

平成 23 年 (ワ) 第 812 号, 平成 24 年 (ワ) 第 23 号, 平成 27 年 (ワ) 第 374 号
九州電力玄海原子力発電所運転差止請求事件

原 告 石丸ハツミ 外
被 告 九州電力株式会社

準 備 書 面 10

平成 28 年 9 月 2 日

佐賀地方裁判所 民事部 合議 2 係 御中

被告訴訟代理人弁護士	堤	克	彦隆	
同	山	内	喜	明
同	松	崎	隆	
同	斉	藤	芳	朗
同	永	原	豪	
同	熊	谷	善	昭
同	家	永	由 佳	里
同	池	田	早	織

目 次

第 1	はじめに.....	3
第 2	原告らの主張.....	3
第 3	「ばらつき」の考慮について.....	3
第 4	被告の行った地震動評価.....	4
第 5	結論.....	12

第1 はじめに

本書面では、原告ら「準備書面（13）」に関し、必要な反論を行った上で、改めて被告が行った地震動評価について述べる。

第2 原告らの主張

原告らは、「基準地震動及び耐震設計方針にかかる審査ガイド」（以下、「審査ガイド」という。）に定められた「震源特性パラメータの設定」においては、「経験式を用いて地震規模を設定する場合には」「経験式が有するばらつきも考慮されている必要がある」と規定されているにもかかわらず、被告は「ばらつき」を考慮していないと主張する（原告ら準備書面（13）・2頁）。

そして、ばらつきの考慮としては、「ばらつき点」と平均値（グラフ）との「乖離」の平均値（標準偏差）の考慮では足りず、最外側の地震動データ点（最大の乖離となる場合）をもって安全基準とすべきであると主張する（原告ら準備書面（13）・5頁）。

第3 「ばらつき」の考慮について

- 1 そもそも経験式とは、ある事象（関係性）を最も確からしく表す（求める）ために策定されるものであり、実際に発生した事象の各データを基に、最小二乗法¹によって求められるものである。

そのため、当然のことながら、最小二乗法で求められた経験式とその基となった各データとの間には乖離（ばらつき）が存在する。

- 2 地震動評価に用いる経験式においても同様であり、経験式とその基となった各データとの間には乖離（ばらつき）が存在する。

したがって上記各データから求められた経験式は、地震の「平均像」を示すものであり、各データにおける経験式との乖離（ばらつき）は、当該地震が発生した地域の地域的な特性を示すものである。

そこで、地震動評価において経験式を用いるにあたっては、経験式に上記のばらつきがあることを踏まえ、評価対象地域における地震の地域的な特性を十分に考慮した上で評価する必要があるものであり、これが「ばらつき」の考慮である。

- 3 被告は、本件原子力発電所の地震動評価においては、詳細な調査等に基づいて敷地周辺の地域的な特性を把握し、その上で保守的なパラメータを設定し、さらに不確かさを考慮して地震動評価を行っている。

また、後述するように、入倉・三宅式などの経験式を含む強震動予測レシピが、本件原子力発電所敷地周辺を含む北部九州地域に適合すること（北部九州地域の震源特性が強震動予測レシピの標準的な震源特性と整合すること）を確認している。

このように、被告は、地震動評価に用いる経験式にばらつきがあることを踏まえ、本件原子力発電所の敷地周辺の地域的な特性を十分に考慮した上で安全側の地震動評価を行っているものであり、ばらつきを考慮していないとの原告らの主張は理由がない。

なお、原告らが主張するように、経験式の基となったデータの内ばらつきが最大となるものをもって安全基準とした場合には、評価対象地域とは異なった地域の特性が反映されたデータを基準とすることとなるばかりでなく、またそもそも経験式を求める意味がないことになるのであって、明らかに不合理である。

第4 被告の行った地震動評価

- 1 地震動評価における基本的な考え方は、被告準備書面5及び被告準備書面8で述べたとおり、調査や観測事実等に基づいて汎用的に用いることができるように標準化された評価手法（「経験式」はここに含まれる）を基に、調査や観測事実等から得られた地域的な特性を安全側に配慮することである。

2 ここで、被告が用いた評価手法が強震動予測レシピである。強震動予測レシピは、震源断層を特定した地震を想定した場合の強震動を高精度に予測するため「誰がやっても同じ答えが得られる標準的な方法論」を確立することを目的として、地震調査研究推進本部²が策定したものであって、強震動予測手法の構成要素となる、震源特性、地下構造モデル、強震動計算及び予測結果の検証の手法並びに震源特性パラメータの設定に当たっての考え方についてとりまとめたものである【乙24（付録3-1頁）】。

強震動予測レシピは、現実が発生した地震観測記録を精度よく再現できることが確認されており、原子力規制委員会の審査ガイドにおいて、断層モデルを用いた手法による地震動評価を行う際の震源特性パラメータの設定に関する代表的な手法として例示されている。（被告準備書面5・9頁）

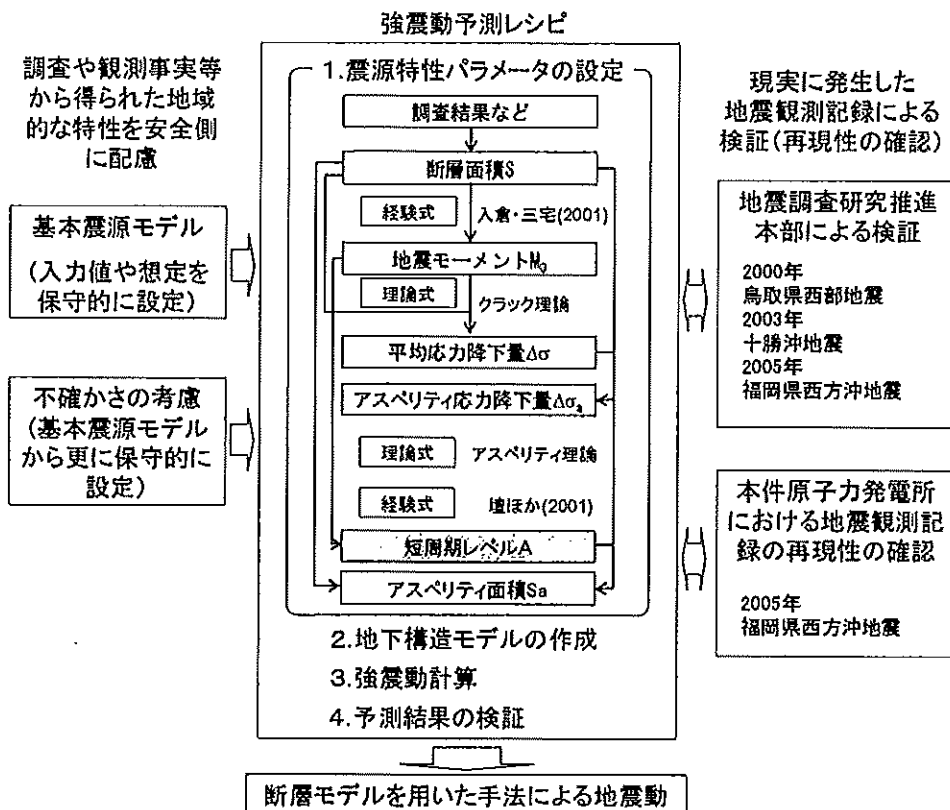


図1 被告が実施した強震動予測レシピに基づく地震動評価

被告は、2005年福岡県西方沖地震を用いて、強震動予測レシピが本件原子力発電所敷地周辺において適用できるかどうかを確認した。

具体的には、強震動予測レシピを用いて2005年福岡県西方沖地震の震源モデルを策定し、本件原子力発電所敷地の地震動をシミュレーションした値が実際に2005年福岡県西方沖地震の際に敷地で観測された記録を良く再現できることを確認した(図2)。このことは、2005年福岡県西方沖地震の震源特性が強震動予測レシピで設定する標準的な震源特性と良く整合すること(再現できること)を意味し、入倉・三宅式などの経験式を含む強震動予測レシピが本件原子力発電所敷地周辺を含む北部九州地域に適合すること(北部九州地域の震源特性は強震動予測レシピの標準的な震源特性と整合すること)を意味している。

なお、地震調査研究推進本部においても 2005 年福岡県西方沖地震の観測記録を用いた強震動予測レシピの検証を行っており、強震動予測レシピにより観測記録を再現できることが確認されている。

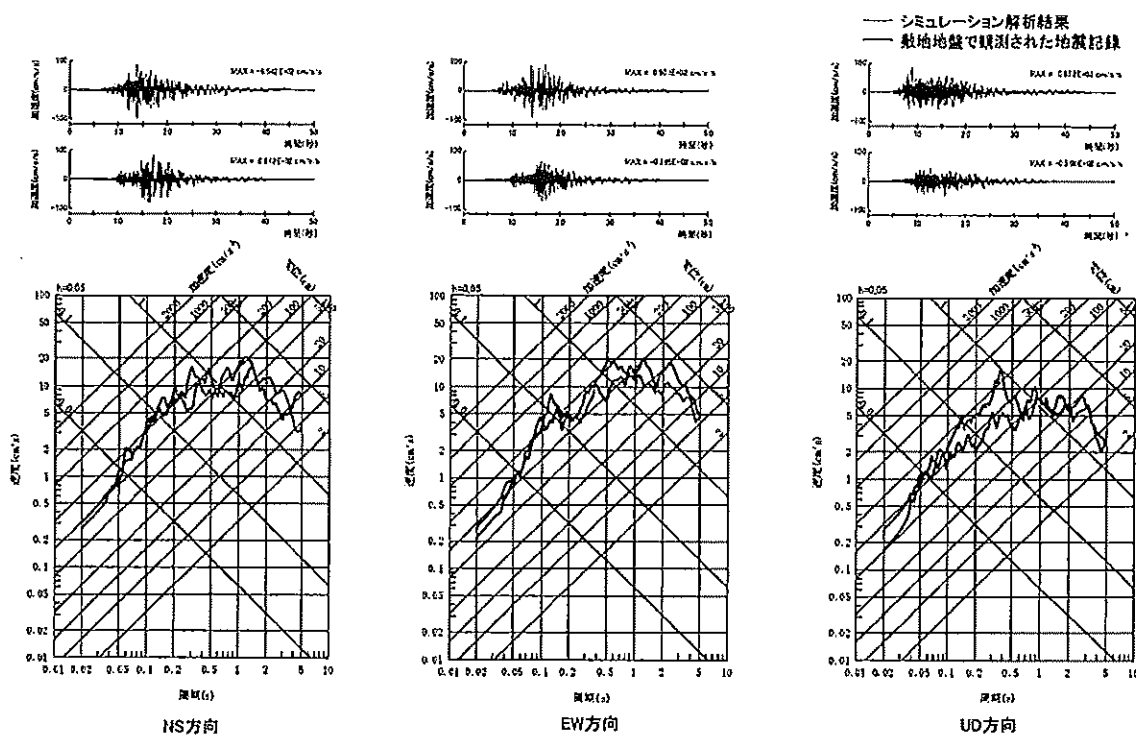
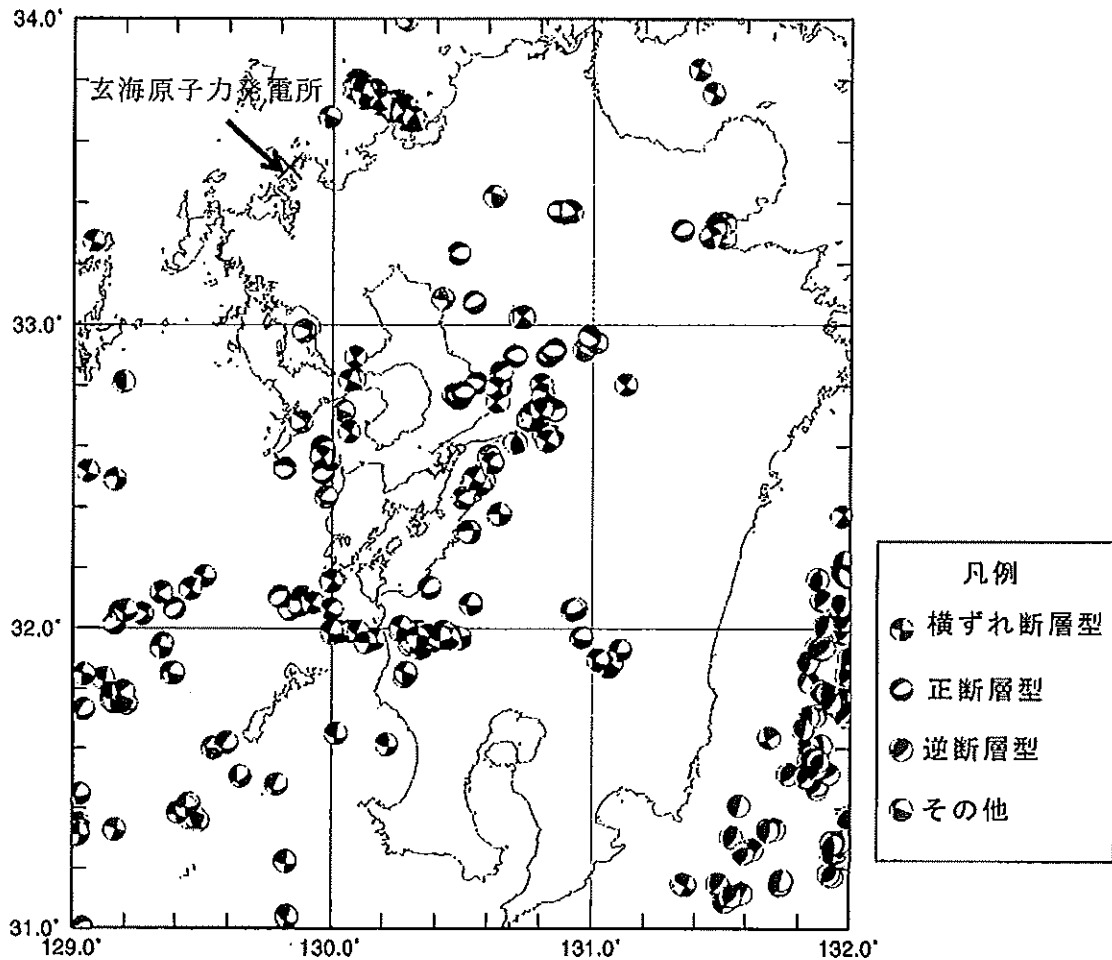


図2 本件原子力発電所敷地地盤の観測記録とシミュレーション結果との比較【乙25・2(78頁)】

3 被告は、上記1の基本的な考え方にに基づき、本件原子力発電所敷地周辺で発生する地震（震源）の地域的な特性を把握した。

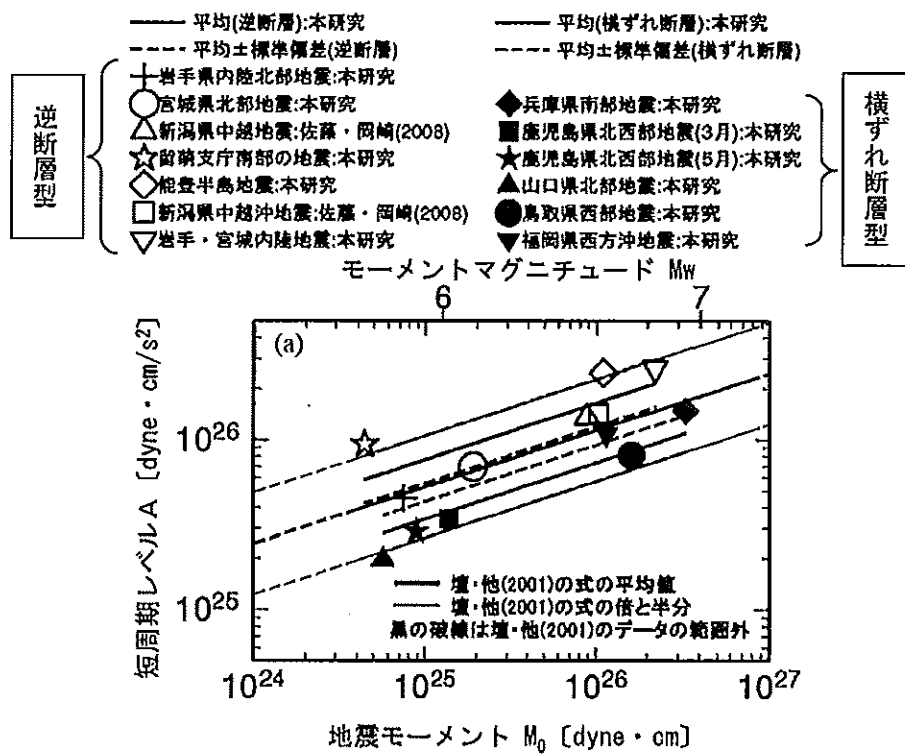
すなわち、本件原子力発電所の敷地を含む北部九州地域は、東西方向の圧縮応力場にあり、主に横ずれ断層型の内陸地殻内地震が発生する地域である（図3）。



この図から、本件原子力発電所敷地周辺の浅い陸域の地震の発震機構解³は、横ずれ断層型が多く、逆断層型や正断層型は少ないという特徴がある（図右下に見られる逆断層型の地震はプレート間地震）

図3 九州地域で発生した地震の発震機構解
 防災科学技術研究所 広帯域地震観測網 F-net
 (1997年 F-net 運用開始から2014年1月3日、深さ30km以浅)
 【乙57(144頁)】

実際、この地域で過去に発生した 2005 年福岡県西方沖地震も横ずれ断層型の内陸地殻内地震である。2005 年福岡県西方沖地震の震源の特性を現すパラメータの一つである短周期レベル⁴は、強震動予測レシピで用いられている短周期レベルを求める式（壇ほか(2001)）、すなわち内陸地殻内地震の平均的なレベルよりやや小さいレベルであった（図 4 中の赤▼）。



観測記録を用いて断層型毎に揺れの大きさを整理した知見（佐藤(2010)）によると、逆断層型の地震に比べ横ずれ断層型の地震は相対的に揺れが小さい。2005 年福岡県西方沖地震（赤▼）は、横ずれ型断層としてはやや大きめだが、内陸地殻内地震の平均的なレベルよりやや小さいレベルにある。

図 4 佐藤(2010)による知見【乙 58 (928 頁)】

4 また、被告は、この強震動予測レシピを用いるに当たり、詳細な活断層調査等の結果及び観測記録に基づく分析により把握した地域的な特性を踏まえて、以下で述べるとおり、地震動評価に用いる「基本震源モデル」を十分安全側に設定している。さらに、上記分析等によっても十分に把握しきれないものについては不確かさとして考慮し、「不確かさ考慮モデル」として設定している（被告準備書面 8・8～10 頁）。

（ア）基本震源モデル

- ① 「断層長さ」については、調査により活断層の存在の可能性が否定できない箇所まで「延ばす」ことによって、長くなるように評価した。また、孤立した長さの短い竹木場断層（約 5 km）については、震源幅と同じ断層長さ（約 17km）が拡がるものとして、より長く「断層長さ」を設定した【乙 44（9,70,84,91,93 頁）】。
- ② 「断層幅」については、微小地震分布（気象庁一元化震源データ）、防災科学技術研究所の地下の速度構造データ及び 2005 年福岡県西方沖地震における臨時余震観測データ（高い精度で余震分布領域を把握できる）から、2つの検討用地震で想定される断層幅は、2005 年福岡県西方沖地震震源と比べて小さい傾向にあるものの、安全側評価となるよう 2005 年福岡県西方沖地震に合わせて大きく設定した【乙 44（61,62,64～67 頁）】。
- ③ 「断層傾斜角」については、九州北部地方では、東西圧縮の応力場により横ずれ主体の活断層が分布していること、また、検討用地震と同等規模（M7）で、同じ九州北部地域で発生した 2005 年福岡県西方沖地震のメカニズムが鉛直横ずれ断層であることを踏まえて、強震動予測レシピに基づき、断層傾斜角を鉛直（90 度）に設定した。竹木場断層については、本件原子力発電所から最も近くに位置し、地質調査結果により断層露頭で傾斜の傾向が見られること等を踏まえて、安全側に敷地への影響の度合いが大きくなるように西側傾斜（80 度）に設定した（西

側に傾斜させることで、震源断層面が敷地に近づき、震源断層も大きくなる【乙 44 (84,140 頁), 乙 45 (36 頁)】。

- ④ 「アスペリティ位置」については、調査により活断層存在の可能性を認定した範囲で、敷地に最も近い位置に設定した【乙 44 (84,89,90 頁)】。
- ⑤ 「破壊開始点⁵」については、巨視的断層面（断層面全体）下端で、敷地に破壊が向かうように設定した【乙 44 (84,89,90 頁)】。

(イ) 不確かさ考慮モデル【乙 44 (84,89～94 頁)】

- ① 2つの検討用地震とも、断層長さをさらに長くし、調査により活断層存在の可能性を認定した範囲で敷地に最も近い位置に震源断層面を想定した。
- ② 「断層傾斜角」については、2つの検討用地震とも、断層傾斜角を60度として評価した（断層面を傾斜させることにより、基本震源モデルに比べて、震源断層面が敷地に近づき、震源断層面積及び地震モーメントが増加する。竹木場断層は、断層傾斜角の不確かさを考慮することにより、敷地直下まで震源断層を想定した）。
- ③ 「応力降下量」については、2007年新潟県中越沖地震（マグニチュード6.8）の知見を踏まえ、短周期レベルAに関する既往の経験式（強震動予測レシピで用いられている壇ほか2001）の1.5倍相当の値を考慮して地震動評価を行った。
- ④ 「破壊開始点及びアスペリティの位置」については、破壊が敷地に向かう方向となる複数ケースを選定し、地震動評価を行った。

第5 結論

このように、被告は、本件原子力発電所の地震動評価においては、経験式にばらつきが存在することを踏まえ、強震動予測レシピが本件原子力発電所敷地周辺を含む北部九州地域において適合性があることを確認した上で、詳細な調査や観測事実等を基に地域的な特性を安全側に反映し、さらに不確かさを考慮し、最終的に策定する本件原子力発電所の基準地震動 S_s が過小とならないよう安全側の評価を行っているのである。

以 上

用語解説

1 最小二乗法

2変数 x , y の間に一方が他方を左右ないし決定する関係があるとき, x と y の間の関係式 $y = b x + a$ を与える客観的な方法である。すなわち, 観測記録のデータや実験値等の現実の値を (x_i, y_i) とし, x_i から予想される y の値 $b x_i + a$ と現実の値 y_i が, 最も小さい隔たりを持つのが, 最適な直線 $y = b x + a$ の引き方である。そして, 最も小さい隔たりとなるよう a , b の値を求める方法は, 現実の値 (x_i, y_i) と関係式から求められる $(x$ と $y = b x + a)$ の各点の隔たりの二乗和を最小にする a , b の値を求めることである。この方法により, 誤差を最小にして2変数の関係を最もよく当てはまる直線を得ることができる。

2 地震調査研究推進本部

平成7年1月の兵庫県南部地震を踏まえ, 地震防災対策の強化, 特に地震による被害の軽減に資する地震調査研究のために文部科学省に設置された政府の機関。

また, 地震調査推進研究本部の下部組織に地震調査委員会があり, 地震に関する観測, 測量, 調査又は研究を行い, 関係行政機関, 大学等の調査結果等を収集し, 整理し, 及び分析し, 並びにこれに基づき総合的な評価を行っている。

3 発震機構解

地震は, 一般的には地下で断層がずれ動いて発生する。「発震機構解」とは, 地震を起こした断層が地下でどのようになっているか(断層がどちらの方向に伸びているか, 傾きはどうか)とその断層がどのように動いたかを示すものである。「発震機構解」は地下の断層の状態を表すと同時に, 地下で地震を起こす元になった力がどのようであったかも示す。これは, 断層と地下の力の向きがある一定の幾何学的な関係にあることが分かっているためである。

4 短周期レベル

短周期レベルとは、震源特性のうち強震動に直接影響を与える短周期領域における加速度震源スペクトルのレベルを表す値 ($N \cdot m / s^2$) をいう。なお、 N はニュートン、 m はメートル、 s は秒である。

実際に発生した地震の短周期レベルは、地震観測記録から伝播経路特性及び地盤増幅特性の各影響を取り除くことにより震源特性の加速度震源スペクトルを求めることで知ることができる。

短周期レベルと強震断層モデルとの関係については、短周期レベル (A) は、強震動生成域の面積 (S_a) の平方根と強震動生成域の応力降下量 ($\Delta \sigma_a$) との積に比例する値として、強震動生成域を有する強震断層モデルについて以下の関係式で表される (壇ほか (2001))。

$$A = 4 \cdot \sqrt{\pi} \cdot \sqrt{S_a} \cdot \Delta \sigma_a \cdot \beta^2$$

ここで、 A : 短周期レベル

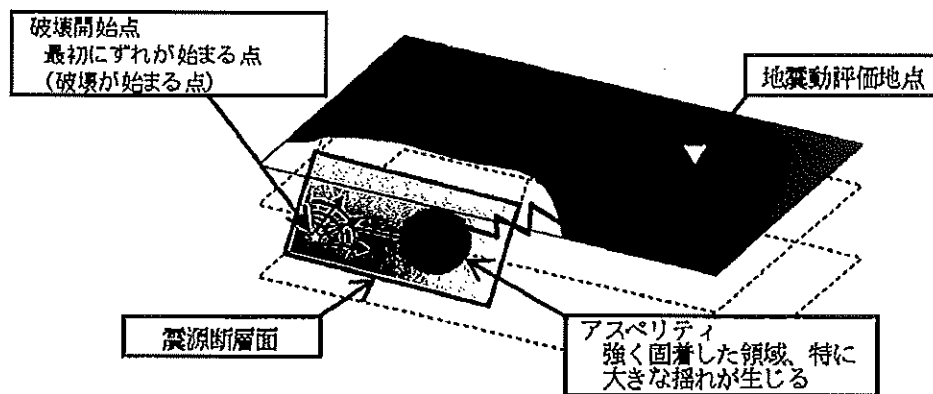
S_a : 強震動生成域の面積

$\Delta \sigma_a$: 強震動生成域の応力降下量

β : 媒質の S 波速度

5 破壊開始点

固着している断層面において最初にずれが始まる点 (破壊が始まる点) のことであり、これを起点にして、次第に断層面全体に破壊が広がる。



平成 23 年（ワ）第 812 号，平成 24 年（ワ）第 23 号，平成 27 年（ワ）第 374 号
九州電力玄海原子力発電所運転差止請求事件

原 告 石丸ハツミ 外
被 告 九州電力株式会社

証拠説明書

(乙 57, 58)

平成 28 年 9 月 2 日

佐賀地方裁判所 民事部 合議 2 係 御中

被告訴訟代理人弁護士

堤

克



同

山

内

喜



同

松

崎



同

斉

藤

芳



同

永

原

豪



同

熊

谷

善

昭



同

家

永

由

佳

里



同

池

田

早

織



号証	標目	原本・写 の別	作成 年月日	作成者	立証趣旨など
乙57	<p>玄海原子力発電所 地震について (144頁抜粋)</p> <p>(原子力規制委員会「第135回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合」にて提示した資料で、乙25、乙44に同じ)</p>	写	平成26年 9月5日	被告	<p>九州地方の浅い陸域の地震(深さ30km以下)を対象に、独立行政法人防災科学技術研究所 広帯域地震観測網 F-net のデータを用い、1997年のF-net 運用開始から2014年1月3日までの約16年間に発生した地震の発震機構解を整理すると敷地周辺の浅い陸域の地震の発震機構解は、横ずれ断層型が多く、逆断層型や正断層型は少ないという特徴があること (準備書面10・8頁(図3))【乙57(144頁)】。</p>
乙58	<p>逆断層と横ずれ断層の違いを考慮した日本の地殻内地震の短期レベルのスケーリング則</p>	写	平成22年 5月	佐藤智美	<p>この地域で過去に発生した2005年福岡県北西部地震も横ずれ断層型の内陸地殻内地震であり、2005年福岡県西方沖地震の震源の特性を現すパラメータの一つである短周期レベルは、強震動予測レシドで用いられている短周期レベルを求めめる式(塩ほか2001)、すなわち内陸地殻内地震の平均的なレベルよりやや小さいレベルであったこと。逆断層型の地震に比べ横ずれ断層型の地震は相対的に揺れが小さいこと。(準備書面10・9頁(図4))【乙58(928頁)】。</p>

以上