

## 目 次

第1章	はじめに	4
第2章	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	4
第1	原告らの主張について	4
第2	被告九州電力の基準地震動の策定について	5
1	地震動評価における基本的な考え方	5
2	標準的な評価手法の汎用性の確認及び地域的な特性の考慮	6
3	地震動評価の概要及び安全側の評価	6
4	被告九州電力の策定手法に根本的な欠陥は存しないこと	8
第3	松田式について	8
1	松田式の理論的背景	8
2	松田式のばらつきについて	9
第4	入倉・三宅式について	11
1	入倉・三宅式を含む強震動予測レシピについて	11
2	強震動予測レシピにおける入倉・三宅式的位置づけ	13
3	入倉・三宅式を含む強震動予測レシピの信頼性について	14
4	入倉・三宅式の信頼性について	15
第5	耐専スペクトルについて	16
1	耐専スペクトルとは	16
2	適用性について	17
3	原告らの主張について	18
第6	小括	19
第3章	震源を特定せず策定する地震動	20
第1	原告らの主張	20
第2	「震源を特定せず策定する地震動」の考え方について	20
1	基本的な考え方	20
2	審査ガイドにおける要求	21
	(1) 震源近傍における観測記録の収集	21
	(2) 16地震の分類について	21

3	原告の主張に対する反論 .....	23
	(1) 「17年間16地震」について考慮することで安全性を担保できること	23
	(2) 岩手・宮城内陸地震の記録を除外したことに合理的な理由があること	24
	(3) 本件原子力発電所への適用にあたっては、実観測記録に、各種の不確かさを考慮し、慎重に考慮していること .....	25
	(4) 小括 .....	27
第4章	基準地震動超過事例について .....	27
第5章	まとめ .....	28



## 第1章 はじめに

被告九州電力は、準備書面 12 において、本件原子力発電所の基準地震動について、合理性を有する妥当なものであり、基準地震動を超過する地震動が本件原子力発電所で発生する可能性は極めて低いことについて述べた。

これに対して、原告らは、準備書面 32 において、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」による基準地震動の策定手法には根本的な欠陥がある旨主張している。

本書面では、これらの原告らの主張に対して、反論を行う。

## 第2章 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

### 第1 原告らの主張について

原告らは、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」について、①「応答スペクトルに基づく手法」において、断層長さから地震規模（マグニチュード  $M$ ）を推定する際に用いられる「松田式」は誤差が極めて大きいこと、②「断層モデルを用いた手法」において、断層面積から地震規模（地震モーメント  $M_0$ ）を推定する際に用いられる「入倉・三宅式」には大きな誤差があること、③「応答スペクトルに基づく手法」において、地震の規模、震源距離から地震動の平均像を求める「耐専スペクトル」には誤差、平均像からの乖離が存在するとし、基準地震動の策定手法には根本的な欠陥があると主張する。

以下、地震動評価の基本的な考え方、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」における基準地震動の策定において被告九州電力が安全側の評価となるよう多面的な考慮を行っていることを改めて主張するとともに、原告らが主張する「基準地震動策定過程に存する誤差」について反論することとする。



## 第2 被告九州電力の基準地震動の策定について

### 1 地震動評価における基本的な考え方

(1) 被告九州電力の行った地震動評価手法の考え方は、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）。

この考え方は、原子力規制委員会の「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。）が定める評価手法における考え方と同じである。

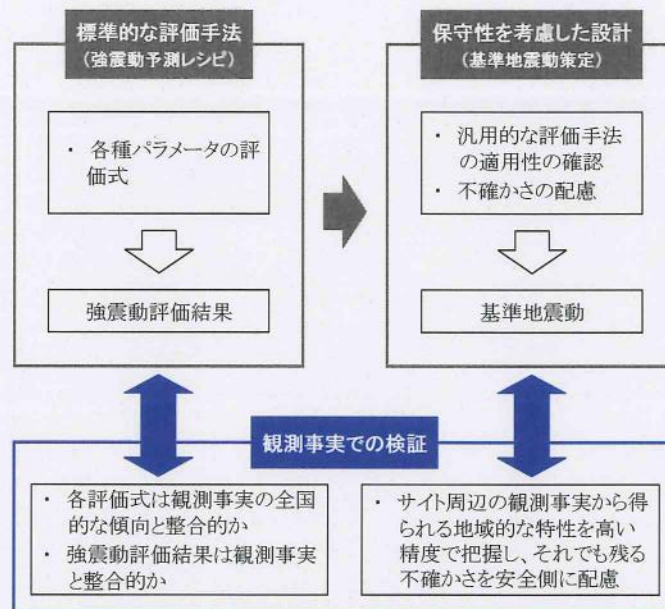


図1 自然現象（地震）の評価の考え方

(2) このような考え方は、地震に限らず、自然現象を評価するに当たって一般的に共通する考え方であり、地域毎あるいは対象となる構造物の種類毎に多種多様な評価手法を定めるのではなく、一定の「標準的な評価手法」をベースに、地域、あるいは構造物の特性に応じて必要な事項を適宜付加していくという極めて合理的な考え方である。



## 2 標準的な評価手法の汎用性の確認及び地域的な特性の考慮

- (1) 標準的な評価手法については、観測事実との整合性を検証することによって、その評価手法の汎用性（標準的な傾向を見て取ることができること）が確認されていることが重要である。

この点、被告九州電力が本件原子力発電所で用いた地震動評価手法（強震動予測レシピなど）は、後述のとおり、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ており、手法の汎用性が確認されている。

- (2) また、「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」であり、地震動評価において用いる「経験式」には、「松田式」、「入倉・三宅式」、「Noda et al. (2002)」などがあるが、各データを基に求められた経験式は、その事象（関係性）の「平均像」を示すものであり、経験式とその基となった各データの間には乖離（ばらつき）が存在する。その乖離（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ため、地震動評価において経験式を用いるにあたっては、経験式に乖離（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ことが重要である。

この点、被告九州電力は、敷地及び敷地周辺に関する詳細な調査結果及び豊富な観測記録に基づく分析により把握した地域的な特性を考慮し、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（例えば、応力降下量の大きさ、破壊開始点の位置等）については、不確かさを考慮して地震動評価を行っている。

## 3 地震動評価の概要及び安全側の評価

- (1) 被告九州電力は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」（第3章で主張）を、それぞれ評価し、本件原子力発電所の解放基盤表面の基準地震動を策定した。



「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あたっては、『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」との2つの評価手法を用いて評価している（図2）。

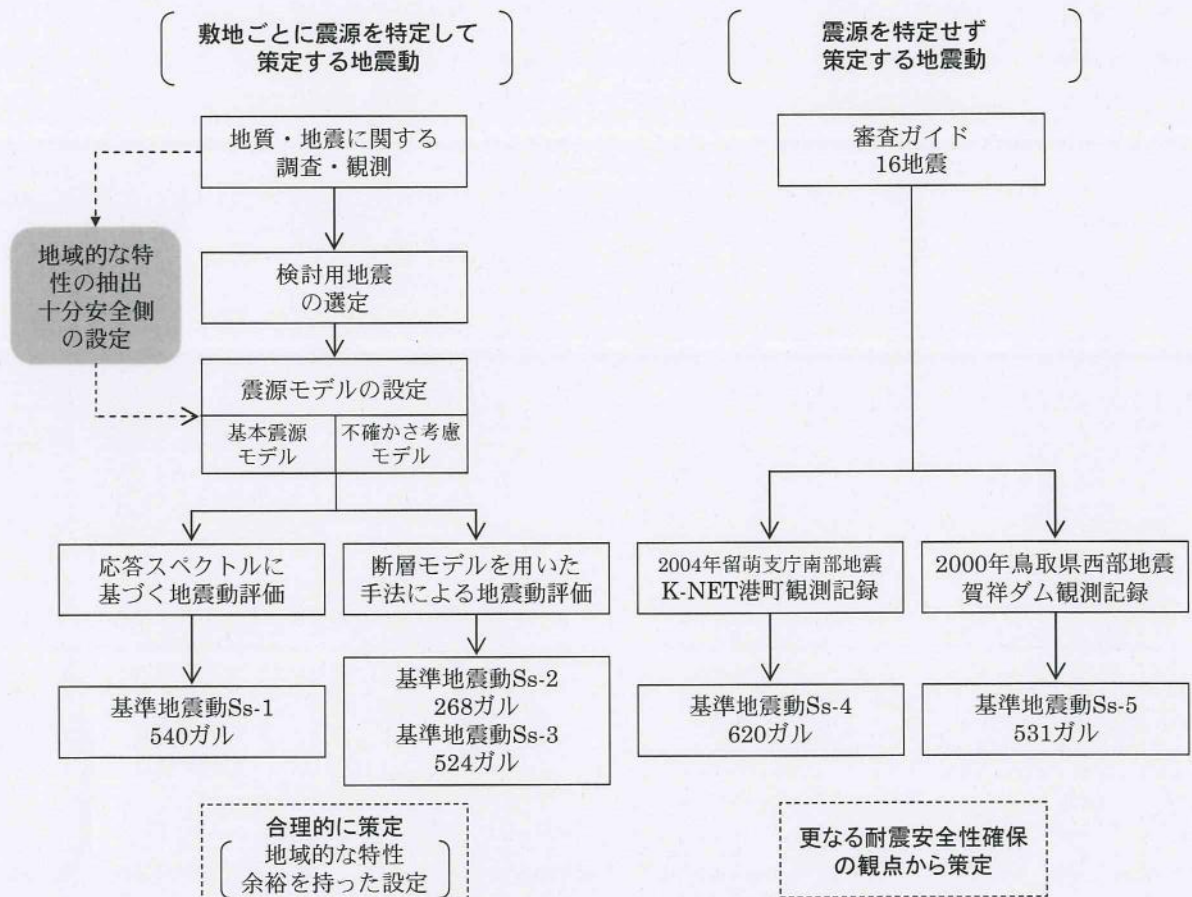


図2 基準地震動 Ss の策定フロー

(2) その評価の過程において、被告九州電力は、標準的な評価手法（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。



具体的には、準備書面 12 (7 頁～8 頁) で既に主張したとおり、本件原子力発電所への影響が最も大きいと判断し、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) の震源モデルの設定において、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、断層長さを長く設定すること、断層幅を大きく設定すること等により、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、上記分析によっても十分に把握しきれないもの (例えば、応力降下量の大きさ、破壊開始点の位置等) については不確かさとして考慮し、断層長さをさらに長く設定すること、断層傾斜角を敷地への影響の度合いがより大きくなるよう設定すること等により、「不確かさ考慮モデル」として設定している。

#### 4 被告九州電力の策定手法に根本的な欠陥は存しないこと

以上述べたとおり、被告九州電力は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」について、経験式自体に誤差が内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とならないよう、多くの観点から安全側となるよう評価しており、基準地震動の策定手法に何ら根本的な欠陥はない。

そのため、基準地震動の策定手法に根本的な欠陥があるとする原告らの主張は理由がないが、原告らの主張の根拠となる「経験式 (「松田式」, 「入倉・三宅式」, 「Noda et al. (2002)」) 自体に内在する誤差」について、以下のとおり反論する。

### 第 3 松田式について

#### 1 松田式の理論的背景

「応答スペクトルに基づく手法」において断層から発生する地震の規模を想定する場合、断層の長さから地震の規模 (マグニチュード  $M$ ) を求める式



が用いられる。原子力発電所の基準地震動を策定するにあたっては、松田時彦・東京大学地震研究所教授による研究「活断層から発生する地震の規模と周期について」（以下「松田(1975)」という。）で示された、次の震源断層長さLとマグニチュードMとの関係式（松田式）が用いられる。

$$\text{Log } L = 0.6 \cdot M - 2.9$$

松田(1975)では、断層から発生する地震の規模・発生間隔についての考えが示されている。具体的には、地震は地殻にたくわえられた歪みエネルギーの急激な解放であること、その歪みエネルギーの大小は歪領域の大小によること、そして歪領域の大小は断層のディメンジョン（大きさ）の大小に反映しているというものである。

この考えは、坪井忠二・東京大学地震研究所教授による「地震の規模は地殻の歪領域の大小に対応している」という理論（地震体積説）等当時の最新の研究に基づいている。松田(1975)では、実際に発生した地震から得られたデータ（断層長さL及びマグニチュードM）を基にして経験的に「松田式」を構築した上で、上記の理論（地震体積説）と整合することを確認したものであり、「松田式」は、単なる経験式ではなく、理論的背景を基にして策定されたものである。【乙イA53（松田（1975））269頁～272頁】

松田式は、断層長さと将来起こるであろう地震の規模との関係を表す式として広く用いられている。

## 2 松田式のばらつきについて

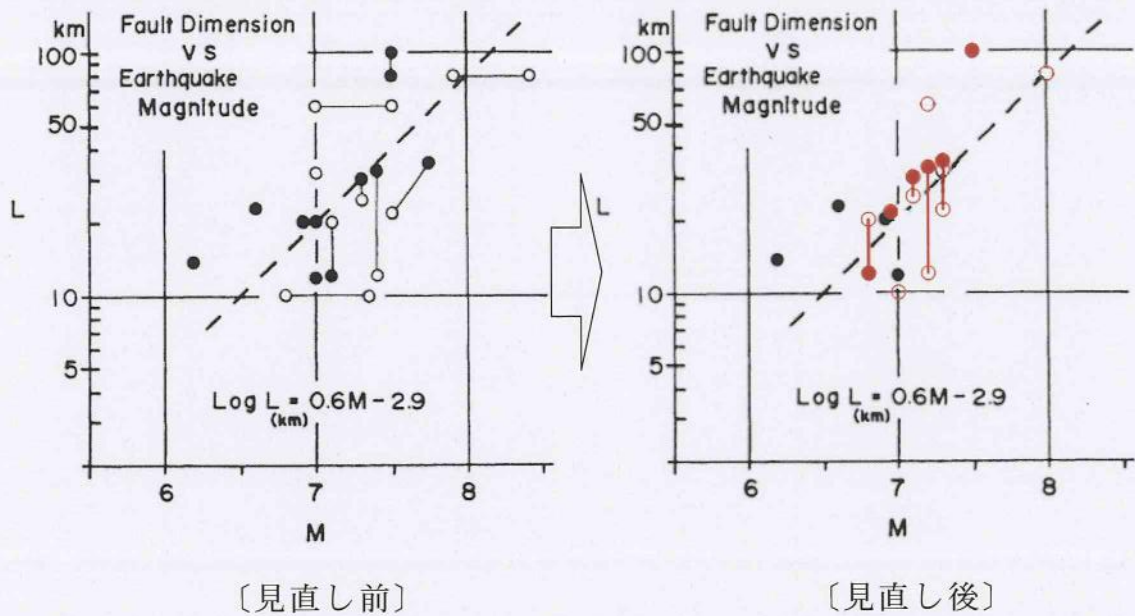
松田（1975）で示される松田式とその基となった14地震のマグニチュードM及び断層長さLとの関係について確認する。図3（左）は、松田式（図中点線）とその基となったデータ（図中●及び○）を示しており、同一の地震であっても松田（1975）でマグニチュードMや断層長さLについて幅を持って整理されているものがあるため、その地震については線で結ばれた形で表示されている（図中の○—○、●—●、○—●）。



一見すると、図3（左）は、松田式とその基となったデータとに大きな乖離があるようにも見えるが、松田式の基となった14地震について、それぞれのマグニチュードMを最新の知見（平成15年に気象庁によって再評価されたマグニチュードM）に基づいて見直すと、図3（右）のようになり、これら14地震のデータは、松田式におおむね整合している。（マグニチュードMが変わったデータは赤色で表現している）。

したがって、最新の知見を踏まえると、松田式の基となった14地震のデータは、松田式とよく整合しており【乙イA54（松田式のマグニチュードについて）】、松田式は経験式として大きな誤差を有するものではなく、信頼性を有するものである。





- ◆ 気象庁により再評価された最新のマグニチュードMの値による描き直し
- は最新のMに変更 (Lはそのまま)      ●○はMの変更なし (Lもそのまま)
- は地表地震断層      ●●は地震学的及び測地学的データから得られる断層長さ
- ・見直し後は、断層長さLはそのままのため、見直された地震規模まで平行移動する。
- ・複数のマグニチュードMで結ばれる同一地震は、見直し後は一つのマグニチュードMで示される。

図3 松田(1975)で示された松田式の基となる図(左) (【乙イ A53(松田(1975)) 270頁の図(a)】) 及び最新知見に基づき再評価されたマグニチュードMを反映した図(右) (【乙イ A54(松田式のマグニチュードについて) 3頁の図1】)

#### 第4 入倉・三宅式について

##### 1 入倉・三宅式を含む強震動予測レシピについて

「断層モデルを用いた手法」における震源特性・伝播経路特性・サイト特性の設定について、「誰がやっても同じ答えが得られる標準的な方法論」として、地震調査研究推進本部により「震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)」(以下「強震動予測レシピ」という。)(【乙イA55(強震動予



測レシピ) 1~46頁】が公表されており、本件原子力発電所の基準地震動策定にあたっては、被告九州電力はこれに従って評価を行っている。

強震動予測レシピにおいては、図4のフローのように、震源断層面の形状(断層長さLや断層幅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【乙イA55(強震動予測レシピ)1~22頁, 40~46頁】。

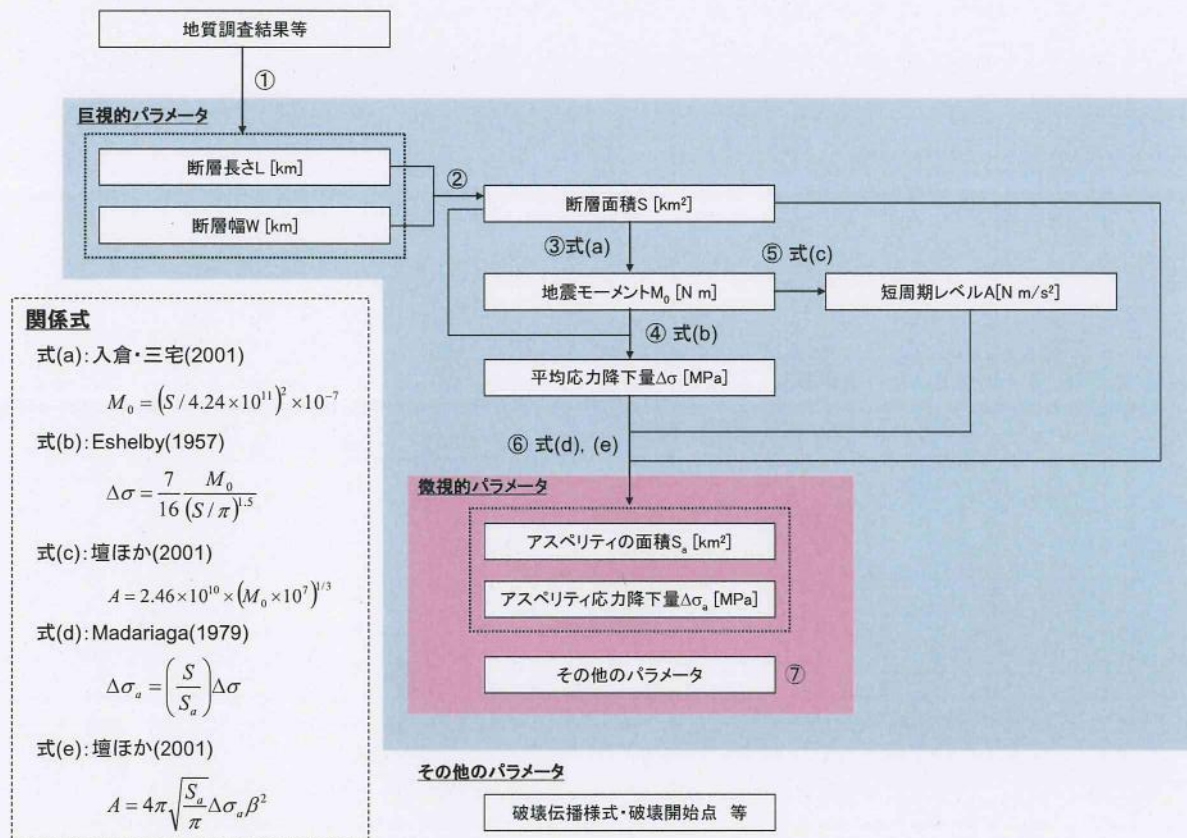


図4 強震動予測レシピにおける震源パラメータの設定フロー

【図4の説明】

- ① 地質調査等により震源断層における断層長さLと断層幅Wを設定
- ② 断層長さLと断層幅Wから断層面積Sを算出
- ③ 断層面積Sから入倉・三宅(2001)による式を用いて地震モーメントM0を算出
- ④ 断層面積Sと地震モーメントM0からEshelby(1957)による式を用いて平均応力降下量Δσを算出
- ⑤ 地震モーメントM0から壇ほか(2001)の式を用いて短周期レベルAを算出
- ※ ①~⑤は震源断層面全体を表すパラメータ(巨視的パラメータ)を算出する流れ
- ⑥ 短周期レベルAからMadariaga(1979)及び壇ほか(2001)による式を用いてアスペリティの面積Saや応力降下量Δσaを算出
- ⑦ 震源断層面のうちアスペリティを除いた部分(背景領域)のパラメータ等を設定
- ※ ⑥~⑦は震源断層面の細部のパラメータ(微視的パラメータ)を算出する流れ



## 2 強震動予測レシピにおける入倉・三宅式の位置づけ

強震動予測レシピにおいて、「過去の地震記録などに基づき地震断層を推定する場合」や「詳細な調査結果に基づき震源断層を推定する場合」に、断層面積 $S$ と地震モーメント $M_0$ との関係式として採用されているのが以下の式(1)及び式(2)である【乙イA55（強震動予測レシピ）4頁，式(2)及び式(3)】。

$$\begin{cases} M_0 = (S/2.23 \times 10^{15})^{3/2} \times 10^{-7} & (M_0 < 7.5 \times 10^{18}(\text{Nm})) & \text{式(1)} \\ M_0 = (S/4.24 \times 10^{11})^2 \times 10^{-7} & (M_0 \geq 7.5 \times 10^{18}(\text{Nm})) & \text{式(2)} \end{cases}$$

式(1)と式(2)は、地震モーメント $M_0$ が $7.5 \times 10^{18}(\text{Nm})$ 以上・未満でそれぞれ使い分けがされるようになっている。式(1)はSomerville et al.(1999)により提案された関係式であり、式(2)が入倉・三宅(2001)【乙イA56（入倉・三宅(2001)）858～859頁，861頁】により提案された関係式（以下「入倉・三宅式」という）である。

式(1)及び式(2)を用いた断層面積 $S$ と地震モーメント $M_0$ との関係を図5に示す。

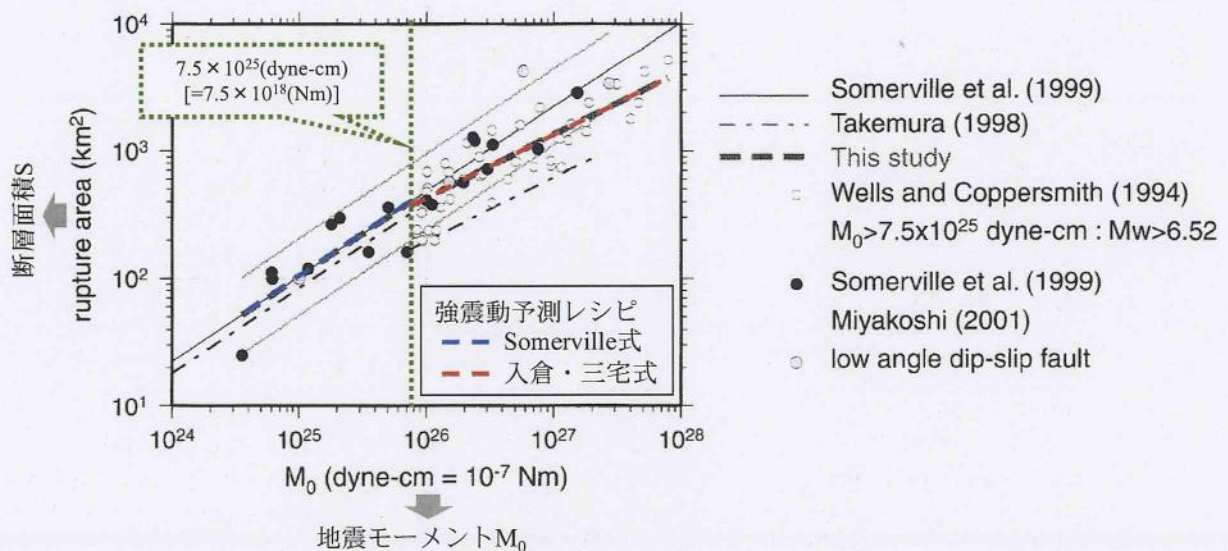


図5 強震動予測レシピによる断層面積 $S$ と地震モーメント $M_0$ との関係  
 (【乙56（入倉・三宅(2001)）858頁】の図7に加筆)



### 3 入倉・三宅式を含む強震動予測レシピの信頼性について

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との検証が実施されており【乙イA55（強震動予測レシピ）1頁】，その信頼性が実証されている。

また，被告九州電力は，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は，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，図6に示すとおり，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で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。【乙イB25（玄海原子力発電所 地震について）77頁～78頁】

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。



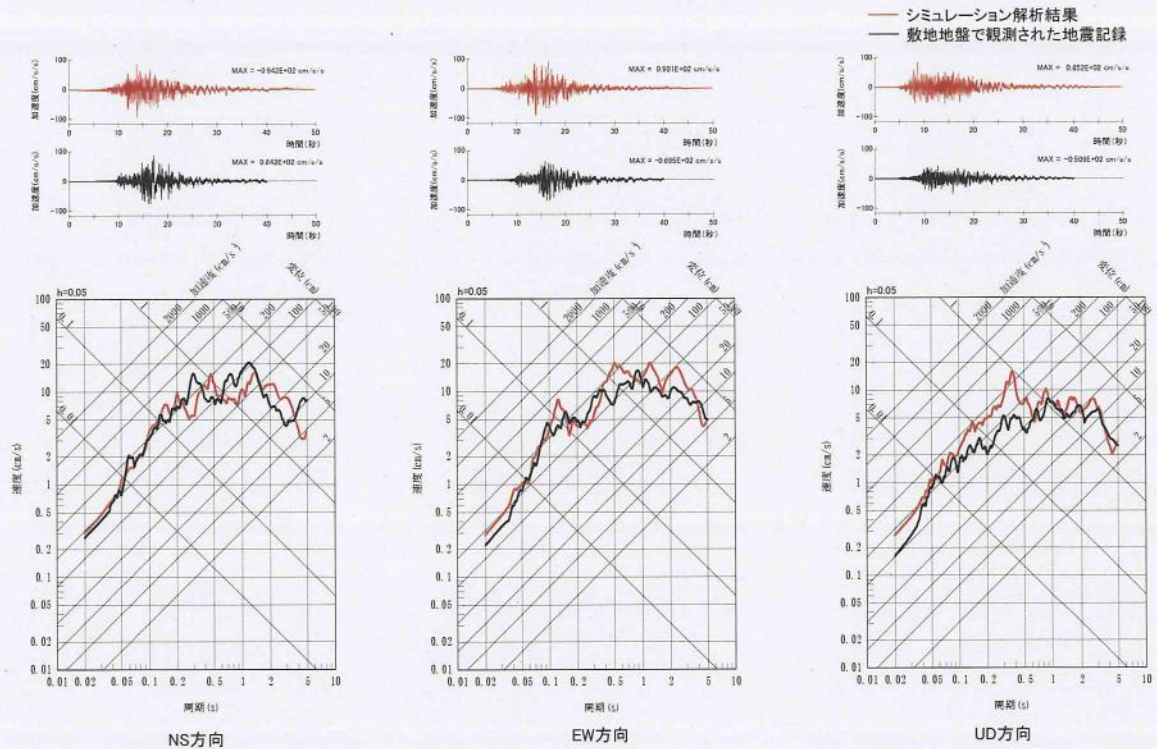


図6 本件原子力発電所敷地地盤の観測記録とシミュレーション結果との比較

#### 4 入倉・三宅式の信頼性について

入倉ほか(2014)においては、1995年以降に国内で発生した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<sup>1</sup>結果と強震動予測レシピで用いられる断層面積  $S$  及び地震モーメント  $M_0$  の関係式の対応とが確認されている。

具体的には、国内の18地震について精度の高い震源インバージョン結果を収集し、震源の巨視的パラメータ（断層幅、長さ、地震モーメント等）及び微視的パラメータ（アスペリティ面積等）を抽出し、これらの関係性を整理しており、そのうち、地震モーメント  $M_0 < 7.5 \times 10^{18}$  (N・m) となる10地震が Somerville et al.(1999)による関係式と整合（図中の黄色の□△○が青色

<sup>1</sup> 震源インバージョン：複数の地震観測記録に基づいて、地下の震源の動きを求める逆解析（インバージョン解析）を行うことにより、地下の震源断層の形状、すべり分布、時々刻々変化する破壊の過程等を求める手法。



の Somerville et al.(1999) による関係式を表す直線に寄っている) し、 $M_0 > 7.5 \times 10^{18}$  (N・m) となる 8 地震が入倉・三宅式と整合的 (図中の黄色の□△○が緑色の入倉・三宅式を表す直線に寄っている) であることが確認されている (図7)【乙イ A57 (入倉ほか(2014)) 1527 頁~1529 頁】。

このように、改めて最新かつ精度の高い (ばらつきが小さい) 国内のデータも入倉・三宅式と整合することが実証されており、入倉・三宅式は、最新の知見を踏まえても、経験式として信頼性を有するものである。

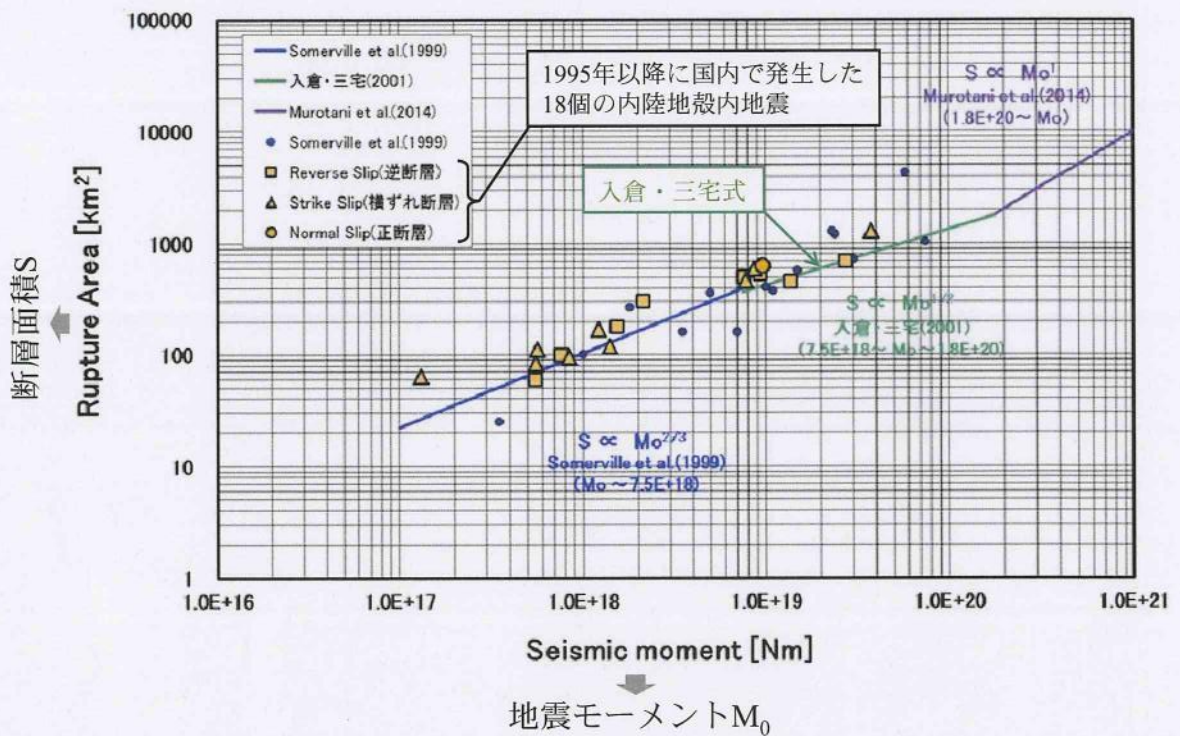


図7 1995 年以降に国内で発生した 18 個の内陸地殻内地震の断層面積  $S$  と地震モーメント  $M_0$  との関係 (【乙イ A57 (入倉ほか(2014)) 1529 頁】の図 2 (a)に加筆)

## 第5 耐専スペクトルについて

### 1 耐専スペクトルとは

耐専スペクトルとは、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ある Noda et al. (2002) の手法を指し、日本電気協会原子力発電耐



震設計専門部会において議論・検討されたことから「耐専スペクトル」と呼ばれている（耐専スペクトルについては、以下「Noda et al. (2002)」という。）。

この手法は、一定のマグニチュードに対して過去の地震の観測記録から推定される平均的な地震動の評価に適しており、本件原子力発電所の基準地震動策定にあたっては、応答スペクトルに基づく地震動評価において、Noda et al. (2002) による手法を採用している。

## 2 適用性について

Noda et al. (2002) による手法は、主に関東・東北地方の 107 地点の観測記録に基づいて導かれた回帰式であることから、その手法に基づく評価結果は関東・東北地方の平均的な地震動を表す。

Noda et al. (2002) の手法が本件原子力発電所の特性とは異なる関東・東北地方の特性を踏まえた評価結果を導くものであり、Noda et al. (2002) による計算結果を補正する必要があるかどうかを判断する必要があるため、Noda et al. (2002) による手法を適用するにあたっては、Noda et al. (2002) による計算結果と本件原子力発電所の敷地地盤で得られた観測記録との比較を実施した。その結果、Noda et al. (2002) による計算結果よりも、本件原子力発電所の敷地での揺れが全体的（相対的）に小さい傾向にあることを確認した。

（図 8）

この結果を踏まえると、Noda et al. (2002) による手法を採用する際には、地域的な特性を考慮した補正（実際の観測記録が小さいことを踏まえて、Noda et al. (2002) による計算結果を下方修正する）を行うことも考えられたが、被告九州電力は、このような補正は行わず、Noda et al. (2002) による計算結果をそのまま採用し、地震動評価がより安全側となるようにした【乙イ B25（玄海原子力発電所 地震について）80 頁】。



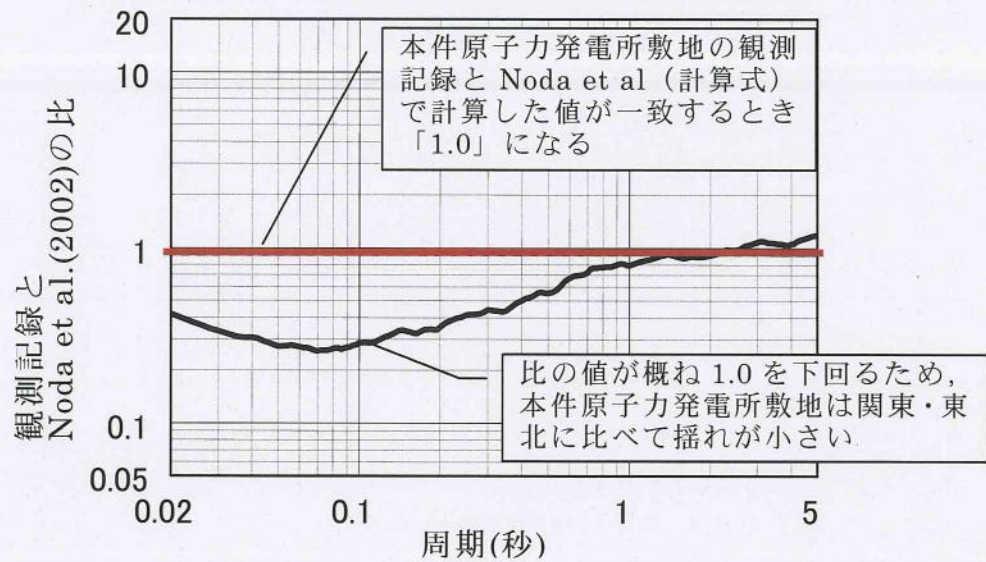


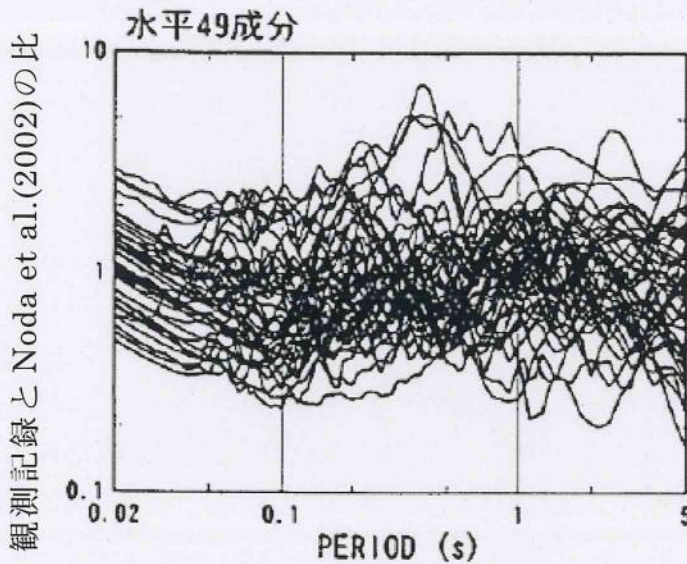
図8 本件原子力発電所の観測記録と Noda et al.(2002)による手法との比  
 (【乙イ B25 (玄海原子力発電所 地震について) 80 頁の図 (左) に加筆】)

### 3 原告らの主張について

原告らは、原告準備書面 32 の図 3 (6 頁) において、近年の内陸地殻内地震に関して、Noda et al. (2002) で推定した値と実際の観測値とを比較し、実際の観測値が Noda et al. (2002) で推定した値を大きく上回ったとして、Noda et al. (2002) の手法には大きな誤差が存在する旨主張する。

しかし、上記「近年の内陸地殻内地震」は、国内外 25 地点の観測記録 (国内 3 地点、海外 22 地点) であるところ、これらの国内外 25 地点と Noda et al.(2002)が対象とする関東・東北地方とは地域的な特性が異なるため、Noda et al.(2002)で推定した値と実際の観測値に乖離があるのは至極当然であり、Noda et al.(2002)の手法の信頼性に対して何らの疑いを生じさせるものでもない。(図 9)





Noda et al.(2002)による手法の基となった地域（関東・東北地方）とは、地域的な特性が異なるため、このような乖離が出るのは当然。  
 ※Noda et al.(2002)による手法は「マグニチュード」と「等価震源距離」など数少ないパラメータを条件として与えて計算するもの

### 3) 近年の地震による適用性の確認

#### 対象とした内陸地殻内地震

年月日	Earthquake	Xeq計算に用いた震源モデル	Site	Mw (HRV)	Mj*1	Xeq (km)	*7 NFRD	Vs (km/s)	Vp (km/s)	Vs/Vp 出典
日本 1995.1.17	兵庫県南部	Takehi et al. [7]	神戸大*2	6.9	7.3	16	○	0.5	1.7	[16]
2000.11.6	兵庫県西部	Yagi & Kikuchi [8]	箕野ダム	6.8	7.3	6		2.2	4.2	推定
			神戸大*3	6.8	7.3	11		2.8		[17]
米国 1971.2.9	San Fernando	Heaton [9]	Pacoima Dam *4	6.6	7.1	8	○	1.5	3.0	[18]
			Caltec Seism. Lab.	6.6	7.1	29		0.83	1.3	[17]
			Griffith Park	6.6	7.1	25		0.75	1.75	[18]
1979.8.6	Coyote Lake	Liu & Helmberger [10]	Girloy #1	5.8	6.0	16		2.2	2.75	[20]
1984.4.24	Morgan Hill	Hartzell & Heaton [11]	Girloy #1	6.2	6.5	24		2.2	2.75	[20]
1989.10.18	Loma Prieta	Wald et al. [12]	Girloy #1	7.0	7.6	30		2.2	2.75	[20]
			Lexington Dam	7.0	7.6	20	○	0.87	2.1	[21]
1994.1.17	Northridge	Wald & Heaton [13]	Pacoima Dam *5	6.7	7.2	21	○	1.5	3.0	[18]
			Griffith Park	6.7	7.2	33		0.75	1.75	[18]
			USC Sta.17	6.7	7.2	29		1.0	2.0	[18]
トルコ 1999.8.17	Kocaeli	Sekiguchi & Iwata [14]	Gebze (GBZ)	7.4	8.1	33	○	0.78	2.13	[22]
			Sakarya (SKR)	7.4	8.1	22		1.05	2.57	[23]
台湾 1999.9.21	集集	Yagi & Kikuchi [15]	TCU052 *6	7.6	7.7	20	○	0.62		[24]
			TCU065	7.6	7.7	23	○	0.72		[24]
			TCU067	7.6	7.7	20	○	0.76		[24]
			TCU068	7.6	7.7	24	○	0.58		[24]
			TCU071	7.6	7.7	16		0.98		[24]
			TCU072	7.6	7.7	16		1.22		[24]
			TCU074	7.6	7.7	23		1.1		[24]
			TCU075	7.6	7.7	24	○	0.98		[24]
			TCU076	7.6	7.7	26	○	0.75		[24]
			TCU102	7.6	7.7	26	○	0.93		[24]

国内は3地点

海外が22地点

図9 Noda et al.(2002)による手法の適用性確認

## 第6 小括

以上述べたとおり、被告九州電力は「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」について、経験式に誤差が内在することを踏まえつつ、基準地震動



が過小にならないよう安全側に考慮を行っており、また、経験式自体も最新の観測記録と整合しているため、被告九州電力が策定する基準地震動に根本的な欠陥はない。

### 第3章 震源を特定せず策定する地震動

#### 第1 原告らの主張

原告らは、「震源を特定せず策定する地震動」について、①「17年間16地震」について、原子力規制委員会が選定したからといって直ちに合理的とはいえないこと、②岩手・宮城内陸地震の記録を考慮していないことについて、単に地域差があることは根拠にはならないこと、③実観測記録（鳥取県西部地震賀祥ダムの各観測点記録、留萌支庁南部地震HKD020観測点）をもって直接「震源を特定せず策定する地震動」を策定するのは、本来の新規制基準の趣旨からすると許容されないことを主張する。

以下、「震源を特定せず策定する地震動」の策定方針、被告九州電力が選定した検討対象地震の概要について述べるとともに、原告らの主張について反論することとする。

#### 第2 「震源を特定せず策定する地震動」の考え方について

##### 1 基本的な考え方

前述の通り、被告九州電力は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」による基準地震動の策定にあたっては、策定する基準地震動が過小なものにならないように多面的な評価を行っている。

また、準備書面10（84頁）で既に主張したとおり、本件原子力発電所の敷地及び敷地周辺において、最新の手法による詳細な調査を実施し、本件原子力発電所の敷地及び敷地周辺において本件原子力発電所の耐震安全性に影響を及ぼすような活断層がないことを確認している。

したがって、被告九州電力は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」



以外の敷地に影響を与える大きな地震動が発生する可能性はなく、敷地において発生し得る地震動は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」による地震動評価で十分であると判断している。

しかしながら、審査ガイドにおいて「震源を特定せず策定する地震動」の策定が求められていることを踏まえ、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の評価精度が著しく高度化した中でも、さらに耐震安全上念には念を入れた耐震設計を行っておくとの観点から「震源を特定せず策定する地震動」を策定している。

## 2 審査ガイドにおける要求

### (1) 震源近傍における観測記録の収集

「震源を特定せず策定する地震動」の策定にあたっては審査ガイドにその方針が定められている【乙イ A31 (審査ガイド) 7 頁】が、その中の一つに、「震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内地震について得られた震源近傍における観測記録を収集」することとされ、内陸地殻内地震の 16 地震が例示されている【乙イ A31 (審査ガイド) 8 頁】。

### (2) 16 地震の分類について

審査ガイドに例示されている 16 地震は、図 10 に示すとおり、㉑「事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震」(Mw6.5 以上：2 地震)、㉒地震規模のスケーリング(スケーリング則が不連続となる地震規模)の観点から、「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」(Mw6.5 未満の地震：14 地震)に分類され、審査ガイドは、それぞれの分類毎に、検討対象地震を適切に選定することを求めている【乙イ A31 (審査ガイド) 7 頁～8 頁】。



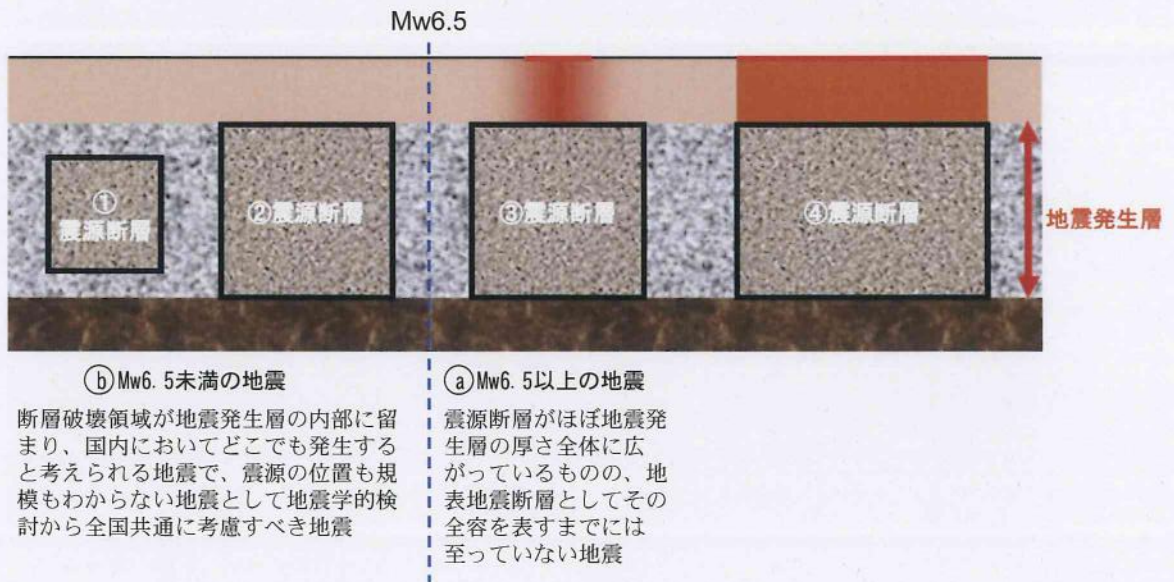


図 10 震源を特定しにくい地震の震源断層（イメージ）

（【乙イ A42（震源を特定せず策定する地震動について）7頁の図に加筆】）

このように原子力規制委員会が Mw6.5 を一つの基準として区分しているのは、Shimazaki (1986) の知見（図 11）等を根拠とするものである。

Shimazaki (1986) の知見（図 11）は、地震モーメントと震源断層の長さとの関係が  $7.5 \times 10^{25} \text{dyne} \cdot \text{cm}$ （Mw6.5 相当）を境に変化する（不連続）ことから、一定の規模（ $7.5 \times 10^{25} \text{dyne} \cdot \text{cm}$ （Mw 6.5 相当））より大きな地殻内地震は地表に何らかの痕跡を残す（一定の規模（ $7.5 \times 10^{25} \text{dyne} \cdot \text{cm}$ （Mw 6.5 相当））未満の地殻内地震は地表に痕跡を残さない）と考えられるとするものである。



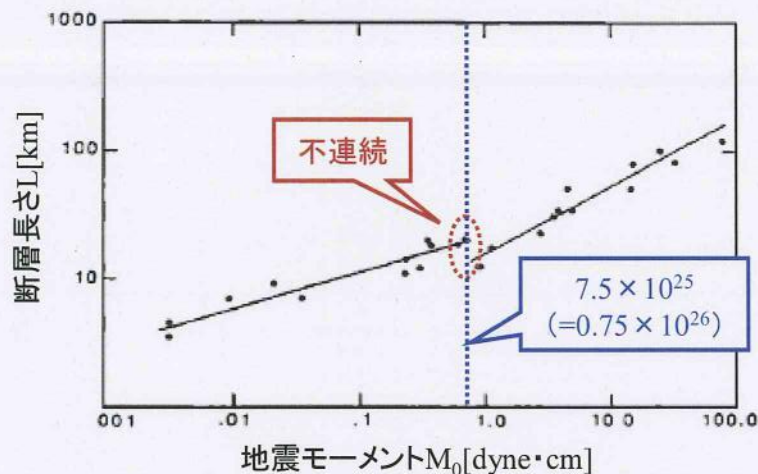


図 11 Shimazaki(1986)による地震モーメント  $M_0$  と震源断層長さの関係  
(Shimazaki(1986)に加筆)

### 3 原告の主張に対する反論

#### (1) 「17年間 16地震」について考慮することで安全性を担保できること

審査ガイドに「震源を特定せず策定する地震動」の検討事例として示されている 16 地震は、原子力規制委員会における有識者を交えた公開の議論を経て、当初示された震源近傍の観測記録を有する 22 地震から、改めて地震と活断層との関係について詳細な分析を行い、選定されたものである。

さらに、16地震を選定した根拠については、原子力規制委員会が策定した「実用発電用原子炉に係る新規制基準の考え方について」【乙イA58（実用発電用原子炉に係る新規制基準の考え方について）227頁～229頁】にその考えが示されており、「平成7年兵庫県南部地震以降、地震・地震動観測やネットワーク技術が進歩し、国内の観測点が大幅に増加しており、震源近傍の地震動や観測点周辺の地盤等の状況・性状も分かりつつある状況を踏まえ、震源近傍で強震動の記録がとれていて、規模が大きい検討対象となる、又はなることが想定される内陸地殻内の地震をリストアップしている」とされている。

被告九州電力は、本件原子力発電所の地域性等を踏まえて、16地震の規模や要求事項に応じて、「震源を特定せず策定する地震動」として考慮したもの



であり、検討用事例として選定された 16 地震について考慮することで、十分に安全性を担保できるものであると考えている。

(2) 岩手・宮城内陸地震の記録を除外したことに合理的な理由があること

前述したとおり、検討用地震の選定にあたっては、Mw6.5を基準として分類されているが、Mw6.5以上の地震については、審査ガイドにおいて活断層や地表地震断層の出現要因の可能性として、地域によって活断層の成熟度が異なること、上部に軟岩や火山岩、堆積岩が厚く分布する場合や地質体の違い等の地域差があることが考えられるとされており、地域差が認められている【乙イA31（審査ガイド）8頁】。

そのため、被告九州電力は、審査ガイドに示される16地震のうちMw6.5以上の2地震（①2008年岩手・宮城内陸地震、②2000年鳥取県西部地震）について、その発生した地震の震源域周辺と本件原子力発電所敷地周辺との地質・地質構造等を比較・検討した。（表1）

まず、2008年岩手・宮城内陸地震の震源域周辺の特徴は、①火山岩・堆積岩が厚く、複雑に堆積していること、②褶曲・撓曲構造が顕著であること、③ひずみ集中帯であること、④主に逆断層型の地震が発生する地域であることの4点が挙げられる。

一方、本件原子力発電所敷地周辺の特徴は、①火山岩・堆積岩の堆積は見られないこと、②顕著な褶曲・撓曲構造は認められないこと、③ひずみ集中帯のようなひずみが集中する地域ではないこと、④主に横ずれ断層型の地震が発生する地域であることが挙げられ、両地域は、明らかに地質学的・地震学的背景が異なる。

そして、地質学的・地震学的背景が異なる場合、地震の発生類型が同様の地震が発生することはないとはいえないものの、本件原子力発電所敷地周辺においては岩手・宮城内陸地震と同じような地震は発生しないと考えるのが科学的である。



一方、2000年鳥取県西部地震の震源域周辺と本件原子力発電所敷地周辺については、地質学的・地震学的背景が異なるものの、両地域はいずれも横ずれ断層が主体な地域であること、相対的にひずみ速度が小さいこと等の共通性が見られるため、被告九州電力は、2000年鳥取県西部地震を検討対象地震として選定した【乙イB29（玄海原子力発電所 地震について）131頁～210頁】。

したがって、2008年岩手・宮城内陸地震を検討対象から除外したことは、十分合理的である。

表1 2地震の震源域と本件原子力発電所敷地周辺の比較

2008年 岩手・宮城内陸地震	2000年 鳥取県西部地震	本件原子力発電所 敷地周辺
ひずみ集中帯	ひずみ速度小さい	ひずみ速度小さい
逆断層が主	横ずれ断層が主	横ずれ断層が主
○火山岩・堆積岩が厚く複雑に堆積（褶曲・撓曲構造の発達により活断層地形の認定が困難）	○花崗岩類を基盤 ○活断層が未成熟な地域	○花崗岩・堆積岩を基盤としてそれらを玄武岩が覆い、顕著な褶曲・撓曲構造は認められない。 ○活断層が概ね成熟している地域

(3) 本件原子力発電所への適用にあたっては、実観測記録に、各種の不確かさを考慮し、慎重に考慮していること

準備書面10(31頁)で既に主張したとおり、「震源を特定せず策定する地震動」については、観測記録を基に「計算」によって評価した仮想的な最大地震動やMw6.5未満の地震の仮想的な最大地震動を考慮することは求められておらず、地震の観測記録に基づいて評価することが求められている。



ただし、各地点の原子力発電所への適用にあたっては、各種の不確かさの考慮を行うことが求められている。

審査ガイドで例示された16地震は、防災科学技術研究所が全国に設置するK-NET及びKIK-netをはじめとし、各種機関が設置する強震計により観測されたものであるが、そのデータは、地上で取られたもの、地中で取られたものが混在しており、その中には表層地盤の影響が含まれている。

そのため、基準地震動の策定にあたっては、当該地震動を観測した強震計の位置（観測サイト）における地盤の増幅特性について、解放基盤面相当深さまでの速度構造をボーリング調査等によって把握し、観測サイトの解放基盤面における当該地震動（解放基盤波）を評価した上で、原子力発電所の解放基盤面での地盤物性を必要に応じて考慮する必要がある。

以下、被告九州電力が行った地震動評価について述べる。

まず、鳥取県西部地震の震源近傍の記録（賀祥ダムの観測記録）については、硬質な露頭岩盤の記録であるため表層地盤の影響がないと考えられること、賀祥ダムの堰体基礎下の地盤のS波速度（ $V_s$ 約1200m/s～約1300m/s）が本件原子力発電所の解放基盤表面のS波速度（1350m/s）とほぼ同等であることから、補正の必要はない（不確かさを考慮する必要がない）と判断し、賀祥ダムの観測記録を本件原子力発電所の解放基盤表面相当の地震動として扱い、これを「震源を特定せず策定する地震動」として策定した【乙イB29（玄海原子力発電所 地震について）131頁～210頁】。

また、2004年北海道留萌市庁南部地震のK-NET港町（HKD020）の観測記録については、地表の観測記録であり、表層地盤の影響があると考えられることから、観測記録をそのまま使用せず、表層地盤の影響を取り除く、「はぎとり解析」を行い、基盤地震動を評価した。「はぎとり解析」においては、岩盤上に堆積する表層土や比較的軟らかい岩盤の増幅や減衰が複雑に影響することから安全側の配慮を行い、表層の軟らかい岩盤の減衰定数を試験結果よりも大きな値を用いることや、本件原子力発電所の重要な施設が設置される



解放基盤 (Vs1350m/s) よりも軟らかい岩盤における基盤地震動 (Vs938m/s) を求める等の不確かさを考慮して、「震源を特定せず策定する地震動」として策定した【乙イB29 (玄海原子力発電所 地震について) 238頁～250頁】。

#### (4) 小括

以上述べたとおり，被告九州電力は「震源を特定せず策定する地震動」について合理的に策定しているので，被告九州電力が策定した基準地震動に根本的な欠陥はない。

### 第4章 基準地震動超過事例について

原告らは，原告準備書面 32 (7頁) において，基準地震動を超過した事例につき，その原因は「平均像」によって基準地震動を策定しているためである旨主張する。

しかしながら，準備書面 12 (9頁～14頁) において既に主張したとおり，基準地震動を超過した事例は，いずれも当該地点固有の地域的な特性 (震源特性，伝播経路特性及びサイト特性) が要因となって生じたものであり，「平均像」を基にして基準地震動を策定すること自体に問題があることを示すものではない。

また，準備書面 12 (13頁) において既に主張したとおり，現在の地震動評価手法においては，基準地震動超過地震の要因となった地域的な特性をいずれも考慮することが可能になっており，被告九州電力は，前述のとおり，本件原子力発電所の基準地震動策定においては，詳細な調査により把握した地域的な特性を精度よく反映させ，過去に発生した地震動のデータから統計的に算出される経験式 (平均像) を基に十分安全側になるような多面的な評価を行っている。

したがって，「平均像」に基づいた上に，安全性を考慮する地震動評価は，基準地震動を策定する手法として十分合理的なものであって，原告らの主張は何ら理由がない。



## 第5章 まとめ

以上述べたとおり，被告九州電力が策定した基準地震動は，その策定手法が合理的であり，また，多くの観点から安全側に評価しており，基準地震動の策定手法に原告らが主張するような根本的な欠陥は存しない。

以 上