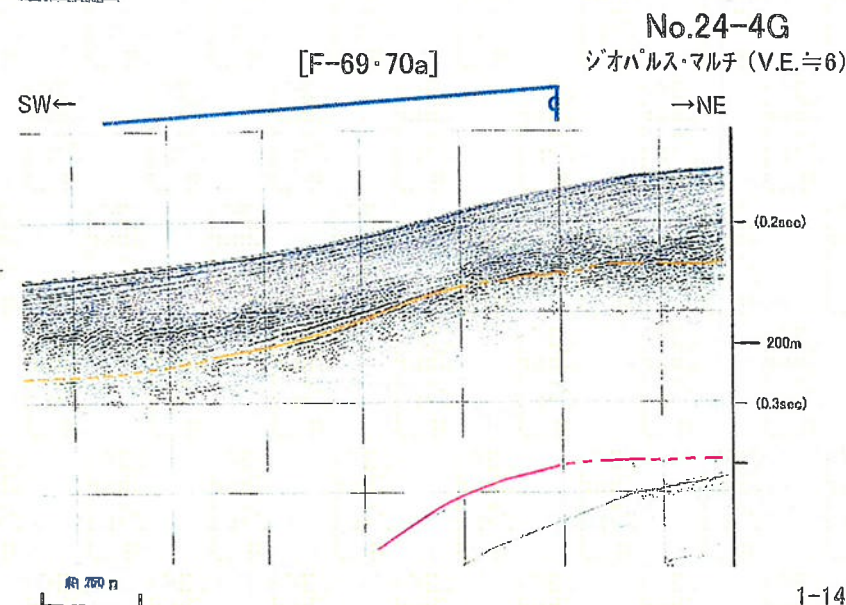
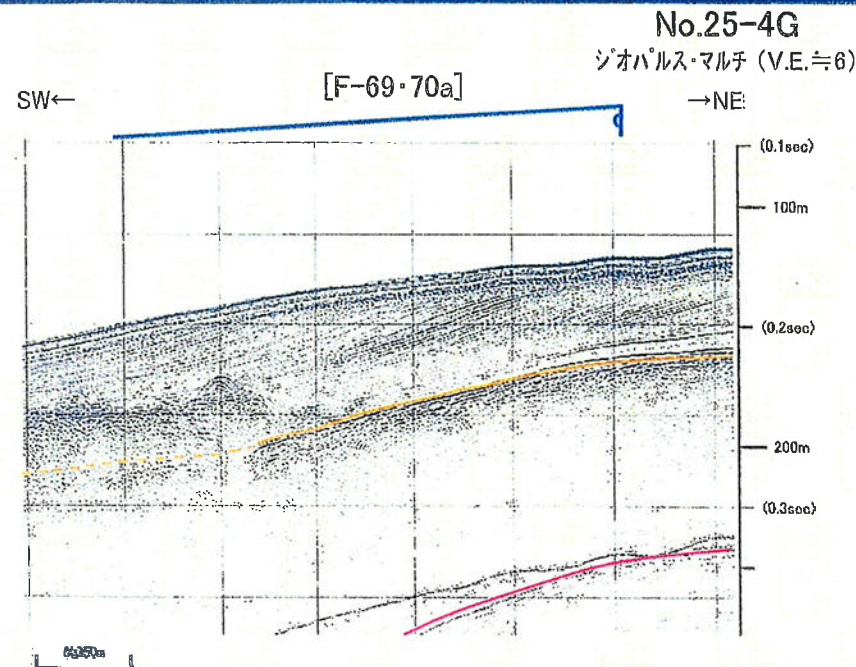
# B断層北端部の海上音波探査記録(2/2)



数字(角度)は水平・垂直比が1:1の傾斜角度

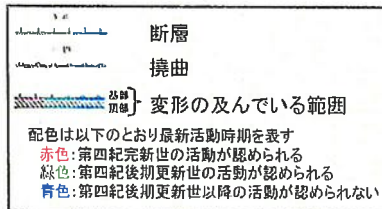
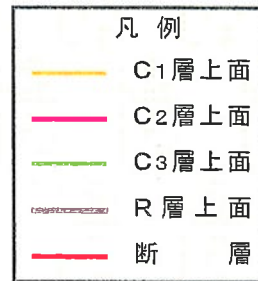


測線No.26-2Gの北の測線No.25-4G 及びNo.24-4G  
においても、B層(上部更新統)内の斜層理に断層  
による変形は認められない。

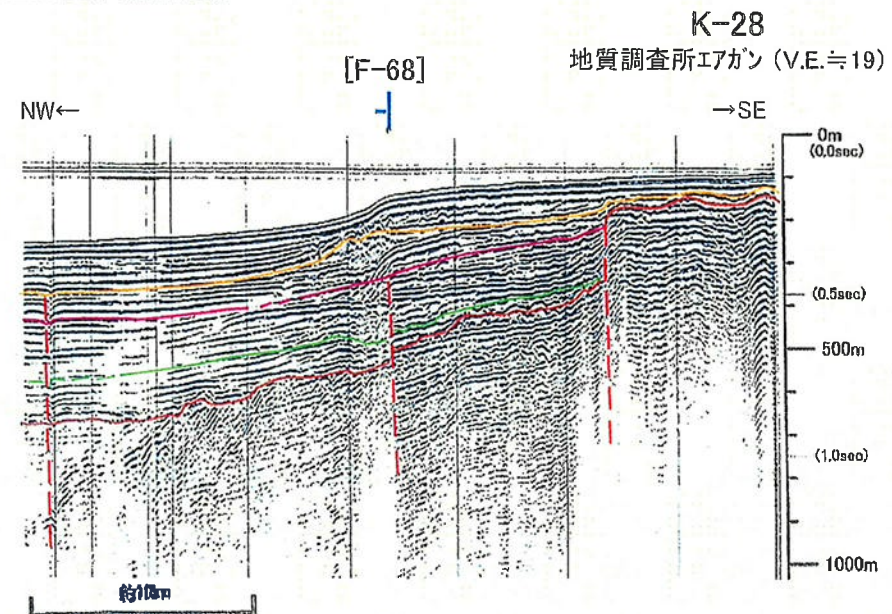
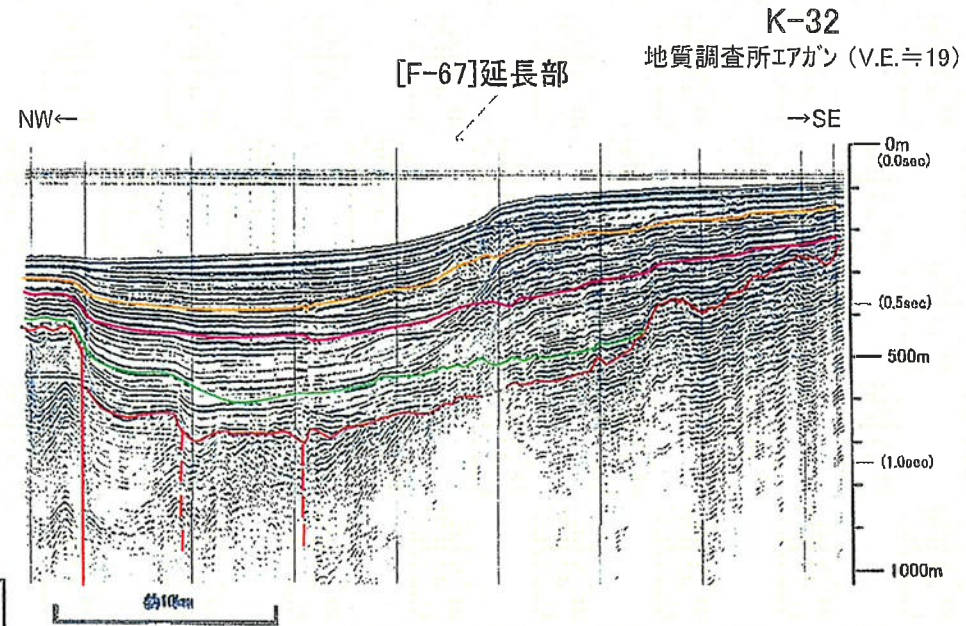




# 大陸棚外縁断層の調査結果の概要(海上音波探査記録)

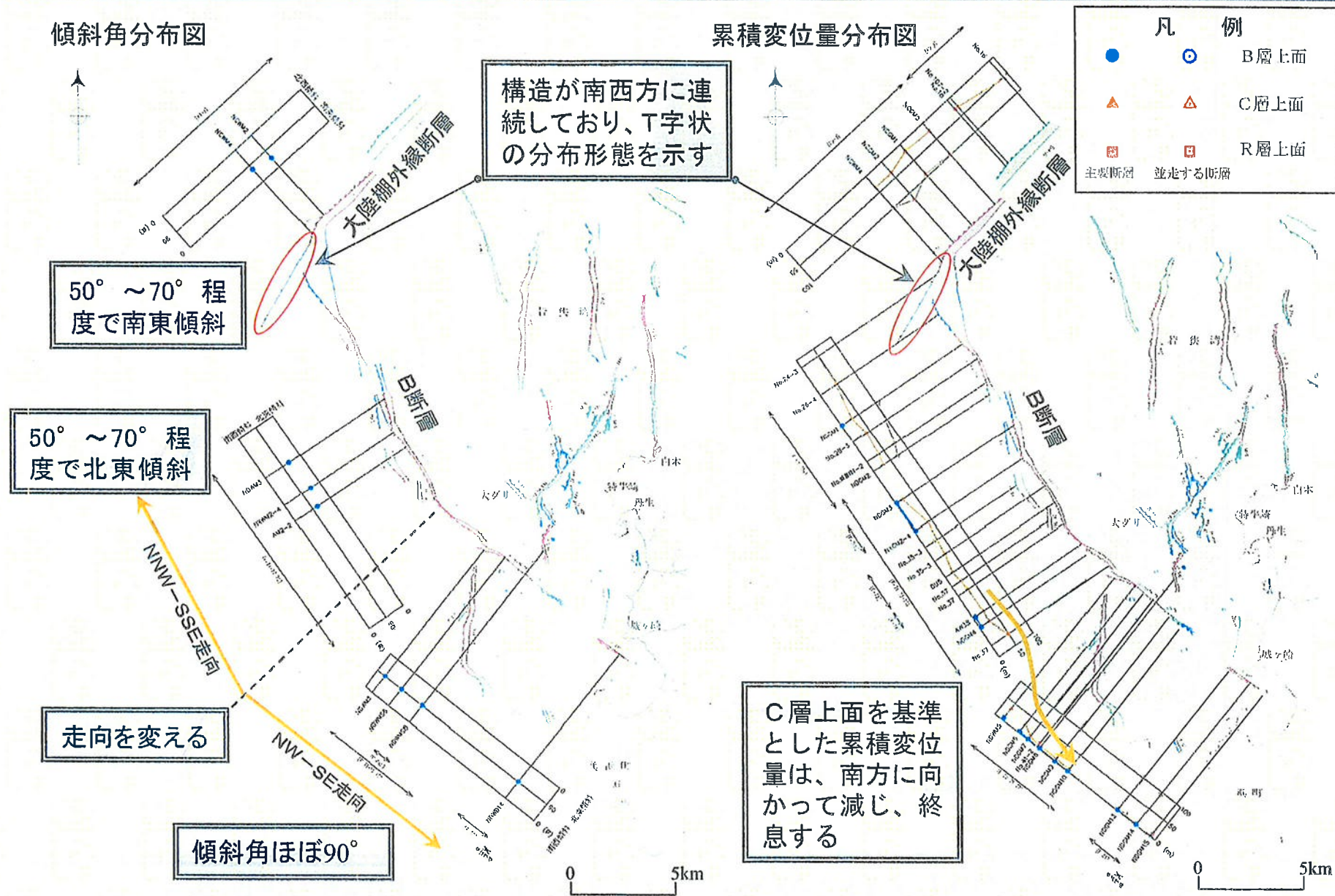


大陸棚外縁断層は、南西方に断層構造が連続する



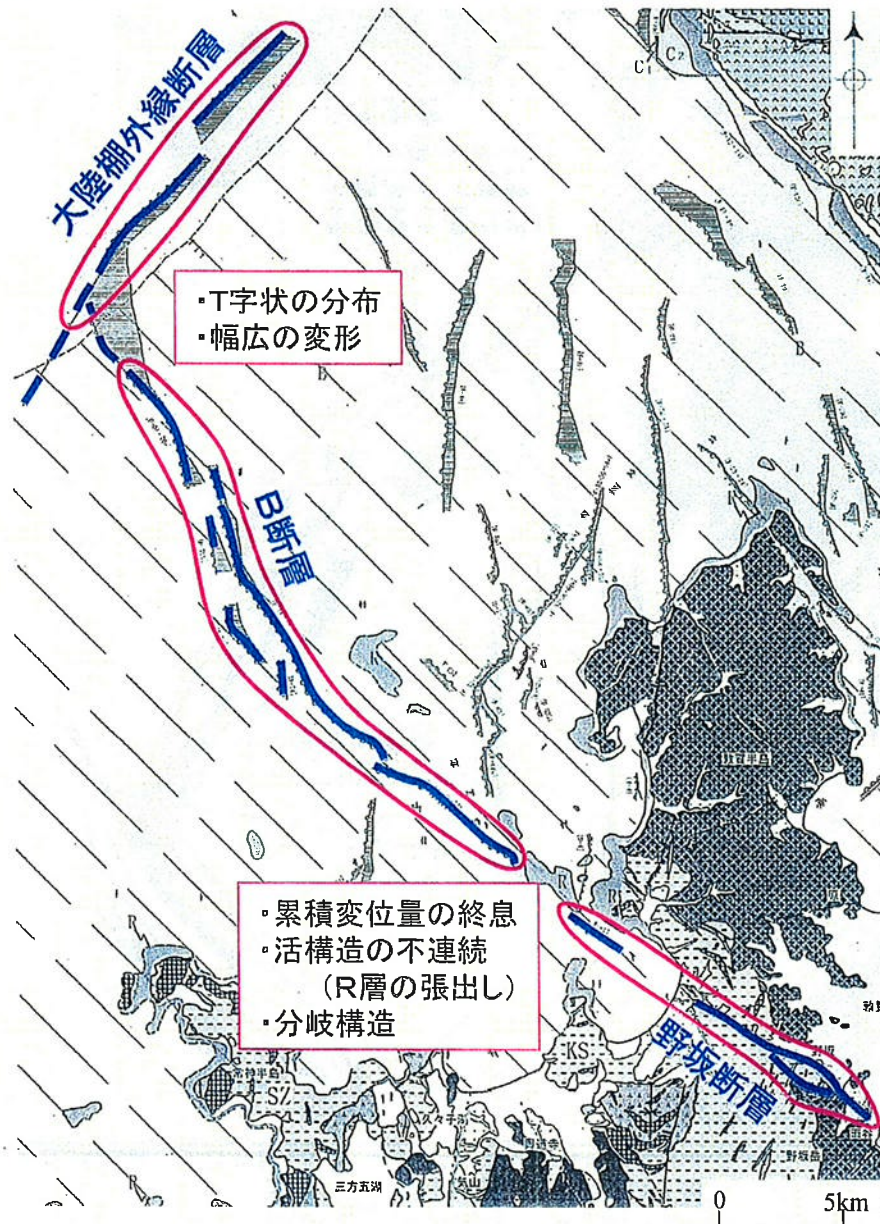


# B断層、大陸棚外縁断層の調査結果概要（走向・傾斜・累積変位量）





# 野坂断層、B断層、大陸棚外縁断層の当初のまとめ



## 断層の連続性

### 【大陸棚外縁断層】

- 大陸棚外縁に沿う断層は、南西方に連続して分布

### 【B断層】

- NW-S E方向の高度不連続の南西縁にB断層が分布

- B断層と野坂断層の間にR層の張出しが認められ、断層構造は認められない

### 【野坂断層】

- 陸の野坂断層は、海へ連続すると判断

## 断層の活動性

### 【大陸棚外縁断層】

- 北東部では後期更新世以降の活動あり

### 【B断層】

- B断層の北西端部では、後期更新世以降の活動が認められない
- B断層は南東端部に向かって変位が終息する傾向

### 【野坂断層】

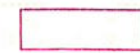
- リニアメント付近で後期更新世以降の活動を確認
- 野坂断層の南西方には、花崗岩の健岩が分布

## 活動セグメント

大陸棚外縁Sg, BSg, 野坂Sg



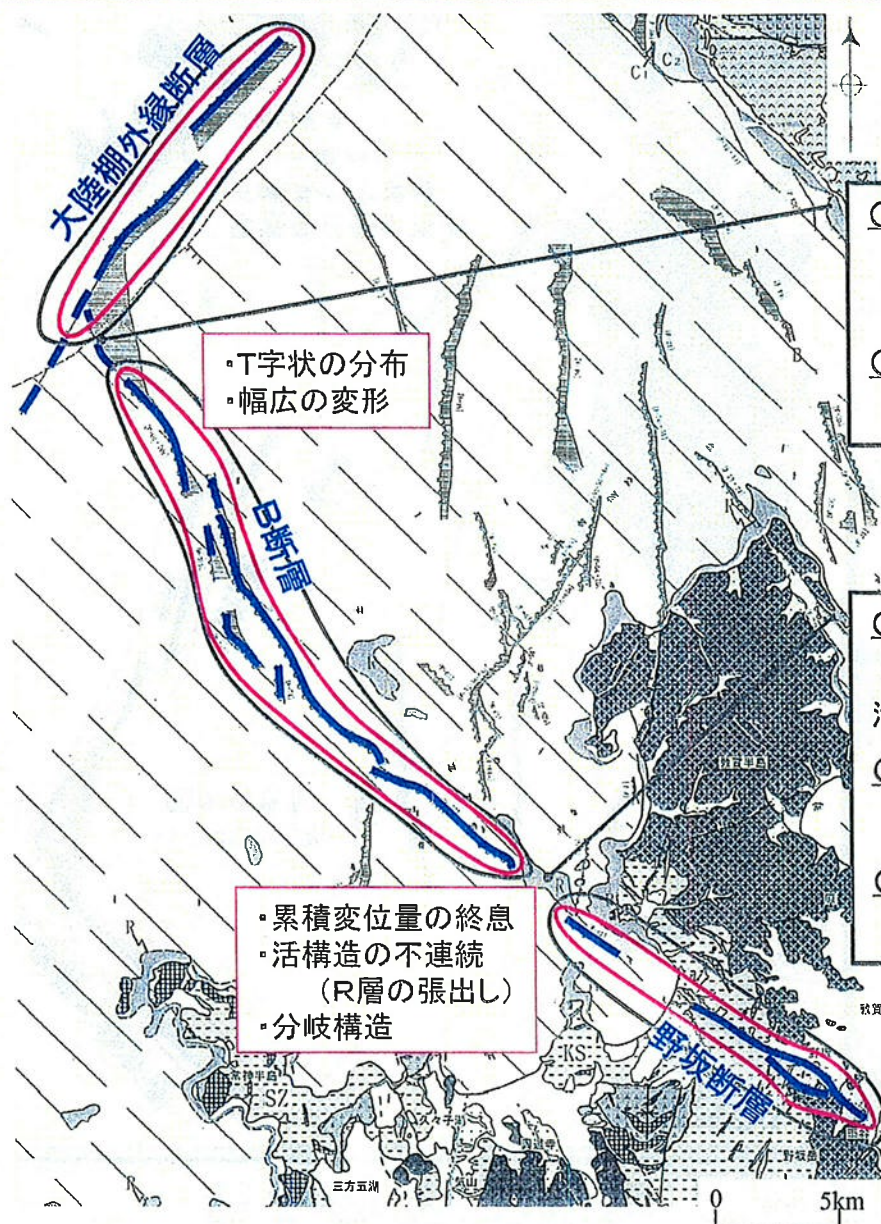
活動セグメント



活動セグメントの区分根拠



# 野坂断層、B断層、大陸棚外縁断層の当初の評価



## ○ 規模の大きいジョグ(分岐(斜交)、雁行、屈曲)の有無

走向が大きくことなり、斜交する。(両断層はT字状に分布する。)  
B断層北方は変形幅を広げる断層末端の特徴を示す。

## ○ 変位センスの差異の有無

大陸棚外縁断層は右横ずれ、B断層は左横ずれの断層。

## ○ 3次元的に見た地下深部における活構造の連続性

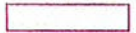
海上音波探査結果によれば、R層が張出し、両断層を連続する活構造は認められない。

## ○ 規模の大きいジョグ(分岐(斜交)、雁行、屈曲)の有無

野坂断層北部では、断層の分岐が認められる。

## ○ 累積変位量の終息 又は 急変の有無

B断層では、南東方に向って累積変位量が終息する。

-  活動セグメント
-  起震断層
-  活動セグメント区分の根拠
-  起震断層区分の根拠



## 野坂断層、B断層、大陸棚外縁断層の断層評価に対するコメント

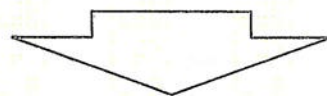
### 【原子力安全・保安院実施の海上音波探査】

- ・B断層及び大陸棚外縁断層の位置には、B層(後期更新統)基底及びB層中に変形構造の可能性のある反射面が確認された。
- ・JNT20-18測線の北西から大陸棚外縁断層の北東延長部にかけては変形構造は認められないが、同測線の南東部において記録は不明瞭である。
- ・大陸棚外縁断層の南西延長部においては、変形構造は確認できなかった。

※『若狭湾東部海域における海上音波探査について(大陸棚外縁断層付近)』(合同C11-3-3-1)より

### 【その他】

- ・B断層南側と野坂断層(F-81)北側の海域については、C層(後期更新世～中期更新世)上面の盛り上がり認められ、変動があることが否定できない。
- ・B断層の北端について、B層(後期更新世)には典型的なプログラデーションの状況が確認され、これが海面との低い約2万年前頃の最終氷期に堆積した地層であると考えられる。
- ・更に後期更新世以降の活動を認めている断面とC層(後期更新世～中期更新世)上面の変位量を比較しても大きくは変わらない。

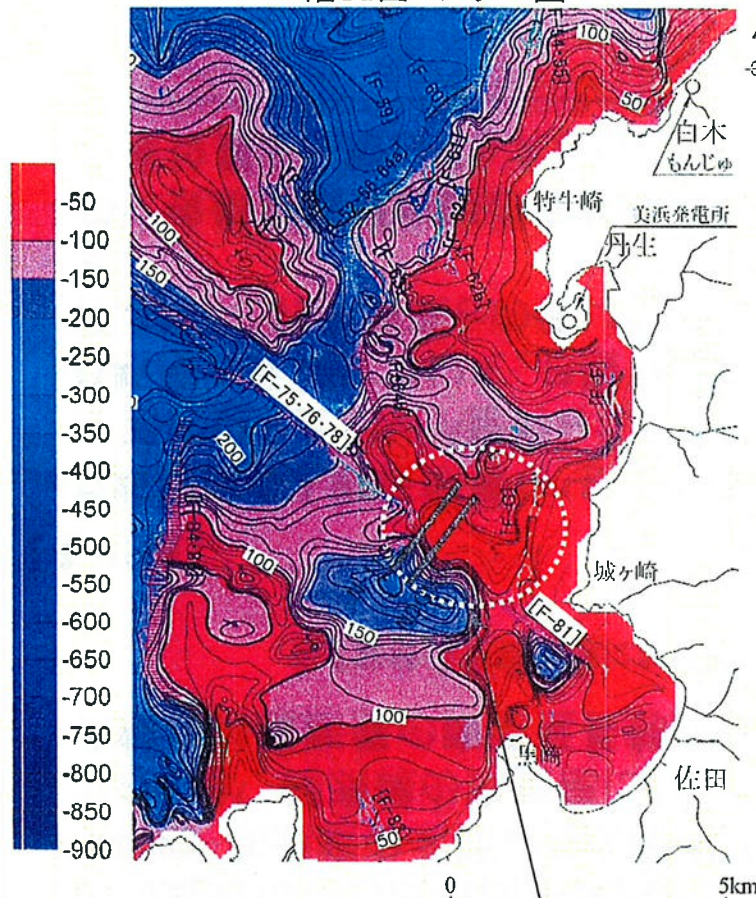


野坂断層～B断層～大陸棚外縁断層の音波探査記録を再確認し、評価の再検討を実施



# 野坂断層の調査結果概要（北西方の海域）

R層上面コンター図



断層  
撓曲  
変形の及んでいる範囲

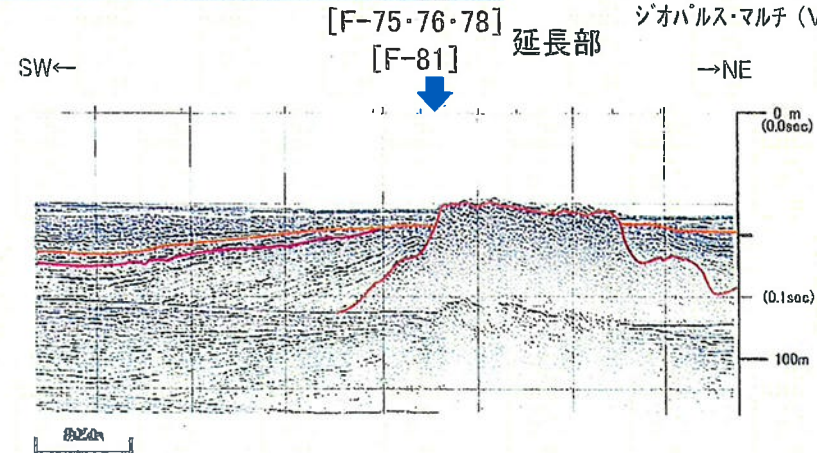
配色は以下のとおり最新活動時期を表す  
赤色: 第四紀完新世の活動が認められる  
緑色: 第四紀後期更新世の活動が認められる  
青色: 第四紀後期更新世以降の活動が認められない

・両断層間には、R層の張出しが認められ、両断層をつなぐ明瞭な断層構造は認められない

保安院殿実施の音波探査(JNT-10及び11測線)においても、「変形構造は認められない」と評価されているが、安全側に野坂断層とB断層が同時活動するものと評価を変更する。

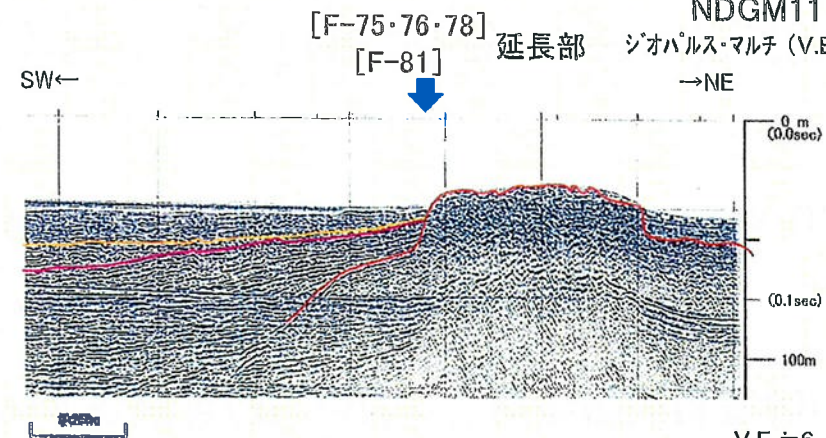
N-11G

ジオパルス・マルチ (V.E.≒6)



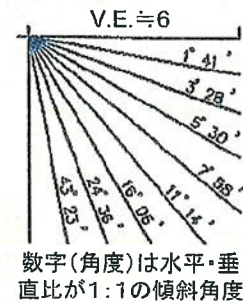
NDGM11

ジオパルス・マルチ (V.E.≒6)



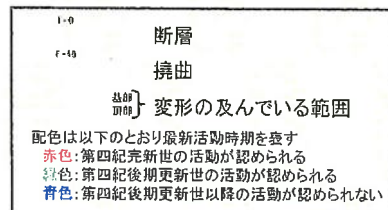
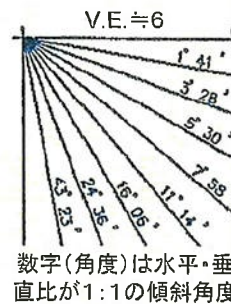
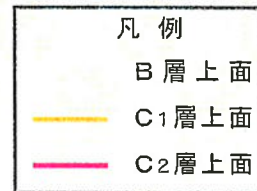
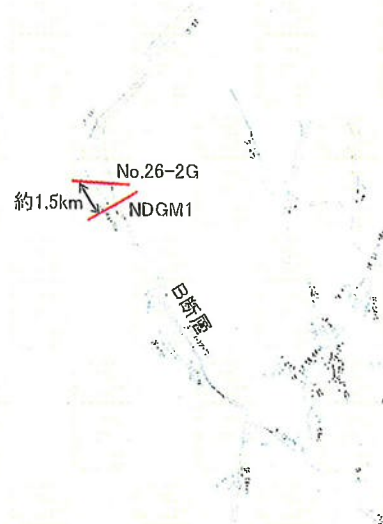
凡例

B層上面  
C1層上面  
C2層上面  
R層上面





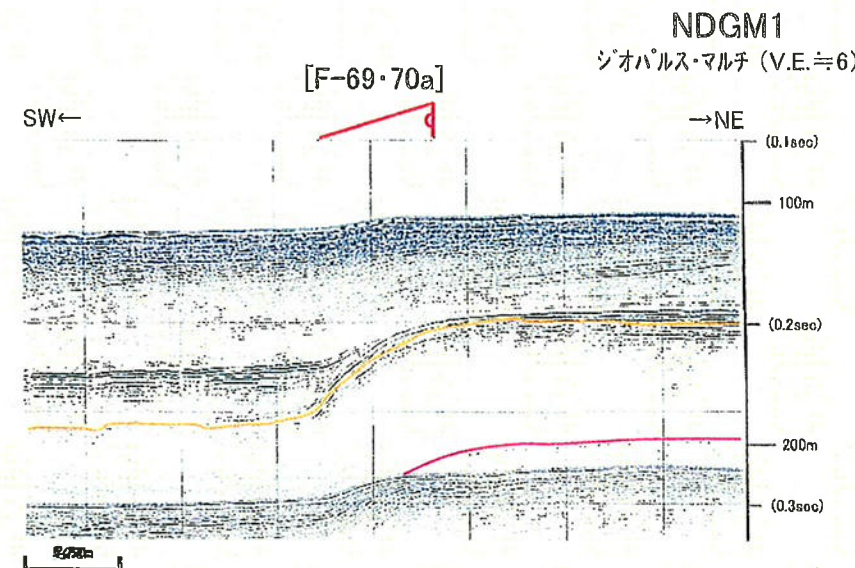
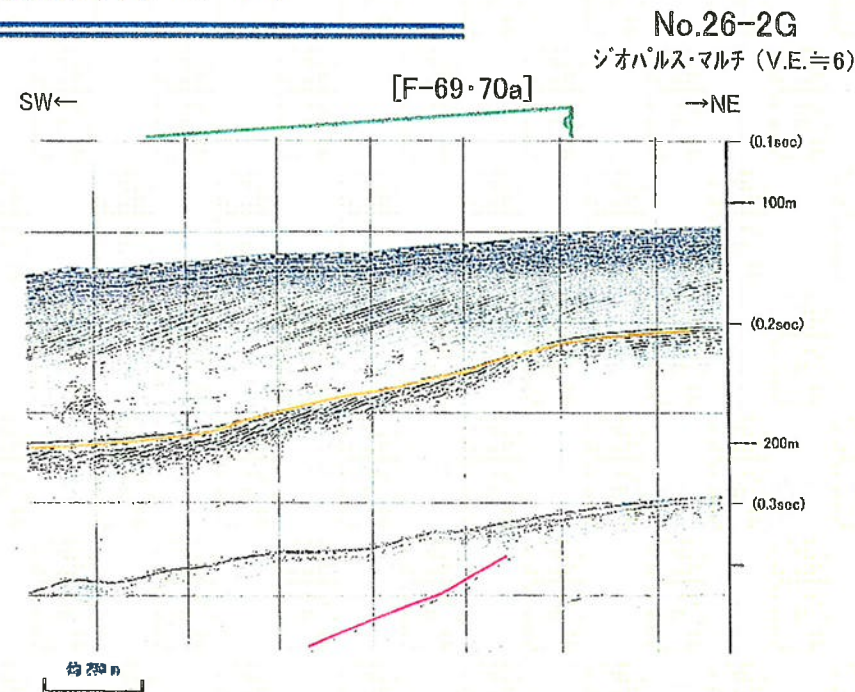
# B断層北端部の海上音波探査記録(1/2)



測線NDGM1ではB層(上部更新統)内の斜層理に断層による明瞭な変形が認められ、地表面にも変形が及んでいるが、測線No.26-2Gの記録ではB層内の斜層理に変形は認められない。

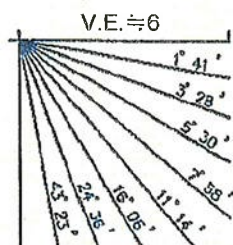
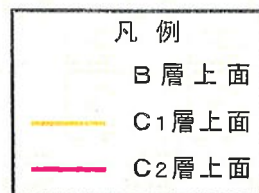
しかし、

B層上面の深度が約110m～約120mから、最終氷期頃の海退時の堆積形態が現れたと考えられる。B層下部の状況も不明瞭なため、最終間氷期以降も活動があったと評価を変更する。

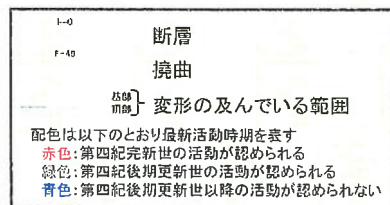




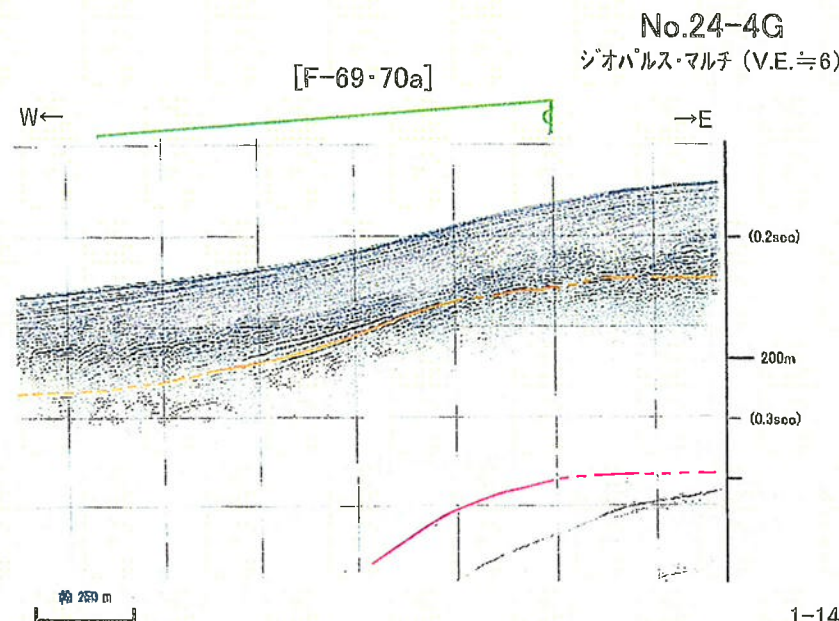
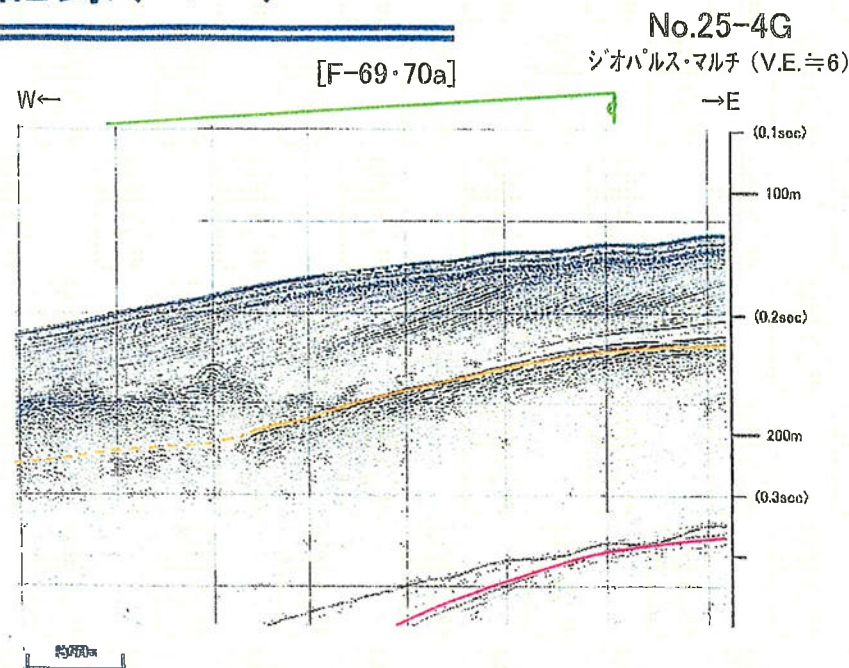
# B断層北端部の海上音波探査記録(2/2)



数字(角度)は水平・垂直比が1:1の傾斜角度



測線No.25-4G 及びNo.24-4Gにおいても測線No.24-4G同様、B層(上部更新統)内の斜層理に断層による変形は認められないが、最終氷期頃の海退時の堆積形態が現れたと考えられ、B層下部の状況も不明瞭なため、最終間氷期以降も活動があったと評価を変更する。

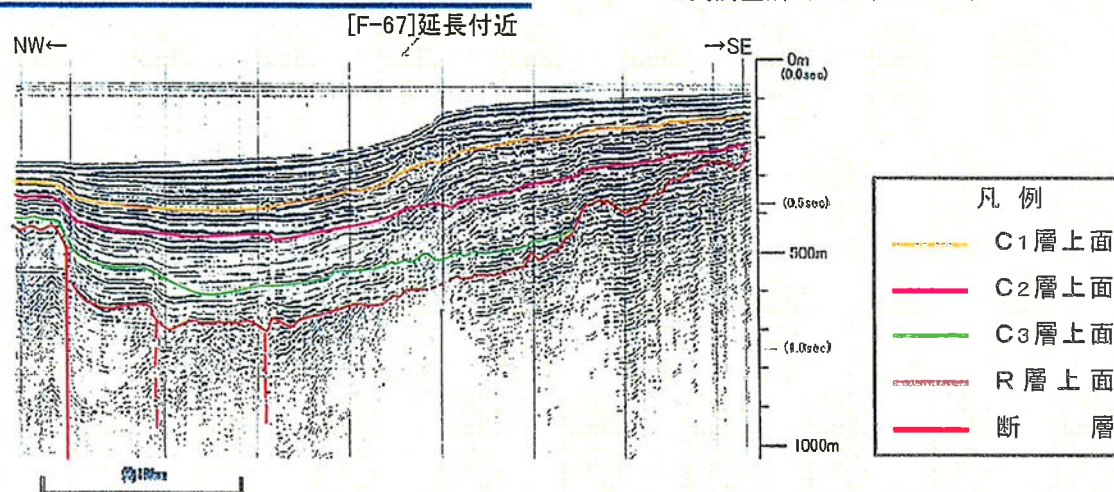




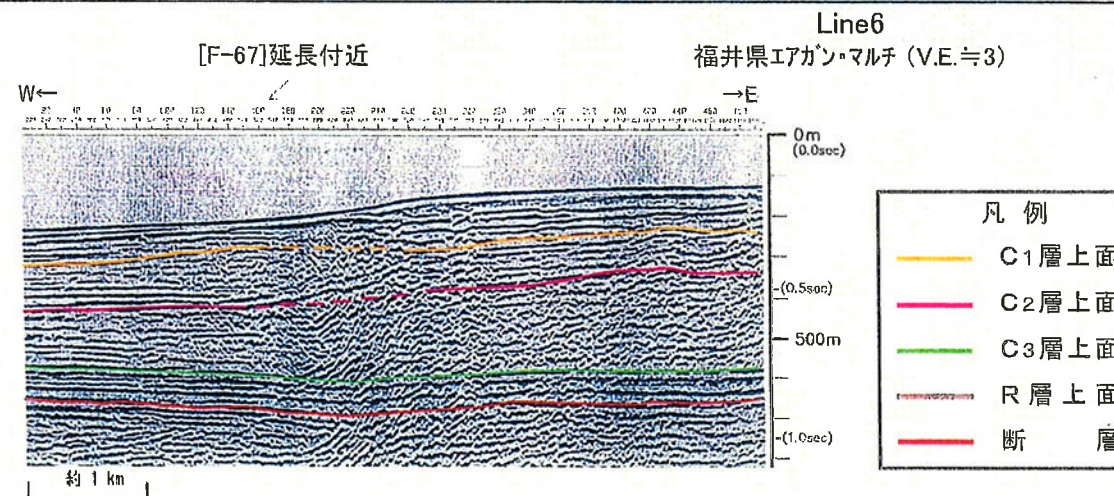
# 大陸棚外縁断層の北東端部の評価



断層  
F-67  
F-68  
F-69  
F-70  
F-71  
F-72  
F-73  
F-74  
F-75  
F-76  
F-77  
F-78  
F-79  
F-80  
F-81  
F-82  
F-83  
F-84  
F-85  
F-86  
F-87  
F-88  
F-89  
F-90  
F-91  
F-92  
F-93  
F-94  
F-95  
F-96  
F-97  
F-98  
F-99  
F-100  
F-101  
F-102  
F-103  
F-104  
F-105  
F-106  
F-107  
F-108  
F-109  
F-110  
F-111  
F-112  
F-113  
F-114  
F-115  
F-116  
F-117  
F-118  
F-119  
F-120  
F-121  
F-122  
F-123  
F-124  
F-125  
F-126  
F-127  
F-128  
F-129  
F-130  
F-131  
F-132  
F-133  
F-134  
F-135  
F-136  
F-137  
F-138  
F-139  
F-140  
F-141  
F-142  
F-143  
F-144  
F-145  
F-146  
F-147  
F-148  
F-149  
F-150  
F-151  
F-152  
F-153  
F-154  
F-155  
F-156  
F-157  
F-158  
F-159  
F-160  
F-161  
F-162  
F-163  
F-164  
F-165  
F-166  
F-167  
F-168  
F-169  
F-170  
F-171  
F-172  
F-173  
F-174  
F-175  
F-176  
F-177  
F-178  
F-179  
F-180  
F-181  
F-182  
F-183  
F-184  
F-185  
F-186  
F-187  
F-188  
F-189  
F-190  
F-191  
F-192  
F-193  
F-194  
F-195  
F-196  
F-197  
F-198  
F-199  
F-200  
F-201  
F-202  
F-203  
F-204  
F-205  
F-206  
F-207  
F-208  
F-209  
F-210  
F-211  
F-212  
F-213  
F-214  
F-215  
F-216  
F-217  
F-218  
F-219  
F-220  
F-221  
F-222  
F-223  
F-224  
F-225  
F-226  
F-227  
F-228  
F-229  
F-230  
F-231  
F-232  
F-233  
F-234  
F-235  
F-236  
F-237  
F-238  
F-239  
F-240  
F-241  
F-242  
F-243  
F-244  
F-245  
F-246  
F-247  
F-248  
F-249  
F-250  
F-251  
F-252  
F-253  
F-254  
F-255  
F-256  
F-257  
F-258  
F-259  
F-260  
F-261  
F-262  
F-263  
F-264  
F-265  
F-266  
F-267  
F-268  
F-269  
F-270  
F-271  
F-272  
F-273  
F-274  
F-275  
F-276  
F-277  
F-278  
F-279  
F-280  
F-281  
F-282  
F-283  
F-284  
F-285  
F-286  
F-287  
F-288  
F-289  
F-290  
F-291  
F-292  
F-293  
F-294  
F-295  
F-296  
F-297  
F-298  
F-299  
F-300  
F-301  
F-302  
F-303  
F-304  
F-305  
F-306  
F-307  
F-308  
F-309  
F-310  
F-311  
F-312  
F-313  
F-314  
F-315  
F-316  
F-317  
F-318  
F-319  
F-320  
F-321  
F-322  
F-323  
F-324  
F-325  
F-326  
F-327  
F-328  
F-329  
F-330  
F-331  
F-332  
F-333  
F-334  
F-335  
F-336  
F-337  
F-338  
F-339  
F-340  
F-341  
F-342  
F-343  
F-344  
F-345  
F-346  
F-347  
F-348  
F-349  
F-350  
F-351  
F-352  
F-353  
F-354  
F-355  
F-356  
F-357  
F-358  
F-359  
F-360  
F-361  
F-362  
F-363  
F-364  
F-365  
F-366  
F-367  
F-368  
F-369  
F-370  
F-371  
F-372  
F-373  
F-374  
F-375  
F-376  
F-377  
F-378  
F-379  
F-380  
F-381  
F-382  
F-383  
F-384  
F-385  
F-386  
F-387  
F-388  
F-389  
F-390  
F-391  
F-392  
F-393  
F-394  
F-395  
F-396  
F-397  
F-398  
F-399  
F-400  
F-401  
F-402  
F-403  
F-404  
F-405  
F-406  
F-407  
F-408  
F-409  
F-410  
F-411  
F-412  
F-413  
F-414  
F-415  
F-416  
F-417  
F-418  
F-419  
F-420  
F-421  
F-422  
F-423  
F-424  
F-425  
F-426  
F-427  
F-428  
F-429  
F-430  
F-431  
F-432  
F-433  
F-434  
F-435  
F-436  
F-437  
F-438  
F-439  
F-440  
F-441  
F-442  
F-443  
F-444  
F-445  
F-446  
F-447  
F-448  
F-449  
F-450  
F-451  
F-452  
F-453  
F-454  
F-455  
F-456  
F-457  
F-458  
F-459  
F-460  
F-461  
F-462  
F-463  
F-464  
F-465  
F-466  
F-467  
F-468  
F-469  
F-470  
F-471  
F-472  
F-473  
F-474  
F-475  
F-476  
F-477  
F-478  
F-479  
F-480  
F-481  
F-482  
F-483  
F-484  
F-485  
F-486  
F-487  
F-488  
F-489  
F-490  
F-491  
F-492  
F-493  
F-494  
F-495  
F-496  
F-497  
F-498  
F-499  
F-500  
F-501  
F-502  
F-503  
F-504  
F-505  
F-506  
F-507  
F-508  
F-509  
F-510  
F-511  
F-512  
F-513  
F-514  
F-515  
F-516  
F-517  
F-518  
F-519  
F-520  
F-521  
F-522  
F-523  
F-524  
F-525  
F-526  
F-527  
F-528  
F-529  
F-530  
F-531  
F-532  
F-533  
F-534  
F-535  
F-536  
F-537  
F-538  
F-539  
F-540  
F-541  
F-542  
F-543  
F-544  
F-545  
F-546  
F-547  
F-548  
F-549  
F-550  
F-551  
F-552  
F-553  
F-554  
F-555  
F-556  
F-557  
F-558  
F-559  
F-560  
F-561  
F-562  
F-563  
F-564  
F-565  
F-566  
F-567  
F-568  
F-569  
F-570  
F-571  
F-572  
F-573  
F-574  
F-575  
F-576  
F-577  
F-578  
F-579  
F-580  
F-581  
F-582  
F-583  
F-584  
F-585  
F-586  
F-587  
F-588  
F-589  
F-590  
F-591  
F-592  
F-593  
F-594  
F-595  
F-596  
F-597  
F-598  
F-599  
F-600  
F-601  
F-602  
F-603  
F-604  
F-605  
F-606  
F-607  
F-608  
F-609  
F-610  
F-611  
F-612  
F-613  
F-614  
F-615  
F-616  
F-617  
F-618  
F-619  
F-620  
F-621  
F-622  
F-623  
F-624  
F-625  
F-626  
F-627  
F-628  
F-629  
F-630  
F-631  
F-632  
F-633  
F-634  
F-635  
F-636  
F-637  
F-638  
F-639  
F-640  
F-641  
F-642  
F-643  
F-644  
F-645  
F-646  
F-647  
F-648  
F-649  
F-650  
F-651  
F-652  
F-653  
F-654  
F-655  
F-656  
F-657  
F-658  
F-659  
F-660  
F-661  
F-662  
F-663  
F-664  
F-665  
F-666  
F-667  
F-668  
F-669  
F-670  
F-671  
F-672  
F-673  
F-674  
F-675  
F-676  
F-677  
F-678  
F-679  
F-680  
F-681  
F-682  
F-683  
F-684  
F-685  
F-686  
F-687  
F-688  
F-689  
F-690  
F-691  
F-692  
F-693  
F-694  
F-695  
F-696  
F-697  
F-698  
F-699  
F-700  
F-701  
F-702  
F-703  
F-704  
F-705  
F-706  
F-707  
F-708  
F-709  
F-710  
F-711  
F-712  
F-713  
F-714  
F-715  
F-716  
F-717  
F-718  
F-719  
F-720  
F-721  
F-722  
F-723  
F-724  
F-725  
F-726  
F-727  
F-728  
F-729  
F-730  
F-731  
F-732  
F-733  
F-734  
F-735  
F-736  
F-737  
F-738  
F-739  
F-740  
F-741  
F-742  
F-743  
F-744  
F-745  
F-746  
F-747  
F-748  
F-749  
F-750  
F-751  
F-752  
F-753  
F-754  
F-755  
F-756  
F-757  
F-758  
F-759  
F-760  
F-761  
F-762  
F-763  
F-764  
F-765  
F-766  
F-767  
F-768  
F-769  
F-770  
F-771  
F-772  
F-773  
F-774  
F-775  
F-776  
F-777  
F-778  
F-779  
F-780  
F-781  
F-782  
F-783  
F-784  
F-785  
F-786  
F-787  
F-788  
F-789  
F-790  
F-791  
F-792  
F-793  
F-794  
F-795  
F-796  
F-797  
F-798  
F-799  
F-800  
F-801  
F-802  
F-803  
F-804  
F-805  
F-806  
F-807  
F-808  
F-809  
F-810  
F-811  
F-812  
F-813  
F-814  
F-815  
F-816  
F-817  
F-818  
F-819  
F-820  
F-821  
F-822  
F-823  
F-824  
F-825  
F-826  
F-827  
F-828  
F-829  
F-830  
F-831  
F-832  
F-833  
F-834  
F-835  
F-836  
F-837  
F-838  
F-839  
F-840  
F-841  
F-842  
F-843  
F-844  
F-845  
F-846  
F-847  
F-848  
F-849  
F-850  
F-851  
F-852  
F-853  
F-854  
F-855  
F-856  
F-857  
F-858  
F-859  
F-860  
F-861  
F-862  
F-863  
F-864  
F-865  
F-866  
F-867  
F-868  
F-869  
F-870  
F-871  
F-872  
F-873  
F-874  
F-875  
F-876  
F-877  
F-878  
F-879  
F-880  
F-881  
F-882  
F-883  
F-884  
F-885  
F-886  
F-887  
F-888  
F-889  
F-890  
F-891  
F-892  
F-893  
F-894  
F-895  
F-896  
F-897  
F-898  
F-899  
F-900  
F-901  
F-902  
F-903  
F-904  
F-905  
F-906  
F-907  
F-908  
F-909  
F-910  
F-911  
F-912  
F-913  
F-914  
F-915  
F-916  
F-917  
F-918  
F-919  
F-920  
F-921  
F-922  
F-923  
F-924  
F-925  
F-926  
F-927  
F-928  
F-929  
F-930  
F-931  
F-932  
F-933  
F-934  
F-935  
F-936  
F-937  
F-938  
F-939  
F-940  
F-941  
F-942  
F-943  
F-944  
F-945  
F-946  
F-947  
F-948  
F-949  
F-950  
F-951  
F-952  
F-953  
F-954  
F-955  
F-956  
F-957  
F-958  
F-959  
F-960  
F-961  
F-962  
F-963  
F-964  
F-965  
F-966  
F-967  
F-968  
F-969  
F-970  
F-971  
F-972  
F-973  
F-974  
F-975  
F-976  
F-977  
F-978  
F-979  
F-980  
F-981  
F-982  
F-983  
F-984  
F-985  
F-986  
F-987  
F-988  
F-989  
F-990  
F-991  
F-992  
F-993  
F-994  
F-995  
F-996  
F-997  
F-998  
F-999  
F-1000



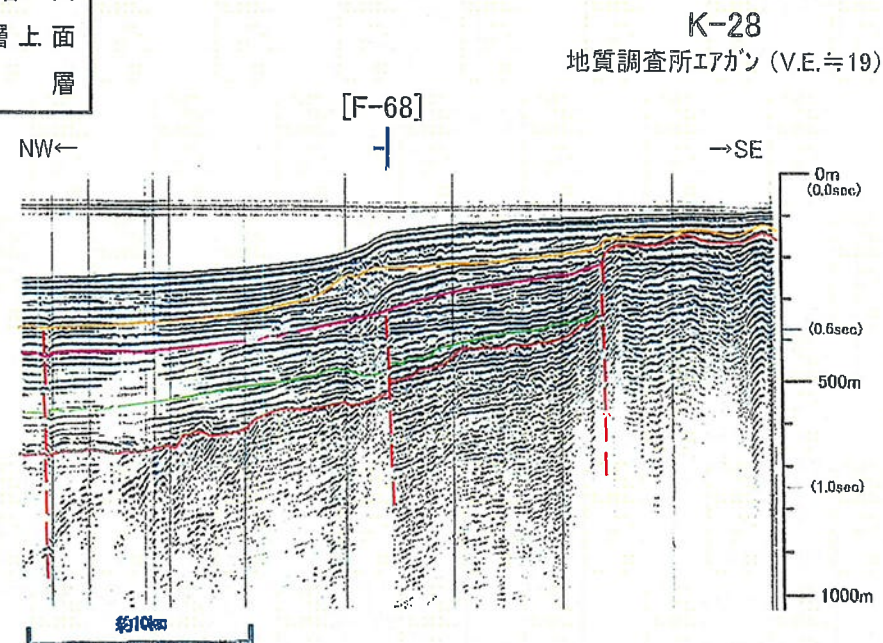
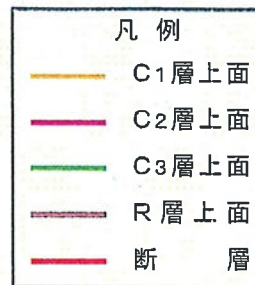
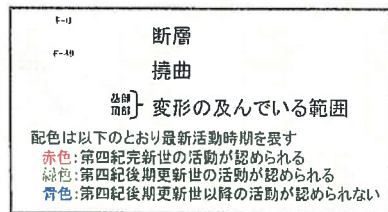
- 大陸棚外縁断層(F-67)延長付近に、断層による変形は認められないと判断した。
- 地質調査所「ゲンタツ瀬海底地質図」においても、K-32測線では断層は示されていない。
- 但し、多重反射の影響により明瞭ではないことから、より確実な端部を検討。



- 音波散乱層は認められるものの、R層上面やC2層とC3層の境界はほぼ水平であることが明瞭に確認でき、断層は存在しないと判断できる。
- 大陸棚外縁断層の北東端部を安全側にLine6に変更する。



# 大陸棚外縁断層の調査結果の概要(海上音波探査記録)



地質調査所実施のエアガンの音波探査記録では、深部に断層が認められると判断した。しかし、浅部に関しては不明瞭であり、変位・変形について言及するのは難しい。



# 野坂断層, B断層, 大陸棚外縁断層の断層評価の変更

端部を、安全側に、変形構造が確実に認められないLine6測線に変更する。

→ 大陸棚外縁断層を約14kmと変更  
(当初、約10km)

| 凡 例 |        |
|-----|--------|
|     | B層上面   |
|     | C層上面   |
|     | R層上面   |
|     | 主要断層   |
|     | 並走する断層 |

B層内にプログラデーションパターンが認められ、変位・変形は認められないが、B層上面の深度が約110m～約120mから、最終氷期頃の海退時の堆積形態が現れたと考えられる。B層下部の状況も不明瞭であることから、最終間氷期以降も活動があったと評価を変更する。

→ B断層を約21kmと変更(当初、約19km)

C層上面の累積変位量は、B断層から大陸棚外縁断層にかけて大きく変わらないことから、両断層が同時活動するものと評価を変更する。

保安院殿実施の音波探査(JNT-10及び11測線)においても、「変形構造は認められない」と評価されているが、「C層上面の盛り上がりが認められ、変動があることが否定できない」との意見があることから、安全側に野坂断層とB断層が同時活動するものと評価を変更する。

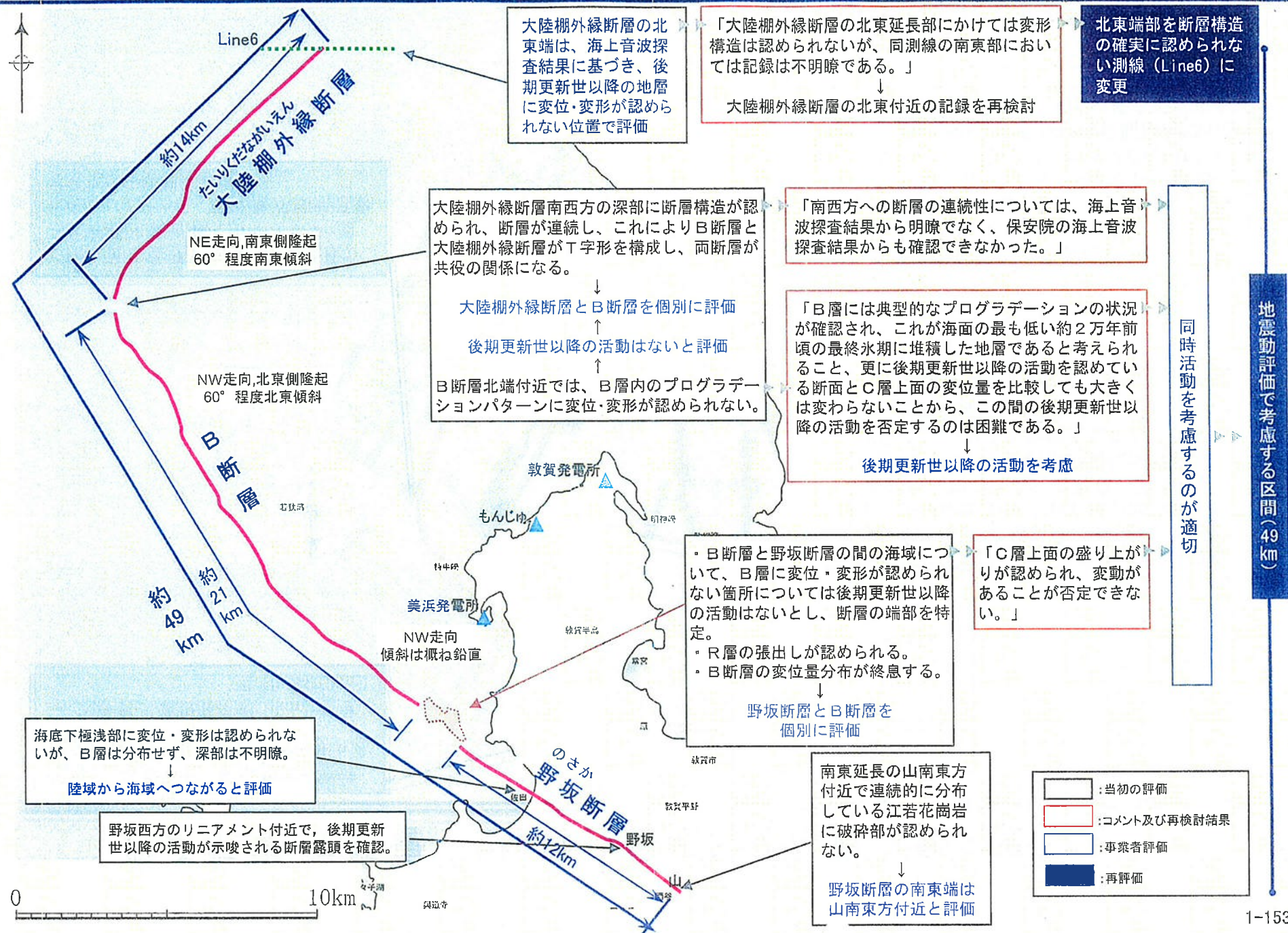
野坂断層～B断層～大陸棚外縁断層の同時活動を考慮するものとする。  
(長さ約49km)

累積変位量分布図

0 5km



## 野坂断層～B断層～大陸棚外縁断層の評価の概要

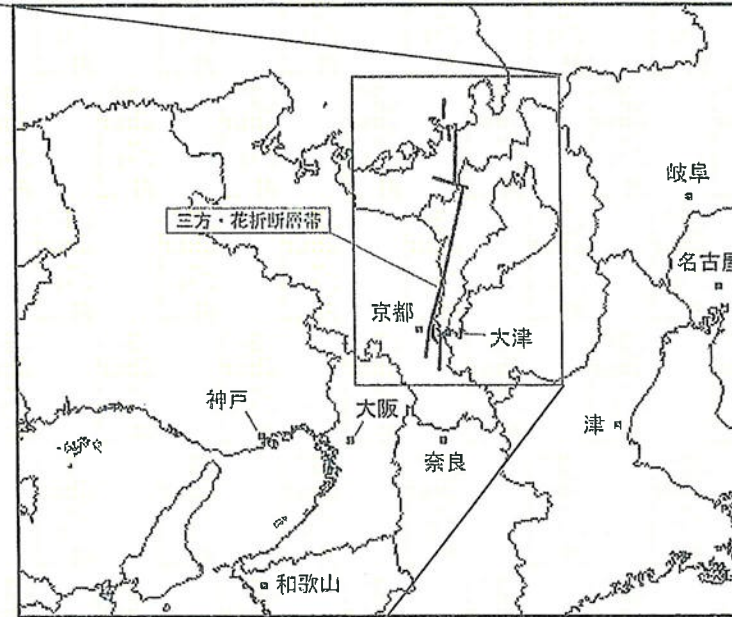
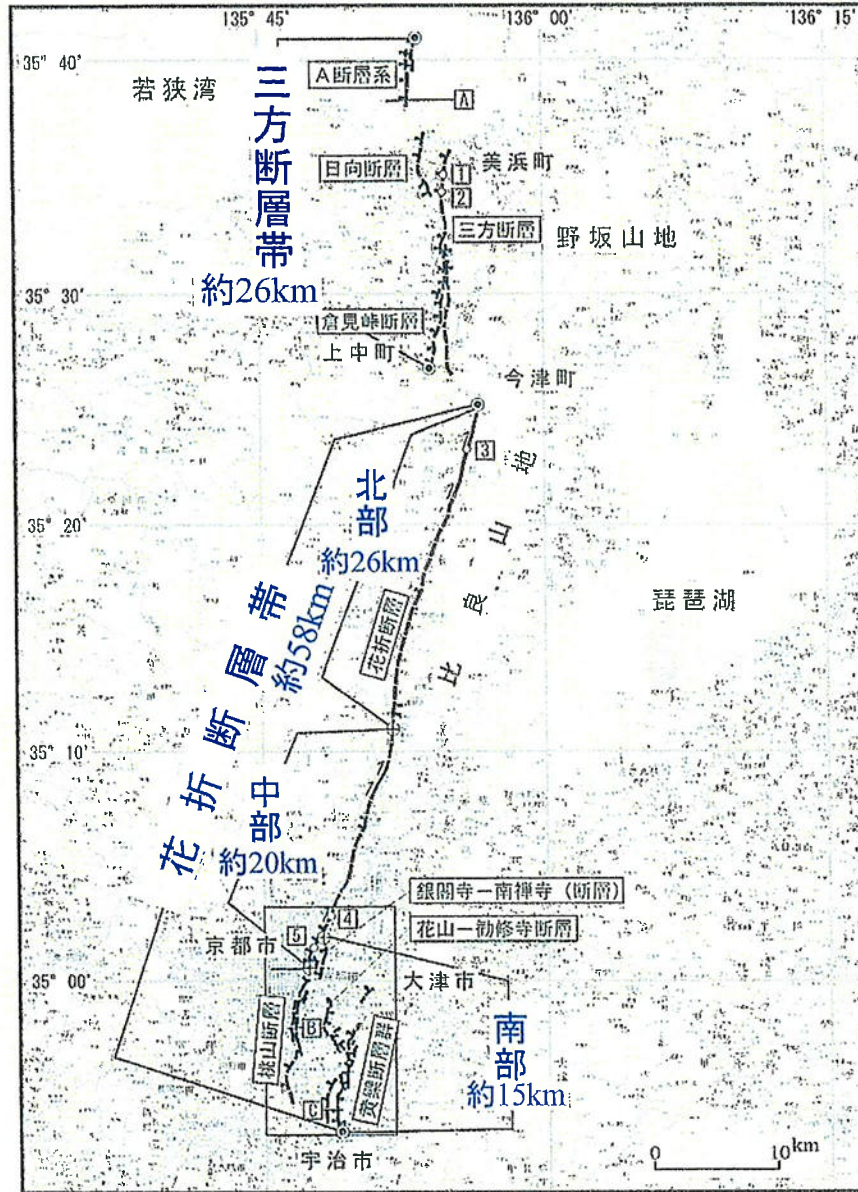




## 2-8 三方断層



## 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。

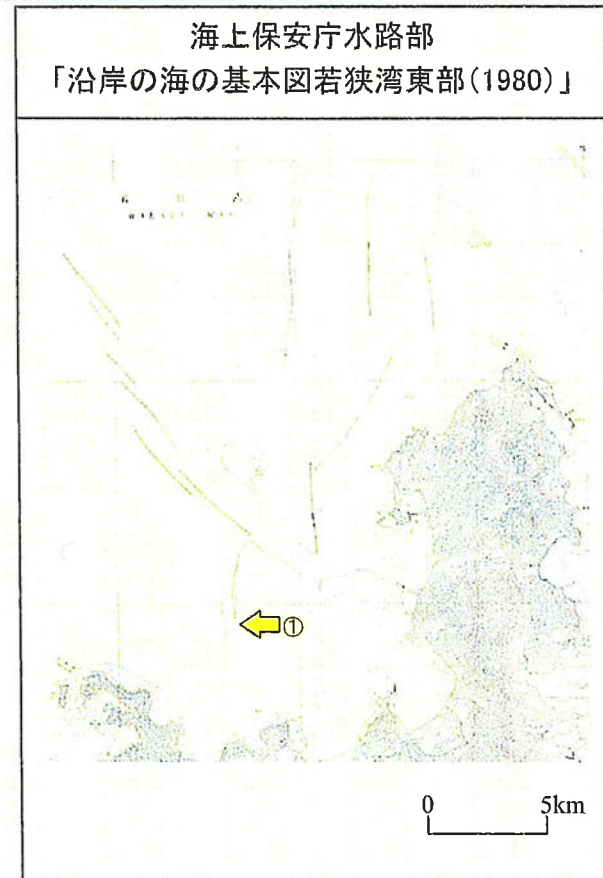
三方斷層帶：約26km, M7.2

花折断層帶: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

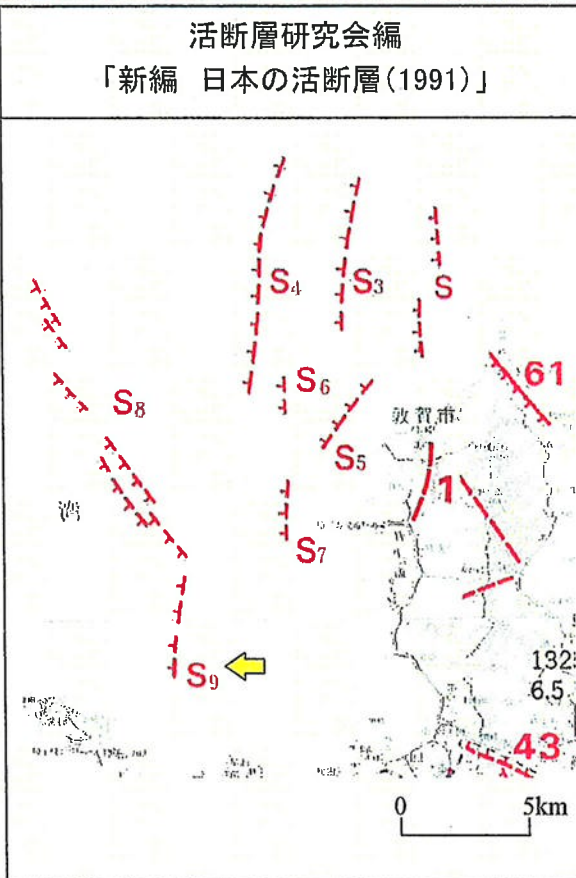


## A断層に関する主な文献



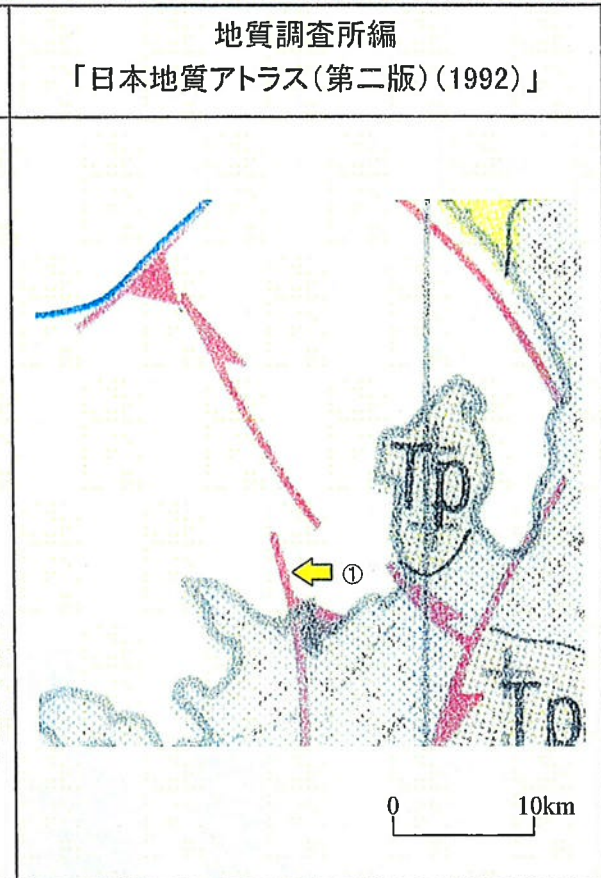
| 断層名    | 長さ     | 分類             | 変位の向き |
|--------|--------|----------------|-------|
| ① 名称なし | 約5.5km | 推定断層<br>推定伏在断層 | 東側隆起  |

断層(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]



| 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  |

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



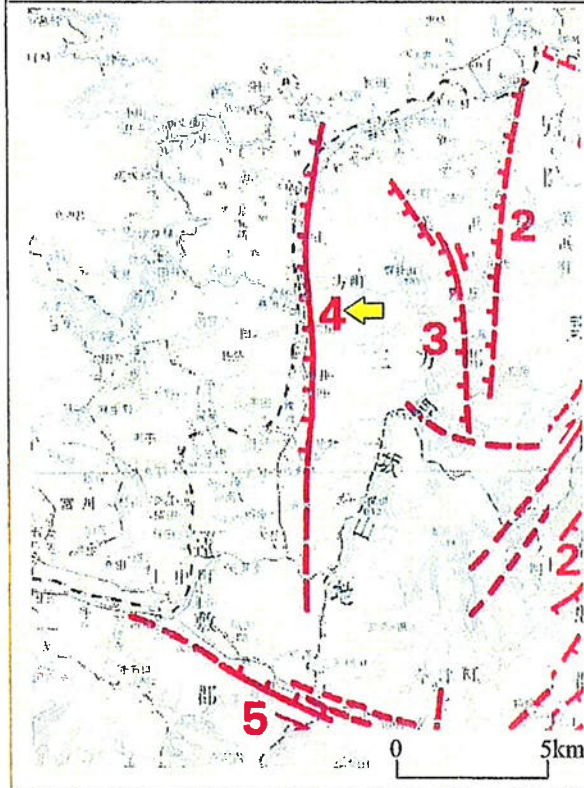
| 断層名    | 長さ               | 分類  | 変位の向き         |
|--------|------------------|-----|---------------|
| ① 名称なし | 約6km<br>(海上部を図読) | 逆断層 | 東傾斜<br>(東側隆起) |

逆断層、正断層、横ずれ断層、未区分の断層に分類し、図示



# 三方断層に関する主な文献

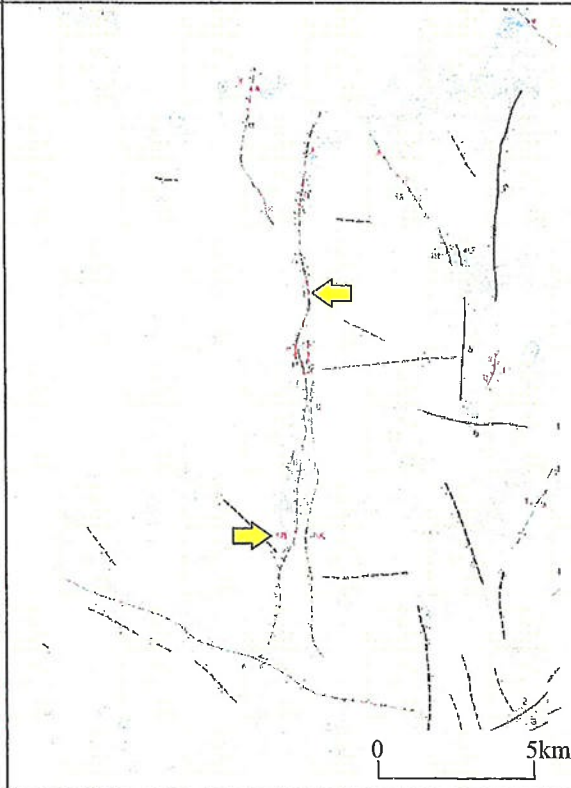
活断層研究会編  
「新編 日本の活断層(1991)」



| 断層名    | 長さ   | 確実度    | 変位の向き |
|--------|------|--------|-------|
| 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

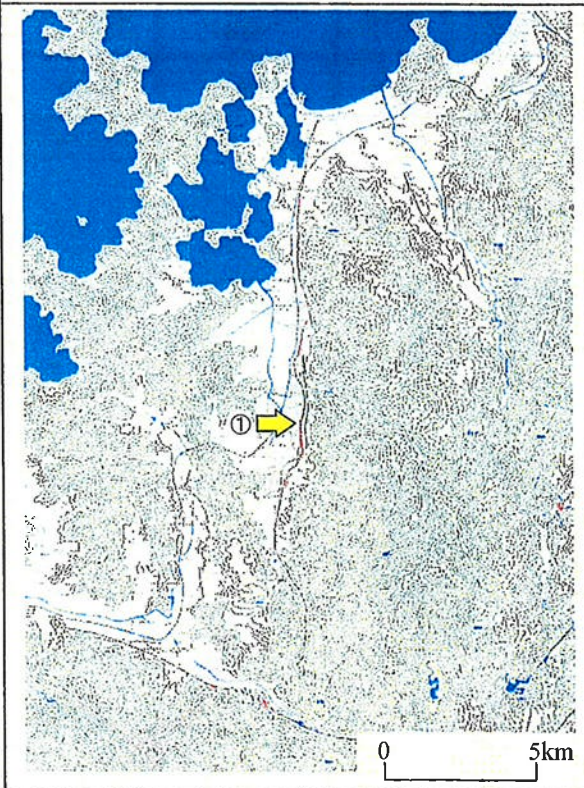
岡田・東郷編  
「近畿の活断層(2000)」



| 断層名       | 長さ   | 確実度    | 変位の向き |
|-----------|------|--------|-------|
| 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

中田・今泉編  
「活断層詳細デジタルマップ(2002)」



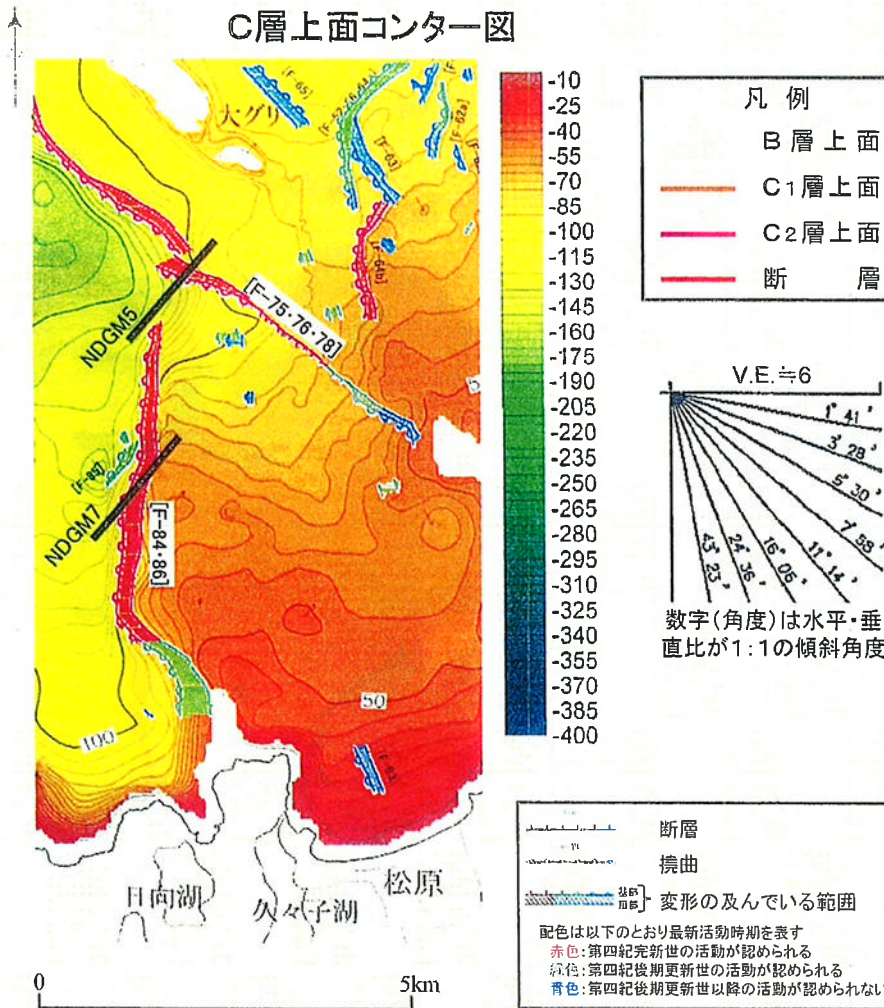
| 断層名     | 長さ            | 分類           | 変位の向き |
|---------|---------------|--------------|-------|
| ① 三方断層帯 | 約18km<br>(図説) | 活断層<br>推定活断層 | 東側隆起  |

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



## A断層の調査結果概要(1/2)

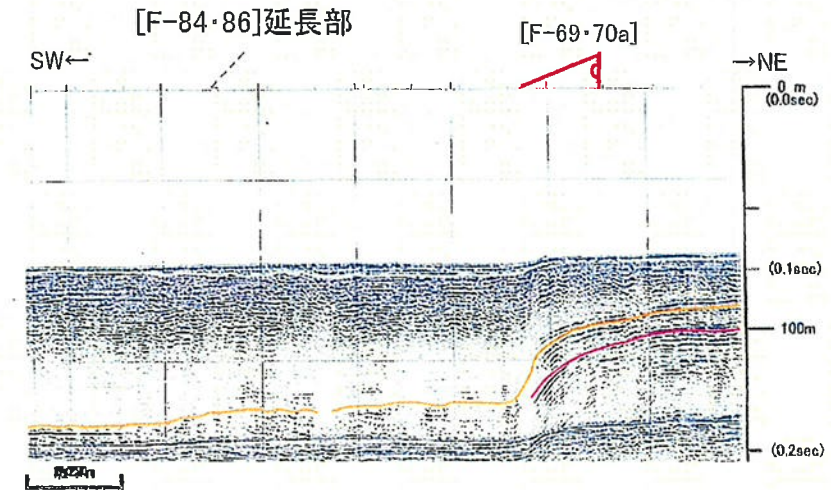
C層上面コンター図



日向湖北方の海域には、東側が隆起するNS方向の高度不連続が認められ、この西縁に断層が分布する (R層[音響基盤]上面も同様の傾向)

NDGM5

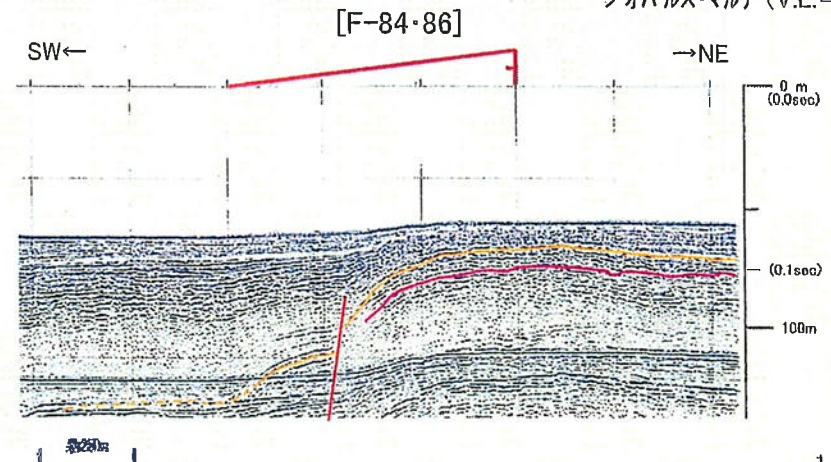
ジオパルス・マルチ (V.E. ≒ 6)



B断層につながるような断層構造は認められない

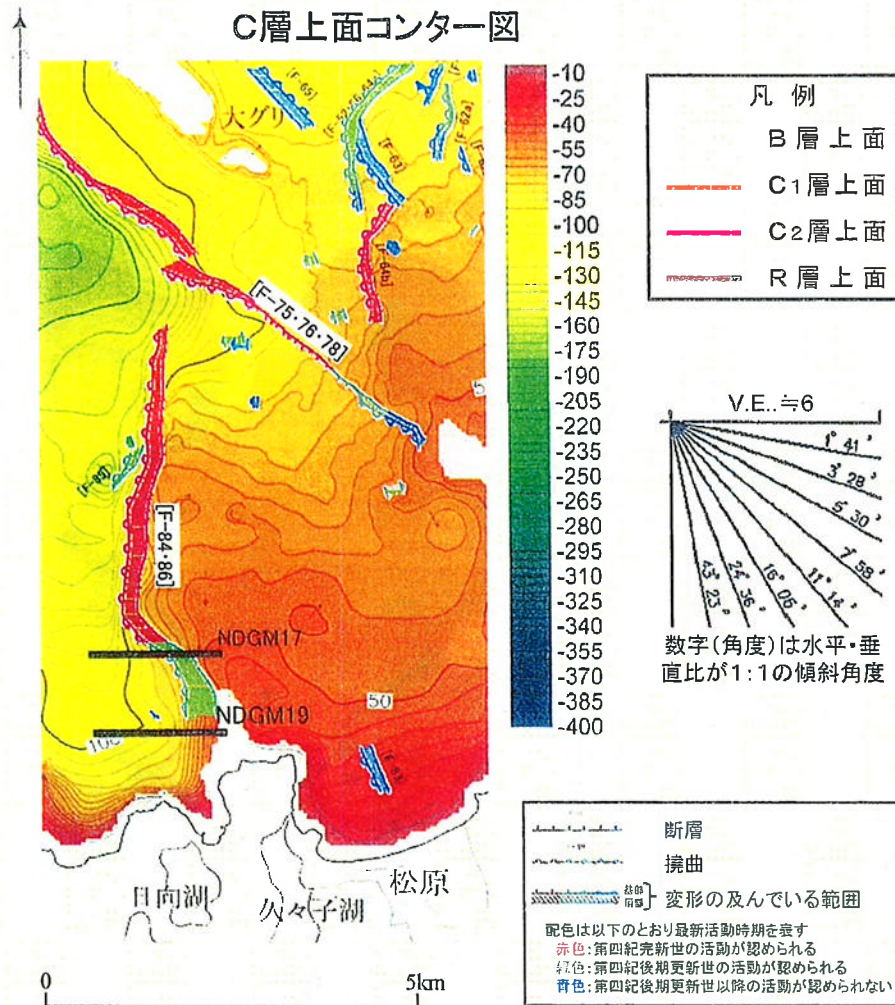
NDGM7

ジオパルス・マルチ (V.E. ≒ 6)

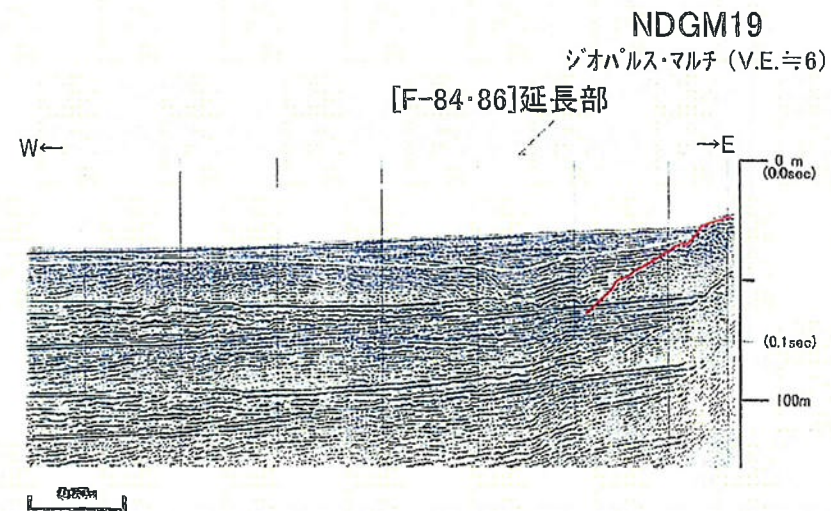
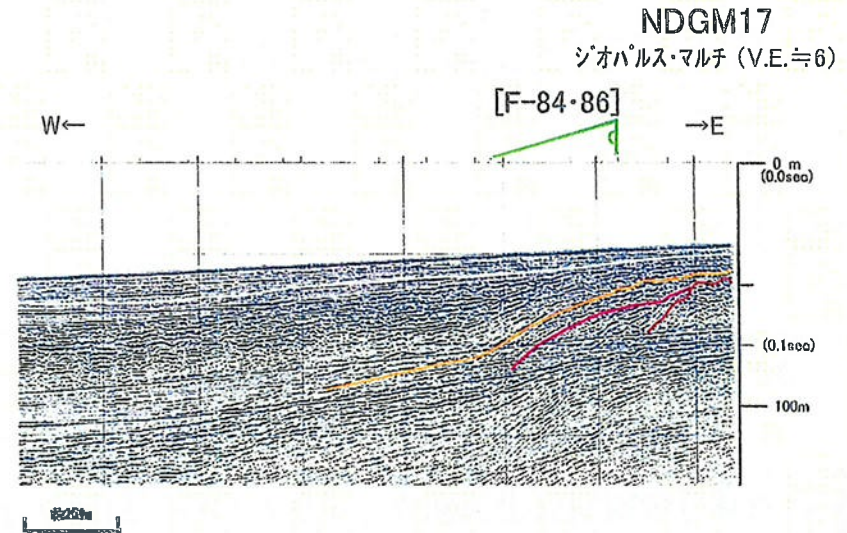




## A断層の調査結果概要(2/2)

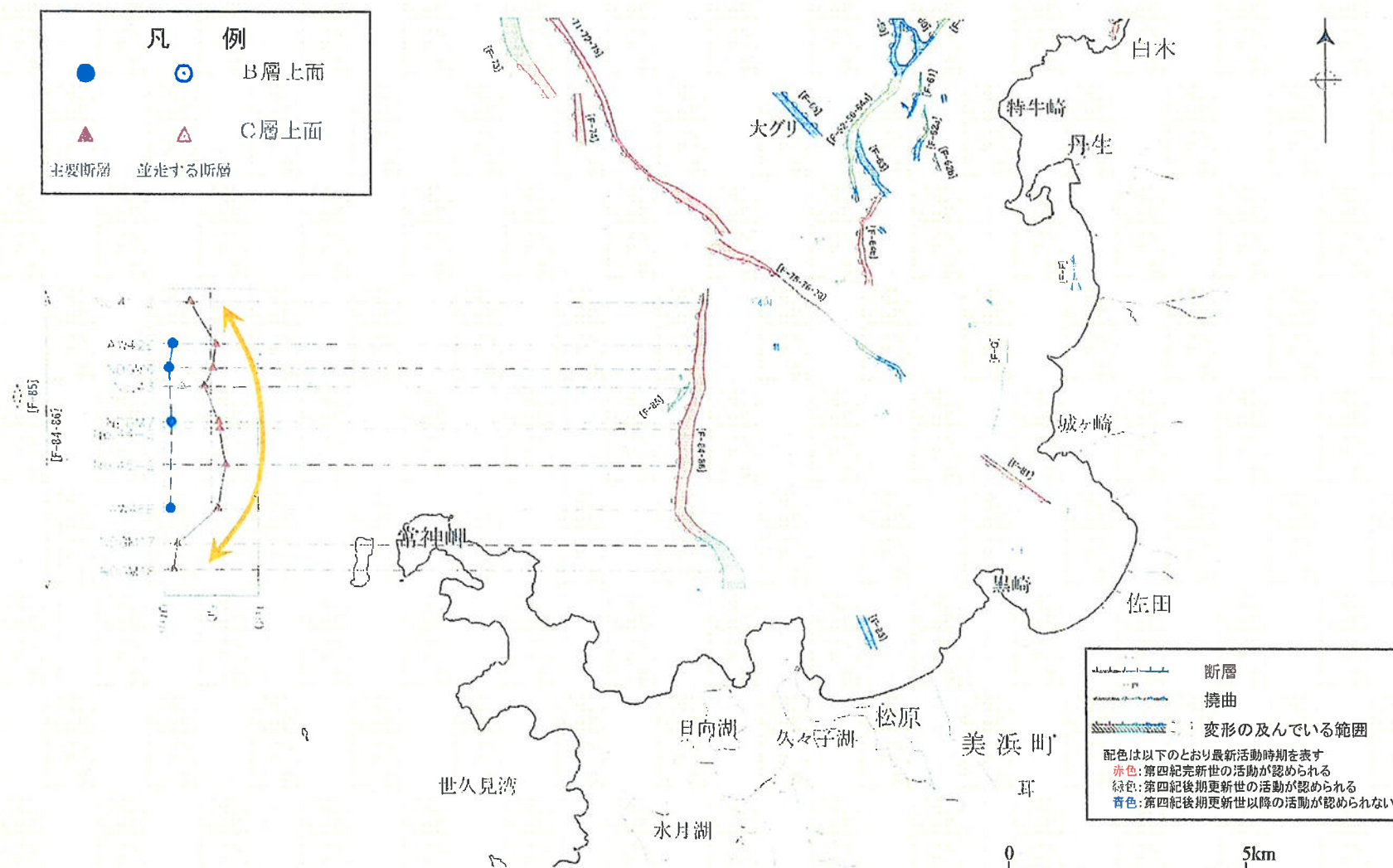


日向湖北方の海域には、東側が隆起するNS方向の高度不連続が認められ、この西縁に断層が分布する (R層[音響基盤]上面も同様の傾向)





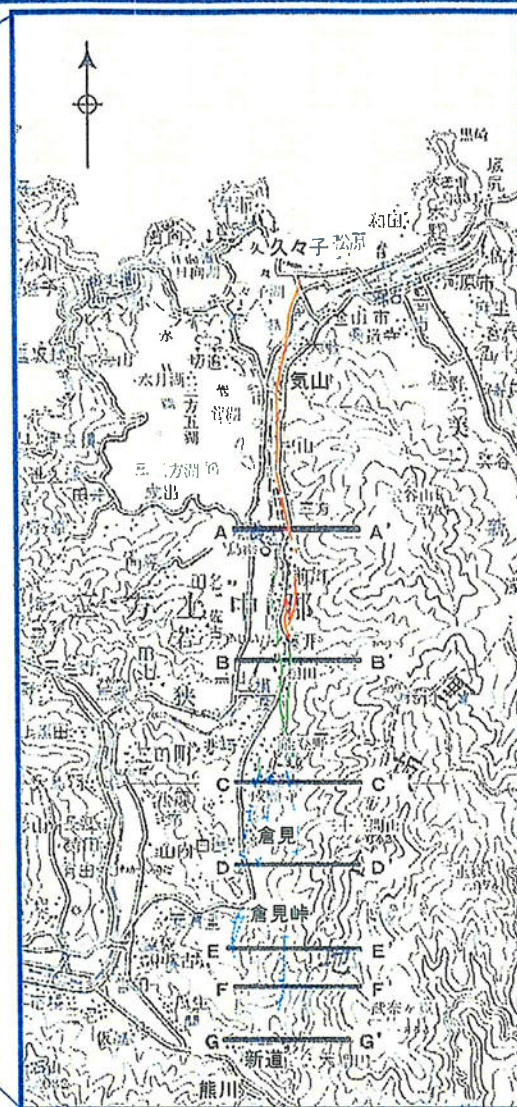
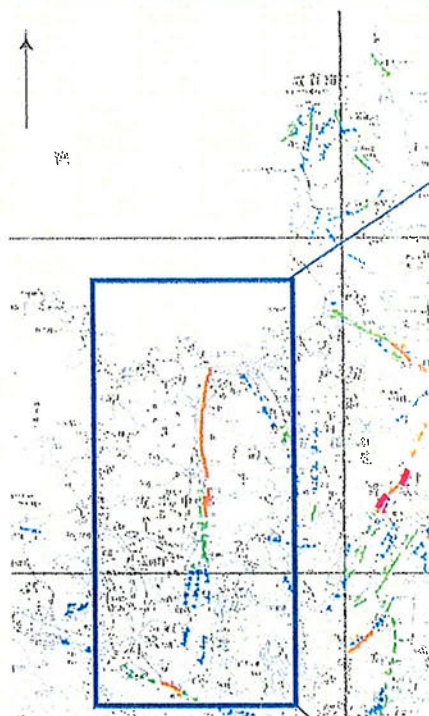
## A断層の調査結果概要（走向・累積変位量）



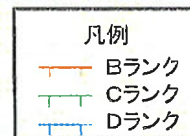
C層上面を基準とした累積変位量は、端部に向かって減じ、終息する傾向を示す



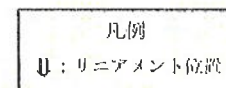
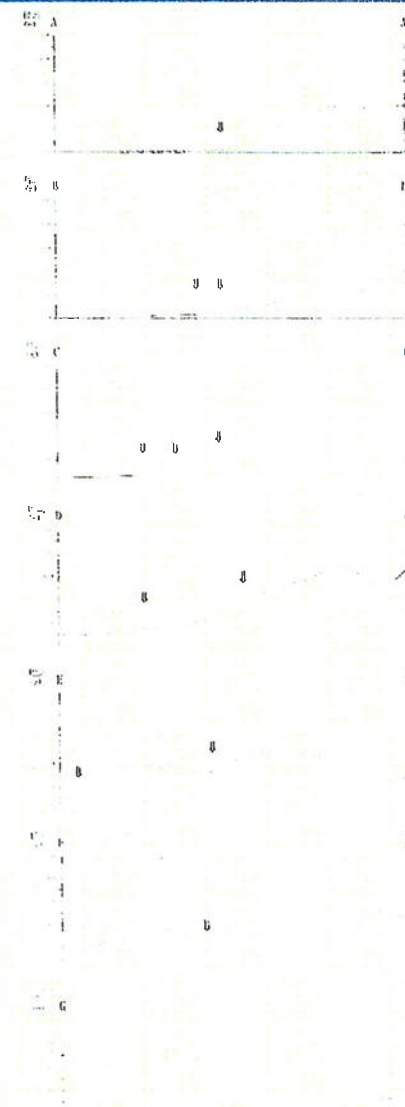
# 三方断層の調査結果概要（三方断層周辺の地形）



- ・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

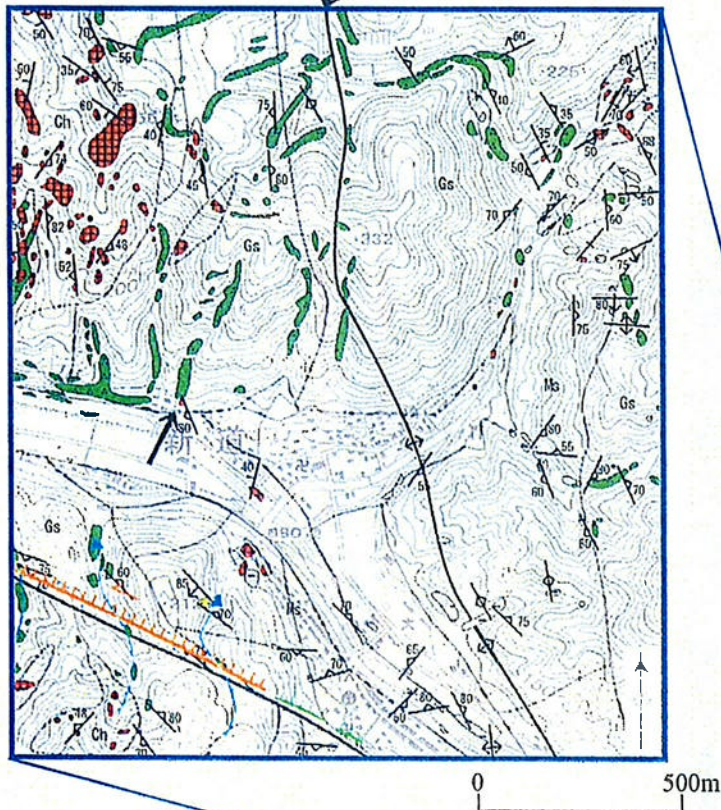


# 三方断層の調査結果概要（南端部他）

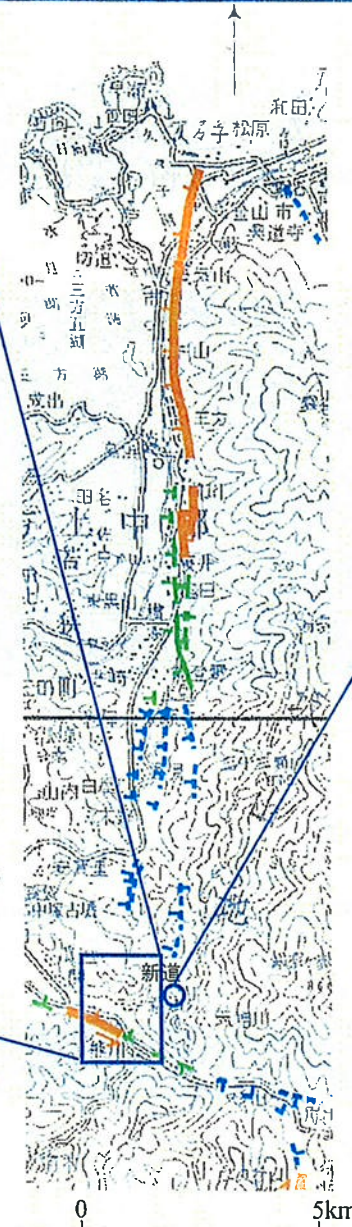
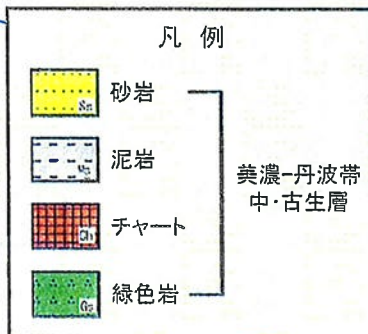
【詳細ルートマップ】

西方リニアメント延長部

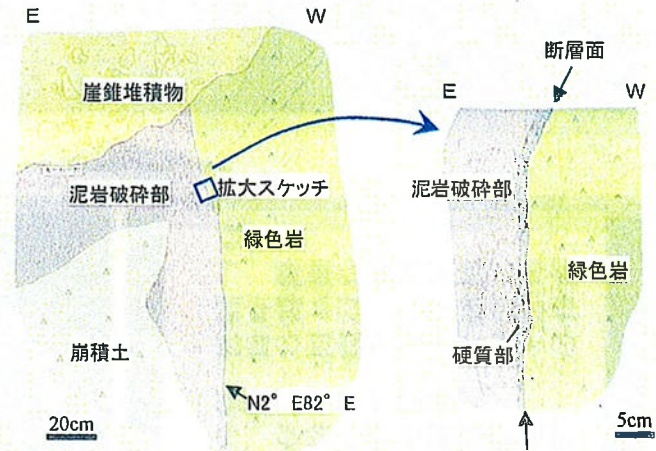
リニアメント延長部



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】

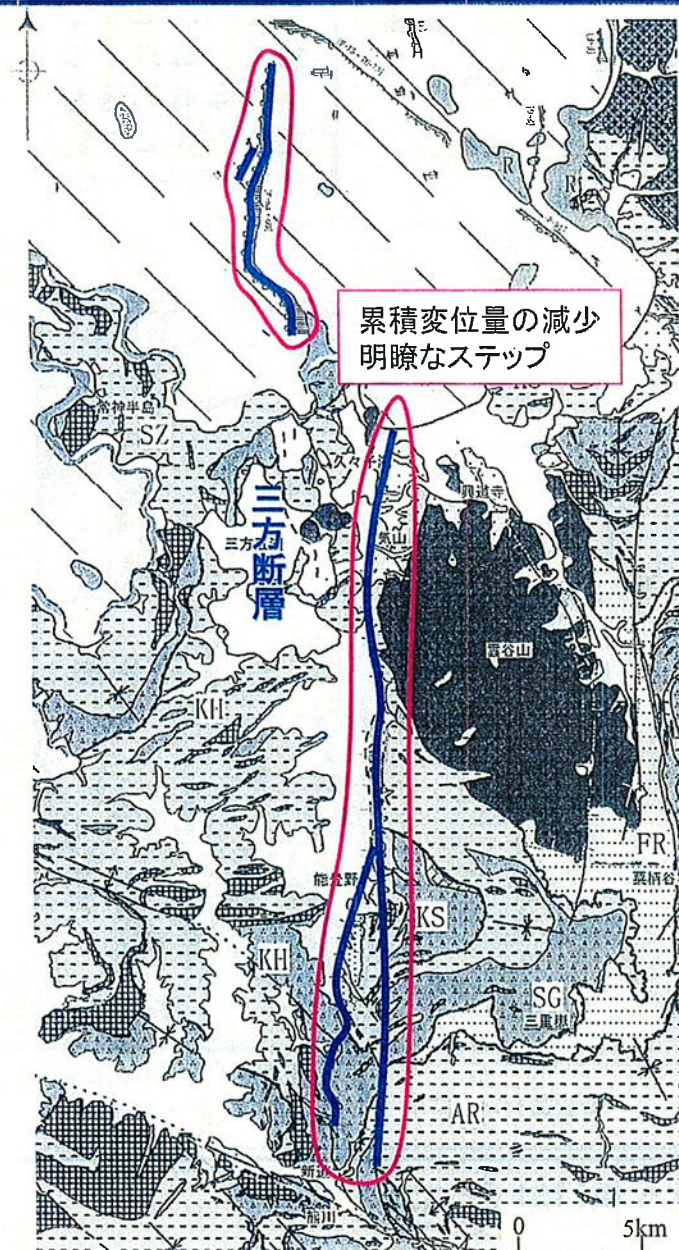


断層面は湾曲している

少なくとも後期更新世以降の活動はないと判断



# A断層、三方断層の当初のまとめ



## 断層の連続性

- ・北方のB断層につながる構造は認められない
- ・海域には東側隆起の高度不連続が認められ、その西縁に断層が分布
- ・東側隆起の構造は陸域にも続く

## 断層の活動性

- ・後期更新世以降の活動あり
- ・リニアメントを挟んだ両側の山地高度の差は、北部で大きく、南方へ向かって認められなくなる
- ・南部の東側リニアメント付近の露頭では、平面的な断層面が認められないことから、少なくとも後期更新世活動はないと判断。
- ・南部の西側リニアメントの延長部では、緑色岩が分布し、顕著な破碎は認められない

## 活動セグメント

ASg, 三方Sg



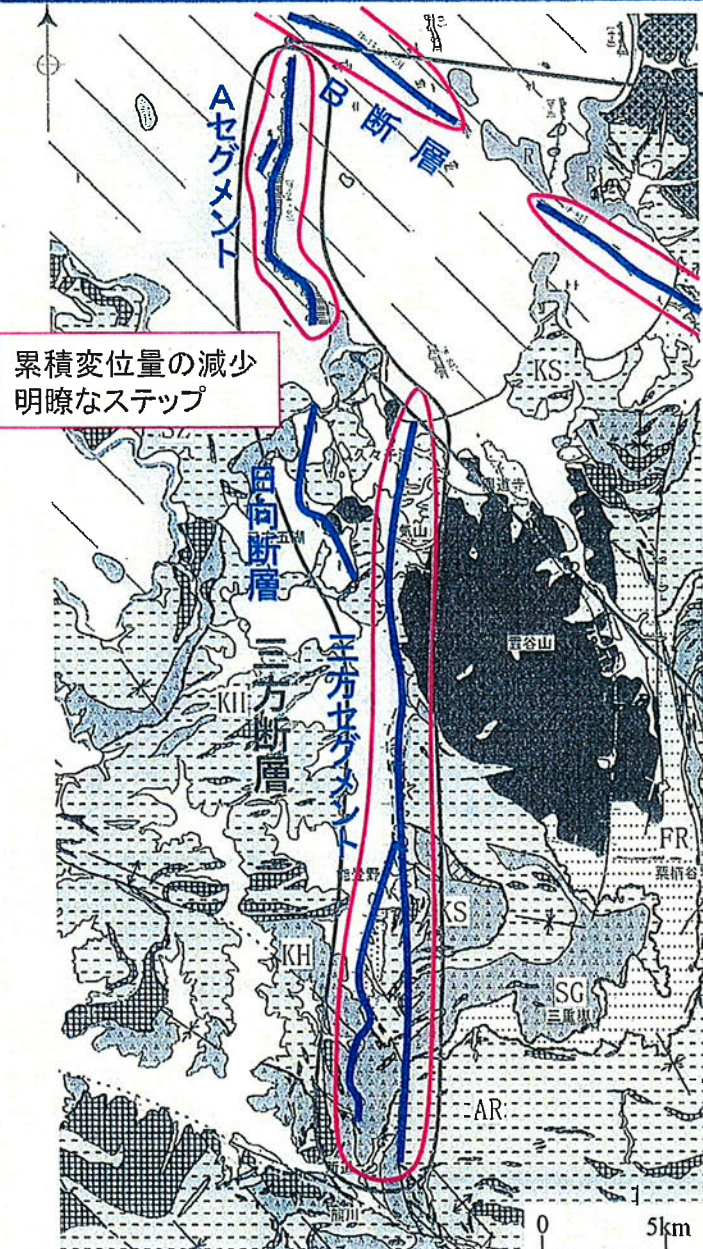
活動セグメント



活動セグメントの区分根拠



### 三方断層の当初の評価



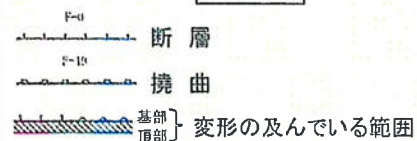
- 左ステップして分布する。

-  活動セグメント
-  起震断層
-  活動セグメント区分の根拠
-  起震断層区分の根拠



# 三方断層(A断層)北端の評価の見直し経緯

## 凡 例

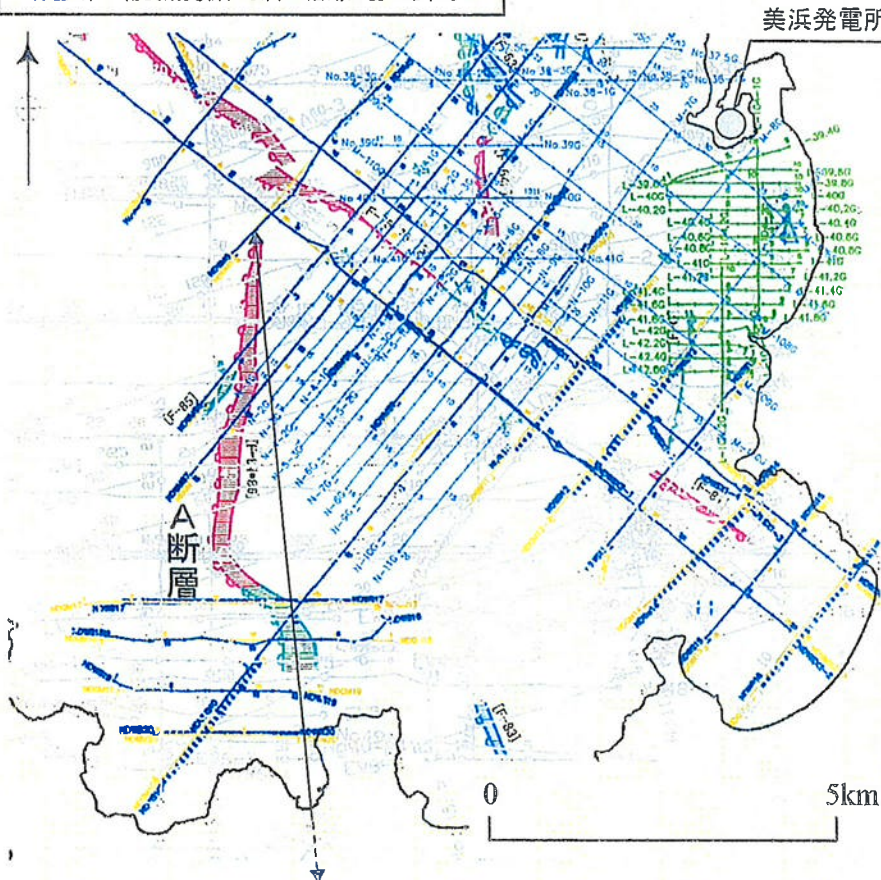


配色は以下のとおり最新活動時期を表す

赤色: 第四紀完新世の活動が認められる

緑色: 第四紀後期更新世の活動が認められる

青色: 第四紀後期更新世以降の活動が認められない



〔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 ←→〕



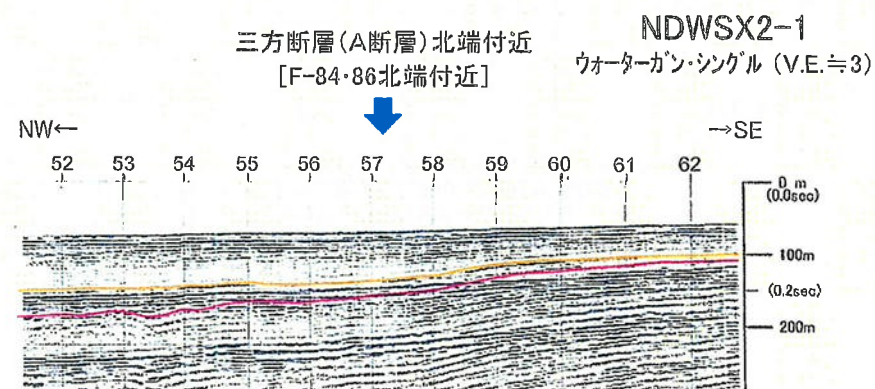
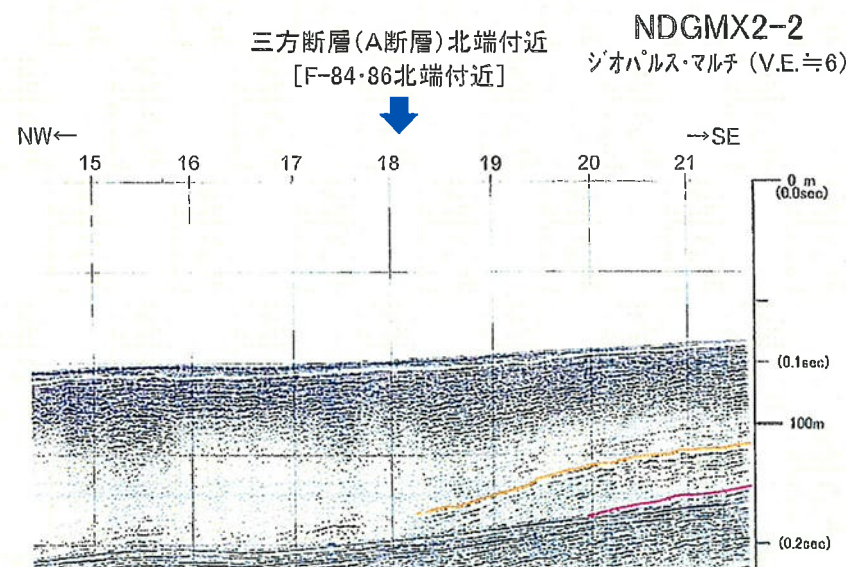
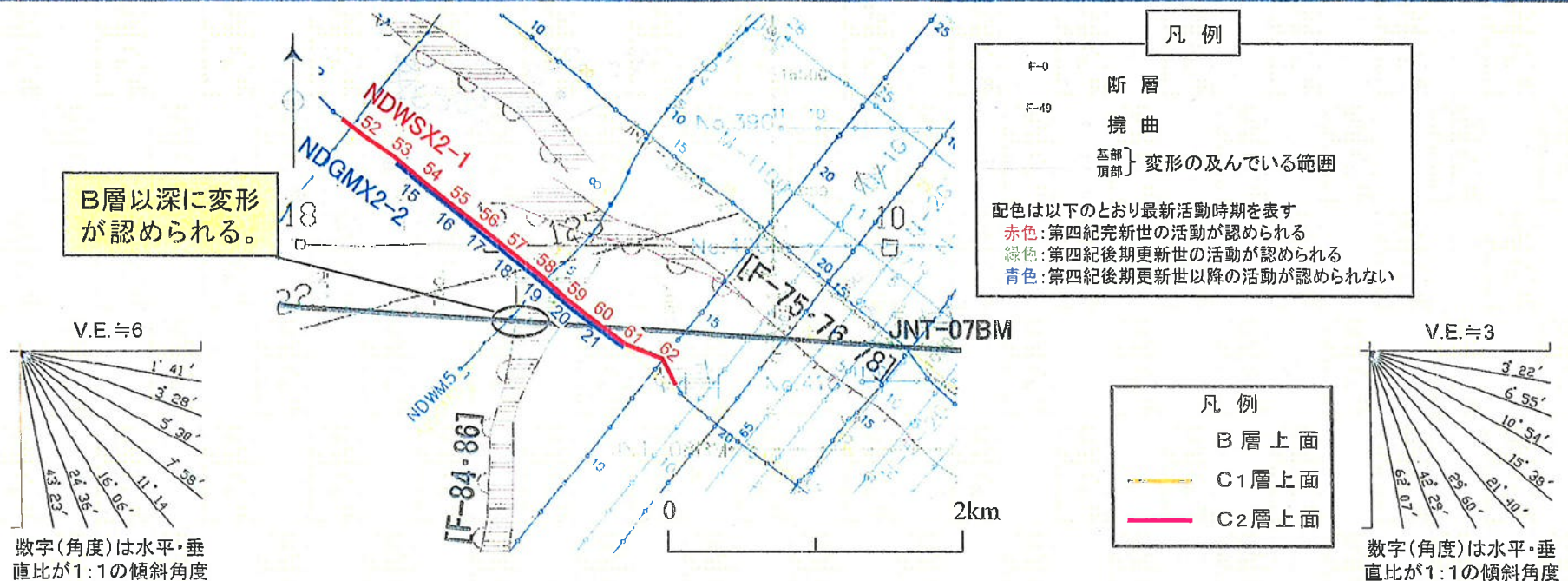
クロスチェックのため実施された海上音波探査において、三方断層(A断層)の北端で後期更新世以降の活動が否定できない変形構造が認められたことから、三方断層(A断層)の北方延長位置の記録を再確認し、より確実な端部を検討。







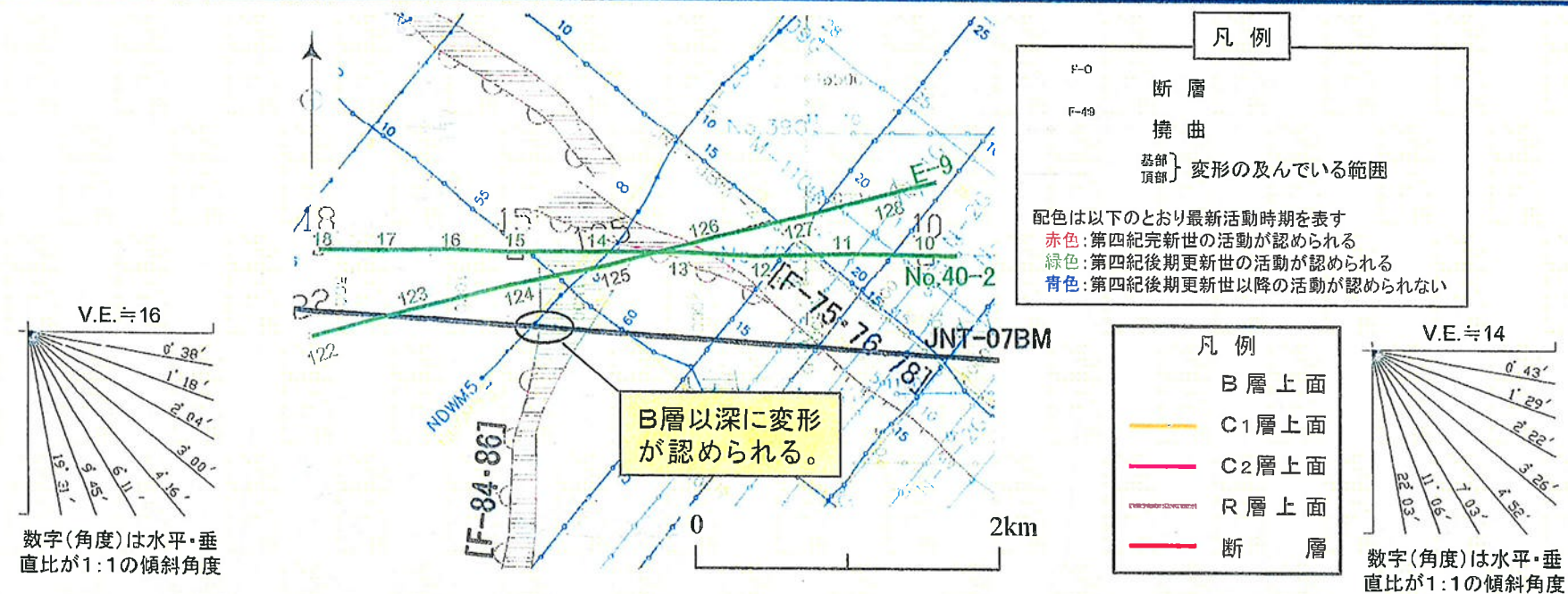
# 三方断層(A断層)の北端の評価(2/3)



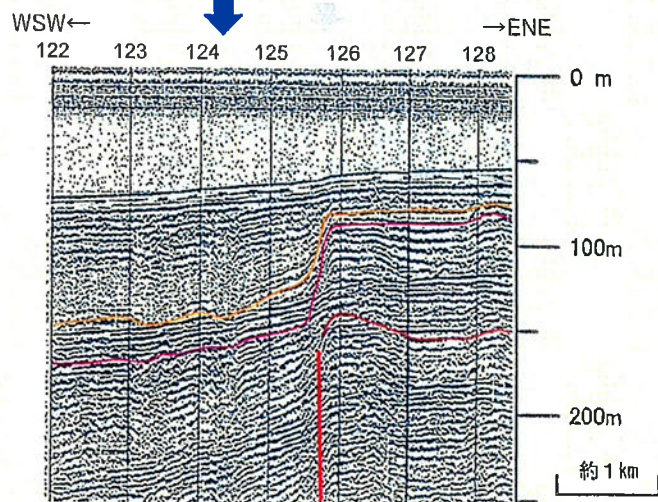
B層下部以深の僅かな変形は否定できない。



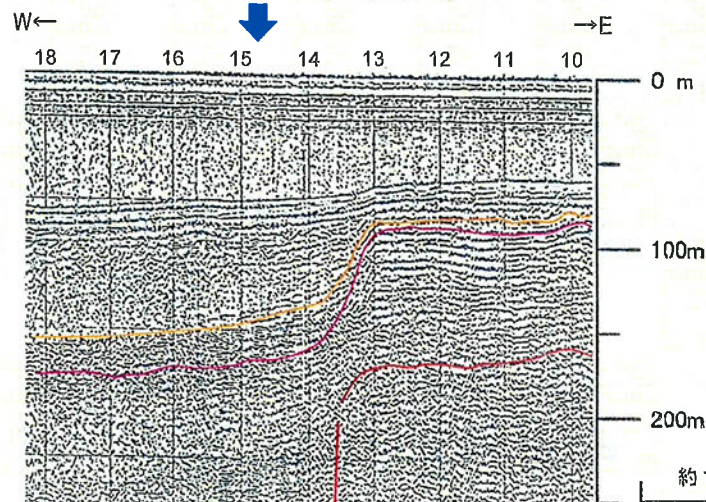
# 三方断層(A断層)の北端の評価(3/3)



三方断層(A断層)北端付近  
[F-84-86北端付近] [E-9北端付近]



三方断層(A断層)延長位置  
[F-84-86延長位置] [No.40-2延長位置]



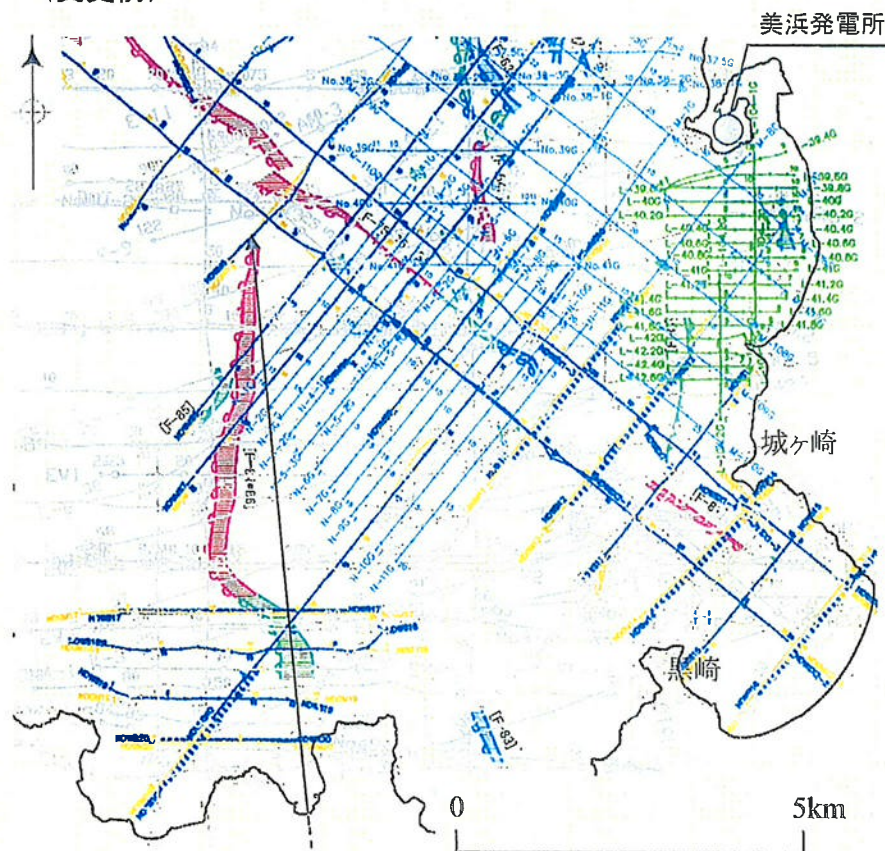
・E-9測線は、断層北端付近が音波散乱層の影響で不明瞭である。  
・No.40-2測線では変形は認められない。

※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



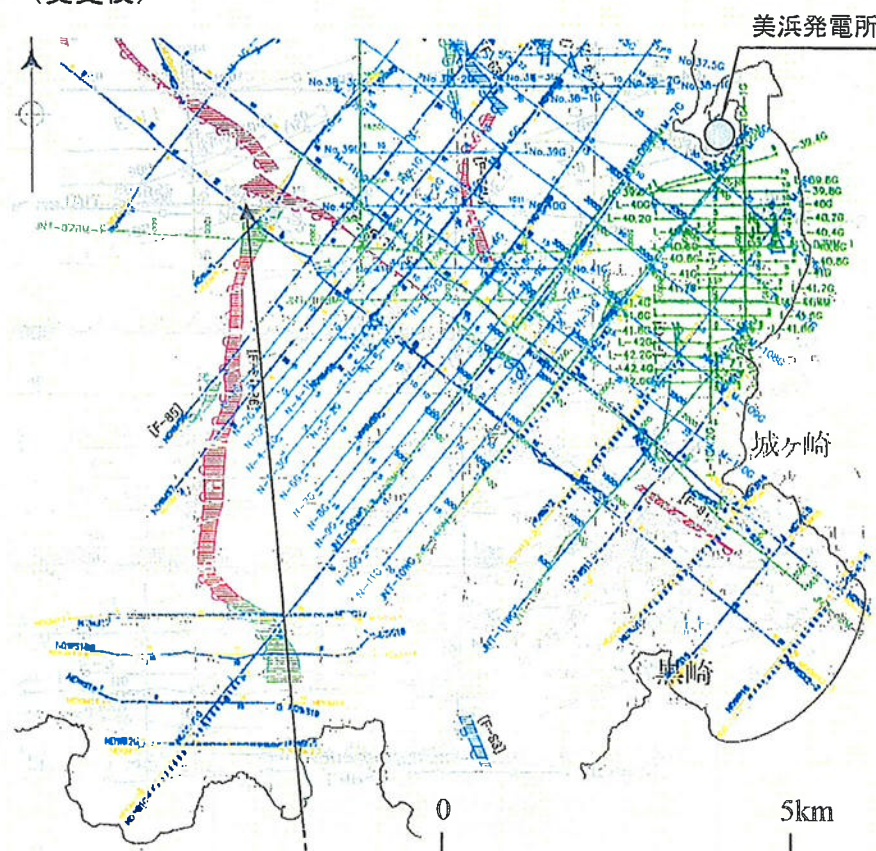
# 三方断層(A断層)の評価の変更

(変更前)



〔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)

(変更後)

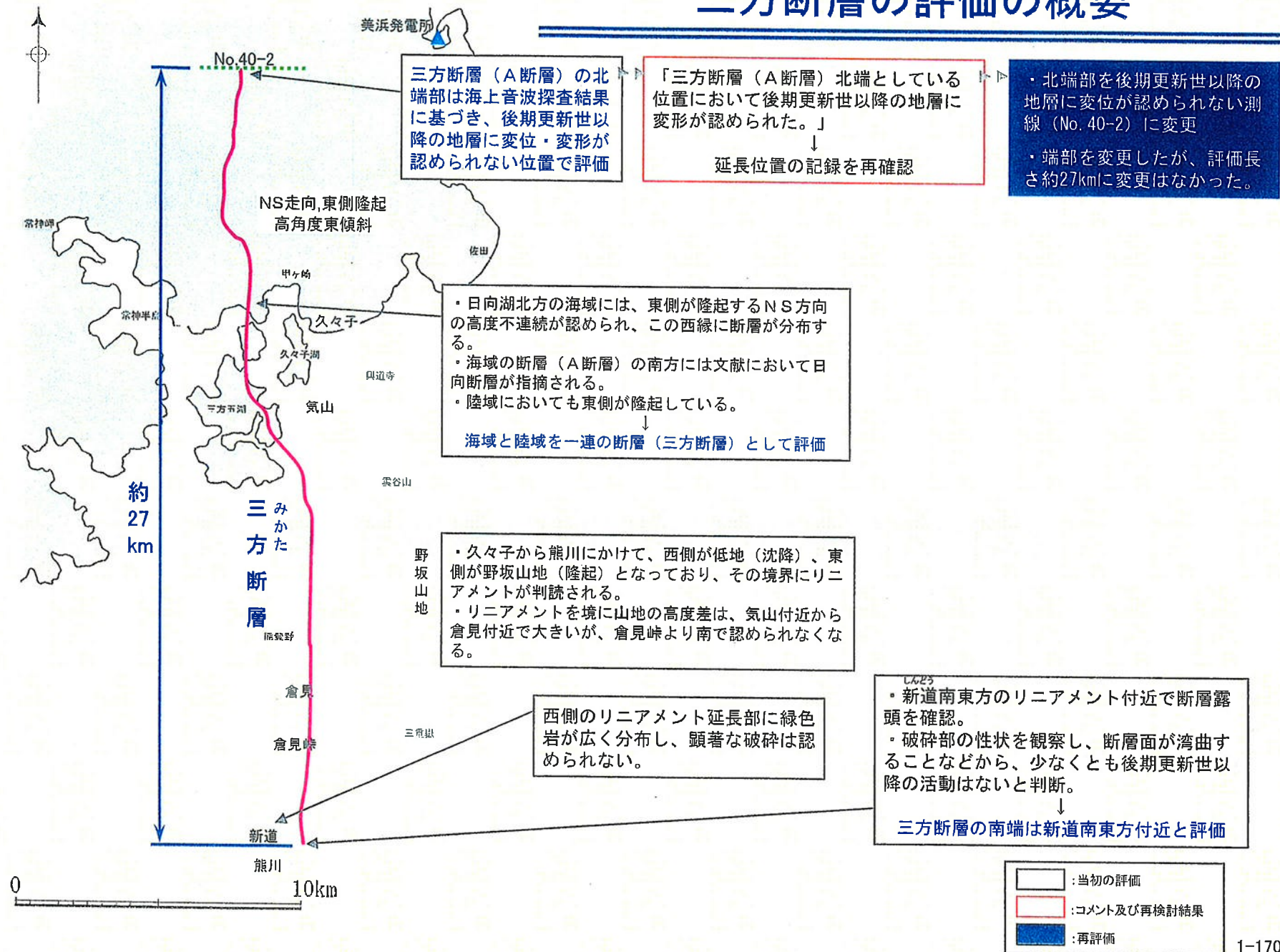


〔南端〕新道北東方の断層露頭  
(後期更新世以降の活動はないと判断)

- ・ 三方断層(A断層)の北端を、No.40-2測線に変更する。
- ・ その結果、断層長さは26.1kmから26.5kmとなるが、約27kmとの評価については変更はない。



# 三方断層の評価の概要

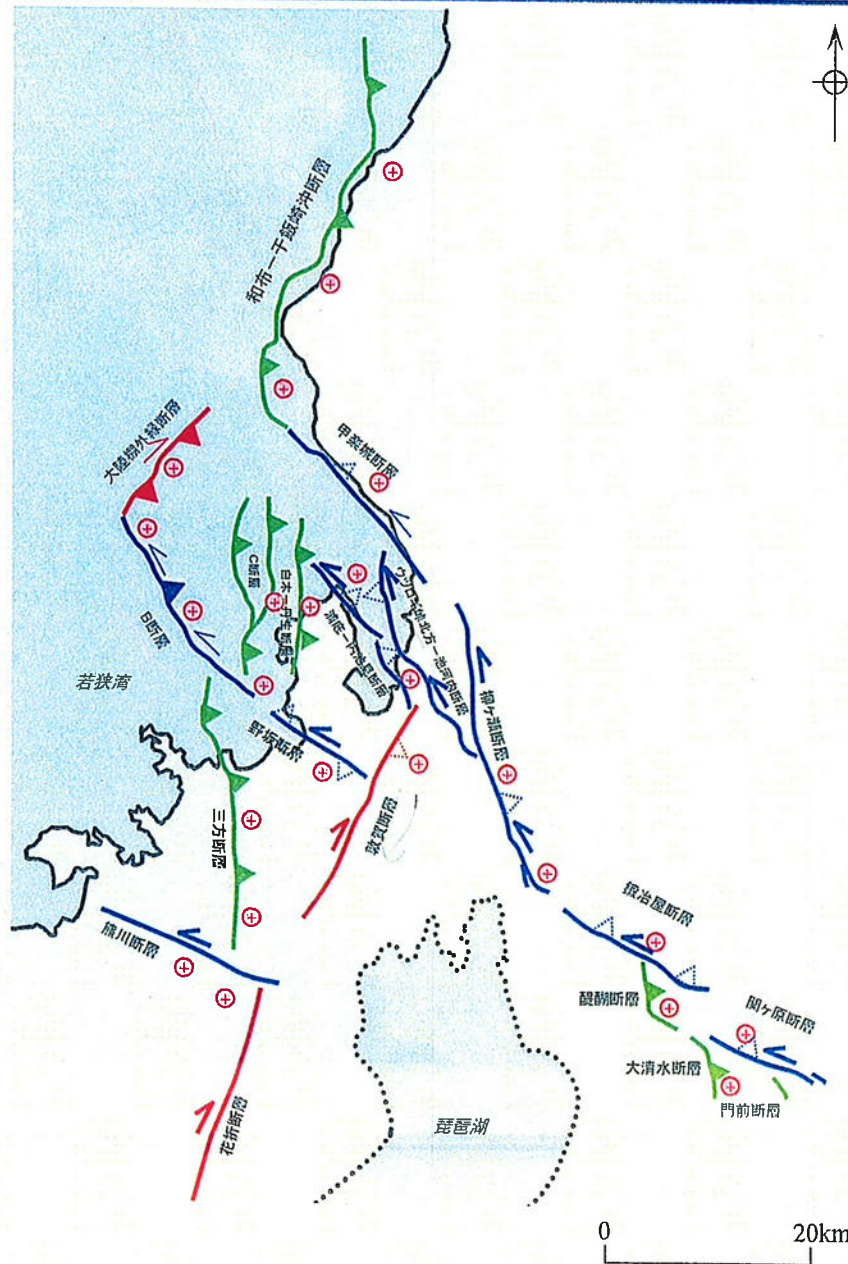




## 2-9 活断層の同時活動に関する検討



# 活断層分布図(断層性状による整理)



## 凡 例

### 断層タイプ

- 逆断層
- ← 左横ずれ  
(細矢印は断層の走向と広域応力場から推定)
- 右横ずれ  
(細矢印は断層の走向と広域応力場から推定)

### 隆起方向

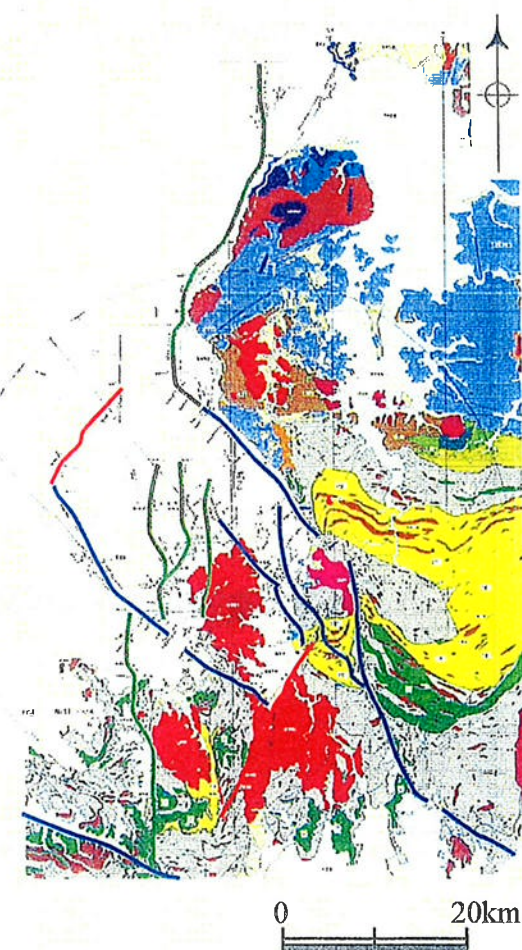
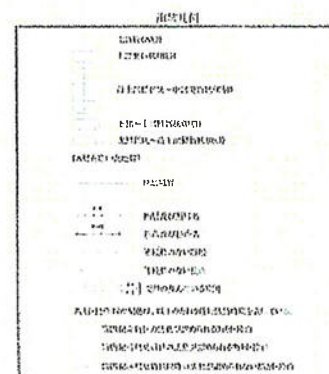
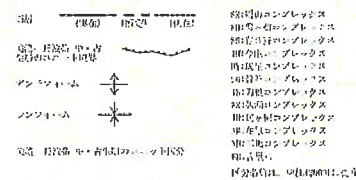
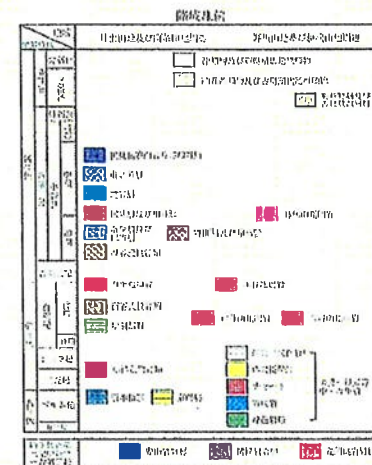
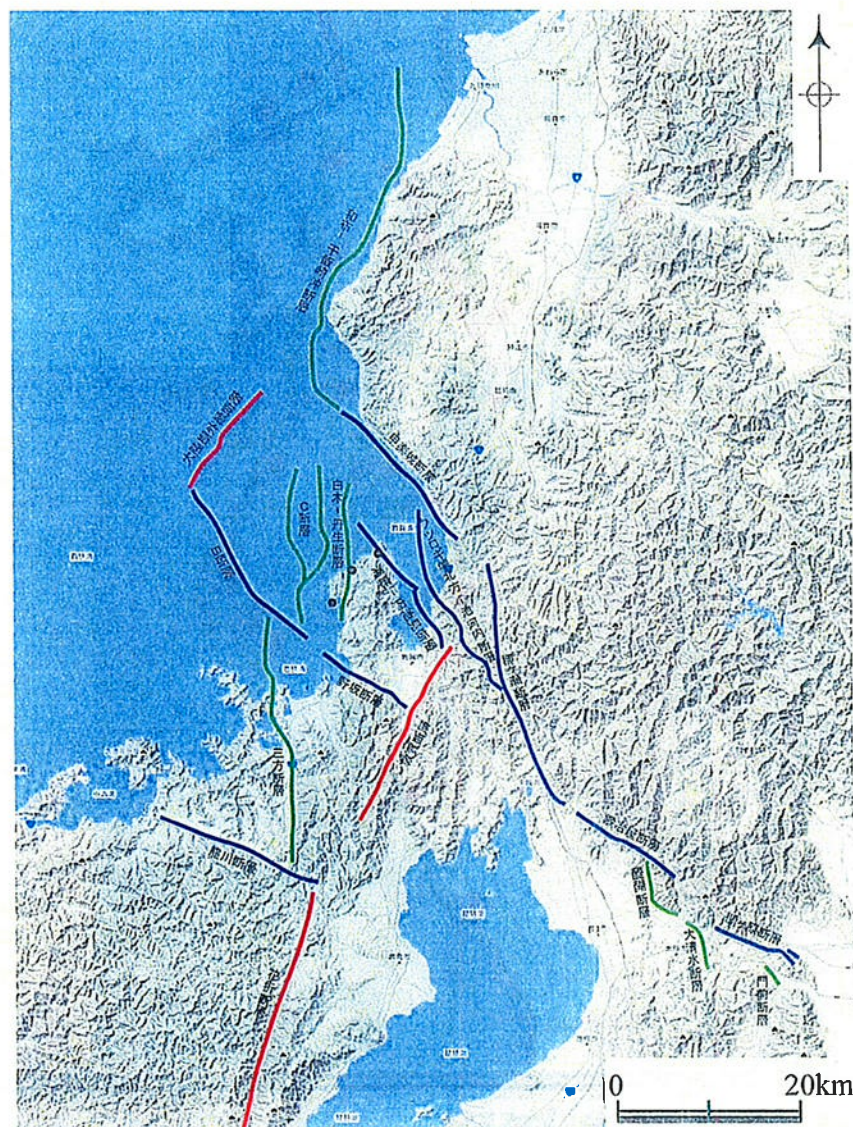
- ⊕ 隆起側

### 傾斜方向

- ▲ 傾斜方向
- △ 傾斜する可能性のある方向  
(概ね鉛直と判断されるが, 隆起方向から推定される方向)



### 活断層分布図

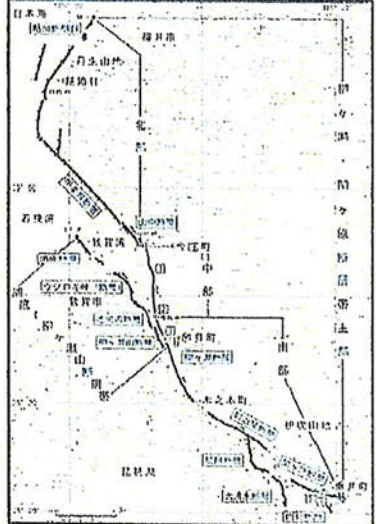
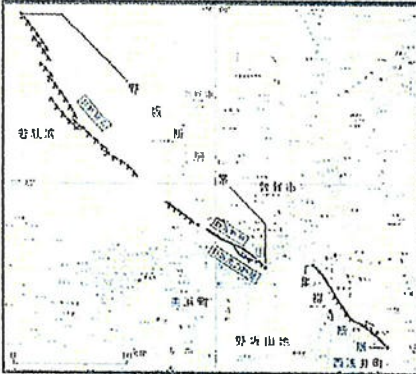
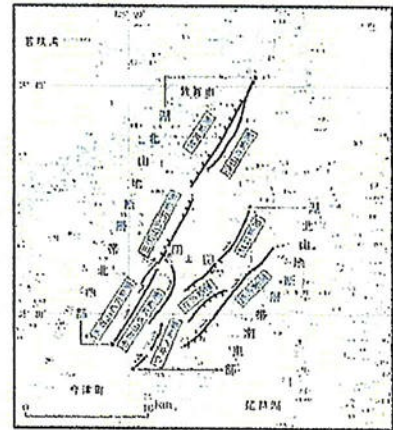
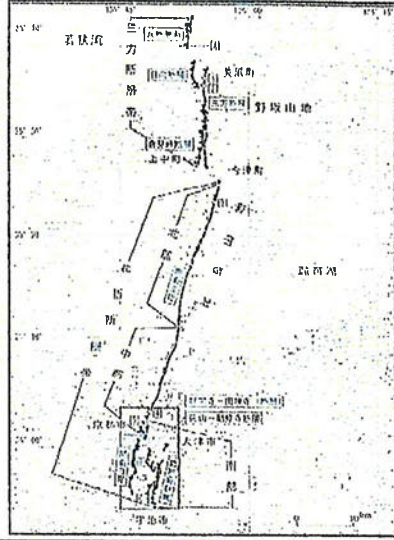


逆断層  
左横ずれ  
右横ずれ

※但し、海域は走向と広域応力場から推定



# 地震調査研究推進本部の公表内容

| 断層名         | 61・62 柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯                                                                      | 63 野坂・集福寺断層帯                                                                       | 64 湖北山地断層帯                                                                          | 73 三方・花折断層帯                                                                                             |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 位置図         |      |  |  |                      |
| 長さ          | 全体:約100km<br>北部:約48km<br>中部:約12km<br>南部:約45km                                         | 野坂断層帯:約31km<br>集福寺断層:約10km                                                         | 北西部:約25km<br>南東部:約16km                                                              | 三方断層帯:約28km<br>花折断層帯<br>全体:約58km<br>北部:約26km<br>中部:約20km<br>南部:約15km                                    |
| 一般走向        | 全体:N20° E, N40° W<br>北部:N20° E, N50° W<br>中部:N10° W<br>南部:N50° W                      | 野坂断層帯:N50° W<br>集福寺断層:N40° W                                                       | 北西部:N30° E<br>南東部:N40° E                                                            | 三方断層帯:N-S<br>花折断層帯<br>全体:N10° E<br>北部:N20° E<br>中部:N20° E<br>南部:N-S                                     |
| 傾斜          | 北部:東傾斜(北半部)<br>約40° 北東傾斜(南半部)<br>中部:ほぼ垂直(地表近傍)<br>南部:ほぼ垂直(地表近傍)<br>北東ないし東傾斜           | 野坂断層帯:高角, 北東傾斜<br>集福寺断層:ほぼ垂直(地表近傍)                                                 | 北西部:高角, 南東隆起(地表付近)<br>南東部:ほぼ垂直(地表付近)                                                | 三方断層帯:高角, 東傾斜<br>花折断層帯<br>北部:ほぼ垂直(地表近傍)<br>中部:ほぼ垂直(地表近傍)<br>南部:桃山:東傾斜50° 程度, 黄檗:東傾斜25-55度程度, 花山-勧修寺:西傾斜 |
| 断層のずれの向きと種類 | 北部:東側隆起の逆断層(北半部)<br>北東側隆起の逆断層(南半部:左横ずれを伴う)<br>中部:左横ずれ断層<br>南部:左横ずれ断層<br>北東ないし東側隆起の逆断層 | 野坂断層帯:<br>左横ずれ, かつ北東側隆起の逆断層<br>集福寺断層:<br>左横ずれ断層(北東側隆起の上下成分を伴う)                     | 北西部:<br>右横ずれかつ南東側隆起の逆断層<br>南東部:<br>右横ずれ断層(一部で北西側隆起の上下成分を伴う)                         | 三方断層帯:東側隆起の逆断層<br>花折断層帯<br>北部:右横ずれ断層<br>中部:右横ずれ断層(東側隆起の上下成分を伴う)<br>南部:東側隆起の逆断層(花山-勧修寺断層は西側隆起の逆断層)       |



# 和布一干飯崎沖断層～関ヶ原断層の同時活動性評価

(1/3)





# 和布一干飯崎沖断層、甲楽城断層、柳ヶ瀬断層、鍛冶屋断層～関ヶ原断層の評価

・和布北方海域のF-236断層等は、後期更新世以降の活動の有無は明確ではないが、可能性を完全には否定出来ないことから、安全側に考慮対象断層として取り扱う。  
・F-236断層の北方延長部では、断層構造が認められなくなる。

・累積変位量(海底地層、陸域の海成中位段丘面)が北部に向かって減少。和布付近で概ね終息。

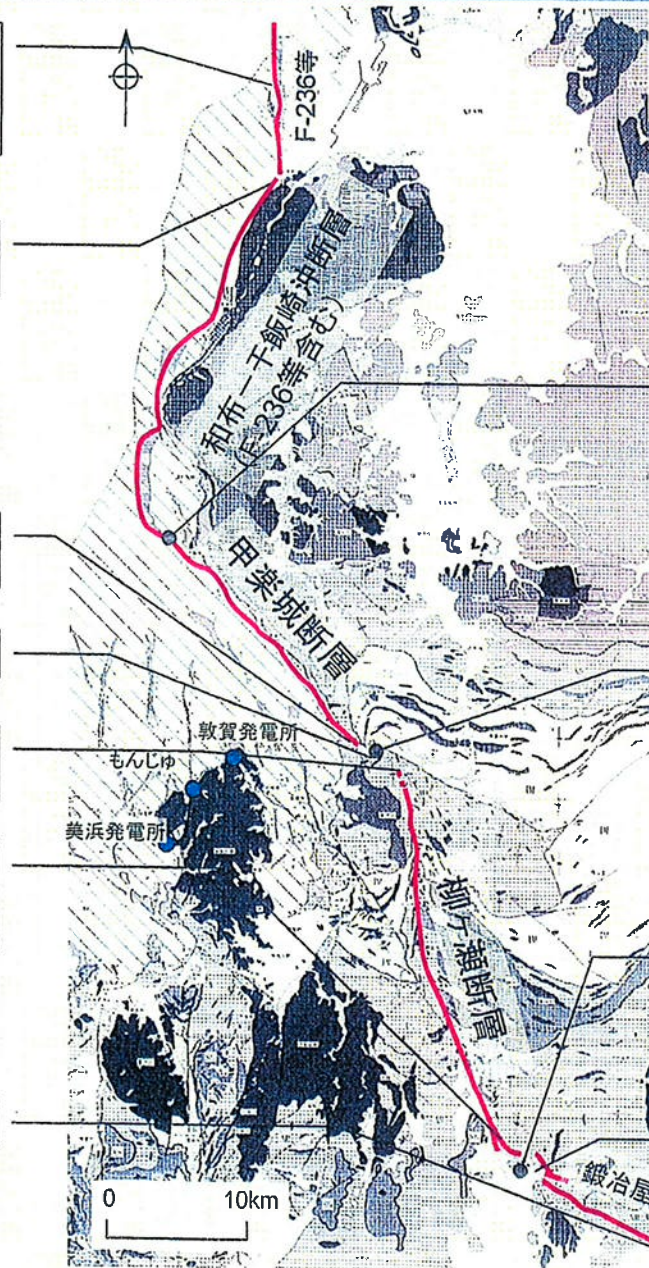
・断層は谷頭付近で破碎幅が急激に小さくなり、安山岩岩脈を変位させていない。

・種々の調査結果から、文献が示す山中断層は存在しない。

・変動地形(尾根・河谷左屈曲)が認められなくなるが、原子力の安全性評価の観点から、文献が示す活断層の北端部までを評価。

・断層は南東方に開いて分岐。鍛冶屋断層とは大局的には走向が異なる。  
・反射法地震探査で両者を連続する明瞭な活構造は推定されない。

・地震調査研究推進本部では、関ヶ原断層までを一連としている。



調査結果等

(2/3)

断層の関係

・走向、変位センス、海底地層の累積変位量に差異が認められるが、活構造は連続的。

・文献が示す山中断層の位置には活断層は認められず、活構造は連続しない。

・柳ヶ瀬断層南端部、鍛冶屋断層北端部とも断層は分岐状を呈する。  
・反射法地震探査で両者を連続する活構造は推定されず、活構造は連続しない。

・断層は北西方に開いて分岐。



# 和布一干飯崎沖断層～関ヶ原断層の同時活動性評価

(3/3)

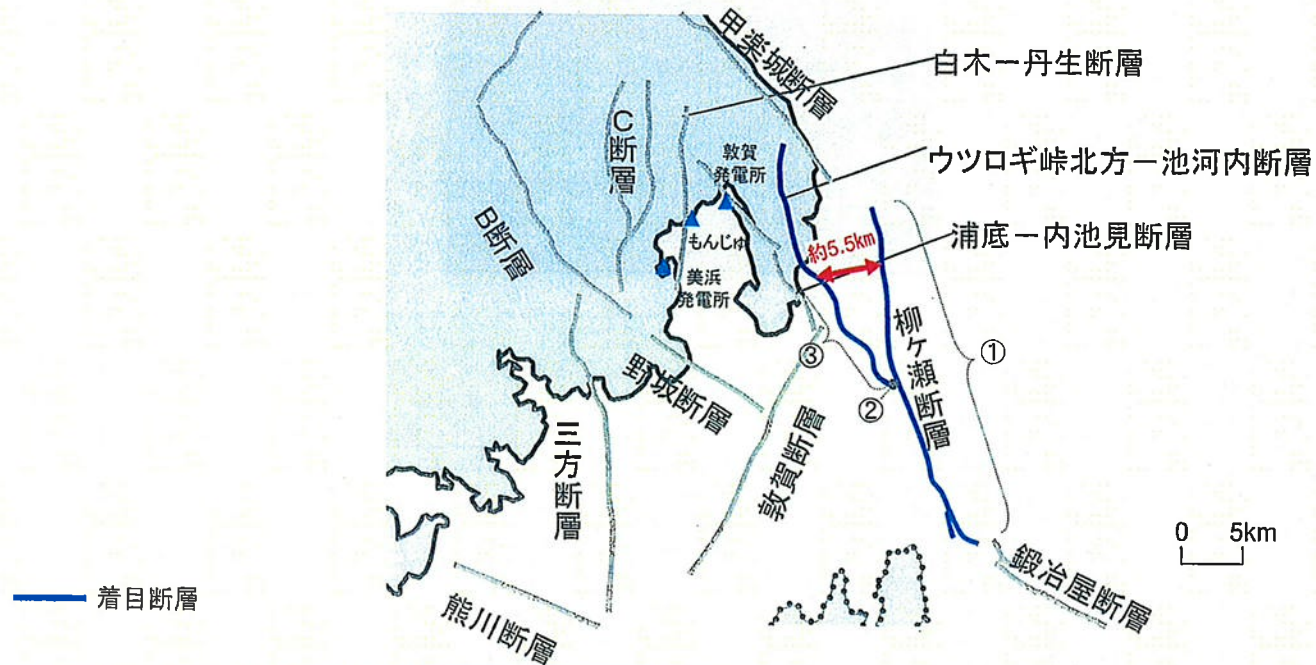
| 活断層           | 走向      | 傾斜 | 変位<br>センス          | 活動性<br>上段:最新活動時期<br>下段:活動間隔                                                            | 地質状況他                                                                                                                                                  | 関連する<br>5kmルール                                                 | (参考)文献等での評価                                                                     | 同時活動                                      |
|---------------|---------|----|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 和布一<br>干飯崎沖断層 | N-S     | 東  | 東側隆起の<br>縦ずれ       | ..... 完新世 .....<br>2.5千年※ <sup>1</sup> (産総研)                                           | ①・海上音波探査、変動地形調査で東傾斜の逆断層と<br>推定される。<br>②・両断層の傾斜は地下浅部では異なるが、両者の地下<br>深部での傾斜は明確ではない。<br>・両断層の海底地層の累積変位量は連続的ではない。                                          | 2) 走向方向に5km以<br>内の分布間隙をもって、<br>ほぼ一線にならぶほぼ<br>同じ走向の複数の断層<br>に相当 | 地震本部「柳ヶ瀬・関ヶ<br>原断層帯(北部(一部))」、<br>産総研DB「柳ヶ瀬起震<br>断層(甲楽城Sg.(一<br>部))」             | ↑↑<br>考慮<br>↓                             |
| 甲楽城断層         | NW      | 鉛直 | 北東側隆<br>起の<br>左横ずれ | ..... 完新世 .....<br>2.5千年※ <sup>1</sup> (産総研)                                           | ③・海上音波探査で横ずれ卓越の断層と推定される。<br>④・断層構造はWNW走向の日野川断層と連続する。<br>・(南端) 大谷付近の直線谷の断層露頭については、<br>断層性状から新期の活動はない。                                                   | 2) 走向方向に5km以<br>内の分布間隙をもって、<br>ほぼ一線にならぶほぼ<br>同じ走向の複数の断層<br>に相当 | 地震本部「柳ヶ瀬・関ヶ<br>原断層帯(北部(一部))」、<br>産総研DB「柳ヶ瀬起震<br>断層(甲楽城Sg.(一<br>部))」             | ↑<br>念の<br>ため<br>同時<br>活動<br>を考<br>慮<br>↓ |
| 山中断層          | 活断層ではない |    |                    |                                                                                        | ⑤・ボーリング調査、大規模剥ぎ取り調査で活断層が<br>認められない。                                                                                                                    |                                                                |                                                                                 |                                           |
| 柳ヶ瀬断層         | NNW     | 鉛直 | 左横ずれ               | 1,200年代後半<br>～1,400年代初頭<br>.....<br>5.4千年※ <sup>2</sup> ～<br>7.4千年※ <sup>3</sup> (産総研) | ⑥・(北端) 尾根・河谷の変動地形が認められない箇<br>所と考えるが、文献が示す最北端部と安全側に評価。<br>⑦・(南端) 変動地形調査、地表地質調査で活断層が<br>南方に向かって分岐状を呈する。                                                  | 2) 走向方向に5km以<br>内の分布間隙をもって、<br>ほぼ一線にならぶほぼ<br>同じ走向の複数の断層<br>に相当 | 地震本部「柳ヶ瀬・関ヶ<br>原断層帯(中部及び南部<br>(一部))」、<br>産総研DB「柳ヶ瀬起震<br>断層(樺坂峠Sg., 余呉<br>川Sg.)」 |                                           |
| 鍛冶屋断層         | NW      | 鉛直 | 左横ずれ               | 約4千9百年以後、15<br>世紀以前(地震本部)<br>.....<br>14千年※ <sup>4</sup> (産総研)                         | ⑧・反射法地震探査、ボーリング調査で活断層が連続<br>しない。<br>・両者の傾斜は共に鉛直。<br>⑨・(北端) 変動地形調査、地表地質調査で活断層が<br>北方に向かって分岐状を呈する。<br>⑩・(南端) 変動地形の可能性のある地形が関ヶ原断<br>層とは不連続。               | 2) 走向方向に5km以<br>内の分布間隙をもって、<br>ほぼ一線にならぶほぼ<br>同じ走向の複数の断層<br>に相当 | 地震本部「柳ヶ瀬・関ヶ<br>原断層帯(南部(一部))」、<br>産総研DB「柳ヶ瀬起震<br>断層(鍛冶屋Sg.)」                     |                                           |
| 関ヶ原断層         | WNW     | 鉛直 | 左横ずれ               | 約4千9百年以後、15<br>世紀以前(地震本部)<br>.....<br>3千年※ <sup>5</sup> (産総研)                          | ⑪・変動地形の可能性のある地形は連続的でない。<br>・両者の傾斜は共に鉛直。<br>⑫・(北端) 変動地形の可能性のある地形が鍛冶屋断<br>層とは不連続。<br>⑬・地震調査委員会では関ヶ原断層以北、活断層研究<br>センターでは大清水活動セグメント以北の活断層群<br>を一連のものとしている。 | 2) 走向方向に5km以<br>内の分布間隙をもって、<br>ほぼ一線にならぶほぼ<br>同じ走向の複数の断層<br>に相当 | 地震本部「柳ヶ瀬・関ヶ<br>原断層帯(南部(一部))」、<br>産総研DB「養老起震<br>断層(関ヶ原Sg.)」                      | ↑↑<br>考慮<br>↓                             |

※1: 甲楽城活動セグメント ※2: 余呉川活動セグメント ※3: 樺坂峠活動セグメント ※4: 鍛冶屋活動セグメント ※5: 関ヶ原活動セグメント



# 柳ヶ瀬断層とウツロギ峠北方一池河内断層の同時活動性評価

(1/4)



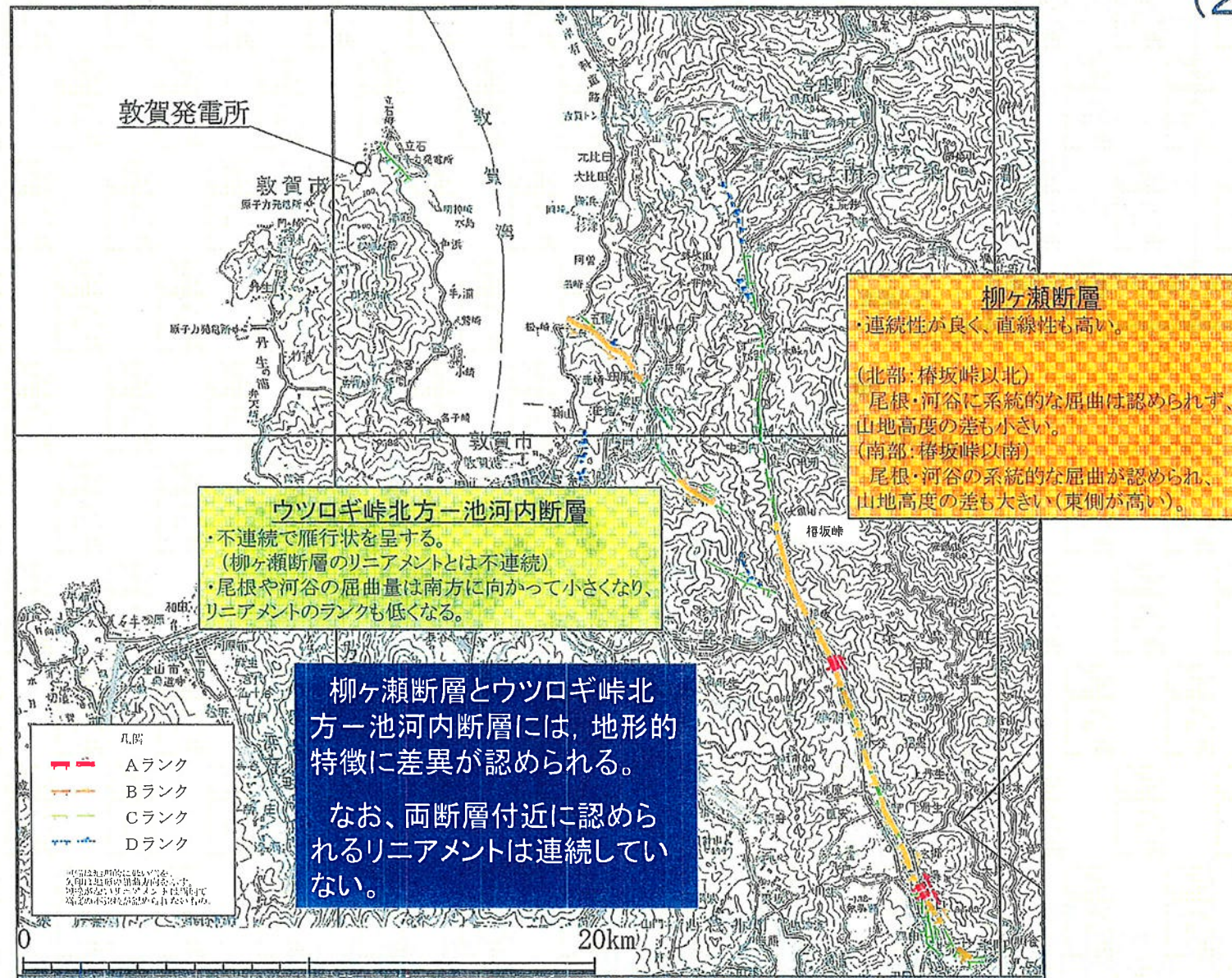
| 活断層           | 走向         | 傾斜 | 変位<br>センス | 活動性<br>上段:最新活動時期<br>下段:活動間隔                         | 地質状況他                                              | 関連する<br>5kmルール                                                           | (参考)文献等での評価                                                 | 同時活動  |
|---------------|------------|----|-----------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------|
| 柳ヶ瀬断層         | NNW        | 鉛直 | 左横ずれ      | 1,200年代後半<br>～1,400年代初頭<br>5.4千年※2～<br>7.4千年※3(産総研) | ① 柳ヶ瀬断層は、直線性の高い変動地形を呈し、褶曲軸の屈曲部に位置する直線性の高い断層である。    | 4) その断層線の中点の位置が主断層から5km以上はなれている走向を異にする断層に相当し別々(ウツロギ峠北方一池河内断層の中点まで約5.5km) | 地震本部「柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯(中部及び南部(一部))」、産総研DB「柳ヶ瀬起震断層(椿坂峠Sg., 余呉川Sg.)」 |       |
|               |            |    |           |                                                     | ② 地表地質調査で両者を連続させる活断層は認められない。                       |                                                                          |                                                             | 考慮しない |
| ウツロギ峠北方一池河内断層 | NNW<br>～NW | 鉛直 | 左横ずれ      | 約5,000年前以降<br>29千年※6(産総研)                           | ③ 陸域のウツロギ峠北方一池河内断層については、変動地形が雁行状を呈し、断層トレースの直線性が低い。 |                                                                          | 地震本部では「浦底一柳ヶ瀬山断層帯(一部)」、産総研DBでは「浦底一柳ヶ瀬山起震断層(一部)」の一部          |       |

※2:余呉川活動セグメント ※3:椿坂峠活動セグメント ※6:浦底一柳ヶ瀬山活動セグメント



# 柳ヶ瀬断層 及び ウツロギ峠北方一池河内断層の地形的特徴

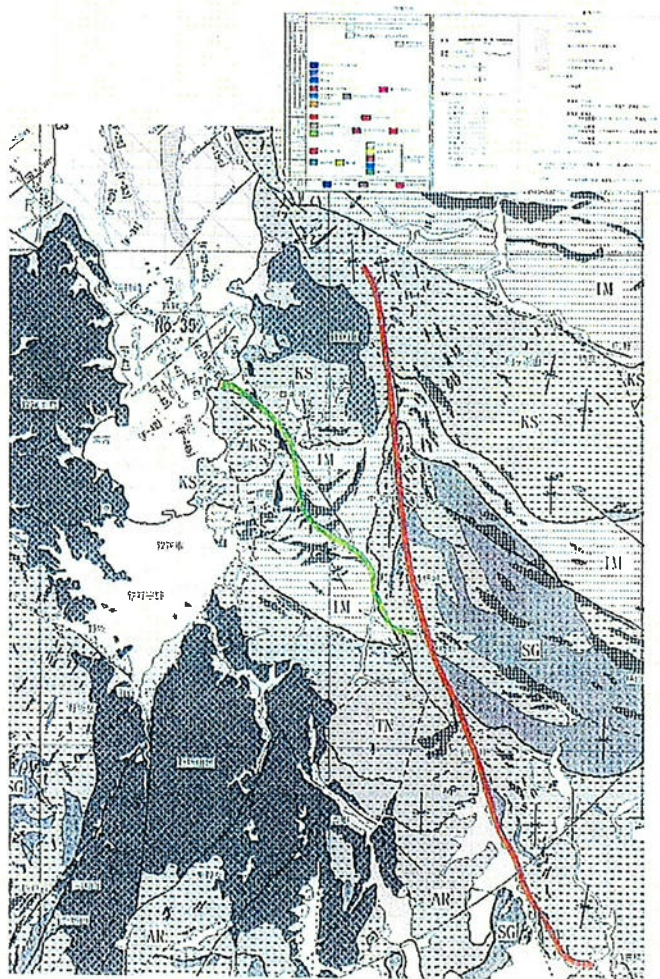
(2/4)





# 柳ヶ瀬断層 及び ウツロギ峠北方－池河内断層の地質的特徴

(3/4)



|         | ウツロギ峠北方－池河内断層                                                  | 柳ヶ瀬断層                                                                                                                                   |
|---------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 周辺地質構造  | ・断層は、美濃－丹波帯の南に凸の褶曲構造の褶曲軸付近に位置するが位置や走向は調和的でない。 <sup>3) 4)</sup> | ・近畿三角帯の東縁に位置し大局的なブロック境界をなす <sup>1)</sup> 。<br>・美濃－丹波帯中の北に凸の褶曲構造の褶曲軸に位置する <sup>2) 3) 4)</sup> 。<br>・活断層は既存の弱面を利用して進行している <sup>2)</sup> 。 |
| 断層トレース  | 直線性は低く、湾曲・分岐する<br>小さい                                          | 直線性が高い<br>大きい                                                                                                                           |
| 変位量     | ・ウツロギ峠付近の閃緑岩、池河内付近の砂岩卓越zoneの北側境界を基準として約1km左ずれ)                 | ・断層両側で岩相が大きく異なり、変位量が見積もれない。<br>・断層主部での横ずれ変位量は数kmあるいはそれ以上 <sup>2)</sup> 。                                                                |
| 破砕幅(最大) | 狭い(数m)                                                         | 広い(数10m) <sup>5)</sup>                                                                                                                  |
| 断層傾斜角   | (陸域) ほぼ鉛直<br>(海域) 鉛直～西側傾斜                                      | ほぼ鉛直                                                                                                                                    |
| 最新活動時期  | (ウツロギ峠) 約5,000年前以降<br>(池河内、杉箸) 約7,000年前以前                      | (椿坂峠以北) 約7,000年前以前<br>(椿坂峠以南) 約600～700年前                                                                                                |
| 両断層の連続性 | 地表地質調査の結果、両断層を連続した活構造ではない。                                     |                                                                                                                                         |

## 【文 献】

- 1) 藤田(1976), 近畿の第四紀地殻変動と地震活動
- 2) 狩野(2002), 美濃－丹波帯に発達する急傾斜した軸を持つ地質図規模の褶曲—基盤構造からみた柳ヶ瀬断層の起源—
- 3) 5万分の1地質図幅「敦賀」(1999), 20万分の1地質図「岐阜」(1992)
- 4) 塚野・伊藤(1965), 敦賀市東部山地の古生層について
- 5) 北陸本線敦賀・今庄北陸すい道工事誌(1963)

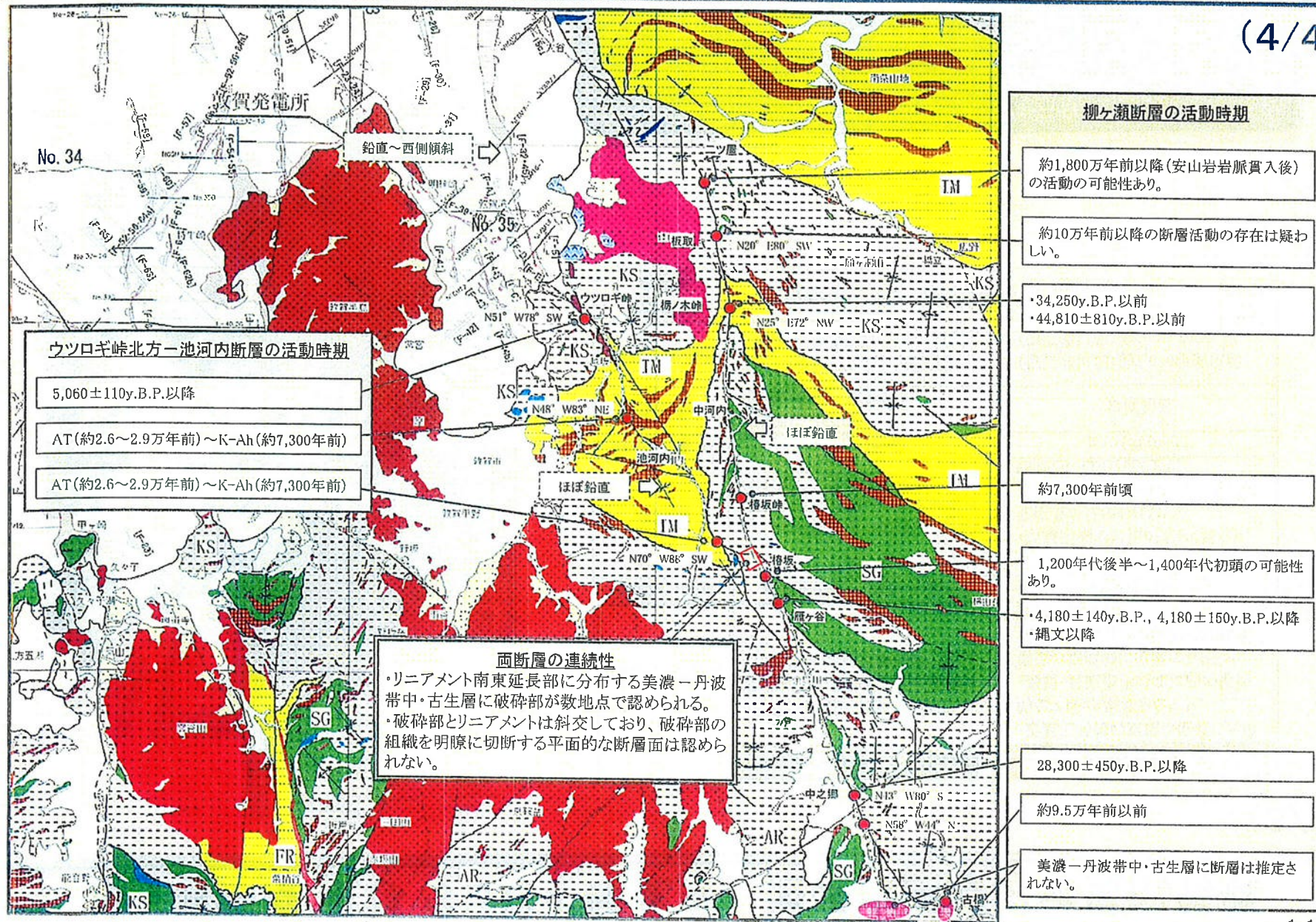
柳ヶ瀬断層とウツロギ峠北方－池河内断層には、地質的特徴に差異が認められる。

また、両断層は連続した活構造ではない。



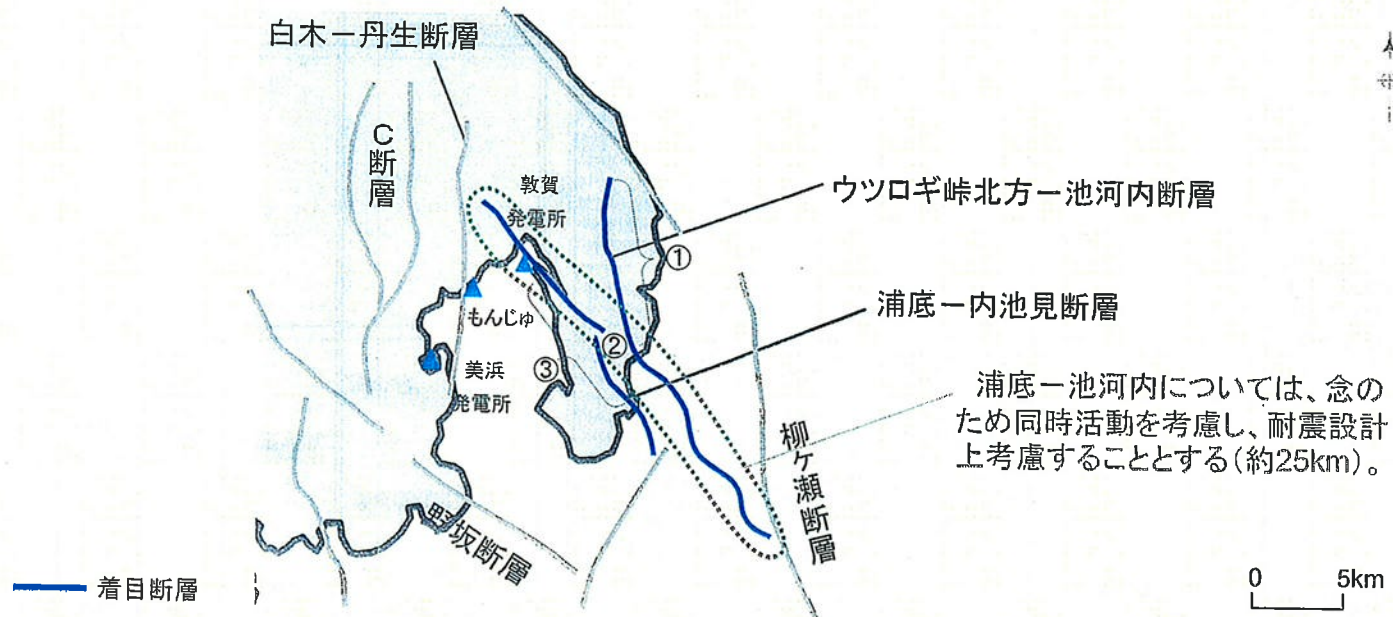
# 柳ヶ瀬断層及びウツロギ峠北方一池河内断層の断層傾斜、活動履歴

(4/4)





# ウツロギ峠北方一池河内断層と浦底一内池見断層の同時活動性評価



| 活断層               | 走向             | 傾斜 | 変位<br>センス | 活動性<br>上段:最新活動時期<br>下段:活動間隔                     | 地質状況他                                                    | 関連する<br>5kmルール                     | (参考)文献等での評価                                 | 同時活動    |
|-------------------|----------------|----|-----------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------|---------|
| ウツロギ峠北方<br>一池河内断層 | NNW<br>~<br>NW | 鉛直 | 左横ずれ      | 約5,000年前以降<br>.....<br>29千年※ <sup>6</sup> (産総研) | ① 敦賀湾内の海底地層(C層)の台地状隆起部の東縁に位置している。                        | 3) 5km以内の相互間隔をもって並走する幅5km以内の断層群に相当 | 地震本部「浦底一柳ヶ瀬山断層帯(一部)」、産総研DB「浦底一柳ヶ瀬山起震断層(一部)」 |         |
|                   |                |    |           |                                                 | ② 両者の間には敦賀湾内の海底地層(C層)の台地状隆起部が認められ、この隆起部には連続した活断層は認められない。 |                                    |                                             | 念のため考慮* |
| 浦底一<br>内池見断層      | NW~<br>NNW     | 鉛直 | 左横ずれ      | 約4,000年前以降<br>.....<br>29千年※ <sup>6</sup> (産総研) | ③ 敦賀湾内の海底地層(C層)の台地状隆起部の西縁に位置している。                        |                                    | 地震本部「浦底一柳ヶ瀬山断層帯(一部)」、産総研DB「浦底一柳ヶ瀬山起震断層(一部)」 |         |

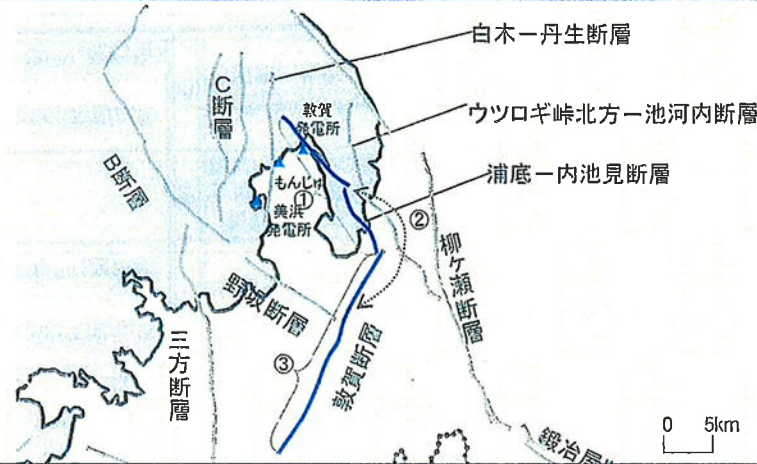
※6: 浦底一柳ヶ瀬山活動セグメント

\* 地震動評価において既に考慮済み



# 浦底一内池見断層と敦賀断層の同時活動性評価

(1/3)



| 活断層          | 走向         | 傾斜 | 変位<br>センス | 活動性<br>上段:最新活動時期<br>下段:活動間隔                                                                 | 地質状況他                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 関連する<br>5kmルール       | (参考)文献等での評価                                     | 同時活動  |
|--------------|------------|----|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------|-------|
| 浦底一<br>内池見断層 | NW~<br>NNW | 鉛直 | 左横ずれ      | 約4,000年前以降<br>..... ①<br>29千年※6(産総研)                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・全体としてはNW走向の活断層。</li> <li>・岡田(2000)*によれば、田結・内池見(陸域)については、活断層の存在について、現状確定的な結論を示すことは困難としている(地すべりの可能性も指摘)。</li> <li>・田結・内池見の変位センスは逆断層。</li> <li>・田結・内池見の最新活動時期は、(陸域)ではAT(約2.6~2.9万年前)降灰以降。(海域)ではB層堆積以降~A層堆積以前(後期更新世)。</li> <li>・田結・内池見の上下方向の累積変位量は、(陸域)ではK-Tz(約9.5万年前)を含む地層で約10m。(海域)ではB/C層境界(上部/中部更新統境界)で約10m。</li> </ul>                 | 5kmルールの何れにも<br>該当しない | 地震本部「浦底一柳ヶ瀬山断層帯(一部)」、<br>産総研DB「浦底一柳ヶ瀬山起震断層(一部)」 |       |
|              |            |    |           |                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>・敦賀断層北部では断層は確認されていない。</li> <li>・田結・内池見(陸域)と敦賀断層を一連の活断層とする文献はない。</li> <li>・両者の走向は大きく異なる。</li> <li>・両断層とも高角度傾斜の断層であり、浦底一内池見断層は北東側傾斜、敦賀断層北部は南東側傾斜と推定されることから、地下深部では離隔距離が大きくなる関係にある。</li> <li>・田結・内池見と敦賀断層北部の最新活動時期及び累積変位量は異なる。</li> <li>・力学的には、一方の断層の活動に伴い、他方の断層活動が抑制される関係にある。</li> <li>・地震調査研究推進本部においては、敦賀断層を湖北山地断層帯(北西部)として区分。</li> </ul> |                      |                                                 | 考慮しない |
| 敦賀断層         | NNE        | 鉛直 | 右横ずれ      | 12世紀後半~14世紀末<br>(北部は少なくとも3万年前以降の活動なし)..... ③<br>約3千年~約4千年(地震本部), 3.0千年※7~<br>14.0 千年※8(産総研) | <ul style="list-style-type: none"> <li>・NE走向の活断層。</li> <li>・北部では断層は確認されていない。</li> <li>・変位センスは北部は南東側隆起、南部は右横ずれ成分卓越。</li> <li>・最新活動時期は、北部は少なくとも約3万年前以降は活動していない(少なくとも約3万年前以降の地層には変位・変形は認められない)。南部は12世紀後半~14世紀末。</li> </ul>                                                                                                                                                        |                      | 地震本部「湖北山地断層帯(北西部)」、<br>産総研DB「敦賀起震断層」            |       |

※6:浦底一柳ヶ瀬山活動セグメント ※7:黒河川活動セグメント ※8:笙の川活動セグメント

\* 岡田篤正(2000):敦賀市東方、中池見凹地の地形・地質調査(概要版)

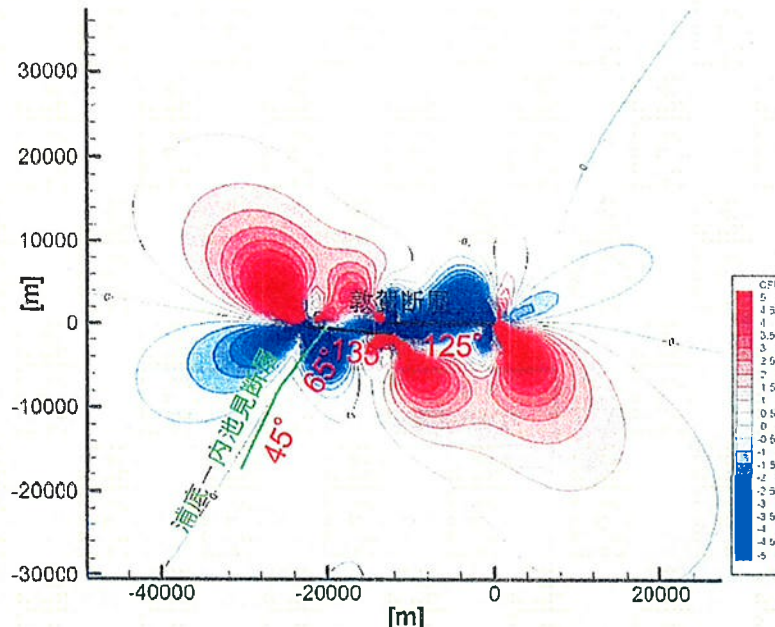
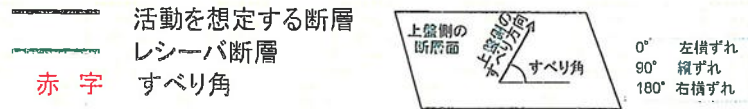




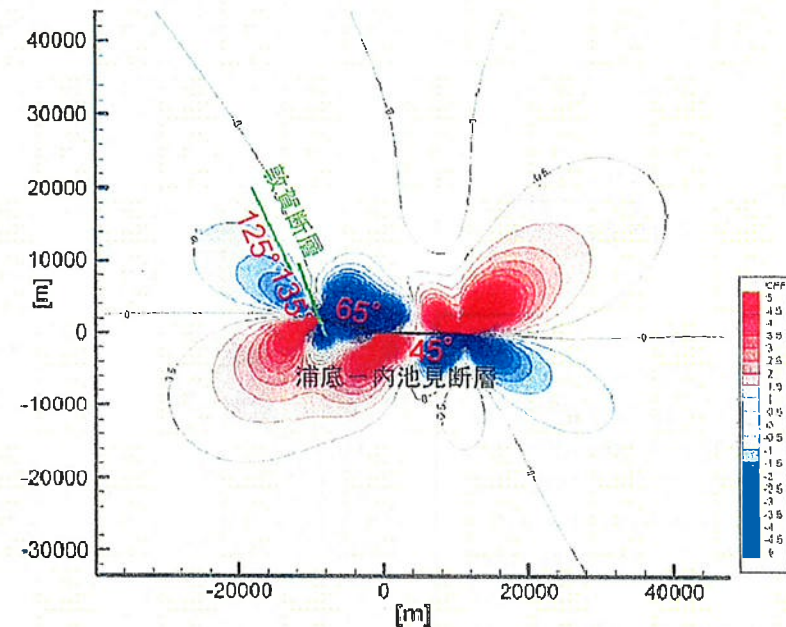


# 力学的検討(浦底一内池見断層と敦賀断層)

(3/3)



(活動を想定する断層)敦賀断層(傾斜90°)  
 → (レシーバ断層)浦底一内池見断層(傾斜90°)



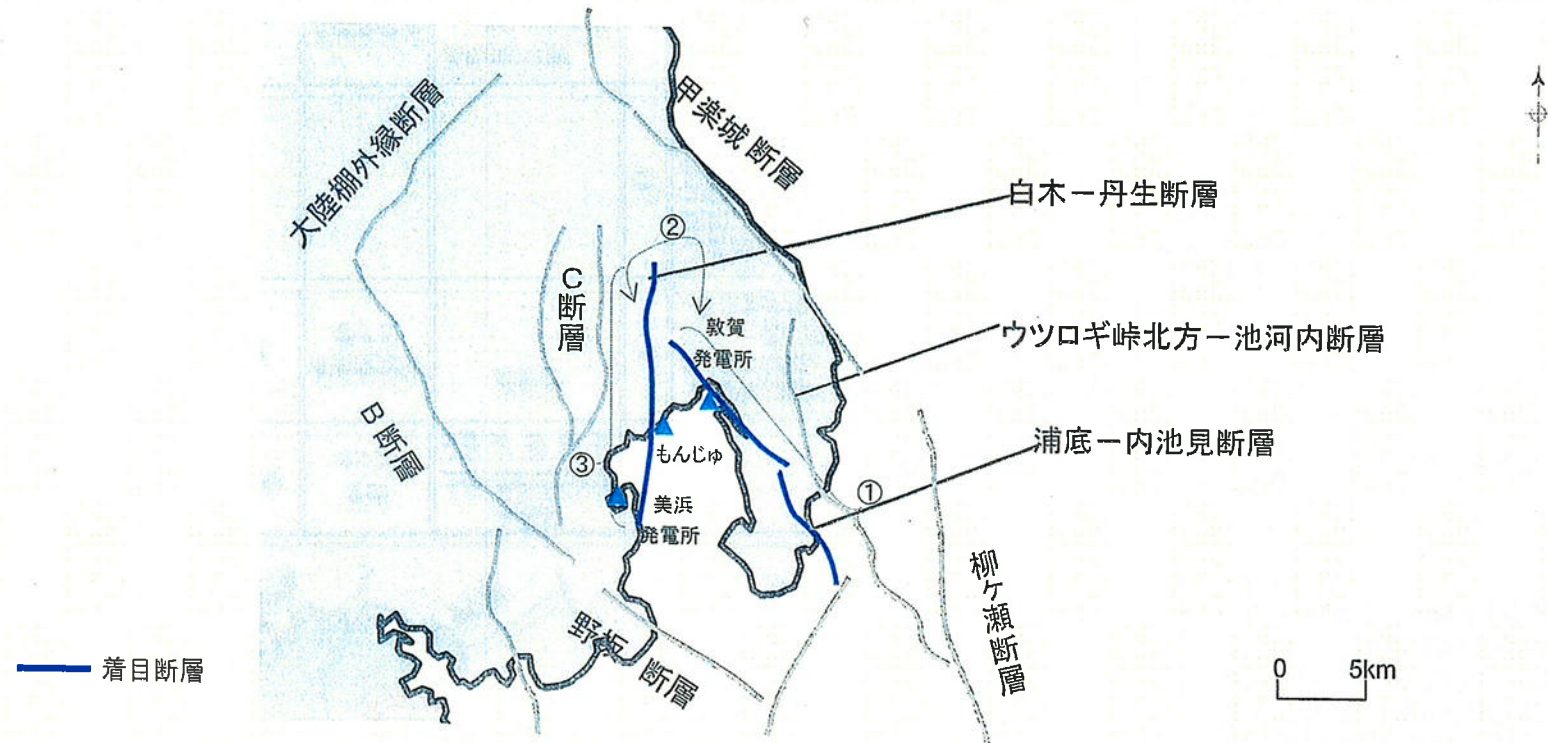
(活動を想定する断層)浦底一内池見断層(傾斜90°)  
 → (レシーバ断層)敦賀断層(傾斜90°)

- ・地盤を弾性体と仮定し、断層運動に伴う地盤内の応力変化(クーロン破壊応力変化 $\Delta CFF$ )を求めた。
- ・断層の運動方向については、断層の走向・傾斜と広域応力場との関係や地形・地質の状況から設定(浦底一内池見断層は北東側隆起成分を含む左横ずれ断層、敦賀断層は南東側隆起成分を含む右横ずれ断層と推定)。
- ・その結果、活動を想定する断層の運動に伴い、レシーバ断層の運動は抑制される( $\Delta CFF$ が負になる)結果となった(浦底一内池見断層北部についても、北部断層をレシーバ断層とした場合の $\Delta CFF$ 図において、抑制側に位置していることを確認)。

- ・解析コード: Coulomb2.5
  - ・圧縮軸の向き: 東西方向
  - ・摩擦係数: 0.6
  - ・ポアソン比: 0.25
  - ・地盤の剛性率:  $3.2 \times 10^{10} \text{N/m}^2$
- $\Delta CFF (\times 10^5 \text{Pa})$ は、起震断層に1mの変位量を与えた場合の深度11kmの水平スライスにおける値



# 浦底－内池見断層と白木－丹生断層の同時活動性評価

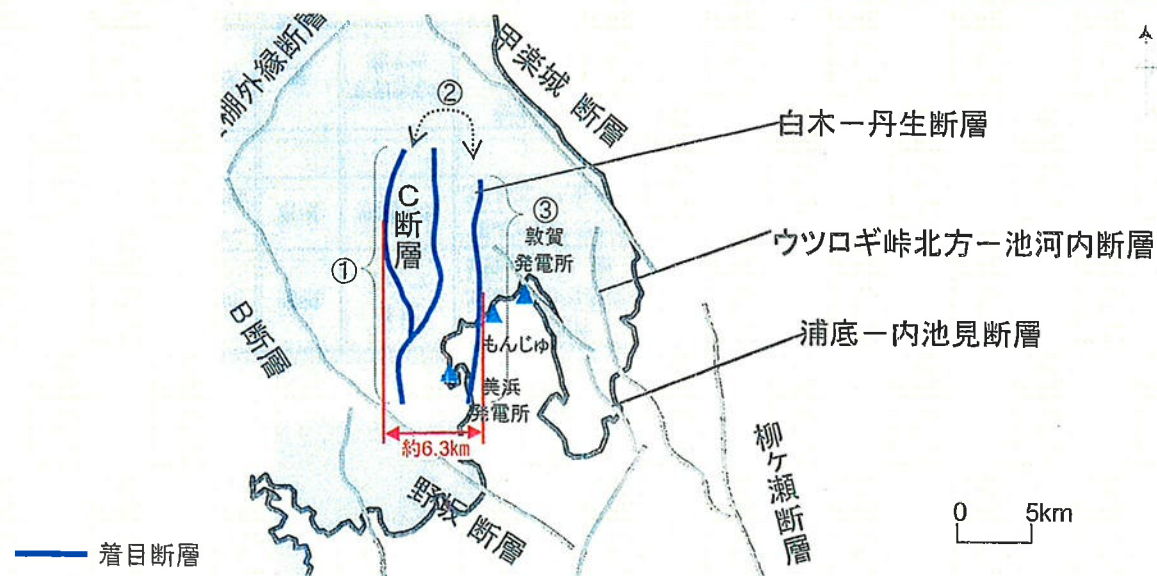


| 活断層          | 走向         | 傾斜 | 変位<br>センス    | 活動性<br>上段:最新活動時期<br>下段:活動間隔 | 地質状況他             | 関連する<br>5kmルール       | (参考)文献等での評価                                             | 同時活動  |
|--------------|------------|----|--------------|-----------------------------|-------------------|----------------------|---------------------------------------------------------|-------|
| 浦底－<br>内池見断層 | NW～<br>NNW | 鉛直 | 左横ずれ         | 約4,000年前以降<br>29千年※6(産総研)   | ① 全体としてはNW走向の活断層。 | 5kmルールの何れにも<br>該当しない | 地震本部「浦底－柳ヶ<br>瀬山断層帯(一部)」、<br>産総研DB「浦底－柳ヶ<br>瀬山起震断層(一部)」 | 考慮しない |
|              |            |    |              |                             | ② 両者の走向は大きく異なる。   |                      |                                                         |       |
| 白木－丹生断層      | N-S        | 東  | 東側隆起の<br>縦ずれ | 約9,000年前<br>～約7,000年前<br>—  | ③ N-S走向の活断層。      |                      |                                                         |       |

※6:浦底－柳ヶ瀬山活動セグメント



# C断層と白木一丹生断層の同時活動性評価



・ここでは、断層同士が同時活動するか否かを検討するため、地下には2枚の断層面があることを前提条件としている。

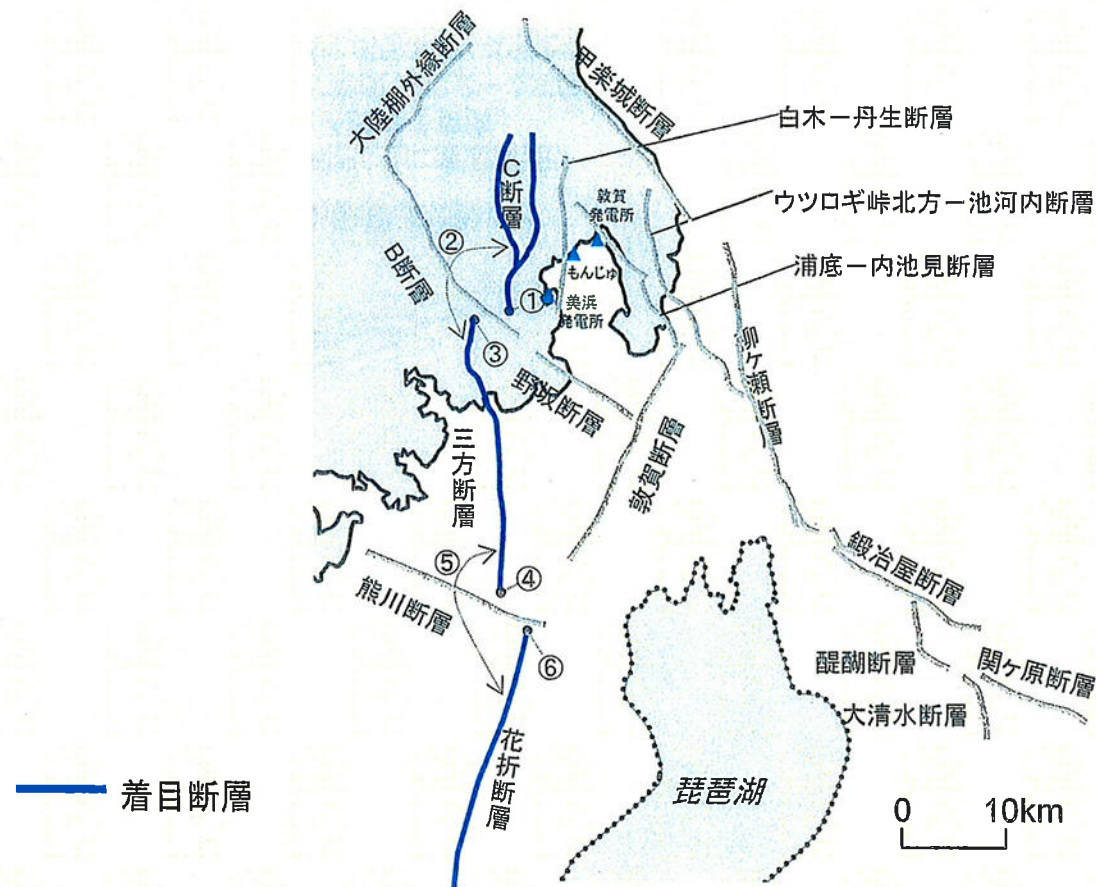
・地下で収斂し1枚の断層面となる可能性がある場合は、C断層と白木一丹生断層それぞれを検討し、敷地に影響のある方で地震動評価していれば耐震設計上は問題ないものと判断している。

| 活断層     | 走向  | 傾斜 | 変位<br>センス    | 活動性<br>上段:最新活動時期<br>下段:活動間隔 | 地質状況他                                                                                                                       | 関連する<br>5kmルール                                      | (参考)文献等での評価 | 同時活動  |
|---------|-----|----|--------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------|-------|
| C断層     | N-S | 東  | 東側隆起の<br>縦ずれ | 完新世<br>—                    | ①<br>・断層群(北部に2条のNS方向の断層と南部の1条のNNE-SSW方向の断層)の分布状況から、一連の断層として評価。<br>・海上音波探査では、傾斜は高角である。                                       | 白木一丹生断層とC断層の東側とは、5km以内の相互間隔をもって並走する幅5km以内の断層群に相当する。 | —           | 考慮しない |
|         |     |    |              |                             | ②<br>・C断層と白木一丹生断層は高角の逆断層で類似しており、近接して分布していることから、C断層もしくは白木一丹生断層の一方の断層の活動に伴い、その周辺に蓄積された応力(ひずみ)が解放されることにより、両断層は同時活動しないものと考えられる。 | 白木一丹生断層とC断層の西側とは5km以上離れているため、幅5km以内の断層群に相当しない。      | —           |       |
| 白木一丹生断層 | N-S | 東  | 東側隆起の<br>縦ずれ | 約9,000年前<br>～約7,000年前<br>—  | ③<br>・ボーリング調査や海上音波探査の結果から、傾斜角は概ね60°である。                                                                                     |                                                     | —           |       |



## C断層～三方断層～花折断層の同時活動性評価

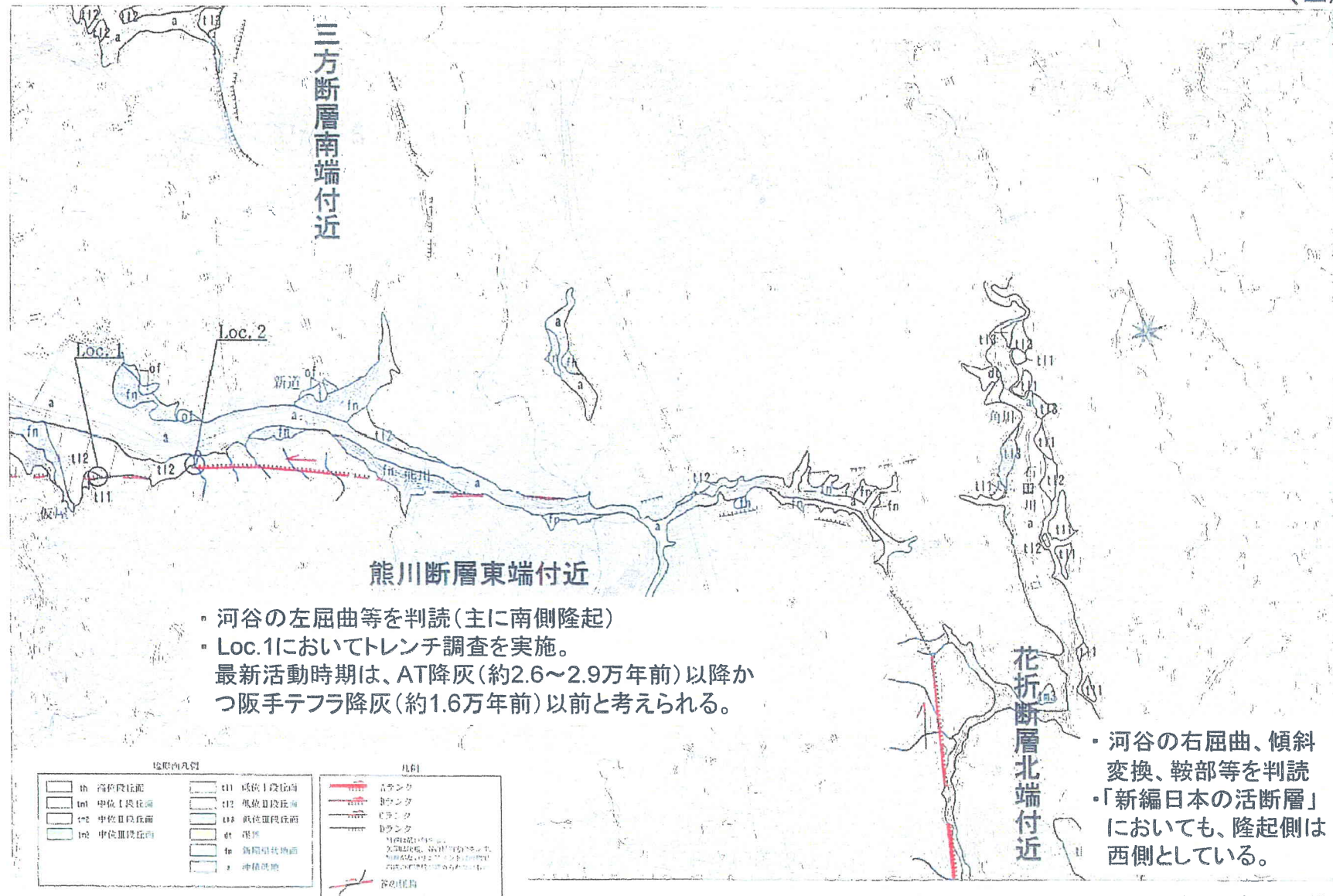
(1/5)





# 三方断層南端(熊川断層東端・花折断層北端)付近の地形図

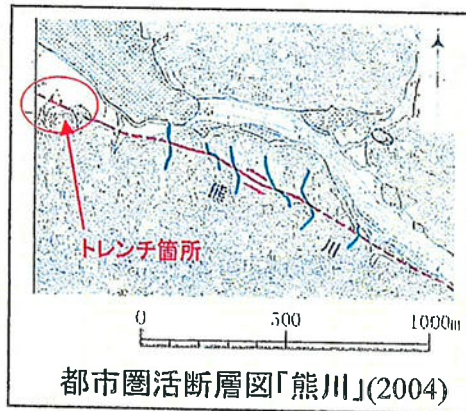
(2/5)



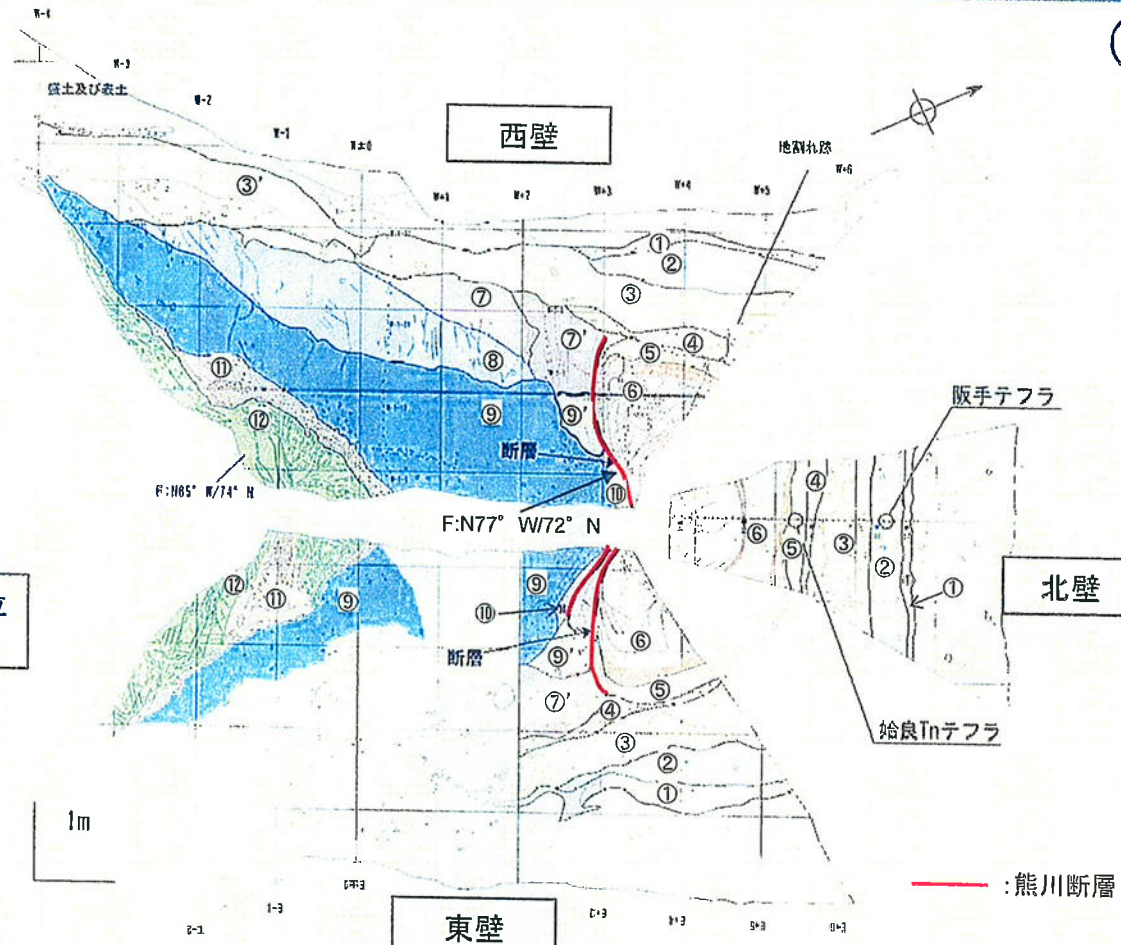


# 熊川断層の活動性(トレンチ調査結果)

(3/5)



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。



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。



# 三方断層と花折断層の断層評価

(4/5)

調査結果等

断層の関係

・A断層(F-84・86)の累積変位量は北方に向って終息。  
・A断層(F-84・86)の北方延長部で、後期更新世以降の地層に変位・変形が認められなくなる測線を端部と評価。

・小松原ほか(2000)において、日向断層を指摘し、日向湖北方1.5km沖まで追跡できるとしている。

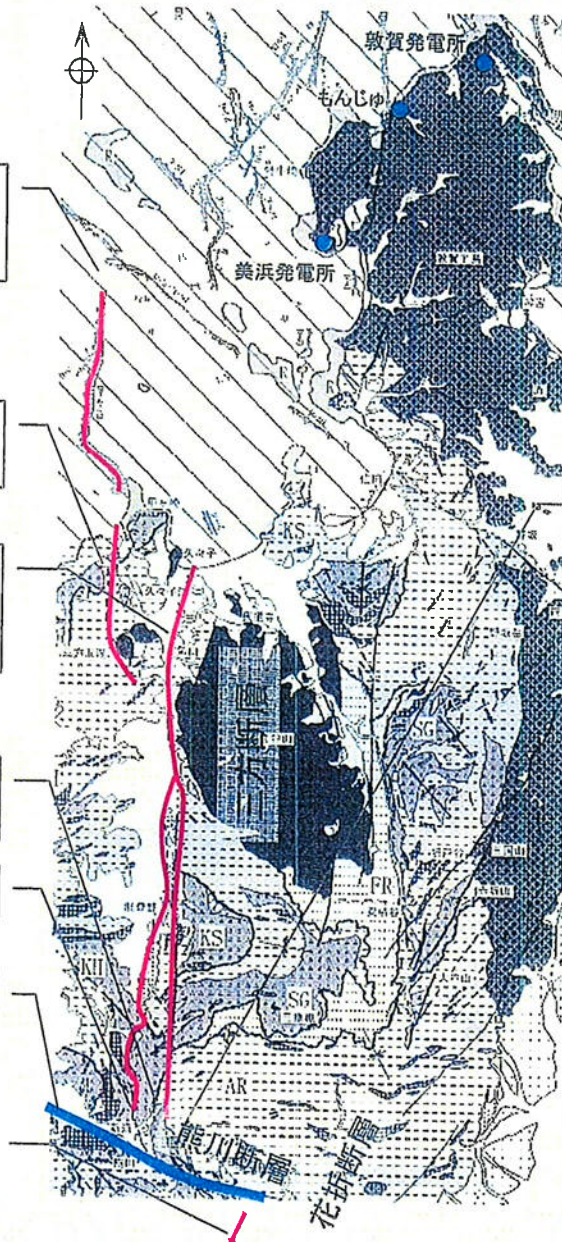
・小松原ほか(1999)において、気山のトレンチ調査結果から、平安時代の遺物を含む土石流堆積物の基底部が変位していることから、最新活動時期は平安時代以降としている。

・断層露頭では、破碎部の組織を明瞭にせん断する平面的な断層は認められない。

・直線谷に綠色岩が広く分布し、破碎部は認められない。

・熊川断層のトレンチ調査の結果、断層が確認され、最新活動時期は始良Tnテフラ降灰時(約2.6～約2.9万年前)以降かつ阪手テフラ降灰時(約1.6万年前)以前であることを確認。

・文献調査などから、花折断層を水坂峠付近から桃山町南西方にいたる区間(約58km)と評価。



・三方断層は東傾斜、花折断層はほぼ鉛直であり、地震発生層位置での断層面は、離れていく位置関係にある。  
・三方断層と花折断層帯北部の間には熊川断層が分布する。  
・西山・小松原ほか(2005)では、1662年の寛文地震では、巳刻頃に日向断層などが逆断層で活動し、しばらく時間をおき午刻頃に花折断層北部が右横ずれ活動した(2つの地震が続発した)と解釈する方が合理的としている。[熊川断層はその時に活動していないと考えられる。]  
・推本による「三方・花折断層帯の長期評価について」では、「松田(1990)の定義によれば、三方断層帯と花折断層帯の二つの起震断層に区分される。」としている。



# C断層～三方断層～花折断層の同時活動性評価

(5/5)

| 活断層  | 走向         | 傾斜 | 変位<br>センス    | 活動性<br>上段:最新活動時期<br>下段:活動間隔                           | 地質状況他                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 関連する<br>5kmルール                                                            | (参考)文献等での評価                                  | 同時活動  |
|------|------------|----|--------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------|
| C断層  | N-S        | 東  | 東側隆起の<br>縦ずれ | 完新世<br>—                                              | ① [南端] 海上音波探査で、後期更新世以降の活動が認められない測線を南端として評価。[B断層につながる構造は認められない]                                                                                                                                                                                                                                                 | 2) 走向方向に5km以内の分布間隙をもって、ほぼ一線にならぶほぼ同じ走向の複数の断層だが、 <b>両断層の間に別の断層が分布するため別々</b> | —                                            |       |
|      |            |    |              |                                                       | ② ・C断層と三方断層をつなぐ構造は認められない。[C断層及び三方断層は、B断層につながる構造が認められないことから]<br>・両断層の間に、地震本部等でも起震断層と評価している異なる走向の野坂断層～B断層が分布。                                                                                                                                                                                                    |                                                                           | 地震本部も「走向の異なる別の断層が横切ると判断される場合」には別々の起震断層としている。 | 考慮しない |
| 三方断層 | N-S        | 東  | 東側隆起の<br>縦ずれ | 1662年寛文地震<br>約3,800～6,300年<br>(地震本部)<br>6.1千年※9 (産総研) | ③ [北端] 海上音波探査で、累積変位量が終息し、後期更新世以降の活動が認められない測線を北端として評価。[B断層につながる構造は認められない]                                                                                                                                                                                                                                       | 2) 走向方向に5km以内の分布間隙をもって、ほぼ一線にならぶほぼ同じ走向の複数の断層だが、 <b>両断層の間に別の断層が分布するため別々</b> | 地震本部「三方断層帯」<br>産総研DB「三方起震断層」                 |       |
|      |            |    |              |                                                       | ④ [南端] 地表地質調査で確認した断層露頭において、破碎部の組織を明瞭にせん断する平面的な断層が認められないことから、後期更新世以降の活動はないと評価。西側にも「近畿の活断層」が示す倉見峠断層の位置にリアメントを判読しているが、その延長の谷部に破碎部は認められない。                                                                                                                                                                         |                                                                           |                                              |       |
|      |            |    |              |                                                       | ⑤ ・両断層の間に異なる走向の熊川断層が分布。<br>・花折断層はほぼ鉛直[北端付近は西側隆起であることから、どちらかといえば西傾斜と推定]の右横ずれ断層であるのに対して、三方断層は東傾斜の逆断層であることから、深部で断層が離れる関係にある。<br>・1662年の寛文地震時に両断層が活動したとされているが、西山・小松原ほか(2005)*では、1662年の寛文地震では、巳刻頃に日向断層などが逆断層で活動し、しばらく時間をおき午刻頃に花折断層北部が右横ずれ活動した[2つの別々の地震が連続した]と解釈の方が合理的としている。また、寛文地震時に両断層間に分布する熊川断層は活動していないことを確認している。 |                                                                           | 地震本部も「走向の異なる別の断層が横切ると判断される場合」には別々の起震断層としている。 | 考慮しない |
| 花折断層 | NNW<br>～NW | 鉛直 | 右横ずれ         | 北部は1662年寛文地震<br>5.0千年※10、5.4千年※11<br>(産総研)            | ⑥ [北端] 文献調査等から変動地形が認められなくなる水坂峠付近と評価。                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                           | 地震本部「花折断層帯」<br>産総研DB「花折起震断層」                 |       |

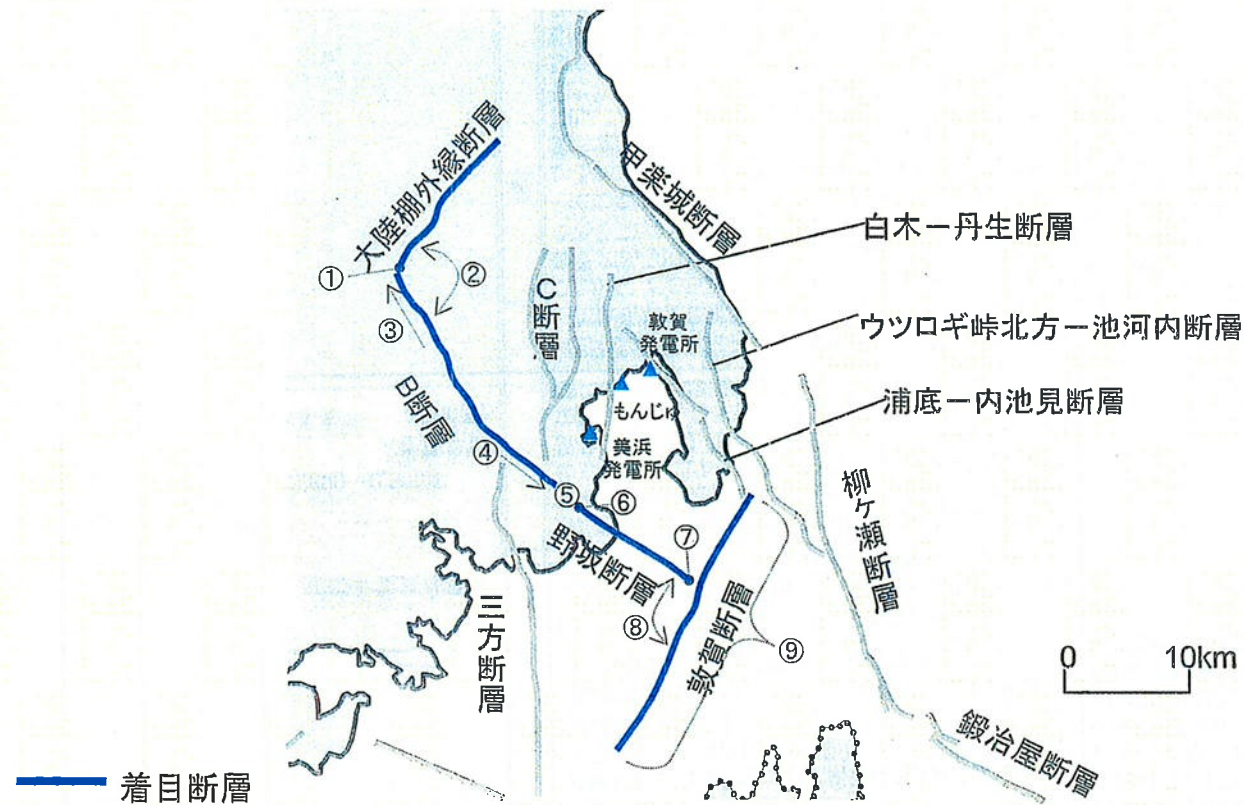
※9:三方活動セグメント ※10:途中谷活動セグメント ※11:北白川活動セグメント

\* 西山昭仁・小松原琢・東幸代・水野章二・北原糸子・武村雅之・寒川旭(2005):活断層調査と文献史料から推定した寛文二年(1662)若狭・近江地震の起震断層と震源過程, 歴史地震, 第20号, 257-266



# 大陸棚外縁～B～野坂断層と敦賀断層の同時活動性評価

(1/2)





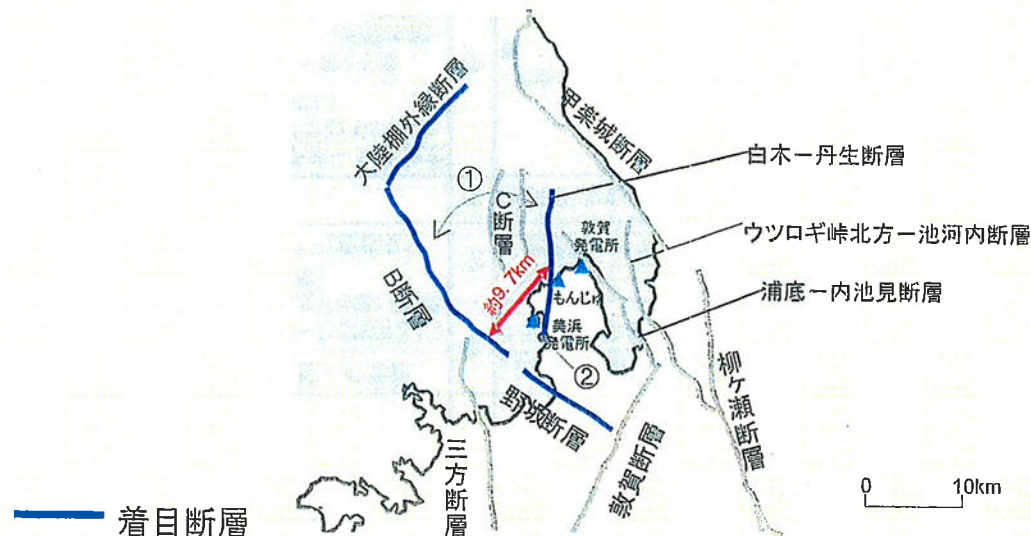
# 大陸棚外縁～B～野坂断層と敦賀断層の同時活動性評価 (2/2)

| 活断層         | 走向 | 傾斜                       | 変位<br>センス                   | 活動性<br>上段:最新活動時期<br>下段:活動間隔                                                   | 地質状況他                                                                                                                           | 関連する<br>5kmルール   | (参考)文献等での評価                                    | 同時活動                              |                              |  |
|-------------|----|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|--|
| 大陸棚外縁<br>断層 | NE | 南東                       | 南東側隆起<br>の右横ずれ              | 1963年<br>越前岬沖地震<br>—                                                          | ① [南西端] 音波探査記録で、南西方に古い断層が延び、B断層とはT字状に分布。ただし、原子力安全・保安院が実施した音波探査等の結果から、南西方に延びる活構造は確認できない。                                         | 5kmルールの何れにも該当しない | —                                              | 考 慮                               |                              |  |
|             |    |                          |                             |                                                                               | ② ・活構造が連続的で、地下の断層面も連続的に推定できる。<br>・両断層の累積変位量は連続的である。                                                                             |                  | —                                              |                                   |                              |  |
| B断層         | NW | [北部]<br>北東<br>[南部]<br>鉛直 | 北東側隆起<br>の左横ずれ<br>～<br>左横ずれ | 完新世<br>7.0千年※12(産総研)                                                          | ③ [北西端] 音波探査で、B層のプログラデーションパターンに変位・変形が認められないが、このプログラデーションパターンは水深が100mより深いことから2万年くらい前の最終氷期に一気に溜まった地層と考えられ、確実に後期更新世以降の活動がないとは言えない。 |                  | 2) 走向方向に5km以内の分布間隙をもって、ほぼ一線にならぶほぼ同じ走向の複数の断層に相当 |                                   | 地震本部「野坂断層帯」<br>産総研DB「野坂起震断層」 |  |
|             |    |                          |                             |                                                                               | ④ [南東端] 断層の走向が変わる辺りで徐々に累積変位量が終息する。                                                                                              |                  |                                                |                                   |                              |  |
|             |    |                          |                             |                                                                               | ⑤ ・海上音波探査で、両断層の間にR層の張出しが認められ、両者をつなぐ構造は認められないが、両断層は一直線上で各断層の延長部がR層張出しの際にあたるため、慎重な評価が必要との意見があった。                                  |                  |                                                |                                   |                              |  |
| 野坂断層        | NW | 鉛直                       | 左横ずれ                        | 15世紀～17世紀<br>約5,600～7,600年もしくはこれらよりも短い間隔(地震本部)<br>7.0千年※12(産総研)               | ⑥ [北西端] 海上音波探査で、断層の末端を示唆するように分岐状を呈する。                                                                                           |                  | 5kmルールの何れにも該当しない                               | 地震本部「湖北山地断層帯北西部」<br>産総研DB「敦賀起震断層」 |                              |  |
|             |    |                          |                             |                                                                               | ⑦ [南東端] リニアメント延長部で江若花崗岩の健岩が連続的に分布。                                                                                              |                  |                                                |                                   |                              |  |
|             |    |                          |                             |                                                                               | ⑧ ・走向が大きく異なる(T字状に分布)。                                                                                                           |                  |                                                |                                   |                              |  |
| 敦賀断層        | NE | 鉛直                       | 右横ずれ                        | 12世紀後半～14世紀末(北部は少なくとも3万年前以降活動なし)<br>約3千年～約4千年(地震本部)<br>3.0千年※7, 14.0千年※8(産総研) | ⑨ ・樫曲北東方から大谷山南西方までの約23kmと評価。                                                                                                    |                  |                                                |                                   |                              |  |

※7:黒河川活動セグメント ※8:笙の川活動セグメント ※12:野坂活動セグメント



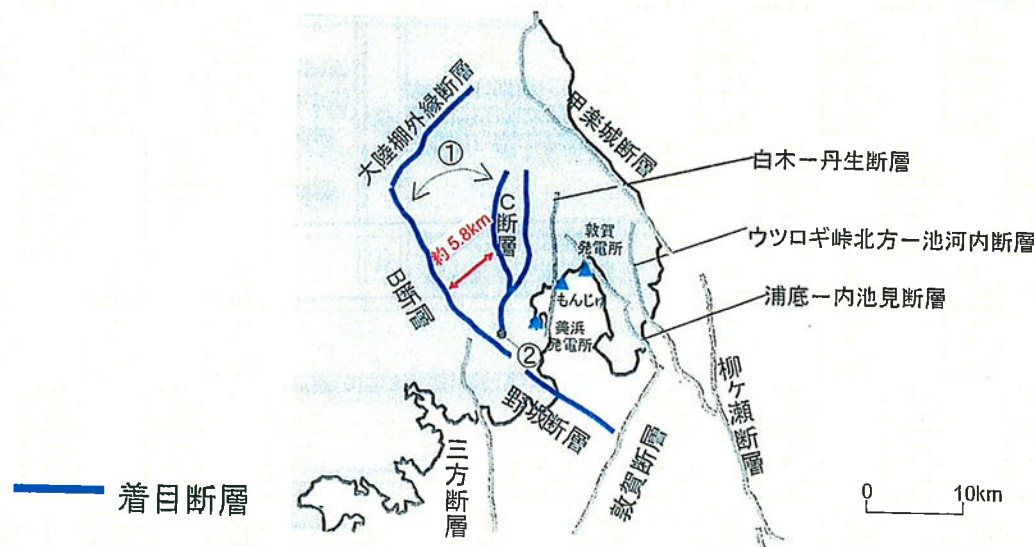
# 大陸棚外縁～B～野坂断層と白木-丹生断層の同時活動性評価



| 活断層                              | 走向                              | 傾斜 | 変位<br>センス    | 活動性<br>上段:最新活動時期<br>下段:活動間隔 | 地質状況他                                                                                                         | 関連する<br>5kmルール                                                                                   | (参考)文献等での評価                                                      | 同時活動  |
|----------------------------------|---------------------------------|----|--------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------|
| 大陸棚外縁断層<br>～<br>B断層<br>～<br>野坂断層 | ・「大陸棚外縁～B～野坂断層と敦賀断層の同時活動性評価」で記載 |    |              |                             |                                                                                                               | 4)その断層線の中<br>点の位置が主断層<br>から5km以上はな<br>れている走向を異に<br>する断層に相当し<br>別々<br><br>(白木-丹生断層の<br>中点まで約10km) | 地震本部は野坂断層～<br>B断層を「野坂断層帯」<br><br>産総研DBは野坂断層<br>～B断層を「野坂起震断<br>層」 | 考慮    |
|                                  |                                 |    |              |                             | ①・両断層は不連続である。<br>・走向が大きく異なる。<br>・野坂断層及びB断層南部はほぼ鉛直の左横ずれである<br>のに対して、白木-丹生断層は東傾斜の逆断層であること<br>から、深部で断層が離れる関係にある。 |                                                                                                  |                                                                  | 考慮しない |
| 白木-丹生断層                          | N-S                             | 東  | 東側隆起の<br>縦ずれ | 約9,000年前<br>～約7,000年前<br>—  | ②〔南端〕 海上音波探査で、後期更新世以降の活動が認め<br>られない測線を南端として評価。〔B断層や野坂断層につな<br>がる構造は認められない〕                                    |                                                                                                  | —                                                                |       |



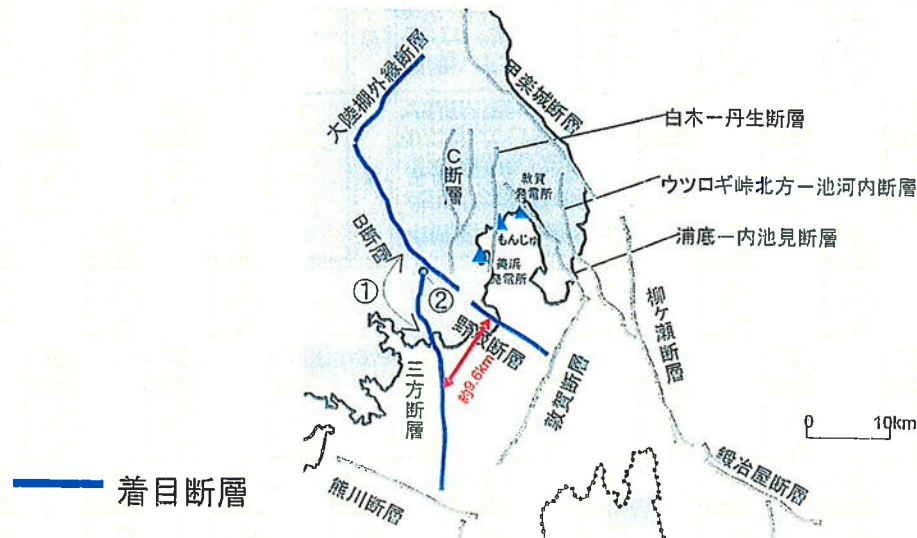
# 大陸棚外縁～B～野坂断層とC断層の同時活動性評価



| 活断層                              | 走向                              | 傾斜 | 変位<br>センス    | 活動性<br>上段:最新活動時期<br>下段:活動間隔 | 地質状況他                                                                                                    | 関連する<br>5kmルール                                                                              | (参考)文献等での評価                                                      | 同時活動  |
|----------------------------------|---------------------------------|----|--------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------|
| 大陸棚外縁断層<br>～<br>B断層<br>～<br>野坂断層 | ・「大陸棚外縁～B～野坂断層と敦賀断層の同時活動性評価」で記載 |    |              |                             |                                                                                                          | 4)その断層線の<br>中点の位置が主断層<br>から5km以上はな<br>れている走向を異に<br>する断層に相当し<br>別々<br><br>(C断層の中点まで<br>約6km) | 地震本部は野坂断層～<br>B断層を「野坂断層帯」<br><br>産総研DBは野坂断層<br>～B断層を「野坂起震断<br>層」 | 考慮    |
|                                  |                                 |    |              | ①                           | ・両断層は不連続である。<br>・走向が大きく異なる。<br>・野坂断層及びB断層南部はほぼ鉛直の左横ずれである<br>のに対して、C断層は東傾斜の逆断層であることから、深部<br>で断層が離れる関係にある。 |                                                                                             |                                                                  | 考慮しない |
| C断層                              | N-S                             | 東  | 東側隆起の<br>縦ずれ | 完新世<br>.....<br>—           | ② [南端] 海上音波探査で、後期更新世以降の活動が認め<br>られない測線を南端として評価。[B断層につながる構造は<br>認められない]                                   |                                                                                             | —                                                                |       |



# 大陸棚外縁～B～野坂断層と三方断層の同時活動性評価



| 活断層                              | 走向                              | 傾斜 | 変位<br>センス    | 活動性<br>上段:最新活動時期<br>下段:活動間隔                                    | 地質状況他                                                                               | 関連する<br>5kmルール                                                    | (参考)文献等での評価                             | 同時活動  |
|----------------------------------|---------------------------------|----|--------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------|
| 大陸棚外縁断層<br>～<br>B断層<br>～<br>野坂断層 | ・「大陸棚外縁～B～野坂断層と敦賀断層の同時活動性評価」で記載 |    |              |                                                                |                                                                                     | 4)その断層線の中<br>点の位置が主断層<br>から5km以上はな<br>れている走向を異<br>にする断層に相当<br>し別々 | 地震本部や産総研では野坂<br>断層～B断層を一連の起震断<br>層として評価 | 考慮    |
|                                  |                                 |    |              | ①                                                              | ・両断層は不連続である。<br>・走向が大きく異なる。                                                         |                                                                   |                                         | 考慮しない |
| 三方断層                             | N-S                             | 東  | 東側隆起<br>の縦ずれ | 1662年寛文地震<br>.....<br>約3,800～6,300年<br>(地震本部)<br>6.1千年*9 (産総研) | ②<br>【北端】 海上音波探査で、累積変位量が終息し、後期<br>更新世以降の活動が認められない測線を北端として<br>評価。【B断層】につながる構造は認められない | (三方断層の中間<br>まで約10km)                                              | 地震本部「三方断層帯」<br>産総研DB「三方起震断層」            |       |

※9:三方活動セグメント



## 2-10 活断層の傾斜角



## 傾斜角の設定に関して

### 【地震調査研究推進本部における傾斜角の設定】※

- ・傾斜角に関する資料が得られていない場合は、  
逆断層、正断層 :  $45^{\circ}$   
横ずれ断層 :  $90^{\circ}$
- ・断層の傾斜角を推定できる場合には、それを参照する。
- ・周辺にある同タイプの断層から傾斜角が推定できる場合には、それを参照する。
- ・周辺の地質構造、特に活断層の分布を考慮し、その周辺の地質構造が説明できるように留意し、「低角」の場合は $0^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 、「高角」の場合は $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の範囲内で設定。

※ 地震調査研究推進本部 地震調査委員会(2008年4月11日更新):震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)

### 【地形・地質調査データ】

(陸域)

- ・地形状況、断層分布、地質構造(断層露頭での傾斜角等)の確認。

(海域)

- ・海上音波探査記録(できる限り深部を確認できるもの)の確認。
- ・地形状況、断層分布、地質構造の確認。

地形・地質調査データから考えられる傾斜角を整理し、  
地震動評価における傾斜角を設定



## 白木一丹生断層とC断層の比較(1/2)

| 断層              | 走向(図読)                   | 傾斜角                            | 長さ                                                   | 累積変位量<br>(C層上面)  | 変位<br>センス               |
|-----------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
| 白木一丹生           | N-S                      | 60° E ※<br>(海上音波探査)<br>(ボーリング) | 15 km                                                | 約 20 m<br>(東側上昇) | 逆断層<br>(形成時横ずれ成分を含む正断層) |
| C(北東部<br>セグメント) | N-S                      | 85° E ※<br>(海上音波探査)            | 18 km<br>(長さが<br>長くなる<br>北東部～<br>南部セグ<br>メントで<br>測定) | 約 20 m<br>(東側上昇) | 逆断層                     |
| C(北西部<br>セグメント) | N-S                      | 85° E ※<br>(海上音波探査)            |                                                      | 約 20 m<br>(東側上昇) |                         |
| C(南部<br>セグメント)  | N37° E(屈曲部)<br>～N-S(南端部) | -                              |                                                      | 約 20 m<br>(東側上昇) |                         |

※ 測定データを平均

今回、特にC断層の傾斜角を検討する。  
C断層では高角度のデータが得られている。  
また、C断層と白木一丹生断層とは、同タイプで類似した断層である。



## 白木一丹生断層とC断層の比較(2/2)

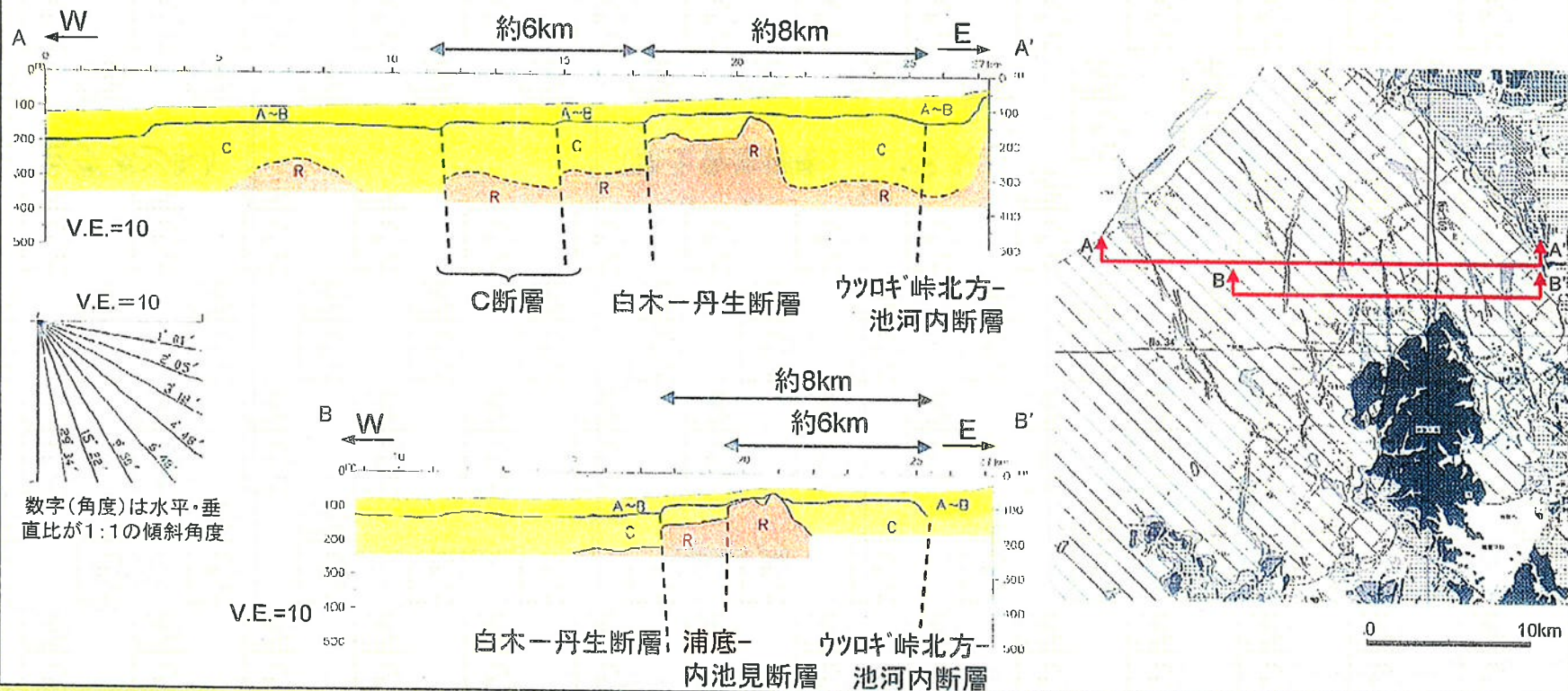
### 【白木一丹生断層】

- ・海上音波探査やボーリング調査の結果では、約60° Eの傾斜であるデータが得られている。
- ・正断層で形成され、現在の東西圧縮場において、逆断層により活動している。

### 【C断層】

- ・東側隆起の逆断層で、C層上面を基準とした累積変位量が20m程度と白木一丹生断層とほぼ等しいことから類似の断層である。

### 【白木一丹生断層及びC断層付近の東西地質断面図】



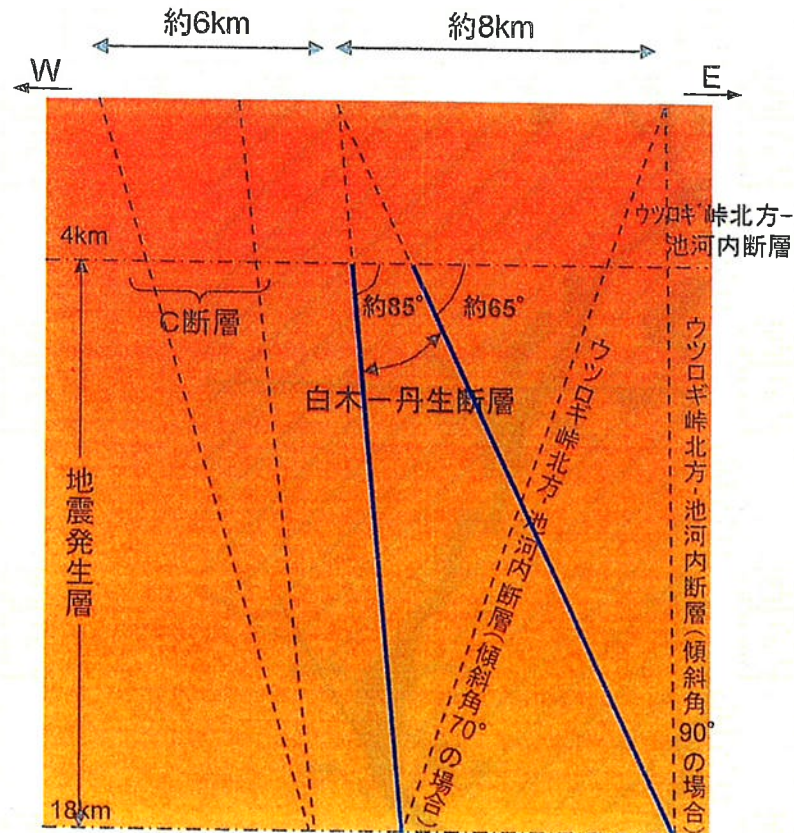


# 白木一丹生断層の傾斜角

白木一丹生断層と東側のウツロギ峠北方一池河内断層等との関連から白木一丹生断層の傾斜角を模式断面図で示す

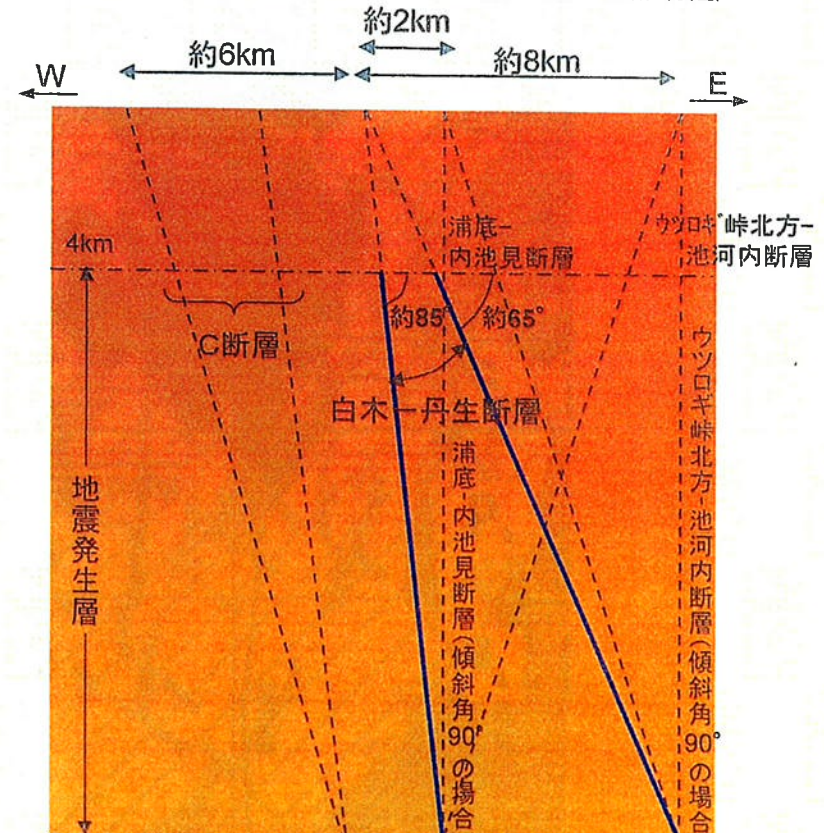
【A-A' 模式断面図】

(C断層, 白木-丹生断層, ウツロギ峠北方-池河内断層付近)



【B-B' 模式断面図】

(C断層, 白木-丹生断層, ウツロギ峠北方-池河内断層付近)

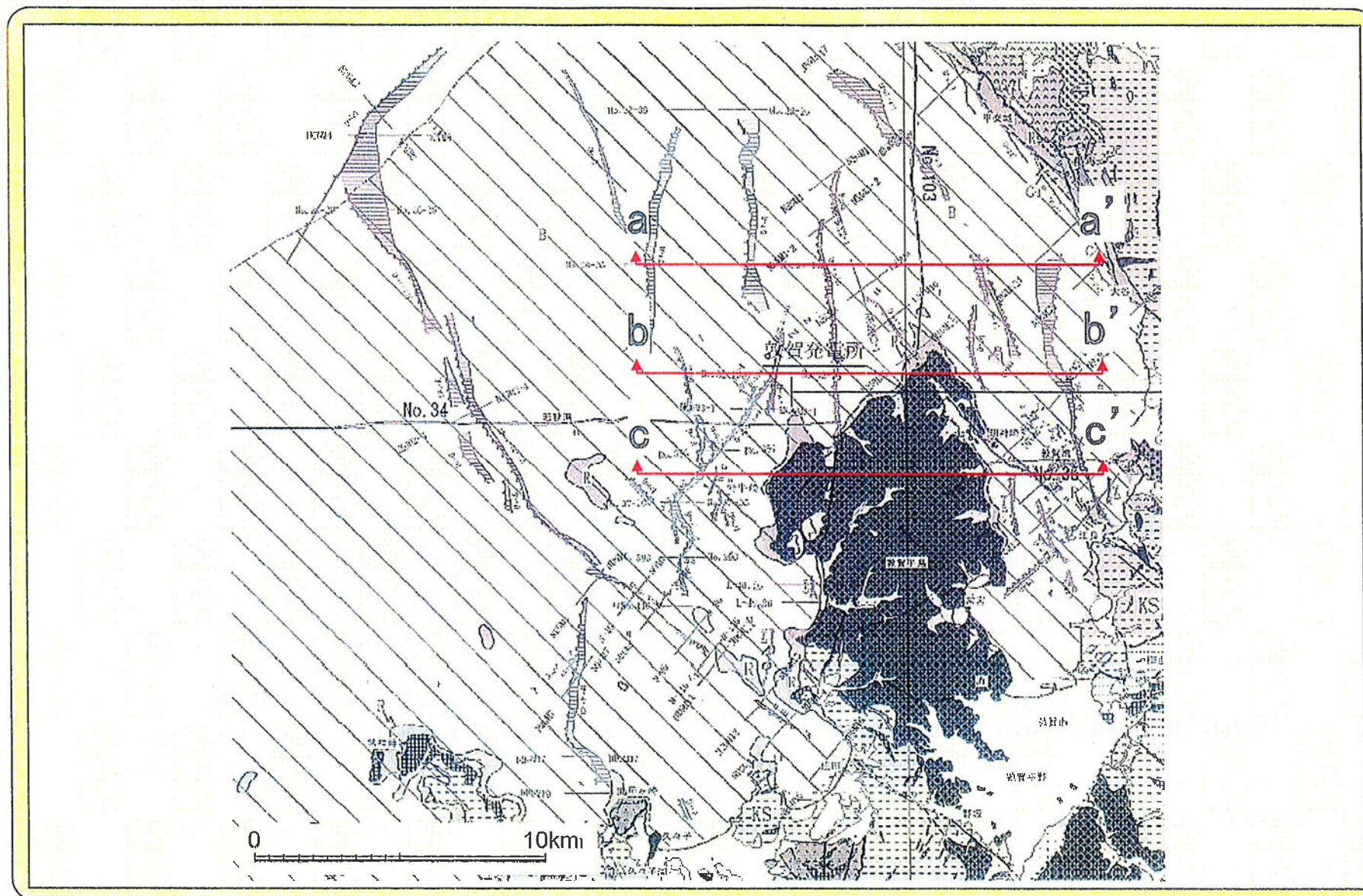


走向と広域応力場の関係や調査結果から、白木一丹生断層とC断層は類似の断層で、いずれも東方のウツロギ峠北方一池河内断層との関係から高角東側傾斜(およそ60°以上)の逆断層と評価。

地震動評価においては、傾斜60°の逆断層として設定



## C断層の傾斜角(1/3):断面図による活断層分布の検討(断面位置図)



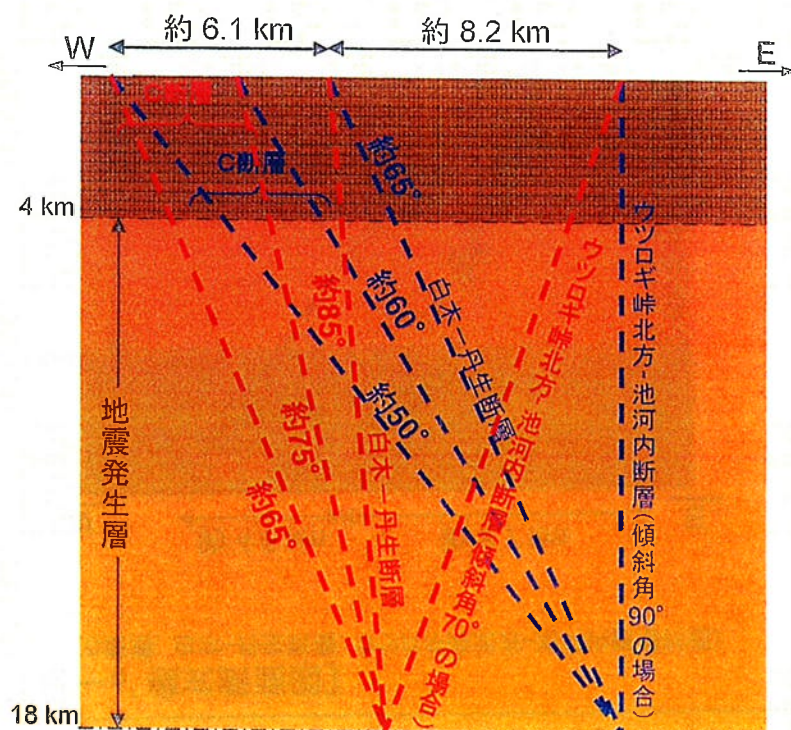


## C断層の傾斜角(2/3): 断面図による活断層分布の検討

C断層と東側のウツロギ峠北方-池河内断層等との関連から断層傾斜角を模式断面図上で示す

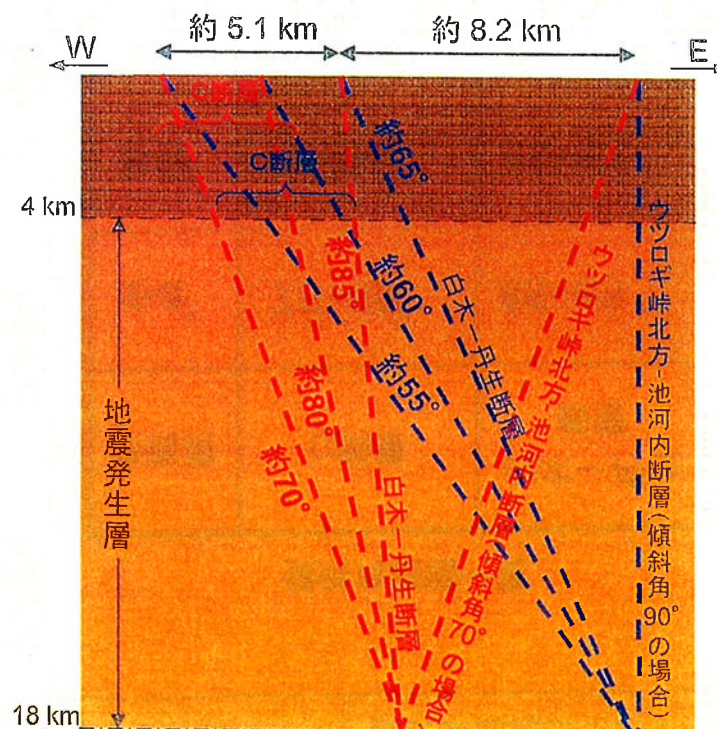
【a-a' 模式断面図】

(C断層, 白木-丹生断層, ウツロギ峠北方-池河内断層付近)



【b-b' 模式断面図】

(C断層, 白木-丹生断層, ウツロギ峠北方-池河内断層付近)



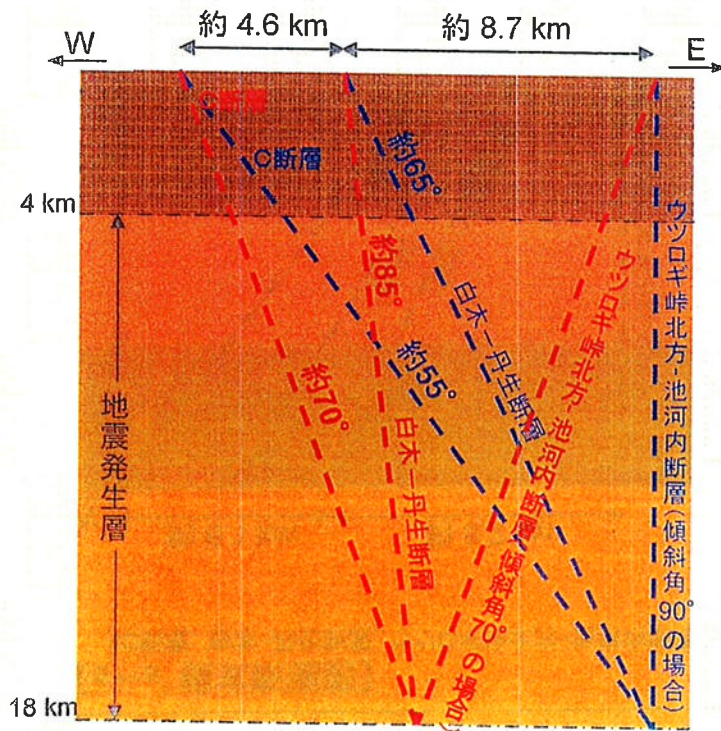


# C断層の傾斜角(3/3): 断面図による活断層分布の検討

C断層と東側のウツロギ峠北方-池河内断層等との関連から断層傾斜角を模式断面図上で示す

## 【c-c' 模式断面図】

(C断層, 白木-丹生断層, ウツロギ峠北方-池河内断層付近)



## 傾斜角範囲一覧

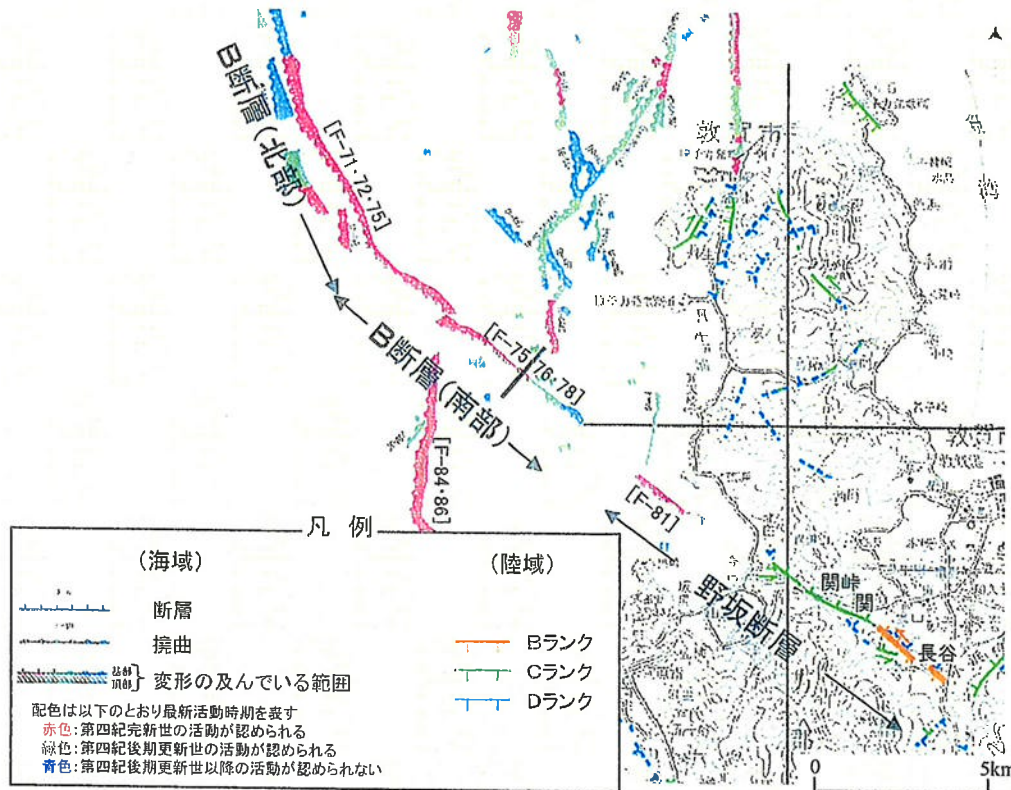
| 断面線  | C断層    | 白木-丹生断層 |
|------|--------|---------|
| a-a' | 75~60° | 85~65°  |
| b-b' | 80~60° | 85~65°  |
| c-c' | 70~55° | 85~65°  |

C断層については、長さが長くなる北東部~南部の系列で代表させている。

- ・C断層は、白木-丹生断層と類似した高角の逆断層で、地震動評価においては傾斜60°の逆断層として設定。
- ・不確かさを考慮した震源モデルとして、考える断層傾斜角55°を考慮。



# 野坂断層～B断層(南部)の傾斜角



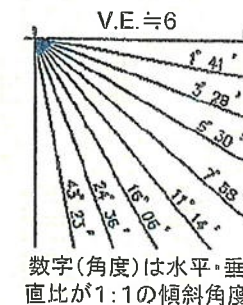
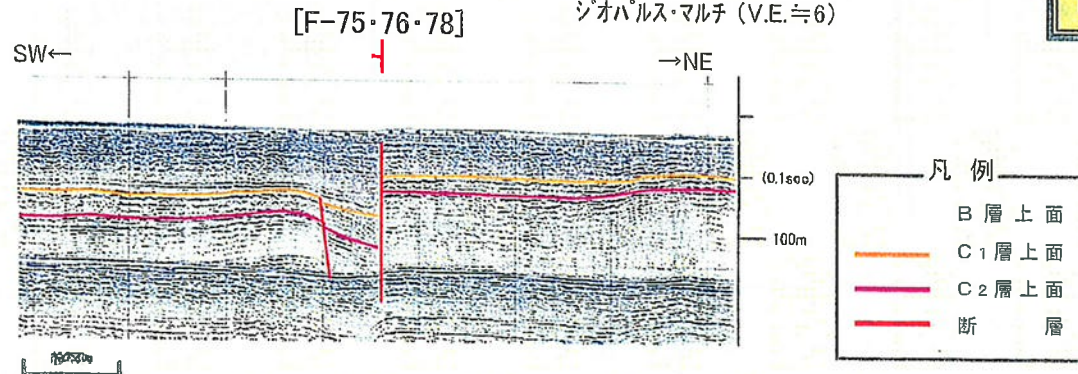
## 【陸域】

- 関峠以東では、敦賀平野の南西縁に野坂山地が分布し、山地の縁辺部には段丘が発達。  
→ 南西側隆起、北東側沈降を示唆
- 関南東方から長谷南東方に至る区間で、尾根・河谷の左屈曲を判読。
- 文献では、南(西)側隆起あるいは北(東)隆起、左横ずれとされている。

## 【海域】

- 海上音波探査結果では北東側隆起の断層を確認。
- 横ずれ断層に特徴的なフラワー構造を示す記録が得られている。(例えば、NDGM8)

走向と広域応力場との関係や調査結果から左横ずれが卓越する断層であり、南西側隆起あるいは北東側隆起が確認されることから、断層の傾斜は鉛直(90°)の断層と評価。



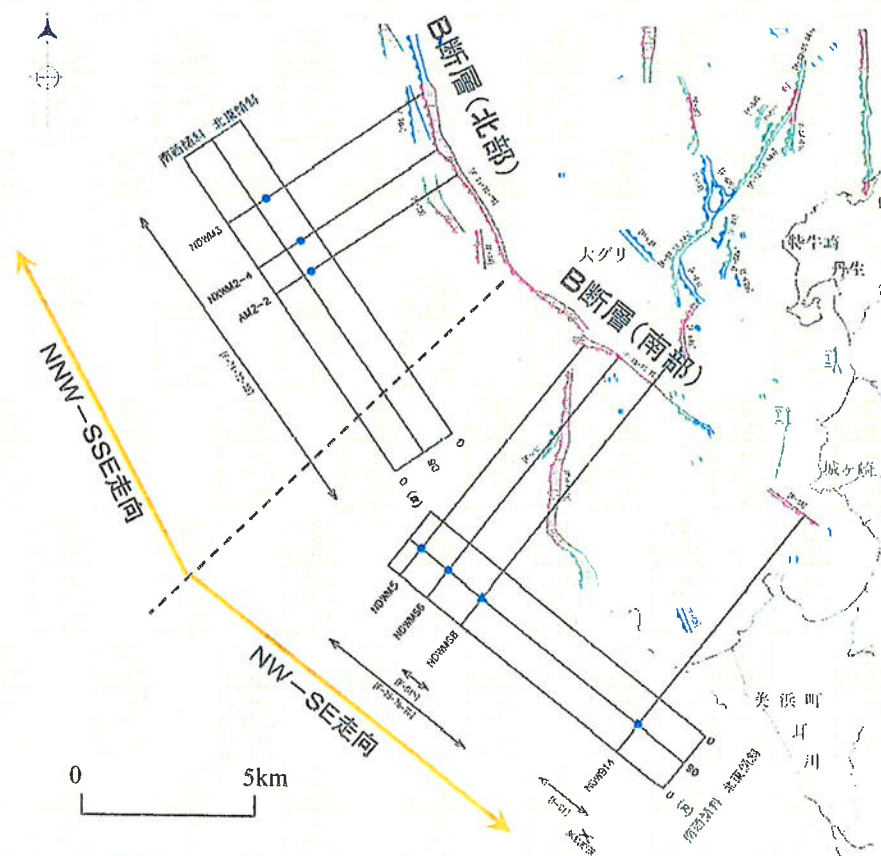
地震動評価においては、鉛直の横ずれ断層として設定



# B断層の傾斜角・累積変位量

【傾斜角分布図】

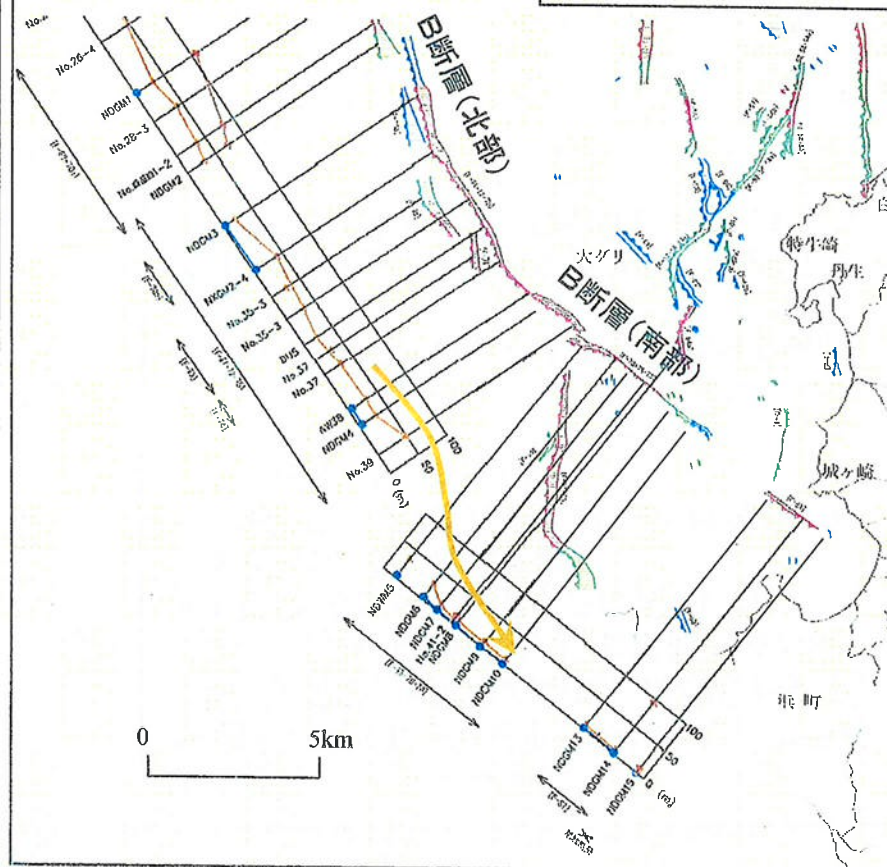
B断層(南部)では、  
傾斜角は概ね90°



【累積変位量分布図】

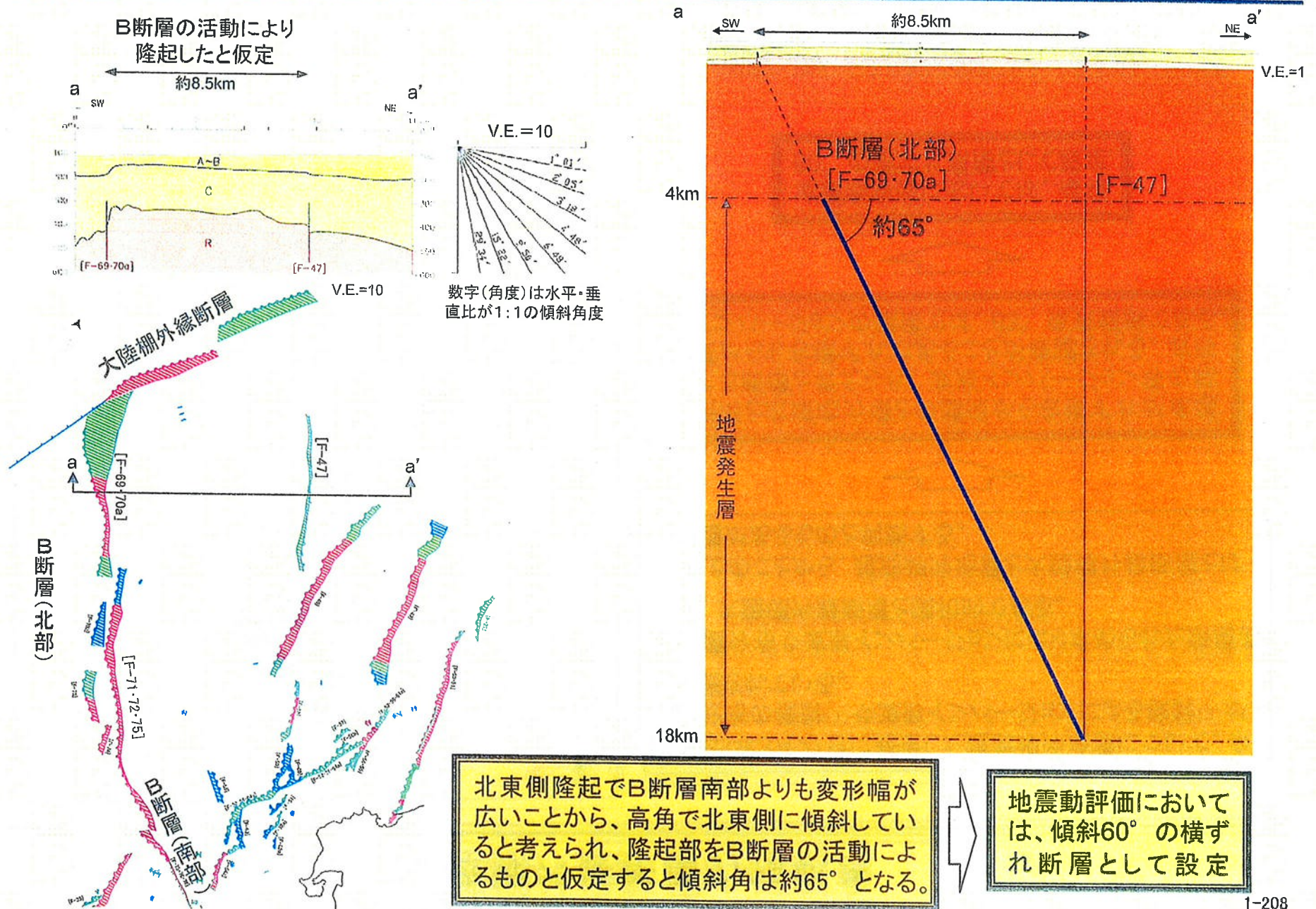
B断層(南部)では、  
累積変位量も小さい

- 凡 例
- B層上面
  - C層上面
  - △ R層上面
  - 主要断層
  - 並走する断層



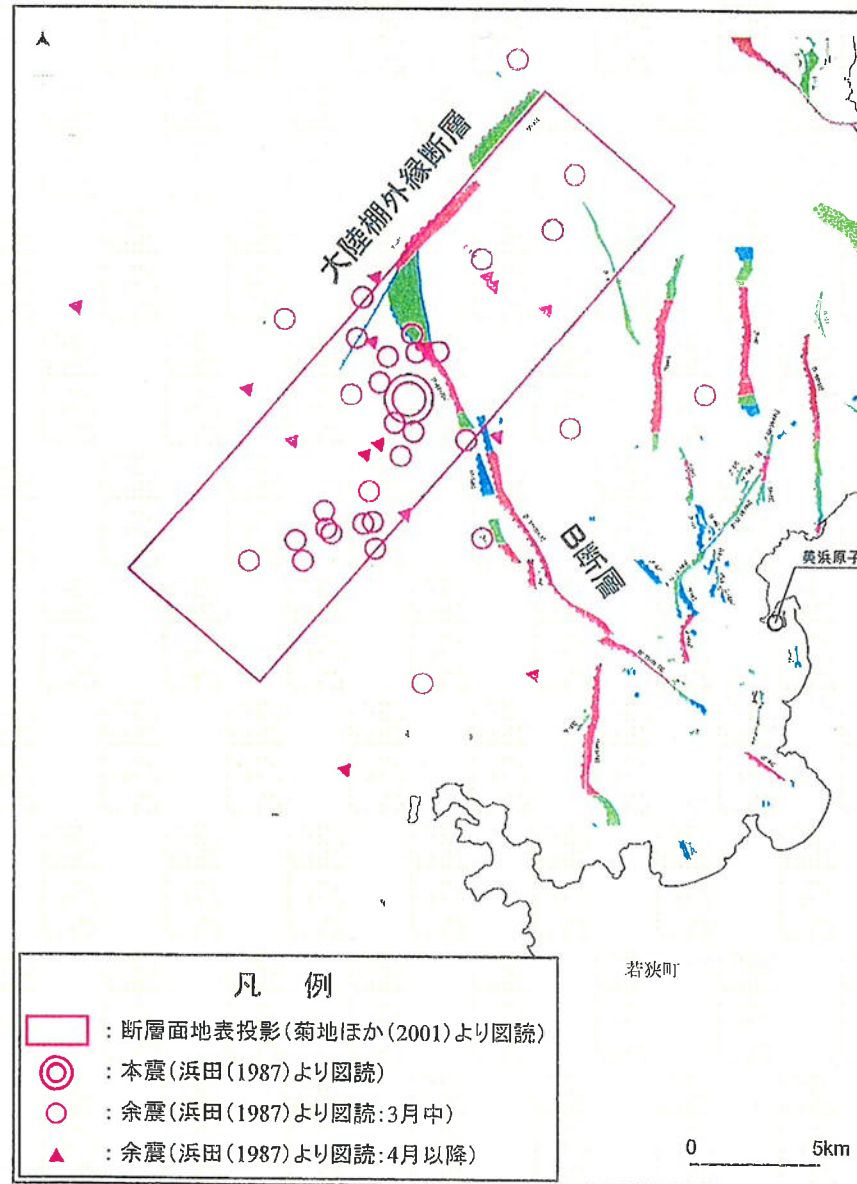


## B断層(北部)の傾斜角





# 大陸棚外縁断層の傾斜角



- 1963年3月27日に発生した越前岬沖地震について、余震分布の検討<sup>(1)</sup>や波形インバージョンによる検討<sup>(2)</sup>が実施されている。
- 余震分布や波形インバージョンにより求められた断層面は、大陸棚外縁断層と調和的である。
- 以上のことから、越前岬沖地震と大陸棚外縁断層とは関連があるものと判断する。

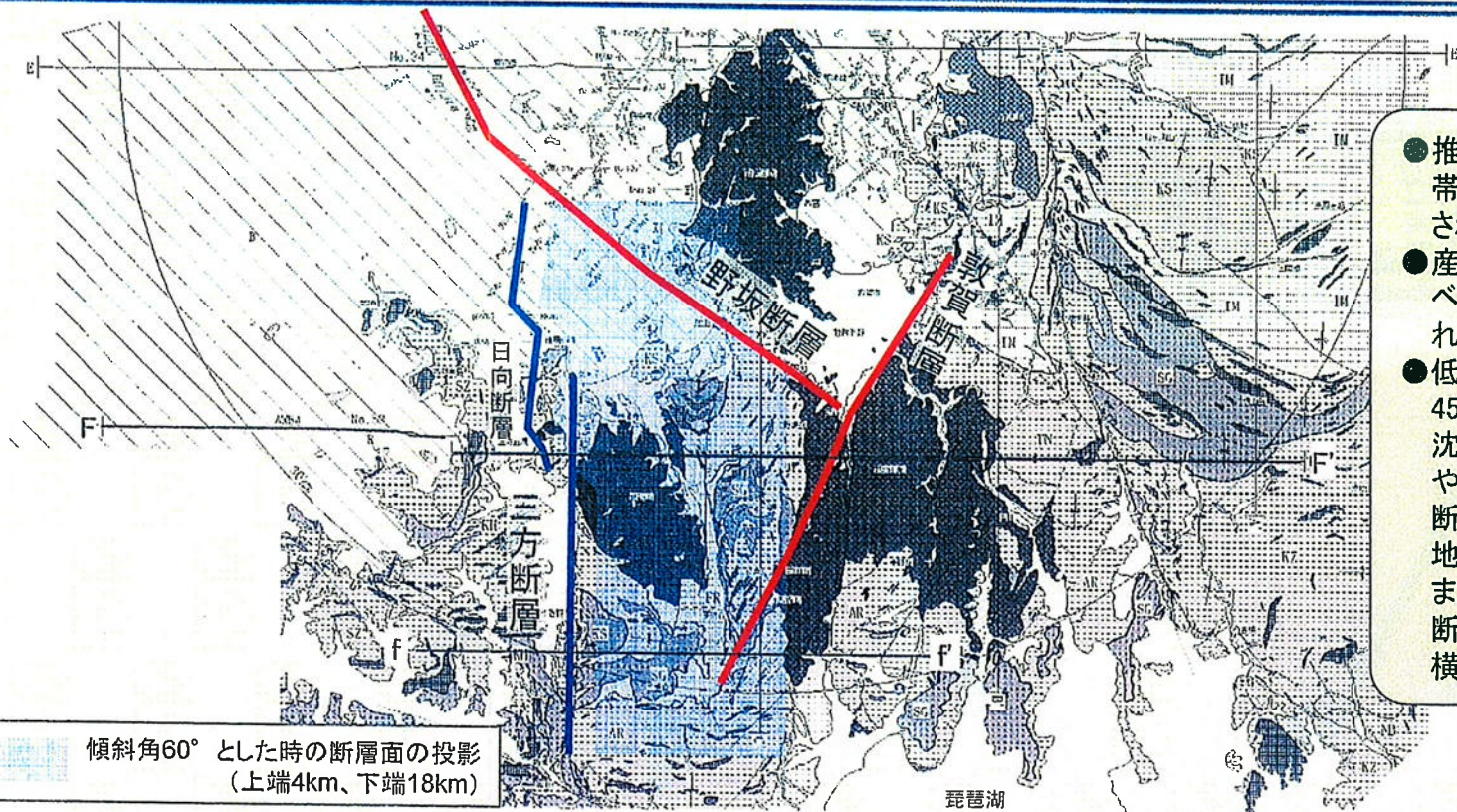
走向と広域応力場との関係から右横ずれが卓越する断層と考えられ、波形インバージョン等の結果からも右横ずれであることが確認される。波形インバージョンの結果では、63° 南東傾斜である。

地震動評価においては、傾斜60° の横ずれ断層として設定

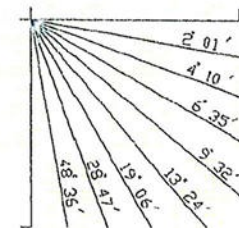
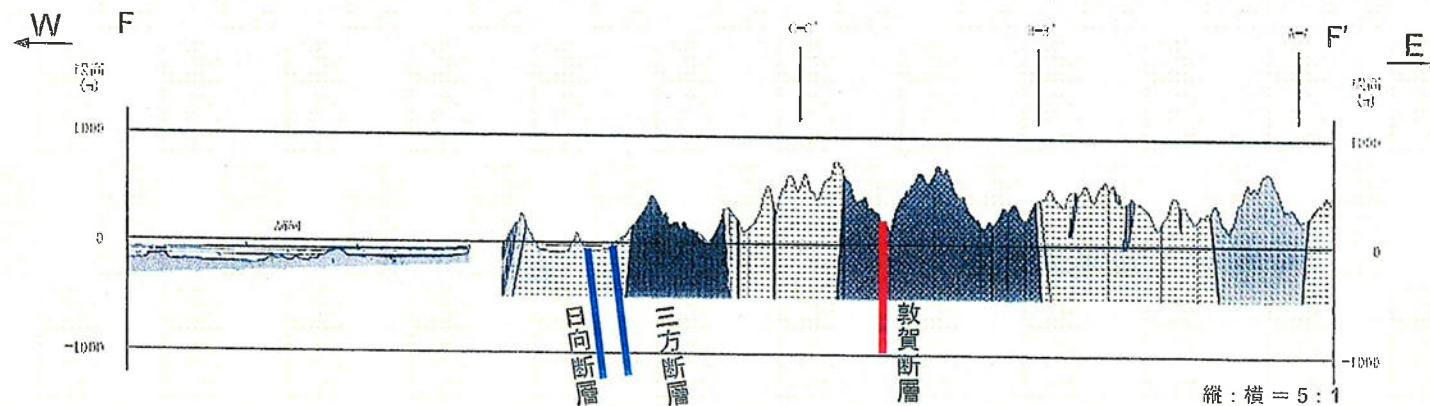
- (1) 浜田信生(1987): 日本列島の内陸部に発生した被害地震に伴う地震活動の再調査とその地震学的意義, 気象研究所研究報告, 38, 77-156
- (2) 菊地正幸・中村操・山田真・吉川一光(2001): 気象庁強震記録による1963年3月27日越前岬沖地震の震源過程



## 三方断層の傾斜角(1/2)



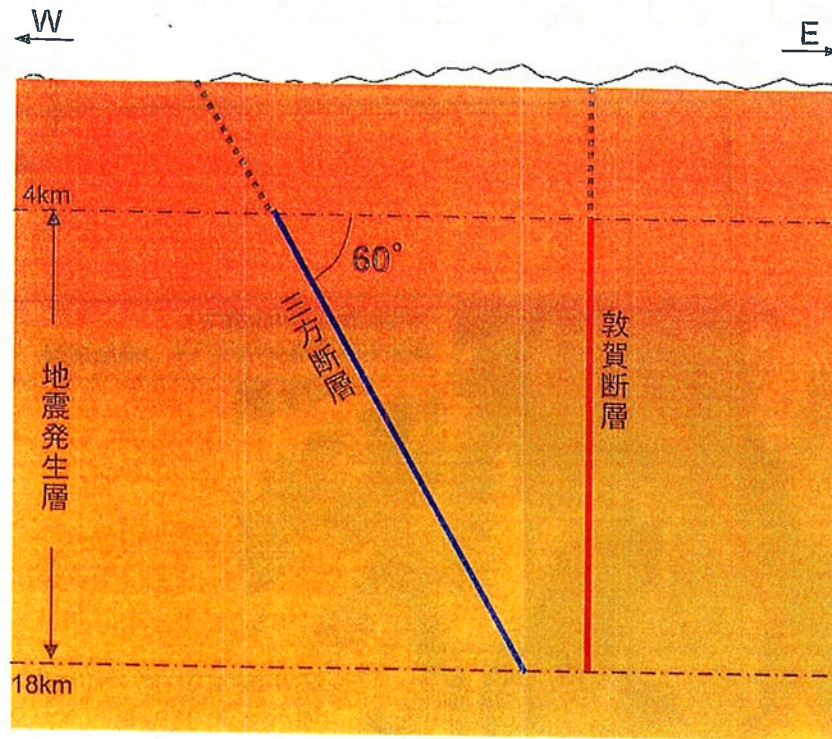
- 推本における三方断層帯の傾斜角は「高角」とされている。
- 産総研の活断層データベースでは、60° Eとされている。
- 低角の東傾斜(例えば45°など)を考慮すると、沈降場である敦賀平野や琵琶湖北西部の下に断層面があることになり、地形の状況と合わない。また、野坂断層や敦賀断層等の多くの断層を横切ることとなる。



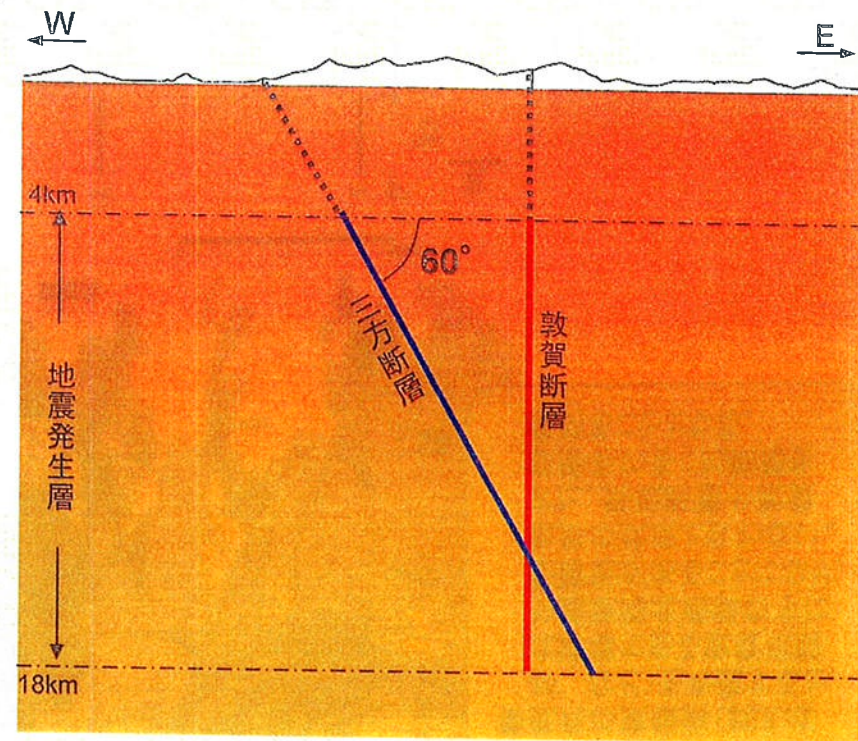


## 三方断層の傾斜角(2/2)

模式断面図[F-F' 断面の一部]



模式断面図[f-f' 断面]



- 推本における三方断層帯の傾斜角は「高角」とされている。
- 産総研の活断層データベースでは、 $60^{\circ}$  Eとされている。
- 低角の東傾斜(例えば $45^{\circ}$  など)を考慮すると、沈降場である敦賀平野や琵琶湖北西部の下に断層面があることになり、地形の状況と合わない。また、野坂断層や敦賀断層等の多くの断層を横切ることとなる。

走行と広域応力場の関係や周辺の地形、断層の分布状況から、三方断層は高角の東側傾斜( $60^{\circ}$  以上)の逆断層と評価。

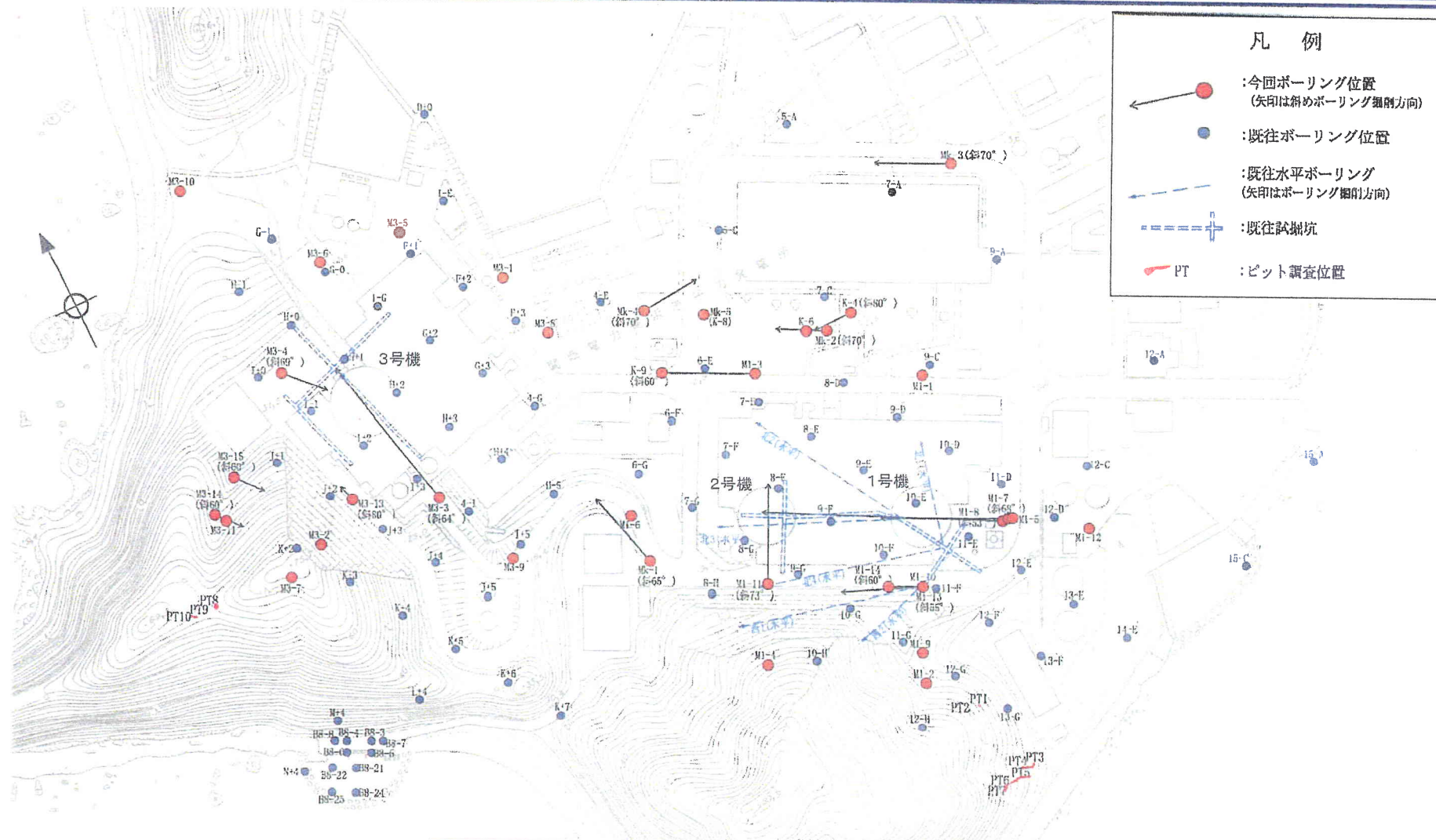
地震動評価においては、傾斜 $60^{\circ}$  の逆断層として設定



### 3. 敷地の地形、地質・地質構造



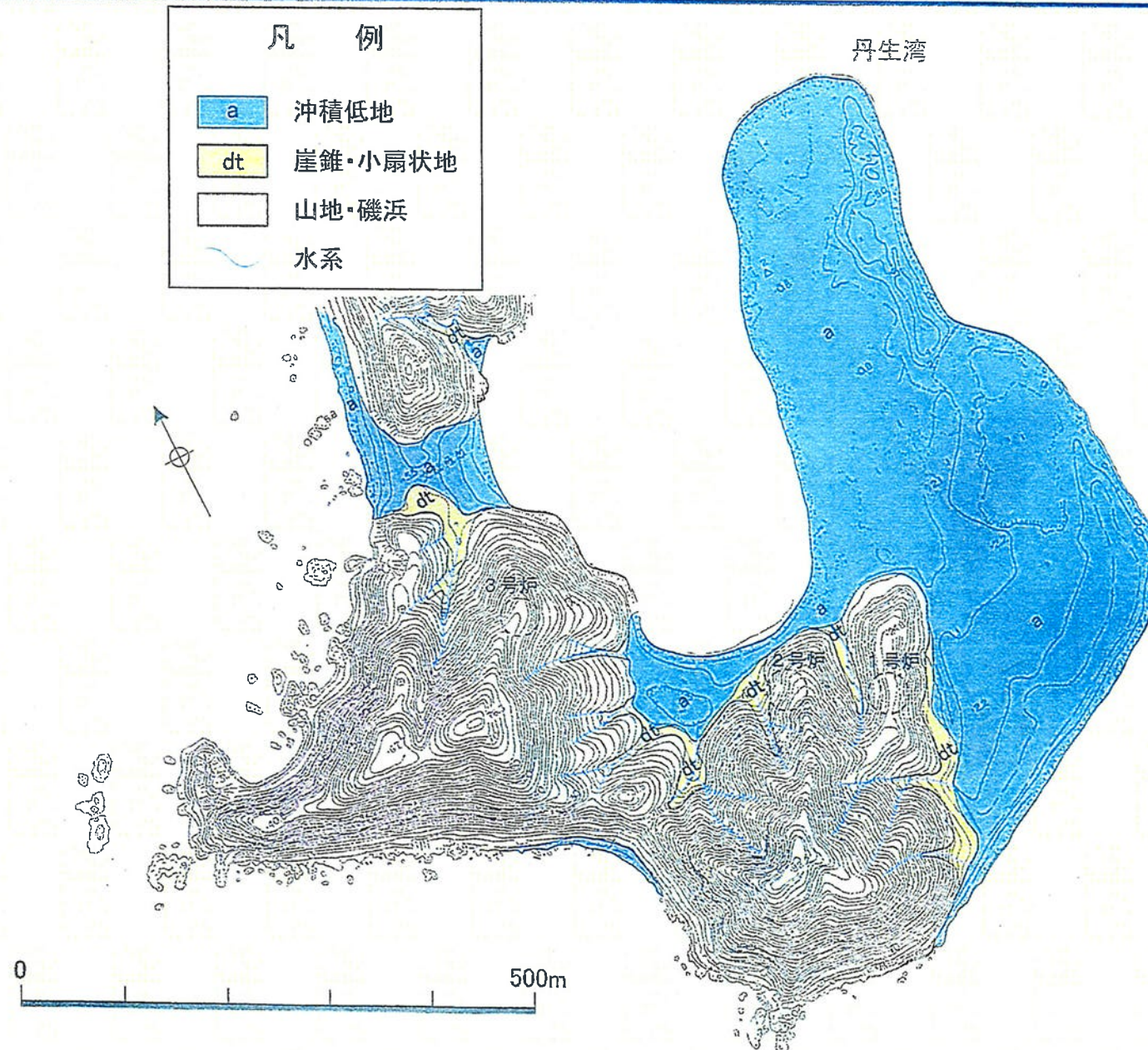
# 美浜発電所 敷地内地質調査位置図



美浜発電所敷地の地質・地質構造については、既往調査の結果に加えて、新耐震指針に照らした耐震安全性評価のため実施したボーリング調査(今回ボーリング)や海上音波探査等の結果と合わせて検討を行った。  
 なお、破碎帯については、設置許可申請書に記載されたものを対象とした。



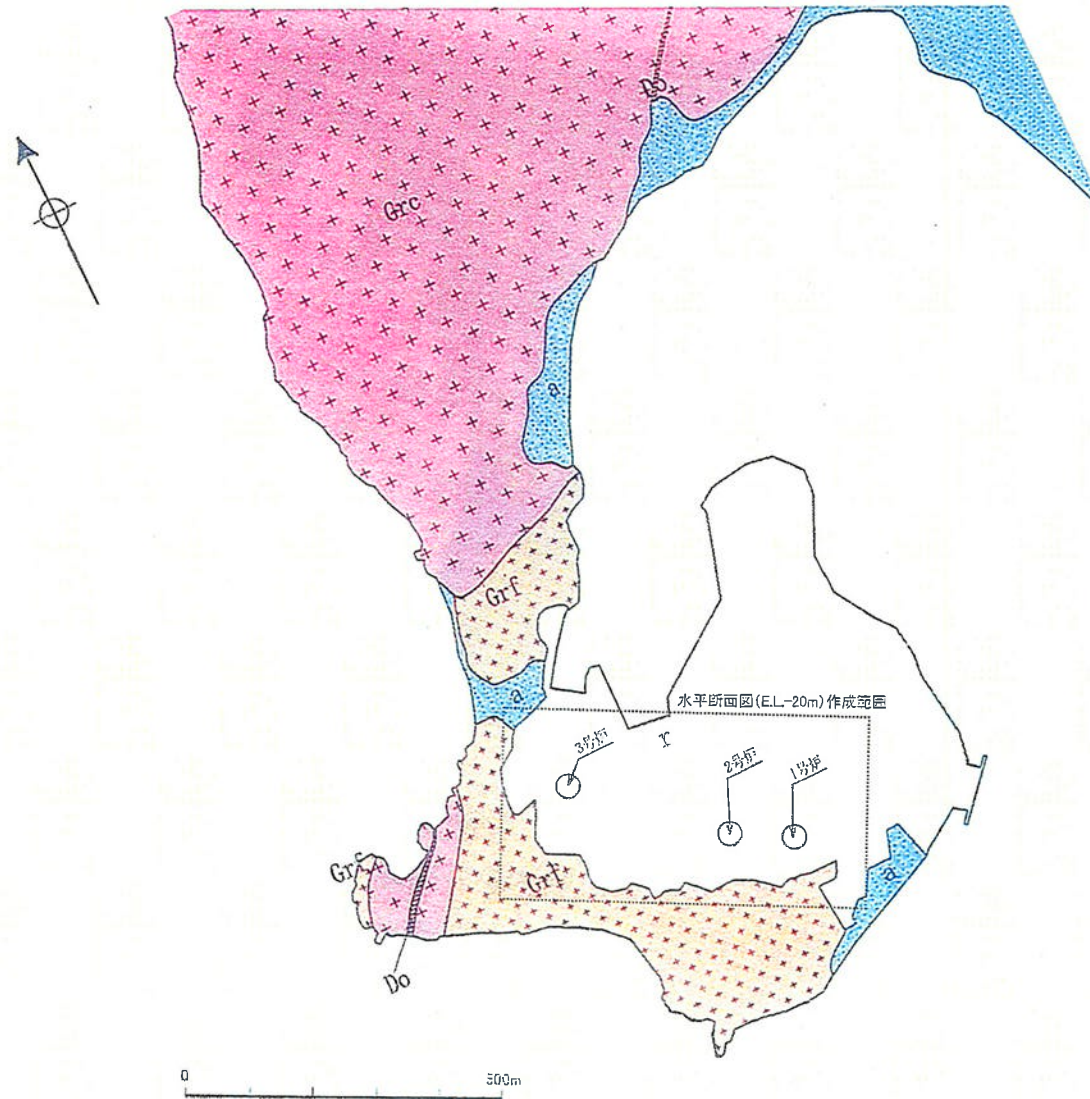
## 美浜発電所 敷地の地形



- ・敷地は、敦賀半島西側で、丹生湾を形成する釣針型の岬部に位置する。
- ・西側は、山地がほぼ南北に連なっている。
- ・東側は、南から北に丹生湾内に突出する砂嘴様沖積低地となっている。
- ・地形調査では、空中写真判読の結果、変動地形・リニアメントは判読されない。また、リニアメント等を示す文献もない。



# 美浜発電所 敷地の地質



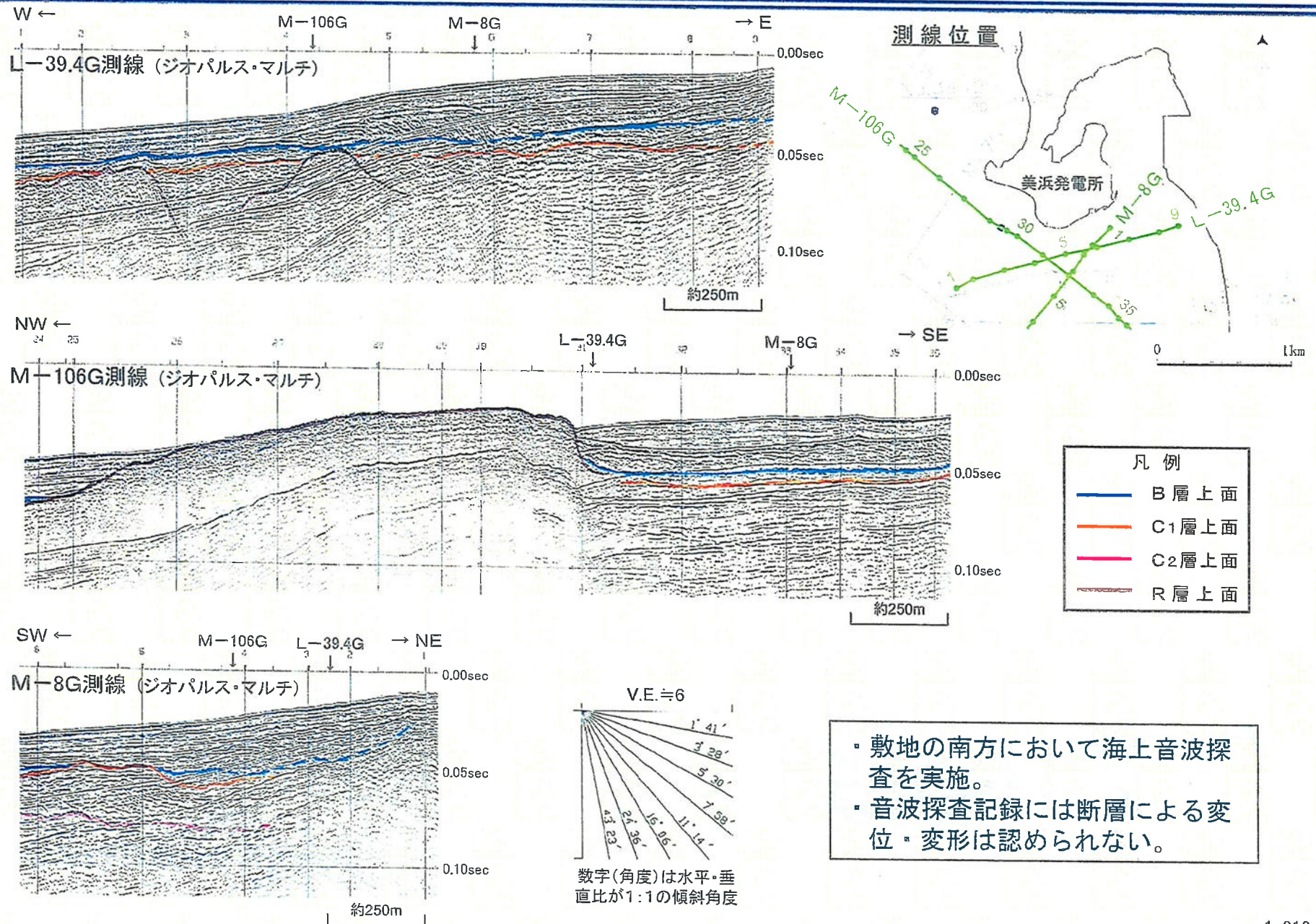
| 地質年代        |     |          | 地層名   | 記号                       | 主な岩相・層相 |          |
|-------------|-----|----------|-------|--------------------------|---------|----------|
| 新<br>生<br>代 | 第四紀 | 完新世      | 人工改変地 | R                        |         |          |
|             |     |          | 沖積層   | a                        | 礫・砂・シルト |          |
|             |     |          | 砂丘堆積物 | Sd                       | 砂       |          |
|             | 第三紀 | 新第三紀     | 中新世   | 岩 脈                      | Do      | ドレライト    |
|             |     | 古第三紀     |       |                          |         |          |
|             | 中生代 | 白亜紀後期    |       | 江若花崗岩                    | Grf     | 細粒黒雲母花崗岩 |
|             |     | 粗粒黒雲母花崗岩 | Grc   | 粗粒黒雲母花崗岩<br>(一部中粒黒雲母花崗岩) |         |          |



- 敷地の地質は、江若花崗岩とこれに貫入するドレライト及びこれらを覆って分布する第四系より構成される。
- 江若花崗岩中には、節理、破碎帯が分布する。
- ドレライトの貫入時期は、K-Ar法測定年代値が約14.0Maであることから、新第三紀中新世と判断される。



## 敷地南方における海上音波探査結果





# 地質水平断面図 (E.L.-20m)

## 凡 例



第四系



ドレライト



細粒黒雲母花崗岩



破砕帯



申請書に示された破砕帯



今回のボーリング位置  
(矢印は斜めボーリングの掘削方向)



既往ボーリング位置

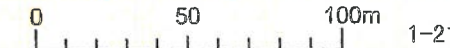
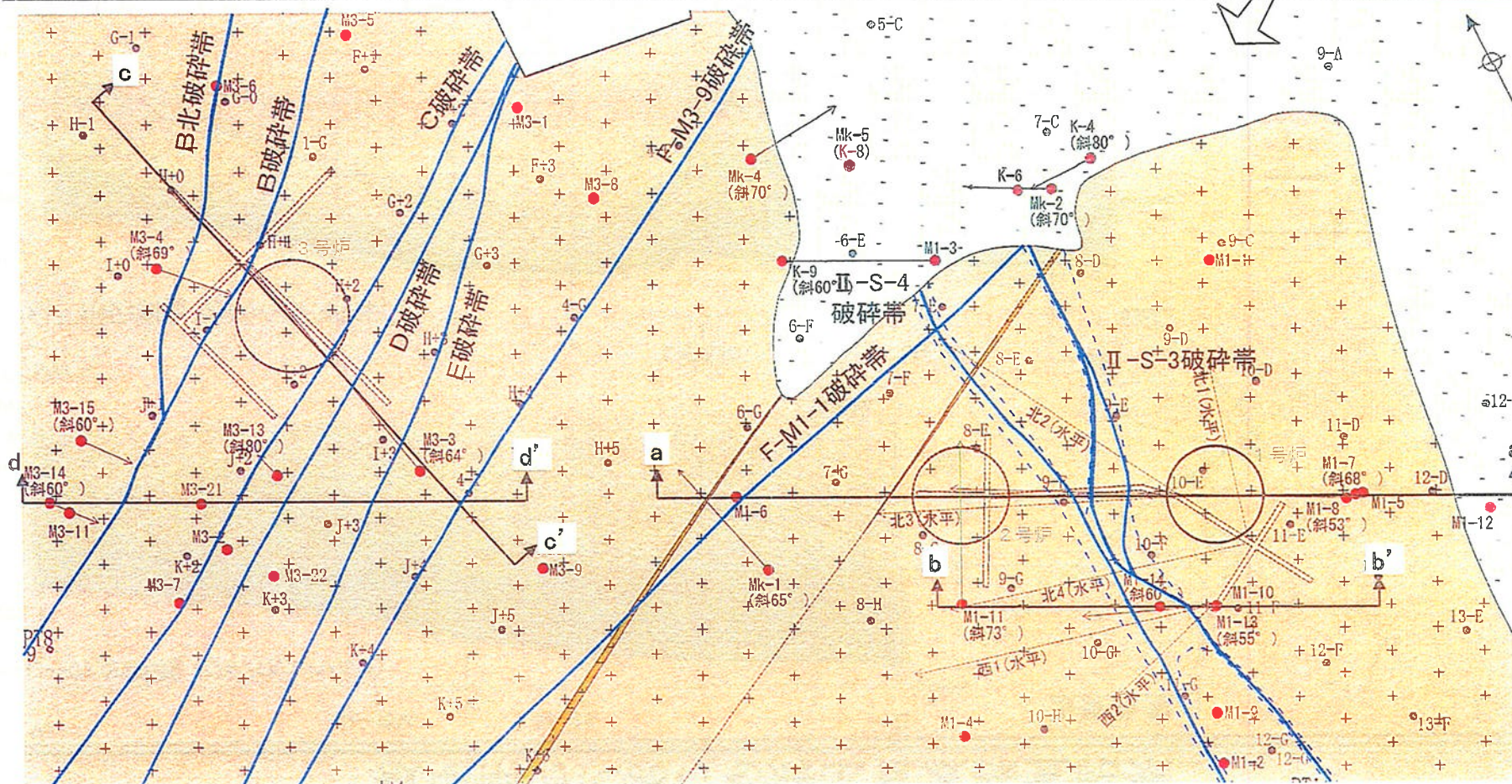
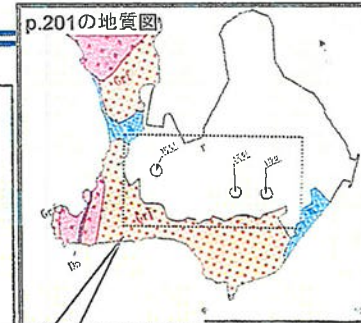


既往水平ボーリング



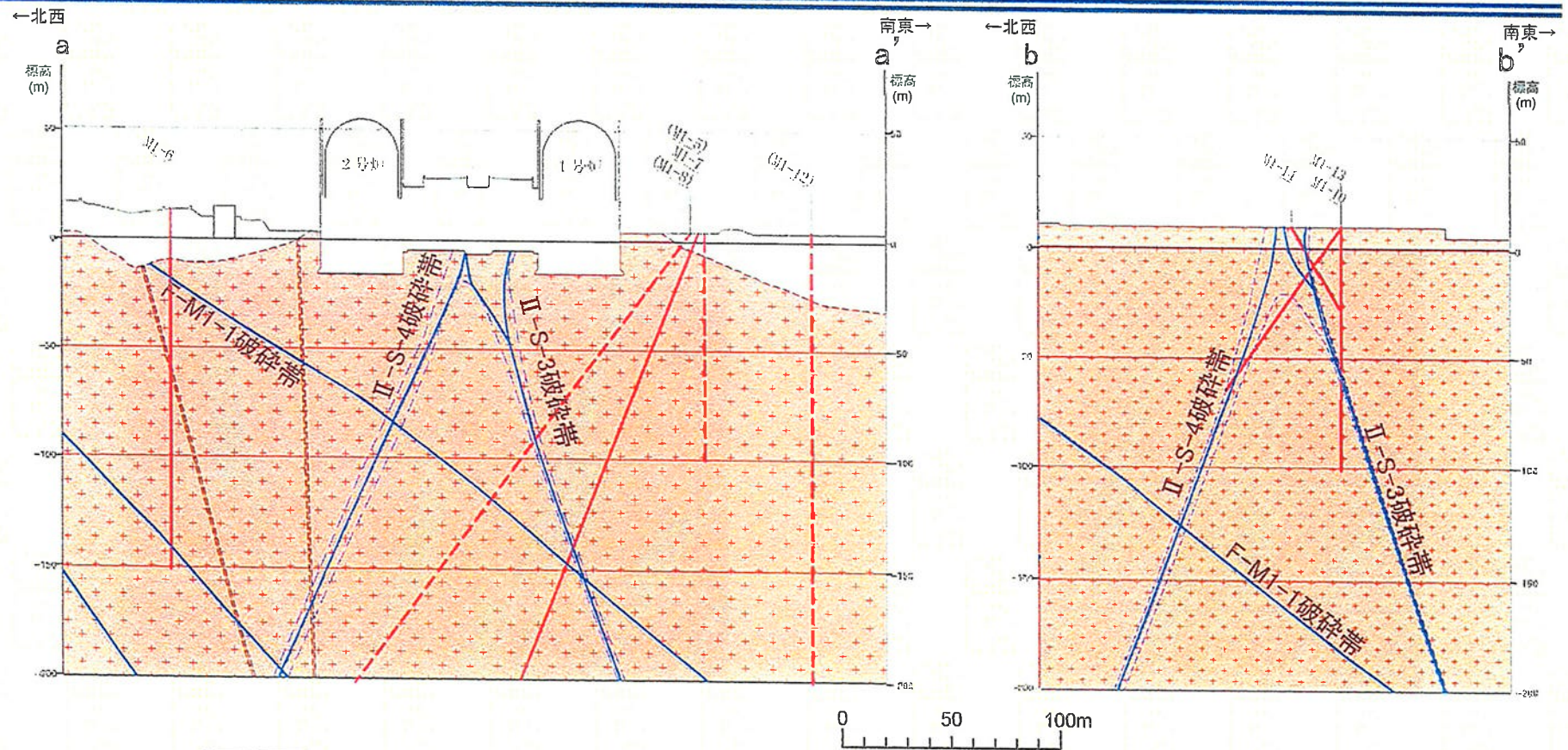
既往試験坑

- ・破砕帯はNE-SW走向のものが卓越している。一部、N-S走向のものが分布する。
- ・1, 2号炉付近にⅡ-S-3、Ⅱ-S-4、F-M1-1破砕帯が分布する。
- ・3号炉付近にB北、B、C、D、E、F-M3-9破砕帯が分布する。





# 1, 2号炉側 地質鉛直断面図



## 凡例

- 堆積物・埋戻土等
- ドレライト
- 細粒黒雲母花崗岩

- 破碎帯
- 申請書に示された破碎帯

孔名

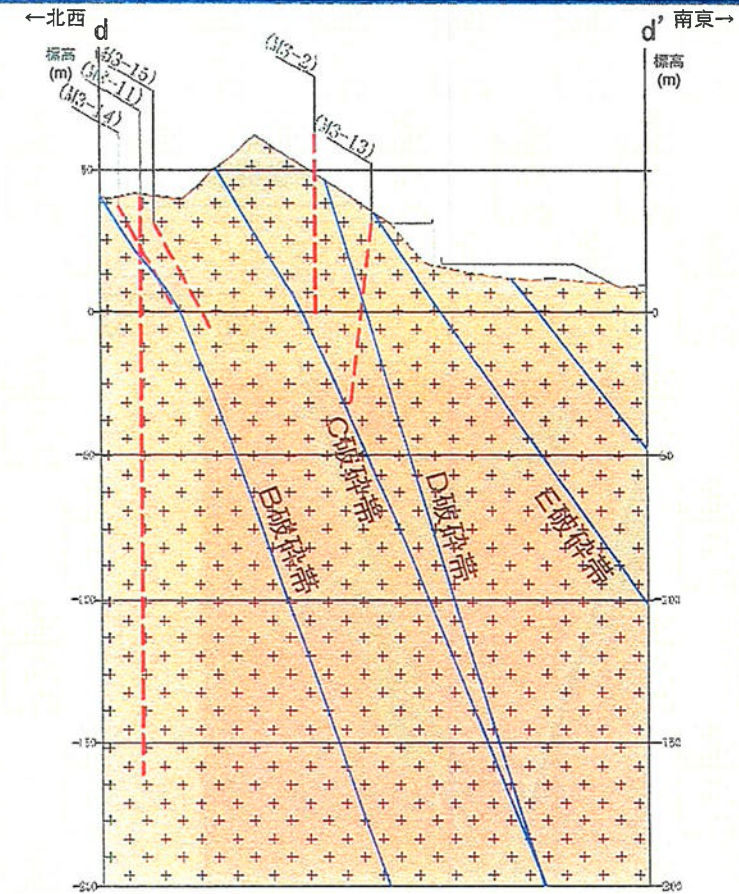
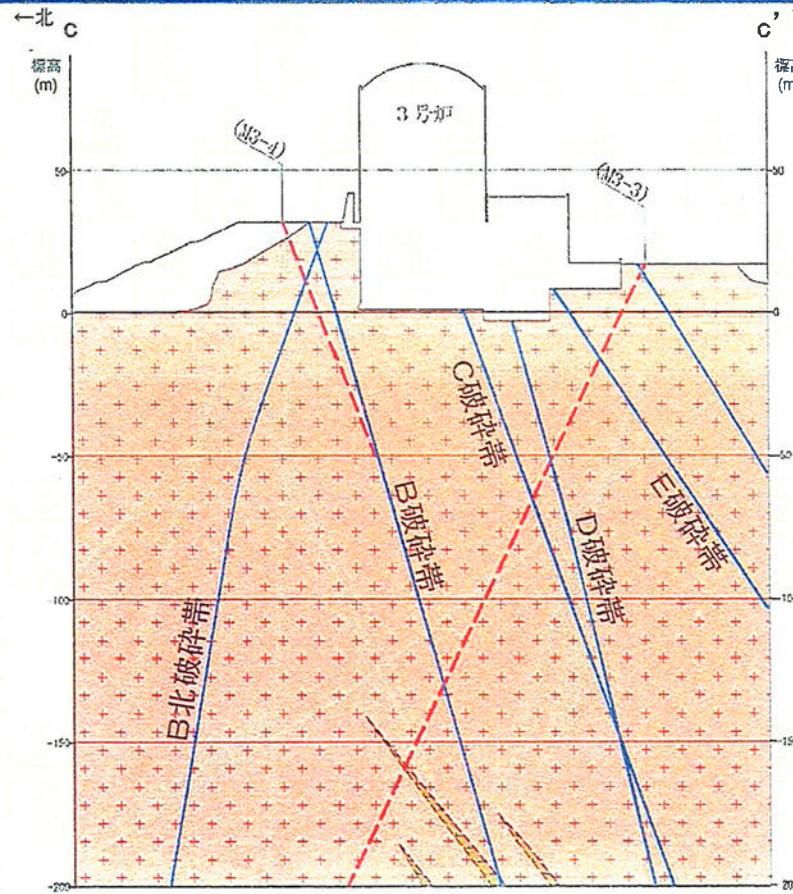
ボーリング位置

※投影表示しているボーリングは、ボーリング位置を破線で表示し、孔名に( )を付す。

他の破碎帯と比べて規模が大きく、他の破碎帯を切っていると評価されていたII-S-4破碎帯を代表として活動性について検討。  
また、今回の調査で連続性が確認されたF-M1-1破碎帯についても活動性を検討。



# 3号炉側 地質鉛直断面図



## 凡例

- 堆積物・埋戻土等
- ドレライト
- 細粒黒雲母花崗岩
- 破碎帯

孔名

ボーリング位置

※投影表示しているボーリングは、  
ボーリング位置を破線で表示し、孔  
名に( )を付す。

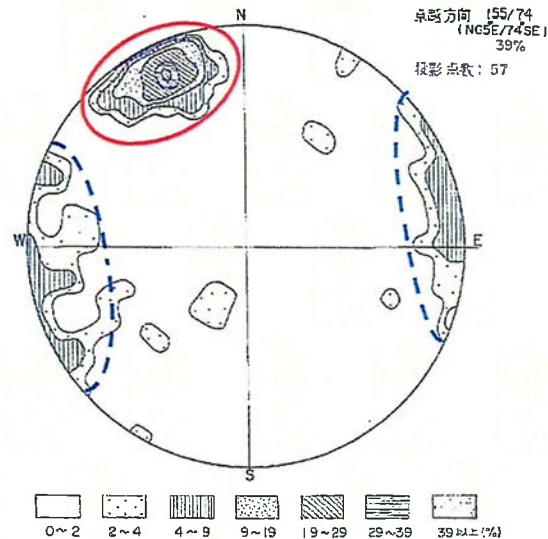
他の破碎帯と比べて規模が大きいと  
評価されていたB破碎帯を代表として  
活動性について検討



# 節理及び破碎帯の走向・傾斜

## 【既往データ】

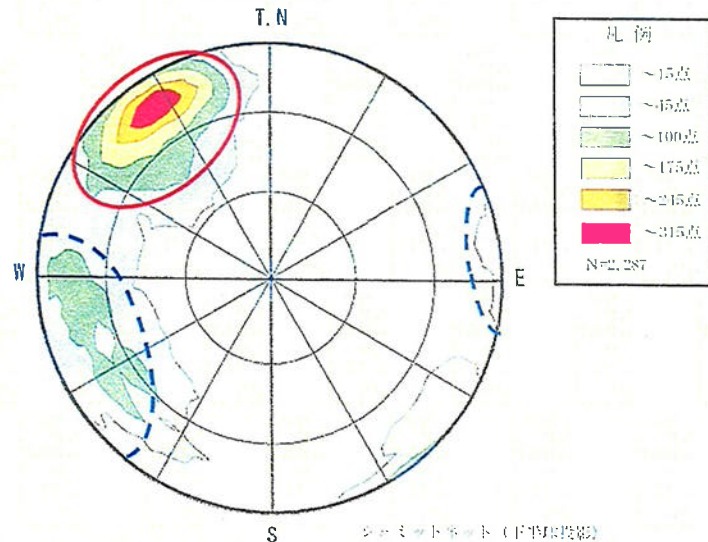
1, 2号機建設時の節理(試掘坑調査のデータで整理)



## 【今回のデータ】

今回の調査による不連続面(ボアホール調査のデータで整理)

(不連続面)



## 【既往データ】

・1, 2号機の試掘坑調査では、N65° E/74° SE\*の節理が卓越。(左図)

[但し、節理の抽出範囲等は不明]

・3号機の試掘坑調査では、N40° E/70° SE\*の節理が卓越。

※ 節理の卓越方向は、それぞれ設置許可申請書に記載されているもの

## 【今回のデータ】

・ボアホール調査により、不連続面(その多くは節理)を、敷地の広い範囲で確認。

[ボアホール調査の画像で確認できる全ての不連続面を抽出]

・ボアホール調査による不連続面の走向・傾斜は、NE-SW及びN-S走向で、高角度傾斜のものが卓越。

・破碎帯については、NE-SW~N-S走向で、南東ないし西に高角度で傾斜。

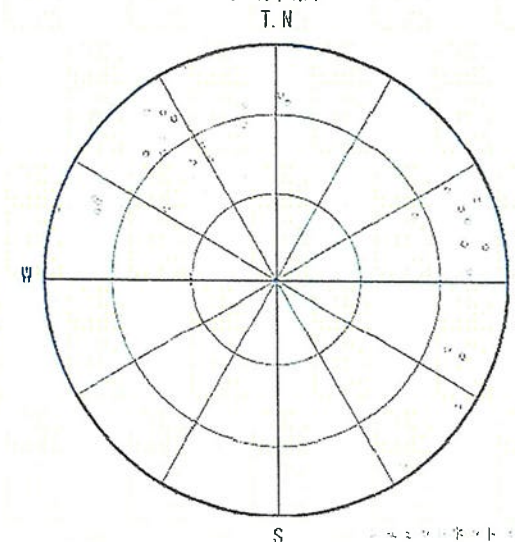
※ 破碎帯の走向・傾斜は、ボーリングコア観察で確認した破碎部位置のボアホール調査結果で整理



・節理については、NE-SW走向で高角南東傾斜のものが最も卓越し、次にN-S走向で高角傾斜の節理が卓越している。

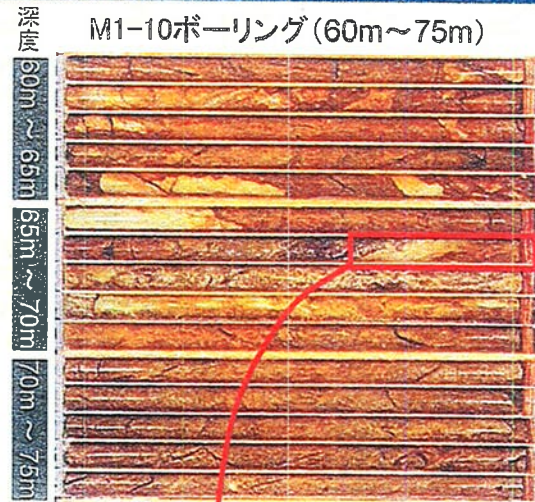
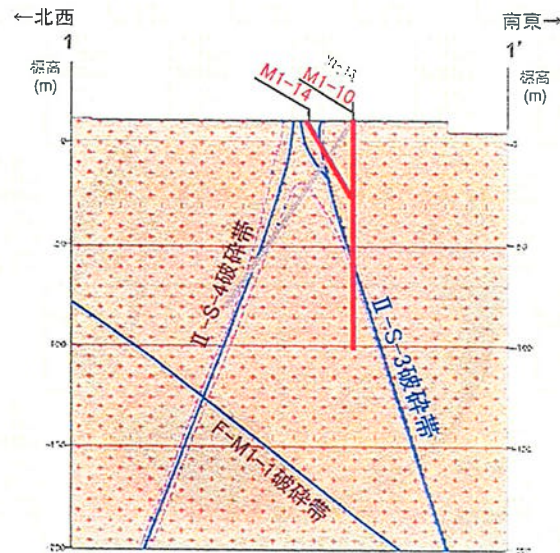
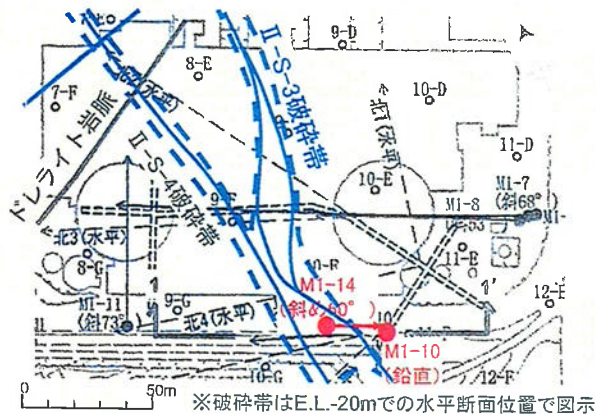
・破碎帯の走向・傾斜は、節理の卓越方向の走向・傾斜と概ね調和的であると考えられる。

(破碎帯)





# 1, 2号炉側の破砕帯(Ⅱ-S-3破砕帯)



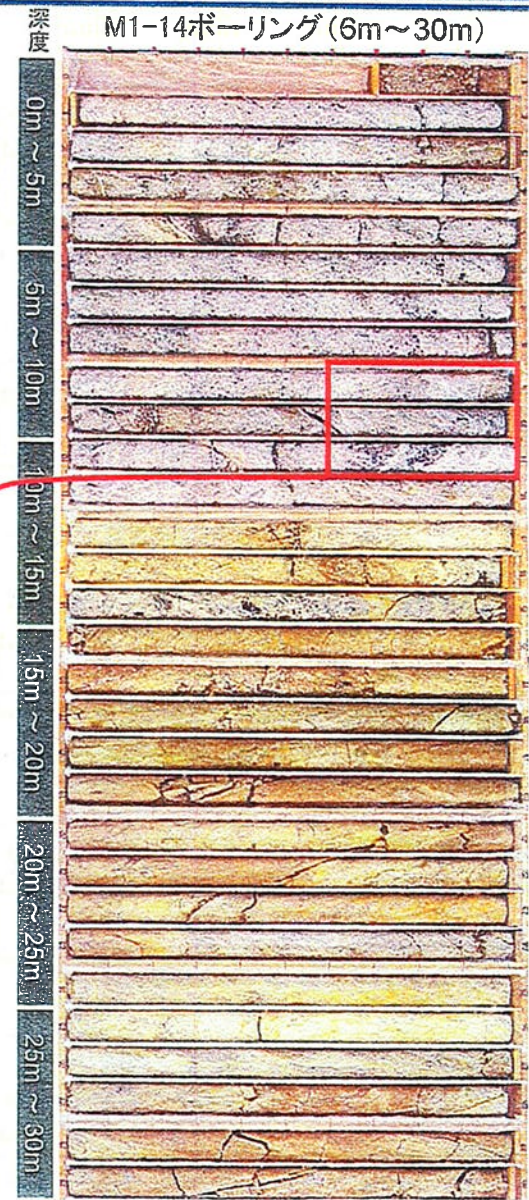
拡大

※破砕部は66.8m付近  
(N24° E/73° E)



※破砕部は11m付近

破砕部周辺は原岩組織を残しており、やや変質しているもののせん断変形はないと考えられる。

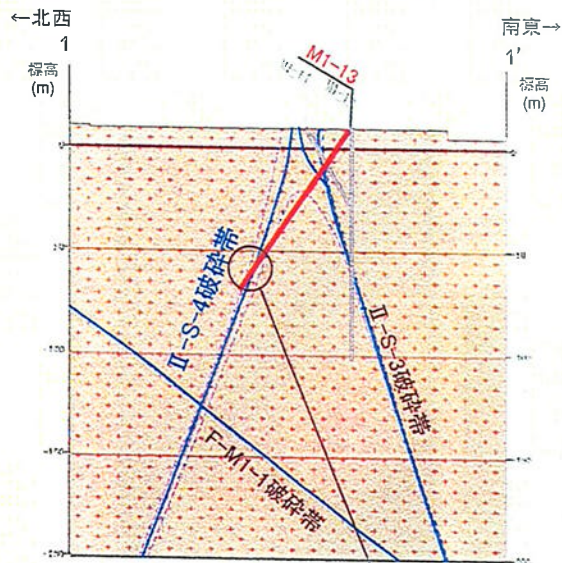
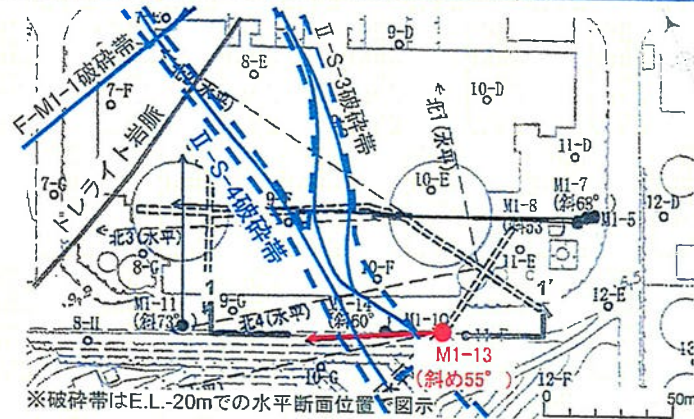


拡大

設置許可申請書では、破砕部周辺の変質した部分も含めた範囲を破砕帯として表現していたと考えられる。



## 活動性の調査 (1, 2号炉側の破砕帯: II-S-4破砕帯)



ボアホールテレビにより、 $N22^{\circ} E / 68^{\circ} W$ の破砕部(深度77.1m付近)を確認  
 走向・傾斜、出現深度からII-S-4破砕帯に相当するものと判断

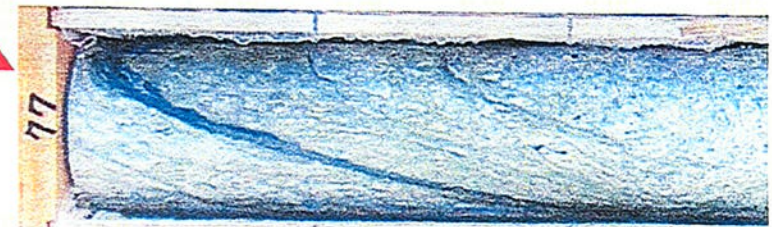


M1-13ボーリング(60m~90m)



※破砕部周辺の深度73.4m~84.7mがやや変質

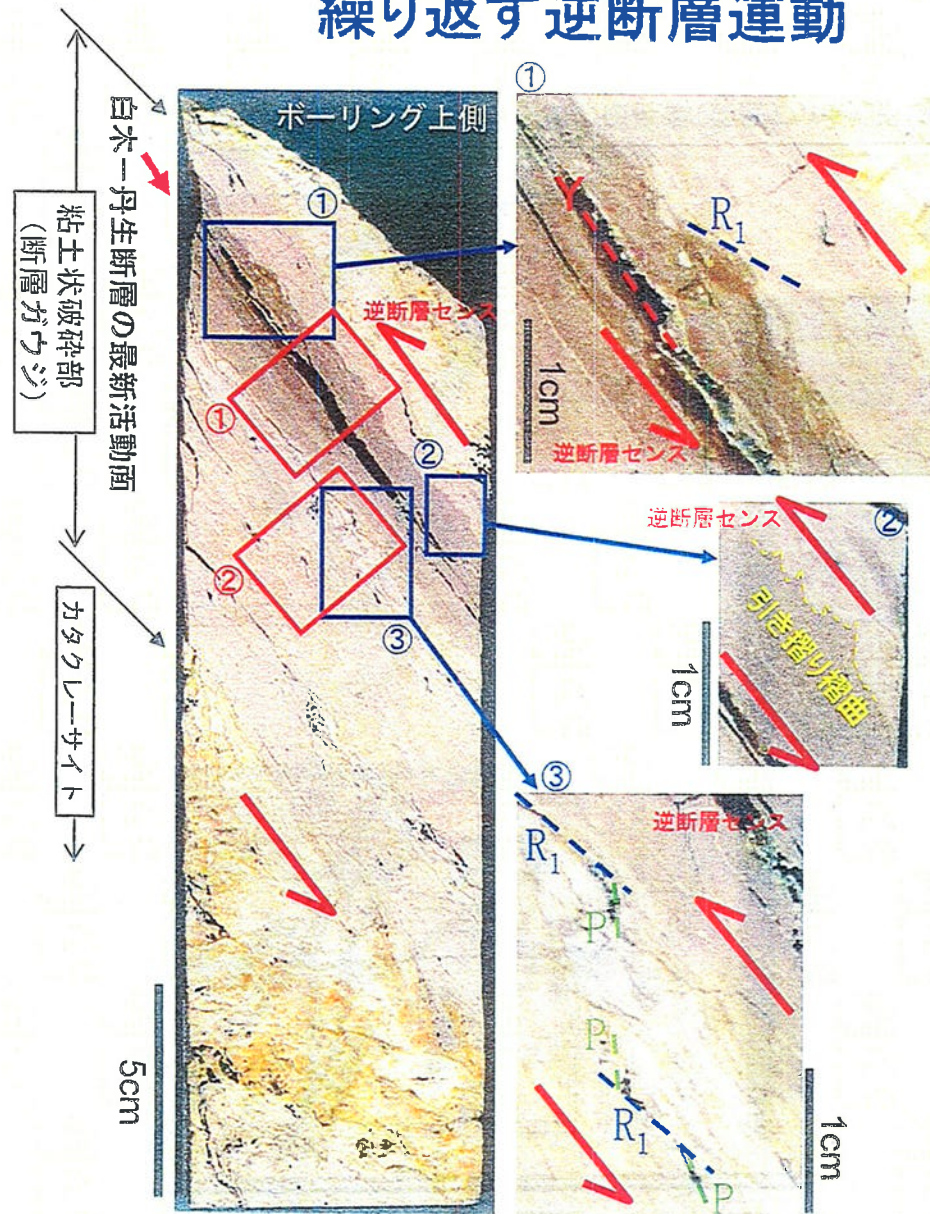
拡大



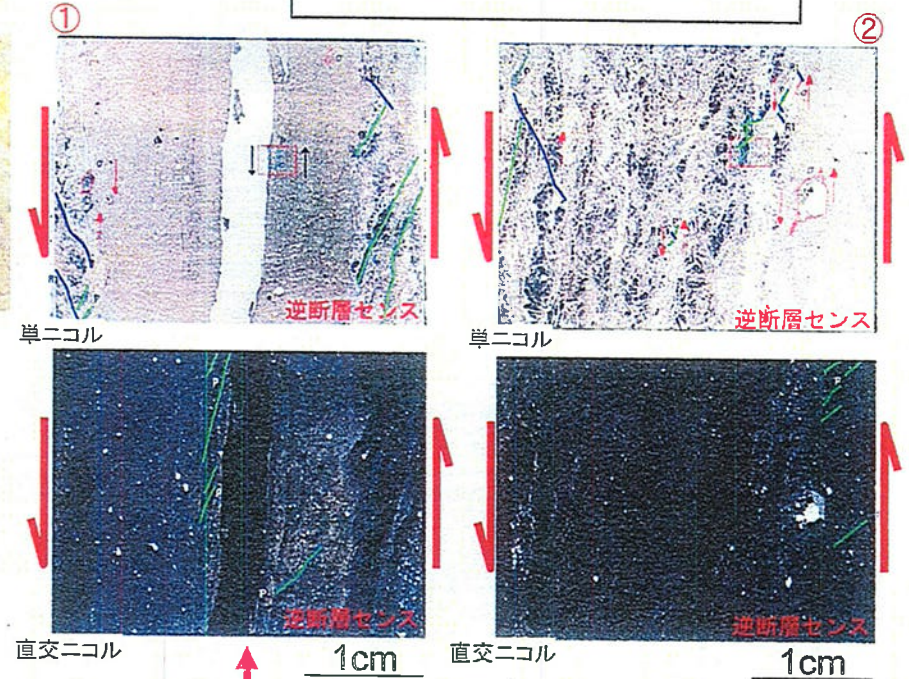
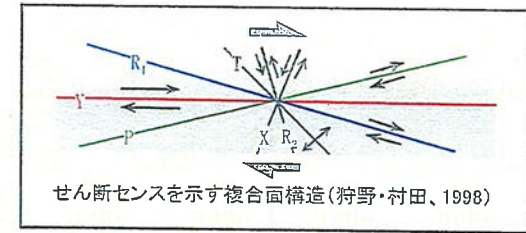
粘土状破砕部の性状を詳細に観察するため、研磨片及び薄片を作成



# 白木一丹生断層の粘土状破砕部における 繰り返す逆断層運動



Loc. 2-4 28.43~28.70m



白木一丹生断層の最新活動面

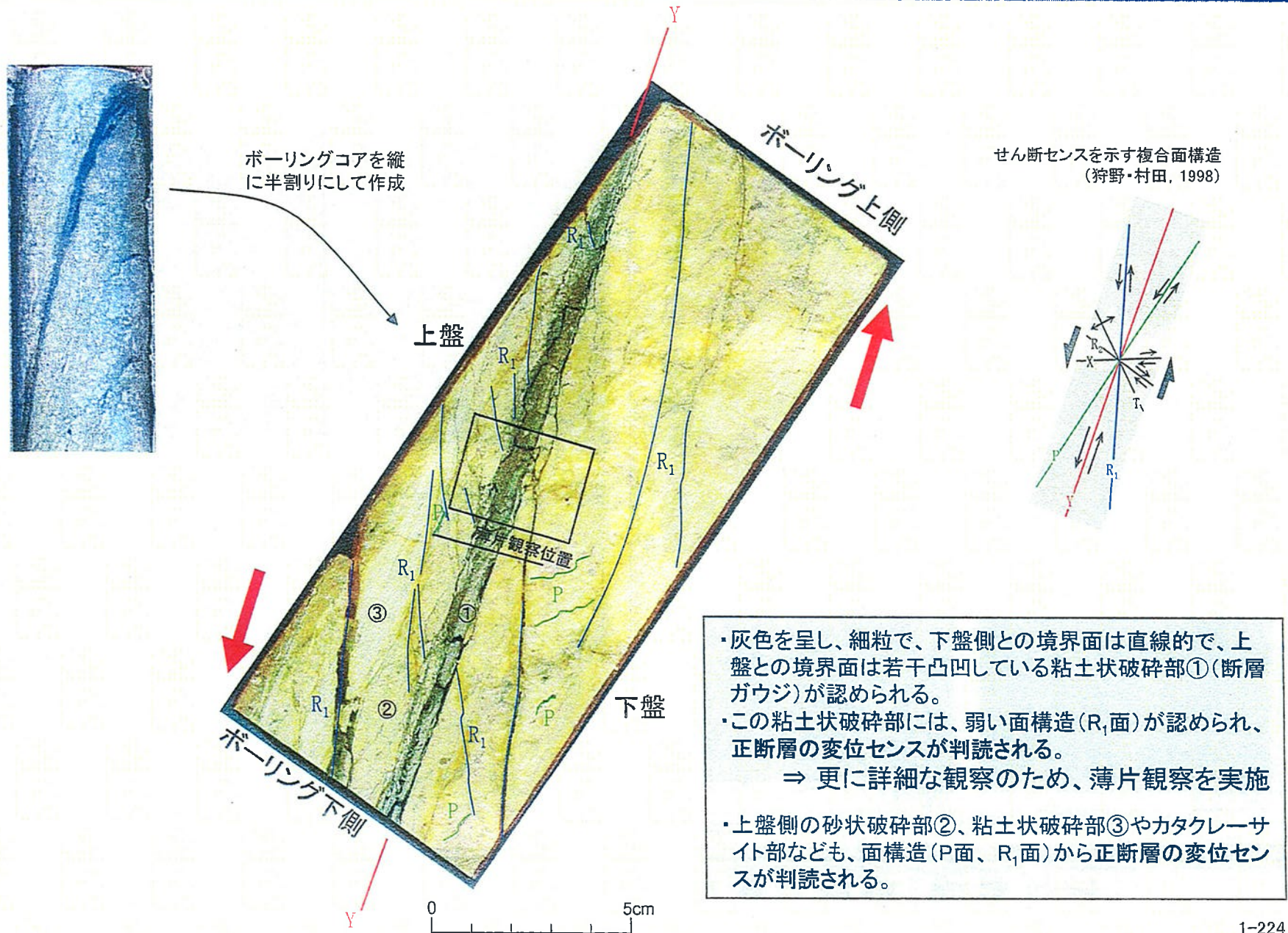
- ・最新活動面で、逆断層の変位センスが判読される。  
(①, ②, ①)
- ・最新活動面周辺の断層ガウジ部においても、逆断層の変位センスが判読される。  
(③, ②)



断層ガウジに現在の広域応力場と調和した  
繰り返しの逆断層運動が認められる。

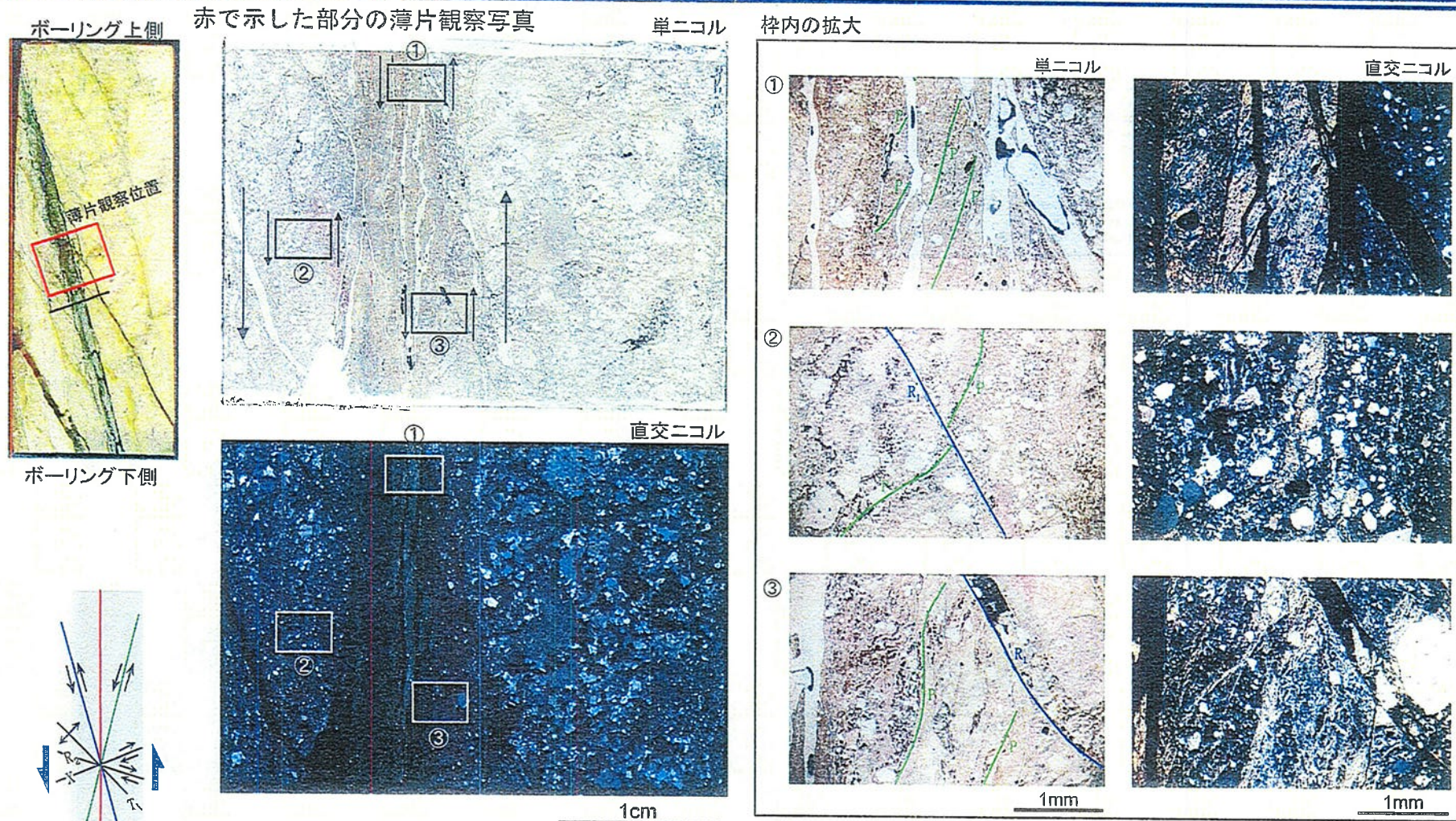


## 活動性の調査（Ⅱ-S-4破碎帯の研磨片観察）





# 活動性の調査（Ⅱ-S-4破砕帯の薄片観察[鉛直方向]）



①断層ガウジ(最新活動面)  
粘土鉱物の配列からなるP面が認められ、正断層センスが判読される。

②上盤側カタクレーサイト  
P面及びR1面が認められ、正断層センスが判読される。

③下盤側カタクレーサイト  
P面及びR1面が認められ、正断層センスが判読される。

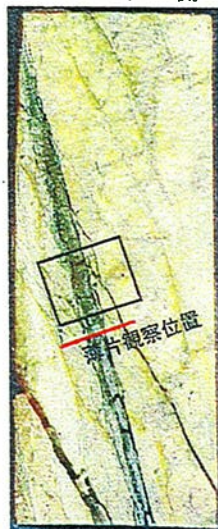
せん断センスを示す複合面構造  
(狩野・村田, 1998)



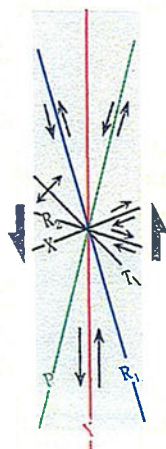
## 活動性の調査（Ⅱ-S-4破碎帯の薄片観察[水平方向]）

横ずれ成分の検討も重要とのコメントを受け、横ずれ方向を観察する薄片を作成して観察。

ボーリング上側 赤で示した部分の薄片観察写真

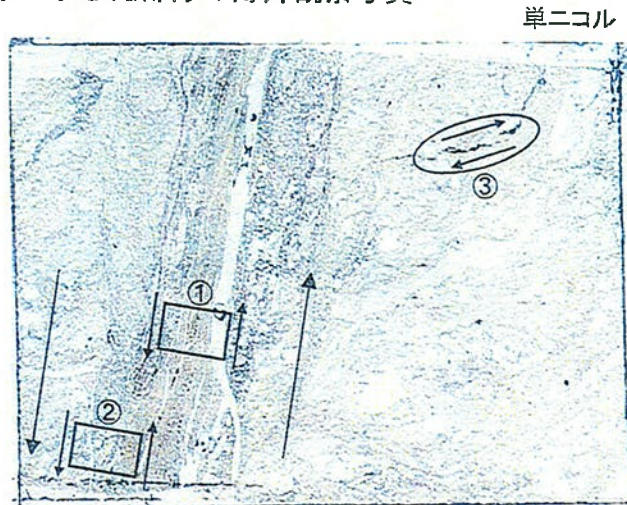


ボーリング下側



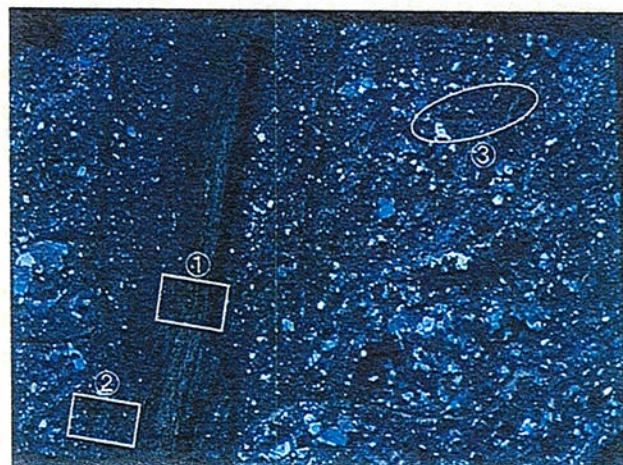
せん断センスを示す複合面構造  
(狩野・村田, 1998)

赤で示した部分の薄片観察写真



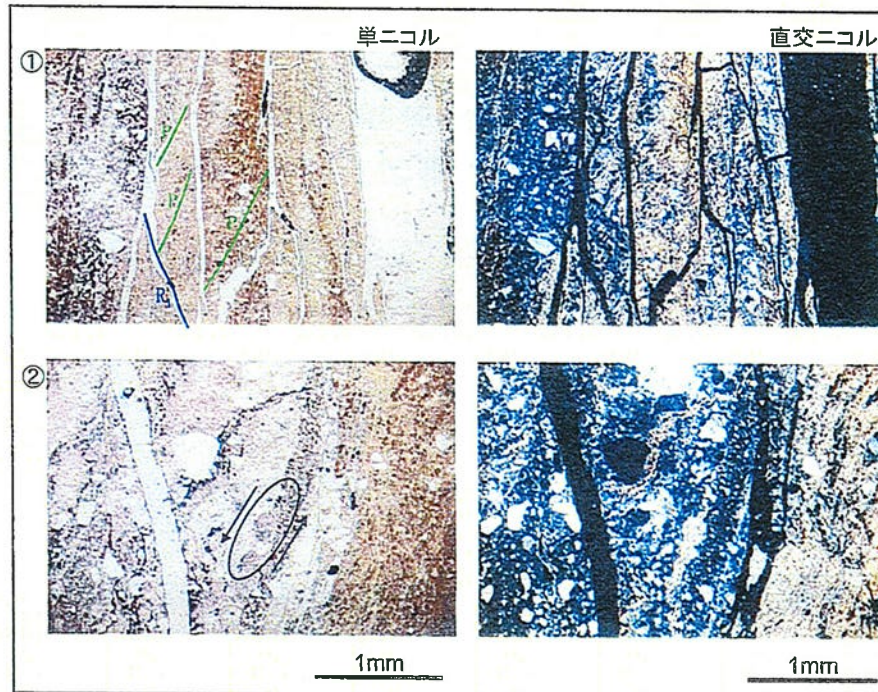
単ニコル

直交ニコル



1cm

四角枠内の拡大



### ①断層ガウジ(最新活動面)

直線的な形状を示し、他の構造を切っている。  
粘土鉱物の配列からなるP面とこれを切る $R_1$ 面から、左ずれセンスが判読される。

### ②上盤側カタクレーサイト

断層ガウジに近いカタクレーサイトでは $\delta$ オブジェクト状の構造がみられ、左ずれセンスが判読される。

### ③下盤側カタクレーサイト

黒雲母がマイカフィッシュ状の構造を示し、右ずれに近いセンスが判読される。



# 1, 2号炉側南方の調査結果(はぎとり調査)



PT5で確認された破碎部

## ①の破碎部

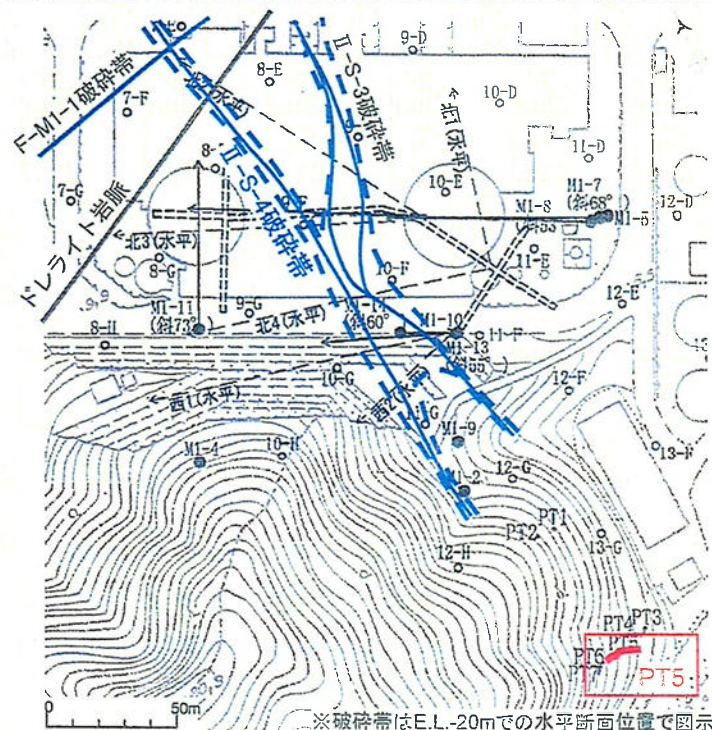
- ・幅約1mの固結した灰白色粘土混じりの角礫状破碎部
- ・N13° E / 62° W

## ②の破碎部

- ・幅約35cmの固結した角礫状の破碎部
- ・N28° W / 64° W



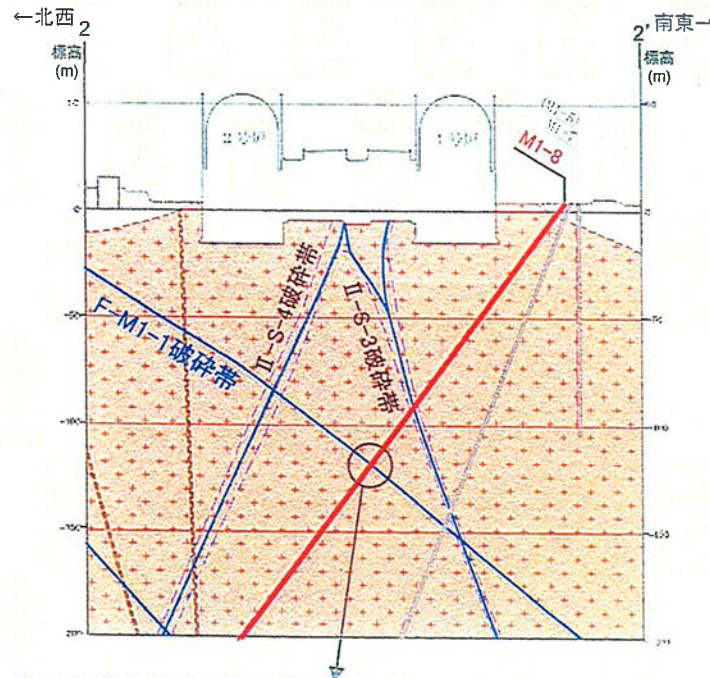
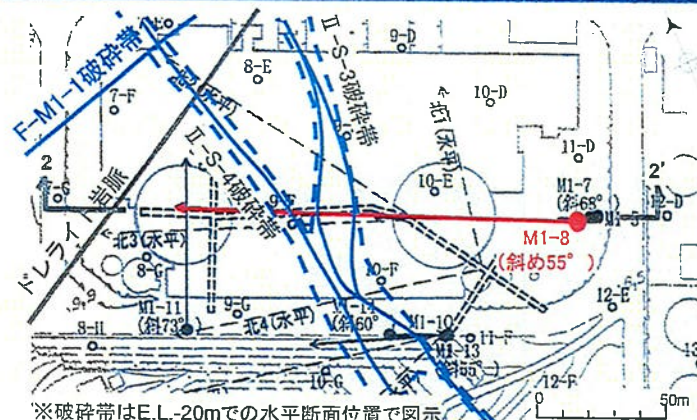
走向・傾斜は、  
Ⅱ-S-4破碎帯と調和的



- ・破碎帯の南方において、はぎとり調査を実施。
- ・はぎとりにより現れた岩盤は、全体的に強風化している。
- ・複数のはぎとり調査で、この他にも破碎部を確認したが、いずれの破碎部も固結ないしは半固結し、明瞭な粘土状破碎部を伴わない。



## 活動性の調査 (1, 2号炉側の破砕帯:F-M1-1破砕帯)



ボアホールテレビにより、 $N73^{\circ} E / 59^{\circ} S$ の破砕部(深度154.2m付近)を確認

粘土状破砕部の性状を詳細に観察するため、薄片を作成



M1-8ボーリング(135m~160m)

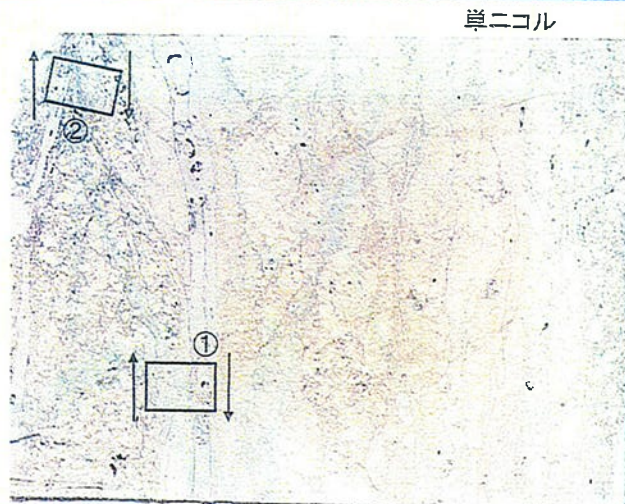


拡大

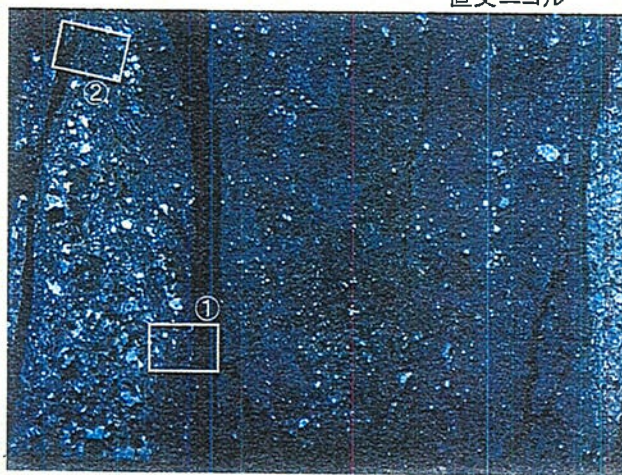




# 活動性の調査 (F-M1-1破砕帯の薄片観察[鉛直方向])



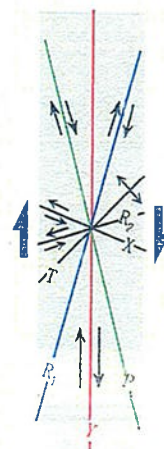
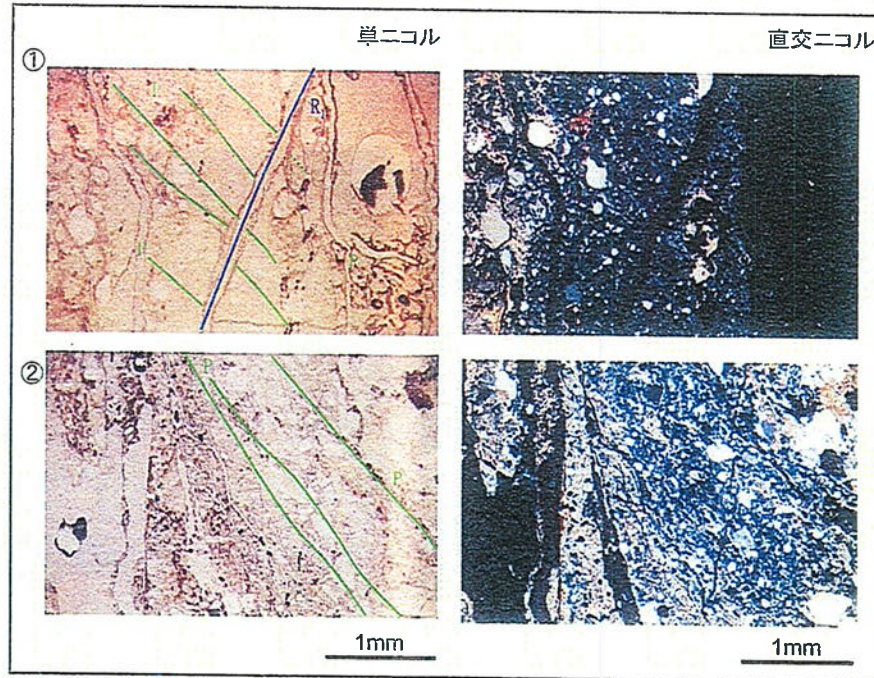
直交ニコル



赤で示した部分の薄片観察写真



枠内の拡大



せん断センスを示す複合面構造  
(狩野・村田, 1998)

## ①断層ガウジ(最新活動面)

最も明瞭な面をなしている上盤側との境界部箇所では粘土鉱物及び鉱物片の配列からなるP面とこれを切る $R_1$ 面から、正断層センスが判読される。

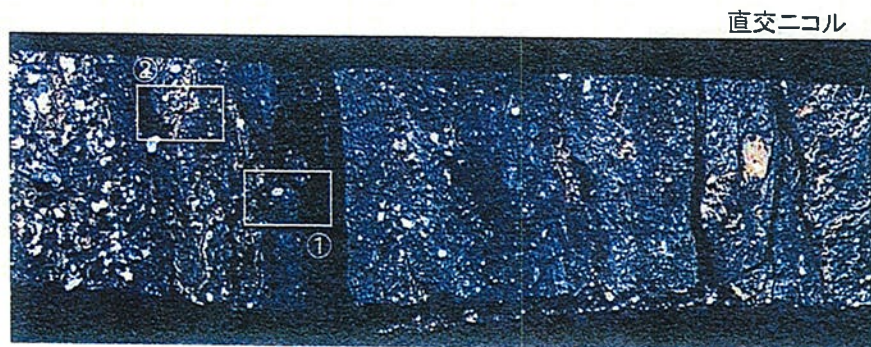
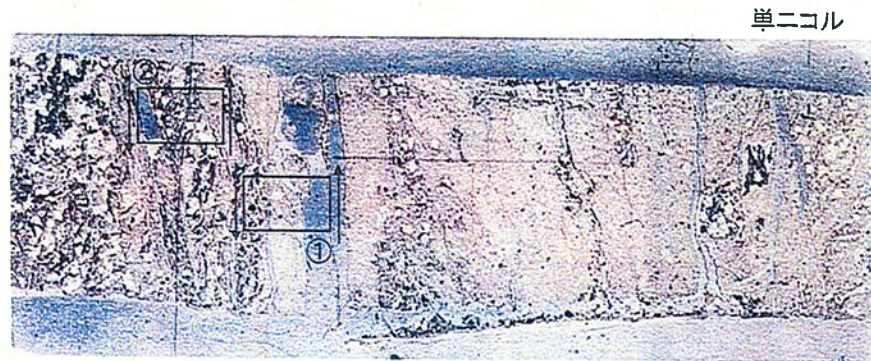
## ②カタクレーサイト

細粒な基質に垂角礫状の花崗岩岩片が多く見られる。基質には方解石及び粘土鉱物が見られる。全体的に互層状の構造を呈している。この配列からなるP面から正断層センスが判読される。

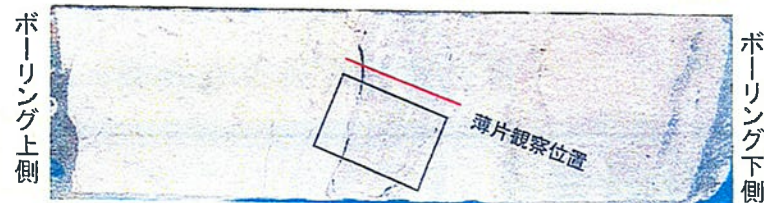


# 活動性の調査 (F-M1-1破砕帯の薄片観察[水平方向])

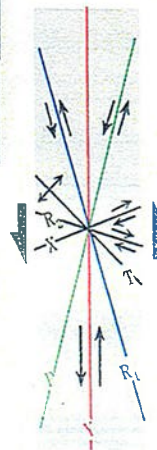
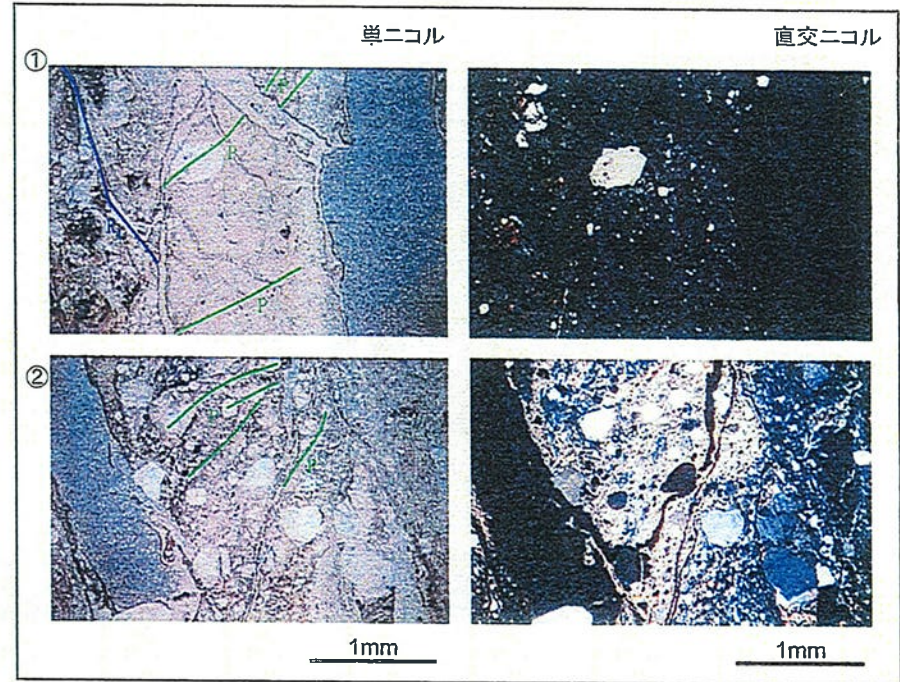
横ずれ成分の検討も重要とのコメントを受け、横ずれ方向を観察する薄片を作成して観察。



赤で示した部分の薄片観察写真



砕内の拡大



## ①断層ガウジ(最新活動面)

最も明瞭な面をなしている上盤側との境界部箇所では粘土鉱物及び鉱物片の配列からなるP面と、 $R_1$ 面から、左ずれセンスが判読される。

## ②カタクレサイト

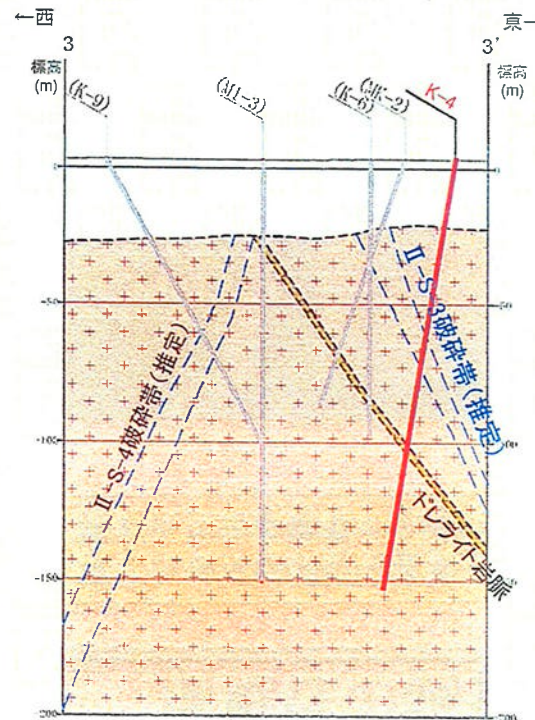
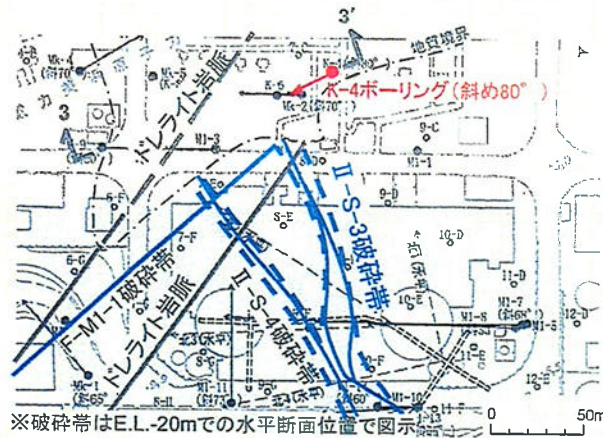
細粒な基質に亜角礫状の花崗岩岩片が多く見られる。基質には方解石及び粘土鉱物が見られる。全体的に互層状の構造を呈している。この配列からなるP面から左ずれセンスが判読される。

せん断センスを示す複合面構造  
(狩野・村田, 1998)

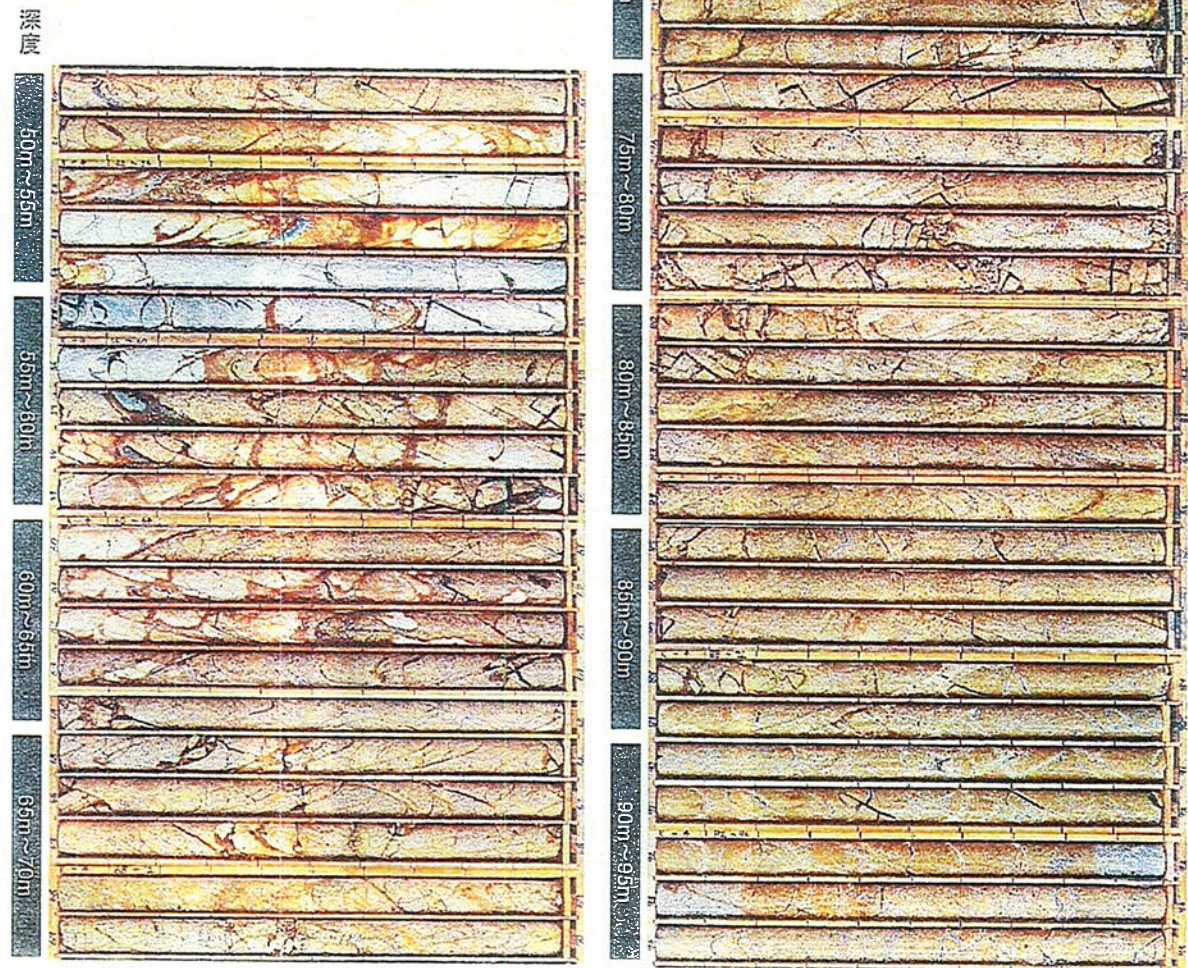


# 1, 2号炉側北方の調査結果(1/3)

## II-S-3破碎帯の北方延長付近



## K-4ボーリング (50m~95m)



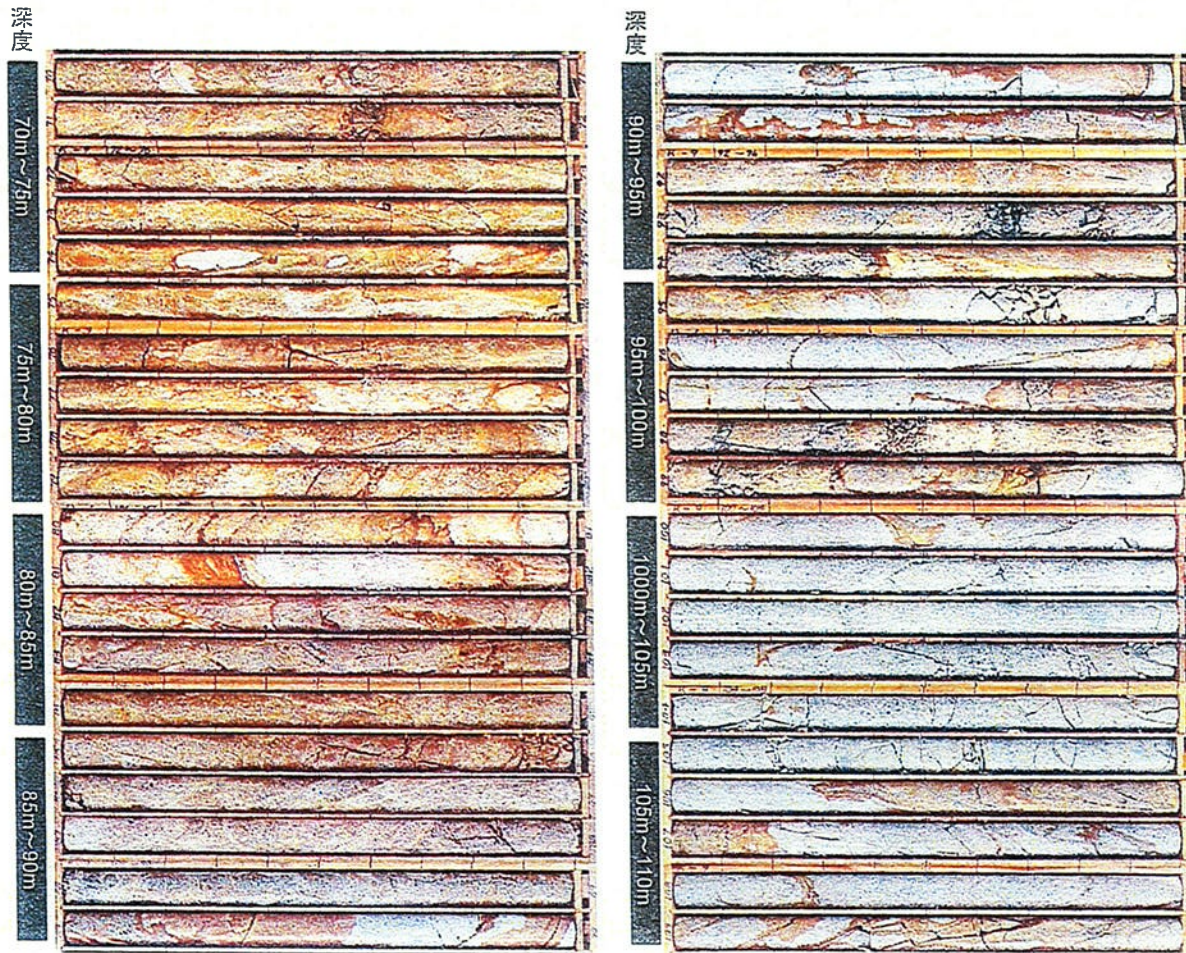
・II-S-3破碎帯の北方延長付近のボーリングで、破碎帯が推定される深度(60~85m)付近は、周辺と比べ割れ目が多く認められるような部分は存在するものの、破碎部は認められない。



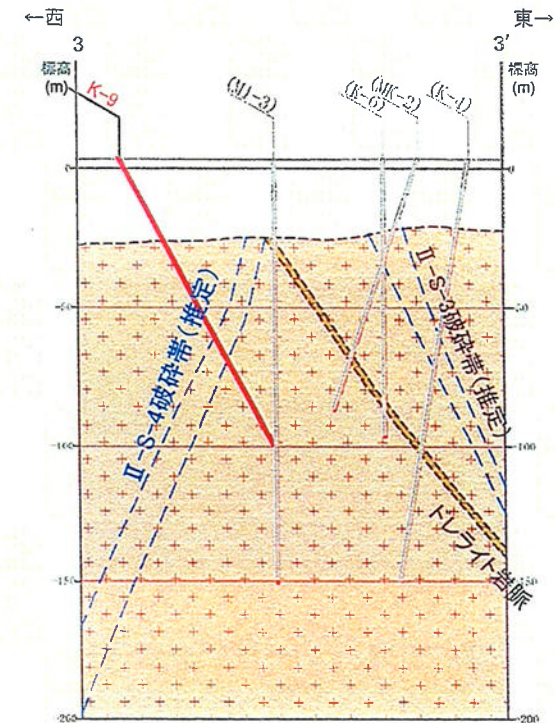
## 1, 2号炉側北方の調査結果(2/3)

### II-S-4破碎帯の北方延長付近

K-9ボーリング(70m~110m)



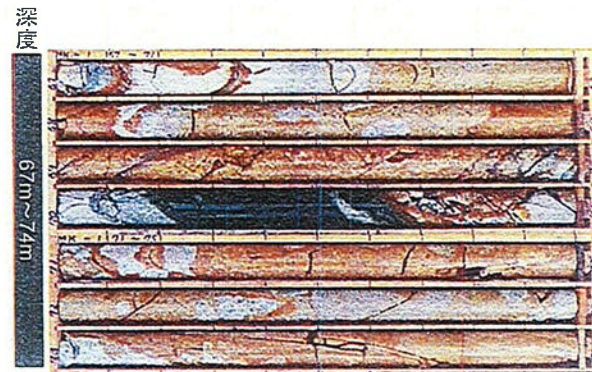
・II-S-4破碎帯の北方延長付近のボーリングで、破碎帯が推定される深度(80~100m)付近は、周辺と比べ割れ目が多く認められるような部分は存在するものの、破碎部は認められない。





# 1, 2号炉側北方の調査結果(3/3)

Mk-1ボーリング(67m~74m)



・ボーリング深度70.2m~70.7m  
においてドレライトを確認

M1-3ボーリング(69m~78m)

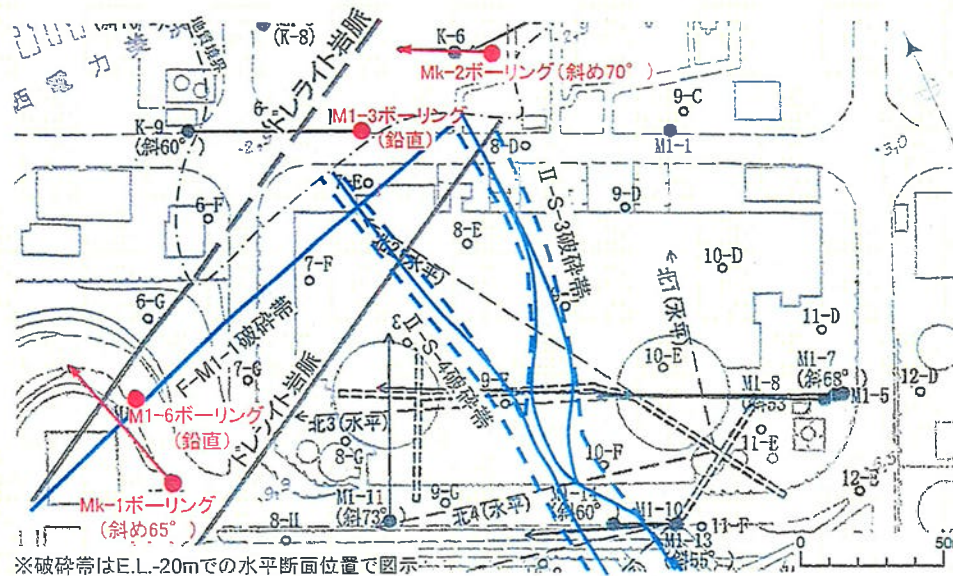


・ボーリング深度71.9m~74.8m  
においてドレライトを確認

Mk-2ボーリング(87m~94m)



・ボーリング深度89.6m~91.2m  
においてドレライトを確認  
・ボアホールテレビで確認した  
貫入面の走向・傾斜  
N60° E/78° SE(上側)  
N56° E/77° SE(下側)

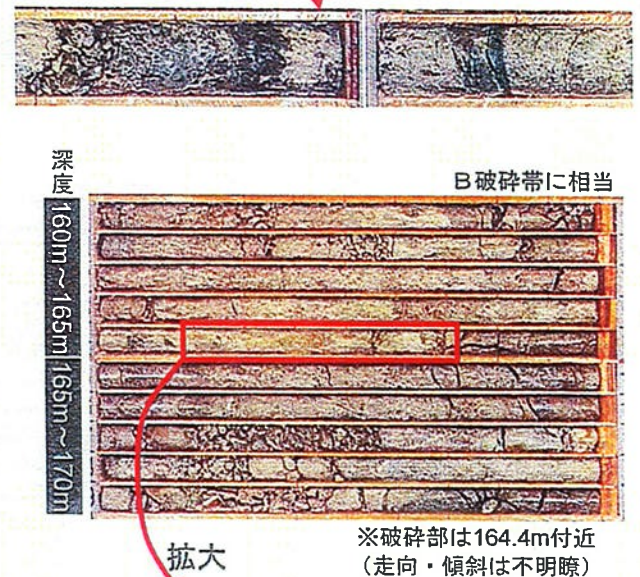
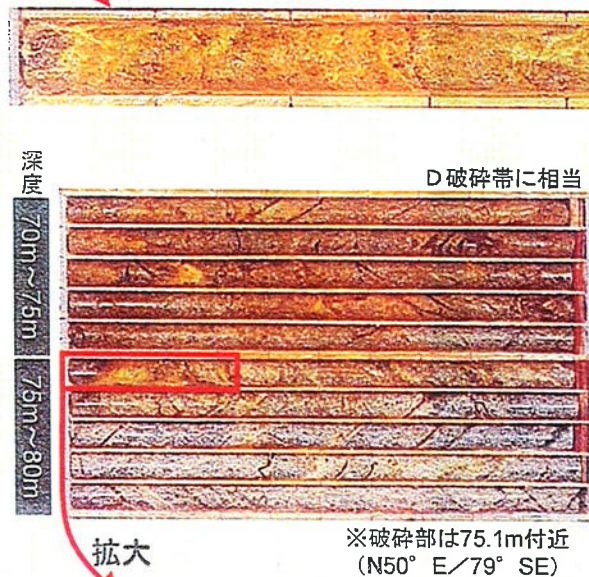
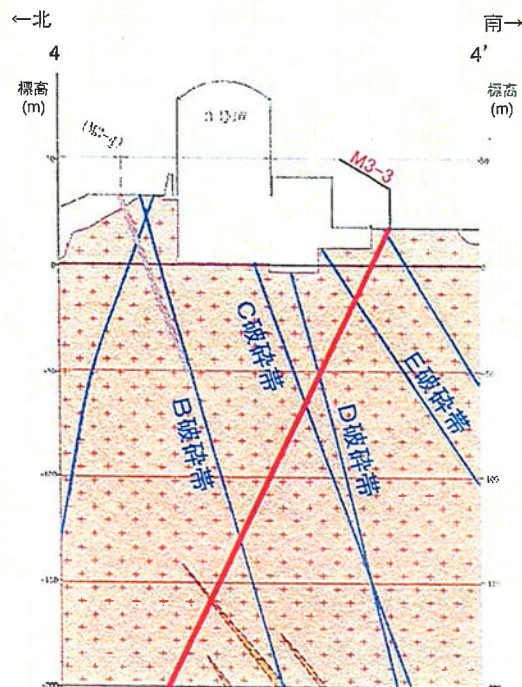
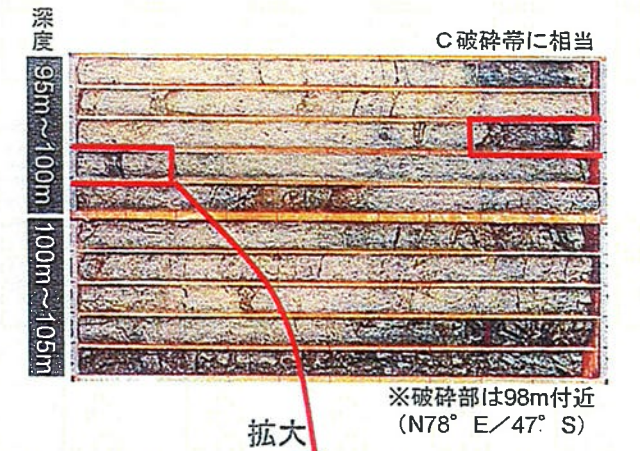
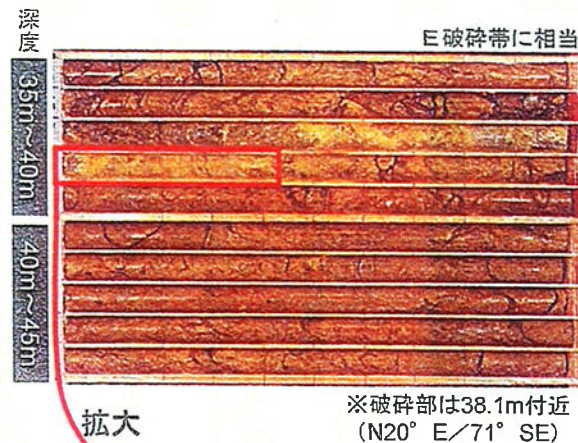


・M1-6ボーリングも含めて、4ヶ所で  
ドレライトを確認した。  
・ドレライトは、この付近に認められる  
節理の卓越方向と調和的なNE-SW  
走向、南東傾斜で貫入している。  
・ドレライトは、破碎帯の北部に直線  
上に分布する。



# 3号炉側の破砕帯:B, C, D, E破砕帯

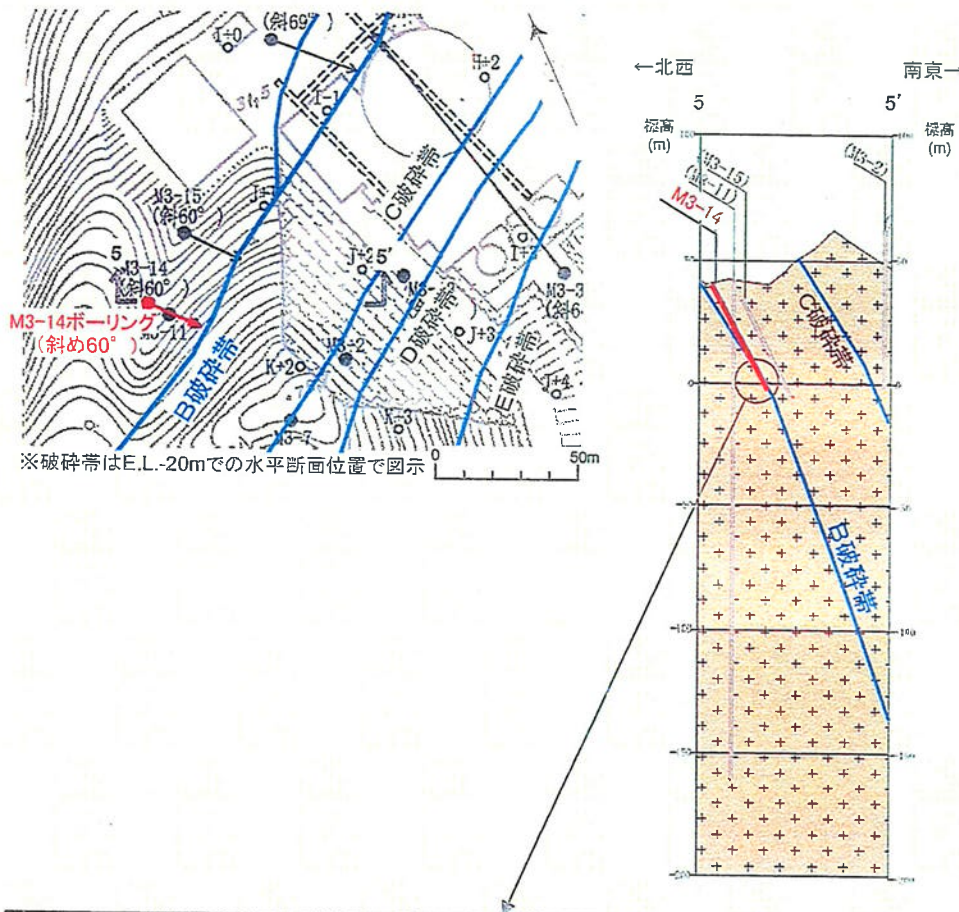
## M3-3ボーリング





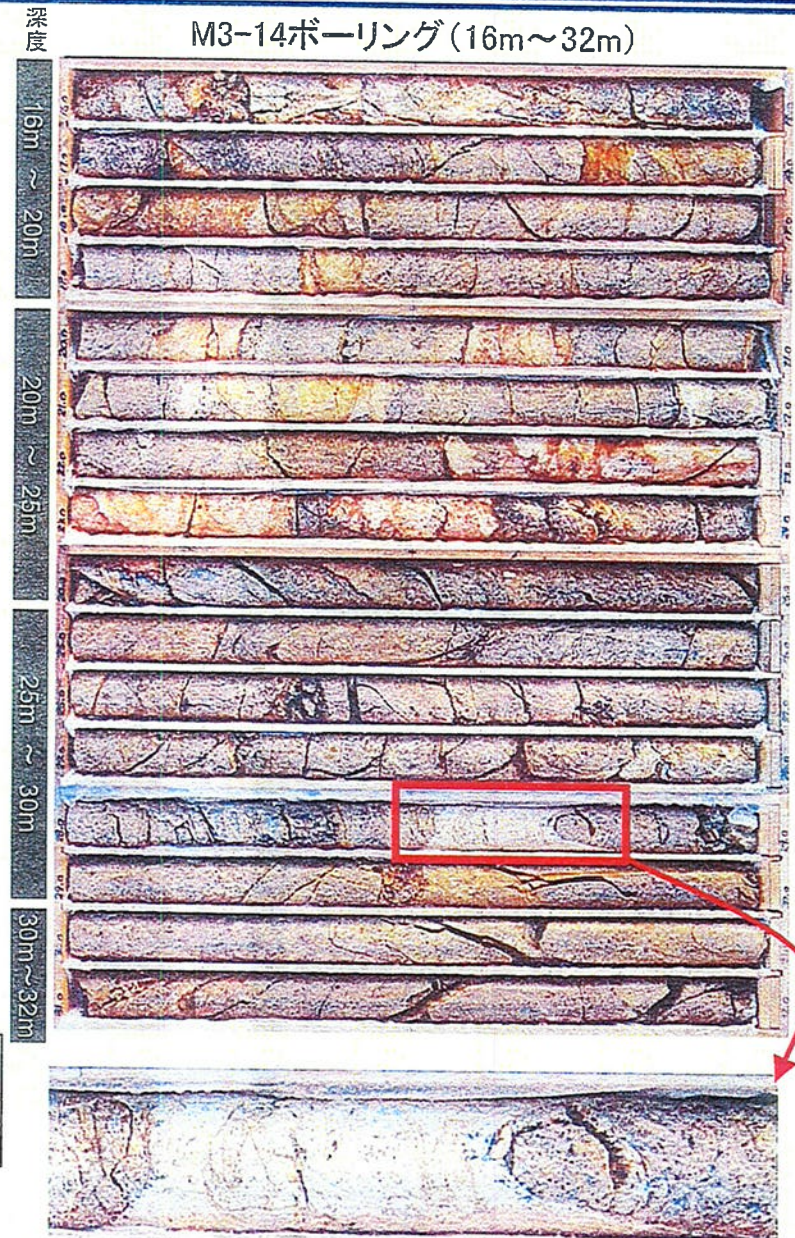
# 活動性の調査 (3号炉側の破砕帯:B破砕帯)

## B破砕帯の南西方延長



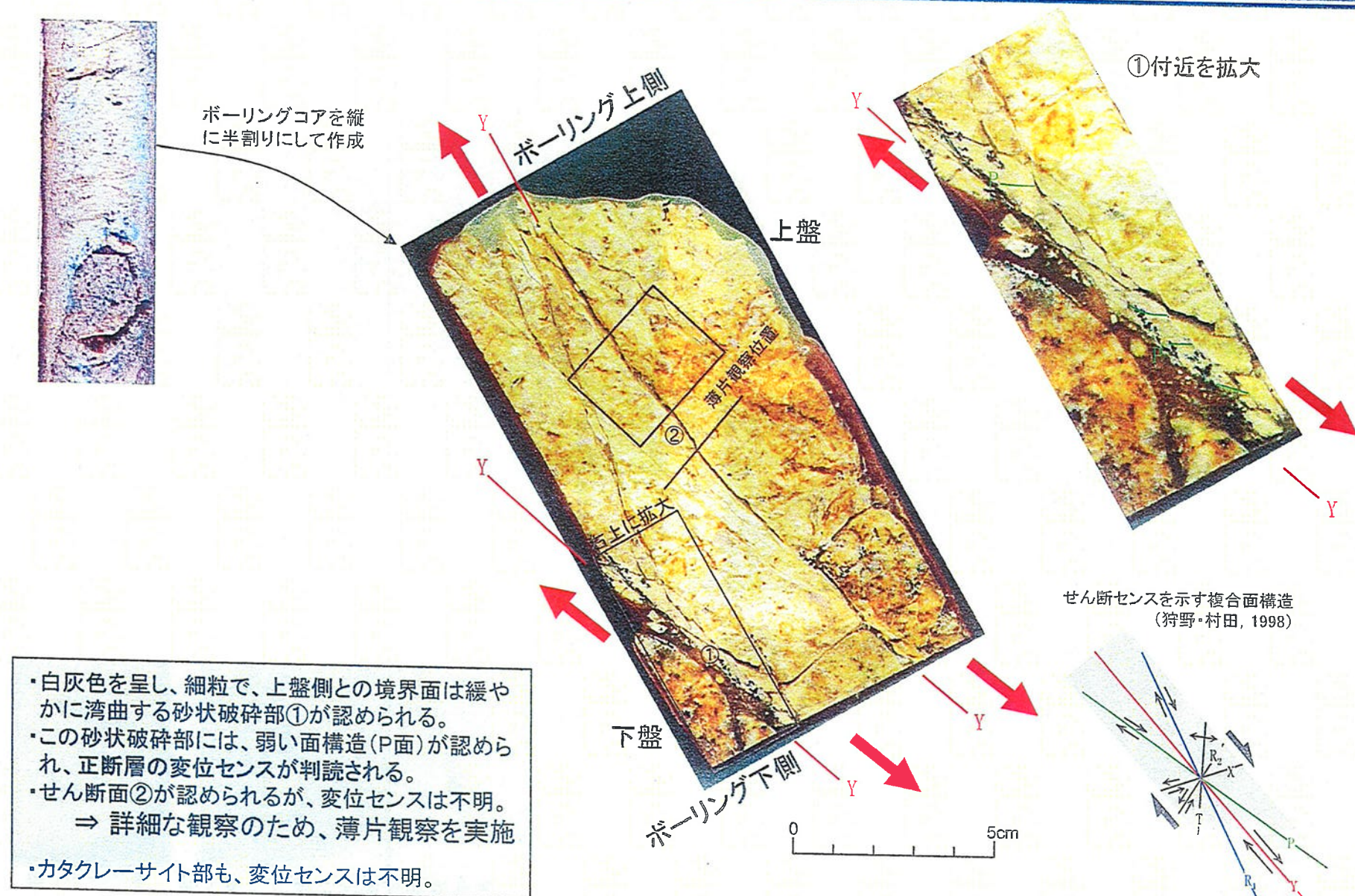
ボアホールテレビから、 $N32^{\circ} E / 45^{\circ} E$ の破砕部(深度28.6m付近)を確認  
 走向・傾斜、出現深度からB破砕帯に相当するものと判断

破砕部の性状を詳細に観察するため、研磨片及び薄片を作成



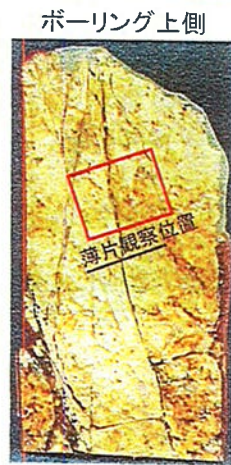


## 活動性の調査 (B破碎帯の研磨片観察)





# 活動性の調査 (B破碎帯の薄片観察[鉛直方向])



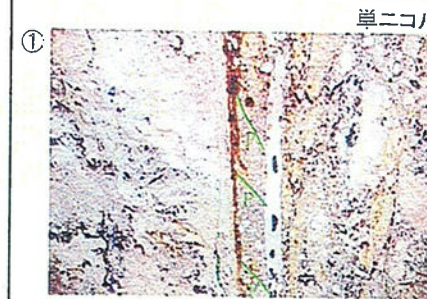
ボーリング上側  
ボーリング下側

赤で示した部分の薄片観察写真

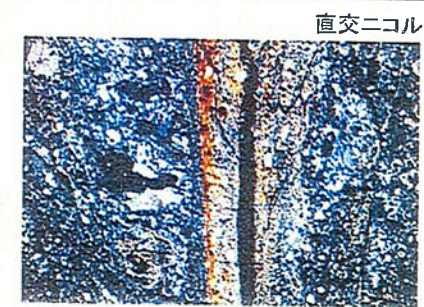


単ニコル

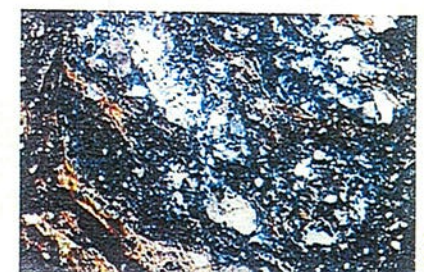
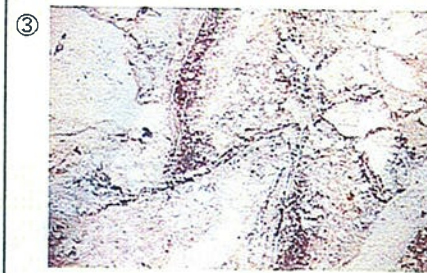
枠内の拡大



単ニコル

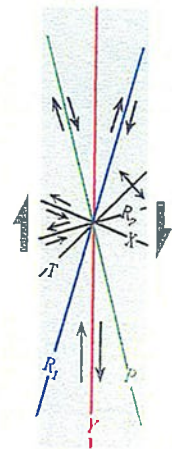


直交ニコル



1mm

1mm



せん断センスを示す複合面構造  
(狩野・村田, 1998)

## ①断層ガウジ(最新活動面)

直線的な形状を示し、他の面を切っている。粘土鉱物の配列からなるP面から、正断層センスが判読される。

## ②カタクレーサイト

微細なずれが認められ、正断層センスが判読される。

## ③カタクレーサイト

微細なずれが認められ、逆断層センスが判読される。



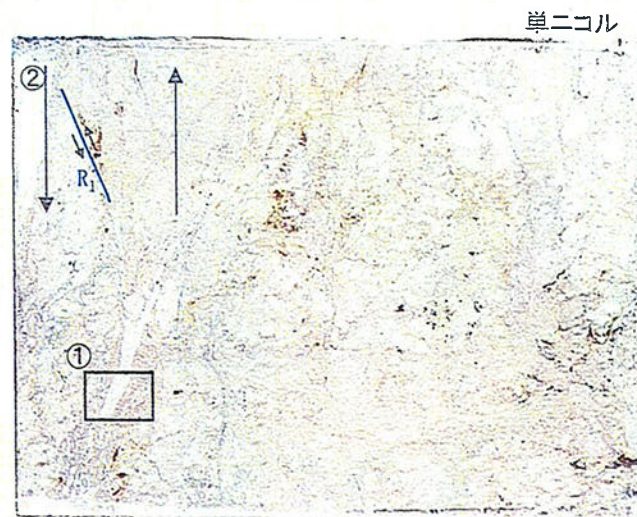
## 活動性の調査（B破碎帯の薄片観察[水平方向]）

ボーリング上側



ボーリング下側

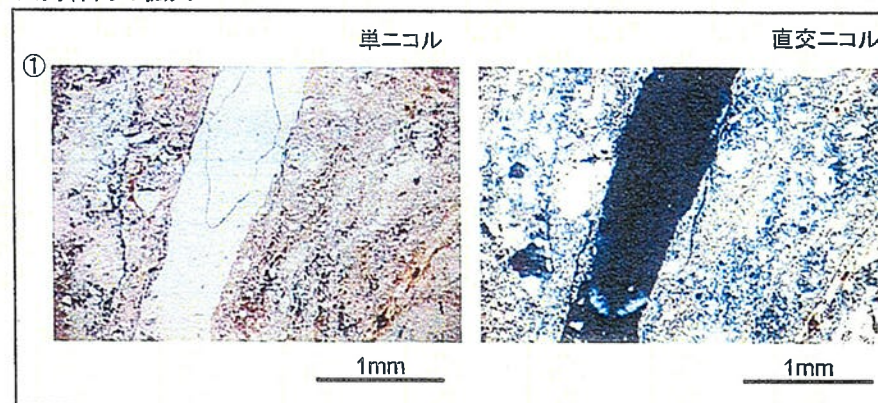
赤で示した部分の薄片観察写真



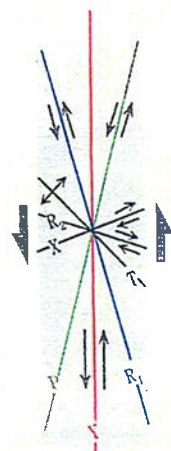
単ニコル

横ずれ成分の検討も重要とのコメントを受け、横ずれ方向を観察する薄片を作成して観察。

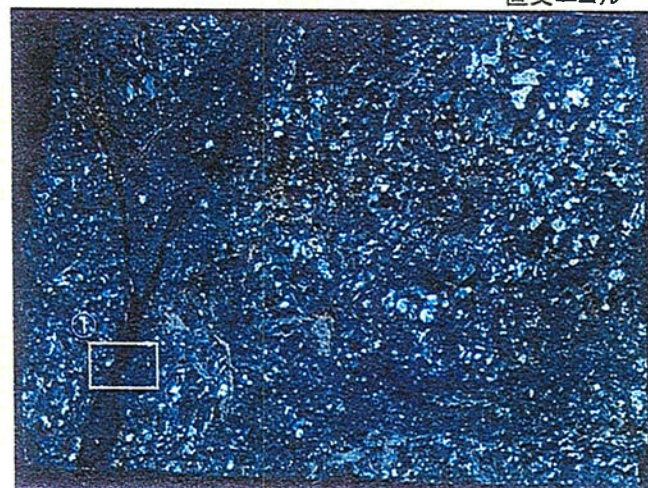
四角枠内の拡大



直交ニコル



せん断センスを示す複合面構造  
(狩野・村田, 1998)

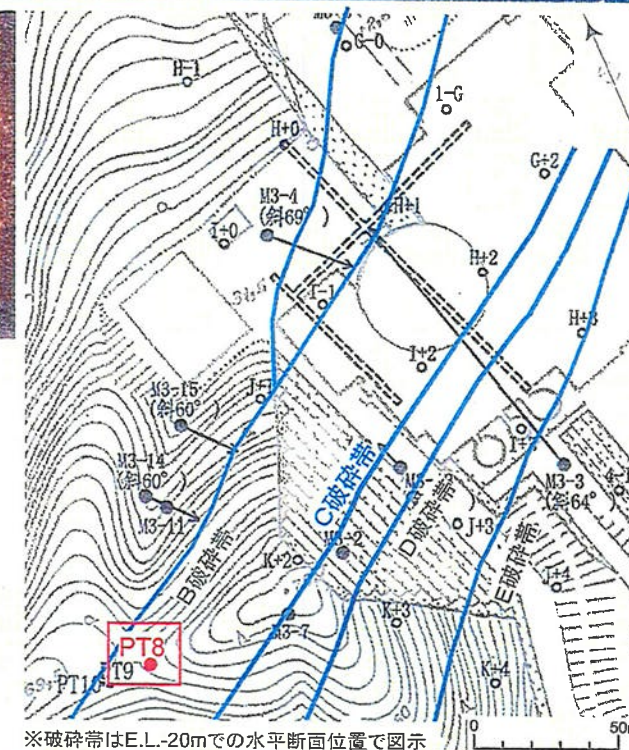
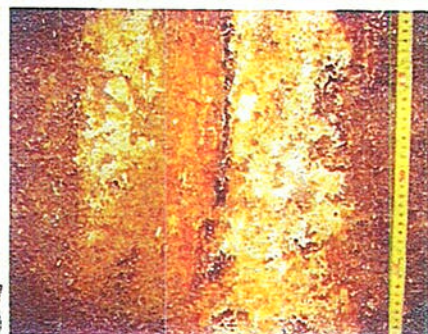
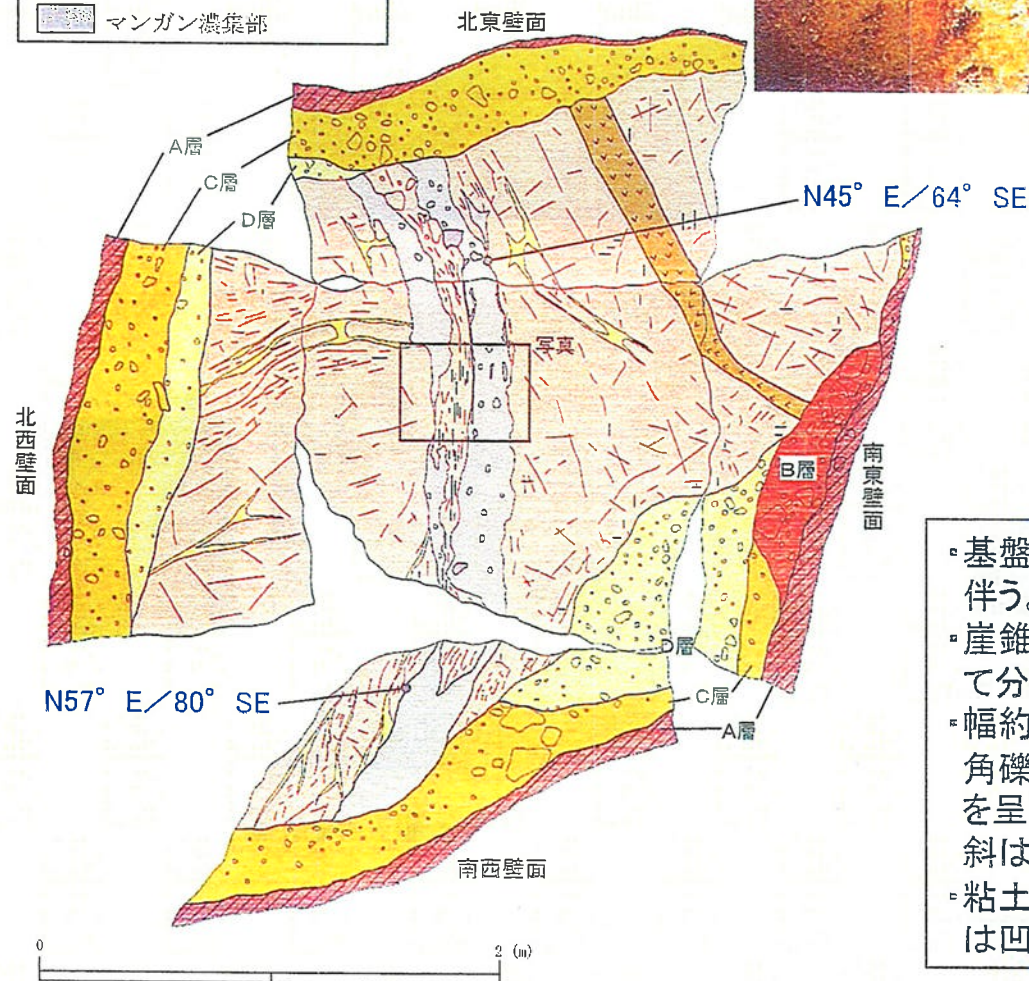
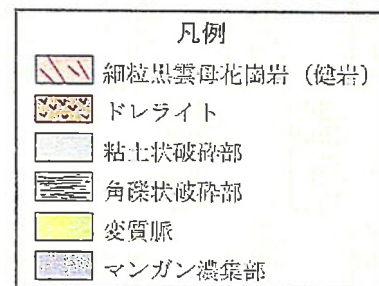


1cm

- ① 細粒な基質及び亜角礫状のクラストからなり、カタクレーサイトと判断される。基質には微量の粘土鉱物が含まれる。
- ② カタクレーサイト中には、明瞭で直線的なせん断面は認められない。  
 $R_1$ 面がみられ、左ずれセンスが判読される。



### 3号炉側南西方の調査結果(ピット調査)



- 基盤岩は主に細粒黒雲母花崗岩からなり、ドレライトを伴う。
- 崖錐性堆積物からなる第四系が基盤岩を不整合に覆って分布。
- 幅約30~40cmの破碎部が認められ、粘土状破碎部と角礫状破碎部からなる。粘土状破碎部は、白~淡褐色を呈する幅10~40cmの半固結粘土からなり、走向・傾斜は $N45^\circ E / 64^\circ SE$ 、 $N57^\circ E / 80^\circ SE$ を示す。
- 粘土状破碎部と細粒黒雲母花崗岩(健岩)との境界面は凹凸があり、明瞭で平滑な断層面は認められない。



## 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】

- ・古第三紀～白亜紀後期の江若花崗岩と中新世に貫入したドレライト及びそれらを覆う第四系からなる。
- ・江若花崗岩中には破碎帯が認められ、破碎帯はN-S～NE-SW走向、高角度傾斜のものが卓越し、節理の卓越方向と調和的である。

### 【破碎帯の活動性】

破碎帯は、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。

- ・変動地形を示唆する地形は認められない。
- ・敷地に近い南方の海上音波探査結果において、活断層は認められない。
- ・ボーリング調査において確認した比較的規模の大きい破碎帯については、研磨片や薄片による微細構造の観察結果によれば、最新活動面で正断層センス・左横ずれセンスの変位が推定され、現在の広域応力場と調和的ではない。

(一部、カタクレーサイトからなるものもあった。)

- ・破碎帯を横断して分布するドレライトの貫入岩脈がずらされていないと考えられる。
- ・はざとり調査・ピット調査により認められた破碎帯の性状からも最近の活動はないと判断される。



#### 4. 白木一丹生断層の活動に伴う 地盤変位・傾斜に関する検討



# 断層活動に伴う地盤変位・傾斜に対する安全性評価の流れ

## 断層の性状把握 (検討条件の整理)

- ・地盤の変位・傾斜の評価を行うにあたって、以下の項目について把握。
  - －「断層位置」、「断層長さ」、「断層傾斜角」、「変位センス」、「(単位)変位量」、「地盤物性」等
- ・これらのうち、地形・地質調査等の結果からは直接得られないものや不確かさを考慮すべきものについて整理し、不確かさを考慮した検討も実施。

## 地盤変位・傾斜の評価 (数値解析による検討)

### 【アプローチ】

不確かさも考慮した数値解析による検討

### 【解析手法】

食い違いの弾性論による検討

(基本ケース、不確かさを考慮したケース)

- ・断層の検討条件を基に算定された断層のすべり量を断層面に与え、食い違いの弾性論※により周辺地盤の変位量、傾斜量を計算する。

※単層モデルはOkada(1992)により、多層モデルはWang et al.(2003)により計算

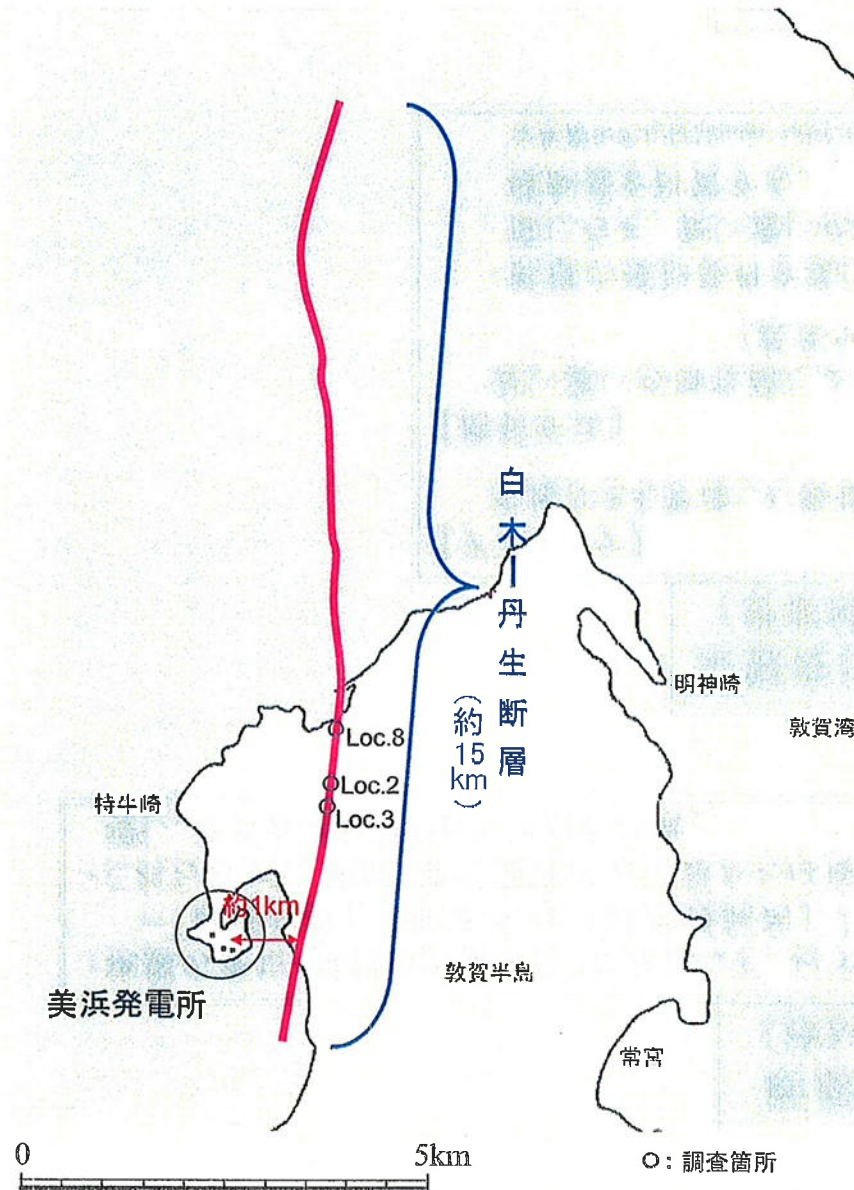
## 【評価項目】 傾斜量に対する評価



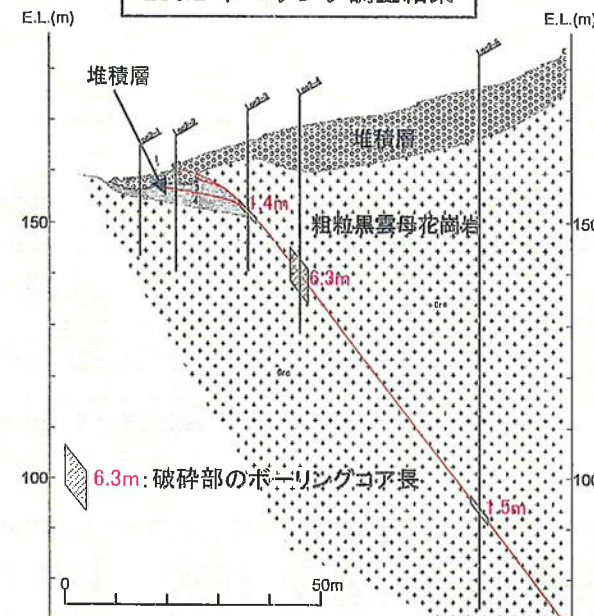
# 白木－丹生断層について

白木－丹生断層の性状

|       |                                                                                                                                            |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 分布位置  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・陸域と海域に分布</li> <li>・陸域では、白木～丹生間の低地の東縁部に分布</li> <li>・美浜発電所(1号機)の東、約1kmに分布</li> </ul>                 |
| 断層長さ  | ・約15km                                                                                                                                     |
| 形状    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・走向は南北</li> <li>・断層傾斜角は約60°で東側に傾斜</li> </ul>                                                        |
| 活動履歴  | ・最新活動期は約9,000年前以降～約7,000年前以前                                                                                                               |
| 変位センス | ・逆断層(東側隆起)                                                                                                                                 |
| 変位置   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・累積変位置: 約10m～最大約25m程度<br/>(海上音波探査記録より、B層(後期更新世の地層)基底を基準とした鉛直方向の累積変位置)</li> <li>・単位変位置は不明</li> </ul> |



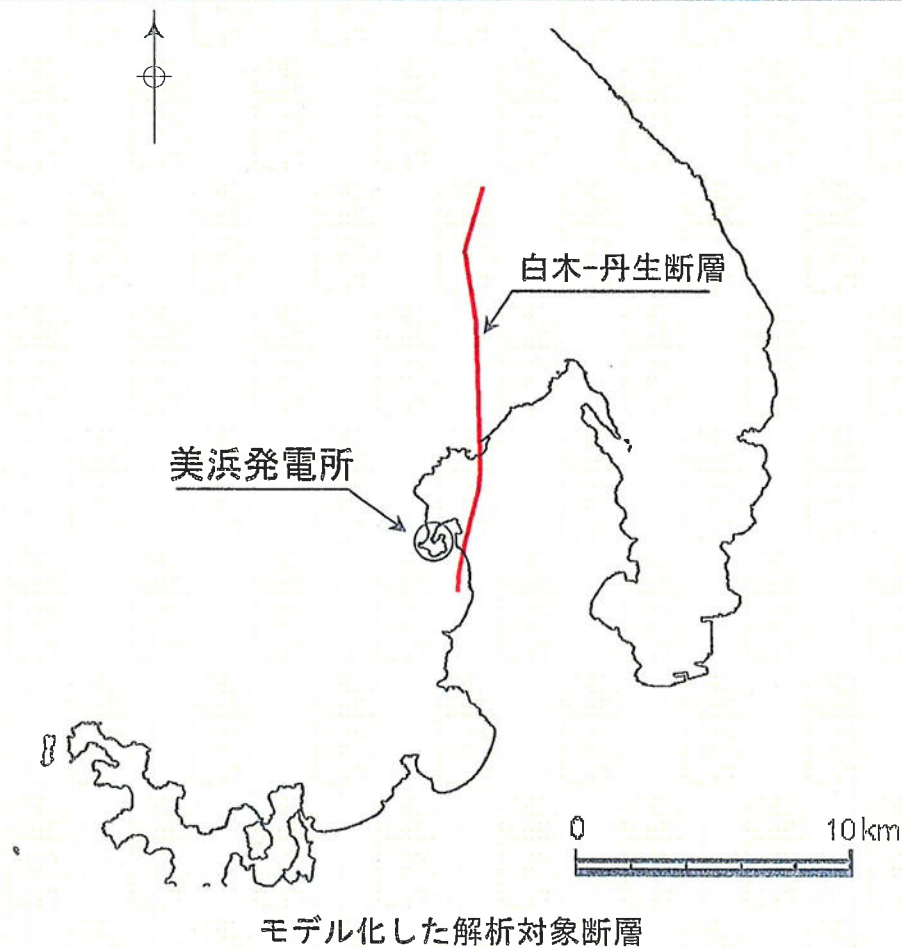
Loc.2 ボーリング調査結果



断層活動で基盤岩が破壊される範囲はm規模であり、繰り返し同じ断層面で活動



## 地盤変位・傾斜の検討方針



- ・ 食い違いの弾性論に基づき、白木-丹生断層の活動に伴い生じる基礎地盤の変位・傾斜について検討した。
- ・ 解析条件の設定にあたっては、各種の調査結果や食い違いの弾性論に基づき検討を行う津波評価※を参考にすることを基本とした。（もんじゅと同様）
- ・ 各種不確かさを考慮したケースについても、もんじゅで実施されたモデル・検討内容と同じもので実施した。なお、第52回合同WGにおける大飯発電所に対する指摘事項を受けて追加検討も実施した。



# 食い違いの弾性論の解析条件

|                | 白木一丹生断層の幾何学的形状             |                                           |                                           |                     | 断層のすべり                                         |                                                    | 地盤モデル                       |                         |                                            | 検討結果<br>(傾斜量)                              |                                   |
|----------------|----------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|
|                | 断層長さ                       | 断層幅                                       | 傾斜角                                       | 断層上端深さ              | すべり角                                           | すべり量                                               | 地質構造                        | ポアソン比                   | 剛性率                                        |                                            |                                   |
| 基本ケース          | 基本検討<br>(検討①)              | 15km                                      | 13.3km                                    | 60°                 | 0km                                            | 広域応力場の<br>圧縮軸の方向<br>(90°～120°)*<br>と断層面の関<br>係から算出 | 1.44m<br>(断層長20km<br>として算出) | 単層モデル<br>(均質な半<br>無限媒質) | 0.25                                       | 3.5 × 10 <sup>10</sup><br>N/m <sup>2</sup> | 約1/11,600                         |
|                | 根拠                         | 地質調査<br>結果                                | 「原子力発<br>電所の津波<br>評価技術」<br>による            | 地質調査<br>結果等か<br>ら設定 | 地形的に認識<br>される断層で、<br>断層面も地表<br>に達している<br>ことを確認 | 「原子力発電<br>所の津波評価<br>技術」による                         | 「原子力発電<br>所の津波評価<br>技術」による  | 単層モデル<br>による再現<br>事例がある | 上部地殻の<br>標準的な値                             | 上部地殻の標準<br>的な値(「原子力<br>発電所の津波評<br>価技術」による) |                                   |
| 各種不確かさを考慮したケース | 断層長さを変<br>えた検討<br>(検討②)    | 北端固定<br>で、500m<br>ずつ短く<br>し12.5km<br>まで変更 | 13.3km                                    | 60°                 | 0km                                            | 基本検討で最<br>大傾斜量を示<br>したすべり角                         | 断層長さに応<br>じたすべり量            | 単層モデル                   | 0.25                                       | 3.5 × 10 <sup>10</sup><br>N/m <sup>2</sup> | 約1/11,600                         |
|                | 断層幅を変え<br>た検討<br>(検討③)     | 15km                                      | 断層上端固<br>定で、1/6<br>ずつ狭めて<br>半分になる<br>まで変更 | 60°                 | 0km                                            | 基本検討で最<br>大傾斜量を示<br>したすべり角                         | 1.44m                       | 単層モデル                   | 0.25                                       | 3.5 × 10 <sup>10</sup><br>N/m <sup>2</sup> | 約1/9,900                          |
|                | すべり量を変<br>えた検討<br>(検討④)    | 15km                                      | 13.3km                                    | 60°                 | 0km                                            | 基本検討で最<br>大傾斜量を示<br>したすべり角                         | 各種算定式に<br>より算出・比較           | 単層モデル                   | 0.25                                       | 3.5 × 10 <sup>10</sup><br>N/m <sup>2</sup> | 約1/9,000                          |
|                | 地盤モデルを<br>変えた検討<br>(検討⑤)   | 15km                                      | 13.3km                                    | 60°                 | 0km                                            | 基本検討で最<br>大傾斜量を示<br>したすべり角                         | 1.44m                       | 地震動評価に用いた地盤モデルで検討       |                                            | 約1/11,400                                  |                                   |
|                |                            |                                           |                                           |                     |                                                |                                                    |                             | 多層モデル                   | 各層の密度 ρ、Vs、Vpに<br>応じた値                     |                                            |                                   |
|                | 断層のモデル<br>を変えた検討<br>(検討⑥)  | 地震動評価に用いた断層モデルで検討                         |                                           |                     |                                                |                                                    |                             |                         |                                            |                                            | 約1/31,000<br>上端0kmは<br>約1/380,000 |
|                | 20km                       | 16.2km                                    | 60°                                       | 4km<br>0kmも検討       | 90°<br>(逆断層)                                   | アスペリティー<br>考慮                                      | 単層モデル                       | 0.25                    | 3.5 × 10 <sup>10</sup><br>N/m <sup>2</sup> |                                            |                                   |
| 追加             | 断層上端深さ<br>を変えた検討<br>(追加検討) | 15km                                      | 13.3km                                    | 60°                 | 1, 2, 3, 4km                                   | 基本検討で最<br>大傾斜量を示<br>したすべり角                         | 1.44m                       | 単層モデル                   | 0.25                                       | 3.5 × 10 <sup>10</sup><br>N/m <sup>2</sup> | 約1/17,900                         |

\* 広域応力場の圧縮軸の方向については、北から時計回りの角度で示す。



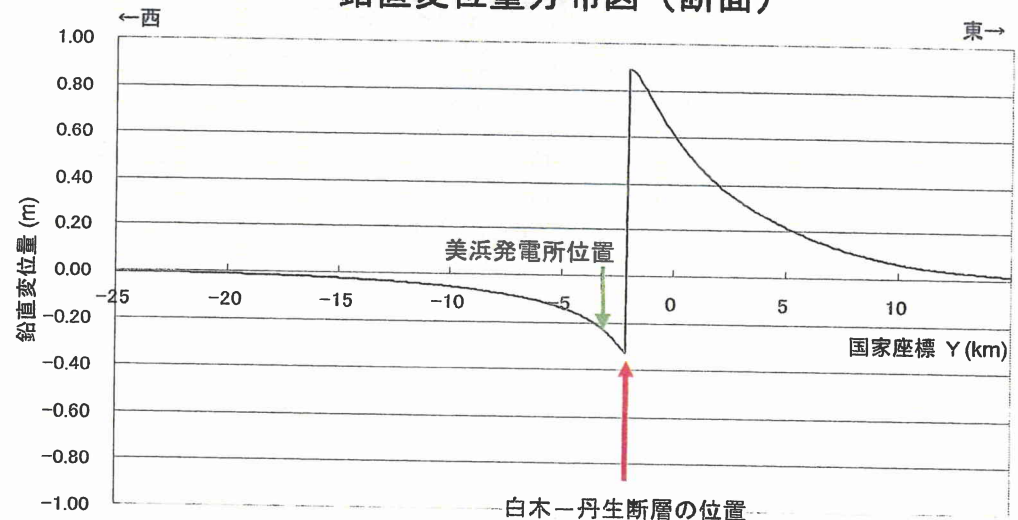
# 検討結果 (概要)

一例として、広域応力場の圧縮軸（P軸）の方向が $110^\circ$  の場合の結果を示す。

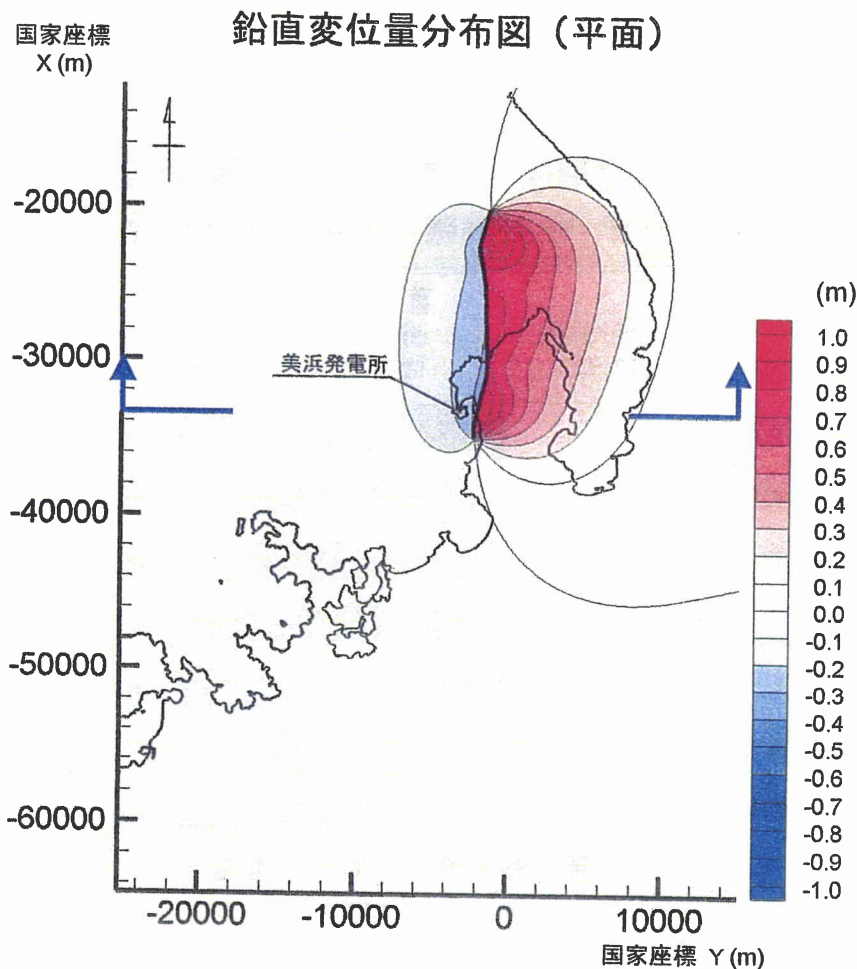
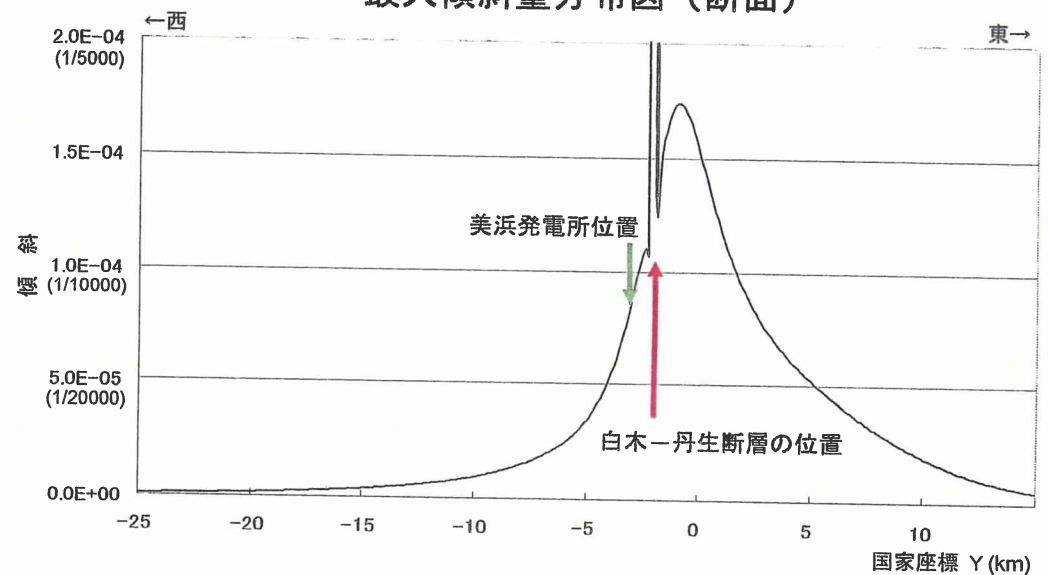
美浜発電所の位置付近で、

- 20cm強の地盤の沈下が想定される。
- $8 \times 10^{-5}$  (1/12,500) 程度の傾斜が想定される。

鉛直変位量分布図（断面）

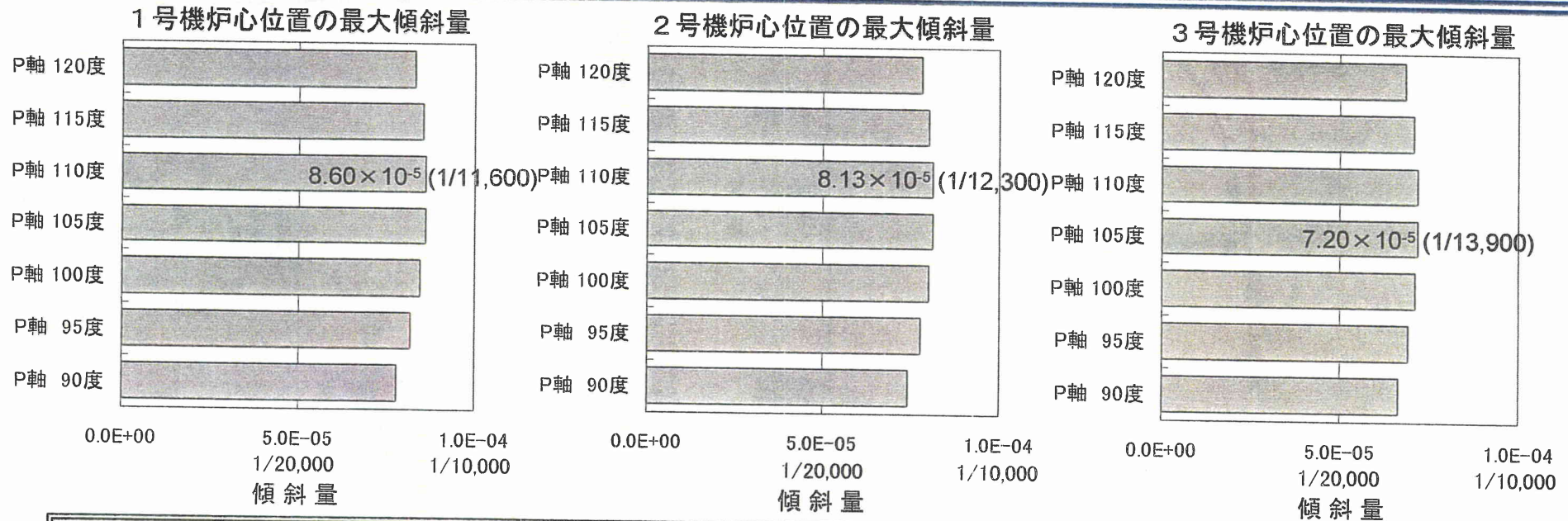


最大傾斜量分布図（断面）





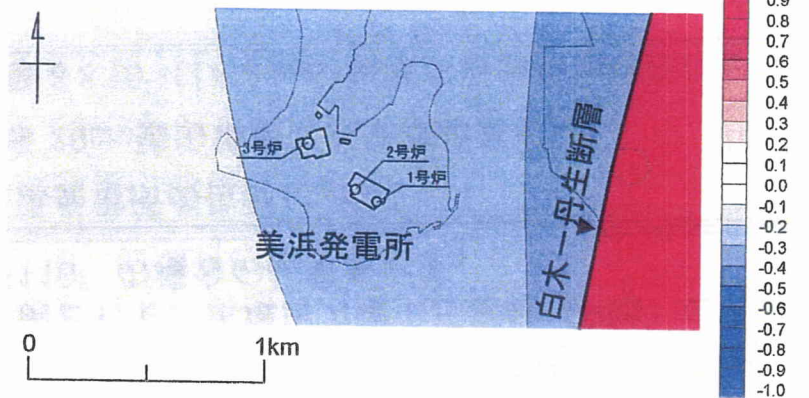
# 基本検討：P軸の方向を変えた検討結果【検討①】



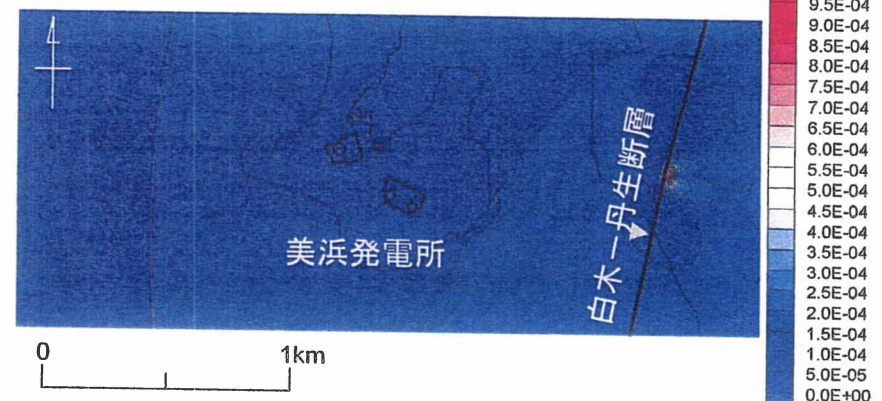
- 広域応力場の圧縮軸(P軸)の方向が110°程度で最大傾斜を示す。
- 断層に近い1号機で最大傾斜(約 1/11,600)を示す。

➡ P軸の方向 110° を基本に  
パラスタによる検討を実施

鉛直変位量分布図 (P軸の方向=110°)

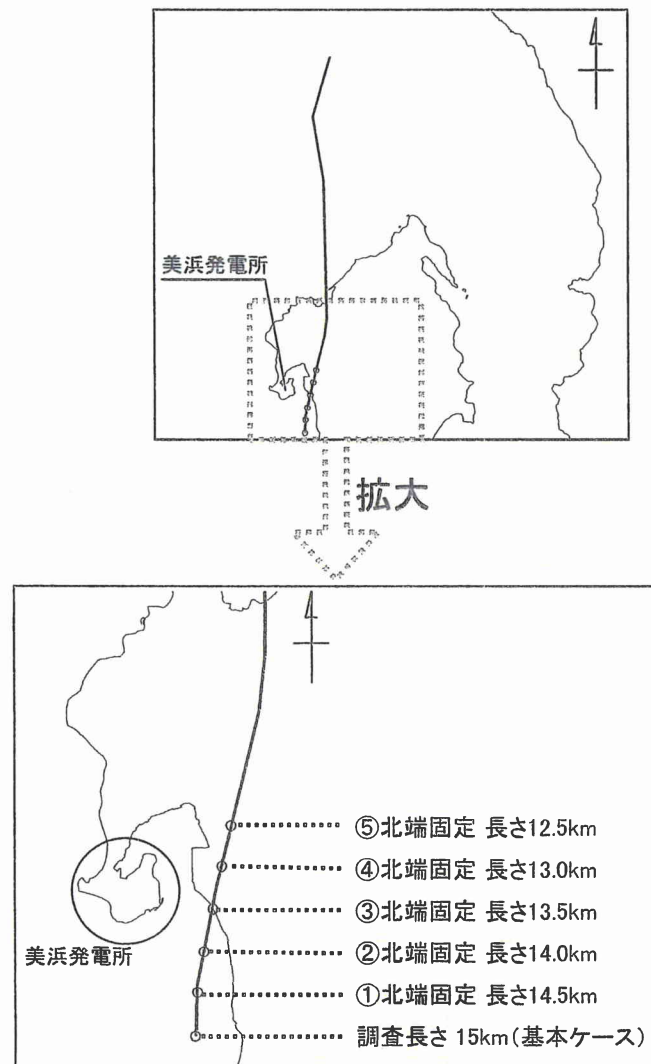


最大傾斜量分布図 (P軸の方向=110°)





## 断層長さを変えた検討結果【検討②】



美浜発電所は白木-丹生断層の南部に位置することから、断層北端を固定して南端を変えた検討を実施

### 炉心位置の最大傾斜量

※ 長さに応じたすべり量Dを与えた結果

調査長さ 15km  
(基本ケース)

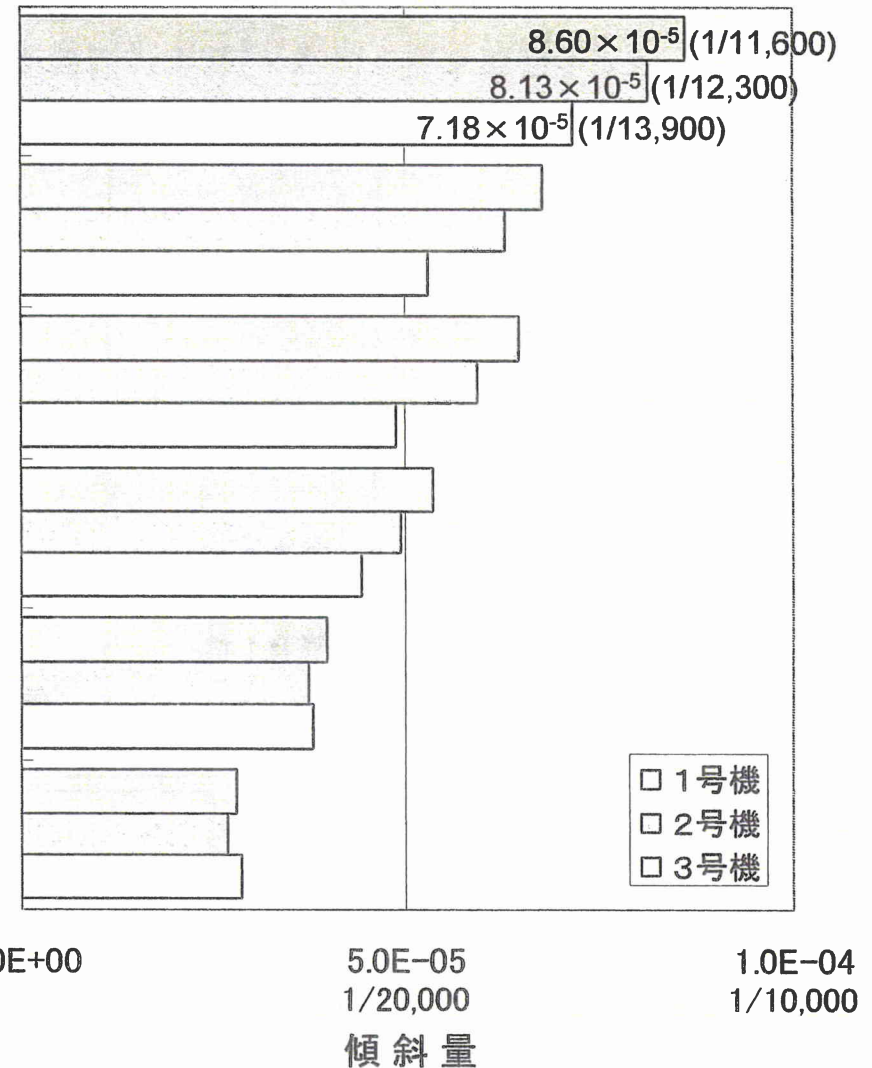
① 北端固定  
長さ 14.5km

② 北端固定  
長さ 14.0km

③ 北端固定  
長さ 13.5km

④ 北端固定  
長さ 13.0km

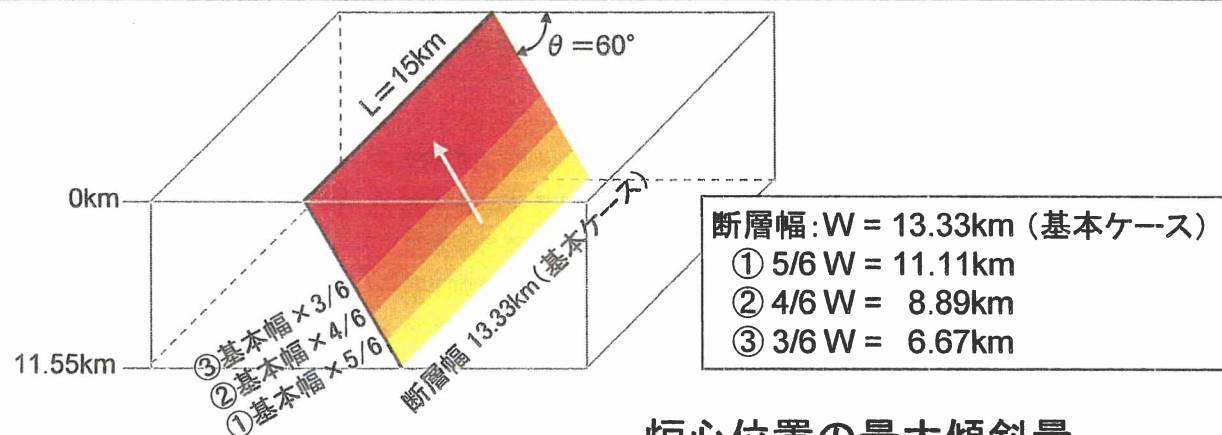
⑤ 北端固定  
長さ 12.5km



- 断層長さが15kmで最大傾斜を示す。
- 断層に近い1号機で最大傾斜(約 1/11,600)を示す。

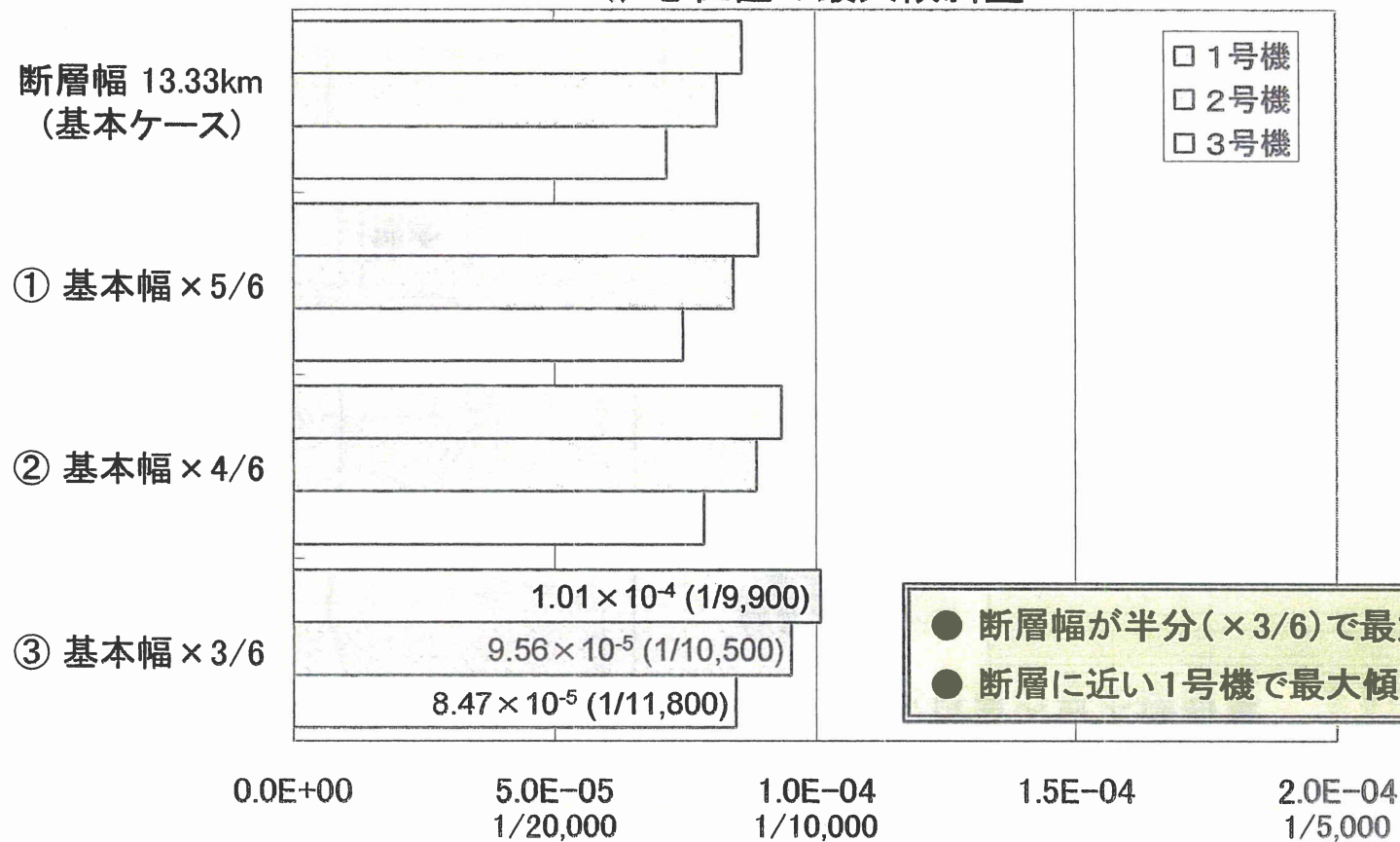


# 断層幅を変えた検討結果【検討③】



断層上端（深さ0km）を固定して、下端を浅くした（断層幅を変えた）検討を実施

## 炉心位置の最大傾斜量



- 断層幅が半分 ( $\times 3/6$ ) で最大傾斜を示す。
- 断層に近い1号機で最大傾斜 (約 1/9,900) を示す。



# すべり量を変えた検討結果【検討④】

## ■各種経験式によるすべり量の検討

|                                        | 断層長さ | 断層幅     | 傾斜角  | すべり量                |
|----------------------------------------|------|---------|------|---------------------|
| 土木学会津波評価技術<br>(2002)                   | 20km | 13.33km | 60°  | 1.44m               |
| 松田(1975)※ <sup>1</sup>                 | 20km | 考慮せず    | 考慮せず | 1.59m               |
| 佐藤(1989)※ <sup>2</sup>                 | 20km | 10km    | 考慮せず | 0.60m               |
| 地震調査研究推進本部<br>(2008)※ <sup>3</sup> に準拠 | 20km | 16.2km  | 60°  | 0.515m<br>(平均すべり量D) |

(参考)  
1.035m(アスペリティー)  
0.402m(背景領域)

基本ケース

土木学会津波評価技術(2002)

$D = M_0 / (\mu \cdot S)$   
 $D$ : すべり量  
 $M_0$ : 地震モーメント  
 $\mu$ : 剛性率  
 $S$ : 断層面積  
 [武村(1998)※<sup>4</sup>及び  
 Kanamori(1977)※<sup>5</sup>  
 より $M_0$ を算出]

松田(1975)

$\log L = 0.6M - 2.9$   
 $\log D = 0.6M - 4.0$   
 $D$ : すべり量(m)  
 $M$ : 地震の規模(マグニチュードM)  
 $L$ : 断層の長さ(km)

佐藤(1989)

$\log L = 0.5M - 1.88$   
 $\log D = 0.5M - 3.40$   
 $D$ : すべり量(m)  
 $M$ : 地震の規模(マグニチュードM)  
 $L$ : 断層の長さ(km)

地震調査研究推進本部(2008)  
に準拠

$D = M_0 / (\mu \cdot S)$   
 $D$ : 平均すべり量  
 $M_0$ : 地震モーメント  
 $\mu$ : 剛性率  
 $S$ : 断層面積

松田(1975)で算出したすべり量は、土木学会津波評価技術(2002)と比べて1割程度増加する  
⇒ 弾性論による検討であることから、地盤変位量および傾斜も1割程度増加する程度

計算を実施し、確認

※1 松田時彦(1975): 活断層から発生する地震の規模と周期について。地震 第2輯, vol.28, pp.269-283.

※2 佐藤良輔(1989): 日本の地震断層パラメータ・ハンドブック

※3 地震調査研究推進本部(2008): 震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)

※4 武村雅之(1998): 日本列島における地殻内地震のスケールリング則—地震断層の影響および地震被害との関連—, 地震 第2輯, vol.51, pp.211-228.

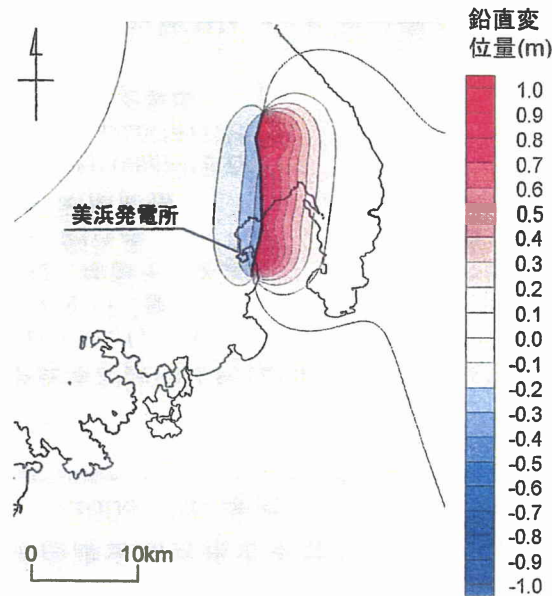
※5 Kanamori, H(1977): The energy release in great earthquakes, Journal of Geophysical Research, Vol.82, No.20, pp.2981-2987



# すべり量を変えた検討結果【検討④】

## ■松田(1975)により得られたすべり量を与えた場合の検討結果

鉛直変位量分布図（広域）

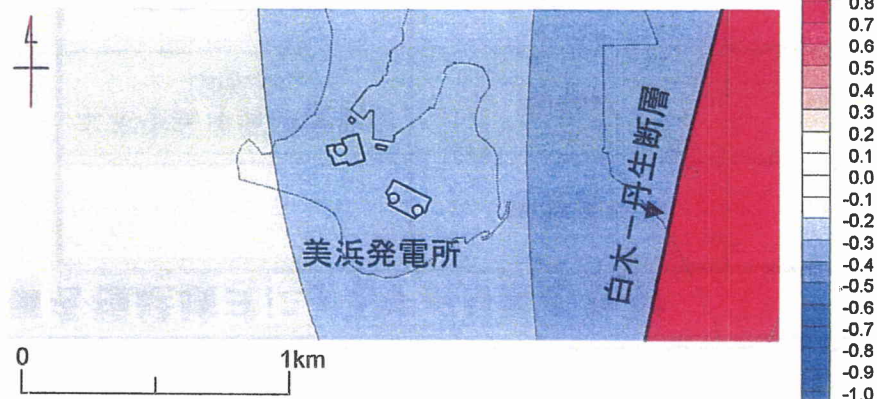


各種パラスタを実施し、最大の傾斜角を示したケース（断層長さ15km, 傾斜角60°, 断層幅3/6（=半分）, P軸の方向110°）について、断層のすべり量を松田（1975）で得られた1.59mとして計算を追加実施。

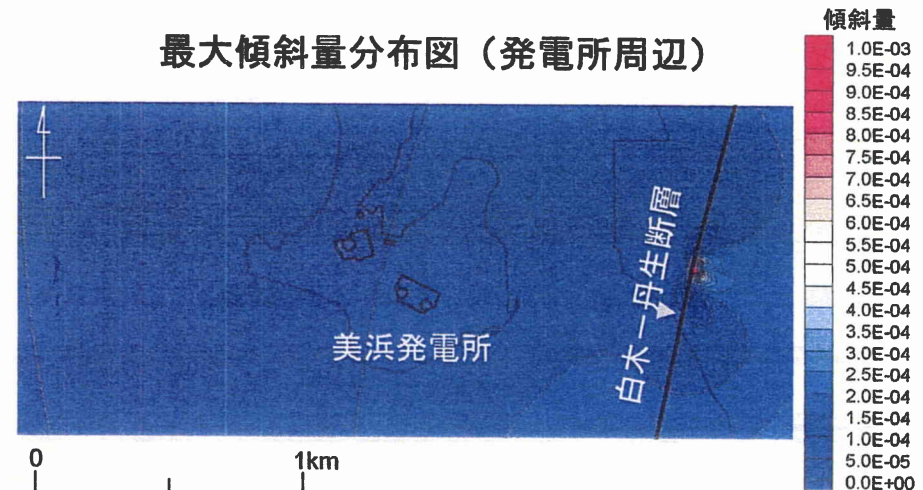
| 位置    | 鉛直変位量 (m) | 傾斜量                              |
|-------|-----------|----------------------------------|
| 1号機炉心 | -0.25     | $11.15 \times 10^{-5}$ (1/9,000) |
| 2号機炉心 | -0.24     | $10.55 \times 10^{-5}$ (1/9,500) |
| 3号機炉心 | -0.22     | $9.35 \times 10^{-5}$ (1/10,700) |

● 断層に近い1号機で最大傾斜(約 1/9,000)を示す。  
(すべり量から比例計算した $1/9,900 \times 1.59/1.44 \div 1/9,000$ とも整合)

鉛直変位量分布図（発電所周辺）



最大傾斜量分布図（発電所周辺）





# 地盤モデルを変えた検討結果【検討⑤】

地盤のポアソン比 $\sigma=0.25$ の均質な地盤（単層モデル）とした場合と、地震動評価時の地盤モデル（多層モデル）とした場合の比較検討を実施

単層モデル：Okada (1992) ※<sup>1</sup>に基づき検討

多層モデル：Wang et al. (2003) ※<sup>2</sup>に基づき検討

美浜発電所の基準地震動策定に用いた地盤モデル

| E.L.<br>(m) | 層  | 層厚<br>(m) | 密度 $\rho$<br>(t/m <sup>3</sup> ) | Vs<br>(m/s) | Vp<br>(m/s) | ポアソン比 | 剛性率<br>(N/m <sup>2</sup> ) |
|-------------|----|-----------|----------------------------------|-------------|-------------|-------|----------------------------|
| 0           |    |           |                                  |             |             |       |                            |
| -65         | 1  | 65        | 2.6                              | 1,650       | 4,040       | 0.40  | $0.7 \times 10^{10}$       |
| -200        | 2  | 135       | 2.6                              | 2,530       | 4,880       | 0.32  | $1.7 \times 10^{10}$       |
| -630        | 2' | 430       | 2.6                              | 2,530       | 4,880       | 0.32  | $1.7 \times 10^{10}$       |
| -1400       | 3  | 770       | 2.6                              | 2,800       | 5,130       | 0.29  | $2.0 \times 10^{10}$       |
| -4000       | 4  | 2600      | 2.6                              | 3,100       | 5,310       | 0.24  | $2.5 \times 10^{10}$       |
|             | 5  | —         | 2.7                              | 3,600       | 6,270       | 0.25  | $3.5 \times 10^{10}$       |

$$Vp/Vs = \sqrt{\frac{2(1-\sigma)}{1-2\sigma}} \quad \sigma: \text{ポアソン比}$$

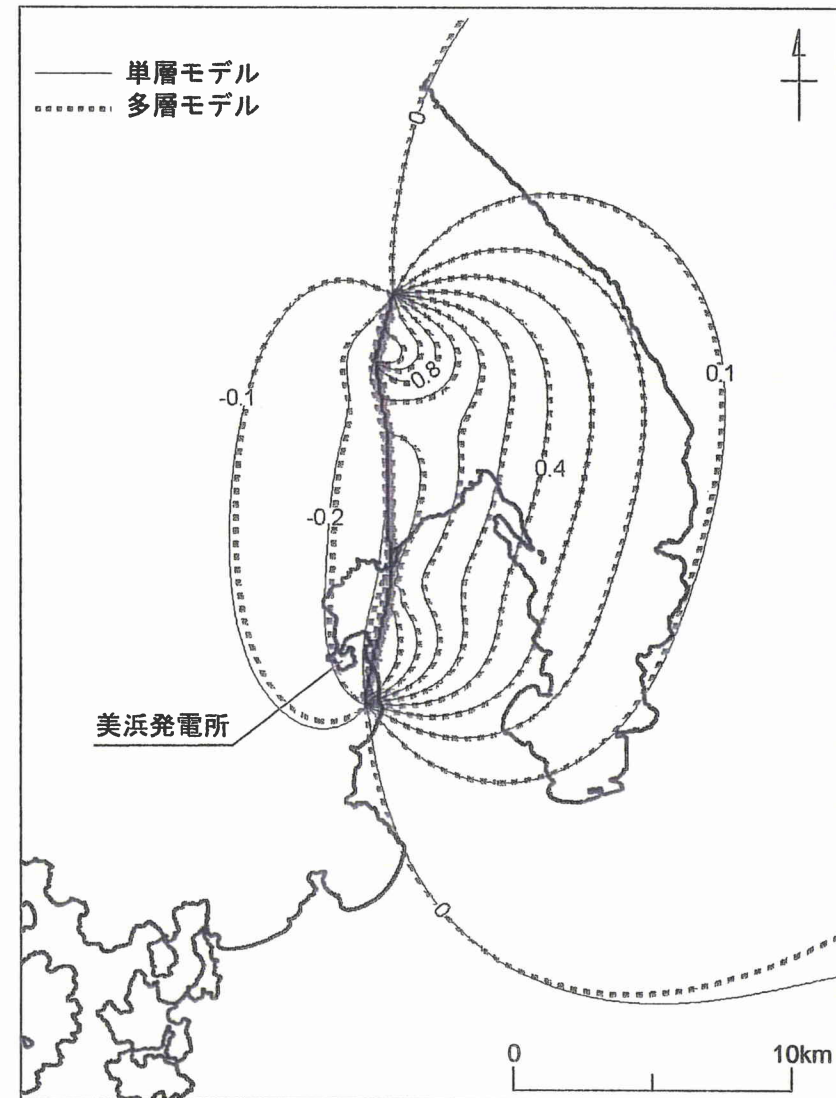
$$\mu = \rho \cdot Vs^2 \quad \mu: \text{剛性率}$$

1号機炉心位置での比較

|              | 鉛直変位量 (m) | 傾斜量                              |
|--------------|-----------|----------------------------------|
| 単層モデル(基本ケース) | -0.24     | $8.60 \times 10^{-5}$ (1/11,600) |
| 多層モデル        | -0.23     | $8.80 \times 10^{-5}$ (1/11,400) |

● 単層モデルと多層モデルとの間に有意な差は認められない。

鉛直変位量分布図



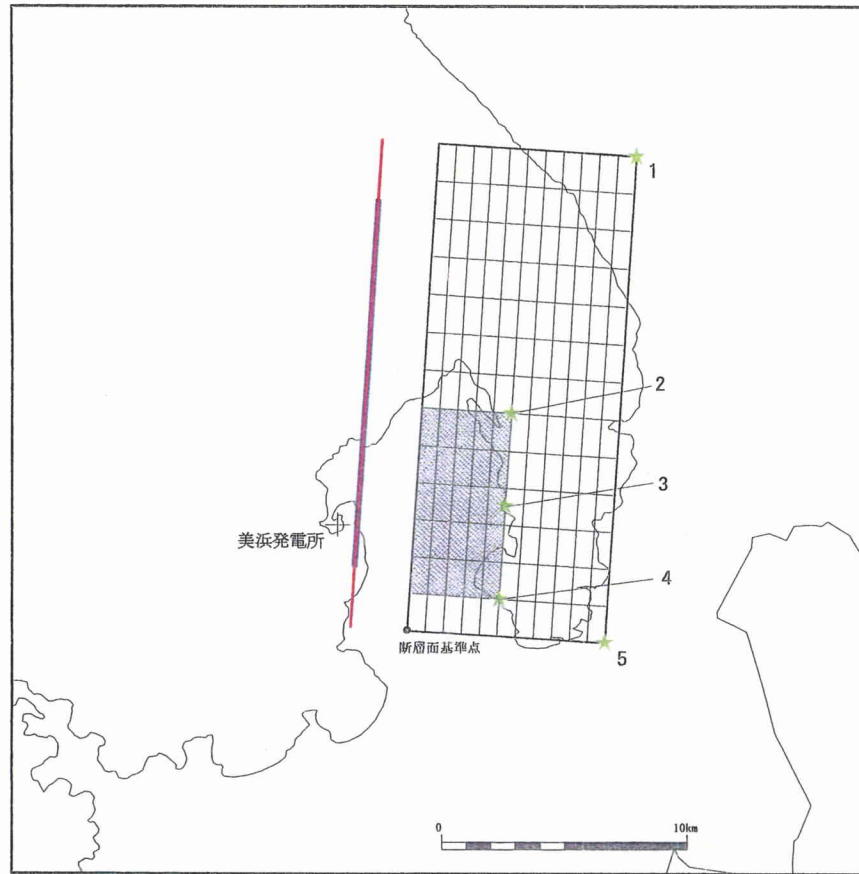
※<sup>1</sup> Okada, Y. (1992) : Internal deformation due to shear and tensile faults in a half-space. Bulletin of the Seismological Society of America, vol.82-2, pp.1018-1040.

※<sup>2</sup> Wang, R., Martin and F. L., Roth, F. (2003) : Computation of deformation induced by earthquakes in a multi-layered elastic crust - FORTRAN programs EDGRN/EDCMP. Computers and Geosciences, vol.29, pp.195-207.



# 断層のモデルを変えた検討結果【検討⑥】

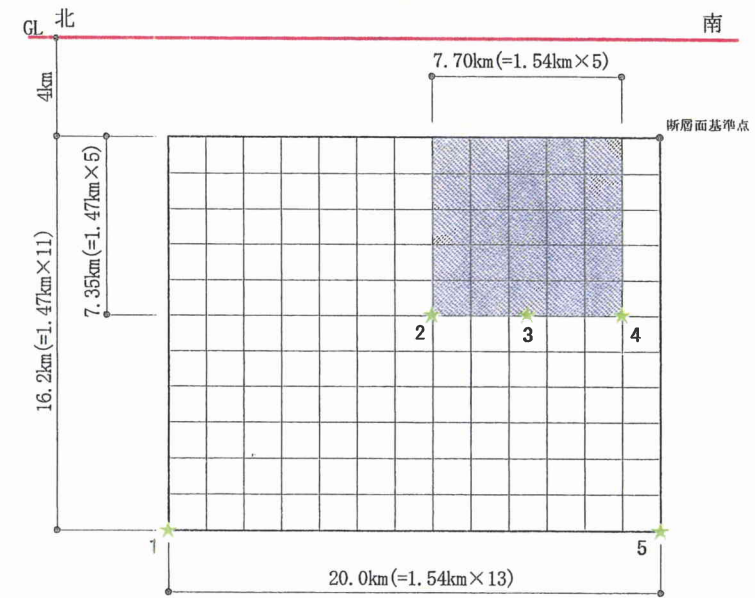
## ■ 白木-丹生断層のモデル図



※ 青色の線は活断層調査結果を示す。

★：破壊開始点

i) 断層配置図



★ 破壊開始点

ii) 断面図

※モデル図は基本ケースを代表して示す



## 断層のモデルを変えた検討結果【検討⑥】

### ■白木一丹生断層の断層パラメータ:上端4km

| 断層パラメータ                       | パラメータ                 | 設定方法                                                                    |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 断層長さL(km)                     | 20                    | 断層位置を延長                                                                 |
| 断層傾斜角(°)                      | 60                    | 調査結果に基づき設定                                                              |
| 断層上端深さ(km)                    | 4                     | 微小地震の発生及び地下構造を参考に設定                                                     |
| 断層下端深さ(km)                    | 18                    |                                                                         |
| 断層幅W(km)                      | 16.2                  | 地震発生層と傾斜角から設定                                                           |
| 断層面積S(km <sup>2</sup> )       | 324                   | 断層面より算定                                                                 |
| 破壊伝播様式                        | 同心円状                  | —                                                                       |
| 地震モーメントM <sub>0</sub> (Nm)    | $5.84 \times 10^{18}$ | $M_0 = \{S / (4.24 \times 10^{-11})\}^{2.0}$                            |
| 剛性率(N/m <sup>2</sup> )        | $3.5 \times 10^{10}$  | $\mu = \rho \beta^2, \rho = 2.7 \text{g/cm}^3, \beta = 3.6 \text{km/s}$ |
| 平均すべり量D(cm)                   | 51.5                  | $D = M_0 / (\mu S)$                                                     |
| 平均応力降下量 $\Delta \sigma$ (MPa) | 2.4                   | $\Delta \sigma = (7 \pi^{1.5} / 16) (M_0 / S^{1.5})$                    |
| 破壊伝播速度Vr(km/s)                | 2.59                  | $Vr = 0.72 \beta$                                                       |
| 立ち上がり時間Tr(sec)                | 0.79                  | $Tr = 2.03 \times 10^{-9} M_0^{1/3}$                                    |
| 高周波限界遮断周波数fmax(Hz)            | 8.3                   | 香川他(2003)*1                                                             |
| 短周期レベルA(Nm/s <sup>2</sup> )   | $9.54 \times 10^{18}$ | $A = 2.46 \times 10^{17} \times M_0^{1/3}$                              |
| Q値                            | 50f <sup>1.1</sup>    | 佐藤他(2007)*2                                                             |

| 断層パラメータ | パラメータ                               | 設定方法                                                                       |
|---------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 全アスぺリテイ | 面積S <sub>a</sub> (km <sup>2</sup> ) | $Sa = \pi r^2$<br>$r = (7 \pi M_0 \beta^2) / (4 AaR), R = (S / \pi)^{0.5}$ |
|         | 平均すべり量D <sub>a</sub> (cm)           | $D_a = \gamma_D D, \gamma_D = 2.01$                                        |
|         | 地震モーメントM <sub>0a</sub> (Nm)         | $M_{0a} = \mu S_a D_a$                                                     |
|         | 応力降下量 $\Delta \sigma_a$ (MPa)       | $\Delta \sigma_a = (S / S_a) \Delta \sigma$                                |
| 背景領域    | 面積S <sub>b</sub> (km <sup>2</sup> ) | $S_b = S - S_a$                                                            |
|         | 平均すべり量D <sub>b</sub> (cm)           | $D_b = M_{0b} / (\mu S_b)$                                                 |
|         | 地震モーメントM <sub>0b</sub> (Nm)         | $M_{0b} = M_0 - M_{0a}$                                                    |
|         | 実効応力 $\Delta \sigma_b$ (MPa)        | $\Delta \sigma_b = 0.2 \Delta \sigma_a$                                    |

検討においては、アスぺリティー位置にすべり量103.5cmを、背景領域にすべり量40.2cmを与えて検討を実施

※パラメータは基本ケースを代表して示す

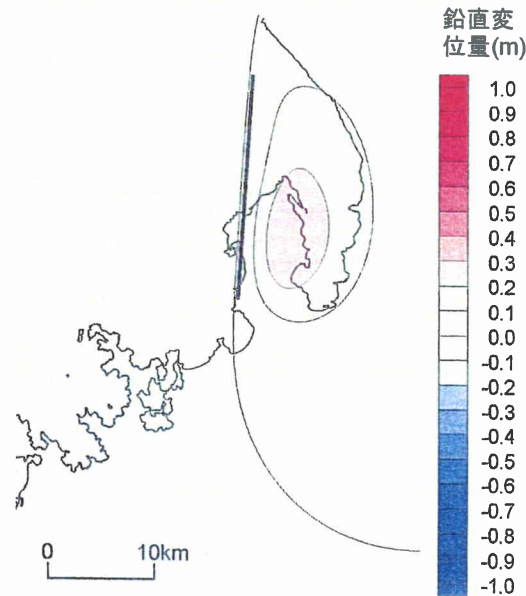
※1 香川敬生, 鶴来雅人, 佐藤信光 (2003) : 硬質サイトの強震観測記録に見られる高周波低減特性の検討. 土木学会地震工学論文集, p.315.

※2 佐藤智美, 壇一男, 岡崎敦, 羽田浩二 (2007) 若狭湾周辺の地殻内地震の記録を用いたスペクトルインバージョン解析. 日本地震学会講演予稿集, p.286.



# 断層のモデルを変えた検討結果【検討⑥】

鉛直変位量分布図（広域）



地震動評価時に設定した白木－丹生断層の震源モデルを用いて検討を実施。

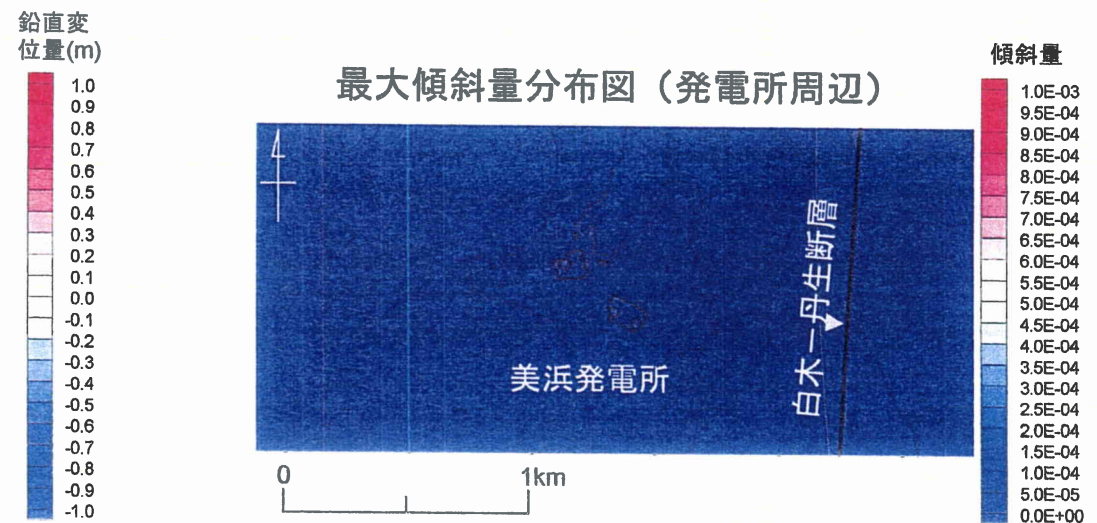
| 位 置   | 鉛直変位量 (m) | 傾斜量                               |
|-------|-----------|-----------------------------------|
| 1号機炉心 | -0.02     | $3.22 \times 10^{-5}$ (1/31, 000) |
| 2号機炉心 | -0.02     | $3.04 \times 10^{-5}$ (1/32, 900) |
| 3号機炉心 | -0.03     | $2.64 \times 10^{-5}$ (1/37, 900) |

● 断層に近い1号機で最大傾斜(約 1/31,000)を示す。

鉛直変位量分布図（発電所周辺）



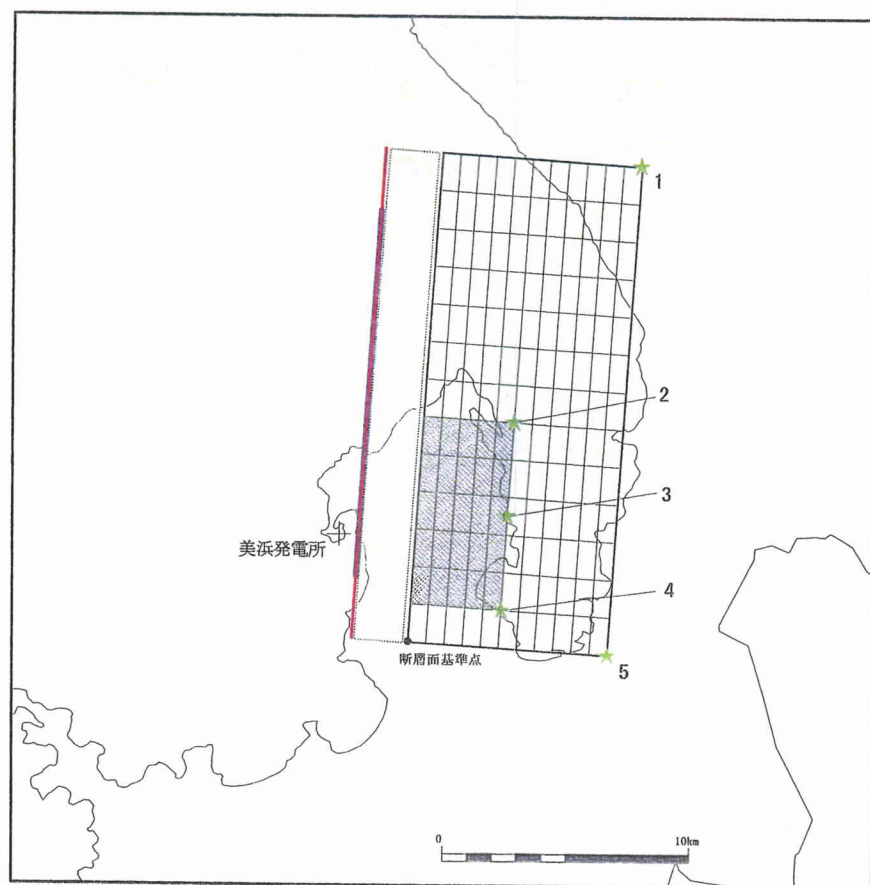
最大傾斜量分布図（発電所周辺）





# 断層のモデルを変えた検討結果【検討⑥】

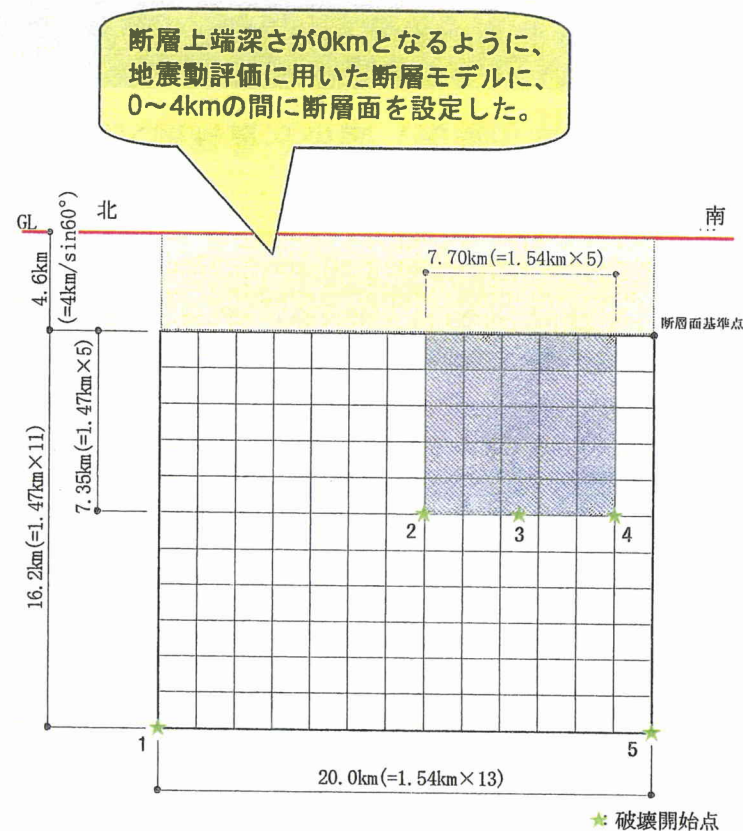
## ■白木-丹生断層のモデル図(断層上端深さを0kmとする場合)



※ 青色の線は活断層調査結果を示す。

★：破壊開始点

i) 断層配置図



ii) 断面図

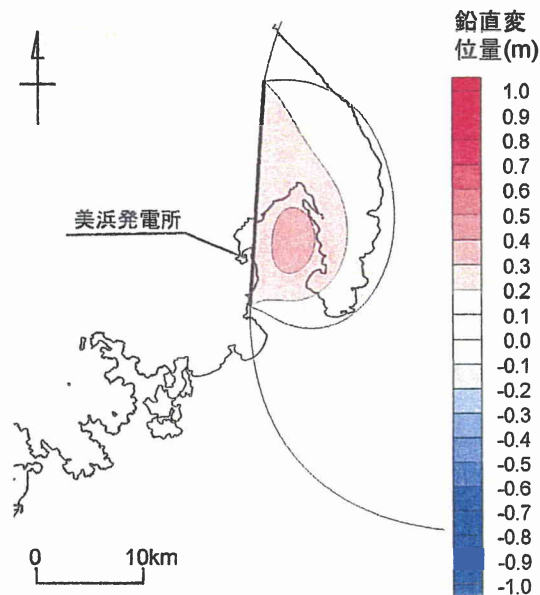
※モデル図は基本ケースを代表して示す



# 断層のモデルを変えた検討結果【検討⑥】

## ■断層モデルによる検討において、断層上端深さを0kmとした場合の検討結果

鉛直変位量分布図（広域）

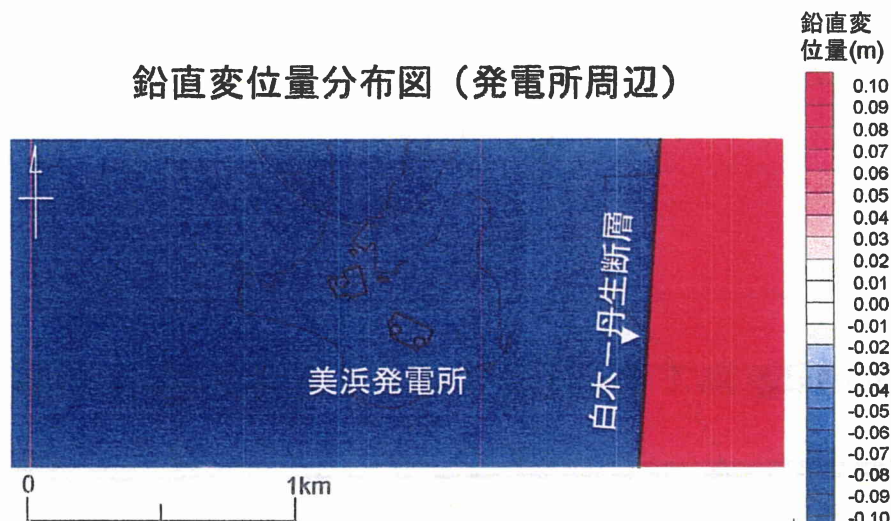


地震動評価時に設定した白木－丹生断層の震源モデルを用いて検討を実施。但し、断層上端深さが0kmとなるように0～4kmに断層面を設定し、その断層面には背景領域のすべり量を与えた。

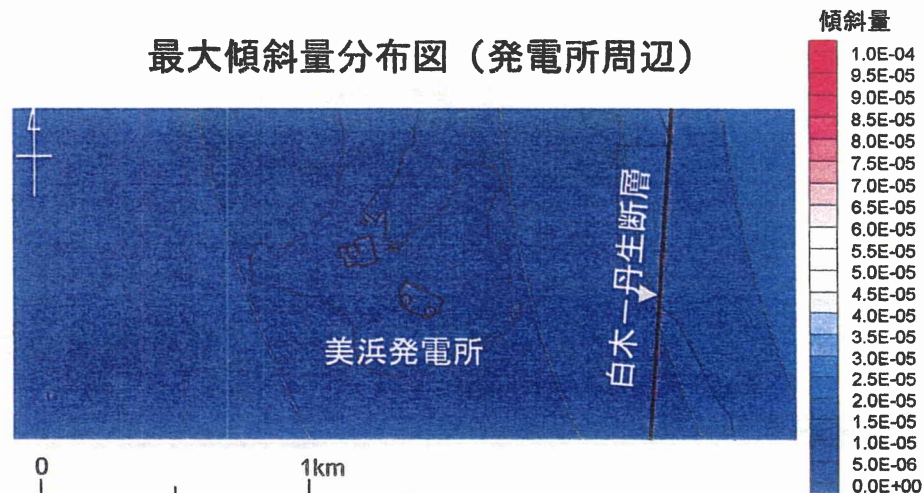
| 位 置   | 鉛直変位量 (m) | 傾斜量                                |
|-------|-----------|------------------------------------|
| 1号機炉心 | -0.089    | $2.58 \times 10^{-6}$ (1/388, 000) |
| 2号機炉心 | -0.089    | $2.51 \times 10^{-6}$ (1/398, 000) |
| 3号機炉心 | -0.089    | $2.63 \times 10^{-6}$ (1/380, 000) |

● 傾斜量は約 1/380,000と小さい値を示す。

鉛直変位量分布図（発電所周辺）



最大傾斜量分布図（発電所周辺）

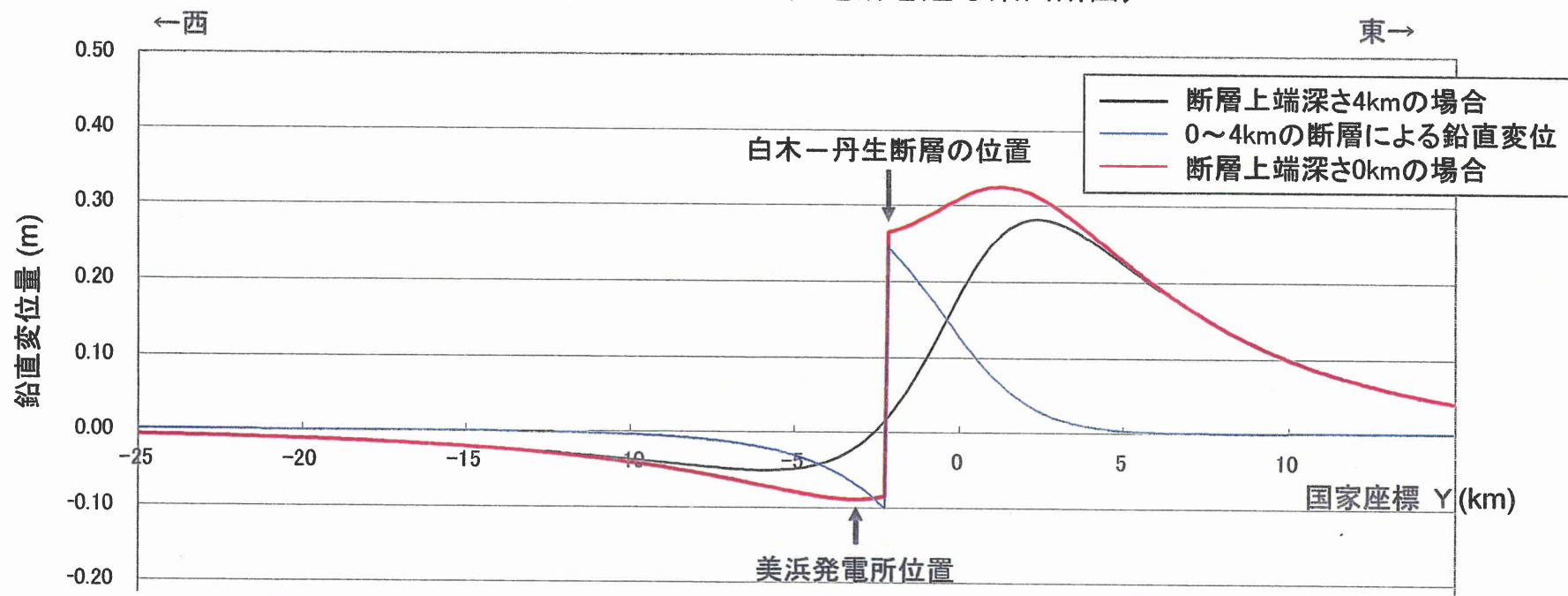




## 断層のモデルを変えた検討結果【検討⑥】

### ■断層上端深さ4kmの場合と断層上端深さ0kmの場合の比較

鉛直変位量分布図（美浜発電所を通る東西断面）



- 断層上端深さ0kmの場合の検討を実施したところ、断層上端深さ4kmの場合の結果と比較して、美浜発電所における鉛直変位量（沈降量）は大きくなったが、傾斜量は小さくなった。
- 断層上端深さ0kmの場合の鉛直変位量は、断層上端深さ4kmの場合の鉛直変位量に、0～4kmに設定した断層による鉛直変位量を足したものとなったため、大きくなった。  

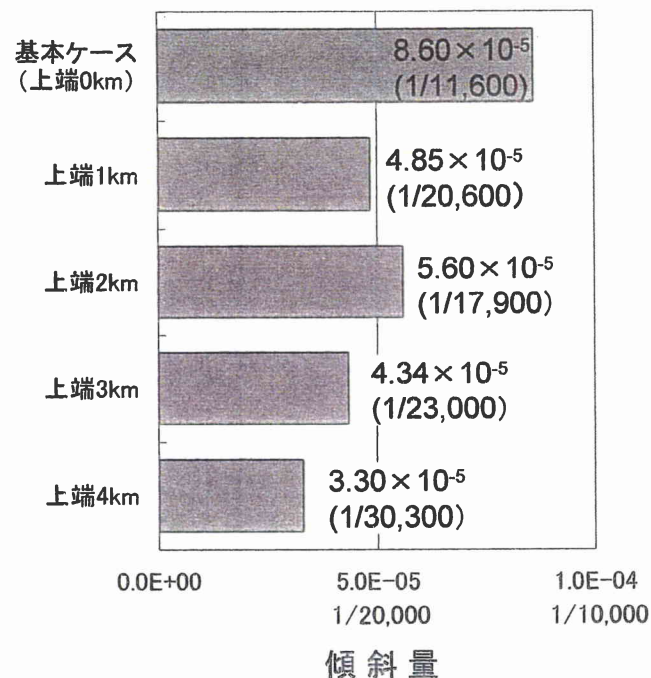
$$[(\text{断層上端深さ4kmの場合の鉛直変位}) + (0 \sim 4\text{kmの断層による鉛直変位}) = (\text{断層上端深さ0kmの場合の鉛直変位})]$$
- 断層上端深さ0kmの場合の傾斜量については、美浜発電所付近において、断層上端深さ4kmの場合の傾斜の方向と、0～4kmに設定した断層による傾斜の方向が異なったため、小さくなった。



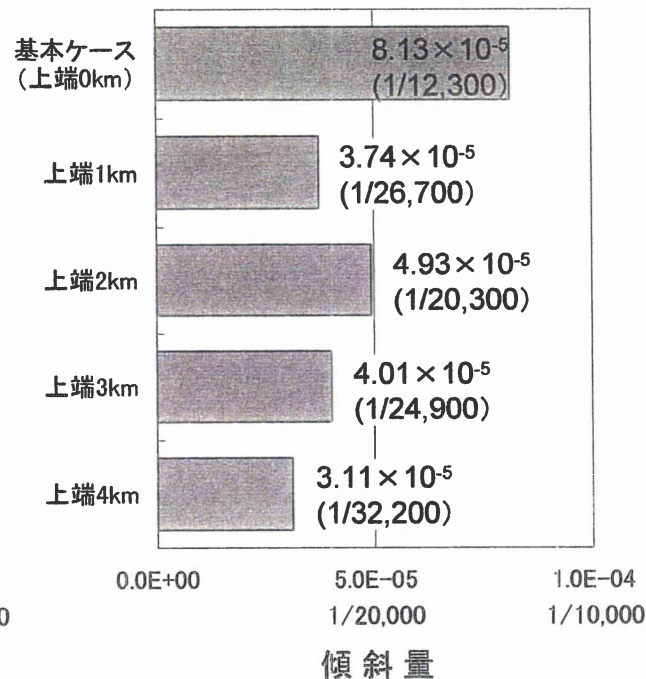
## 断層上端深さを変えた検討結果【追加検討】

- ・断層上端深さを深くした検討(1km, 2km, 3km, 4kmの4ケース深さで検討)を実施。
- ・但し、断層幅は変更しないものとした

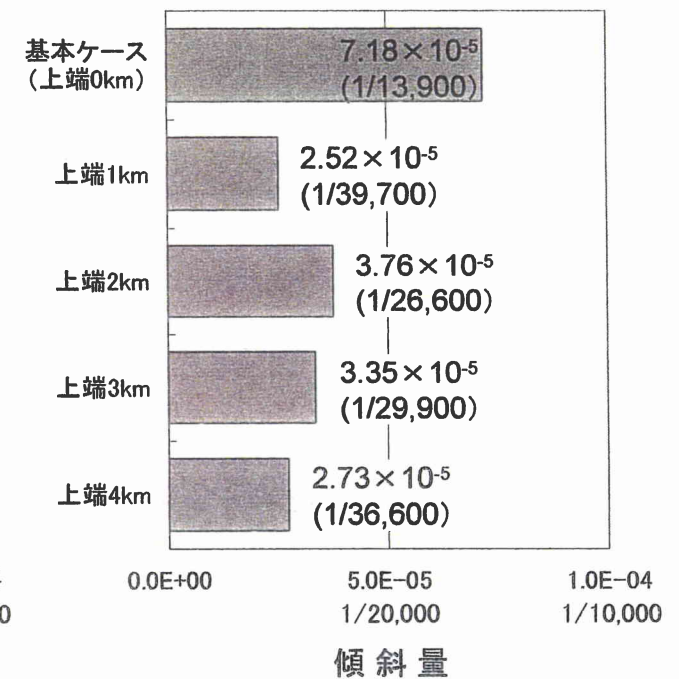
1号炉心位置の最大傾斜量



2号炉心位置の最大傾斜量



3号炉心位置の最大傾斜量



- 全ての号機において、基本ケースである断層上端深さ0kmのケースの傾斜が最大傾斜量となる。

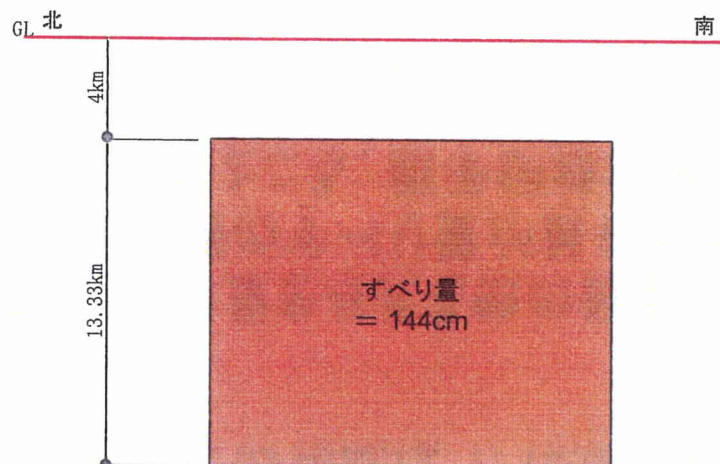


# 断層上端深さを変えた検討結果【追加検討】

## ■地震動評価に用いた断層モデルによる検討との比較

断層上端深さを変えた検討の内、上端深さが4kmの場合

(モデル図)

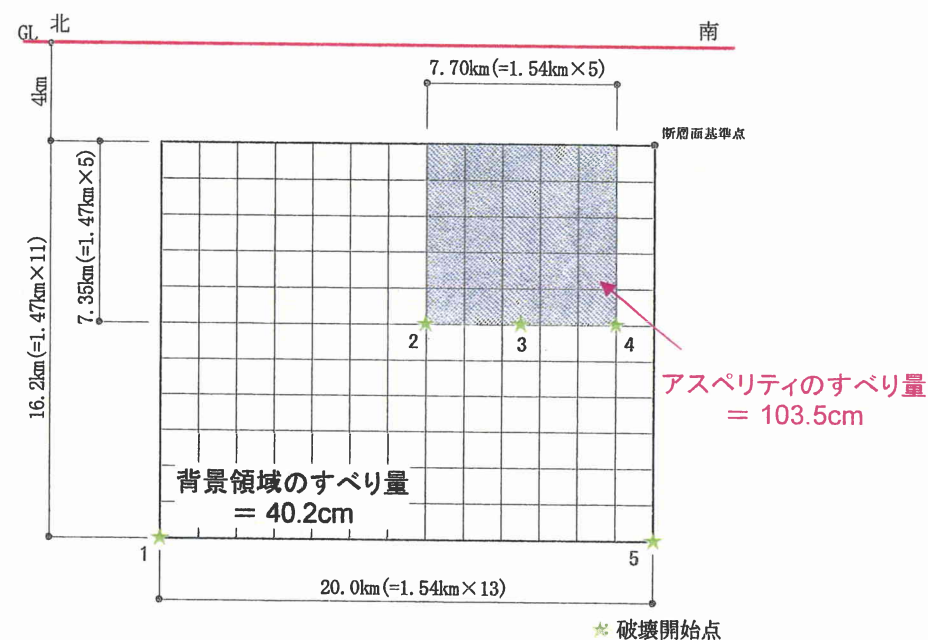


- ・検討の結果、断層に近い1号機で最大傾斜量約1/30,300を示す。
- ・上端深さ4kmの場合の結果と上端深さ3kmの場合の結果（最大傾斜量1/23,000）とを比較すると、上端深さ3kmの場合に傾斜量が2割程度大きくなるが、いずれも基本ケースの結果（上端深さ0kmで最大傾斜量約1/11,600）の1/2～1/3程度と小さな結果となっている。

(検討結果は、前ページ参照)

断層のモデルを変えた検討【検討⑥】  
(地震動評価に用いた断層モデルによる検討)

(モデル図)



ii) 断面図

- ・検討の結果、断層に近い1号機で最大傾斜量約1/31,000を示す。
- ・上端深さを変えた検討結果を踏まえると、地震動評価において実施した上端深さ3kmの不確かさを考慮しても、結果は基本ケースの結果よりかなり小さなものになると考えられる。



基本ケースで安全側の検討を実施している



## ま と め

---

- 食い違いの弾性論により、白木－丹生断層が活動した場合の美浜発電所での地盤変位・傾斜について検討を実施した。
- 土木学会「原子力発電所の津波評価技術」を参考に設定した条件をもとに、断層長さ、断層幅等を変えた検討等を実施した結果、原子炉建屋位置での勾配は  $1/10,000$  程度である。
- すべり量を与える他の経験式の比較から、松田(1975)により算出される断層のすべり量が最も大きいことから、このすべり量による計算を実施したところ、原子炉建屋位置での勾配は 1割程度増加し、 $1/9,000$  程度となる。
- 白木－丹生断層の活動に伴い美浜発電所に想定される地盤変位・傾斜は、十分小さく、施設の安全性に影響を与えるものではないと考えられる。



## 引用文献



- ・ 原子力安全・保安院（2009）：若狭湾周辺地域原子力発電所（敦賀発電所、高速増殖原型炉もんじゅ、美浜発電所、大飯発電所及び高浜発電所）に係る耐震設計審査指針の改訂に伴う耐震安全性評価（活断層等に係る評価の中間的整理）（案），原子力安全・保安院
- ・ 活断層研究会編（1991）：新編 日本の活断層 分布図と資料，東京大学出版会
- ・ 岡田篤正・東郷正美編（2000）：近畿の活断層，東京大学出版会
- ・ 池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志編（2002）：第四紀逆断層アトラス，東京大学出版会
- ・ 中田高・今泉俊文編（2002）：活断層詳細デジタルマップ，東京大学出版会
- ・ 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」及び同報告
- ・ 海上保安庁水路部（1980）：沿岸の海の基本図（5万分の1）「若狭湾西部」及び同報告
- ・ 佃栄吉・寒川旭・水野清秀（1985）：50万分の1活構造図「岡山」，工業技術院地質調査所
- ・ 加藤碩一・杉山雄一（1985）：50万分の1活構造図「金沢」，工業技術院地質調査所
- ・ 水野清秀・寒川旭・関口春子・駒沢正夫・杉山雄一・吉岡敏和・佐竹健治・苅谷愛彦・栗本史雄・吾妻崇・須貝俊彦・栗田泰夫・大井田徹・片尾浩・中村正夫・森尻理恵・広島俊男・村田泰章・牧野雅彦・名和一成（2002）：50万分の1活構造図「京都」（第2版）及び同説明書，産業技術総合研究所地質調査総合センター
- ・ 山本博文・上嶋正人・岸本清行（2000）：海洋地質図「ゲンタツ瀬海底地質図」（20万分の1）及び同説明書，工業技術院地質調査所
- ・ 山本博文・上嶋正人・岸本清行（1993）：海洋地質図「経ヶ岬沖海底地質図」（20万分の1）及び同説明書，工業技術院地質調査所
- ・ 中江訓（2000）：西南日本内帯ジュラ紀付加複合体の広域対比，地質学論文集，Vol. 55, p. p. 73-98
- ・ 福井県（1997）：平成8年度地震調査研究交付金 柳ヶ瀬断層帯（柳ヶ瀬断層，山中断層，甲楽城断層）に関する調査 成果報告書
- ・ 海上保安庁海洋情報部（2004）：沿岸海域海底活断層調査「加賀一福井沖」資料整理作業報告書
- ・ 田中隆・小草欽治（1981）：山陰沖における中期中新世以降の構造運動，地質学雑誌，Vol. 87, No. 11, p. p. 725-736
- ・ 地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）：柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯の長期評価について
- ・ 小池一之・町田洋（2001）：日本の海成段丘アトラス，東京大学出版会
- ・ 山本博文・木下慶之（2001）：福井県越前海岸沿い活断層群の活動履歴，地球惑星科学関連学会2001年合同大会予稿集，Jm-005.
- ・ 狩野謙一・村田明広（1998）：構造地質学，朝倉書店
- ・ 福井県（1998）：平成9年度地震関係基礎調査交付金 柳ヶ瀬断層帯（柳ヶ瀬断層，山中断層，甲楽城断層）に関する調査 成果報告書



- ・ 武藤章・豊蔵勇・松浦一樹・池戸正行（1981）：活断層調査の例－柳ヶ瀬断層，応用地質，Vol. 22, No. 1, p. p. 32-51
- ・ 吉岡敏和・杉山雄一・細矢卓志・逸見健一郎・渡辺俊一・田中英幸（1998a）：柳ヶ瀬断層の最新活動－滋賀県余呉町椿坂峠におけるトレンチ発掘調査－，地震第2輯，Vol. 51, p. p. 281-289
- ・ 杉山雄一・栗田泰夫・佃栄吉・吉岡敏和（1993）：1992年柳ヶ瀬断層（椿坂地区）トレンチ調査，活断層研究，No. 11, p. p. 100-109
- ・ 杉山雄一・栗田泰夫・吉岡敏和（1994）：「柳ヶ瀬－養老断層系ストリップマップ」（10万分の1），工業技術院地質調査所
- ・ 岡田篤正（2000）：敦賀市東方，中池見凹地の地形・地質調査（概要版），大阪ガス（株）敦賀LNG基地建設予定地地質調査結果説明会資料
- ・ 岡崎セツ子（1967）：日本各地の山地内に認められる侵食平坦面の性質とその成因に対する考察，お茶の水女子大学人文科学紀要，No. 20, p. p. 193-204
- ・ 地震調査研究推進本部地震調査委員会（2003）：湖北山地断層帯の長期評価について
- ・ 杉山雄一（1997）：敦賀断層系の活動性調査，地質調査所研究資料集No. 303（平成8年度活断層研究調査概要報告書），p. p. 1-11
- ・ 杉山雄一・吉岡敏和・寒川旭・佐竹健治（1998）：敦賀断層の活動履歴調査，地質調査所速報，No. EQ/98/1（平成9年度活断層・古地震研究調査概要報告書），p. p. 101-112
- ・ 地震調査研究推進本部地震調査委員会（2003）：野坂・集福寺断層帯の長期評価について
- ・ 地質調査所編（1992）：日本地質アトラス（第2版），工業技術院地質調査所，朝倉書店
- ・ 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
- ・ 産業技術総合研究所：活断層データベース，<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/activefault/>
- ・ 藤田和夫（1976）：近畿の第四紀地殻変動と地震活動，地質ニュース，No. 267, p. p. 10-20
- ・ 狩野謙一（2002）：美濃－丹波帯に発達する急傾斜した軸を持つ地質図規模の褶曲－基盤構造からみた柳ヶ瀬断層の起源－，地質学雑誌，vol. 108-9, p. p. 591-605
- ・ 栗本史雄・内藤一樹・杉山雄一・中江訓（1999）：敦賀地域の地質，地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），工業技術院地質調査所
- ・ 脇田浩二・原山智・鹿野和彦・三村弘二・坂本亨・広島俊男・駒沢正夫・中島和敏（1992）：20万分の1地質図幅「岐阜」，工業技術院地質調査所
- ・ 塚野善蔵・伊藤政昭（1965）：敦賀市東部山地の古生層について，福井大学芸紀要，Ⅱ，no. 14, p. p. 101-116
- ・ 日本国有鉄道岐阜工務局（1963）：北陸本線敦賀・今庄間北陸ずい道工事誌，p. p. 19-37



- ・ 町田洋・新井房夫（2003）：新編 火山灰アトラス，東京大学出版会
- ・ 東郷正美・佐藤比呂志・岡田篤正・松山紀香：1994年堅田断層（比叡辻地区）トレンチ調査，活断層研究，No. 16，p. p. 53-58
- ・ 小松原琢・杉山雄一・水野清秀（2000）：若狭湾中部，三方断層および野坂断層北方延長部の音波探査，地質調査所速報，No. EQ/00/2，平成11年度活断層・古地震研究調査概要報告書，p. p. 89-118
- ・ 小松原琢・水野清秀・寒川旭・山崎晴雄（1999）：三方断層のトレンチ調査と寛文地震時の地殻変動に関する検討，地質調査所速報，No. EQ/99/3，平成10年度活断層・古地震研究調査概要報告書，p. p. 197-213
- ・ 西山昭仁・小松原琢・東幸代・水野章二・北原糸子・武村雅之・寒川旭（2005）：活断層調査と文献史料から推定した寛文二年（1662）若狭・近江地震の起震断層と震源過程，歴史地震，第20号，p. p. 257-266
- ・ 松田時彦（1990）：最大地震規模による日本列島の地震分帯図，地震研究所集報，Vol. 65，p. p. 289-319
- ・ 地震調査研究推進本部地震調査委員会（2008）：震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）
- ・ 浜田信生（1987）：日本列島の内陸部に発生した被害地震に伴う地震活動の再調査とその地震学的意義，気象研究所研究報告，38，p. p. 77-156
- ・ 菊地正幸・中村操・山田真・吉川一光（2001）：気象庁強震記録による1963年3月27日越前岬沖地震の震源過程，日本地震学会秋季大会講演予稿集，p. 111
- ・ Okada, Y. (1992) : Internal deformation due to shear and tensile faults in a half-space. Bulletin of the Seismological Society of America, vol. 82-2, pp. 1018-1040
- ・ Wang, R, Martin and F. L, Roth, F. (2003) : Computation of deformation induced by earthquakes in a multi-layered elastic crust - FORTRAN programs EDGRN/EDCMP. Computers and Geosciences, vol. 29, pp. 195-207
- ・ 土木学会 原子力土木委員会 津波評価部会（2002）：原子力発電所の津波評価技術
- ・ 松田時彦（1975）：活断層から発生する地震の規模と周期について，地震 第2輯，vol. 28，pp. 269-283
- ・ 佐藤良輔（1989）：日本の地震断層パラメター・ハンドブック
- ・ 武村雅之（1998）：日本列島における地殻内地震のスケーリング則—地震断層の影響および地震被害との関連—，地震 第2輯，vol. 51，p. p. 211-228
- ・ Kanamori, H (1977) : The energy release in great earthquakes, Journal of Geophysical Research, Vol. 82, No. 20, pp. 2981-2987
- ・ 香川敬生, 鶴来雅人, 佐藤信光（2003）：硬質サイトの強震観測記録に見られる高周波低減特性の検討．土木学会地震工学論文集，p. 315
- ・ 佐藤智美, 壇一男, 岡崎敦, 羽田浩二（2007）若狭湾周辺の地殻内地震の記録を用いたスペクトルインバージョン解析．日本地震学会講演予稿集，p. 286