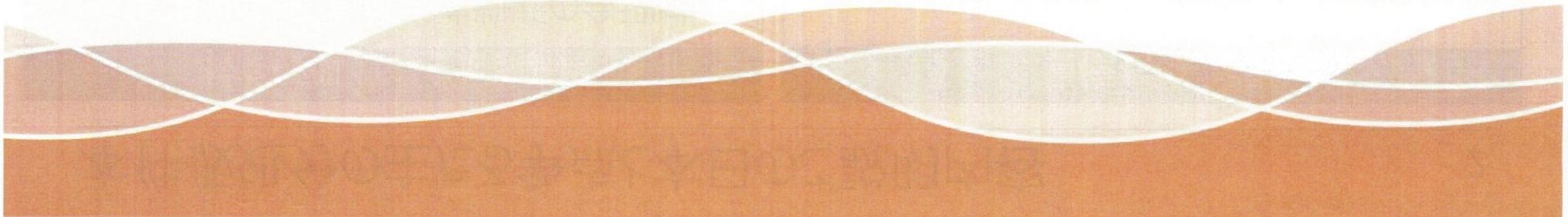




# 大飯発電所 基準地震動について

2018年7月9日



## 本件仮処分の主たる争点

大飯発電所の基準適合性判断の合理性、  
具体的には、基準地震動の策定の合理性  
(第1回審尋調書)

## 債権者の主張

入倉・三宅式を用いて策定した大飯発電所  
の基準地震動は過小評価である

### 【島崎氏の証言】

入倉・三宅式は関係式としては  
問題ないが、入倉・三宅式を使う  
ためには、震源断層の詳細な情  
報が必要である。

震源断層の詳細な情報は地震発生前には  
分からぬ（長さ等が過小となる）ので、この  
情報をもとに入倉・三宅式を使うと基準地震  
動は過小となる。

## 本日のご説明内容

基準地震動策定の流れ、および、断層モデルを用いた手法による地震動評価の概要、  
入倉・三宅式について説明した上で、**大飯発電所周辺における震源断層について、詳細な  
調査に基づいて適切に把握し、長さや幅を安全側に設定して地震動評価に用いているため、  
基準地震動を過小評価していないことを**を中心に説明する。

## 6月7日にいただいた質問事項への回答

3

質問事項	本日回答させていただく項目	該当頁
1 本件で問題とされている部分の位置付けについて		
2 入倉・三宅式によるパラメータM <sub>0</sub> の過小評価の可能性について		
3 震源インバージョンによらないパラメータSの設定について		
(1) 断層長さの調査について ア	<input type="radio"/>	20~24
イ	<input type="radio"/>	33~34
(2) 債務者によるSの設定について	<input type="radio"/>	
(3) 「保守的な設定」または「不確かさの考慮」について	<input type="radio"/>	48~50
4 レシピ(イ)について		
(1)~(3)	<input type="radio"/> (3)のみ	56~57

1. 基準地震動策定の流れ
2. 「断層モデルを用いた手法による地震動評価」について
  - (1) 評価手法の概要
  - (2) 入倉・三宅式について
3. 大飯発電所周辺における断層の調査・評価
  - (1) 断層の長さ
  - (2) 断層の幅
4. 大飯発電所における地震動評価
  - (1) 「レシピ」の「(ア) の方法」, 「(イ) の方法」
  - (2) 断層モデルを用いた手法による地震動評価
5. 本日の説明全体のまとめ

## → 1. 基準地震動策定の流れ

2. 「断層モデルを用いた手法による地震動評価」について
  - (1) 評価手法の概要
  - (2) 入倉・三宅式について
3. 大飯発電所周辺における断層の調査・評価
  - (1) 断層の長さ
  - (2) 断層の幅
4. 大飯発電所における地震動評価
  - (1) 「レシピ」の「(ア) の方法」, 「(イ) の方法」
  - (2) 断層モデルを用いた手法による地震動評価
5. 本日の説明全体のまとめ

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

震源を特定せず  
策定する地震動

## 断層の調査・評価

入倉・三宅式  
は、ここで用い  
ている

## 地震動評価

### 応答スペクトルに 基づく地震動評価

- 地震規模及び震源から評価地点までの距離と、地震による揺れの大きさの関係式を用いて地震動を計算する方法
- 地震規模や震源からの距離等の少ないパラメータで地震動を評価できるという特徴がある。

### 断層モデルを用いた 手法による地震動評価

- 震源の断层面を詳細にモデル化した断層モデルを用いて地震動を計算する方法
- 地震規模や震源からの距離以外にも多くのパラメータが必要であるが、詳細な地震動を評価するのに適している

・主張書面（1），28頁

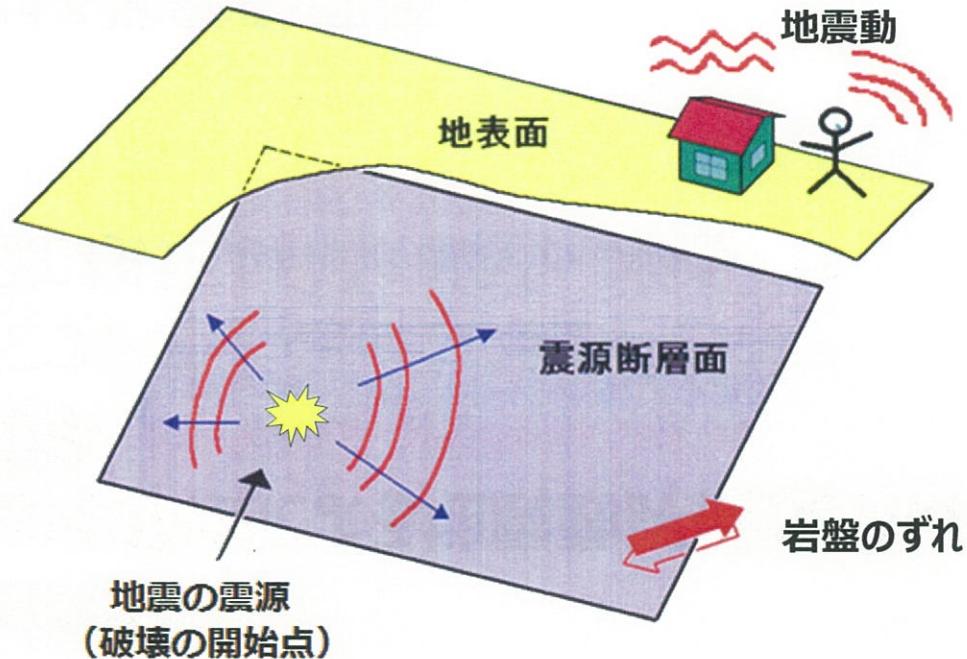
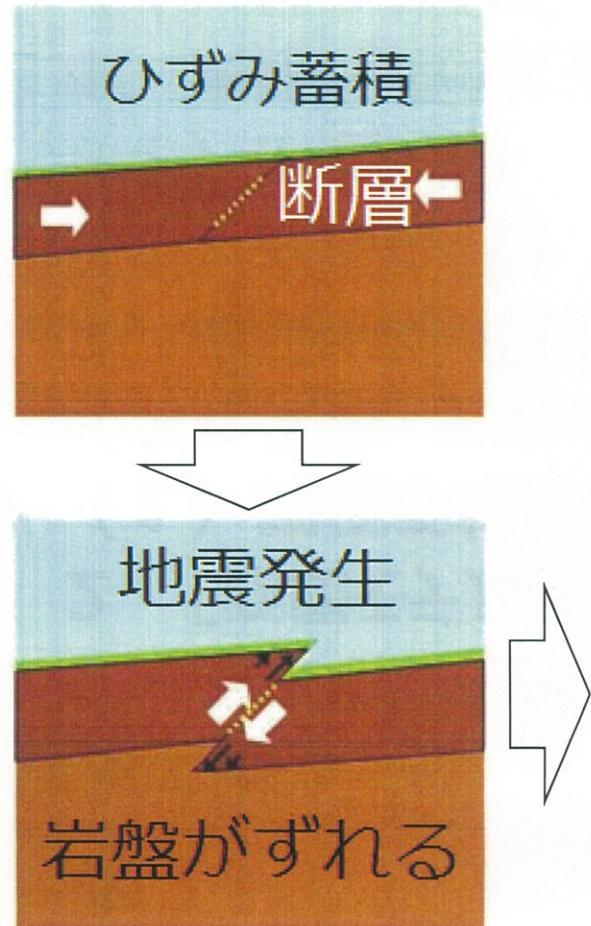
## 基準地震動の策定

1. 基準地震動策定の流れ
2. 「断層モデルを用いた手法による地震動評価」について

→ **(1) 評価手法の概要**

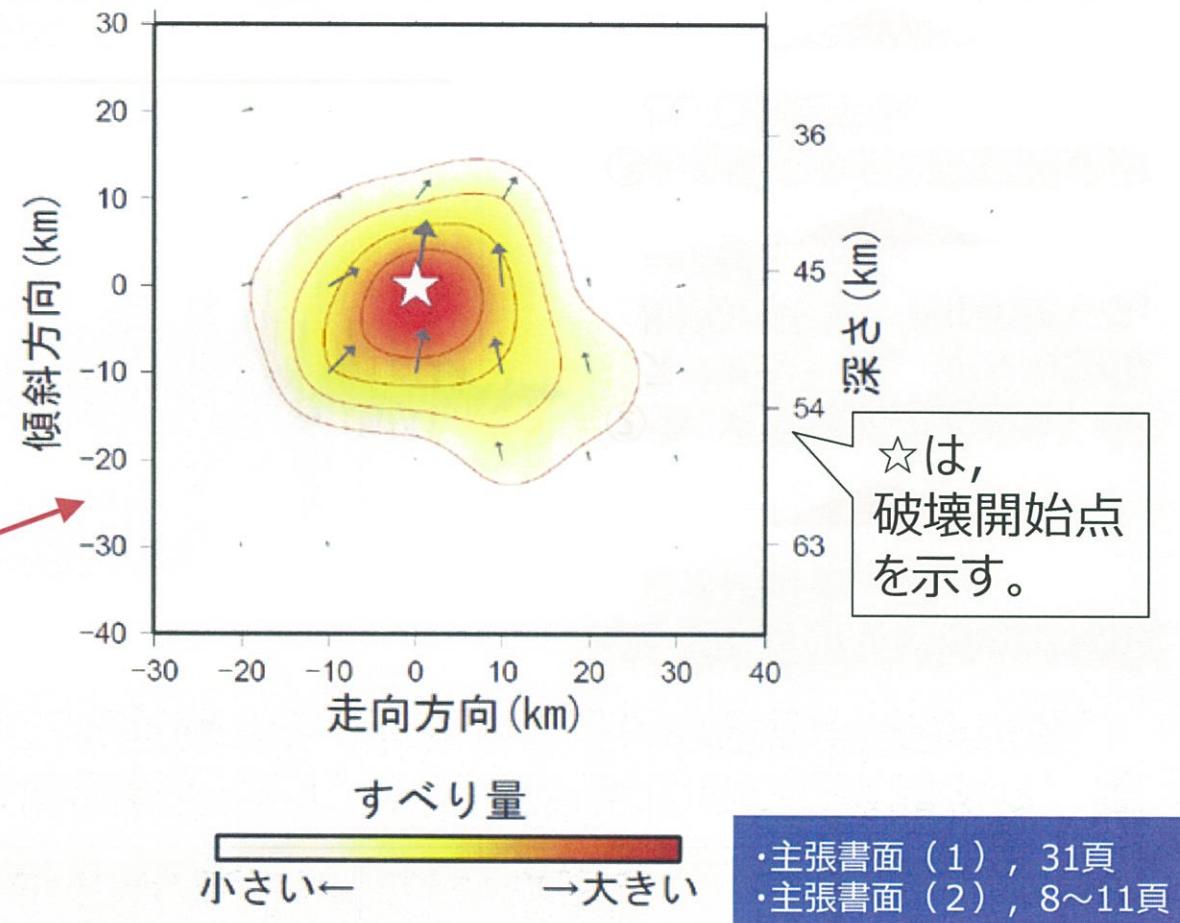
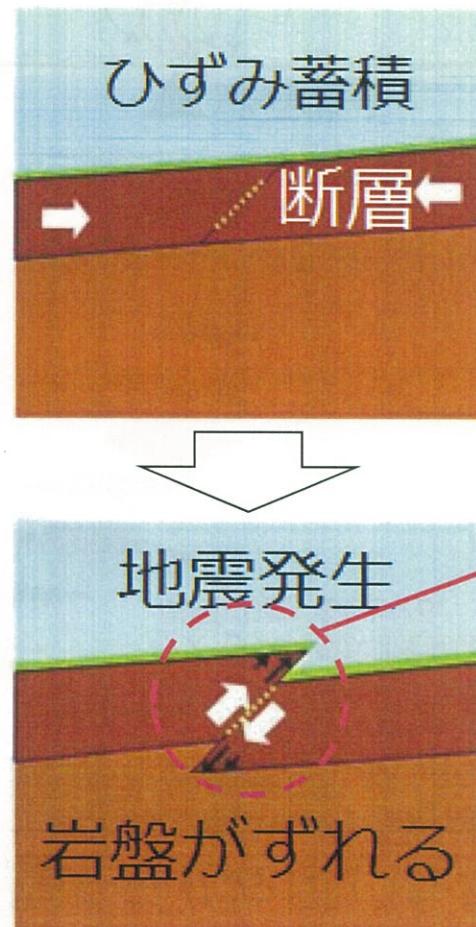
- (2) 入倉・三宅式について
3. 大飯発電所周辺における断層の調査・評価
  - (1) 断層の長さ
  - (2) 断層の幅
4. 大飯発電所における地震動評価
  - (1) 「レシピ」の「(ア) の方法」, 「(イ) の方法」
  - (2) 断層モデルを用いた手法による地震動評価
5. 本日の説明全体のまとめ

- 「地震」とは、地下の岩盤がある面（震源断層面）を境としてずれる現象である。
- 震源断層面上のある点（破壊開始点）から破壊（ずれ・すべり）が始まり、周囲の面上に広がっていく。
- このようにして、「地震」によって放出されたエネルギーが伝わることによる、ある地点の地表面などの揺れのことを「地震動」という。

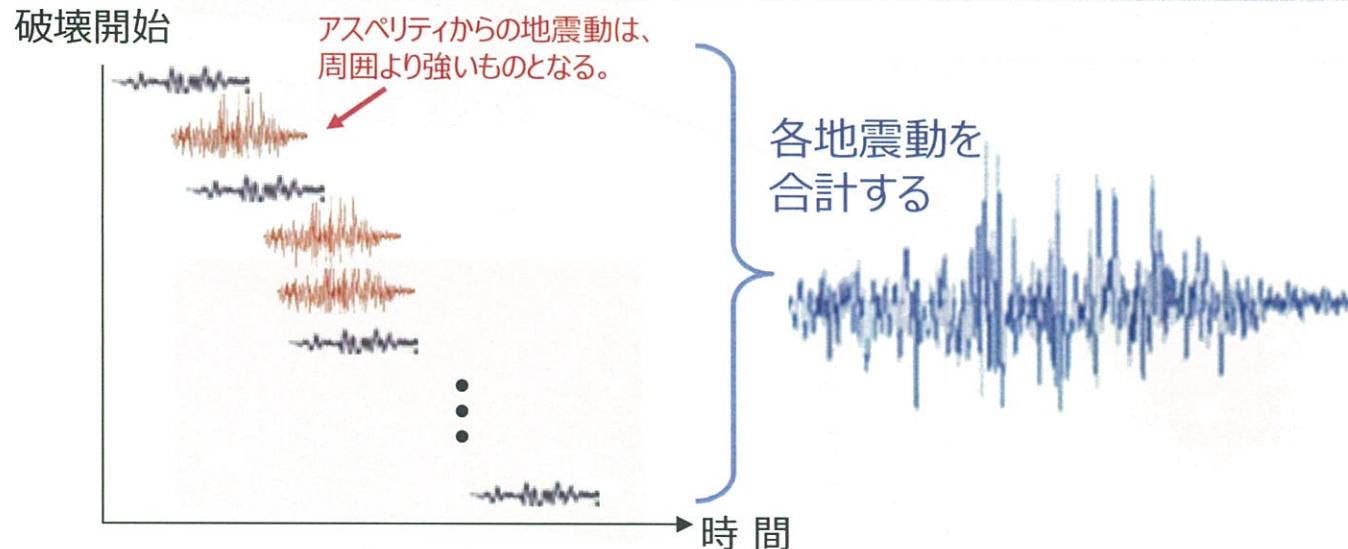


・主張書面(1), 245~249頁  
・乙7号証

- 震源断層面上のすべり量は一様ではなく、場所により異なる（不均質に分布する）。
- 周囲に比べてすべり量が大きい領域があり、これを「アスペリティ」という。
- このアスペリティから出る強い地震波が、地震災害を引き起こす大きな地震動をもたらす。



○断層モデルを用いた手法による地震動評価は、断層と評価地点の位置関係や、時間とともに断層のずれが広がることを反映でき、実現象に近い地震動評価が可能。



①震源断層面を細かな小断層に分割する。

②強い地震波を出す領域（アスペリティ）等、様々な震源断層のパラメータを設定する。  
→次頁

③ある特定の点を破壊開始点として設定する。

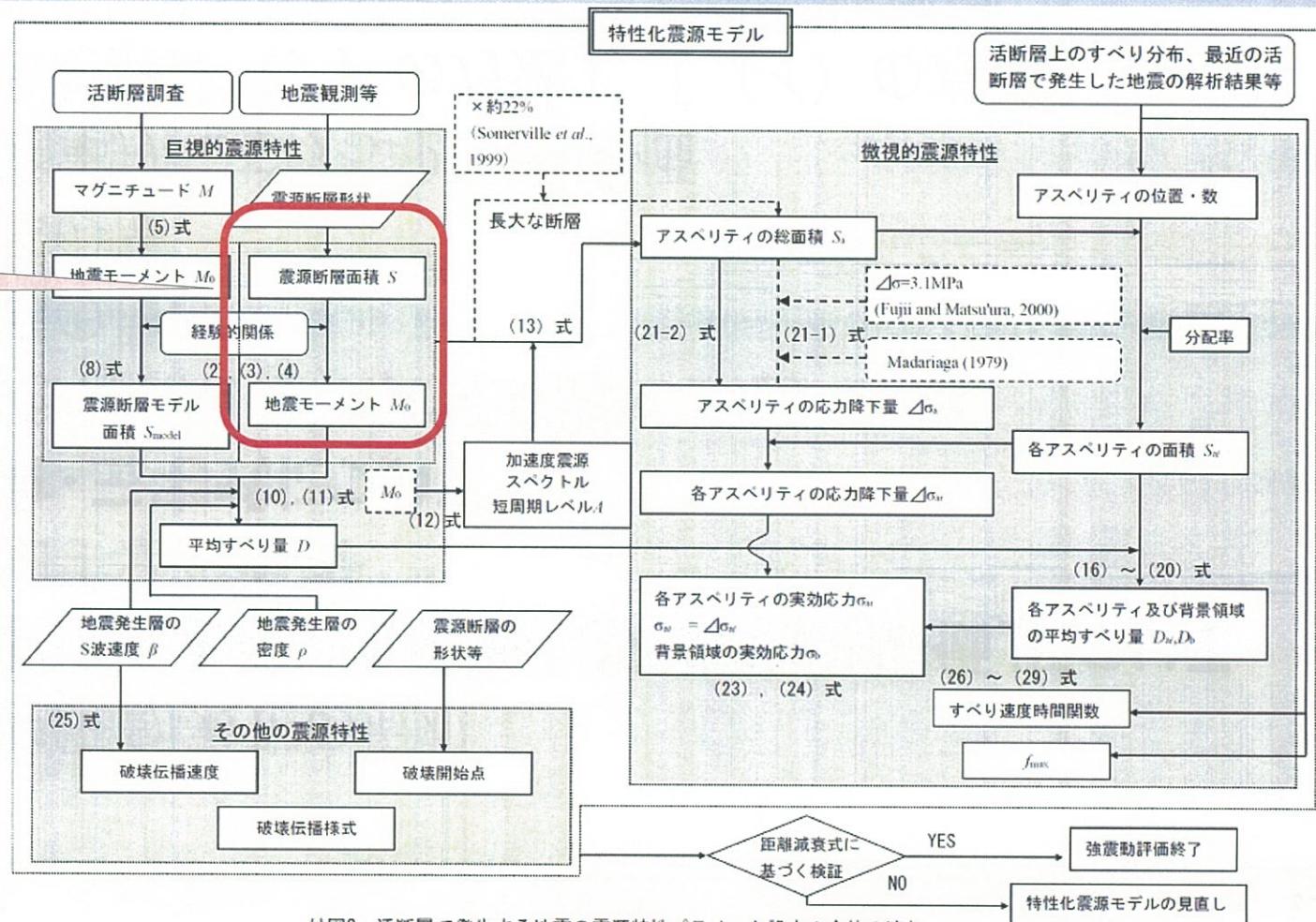
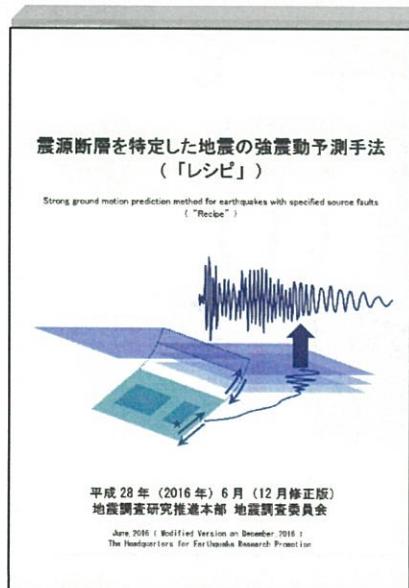
④破壊開始点から破壊が始まり、各小断層からの地震波が評価地点に到達して生じる地震動を求める。

⑤到達した地震動を合計し、評価地点における地震動を求める。

- 大飯発電所では、地震ガイドに例示された地震本部の「レシピ」等を参考するなどして、震源断層パラメータを設定している。
- 「レシピ」は、パラメータ間の関係式を用いながら、多数のパラメータを設定する一連の地震動評価手法である。実際に起きた地震の観測記録により検証がなされている。

・主張書面（1）, 152~  
174頁  
・甲8号証, 42頁

入倉・三宅式



付図2 活断層で発生する地震の震源特性パラメータ設定の全体の流れ

1. 基準地震動策定の流れ
2. 「断層モデルを用いた手法による地震動評価」について
  - (1) 評価手法の概要
  - (2) 入倉・三宅式について
3. 大飯発電所周辺における断層の調査・評価
  - (1) 断層の長さ
  - (2) 断層の幅
4. 大飯発電所における地震動評価
  - (1) 「レシピ」の「(ア) の方法」, 「(イ) の方法」
  - (2) 断層モデルを用いた手法による地震動評価
5. 本日の説明全体のまとめ

- 入倉・三宅式とは、震源断層面積Sと地震モーメント $M_0$ の関係式である。
- 震源インバージョン等による震源断層のデータを用いて作成されている。

## 入倉・三宅式

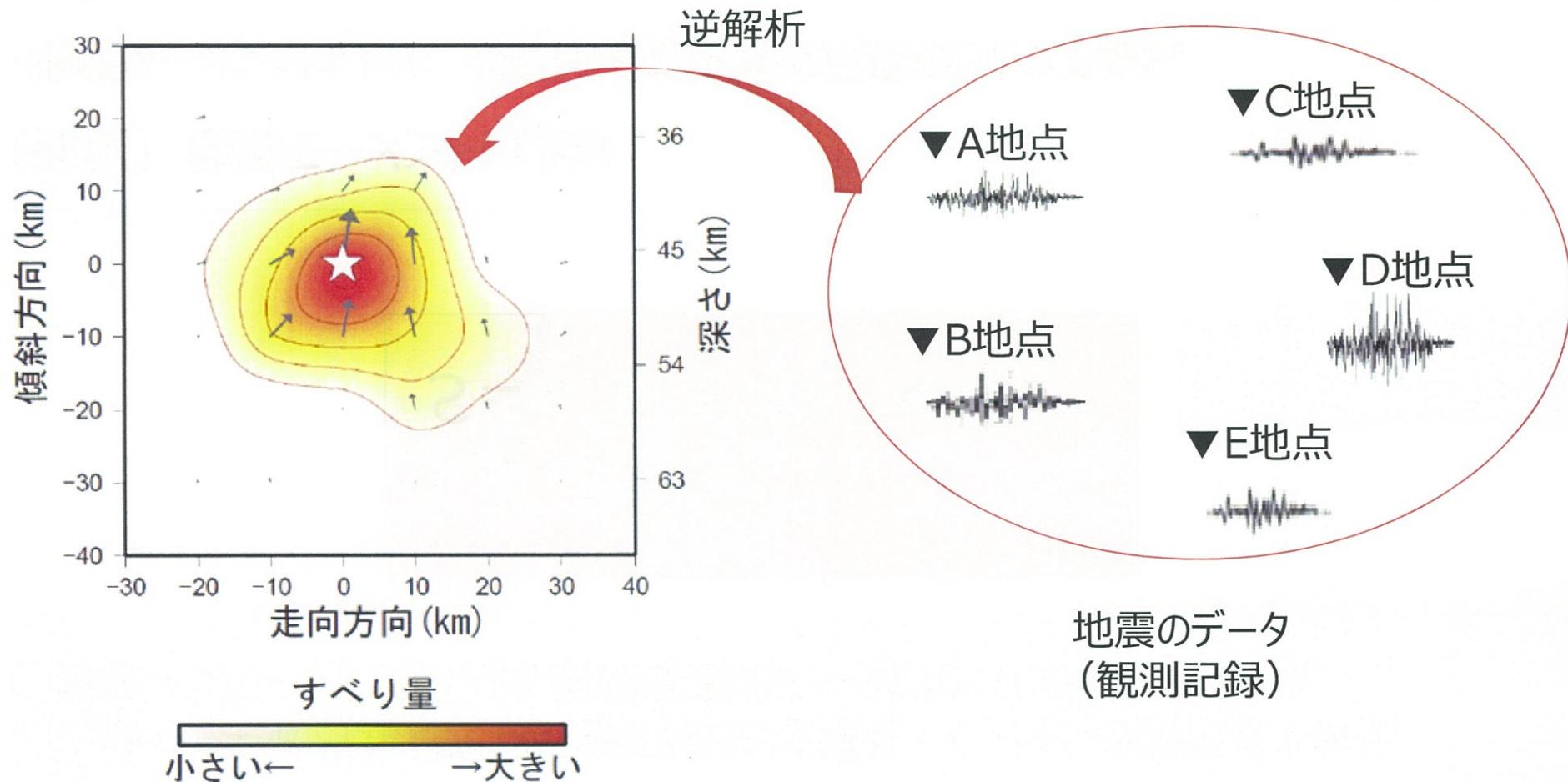
$$S = 4.24 \times 10^{-11} \times M_0^{1/2}$$

・主張書面(2), 8~11頁  
・乙39号証, 861頁

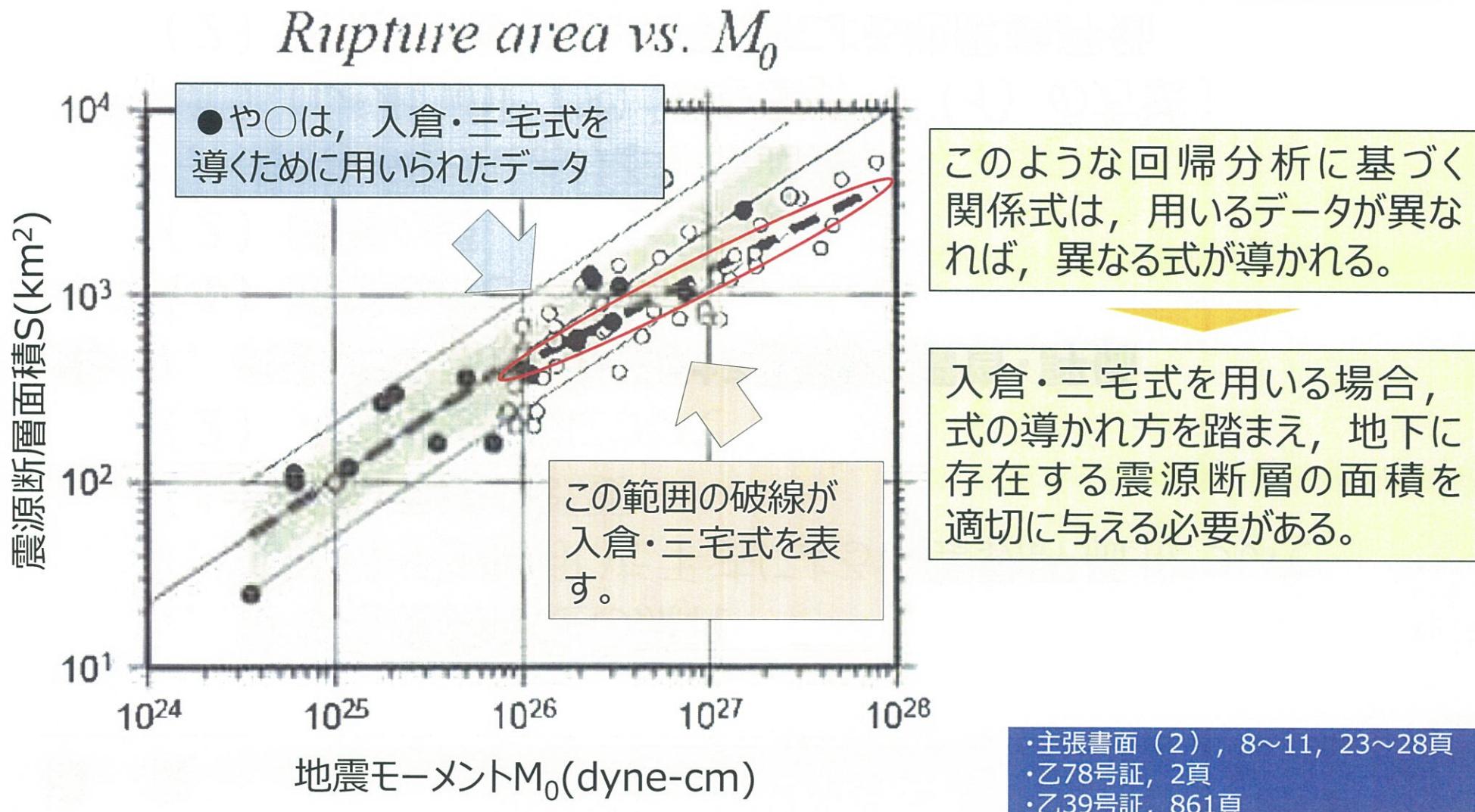
### (補足) 地震モーメント $M_0$ とは

- ・地震モーメント $M_0$ とは、地震の規模を表す尺度のひとつである。
- ・地震の規模を表す尺度としては、マグニチュードMがよく知られているが、断層モデルを用いた地震動評価では地震モーメント $M_0$ がよく使われる。
- ・地震モーメント $M_0$ は、将来の地震の予測では、入倉・三宅式等を用いて求めるが、実際に発生した地震では、地震観測記録を解析することで求めることができる。

- 震源インバージョンとは、地震の観測記録（結果）を用いて、当該地震の震源断層（原因）のパラメータ（すべり量の分布等）を推定する（逆解析する）手法



- 入倉・三宅式は、震源インバージョン等によって得られた震源断層のデータを用いて導かれた式である。
- 式の提案以降、近年の地震のデータでも妥当性が検証されている。
- 原子力規制委員会も、熊本地震のデータが入倉・三宅式と整合するとしている。



1. 基準地震動策定の流れ
2. 「断層モデルを用いた手法による地震動評価」について
  - (1) 評価手法の概要
  - (2) 入倉・三宅式について
- **3. 大飯発電所周辺における断層の調査・評価**
  - (1) 断層の長さ
  - (2) 断層の幅
4. 大飯発電所における地震動評価
  - (1) 「レシピ」の「(ア) の方法」, 「(イ) の方法」
  - (2) 断層モデルを用いた手法による地震動評価
5. 本日の説明全体のまとめ

- 入倉・三宅式を用いるには、式の導かれ方を踏まえ、地下に存在する震源断層の面積を設定する必要がある。その際、断層の長さや幅を詳細な調査結果を踏まえて、安全側に設定して過小評価しないことが重要である。
- 震源断層の面積は、断層の長さに断層の幅を乗じることによって決まる。

## 入倉・三宅式

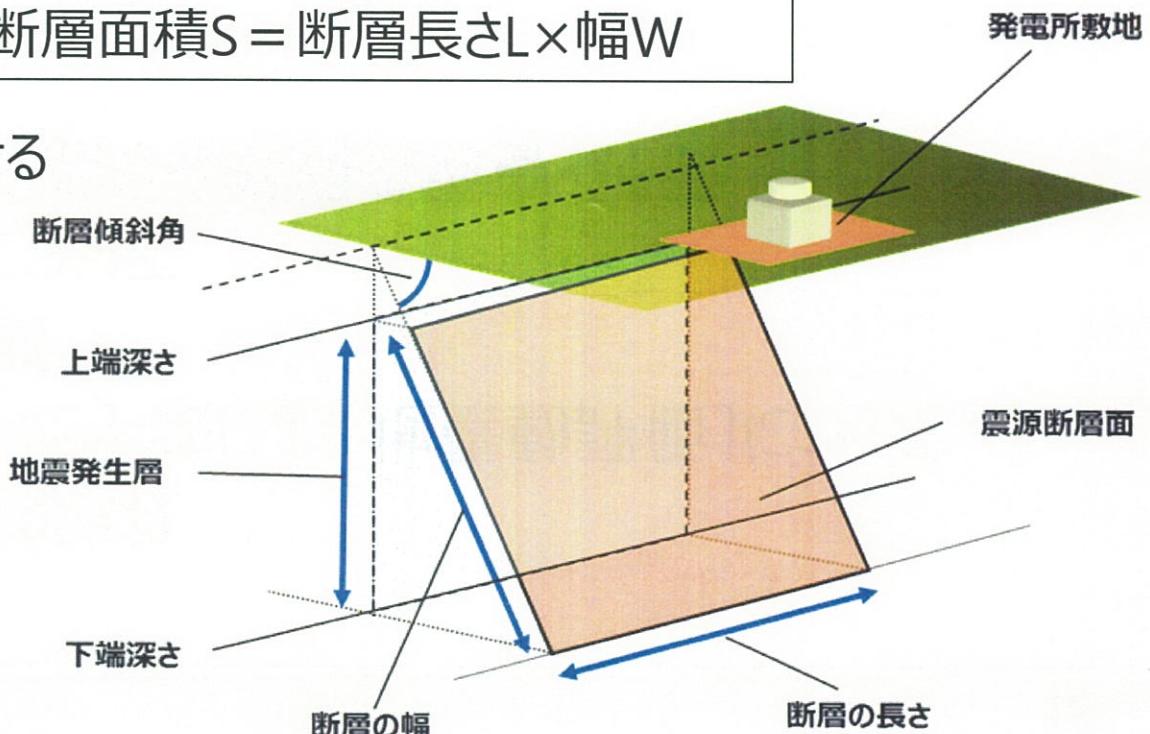
$$S = 4.24 \times 10^{-11} \times M_0^{1/2}$$

$$\text{震源断層面積} S = \text{断層長さ} L \times \text{幅} W$$

以下、大飯発電所周辺における  
断層の調査・評価として、

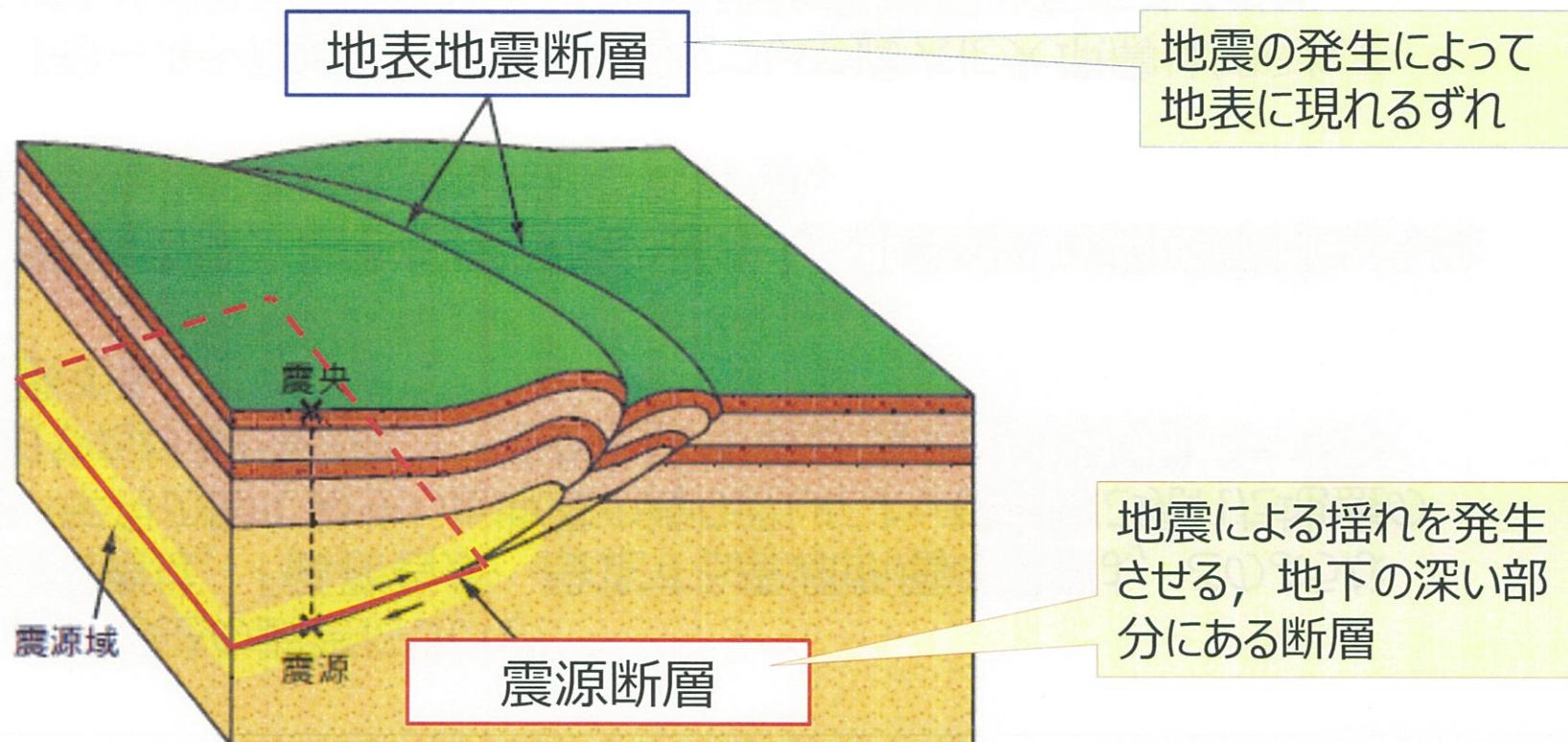
- 断層の長さ
  - 断層の幅
- の評価について説明する。

・主張書面（1）, 93~107頁  
・主張書面（2）, 63~65頁



1. 基準地震動策定の流れ
2. 「断層モデルを用いた手法による地震動評価」について
  - (1) 評価手法の概要
  - (2) 入倉・三宅式について
- 3. 大飯発電所周辺における断層の調査・評価**
- (1) 断層の長さ
- (2) 断層の幅
4. 大飯発電所における地震動評価
  - (1) 「レシピ」の「(ア) の方法」, 「(イ) の方法」
  - (2) 断層モデルを用いた手法による地震動評価
5. 本日の説明全体のまとめ

- 断層は「震源断層」と「地表地震断層」に区別される。
- 地震により、一旦地中の岩盤に破壊が生じて断層ができると、ひずみが蓄積されるたびに同じ場所で破壊が生じやすくなる。
- 繰り返しの活動によって一連のものとなった震源断層面は、周囲よりもずれやすい面となっているため、今後、この面をさらに越えて活動することは考えにくい。



・主張書面（1），44～52頁  
・乙59号証，9頁

(1) 断層長さの調査について

債務者は、「債務者が…設定する震源断層の長さは、このような長い年月の間に発生した地震の繰り返しによって地表に現れた地盤のずれやたわみが蓄積してできた地表地震断層をもとに評価している」と主張する。

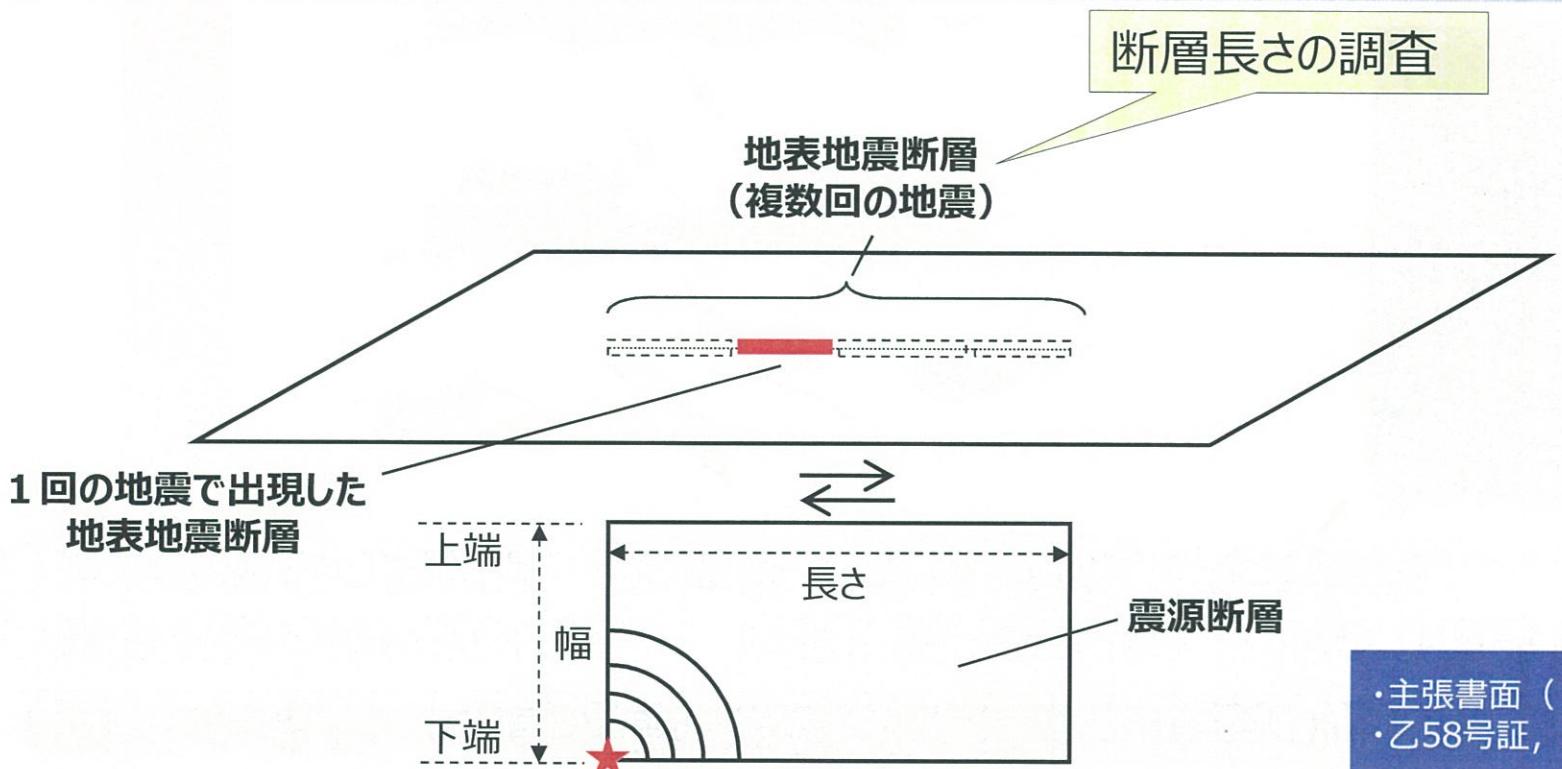
ア 債務者は、地表地震断層の長さは、基本的には震源断層の長さと等しくなると考えていると理解してよいか。

イ FO-A～FO-B～熊川断層について過去に大地震は知られていないとされるが、その場合にも地表地震断層は存在するのか。そうだとすると、後期更新世以降の未だ記録がない時期に、それが地表に達するほどの規模の地震が発生していたということか、それとも大きな地震はないが小さな地震はこれまでにも継続的に発生しているということか。

### 質問3（1）断層長さの調査について ア（地表地震断層と震源断層の長さ）への回答

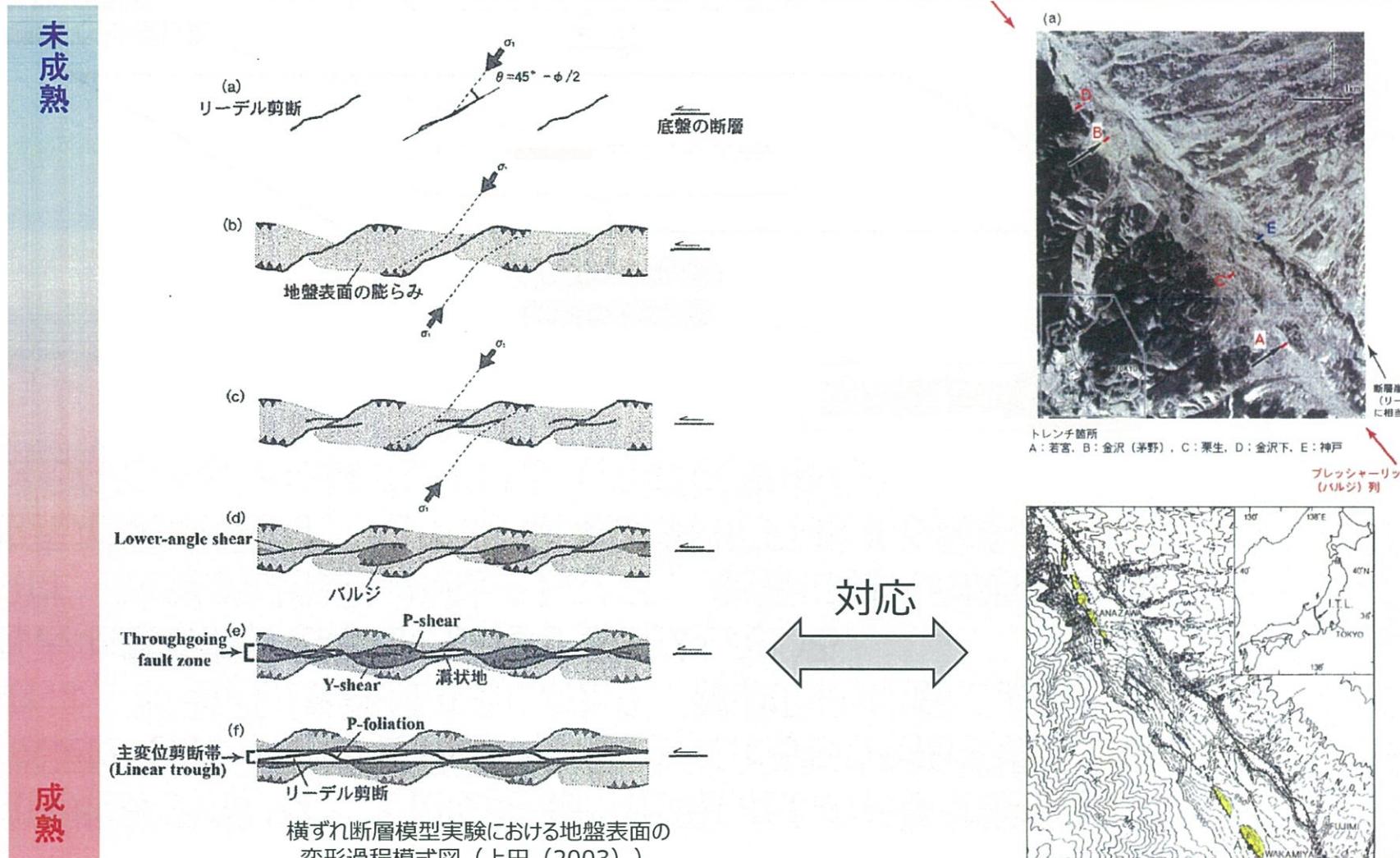
21

- 「地表地震断層」は、1回の地震で出現したものを指す場合と、複数回の地震（断層活動の繰り返し）によるものを指す場合がある。
- 当社は、断層長さを評価するにあたり、複数回の地震による「地表地震断層」を詳細に調査することとしている。
- これは、断層が繰り返し活動することで、地表に現れる痕跡である「地表地震断層」は、地下の「震源断層」に匹敵する長さになると考えられていることに基づいている（次頁以降参照）。



・主張書面（1），44～46頁  
・乙58号証，11頁

- 断層活動の繰り返しによって、地表に現れる痕跡はより明瞭な直線状となる。
  - 大飯発電所の周辺は、「未成熟」な地域ではないと考えられる。



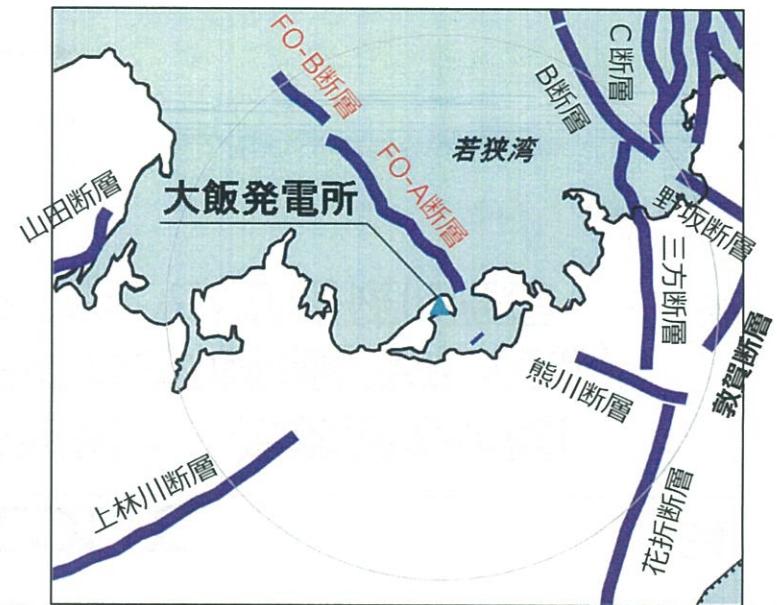
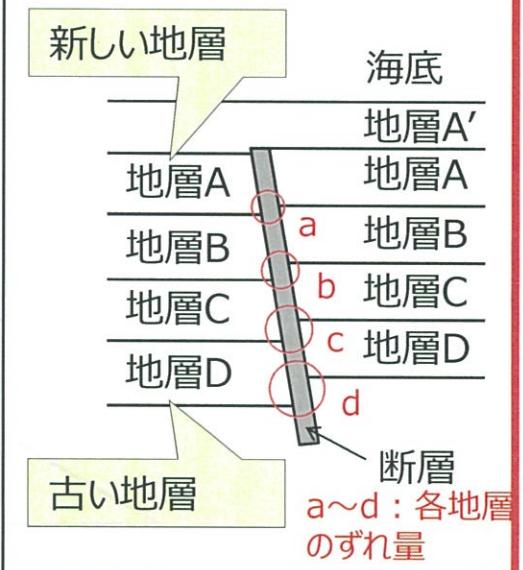
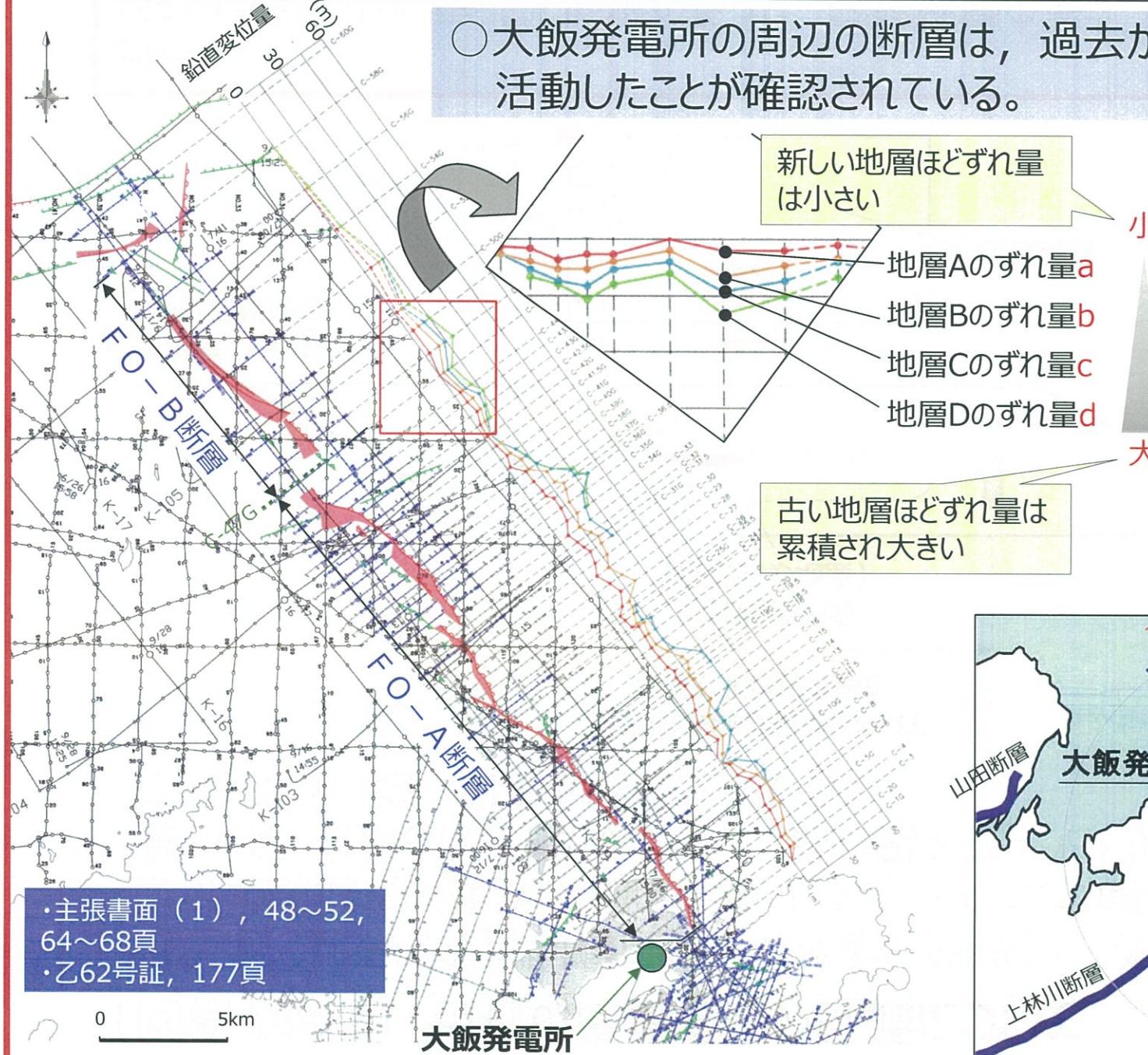
- 主張書面（1），46~52頁
- 乙58號証，10~17頁，添付資料2，3，乙59號証，10頁

## 糸魚川 – 静岡構造線の例→

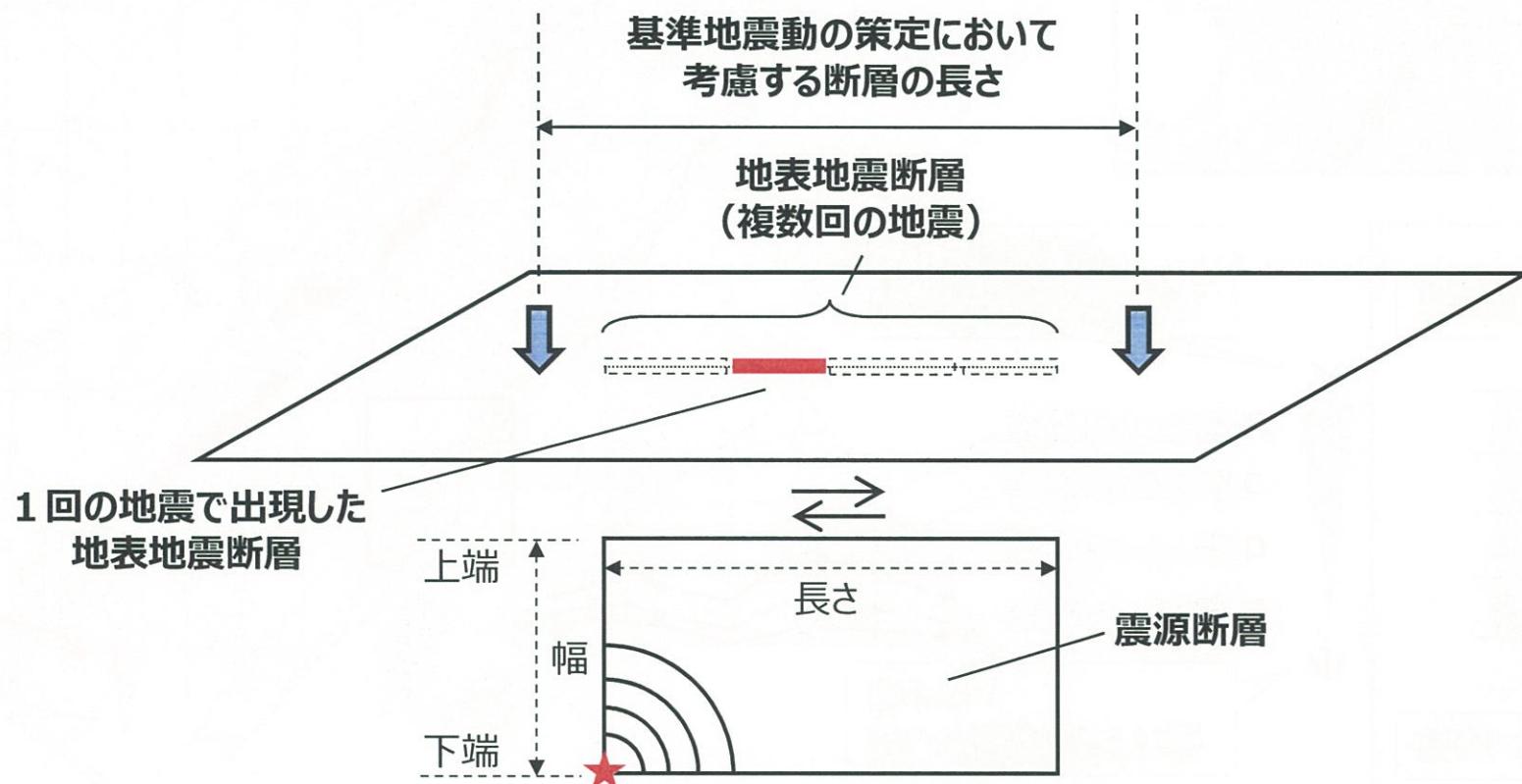
# (回答の続き) 断層が繰り返し活動していることについて

23

○大飯発電所の周辺の断層は、過去から繰り返し活動したことが確認されている。



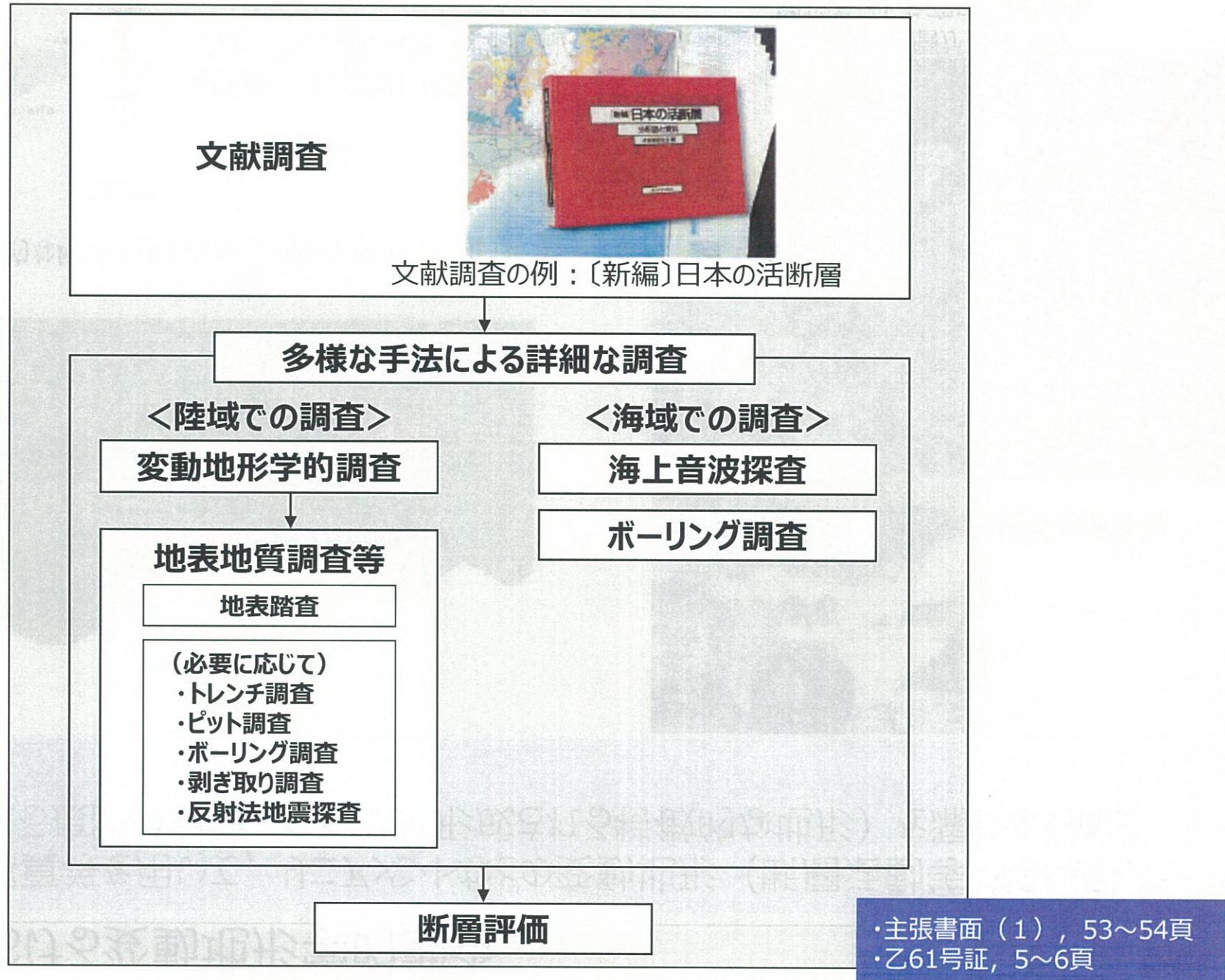
- 当社は、基準地震動の策定において考慮する断層は、複数回の地震による「地表地震断層」を詳細に調査したうえ、その長さの評価にあたっては、長さを短く見積もることがないよう、断層の痕跡の無いことが明確に確認できる箇所（図の↓）を端部としている。



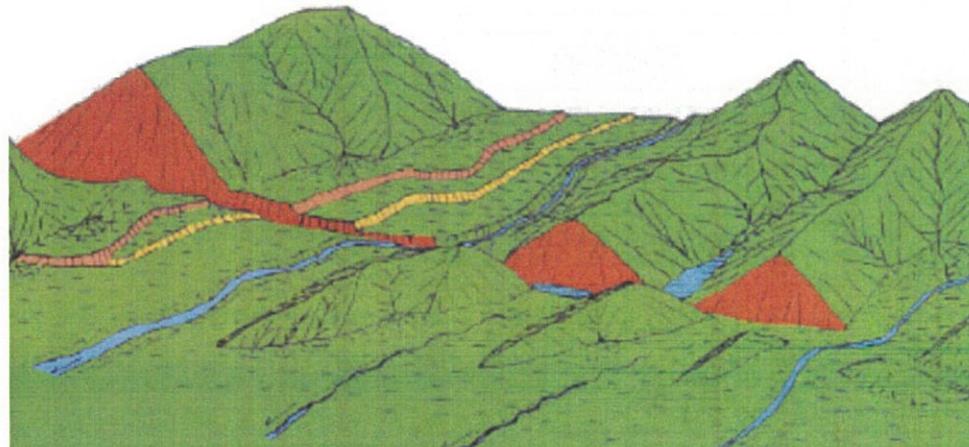
### 回答

当社が評価した地表地震断層の長さは、震源断層の長さに匹敵する長さ（同等の長さ）となっていると考える。

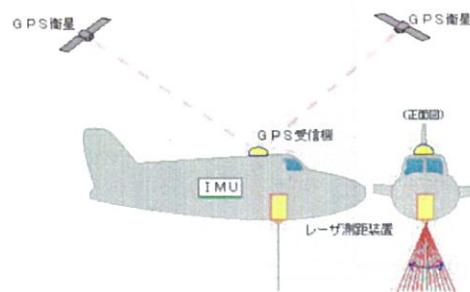
・主張書面(1), 44~52, 64~68頁



- 空中写真等を用いて、リニアメントなどの変動地形（断層活動等が繰り返したことによる痕跡が累積されることで形成される特徴的な地形）を漏れなく抽出する。



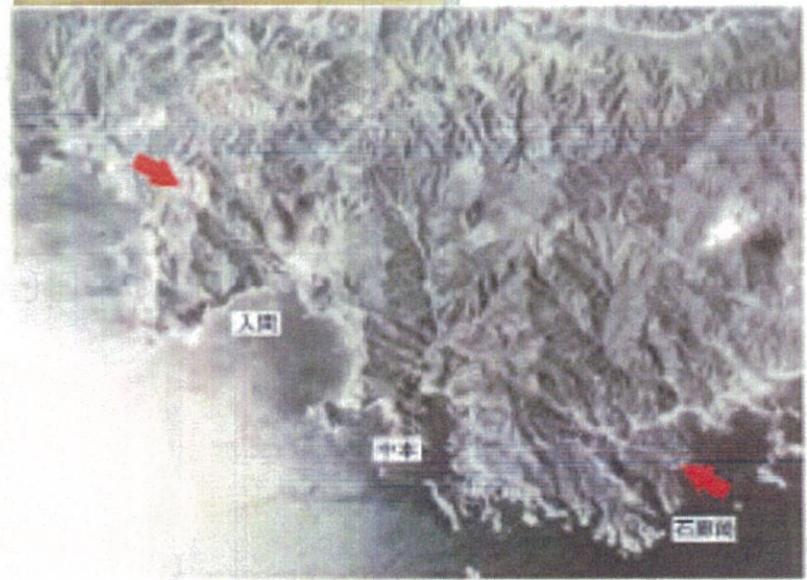
リニアメント  
(特徴的な地形が直線状に配列したもの) の例



航空レーザー測量（左図）  
によっても詳細に地形を把握



空中写真判読



実際に断層が存在する  
地形を示した空中写真の例

・主張書面（1），54～56頁  
・乙61号証，5～6頁

- 変動地形学的調査によって変動地形として抽出された地形について、現地にて詳細な地表踏査や、トレンチ調査等を適切に組み合わせて行い、断層の有無、断層の活動時期を評価する。



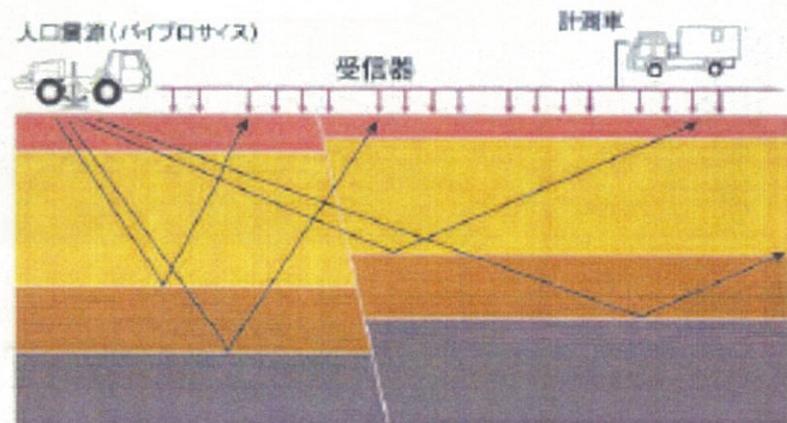
トレンチ調査



ボーリング調査



剥ぎ取り調査

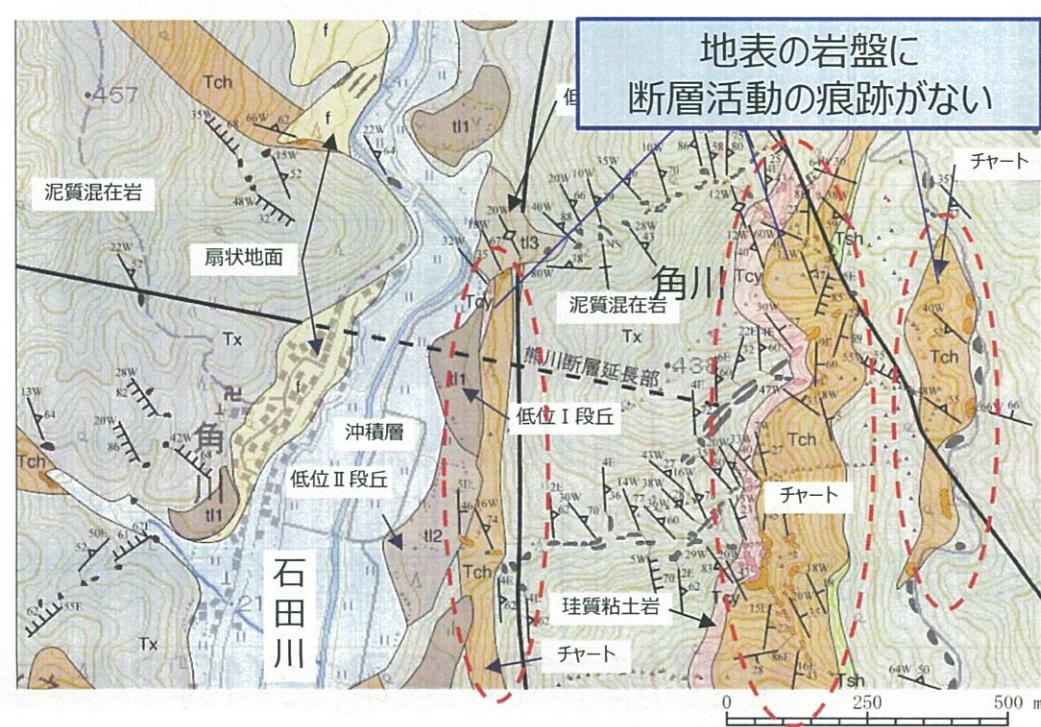


反射法地震探査

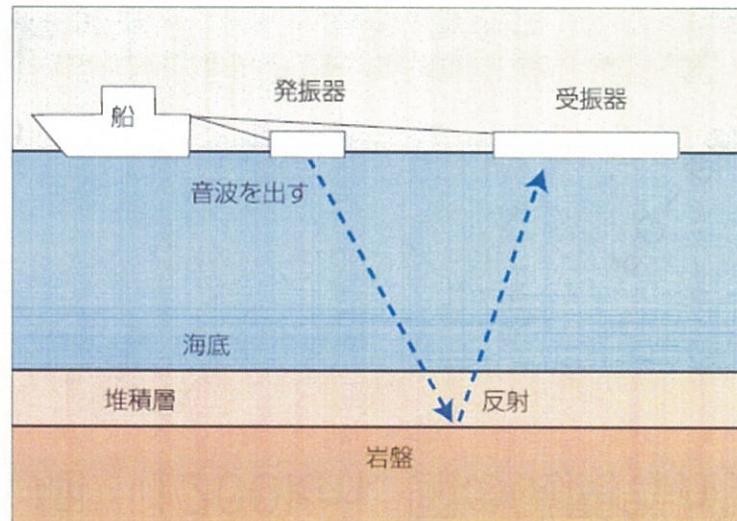
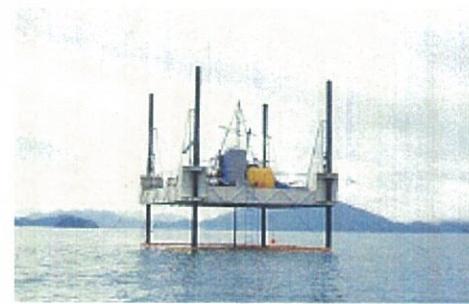
## (評価例) 熊川断層の南東端について

28

- 熊川断層は、地表地質調査により、断層の痕跡の無いことが明確に確認できる箇所である「角川付近」を、南東端と評価した。

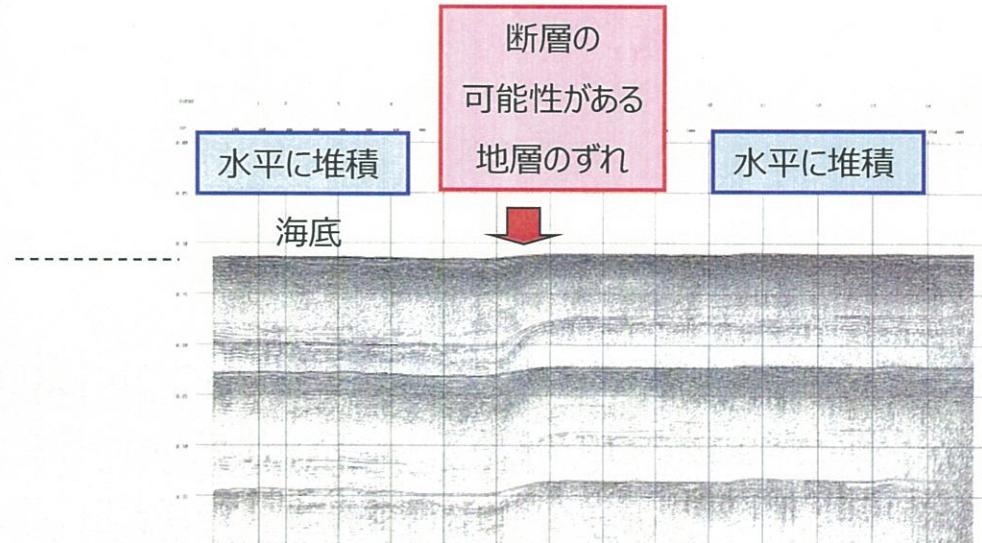


○海域では、海上音波探査および海上ボーリングを行い（他機関実施の調査記録の利用も含む），断層の有無，断層の活動時期を評価する。



海上音波探査

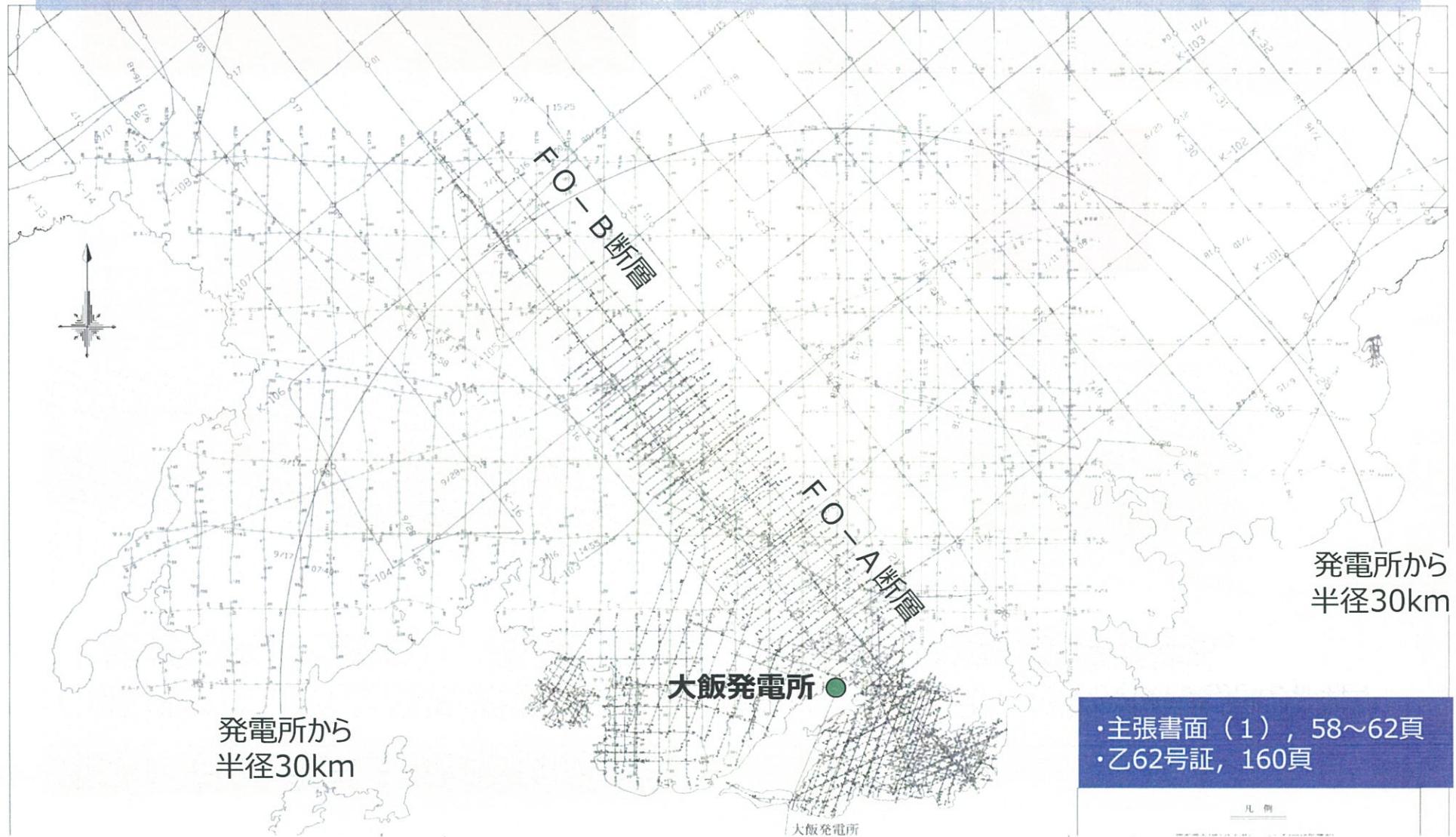
海上ボーリング



海上音波探査記録の例

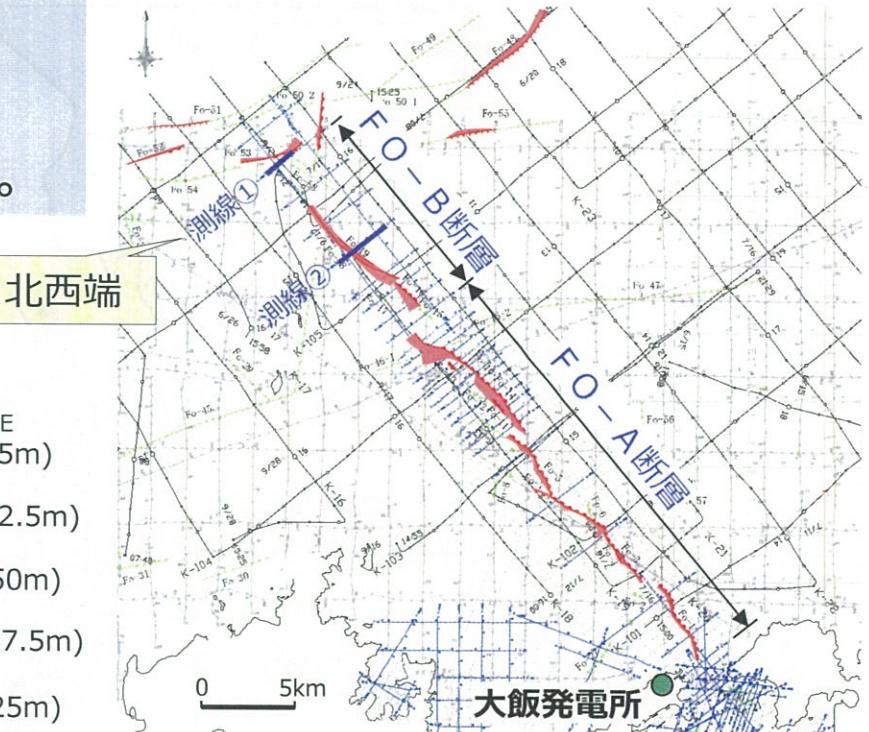
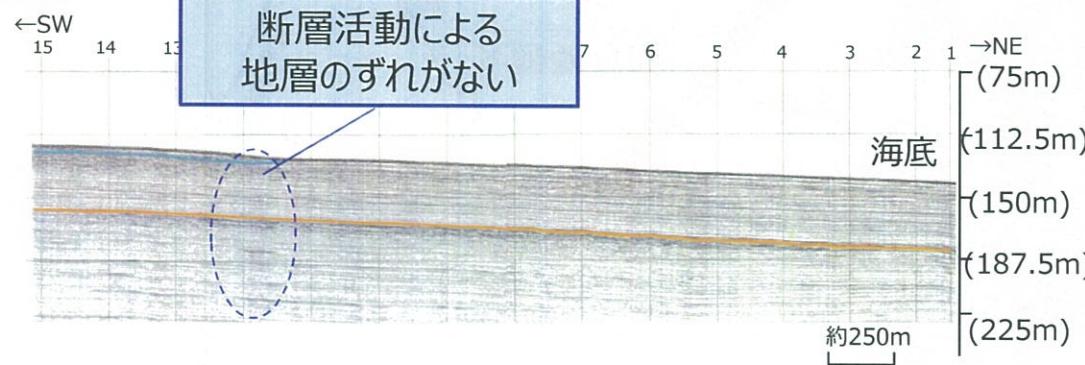
- ・主張書面（1），58～68頁
- ・乙58号証，29頁

- 海上音波探査は、海域に測線を格子状等にくまなく配置しており、発電所の近傍や断層周辺の海域では特に密に調査を行っている。
- 海上音波探査測線の長さは、この図の範囲内だけでも約3900km（当社実施：1200km、国の機関等が実施したもの再解析：2700km）に及ぶ。

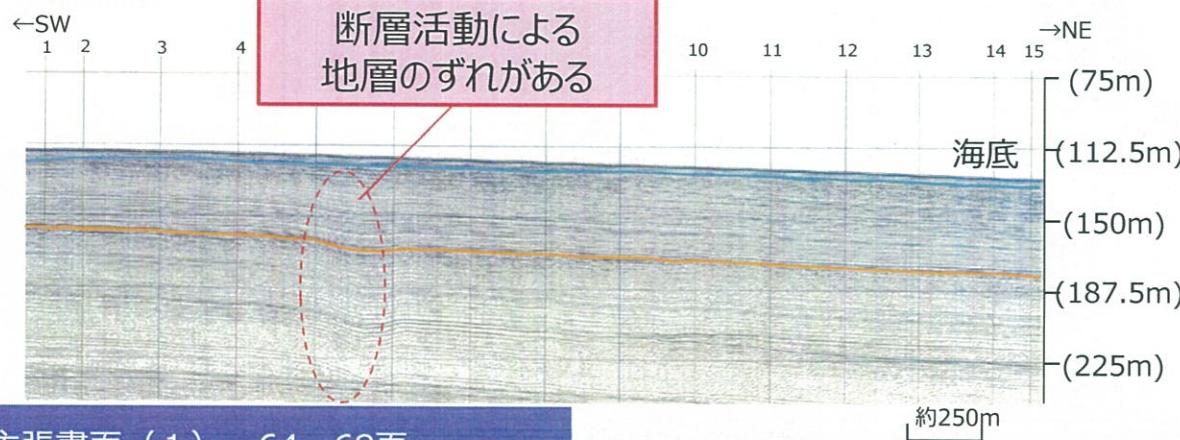


- FO-B断層は、海上音波探査により、断層の痕跡の無いことが明確に確認できる箇所である「測線①」を、北西端と評価した。

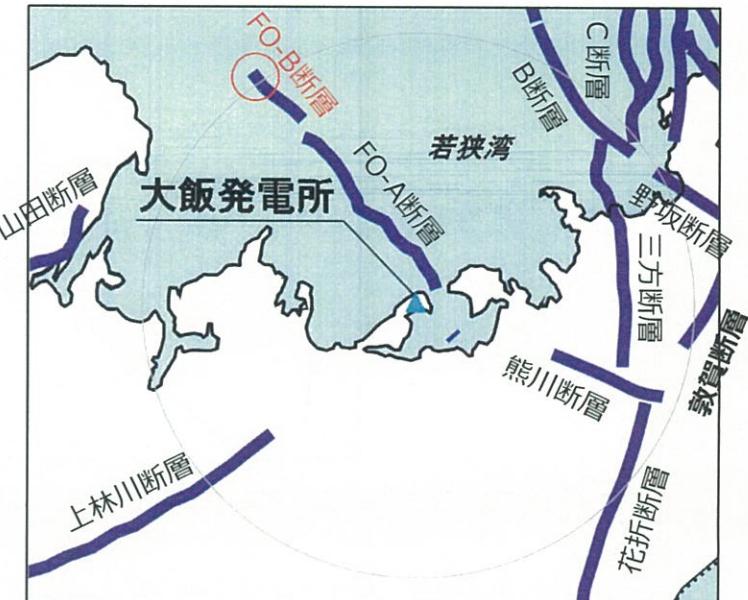
【測線①】



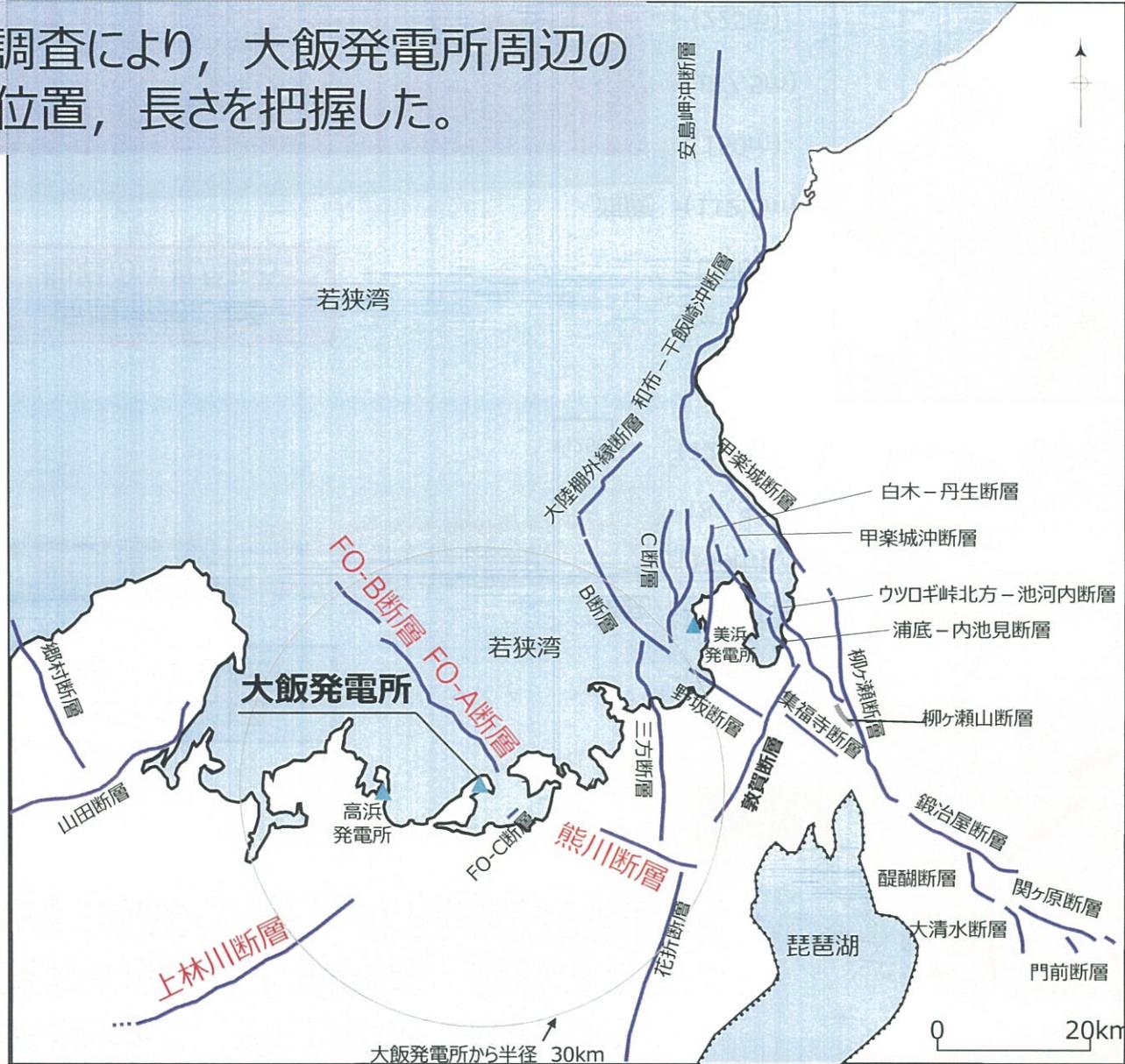
【測線②】



・主張書面(1), 64~68頁  
 ・乙58号証, 36頁, 乙62号証, 176頁



- 詳細な調査により、大飯発電所周辺の断層の位置、長さを把握した。



(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。

(1) 断層長さの調査について

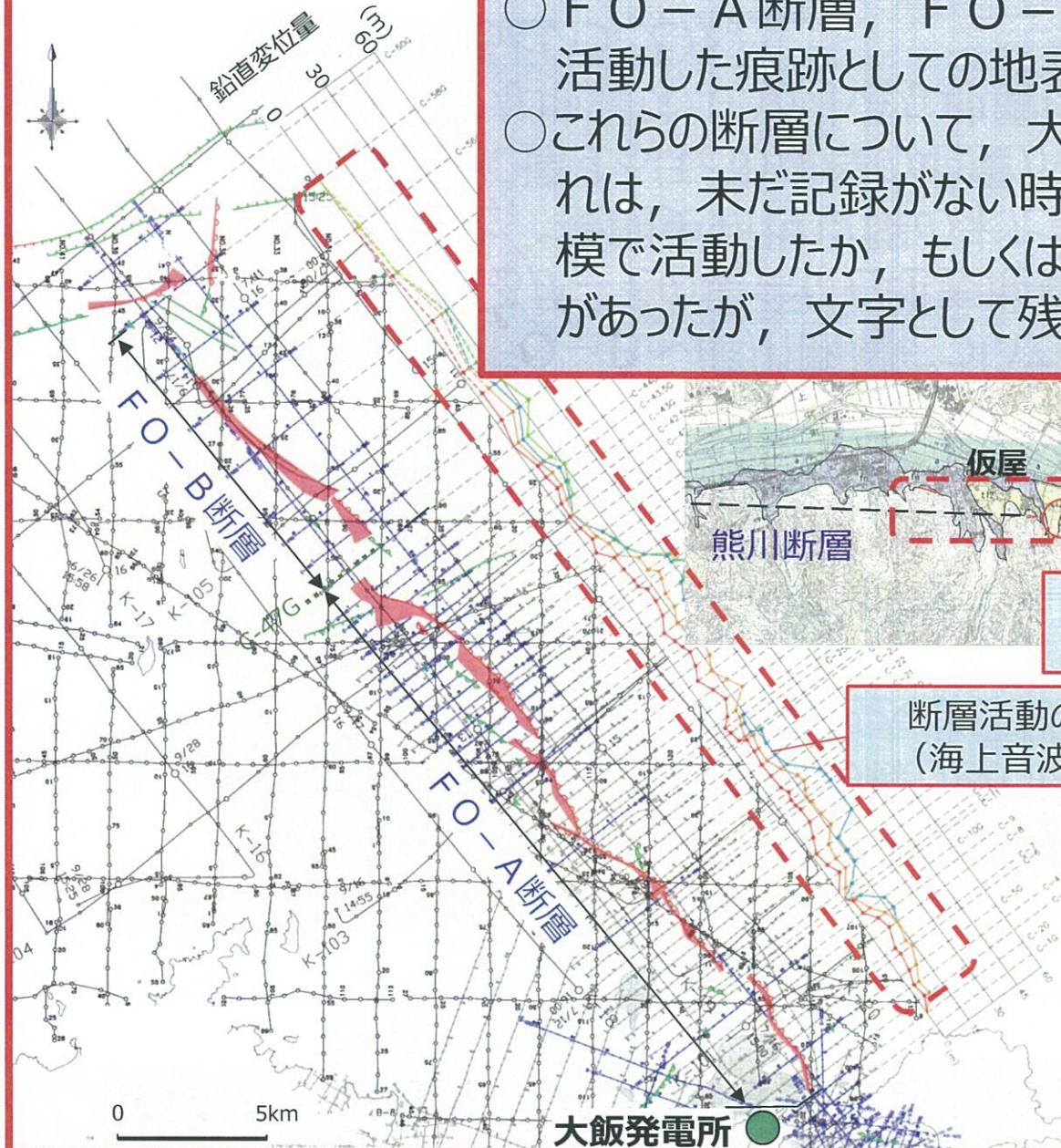
債務者は、「債務者が…設定する震源断層の長さは、このような長い年月の間に発生した地震の繰り返しによって地表に現れた地盤のずれやたわみが蓄積してきた地表地震断層をもとに評価している」と主張する。

- ア 債務者は、地表地震断層の長さは、基本的には震源断層の長さと等しくなると考えていると理解してよいか。
- イ FO-A～FO-B～熊川断層について過去に大地震は知られていないとされるが、その場合にも地表地震断層は存在するのか。そうだとすると、後期更新世以降の未だ記録がない時期に、それが地表に達するほどの規模の地震が発生していたということか、それとも大きな地震はないが小さな地震はこれまでにも継続的に発生しているということか。

## 質問3（1）断層長さの調査について

34

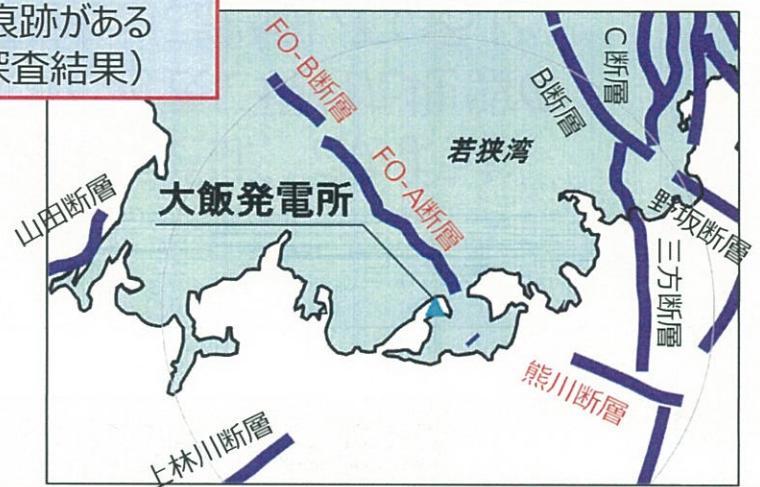
イ（大地震の記録はないが、地表地震断層は存在するのか）への回答



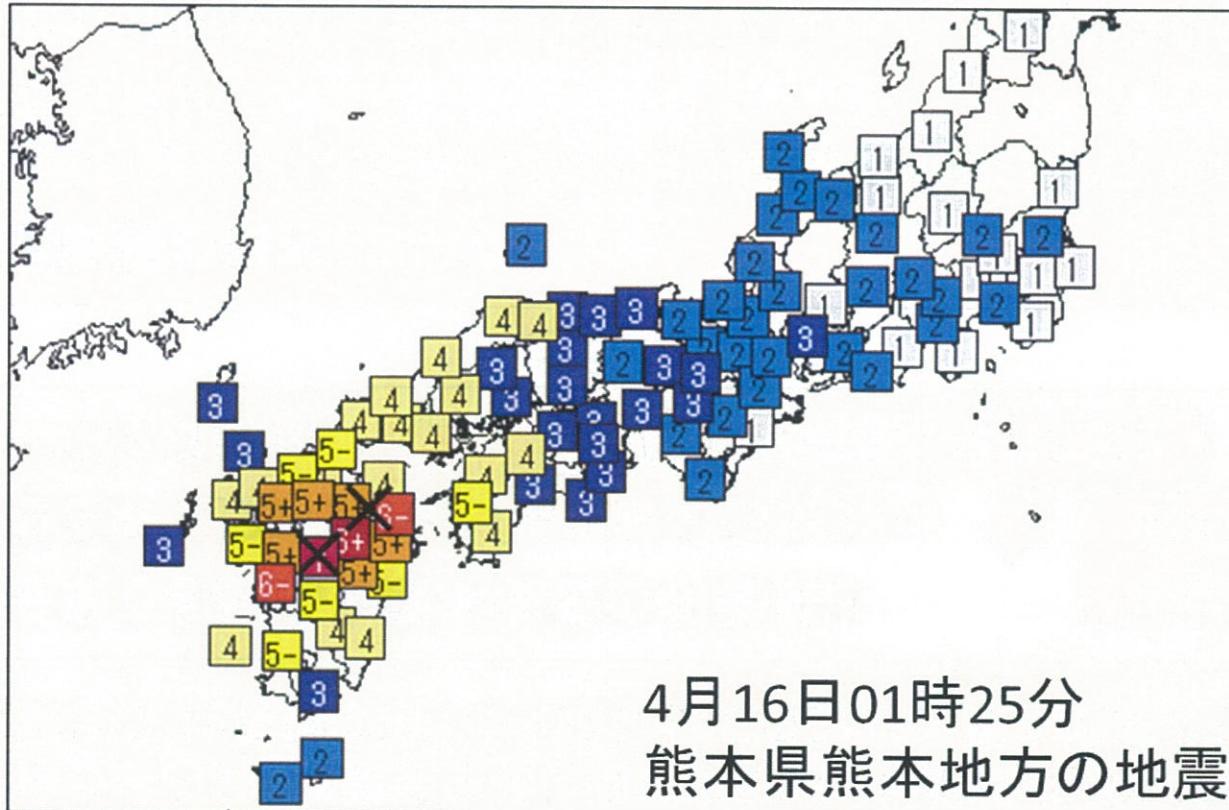
- FO-A断層, FO-B断層, 熊川断層には、繰り返し活動した痕跡としての地表地震断層が存在する。
- これらの断層について、大地震があったとの記録はないが、これは、未だ記録がない時期に、それが地表に達するほどの規模で活動したか、もしくは、記録がある時期にそのような活動があったが、文字として残されていない可能性が考えられる。



断層活動の痕跡がある  
(海上音波探査結果)



- 熊本地震の本震は、平成28年4月16日に発生したマグニチュード7.3の地震で、布田川断層帯・日奈久断層帯で生じたものである。



震度分布（気象庁ホームページより）

## 島崎氏の見解

- 震源断層の面積や長さは、地震発生後に確定するもの。地震発生前の情報をもとに入倉・三宅式を用いると地震動は過小評価となる。このことは、熊本地震でも確認された。

## 島崎氏が事前推定できるとした熊本地震の断層長さ

- 国土地理院「暫定解1」**27.1km**, 「暫定解2」**35.3km** ← 均質なすべりを仮定したモデル
- 地表地震断層の長さ **31km** ← 1回の地震で地表に現れた長さ



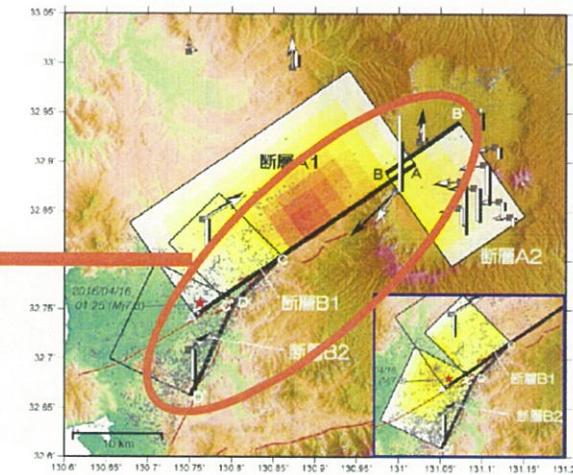
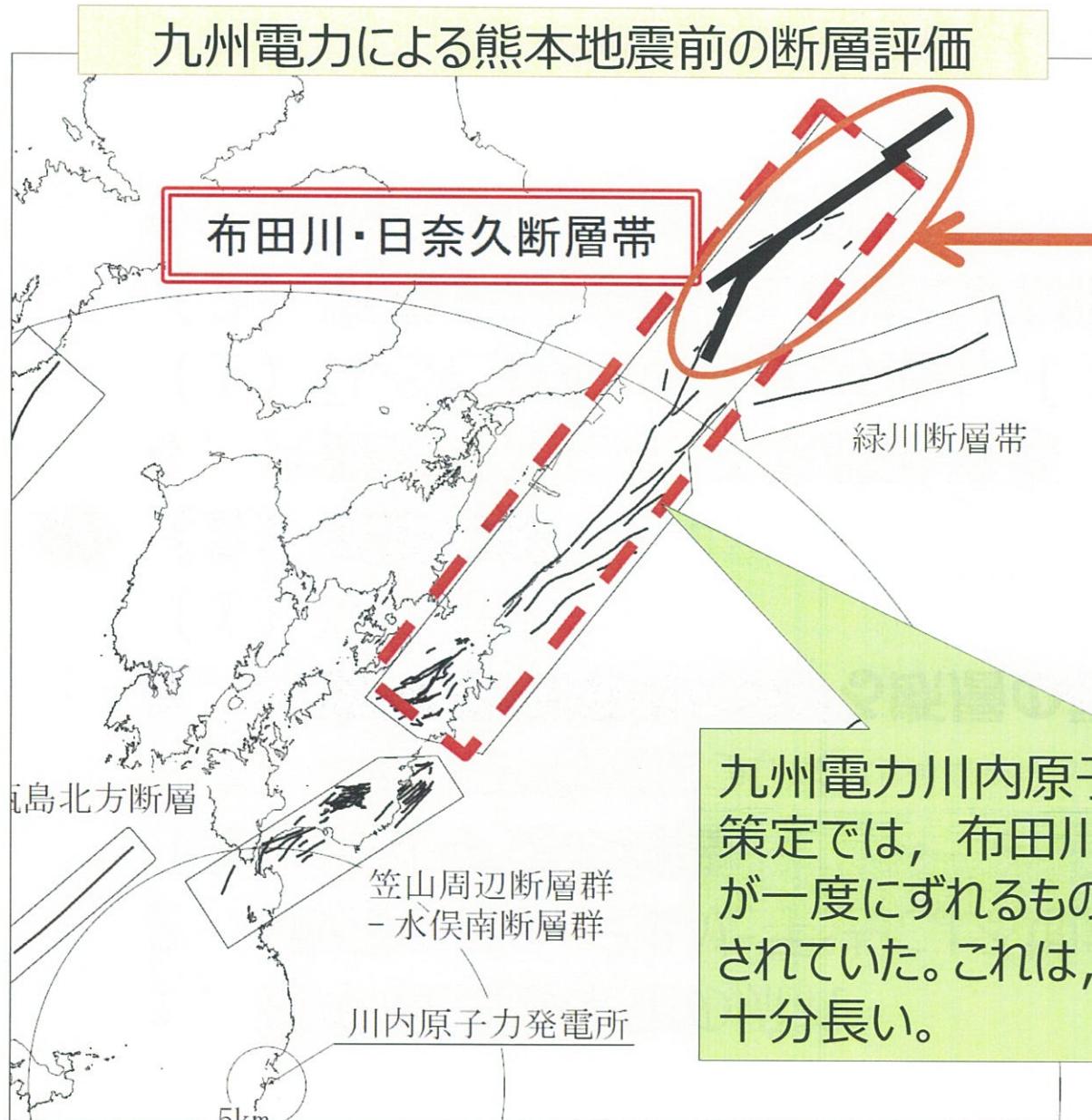
## 熊本地震の震源断層の長さについて

- 均質なすべりを仮定したモデルの断層長さや1回の地震で地表に現れた長さは、熊本地震の震源断層の長さとはいえない。
- 不均質なすべり分布を前提とした震源インバージョンによれば、熊本地震の震源断層の長さは42km～60kmとされている。

・主張書面(2), 30~49, 63~64頁  
・乙104, 107, 111号証, 137号証の1

## 当社が主張する震源断層の事前推定の可否

- 熊本地震の発生前の知見で、震源断層を安全側に想定可能
- 九州電力は、地震発生前に、**約92km**の断層長さを想定 ⇒ 次頁

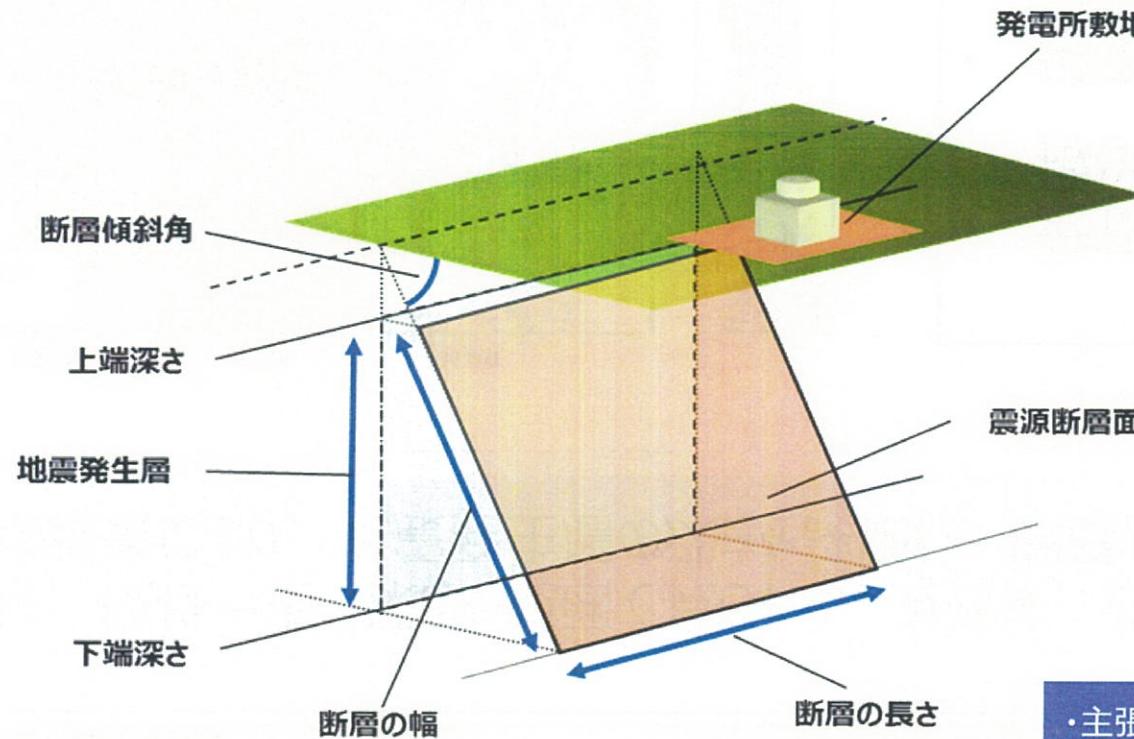


熊本地震の震源断層  
国土地理院不均質モデル  
長さ60km

九州電力川内原子力発電所の基準地震動の策定では、布田川・日奈久断層帯の約92kmが一度にずれるものとして、M8.1の地震が想定されていた。これは、熊本地震の震源断層より十分長い。

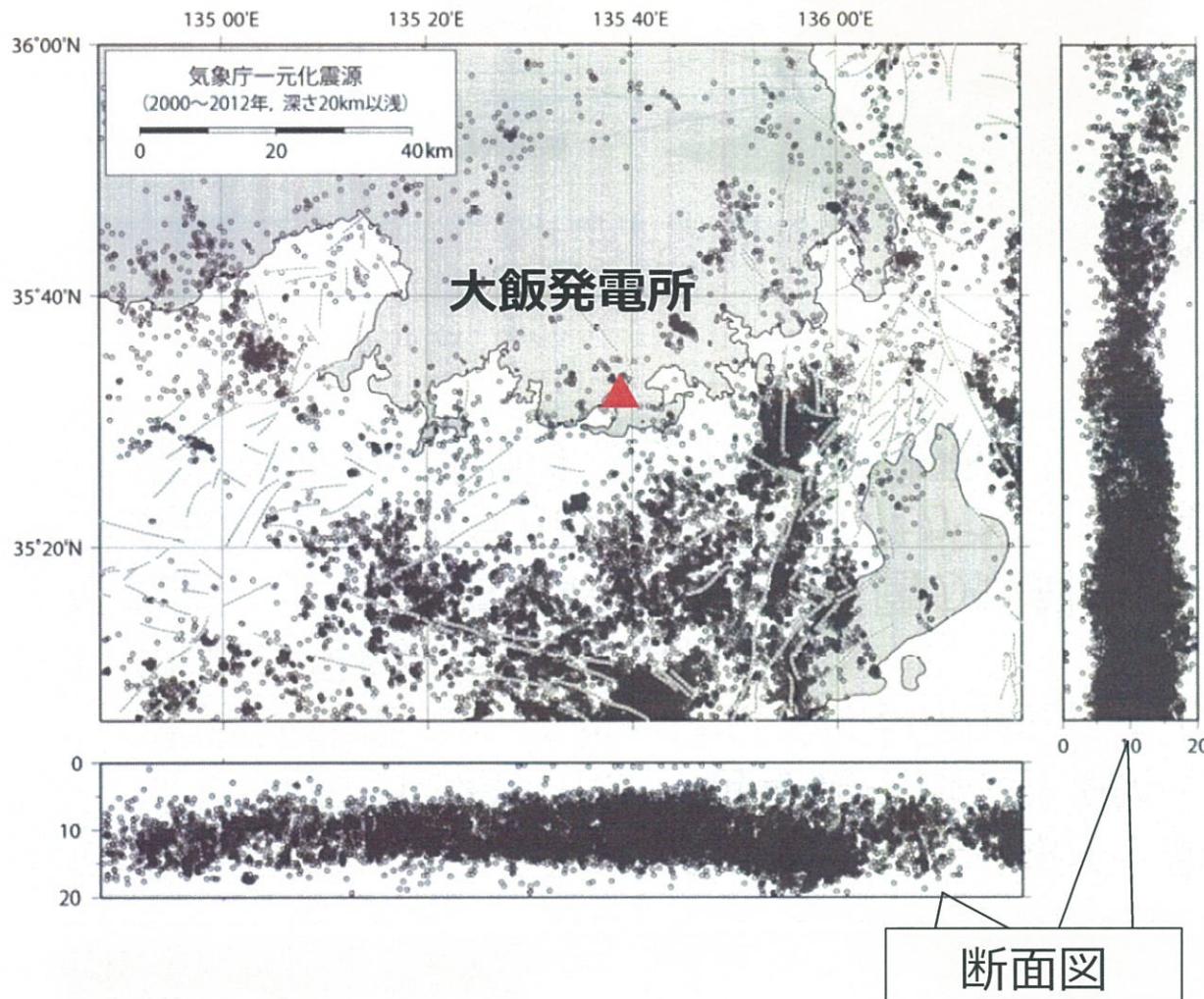
1. 基準地震動策定の流れ
2. 「断層モデルを用いた手法による地震動評価」について
  - (1) 評価手法の概要
  - (2) 入倉・三宅式について
- 3. 大飯発電所周辺における断層の調査・評価**
  - (1) 断層の長さ
  - **(2) 断層の幅**
4. 大飯発電所における地震動評価
  - (1) 「レシピ」の「(ア) の方法」, 「(イ) の方法」
  - (2) 断層モデルを用いた手法による地震動評価
5. 本日の説明全体のまとめ

- 震源断層は、1回の地震で必ずしも全体が一度にずれるとは限らないが、大飯発電所においては、地震発生層の上端から下端まで一杯に広がった震源断層面の全体が一度にずれるものとした上で、断層の傾きを考慮して断層の幅を評価している。
- なお、大飯発電所周辺の主な断層の傾斜角は90°であるため、断層の幅は、地震発生層の厚さと等しくなる。したがって、地震発生層の上端深さ、下端深さを適切に評価することが重要である。



・主張書面（1）, 93～107頁  
・主張書面（2）, 63～65頁

- 地震の発生は、概ね一定の深さの範囲で見られる。当社は、このようなデータの分析や、他の調査により、地震発生層の深さを評価し、断層の幅を求めている。

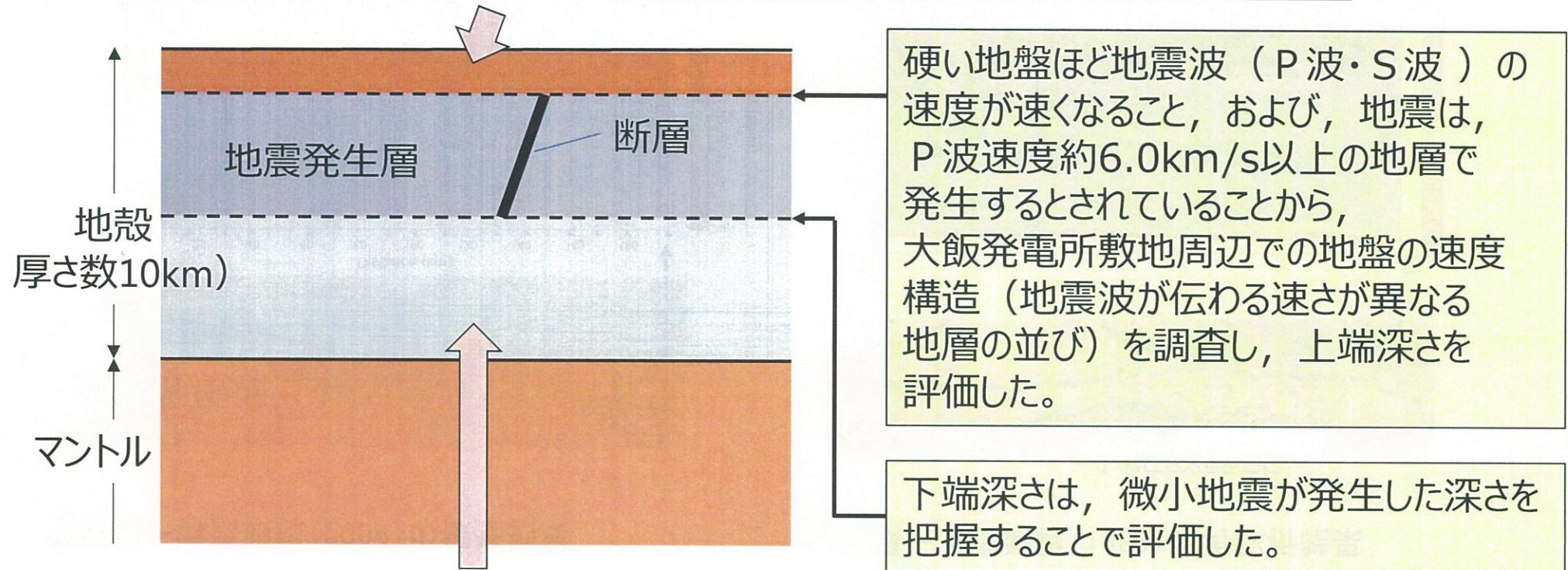


- ・若狭湾周辺地域の微小地震の分布図
- ・断面図は、平面図に図示された全震源をプロットしたもの

・主張書面（1），44～106頁  
・乙57号証，61頁

- 地震の発生する深さは、地殻内部の一定の範囲に限られる。この範囲を地震発生層という。

一般的に、地盤は深くなるほど硬くなるが、地下の比較的浅い部分までは、地震を発生させるような硬さの岩盤と比べて軟らかいため、ひずみを蓄えることができない。



地下の深いところでは、岩盤に力がかからても急激な破壊は起こさず、ゆっくり変形してしまう。

・答弁書、72~73頁  
・主張書面（1）、44、250~251頁

- 下図は、震源車などで起震して地中の地層で反射した波を観測することで、地盤の速度構造を求めたもの。

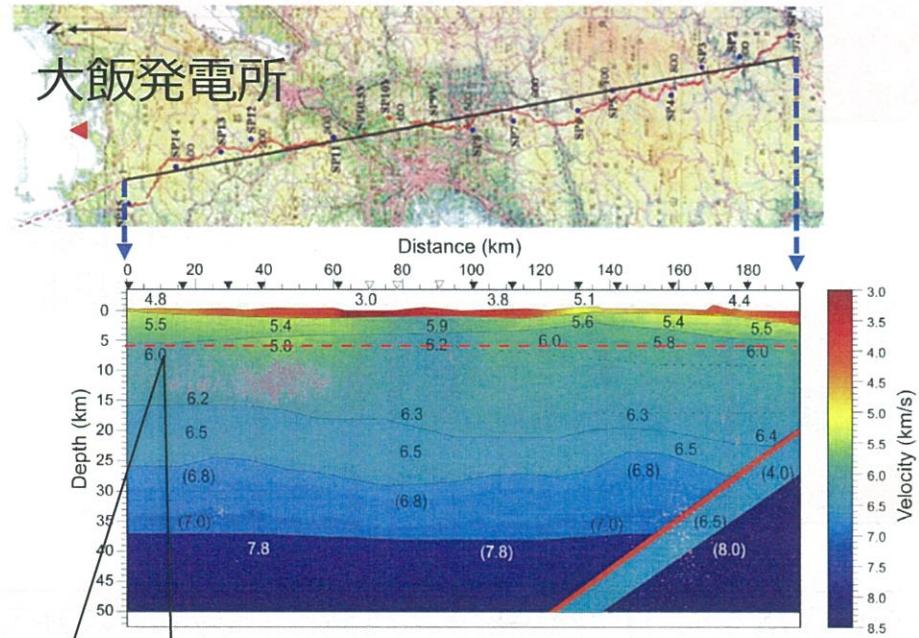


Fig. 9 P-wave velocity structure for the. Numerals show P-wave velocities in km/s. Parentheses show assumed velocity range. Small black and red dots (about 35-40km deep) show earthquakes and low-frequency earthquakes, respectively after Hirose and Ito (2007).

若狭湾周辺地域におけるP波速度6.0～6.2km/sの層は、上端深さが約6kmであった。

伊藤、他(2007)に一部加筆

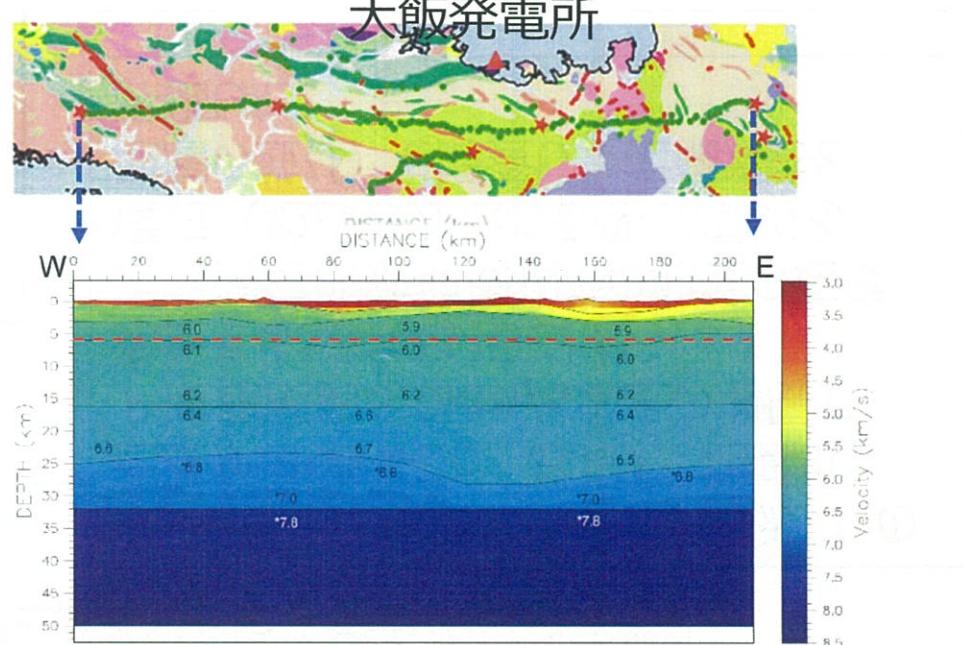
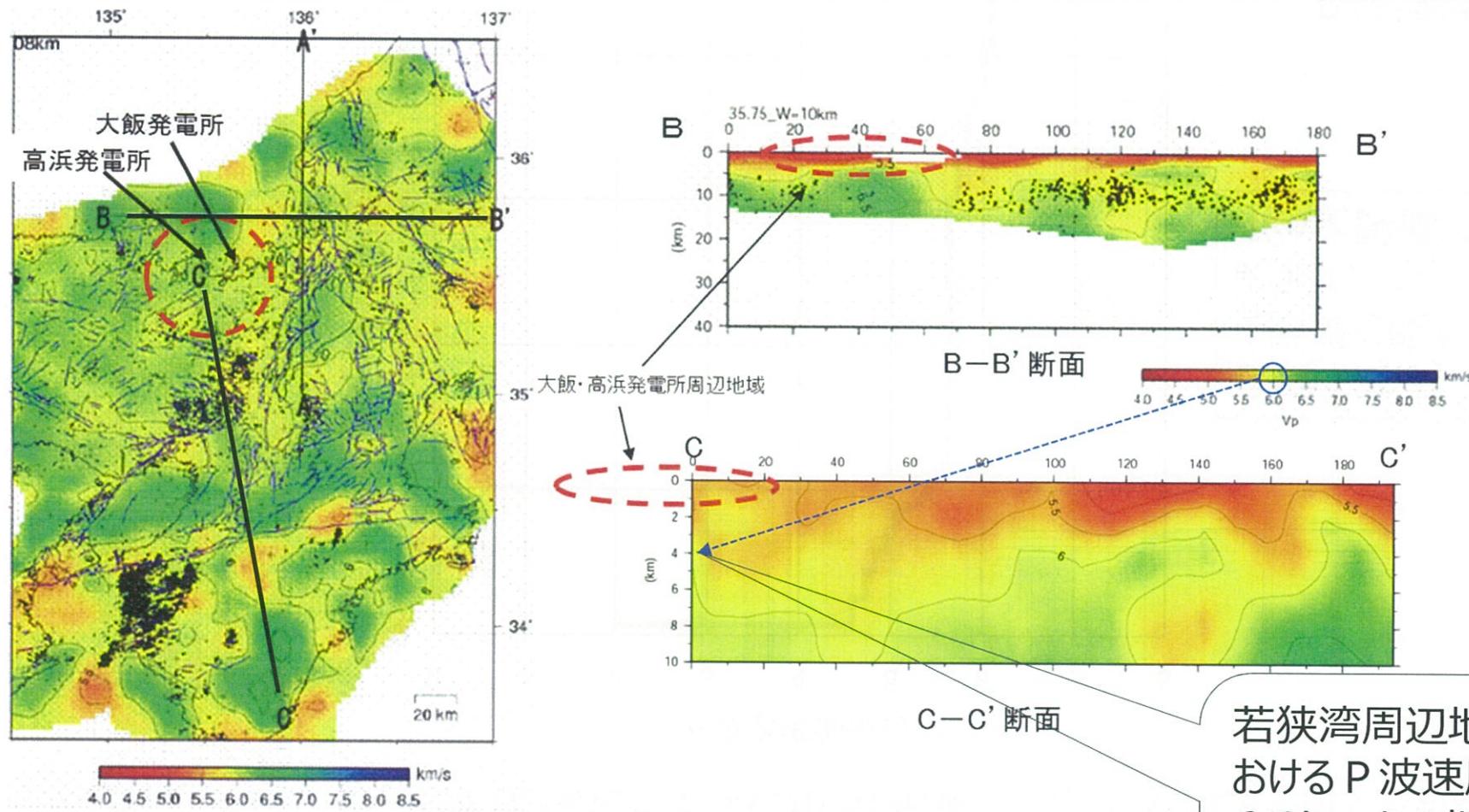


図 16 藤橋一上郡測線の地震波速度構造に、測線周辺の震源分布と反射法解析によって見出された反射面を重ねた。

伊藤、他(2006)に一部加筆

- 下図は、若狭湾地域を含む近畿地方において発生した地震について、震源から複数の観測点までの地震波の到達する時間差を用いた解析を行うことで、地盤の速度構造を求めたもの

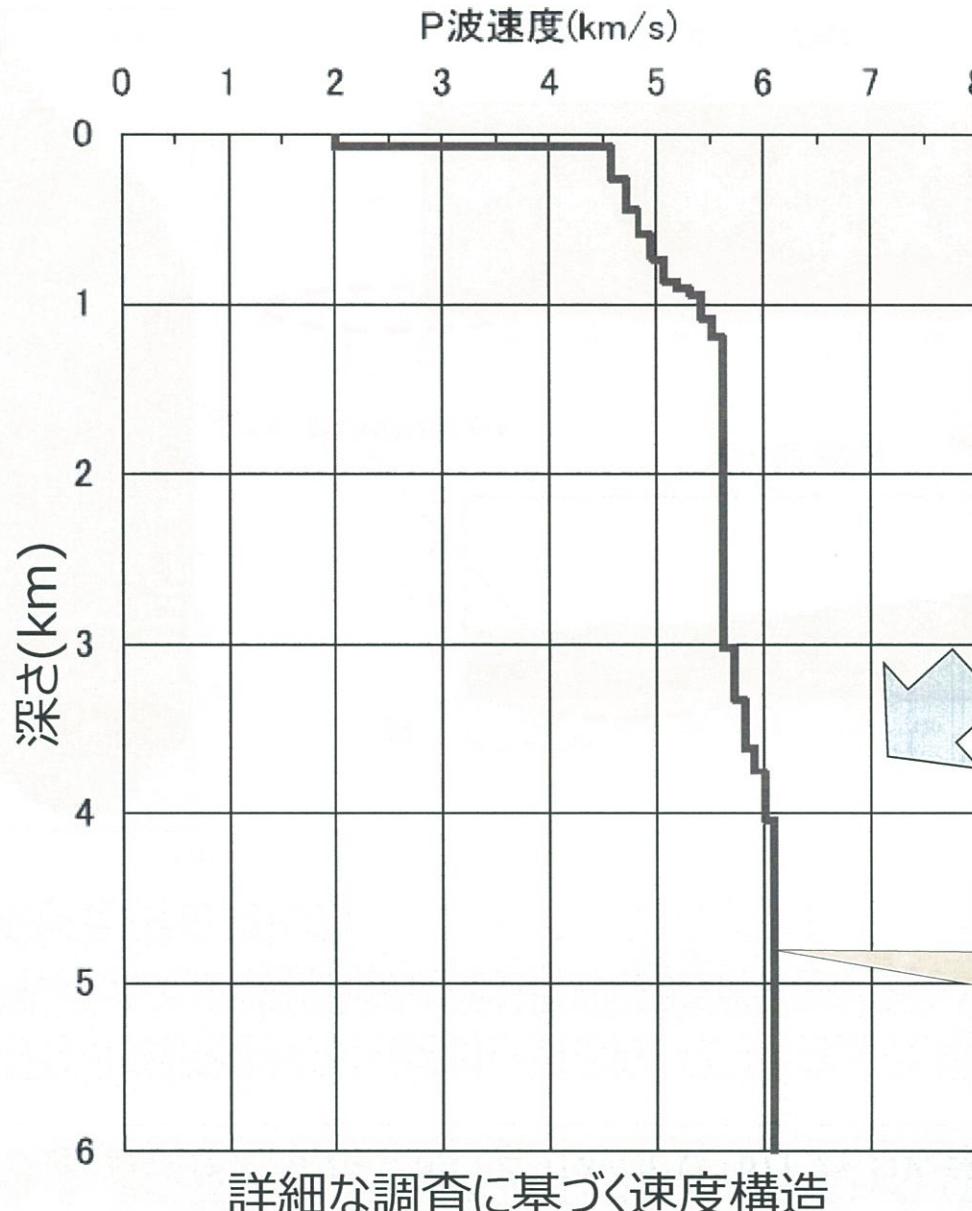


深さ8kmのP波速度分布(川里・他(2007)に一部加筆)

・主張書面(1), 102~105頁

若狭湾周辺地域におけるP波速度  
6.0km/sの地盤は、  
上端深さが約4kmであった。

- 詳細な調査に基づく速度構造モデルの解析結果では、4kmと評価できる。



・主張書面(1), 115~120頁  
・乙70号証, 109頁

大都市大震災軽減化特別プロジェクトによる  
地下構造探査（前記①）

…約6km

地震波速度トモグラフィによる検討  
(前記②)

…約4km

詳細な調査に基づく速度構造モデルの解析  
結果（前記③）

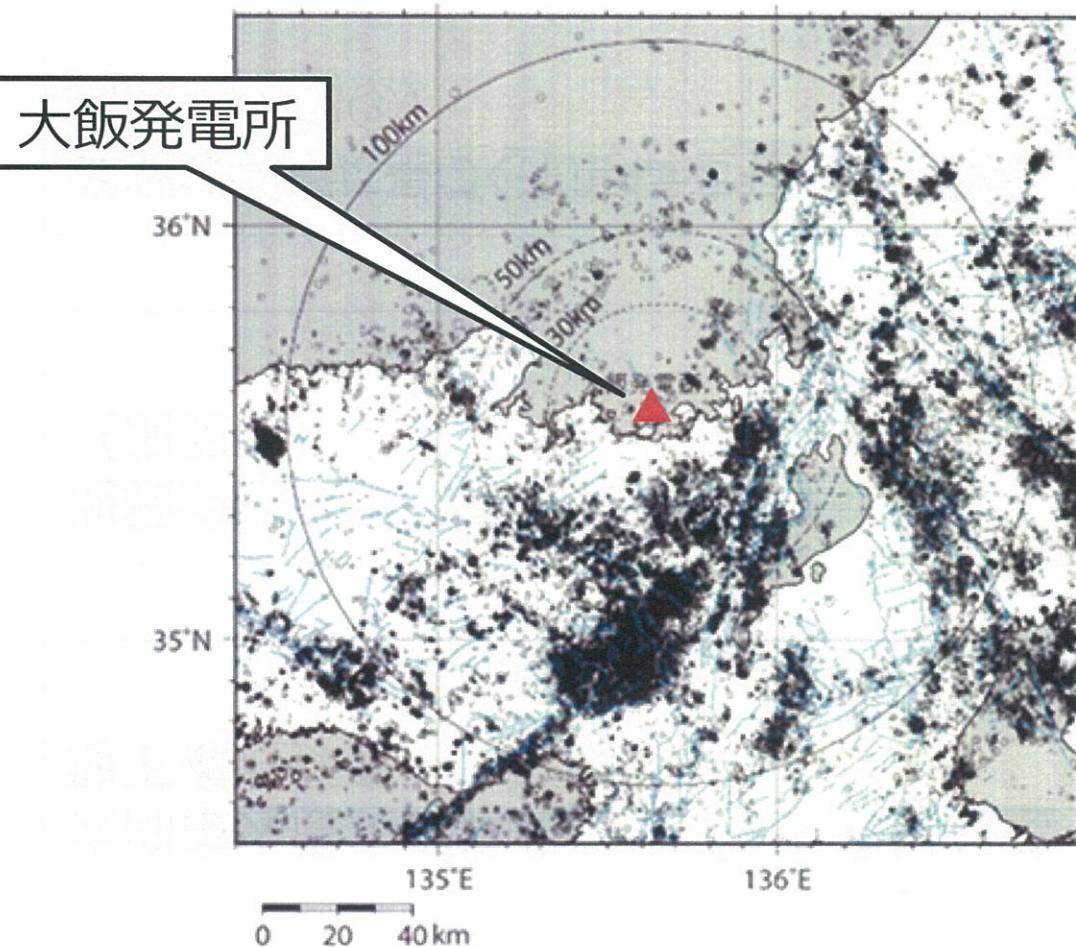
…約4km



上端深さを4kmと評価

最終的には安全側に  
3kmと評価

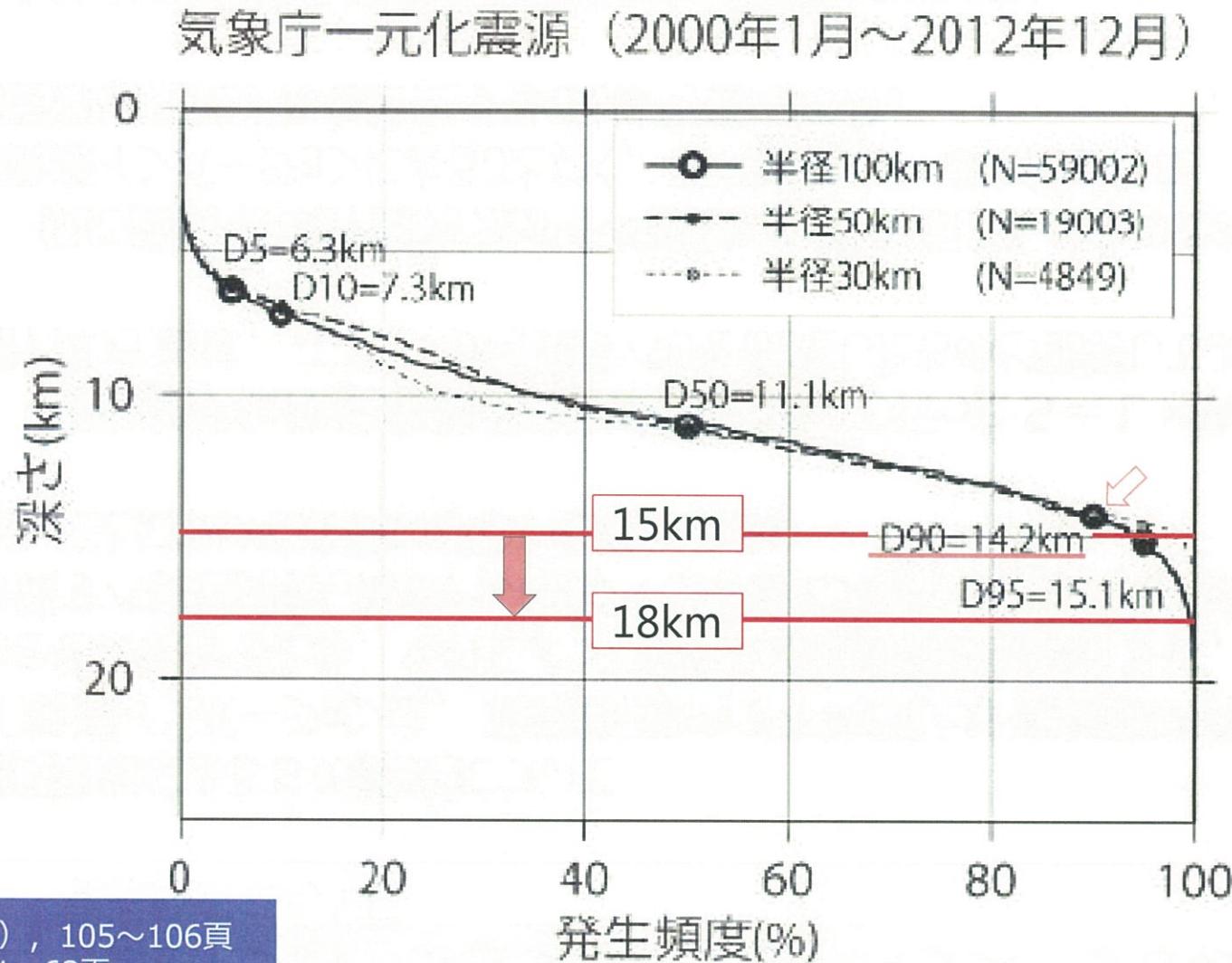
下端深さは、若狭湾周辺地域の微小地震の記録から統計的に評価した。



気象庁の震源データを利用して、大飯発電所から半径100km以内で発生した約59000個の地震について、震源の深さの分布からD90を求め、下端深さを評価した。

- D90とは、その値より震源深さが浅い地震の数が全体の90%となる深さ。
- D90は、地震発生層の下端深さと相関があることが文献等に示されている。

- 微小地震の震源深さの分布を分析した結果、D90は約15kmであった。
- 断層の幅が過小評価とならないようD90より2~3km深い、18kmを下端深さと設定した。



(2) 債務者によるSの設定について

「震源インバージョンは、震源断層内で不均質となる実際の断層の動きを反映するため、それによって得られる震源断層面積Sは、均質すべりを仮定したモデルに比べて顕著に大きくなることが知られている」ことについては争いがないと思われる。

ア 債務者が本件基準地震動の策定において行った $S = L \times W$ という計算方法は、ここでいう均質すべりを仮定したものと理解してよいか。

イ 仮に債務者の計算方法が不均質なすべりを仮定したものであるとすると、震源インバージョンによることなく、不均質なすべりを仮定した震源断層モデルを設定することは可能なのか。

(3) 「保守的な設定」または「不確かさの考慮」について

震源インバージョンによらない場合に、震源インバージョンの結果よりもSが小さく設定されてしまう可能性を回避するためには、どの程度「保守的な設定」あるいは「不確かさを考慮」すれば足りると考えるべきか。何か指針となるものがあるか。

質問3（2）「債務者によるSの設定について」のうち，

49

ア ( $S=L \times W$ の計算は均質すべりを仮定したものと理解してよいか)， および，

質問3（3）「『保守的な設定』または『不確かさの考慮』について」への回答

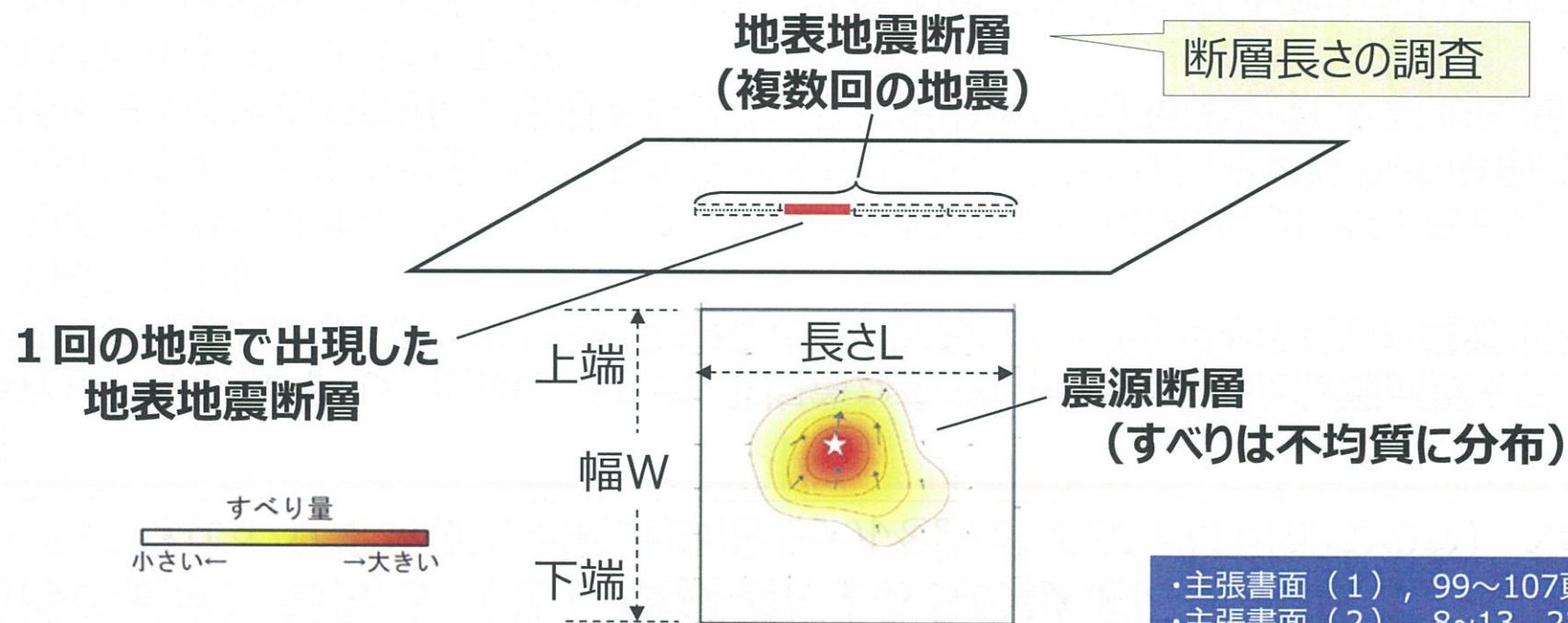
(2) アへの回答

○当社の行った「震源断層」の面積Sを求める計算は，均質すべりを仮定したものではない。

(3) への回答

○当社は，複数回の地震による「地表地震断層」を詳細に調査し，すべり分布が不均質な「震源断層」の長さ・幅を安全側に設定している。したがって，「震源断層」の面積Sを過小評価することはない。

○当社は，より一層の安全側の評価という観点から，後に述べる保守的な設定や不確かさの考慮を行っている。 ⇒59頁～

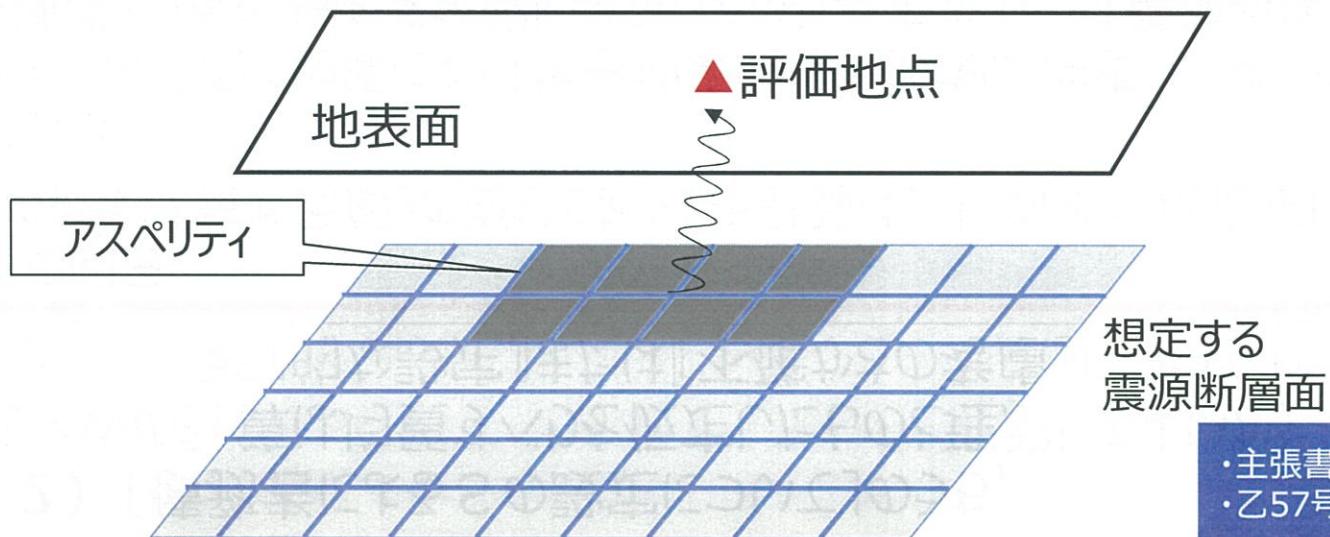


・主張書面（1），99～107頁

・主張書面（2），8～13, 23～28頁

## 回答

- 当社が参照している「レシピ」は、そもそも不均質なすべり分布を考慮した震源断層モデルの設定の手順を示したもので、これを参照することで不均質なすべり分布を考慮した震源断層モデルを設定できる。
- 例えば、震源断層面上ですべりの大きい領域であるアスペリティは複雑な形状であるが、「レシピ」では、過去の地震から得られている知見により、アスペリティを震源断層面積の一定の割合を占める大きさで矩形に配置することで、不均質なすべり分布を考慮した震源断層モデルとして設定する方法が示されている。
- アスペリティの位置についても、「レシピ」では、断層調査に基づく変位量の分布等を用いて設定したり、中央付近に設定する方法が示されている。
- なお、大飯発電所の地震動評価では、安全側に地震動を評価するとの観点から、震源断層面のうち、大飯発電所敷地に近い位置にアスペリティを配置している。



・主張書面(1), 152~170頁  
・乙57号証, 89, 91頁

- ◆ 断層活動の繰り返しによって、地表に現れる痕跡はより明瞭となり、地下の「震源断層」に匹敵する長さになると考えられている。大飯発電所の周辺の断層は過去から繰り返し活動したことが確認されており、当社は「地表地震断層」を詳細に調査することで、すべり分布が不均質である「震源断層」を把握することとしている。そして、その長さの評価にあたっては、長さを短く見積もることがないよう、断層の痕跡の無いことが明確に確認できる箇所を端部としている。
- ◆ 断層の幅についても、地震発生層に関する既往の研究や地盤の速度構造、微小地震分布等について整理した結果から、安全側に広く評価している。
- ◆ したがって、当社は、入倉・三宅式に入力する震源断層の面積（長さ×幅）を過小評価しておらず、ひいては地震動を過小評価していない。

1. 基準地震動策定の流れ
2. 「断層モデルを用いた手法による地震動評価」について
  - (1) 評価手法の概要
  - (2) 入倉・三宅式について
3. 大飯発電所周辺における断層の調査・評価
  - (1) 断層の長さ
  - (2) 断層の幅
- 4. 大飯発電所における地震動評価**  
→ (1) 「レシピ」の「(ア) の方法」, 「(イ) の方法」
  - (2) 断層モデルを用いた手法による地震動評価
5. 本日の説明全体のまとめ

- 地震本部のレシピでは、地震モーメント ( $M_0$ ) 等のパラメータについて、2つの設定方法が用意されている。

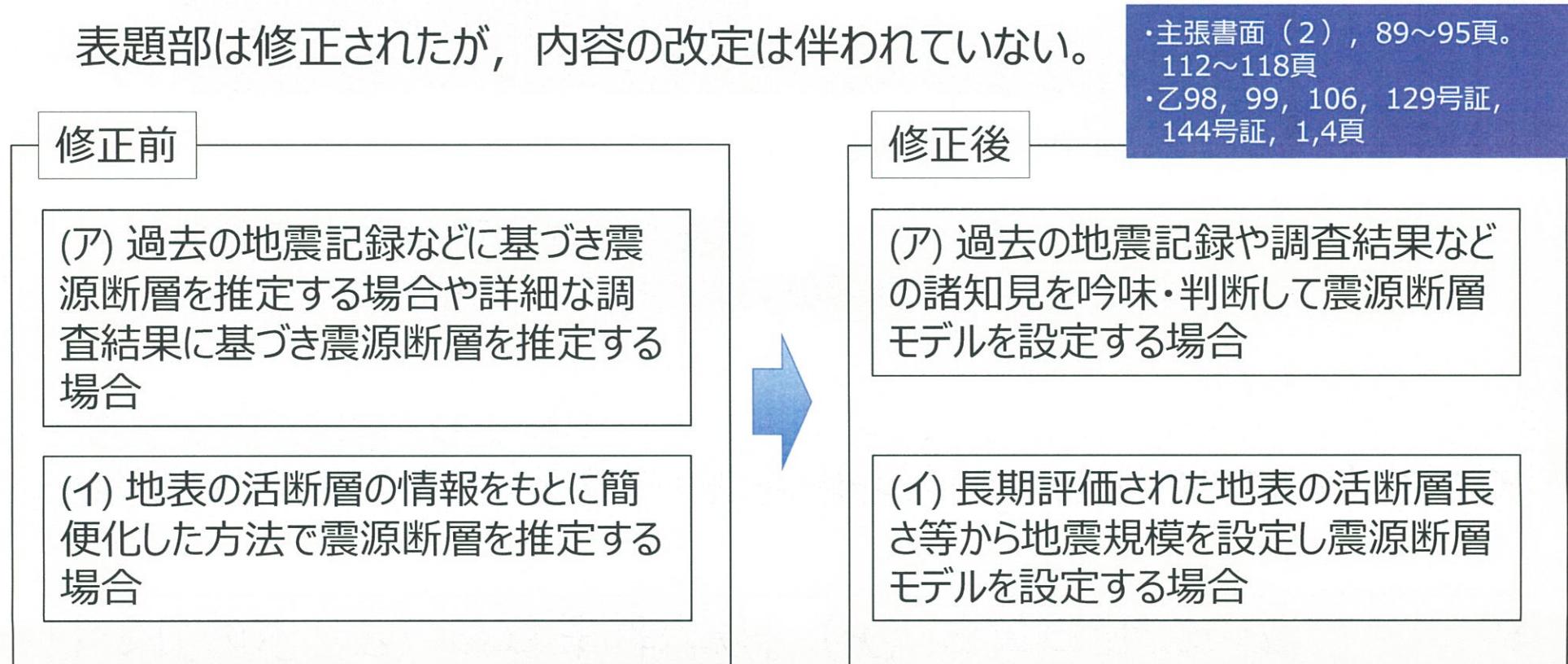
(ア)過去の地震記録や調査結果などの諸知見を吟味・判断して震源断層モデルを設定する場合

(イ)長期評価された地表の活断層長さ等から地震規模を設定し震源断層モデルを設定する場合

## ●長期評価

地震本部の取り組みの一つであり、主要な活断層等を対象に、発生する地震の規模や一定期間内に地震が発生する確率を予測している。地震の規模の算出のため、断層の長さも評価している。

- 「(イ) の方法」は、平成21年版のレシピにおいて、多くの地震の強震動を一括して計算するような場合、「やや簡便化した方法が作業上有効」として提案されたもの
- 平成28年12月版のレシピでは、「(ア) の方法」、「(イ) の方法」の表題部は修正されたが、内容の改定は伴われていない。



## - レシピの「(ア) の方法」を用いることについて

- 平成28年7月27日の第23回原子力規制委員会では、大飯発電所の基準地震動の策定に「(ア) の方法」を用いたことについての議論が行われた結果、震源断層の詳細な情報を得ていることから、「(ア) の方法」が適当とされた。

### 原子力発電所では、

各種の調査方法を組み合わせた調査や評価によって、震源断層の長さ、幅等の詳細な情報を得た上で、保守性も適切に考慮されている

「(ア) の方法」  
が適当

### 「(ア) の方法」

詳細な情報を  
直接反映できる

### 「(イ) の方法」

詳細な情報を  
直接反映できない

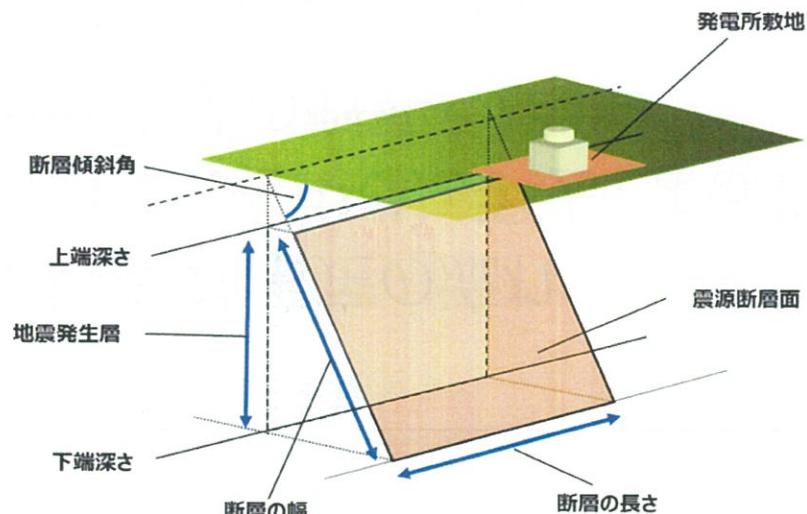
- ・主張書面(2), 89~95頁
- ・乙53号証, 9~10, 16頁,  
乙98, 99号証

- (1) 本件において用いられるべき基準地震動の策定方法として、債権者が主張しているのは、原子力規制委員会の試算のようにレシピ(ア)の方法において入倉・三宅式を武村式に置き換えたものではなく、レシピ(イ)の方法であると理解してよいか。
- (2) レシピ(イ)の方法においても、 $M_0$ からSを求める段階で入倉・三宅式が使われているが、ここでの入倉・三宅式の用いられ方であれば、過小評価の問題は生じないと理解してよいか。
- (3) 債務者は、レシピ(ア)の方法ならば震源断層の詳細な情報を直接地震動評価に用いることができるのに対し、レシピ(イ)の方法では震源断層の幅や長さを仮想的に調整するため、実態に合わない震源断層モデルを設定することになると指摘する。しかし仮にそうだとしても、計算の結果、S(またはS model),  $M_0$ 及びDの各パラメータの値に(ア)と(イ)で大きな差がなければ、最終的に得られる基準地震動の値にも大きな違いはないはずである。そうすると、想定された震源断層モデルの長さや幅が実際の震源断層の形状に合致しているか否かということ自体は、それほど重要でないようにも思われるが、どうか。

質問4（3）（ $M_0$ 等の値が（ア）と（イ）で大きな差がなければ、想定された震源断層モデルの長さや幅が実際の形状に合致しているか否かということ自体は、それほど重要でないようにも思われるが、どうか）への回答 57

## 回答

- レシピの「（ア）の方法」と「（イ）の方法」の主な違いは、前述のとおり、地震モーメント $M_0$ の算出方法の違いであり、「（ア）の方法」は、断層の長さに幅を乗じた面積から地震モーメント $M_0$ を算出するが、「（イ）の方法」では、断層の長さのみから地震モーメント $M_0$ を算出する。ここで、地震モーメント $M_0$ は震源断層の面積に関するパラメータであり、震源断層の面積は震源断層の長さに幅を乗じて求めることができる。
- したがって、大飯発電所においては、詳細な調査の結果を踏まえた長さや幅で震源断层面を設定していることから、「（ア）の方法」を参照することは合理的である。
- なお、どちらの方法を用いるかによって、地震モーメント $M_0$ の値が異なる場合がある。さらに、その結果により、断層の形状だけではなく評価される地震動の大きさも変わることがある。



・主張書面（2），89～95頁  
・乙98，99号証

1. 基準地震動策定の流れ
2. 「断層モデルを用いた手法による地震動評価」について
  - (1) 評価手法の概要
  - (2) 入倉・三宅式について
3. 大飯発電所周辺における断層の調査・評価
  - (1) 断層の長さ
  - (2) 断層の幅
- 4. 大飯発電所における地震動評価**
  - (1) 「レシピ」の「(ア) の方法」, 「(イ) の方法」
  - **(2) 断層モデルを用いた手法による地震動評価**
5. 本日の説明全体のまとめ

断層の調査結果等に基づき，より一層の安全側の評価という観点から，以下の設定とした。

○断層の長さ

FO-A～FO-B断層と熊川断層が連動するものとして64kmとした。

➡ 次頁

○断層の幅

断層上端深さは4kmと評価できるところ，安全側に3kmとした。

○FO-A～FO-B断層(35km)と熊川断層(14km)は、15kmの離隔があり、詳細な調査によっても連続するとの結果は得られなかつたが、安全側の評価となるよう運動(64km)を考慮することとした



①熊川断層西端の反射法地震探査



②小浜湾における海上音波探査



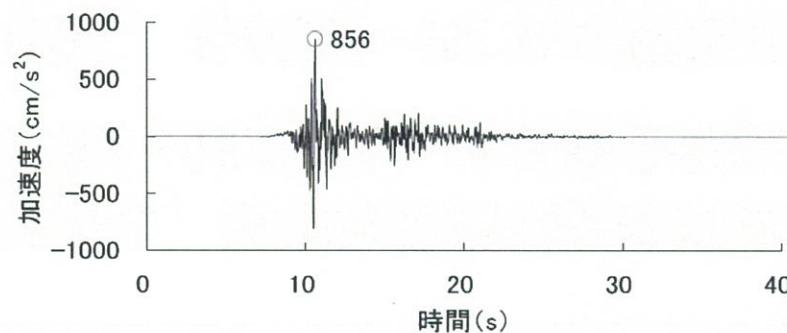
②'小浜湾周辺のボーリング調査

・主張書面（1），70～80頁  
・乙58号証，41～47頁

- ◆ 当社は、基準地震動の策定にあたって、地震動評価に大きな影響を与えるパラメータについて、十分安全側に条件設定している（基本ケース）。
- ◆ さらに、各パラメータについて相当な保守性をもたせたり、場合によっては科学的・専門技術的知見から考慮できる範囲を超えて不確かさを考慮している（不確かさを考慮したケース）。
- ◆ 具体的な不確かさとしては、
  - －アスペリティの位置
  - －応力降下量（短周期の地震動レベル）
  - －破壊開始点の位置
  - －断層の傾斜角
  - －すべり角
  - －破壊伝播速度等について考慮した。
- ◆ 結果、安全側に配慮した64ものケースを設定して評価した。

・主張書面(1), 179~187頁  
・乙57号証, 70~92頁

- これまでに説明したFO-A～FO-B～熊川断層による地震の「断層モデルを用いた手法による地震動評価」の結果から、16ケースの基準地震動を策定した。
- 右表は、各基準地震動の最大加速度を示す。このうち、Ss-2からSs-17が「断層モデルを用いた手法による地震動評価」によるものである。
- 下図は、このうち、水平方向の加速度が最大となる基準地震動Ss-4の加速度時刻歴波形（東西方向）である。



	南北方向	東西方向	上下方向
Ss-1		700	468
Ss-2	690	776	583
Ss-3	496	826	383
Ss-4	546	856	518
Ss-5	511	653	451
Ss-6	660	578	450
Ss-7	442	745	373
Ss-8	434	555	349
Ss-9	489	595	291
Ss-10	511	762	361
Ss-11	658	727	469
Ss-12	495	546	334
Ss-13	744	694	380
Ss-14	723	630	613
Ss-15	685	728	430
Ss-16	677	753	391
Ss-17	594	607	436
Ss-18	528	531	485
Ss-19		620	320

- ◆ 当社は、基準地震動の策定にあたっては、震源断層の長さ・幅を安全側に設定するだけではなく、地震動評価に大きな影響を与えるパラメータについて、十分安全側に条件設定している。さらに、各パラメータについて相当な保守性をもたせたり、場合によっては科学的・専門技術的知見から考慮できる範囲を超えて不確かさを考慮している。

1. 基準地震動策定の流れ
  2. 「断層モデルを用いた手法による地震動評価」について
    - (1) 評価手法の概要
    - (2) 入倉・三宅式について
  3. 大飯発電所周辺における断層の調査・評価
    - (1) 断層の長さ
    - (2) 断層の幅
  4. 大飯発電所における地震動評価
    - (1) 「レシピ」の「(ア) の方法」, 「(イ) の方法」
    - (2) 断層モデルを用いた手法による地震動評価
- ➡ 5. 本日の説明全体のまとめ

- ◆ 基準地震動の策定にあたっては、将来発生する可能性のある最大規模の地震を、科学的合理性を有する方法に基づき、十分に安全側に評価することが重要である。
- ◆ 入倉・三宅式を用いるにあたっては、式の導かれ方を踏まえて、すべり分布が不均質である震源断層の面積（長さ×幅）を与えるべきである。その際、地震モーメントひいては基準地震動が過小評価とならないよう、詳細な調査結果を踏まえて、震源断層の長さや幅を安全側に設定し、過小評価しないことが重要である。
- ◆ 当社は、震源断層の長さや幅を過小評価とならないよう安全側に設定し、震源断層の面積を適切に評価している。
- ◆ また、地震動評価に大きな影響を与え得るパラメータの不確かさを適切に考慮し、安全側に条件設定している。
- ◆ 以上のとおり、当社は、大飯発電所の基準地震動を適切に策定している。熊本地震を踏まえても、基準地震動の信頼性は変わらない。

以上

