

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 8

平成 28 年 4 月 8 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 隆



同 斉 藤 芳



同 永 原 豪



同 熊 谷 善



同 家 永 由 佳



同 池 田 早



目 次

第 1	はじめに	3
第 2	本件原子力発電所における地震動評価	3
1	地震動評価における基本的な考え方	3
2	入倉・三宅式の適用性の確認及び安全側評価	4
第 3	原告らの主張への反論	10
1	原告らの主張.....	10
2	被告の反論.....	11

第1 はじめに

本書面では、原告ら「準備書面（11）」に関し、被告が行った地震動評価について述べるとともに、原告らの主張に対して必要な反論を行う。

第2 本件原子力発電所における地震動評価

1 地震動評価における基本的な考え方

(1) 原子力規制委員会による「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」（以下「審査ガイド」という。）が定める地震動評価手法の考え方は、被告準備書面5（13～14頁）で述べたとおり、調査や観測事実等に基づき汎用的に用いることが出来るよう標準化された評価手法（強震動予測レシピなど）を基に、調査や観測事実等から得られる地域的な特性を安全側に配慮するというものである（図1）。

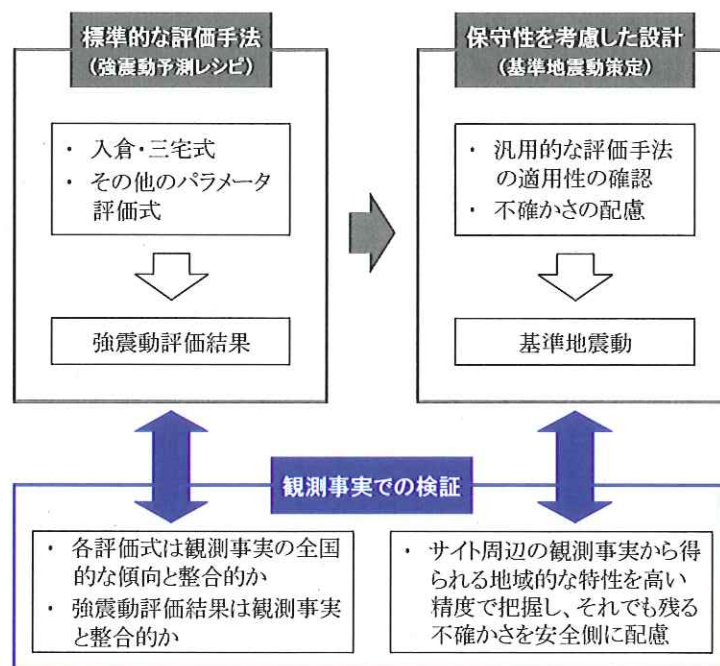


図1 自然現象（地震）の評価の考え方

(2) ここで言う「標準的な評価手法」で汎用的に用いられる関係式のひとつが「経験式」である。

経験式は、観測データ（データセット）を回帰分析¹して得られるものであって、多くの地震に適用可能な一般法則である。

ある特定の地域の地震動評価において経験式を用いる際は、①その経験式自体の信頼性を確認することと、②その経験式が評価しようとする地震の地域性と照合して適用できるかを確認することが重要である。

(3) 経験式による評価には多少の「ばらつき」が存在する。

したがって、地震動評価を行う際には、経験式による評価結果を基に、地域的な特性を踏まえて安全側の評価となるように様々な考慮を行うことが必要である。

2 入倉・三宅式の適用性の確認及び安全側評価

(1) 入倉・三宅式の信頼性

ア 入倉・三宅式は、地震調査研究推進本部（推本）が公表した「強震動予測レシピ」において、震源断層面の形状（断層長さ L ，断層幅 W ）から震源特性を表す様々なパラメータを設定する方法が体系的に整理されている中で、断層面積 S と地震モーメント M_0 の関係式として採用されている式である（被告準備書面5・8～11頁）。

イ 入倉・三宅式を含む強震動予測レシピにおける強震動予測手法については、実際に発生した地震（2000年鳥取県西部地震，2005年福岡県西方沖地震）における実際の観測記録（防災科学技術研究所K-NET・KiK-net観測点，気象庁観測点，自治体観測点）と，強震動予測レシピに基づくシミュレーション結果が整合することが確認

されており、その信頼性が実証されている【乙 24 (付録 3-1 頁)】
 (被告準備書面 3・7 頁)。

ウ さらに、入倉ほか(2014)【乙 26】において、1995 年以降に国内
 で発生した最新の 18 個の内陸地殻内地震に関する、既往の震源イ
 ンバージョン結果が、入倉・三宅式と調和的であることが確認され
 ており(図 2)【乙 26 (1527~1529 頁)】、最新かつ国内のデータに
 よっても入倉・三宅式の信頼性は損なわれないことが実証されてい
 る(被告準備書面 3・6~9 頁)。

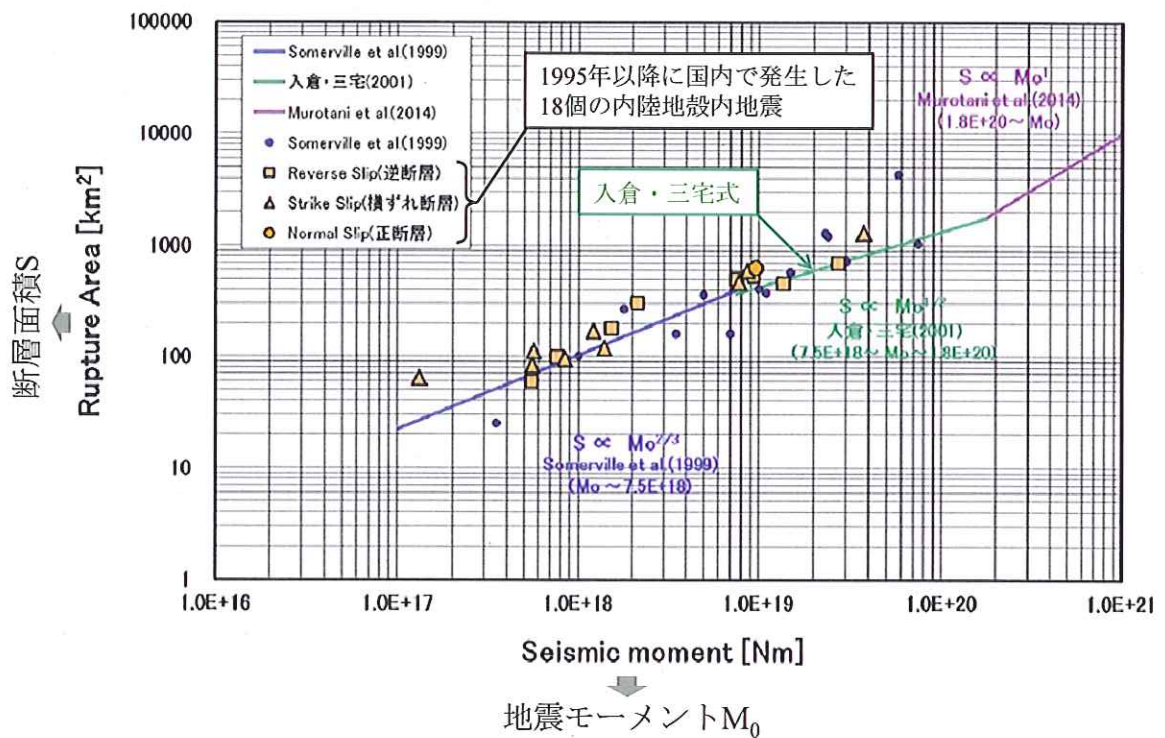


図 2 1995 年以降に国内で発生した 18 個の内陸地殻内地震の断層面積 S と
 地震モーメント M_0 の関係 (入倉ほか(2014)【乙 26 (1529 頁)】の図 2 (a)
 に加筆)

エ 以上のとおり、入倉・三宅式は、経験式として信頼性を有する。

(2) 本件原子力発電所における入倉・三宅式の適用性の確認

ア 入倉・三宅式の適用範囲について、強震動予測レシピでは、「地震モーメント $M_0 = 7.5 \times 10^{18}$ (N・m) (モーメントマグニチュード Mw6.5 相当) 以上」とされているが、この数値は利便性に配慮して機械的に値を設定したものであり、原理的には、断層幅が飽和しているか飽和していないかでスケーリング則²が変わるため、強震動予測レシピにおいても「断層幅が飽和している場合は入倉・三宅式を用いる方が合理的である」とされている【乙24(付録3-4頁)】。

本件原子力発電所の基準地震動策定にあたっては、敷地周辺の詳細な活断層調査等の結果を基に、2つの検討用地震(城山南断層による地震及び竹木場断層による地震)を選定し、これを基に評価を行っているが、これらの地震は、いずれも「断層幅が飽和した地震」を想定しており【乙44(67,91~94頁)】、入倉・三宅式の適用範囲内であることを確認している。

イ また、被告は、本件原子力発電所に関して、入倉・三宅式を含む強震動予測レシピの予測手法を採用するにあたって、本件原子力発電所の敷地地盤における観測記録を用いて、入倉・三宅式を含む強震動予測レシピの予測手法の信頼性を確認している。

具体的には、2005年福岡県西方沖地震時に本件原子力発電所の敷地地盤において観測された地震記録が、入倉・三宅式を含む強震動予測レシピに基づくシミュレーション解析によって精度良く再現できることを確認している【乙25-2】。

つまり、本件原子力発電所の敷地周辺の地域的な特性に照らしても、入倉・三宅式を含む強震動予測レシピを地震動評価に用いることが妥当であることが確認されたのである(被告準備書面3・7~8頁)。

ウ 以上より、本件原子力発電所の敷地周辺の地震動評価において、入倉・三宅式を適用することは妥当である。

(3) 地震動評価が安全側となるよう多面的に考慮していること

ア 被告は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の基準地震動策定に当たっては、『簡便な手法』である「応答スペクトルに基づく地震動評価」と、地域的な特性（「震源特性」、「伝播経路特性」及び「サイト特性」）を考慮し、より精緻に実像を評価できる『詳細な手法』である「断層モデルを用いた手法による地震動評価」の2つの評価手法を用いて適切な評価を実施している（図3）。

その過程において、被告は、経験式自体にばらつき（内在する誤差）が存在することを踏まえ、その影響を極力小さくする努力を行うとともに、最終的に策定する基準地震動が過小なものとならないように、多面的な評価を行っている。

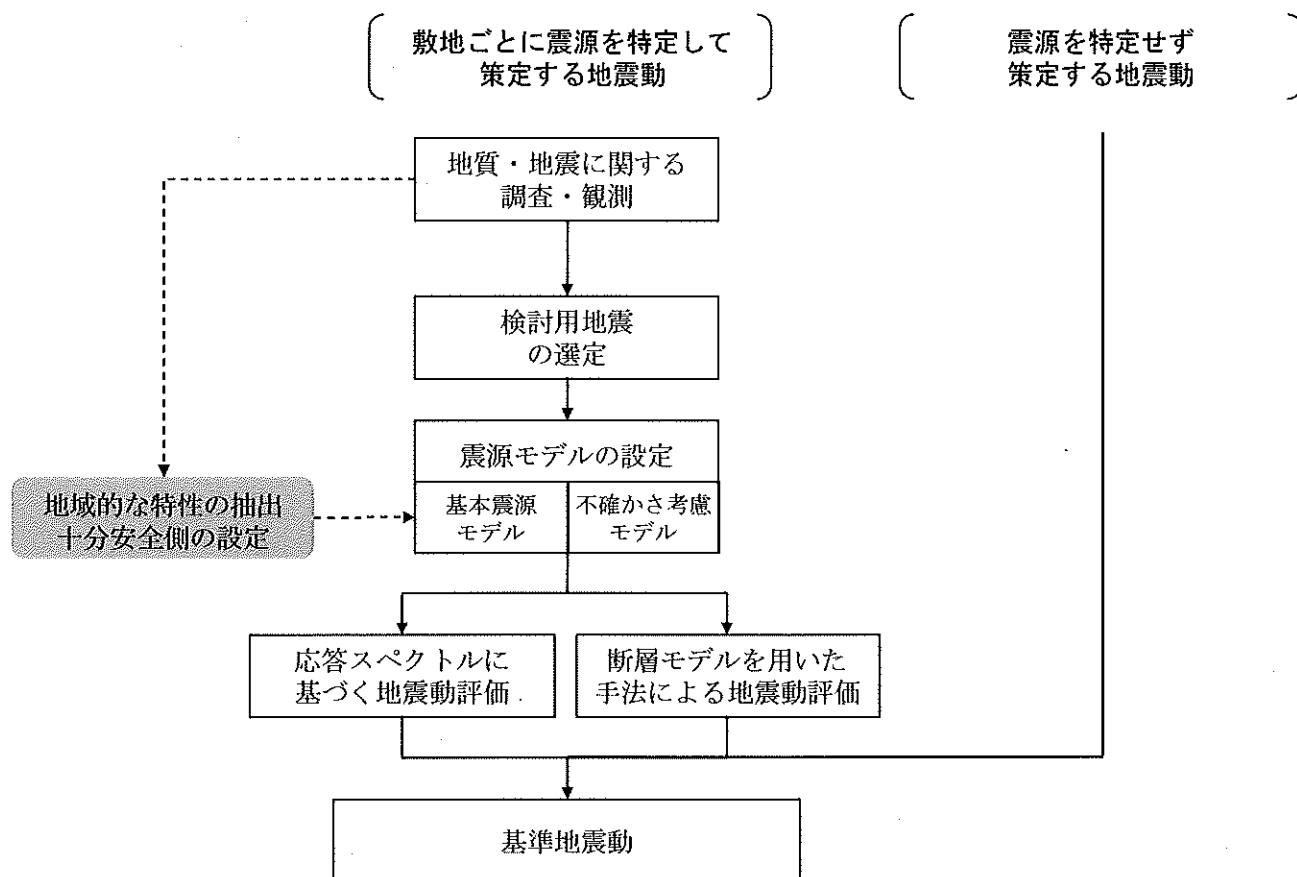


図3 基準地震動 S_s の策定フロー

イ 具体的には、本件原子力発電所への影響が最も大きいと選定した2つの検討用地震（城山南断層による地震及び竹木場断層による地震）の「断層モデルを用いた手法による地震動評価」において、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³」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。

(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ている。さらに、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）が広がるものとして、より長く「断層長さ」を設定している【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⁴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は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、断層露頭では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）と設定した（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に、断層長さをさらに長くして、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に、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ている）。

- 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。

ウ また，被告は，「応答スペクトルに基づく地震動評価」においても，Noda et al.(2002)⁶で算定した地震動と本件原子力発電所敷地での観測記録とを比較したところ，本件原子力発電所敷地での観測記録の方が相対的に小さい傾向になることを確認し，地域的な特性を踏まえて修正する（実際の観測記録が小さいことを踏まえ下方修正する）ことも可能であったが，地震動評価がより安全側となるよう修正しなかった【乙 44（80 頁）】。

エ このように，被告は，地震動評価において多くの観点から安全側となる評価を行っており，本件原子力発電所の基準地震動は十分な余裕が確保されたものである。

第 3 原告らの主張への反論

1 原告らの主張

原告らは，審査ガイド I.3.2.3(2)【乙 40（3 頁）】において「経験式が有するばらつきも考慮されている必要がある」としているにもかかわらず，被告は「経験式が有するばらつきの考慮」を怠っており，経験式である「入倉・三宅式」において「ばらつき」を考慮すると「武村式」を採用するのとほぼ同じ結果になること，さらに，「武村式」において「ばらつき」を考慮すると，地震モーメント M_0 が，「ばらつき」を考慮

しない「入倉・三宅式」の約 11.5 倍になると主張する。

2 被告の反論

しかしながら、上記「第 2」で述べたとおり、被告が用いた入倉・三宅式を含む地震動評価手法（強震動予測レシピ）は、各パラメータの評価式を基に体系的に評価した結果としての強震動が観測事実と整合することが検証され、手法の信頼性が確認されている。

また、被告は、入倉・三宅式その他の経験式にばらつき（内在する誤差）が存在することを踏まえて、最終的に策定する基準地震動が過小なものとならないように、地震動評価全体において多面的な考慮を行っている。

「入倉・三宅式のばらつきを考慮していない」との原告らの主張は、合理性を有しない。

なお、「経験式が有するばらつき」に関する審査ガイドの記載は、当該地域の地質調査等の結果を踏まえて設定される震源断層の面積等と経験式が前提とするモデルとの整合性など、当該「経験式の適用範囲」が十分に検討されていることを確認する際の留意事項として示されたものと解することができ、経験式そのものの修正を要求するものではない。

以 上

用語解説

1 回帰分析

回帰分析 (regression analysis) とは、2 変数 X , Y のデータがあるときに、回帰方程式 (regression equation) と呼ばれる説明の関係を定量的に表す式を求めることを目的としている。説明される変数を Y で表し、これを従属変数、被説明変数、内生変数などと呼ぶ。また、説明する変数を X で表し、独立変数、説明変数、外生変数などと呼ぶ。回帰分析の目的は、 X と Y との定量的な関係の構造 (モデル (model) ということがある) を求めることである。ある一方が他方を左右する (決定する) という一方方向の関係にある場合、かかる関係を分析するには回帰分析の方法がふさわしい。

2 スケーリング則

(地震の) スケーリング則とは、地震の震源特性 (「震源特性」参照) を表す断層パラメータ間に見られる一定の比例関係をいう。相似則とも呼ばれる。

地下に分布する断層の断層幅 (地下の深さ方向の幅) が地震発生層 (地中において地震が発生する深さ方向の幅) いっぱいに広がる地震 (断層幅が飽和した地震) と、地震発生層の一部の領域にとどまる地震 (断層幅が飽和しない地震) では、地震モーメント M_0 と断層面積 S のスケーリング則が異なることが、強震動予測レシピや各種文献等で、一般的に知られている。

強震動予測レシピにおいて、地震モーメント M_0 と断層面積 S のスケーリング則は、断層幅が飽和しない地震は Somerville et al. (1999) の関係式、断層幅が飽和した地震は入倉・三宅式が用いられる。

3 震源モデル

震源モデルとは、震源 (地震が発生した地下の場所) の断層面をモデル化したものであり、「断層モデル」もしくは「震源断層モデル」と呼ばれることがある。震源モデルには、本件原子力発電所において用いているアスペリティと背景領域からなる特性化震源モデルや、アスペリティのみからなる背景領域がないクラックモデルがある。

4 臨時余震観測

比較的大きな地震 (本震) の発生直後から、震源域周辺等に地震計を設置し、震源特性の分析等を目的として余震データを収集すること。

5 破壊開始点

固着している断層面において、最初にずれ始める点（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。

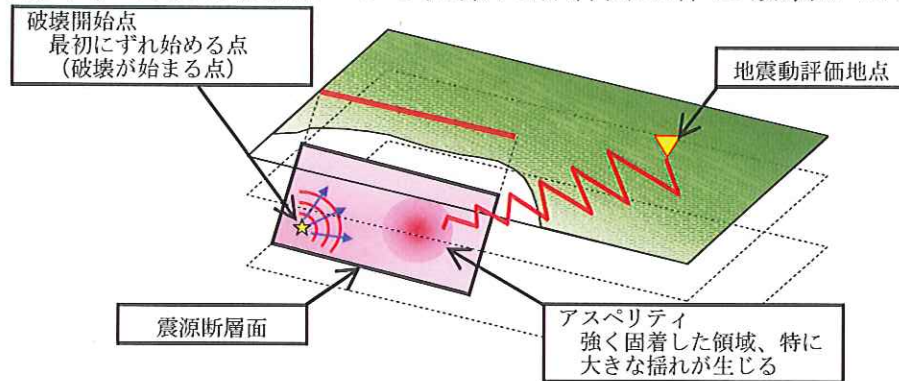


図 破壊開始点及び揺れの広がり

6 Noda et al.(2002)

Noda et al.(2002)の方法については、日本電気協会原子力発電耐震設計専門部会にて、議論・検討されたことから、「耐専スペクトル」もしくは「日本電気協会の手法」と呼ばれることがある。

Noda et al.(2002)の方法は、岩盤における観測記録に基づいて提案された距離減衰式で、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動の応答スペクトルを予測することができ、敷地における地震観測記録に基づいて補正することにより、地震の分類に従った震源特性、伝播経路特性及びサイト特性を的確に反映することが可能である。また、内陸地殻内地震に適用する場合には、周期 0.02 秒～0.6 秒で 0.6、周期 0.6 秒～5.0 秒までは周期 5.0 秒で 1.0 となるよう、0.6 秒から徐々に大きくなる補正係数を用いることができる。