

目 次

第 1 章	はじめに	3
第 2 章	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	3
第 1	原告らの主張	3
第 2	基準地震動の策定と「平均像」について	3
1	基準地震動は「平均像」そのものではないこと	3
2	地震動評価における基本的な考え方	4
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	5
4	小括	8
第 3	基準地震動超過地震について	9
1	基準地震動の策定方法に問題があることを示すものではないこと	9
2	基準地震動超過地震の概要と基準地震動超過の要因	9
3	被告九州電力が策定した基準地震動 S_s の年超過確率	14
4	小括	15
第 3 章	震源を特定せず策定する地震動	15
第 1	原告らの主張	15
第 2	検討対象地震の選定及び除外について	15
1	検討対象地震の選定の概要	15
2	審査ガイドにおいて 22 地震から 16 地震に縮小された経緯	16
3	Mw6.5 以上の 2 地震についての被告九州電力の評価	17
4	Mw6.5 未満の 14 地震についての被告九州電力の評価	18
第 3	はぎとりについて	31
第 4 章	結論	31

第1章 はじめに

被告九州電力は、準備書面10において、本件原子力発電所の基準地震動について、最新の知見を踏まえて十分な調査・検討を行った上で策定した妥当なものであり、基準地震動を超過する地震動が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26及び準備書面27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」について、それぞれ基準地震動の策定手法に根本的な欠陥があり、本件原子力発電所において基準地震動を超過する地震動が発生する可能性があるとして主張している。

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

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過去に発生した地震・地震動の知見の平均像を求めるものにすぎないこと、②現に過去10年で、基準地震動を超える地震が5回も我が国に存する原発に到達していること及び③新規制基準の制定過程では平均像に基づいて基準地震動を策定することに関して検討が全くされていないことを指摘し、基準地震動の策定手法に根本的な欠陥があると主張する（原告ら準備書面26・18～20頁）。

以下、これらの点について反論する。

第2 基準地震動の策定と「平均像」について

1 基準地震動は「平均像」そのものではないこと

「第1 原告らの主張」①及び③の主張に関して、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。）が定める基準地震動の策定方法、ひいては被告九州電力が策定した本件原子力発電所における「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」によ

る基準地震動は、原告らが主張する「過去に発生した地震・地震動の知見の平均像」そのものではない。

「過去に発生した地震・地震動の知見の平均像」を基に、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については不確かさとして考慮して策定したものであり（被告九州電力準備書面10・21～84頁）、原告らの主張は誤りである。

以下に、審査ガイドにおける地震動評価の基本的な考え方と、「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おいて評価が安全側になるよう被告九州電力が行った多面的な考慮について、改めて述べる。

2 地震動評価における基本的な考え方

- (1) 審査ガイドが定める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）。

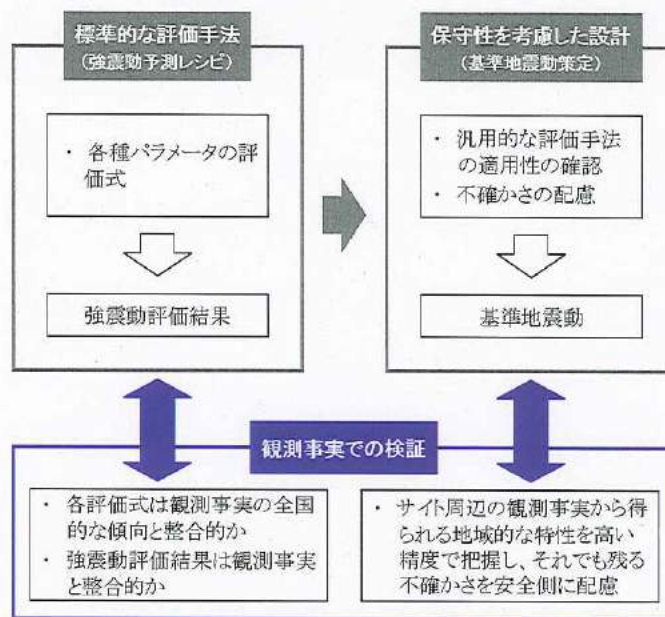


図1 自然現象（地震）の評価の考え方

- (2) これは、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、一定の共通的な評価手法をベースに、地域や構造物毎にその特性に応じて考慮が必要な事項を適宜付加していくという極めて合理的な体系である。

例えば、建築基準法に従った建物の設計においても、全国共通の地震力を定めた上で、それに地域係数を乗じて地域毎の地震力を求めることが定められている。

- (3) 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し、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。

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、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、手法の汎用性が確認されている。

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

- (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」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2）。

その過程において、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。

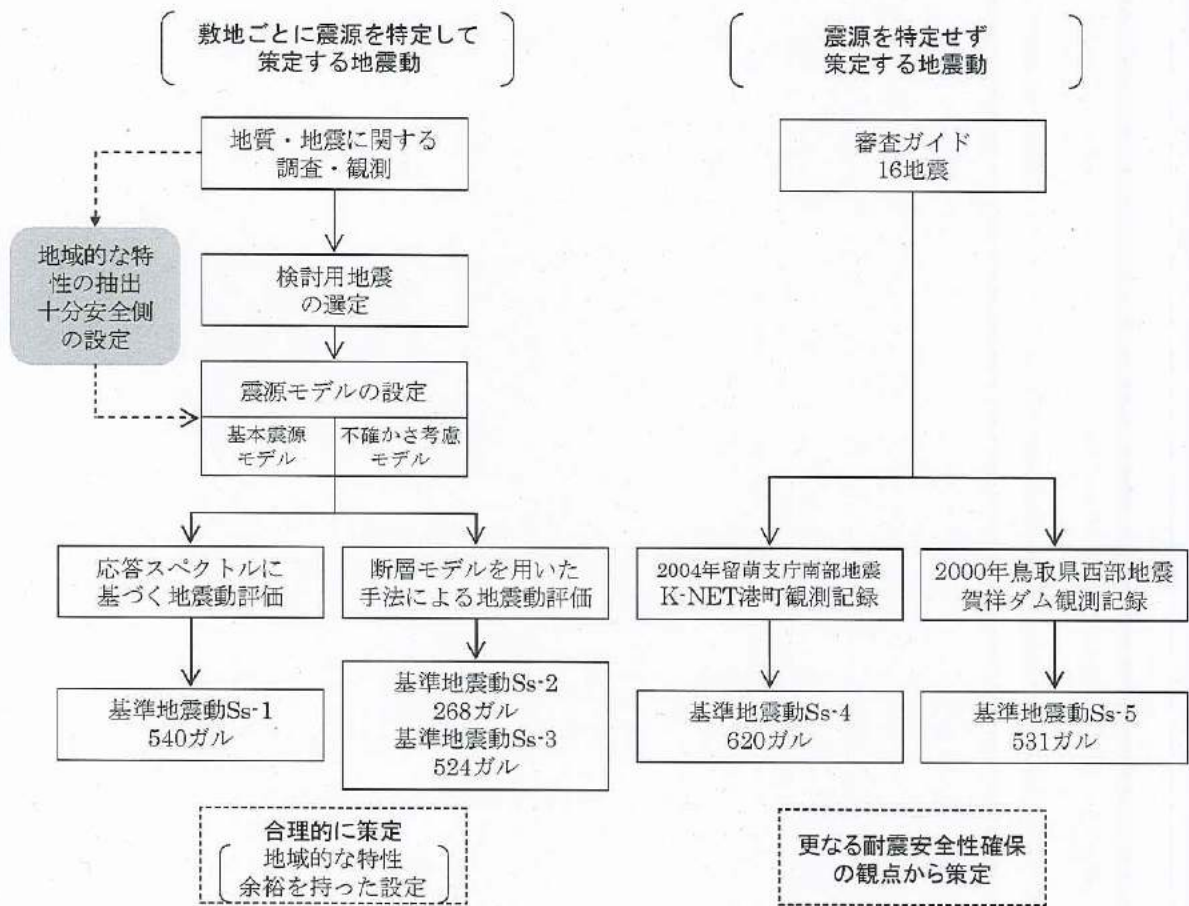


図2 基準地震動 Ss の策定フロー

(2) 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、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。（被告九州電力準備書面10・68～77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ている。さらに、孤立した長さの短い竹木場断層（約 5km）については、断層幅と同じ断層長さ（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【乙イ B29(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¹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【乙イ B29（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、城山南断層を鉛直（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、震源断層面積及び地震モーメントが増加する）【乙イ B29（84,140 頁）、乙イ B30（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【乙イ B29（84,89,90 頁）】。
- ⑤ 「破壊開始点」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【乙イ B29（84,89,90 頁）】。

イ 不確かさ考慮モデル【乙イ B29 (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²⁾」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。
- (3) また、被告九州電力は、「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)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【乙イ B29 (80 頁)】。
- (4) このように、被告九州電力は、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。

4 小括

以上のとおり、審査ガイドが定める基準地震動の策定方法及び被告九州電力が策定した「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

動は、「平均像」そのものではなく、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、さらに不確かさを考慮して策定したもので、その手法は合理的であり、何ら「欠陥」はない。

第3 基準地震動超過地震について

1 基準地震動の策定方法に問題があることを示すものではないこと

「第2章 第1 原告らの主張」②の主張に関して、原告らは、10年間に各地の原子力発電所において基準地震動を超過する事例（以下「基準地震動超過地震」という。）が5件発生したことをもって、従前の地震動想定が著しい過小評価であり、過小評価の原因が基準地震動を過去に発生した地震・地震動の知見の平均像で想定していることにあると主張し、また、新規制基準における基準地震動も過小評価となることは変わらないと主張する。（原告ら準備書面26・24頁）

しかしながら、基準地震動超過地震の5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）による影響が要因となって基準地震動の超過が生じたものであり、過去に発生した地震・地震動の知見の平均像を基に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。

基準地震動超過地震の概要と超過の要因については、被告九州電力準備書面9・16～40頁で述べたとおりであるが、以下、その要点について、改めて述べる。

2 基準地震動超過地震の概要と基準地震動超過の要因

(1) 基準地震動超過地震の概要

ア 原告らが基準地震動超過地震として挙げる5事例について、これらの地震動の原因となった地震は、以下の4地震である。

- ① 2005年宮城県沖地震（東北電力株式会社女川原子力発電所）
- ② 2007年能登半島地震（北陸電力株式会社志賀原子力発電所）
- ③ 2007年新潟県中越沖地震（東京電力株式会社(当時)柏崎刈羽原子力発電所）
- ④ 2011年東北地方太平洋沖地震（東北電力株式会社女川原子力発電所及び東京電力株式会社福島第一原子力発電所）

イ 以下で述べるとおり、①ないし④の事例については、当該地点固有の地域的な特性による影響が大きい事例であり、また、①ないし③の事例は、平成18年に改訂された耐震設計審査指針に基づく基準地震動 S_s を超過した事例ではなく、旧指針に基づく基準地震動を超過した事例に過ぎず、他の原子力発電所における基準地震動 S_s の信頼性を否定する根拠にはならない。

(2) 基準地震動超過の要因

ア ①2005年宮城県沖地震の事例では、女川原子力発電所において、地震観測記録（はぎとり波）が、一部の周期において基準地震動 S_2 （最大加速度375ガル）を超えた。

東北電力株式会社は、このはぎとり波の応答スペクトルが、一部の周期で女川原子力発電所の基準地震動 S_2 を超えることとなった要因について、本地震では、短周期成分の卓越が顕著である傾向が認められ、これは宮城県沖近海のプレート境界に発生する地震の地域的な特性によるものと結論付けている。（被告九州電力準備書面9・17～20頁）

イ ②2007年能登半島地震の事例では、志賀原子力発電所において、地震観測記録（はぎとり波）が、一部の周期（0.6秒）において基準地震動 S_2 （最大加速度490ガル）を超えた。

北陸電力株式会社は、観測記録に周期0.6秒付近で大きなピークが出たことについての要因及び本地震の伝播特性、地域特性等について検討を行った結果、周期0.6秒のピークについては、敷地地盤の深部からの増幅特

性によるもの、本地震はやや短周期が励起する特性をもつ地震であったと結論付けている。(被告九州電力準備書面 9・20～23 頁)

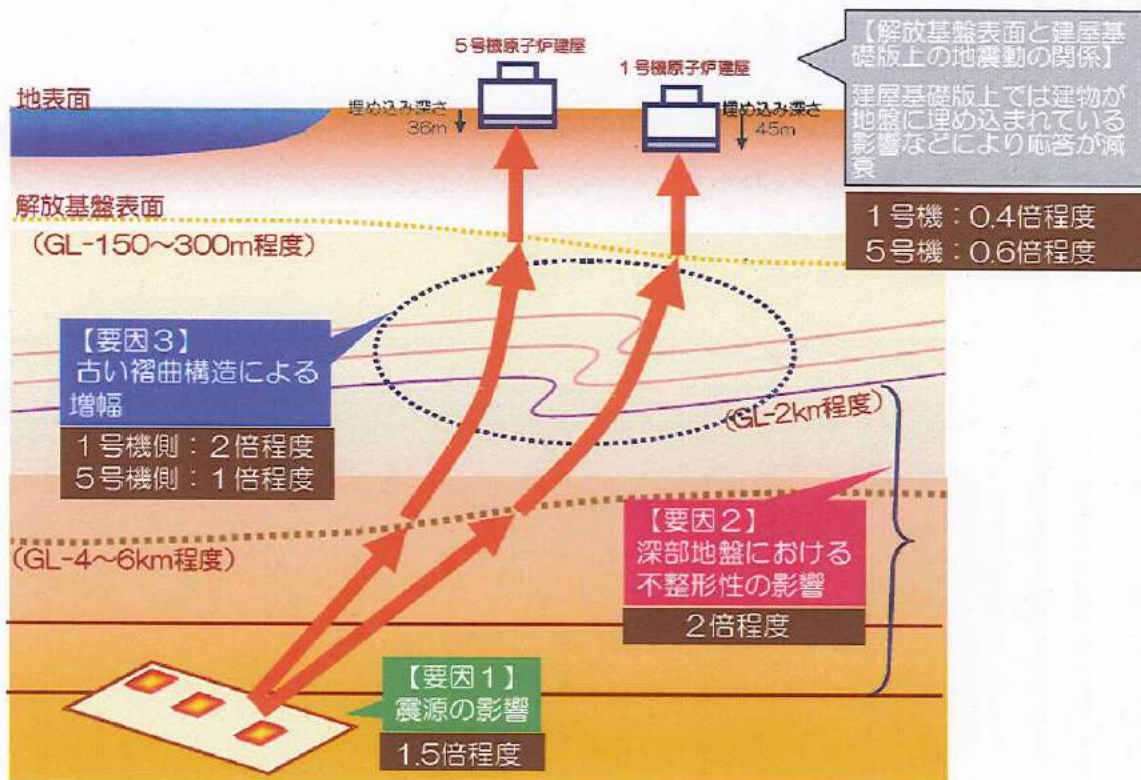
ウ ③2007 年新潟県中越沖地震の事例では、柏崎刈羽原子力発電所において、同発電所における当初設計時の想定を大きく上回る地震動が観測された。また、各号機の観測記録の加速度振幅を比較すると、敷地中央から南側の荒浜側に位置する 1～4 号機側の加速度振幅が、敷地の北側の大湊側に位置する 5～7 号機の加速度振幅より大きい傾向が確認された。

東京電力株式会社は、当初設計の最大応答加速度を大きく超えた要因及び 1～4 号機側と 5～7 号機側で異なる揺れを観測した要因について分析を行った結果、以下のように整理している(図 3)。(被告九州電力準備書面 9・24～33 頁)

(要因 1) 本地震は同じ地震規模の地震と比べ大きめの地震動(1.5 倍程度)を与える地震であったこと

(要因 2) 周辺地盤深部の堆積層の厚さと傾きの影響で地震動が増幅したこと

(要因 3) 発電所敷地下にある古い褶曲構造のために地震動が増幅したこと



地震動が大きくなった要因の概念図

図3 2007年新潟県中越沖地震における柏崎刈羽原子力発電所の地震観測記録の増幅の要因（概念図）

エ ④ 2011年東北地方太平洋沖地震の事例では、東京電力株式会社福島第一原子力発電所において、原子炉建屋基礎版上の観測記録のうち、2号機、3号機及び5号機で、耐震安全性評価で策定した基準地震動 S_s に対する最大応答加速度値を上回った。一方、福島第二原子力発電所全号機においては、原子炉建屋基礎版上の観測記録は、耐震安全性評価で策定した基準地震動 S_s に対する最大加速度を下回った。また、両発電所の解放基盤表面の深度に最も近い地中観測記録のはざとり波の応答スペクトルは、一部の周期帯で基準地震動 S_s （最大加速度 600 ガル）を上回ったが、大きく上回るものではないことを確認している。

次に、東北電力株式会社女川原子力発電所においては、1号機、2号機及び3号機における原子炉建屋の基礎版上の観測記録のうち、各号機で観測された最大加速度は、耐震安全性評価で策定した基準地震動 Ss に対する最大応答加速度値を上回った。また、東北電力株式会社は、女川原子力発電所の解放基盤表面の深度に最も近い地中観測記録のはぎとり波の応答スペクトルは、一部の周期帯で基準地震動 Ss（最大加速度 580 ガル）を上回っていることを確認している。

いずれの発電所の事例も、本地震の短周期の揺れの大きさを表す「短周期レベル A」が、平均より大きかったことが要因として結論付けられている。（被告九州電力準備書面 9・34～38 頁）

(3) 地震動の想定における地域的特性の考慮の必要性

ある地点における地震動の想定に当たっては、当該地点固有の「震源特性」、「伝播経路特性」及び「サイト特性」という3つの特性を把握することが非常に重要であり、事例①ないし④は、いずれも、これらの特性に関して当該地点固有の地域的な特性による影響が見られるものである。

まず、①ないし④の事例は、いずれも、「震源特性」にかかる重要なパラメータである「短周期レベル A」について、平均よりも大きなものであったという地域的な特性が見られる。また、③の事例は、地震動の増幅が生じた要因の一つとして、深部地盤の不整形性の影響により、2倍程度増幅する傾向が確認されている。これは「伝播経路特性」にかかる地域的な特性である。さらに、②の事例では、0.6秒という特定周期の特異な増幅は、敷地地盤の増幅特性等によるものとされ、③の事例では、発電所敷地下の古い褶曲構造による増幅特性が確認されている。これらは、いずれも「サイト特性」にかかる地域的な特性である。

以上のとおり、事例①ないし④はいずれも基準地震動を超過したことに関して、当該地点固有の地域的な特性による影響が見られる事例であり、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原因となった地

域的な特性はいずれも考慮することが可能となっていることから、これらの事例の存在が、新規制基準に基づいて策定された基準地震動 S_s の信頼性を否定する根拠とならないことは明らかである。

(4) 基準地震動 S_s と旧指針による基準地震動 S_2 の相違

事例①ないし③は、そもそも「基準地震動 S_s 」を超過した事例ではない。事例①ないし③において超過したとされる基準地震動は、旧指針（昭和 53 年に制定された耐震設計審査指針）による基準地震動 S_2 である。

基準地震動 S_s は、その策定方法からして、震源として考慮する活断層の活動時期の範囲が拡張されたり、「断層モデルを用いた手法」の全面的採用等により地震動評価の方法も高度化されていたりするなど、「基準地震動 S_2 」とは異なるものであり、その結果、策定された地震動の大きさ（最大加速度）も、これらとは大きく異なる。そして、事例①ないし③において発生した地震動は、改訂指針（平成 18 年に改訂された耐震設計審査指針）に照らして策定された各原子力発電所の「基準地震動 S_s 」を超えるものではない。

つまり、事例①ないし③は、「基準地震動 S_s 」を超過した事例ではないのであり、これらの事例は「基準地震動 S_s 」の信頼性を否定する根拠となるものではない。

3 被告九州電力が策定した基準地震動 S_s の年超過確率

被告九州電力が策定した基準地震動 S_s は、それ自体に十分な余裕を含んでおり、基準地震動を超過する地震動が発生する可能性は極めて低い。

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」に基づいて、基準地震動 S_s の年超過確率（1 年間にある値を超過する確率を表すもの）を算定した結果、本件原子力発電所における基準地震動の年超過確率は 10^{-5} /年程度である。

よって、本件原子力発電所における基準地震動 S_s の超過確率は、10 万年

に 1 回程度となり、基準地震動を超過する可能性は極めて低いことが分かる。

(被告九州電力準備書面 10・101～102 頁)

4 小括

以上のとおり、基準地震動超過地震の 5 事例は、基準地震動の策定方法自体に問題があることを示すものではなく、基準地震動の策定方法に何ら「欠陥」は存しない。

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わずか 17 年間で発生した 16 地震の観測記録だけを基に策定しており、その観測記録をいくら集めたところで、参考となる地震動の最大値を知ることなど不可能であること、②当初、原子力規制委員会がリストアップした地震は 22 個であり、6 地震については合理的な理由もなく収集対象から削除されたこと、③Mw 6.5 未満の 14 地震について 2004 年北海道留萌支庁南部地震以外は地盤情報などが不足しているなどして検討対象から除外するなど、もともと少ないデータしかないのに、そこにさらに絞りをかけて基準地震動を策定していること、④審査ガイドが求める「収集した観測記録を基に」どのように策定するかが重要であるのに、被告九州電力は収集された観測点での地震動自体（あるいはその地点での地表近くでの地震動増幅を取除いた「はざとり波」自体）をそのまま「震源を特定せず策定する地震動」とし、他の地点でさらに大きな地震動が発生していた可能性を考慮していないことを指摘し、基準地震動の策定手法に根本的な欠陥があると主張する（原告ら準備書面 27・2～6 頁）。

以下、これらについて反論する。

第 2 検討対象地震の選定及び除外について

1 検討対象地震の選定の概要

「第1 原告らの主張」①ないし③の主張について、そもそも「震源を特定せず策定する地震動」は、「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策定するものである。

そして、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る16地震は、原子力規制委員会の有識者を交えた公開の議論を経て選定されたもので、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。

2 審査ガイドにおいて22地震から16地震に縮小された経緯

審査ガイドでは、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の収集対象となる内陸地殻内の地震を例示している（表1）。これらの16地震は、原子力規制委員会及び多数の専門家による検討の結果、最新の科学的・技術的知見に照らして、「震源を特定せず策定する地震動」において考慮すべき地震として選定されたものである。

すなわち、まず、1995年兵庫県南部地震以降に国内で発生した内陸地殻内地震から原子力規制委員会が22地震（Mw6.5未満の国内のどこでも発生すると考えられる14地震及びMw6.5以上であっても事前に震源の特定が困難な8地震）を抽出した。その後、原子力規制委員会の「発電用軽水型原子炉施設の地震・津波に関わる規制基準に関する検討チーム（地震・津波検討チーム）」において、上記22地震のうちMw6.5以上の6地震について、地質体、地震断層出現の有無、活断層の分布、重力分布などについて検討を実施した結果、震源の特定が可能であるという判断のもと選定対象から除かれたものである。【乙イA42（6～28頁）】

このように、22地震から16地震に縮小されたことには合理的な理由がある。

表1 審査ガイドに示される16地震【乙イA31(8頁)】

No	地震名	日時	規模
①	2008年岩手・宮城内陸地震	2008/06/14, 08:43	Mw6.9
②	2000年鳥取県西部地震	2000/10/06, 13:30	Mw6.6
③	2011年長野県北部地震	2011/03/12, 03:59	Mw6.2
④	1997年3月鹿児島県北西部地震	1997/03/26, 17:31	Mw6.1
⑤	2003年宮城県北部地震	2003/07/26, 07:13	Mw6.1
⑥	1996年宮城県北部(鬼首)地震	1996/08/11, 03:12	Mw6.0
⑦	1997年5月鹿児島県北西部地震	1997/05/13, 14:38	Mw6.0
⑧	1998年岩手県内陸北部地震	1998/09/03, 16:58	Mw5.9
⑨	2011年静岡県東部地震	2011/03/15, 22:31	Mw5.9
⑩	1997年山口県北部地震	1997/06/25, 18:50	Mw5.8
⑪	2011年茨城県北部地震	2011/03/19, 18:56	Mw5.8
⑫	2013年栃木県北部地震	2013/02/25, 16:23	Mw5.8
⑬	2004北海道留萌支庁南部地震	2004/12/14, 14:56	Mw5.7
⑭	2005年福岡県西方沖地震の最大余震	2005/04/20, 06:11	Mw5.4
⑮	2012年茨城県北部地震	2012/03/10, 02:25	Mw5.2
⑯	2011年和歌山県北部地震	2011/07/05, 19:18	Mw5.0

3 Mw6.5以上の2地震についての被告九州電力の評価

審査ガイドに示される16地震(表1)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, 被告九州電力は, 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・地質構造等について比較・検討を実施した(表2)。

その結果, 2008年岩手・宮城内陸地震の震源域周辺はひずみ集中帯であり, 主に逆断層型の地震が発生する地域であるが, 本件原子力発電所敷地周辺はひずみ集中帯のようなひずみが集中する地域ではなく, 主に横ずれ断層型の地震が発生する地域であり, 両地域は地質学的・地震学的背景が異なるため検討対象から外した。

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

については、地質学的・地震学的背景が異なるものの、両地域は横ずれ断層型が主体であること、相対的にひずみ速度が小さいことなど共通性も見られるため、2000年鳥取県西部地震を「震源を特定せず策定する地震動」の検討対象地震として選定した。2000年鳥取県西部地震の震源近傍の記録としては、震源断層のほぼ直上に位置し、かつ、硬い岩盤上に設置されたダムの基礎（監査廊内）の観測記録である賀祥ダムの観測記録を選定した。なお、賀祥ダムの堰体基礎下の地盤のS波速度は、本件原子力発電所の解放基盤表面のS波速度1.35km/sと同等であるため、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（131～210頁）】

表2 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 ³ 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

4 Mw6.5未満の14地震についての被告九州電力の評価

(1) 14地震の評価の概要

審査ガイドに示される16地震のうちMw6.5未満の14地震（表1中の③～⑯の14地震）については、図4のフローに基づいて検討した結果、⑬2004

年北海道留萌支庁南部地震の K-NET 港町観測点における観測記録を選定した【乙イ B29 (213～236 頁)】。

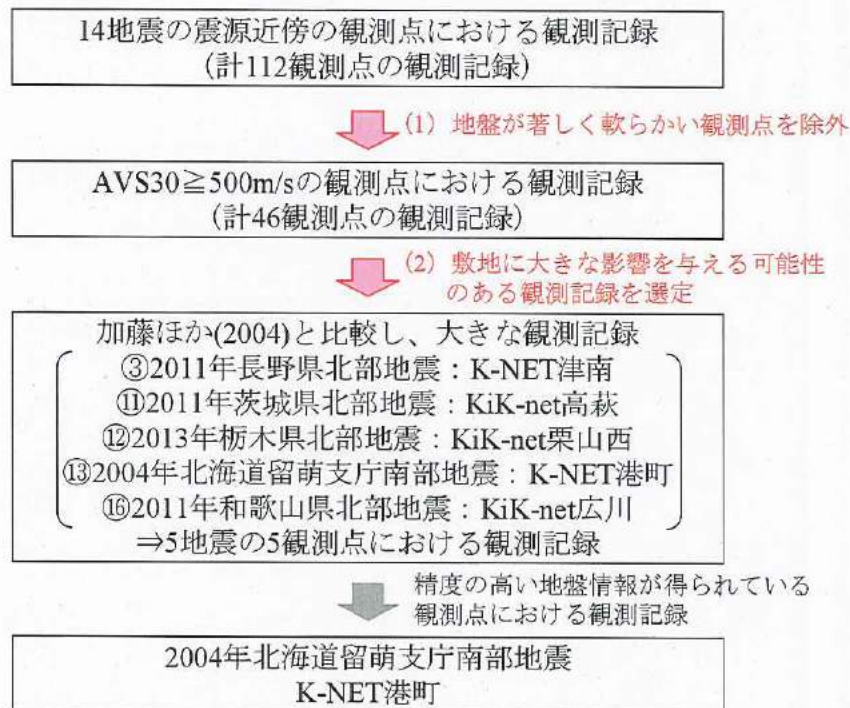


図4 K-NET 港町観測点の観測記録の選定フロー

被告九州電力は、まず、審査ガイドに示される、上記の Mw6.5 未満の 14 地震で得られた震源近傍の観測記録 (計 112 観測点) を収集した。次に、収集した観測記録のうち地盤が著しく軟らかく、地盤増幅による影響が大きいと考えられる観測点を除外し、12 地震の計 46 観測点における観測記録を抽出した (図 4 中の (1))【乙イ B29 (213 頁)】。

さらに、加藤ほか(2004)と比較し、本件原子力発電所に影響を与える可能性のある地震観測記録として、③2011 年長野県北部地震の K-NET 津南 (NIG023)、⑪2011 年茨城県北部地震の KiK-net 高萩 (IBRH13)、⑫2013 年栃木県北部地震の KiK-net 栗山西 (TCGH07)、⑬2004 年北海道留萌支庁南部地震の K-NET 港町 (HKD020)、⑯2011 年和歌山県北部地震の KiK-net 広川 (WKYH01) の 5 地震の 5 観測点における観測記録を抽出した (図 4 中の (2))。

これら 5 地震の 5 観測点における観測記録のうち精度の高い地盤情報が

得られている観測点における観測記録である⑬2004年北海道留萌支庁南部地震のK-NET港町(HKD020)の観測記録を最終的に選定した。【乙イ B29 (213～236頁)】

上記の図4中の(1)及び(2)について、以下、具体的に説明する。

(2) 地盤が著しく軟らかい観測点の除外

ア 地盤が著しく軟らかい観測点を除外する理由

地震計は、一般的に原子力発電所敷地の解放基盤表面の岩盤(せん断波速度 $V_s \geq 700\text{m/s}$ 、本件原子力発電所の解放基盤表面のせん断波速度 V_s は 1350m/s)より軟らかい地表地盤もしくは地中の岩盤に設置されており、その観測記録は、表層の軟らかい地盤の影響を受けている。

このため、観測記録をそのまま用いた場合には、正確な評価をすることができず、はぎとり解析を行う必要がある。

はぎとり解析は、表層の地盤情報を基に、解放基盤表面相当($V_s \geq 700\text{m/s}$)の岩盤上で実施することから、著しく軟らかい地盤における観測記録(地表から比較的浅所に硬い岩盤が存在しない観測点の観測記録、かつ地盤の強い非線形性が見られる観測記録)は、はぎとり波の精度の観点から、除外する必要がある。

イ 112地点の観測記録から地盤が著しく軟らかい観測点の除外

被告九州電力は、Mw6.5未満の14地震で得られた震源近傍の計112観測点の観測記録を収集したが、そのうち108観測点がK-NET観測点(84観測点)及びKiK-net観測点(24観測点)における観測記録である。K-NET観測点及びKiK-net観測点における観測記録は、図5のとおり、原子力発電所敷地の解放基盤表面の岩盤(せん断波速度 $V_s \geq 700\text{m/s}$)より軟らかい地表地盤もしくは地中の岩盤に設置されているため、はぎとり波の精度を確保するため、地盤が著しく軟らかい観測点の観測記録を除外した。

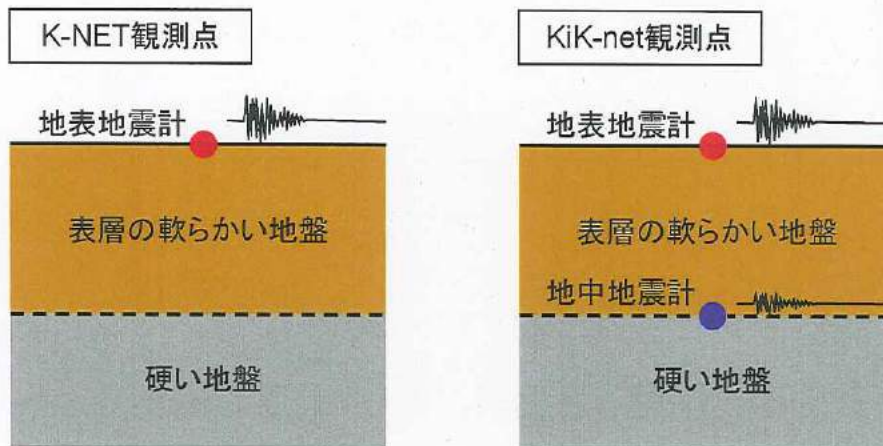


図5 K-NET観測点とKiK-net観測点における地震計設置状況

a K-NET観測点の観測記録

K-NET観測点(84観測点)については、防災科学技術研究所による地盤情報を基に、地盤の硬さを表す1つの指標であるAVS30(深さ30mまでの平均せん断波速度)を、表3、表4のとおり算出し、解放基盤表面の定義($V_s700\text{m/s}$ 以上)を踏まえ、AVS30が 500m/s 未満の観測点で得られた観測記録(75観測点)を除外した。

ただし、AVS30という指標は、せん断波速度の平均値であるため、防災科学技術研究所による地盤情報を改めて詳細に確認した。その結果、地表から比較的浅所に硬い岩盤が存在するなど、AVS30が 500m/s 未満であっても、地盤が著しく軟らかいとは言い切れない観測点(9観測点)については、念のため、再度抽出した【乙イB29(213頁)】。

b KiK-net観測点における観測記録

KiK-net観測点については、地表と地中の観測点があり、防災科学技術研究所による地盤情報によると、地表の観測点は表層の著しく軟らかい地盤上にあり、地中の観測点は解放基盤表面相当の硬い岩盤中にあることを確認した。よって、はぎとり波の精度の観点から、KiK-net観測

点における地表の観測記録を除外した【乙イ B29 (213 頁)】。

c K-NET 観測点及び KiK-net 観測点以外の観測記録

14 地震のうち④1997年3月鹿児島県北西部地震及び⑦1997年5月鹿児島県北西部地震については、K-NET 観測点及び KiK-net 観測点以外の観測記録として鶴田ダムと川内原子力発電所における観測記録（2 地震の計 4 観測点）があるが、いずれも解放基盤表面相当の固い岩盤上の記録であるため、いずれも検討対象とした【乙イ B29(215 頁, 218 頁)】。

表3 K-NET観測点のAVS30(1/2)

No	地震名	Mw	観測点	震源距離 (km)	AVS30 (m/s)			
③	2011年長野県北部地震	6.2	NGN001	26.8	324.9			
			NIG021	22.2	418.8			
			NIG022	24.3	197.0			
			NIG023	10.2	579.5			
			NIG024	22.4	340.2			
④	1997年3月鹿児島県北西部地震	6.1	KGS001	26.5	382.4			
			KGS002	12.6	442.1			
			KGS003	15.9	271.8			
			KGS004	11.4	203.7			
			KGS005	6.7	355.9			
			KGS006	23.4	303.7			
			KGS007	18.5	197.0			
			KGS008	24.2	308.7			
			KMM015	27.1	368.9			
⑤	2003年宮城県北部地震	6.1	MYG003	26.5	475.8			
			MYG004	30.0	430.0			
			MYG006	24.1	170.0			
			MYG007	10.2	231.1			
			MYG008	17.5	245.2			
			MYG009	24.5	537.5			
			MYG010	3.1	261.8			
			MYG011	26.5	475.7			
			MYG012	13.3	120.7			
			MYG013	22.7	272.5			
			⑥	1996年宮城県北部(鬼首)地震	6.0	AKT019	23.1	310.3
						AKT023	28.7	429.3
						MYG005	14.9	337.0
⑦	1997年5月鹿児島県北西部地震	6.0	KGS001	29.7	382.4			
			KGS002	15.1	442.1			
			KGS003	20.5	271.8			
			KGS004	13.8	203.7			
			KGS005	6.0	355.9			
			KGS006	27.4	303.7			
			KGS007	8.1	197.0			
			KGS008	24.9	308.7			
			KGS010	19.6	263.4			
			KMM015	29.6	368.9			
⑧	1998年岩手県内陸北部地震	5.9	AKT011	28.6	330.4			
			AKT012	21.2	333.5			
			AKT022	21.9	442.7			
			IWT018	25.7	346.2			
			IWT021	21.5	247.1			

■ : AVS30 ≥ 500m/s の観測点

□ : AVS30 < 500m/s の観測点のうち、地表から比較的浅所に硬い岩盤が存在する観測点かつその岩盤以浅に著しく軟弱な層が存在しない観測点

表4 K-NET観測点のAVS30(2/2)

No	地震名	Mw	観測点	震源距離 (km)	AVS30 (m/s)
⑨	2001年静岡県東部地震	5.9	SZ0009	26.2	497.9
			SZ0010	24.6	416.3
			SZ0011	20.6	312.3
			SZ0012	26.2	363.6
			YMN003	24.1	439.6
			YMN006	24.7	343.3
			YMN007	27.0	394.3
⑩	1997年山口県北部地震	5.8	SMN011	28.3	630.2
			SMN012	22.6	427.6
			SMN013	24.6	587.0
			SMN014	4.0	290.9
			YMG001	20.4	178.3
			YMG002	17.8	157.5
			YMG003	0.9	259.6
			YMG009	26.0	304.2
⑪	2011年茨城県北部地震	5.8	FKS012	24.6	202.8
			FKS014	16.6	506.1
			IBR001	19.9	208.4
			IBR002	15.8	344.8
			IBR003	23.0	292.2
			IBR004	30.0	325.0
⑫	2013年栃木県北部地震	5.8	FKS029	16.3	492.2
			GNM001	20.4	462.1
			TCG003	27.9	345.5
			TCG004	8.1	421.0
			TCG010	26.8	516.8
⑬	2004年留萌支庁南部地震	5.7	HKD020	12.1	562.7
			HKD021	18.1	302.0
			HKD024	15.6	337.2
⑭	2005年福岡県西方沖(余震)	5.4	FKO006	19.2	194.1
			FKO007	20.4	301.0
⑮	2012年茨城県北部地震	5.2	FKS012	27.2	202.8
			FKS014	24.2	506.1
			IBR001	24.6	208.4
			IBR002	10.7	344.8
			IBR003	15.7	292.2
⑯	2011年和歌山県北部地震	5.0	WKY001	28.1	206.3
			WKY003	17.9	144.0
			WKY004	22.2	681.8
			WKY005	26.8	338.3
			WKY006	15.3	198.4

■ : AVS30 ≥ 500m/s の観測点

□ : AVS30 < 500m/s の観測点のうち、地表から比較的浅所に硬い岩盤が存在する観測点かつその岩盤以浅に著しく軟弱な層が存在しない観測点

- d 以上のとおり、Mw6.5 未満の 14 地震について、収集した観測記録（計 112 観測点）が得られた観測点の地盤情報の収集を実施し、表 5 に示す観測点から、地盤が著しく軟らかい観測点を除外し、比較的硬い岩盤上の観測記録と見なせる観測点（⑥1996 年宮城県北部(鬼首)地震及び⑧1998 年岩手県内陸北部地震を除く 12 地震の計 46 観測点)を抽出した。

表 5 K-NET 観測点及び KiK-net 観測点等の抽出方法

観測点	地震計の位置	抽出方法	観測点数
K-NET観測点	地表	著しく軟らかい地盤における観測点を除外し、比較的硬い地盤上の観測点を抽出 (AVS30 \geq 500m/sの観測点を抽出) (ただし、AVS30<500m/sの観測点のうち地表から比較的浅所に硬い岩盤が存在する観測点かつその岩盤以浅に著しく軟弱な層が存在しない観測点は再度抽出)	18観測点 (表3) (表4)
KiK-net観測点	地表 地中	表層の軟らかい地盤上に設置されている地表の観測点を除外し、硬い岩盤中の地中観測点を抽出	24観測点
鶴田ダム観測点 本件原子力発電所敷地観測点	岩盤上	岩盤上の観測点であるため、検討対象として抽出	4観測点

(3) 敷地に大きな影響を与える可能性のある観測記録の選定

ア 敷地に大きな影響を与える可能性の判断基準

比較的硬い岩盤上の観測記録と見なせる観測点の観測記録(12 地震の計 46 観測点)のうち、本件原子力発電所敷地に大きな影響を与える可能性のある観測記録については、加藤ほか(2004)による応答スペクトルとの比較に基づいて選定した。これは加藤ほか(2004)が、日本及びカリフォルニアにおける震源近傍で得られた硬質岩盤上の観測記録を収集し、詳細な地質学的調査によっても震源位置と地震規模を事前に特定できない地震の地

震動レベルを設定したものであることから【乙イ A43 - 2 (36 頁)】、観測記録が加藤ほか (2004) の応答スペクトルを上回った場合には、敷地に大きな影響を与える可能性があるとして判断したものである。

加藤ほか (2004) による応答スペクトルは、本件原子力発電所における基準地震動 Ss-1 に対して全ての周期帯において下回るものであるため(被告九州電力準備書面 10・93～94 頁)、加藤ほか (2004) による応答スペクトルと比較して、観測記録の応答スペクトルが小さいものについては、敷地に大きな影響を与えるものではないと判断した。

イ KiK-net 観測点における地中の観測点の観測記録

KiK-net 観測点における地中の観測点の観測記録は、硬い岩盤中の記録であるものの、表層の地盤による影響を受けており、解放基盤表面と同じ条件となっていないため、その影響を取り除く必要がある。「震源を特定せず策定する地震動」の策定にあたっての地震観測記録の詳細な検討を行う上では、詳細な地盤情報に基づくはぎとり解析を実施する必要があるが、ここでは、表層の影響を取り除く際に、簡便かつ大きめの評価（少なくとも過小評価にならないよう）となるよう、地中の観測点の観測記録を 2 倍した数値を用いて比較を行った。

ウ 検討結果

上記 (2) で抽出した、12 地震の計 46 観測地点の観測記録のすべてを加藤ほか (2004) の応答スペクトルと比較した結果、加藤ほか (2004) を上回った観測記録が含まれていたのは③2011 年長野県北部地震、⑪2011 年茨城県北部地震、⑫2013 年栃木県北部地震、⑬2004 年北海道留萌支庁南部地震、⑯2011 年和歌山県北部地震の 5 地震であった。

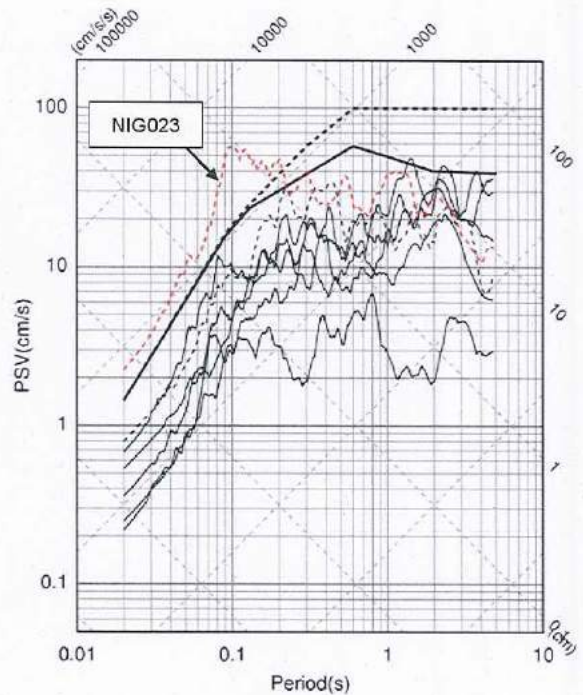
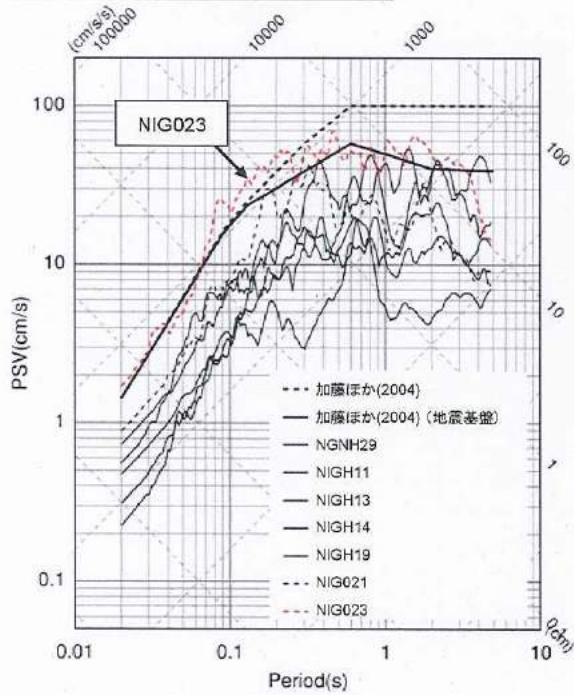
この 5 地震の観測記録と加藤ほか(2004)による応答スペクトルの比較・検討結果を図 6～8 に示す。いずれの図も、横軸に周期 (Period) [s],

縦軸に擬似速度応答スペクトル (PSV) [cm/s]を示したものである。加藤ほか(2004)による応答スペクトルにおいては、図9のとおり、地盤物性に
応じた補正が可能であり【乙イ A43-2 (34~36 頁)】、図中の黒太線は地
震基盤 ($V_s=2200\text{m/s}$) の応答スペクトル、黒太点線は $V_s=700\text{m/s}$ の応
答スペクトルを示している。また、図6~8中の点線は K-NET 観測記録
の応答スペクトルを、実線は KiK-net 地中観測記録の応答スペクトルの2
倍を示している。これらの観測記録のうち加藤ほか(2004)による応答ス
ペクトルを超えるものについては、赤点線及び赤実線で示している。

図6~8によると、加藤ほか(2004)による応答スペクトルを超えるもの
として、③2011年長野県北部地震の K-NET 津南、⑪2011年茨城県北部
地震の KiK-net 高萩、⑫2013年栃木県北部地震の KiK-net 栗山西、⑬2004
年北海道留萌支庁南部地震の K-NET 港町、⑯2011年和歌山県北部地震の
KiK-net 広川の5地震の5観測点における観測記録を抽出した【乙イ B29
(214~227 頁)】。なお、図7上の⑫2013年栃木県北部地震の FKS029 観
測点における観測記録(図中青点線)は、加藤ほか(2004)の応答スペク
トルを一部超えているが、KiK-net 栗山西 (TCGH07) 観測点における観測
記録に概ね包絡されることから抽出していない【乙イ B29 (223 頁)】。

この加藤ほか(2004)による応答スペクトルを超えた5地震の5観測点の
観測記録から⑬2004年北海道留萌支庁南部地震による K-NET 港町観測点
における観測記録を選定したことについては、準備書面10・88~90 頁
で述べたとおりである。

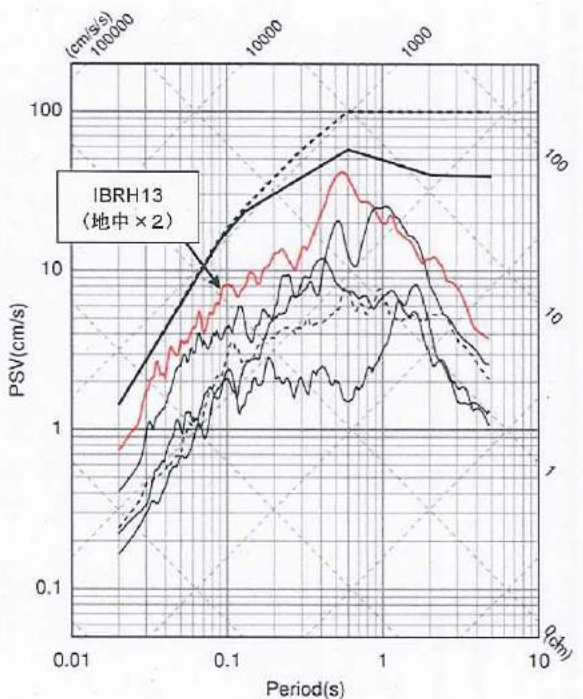
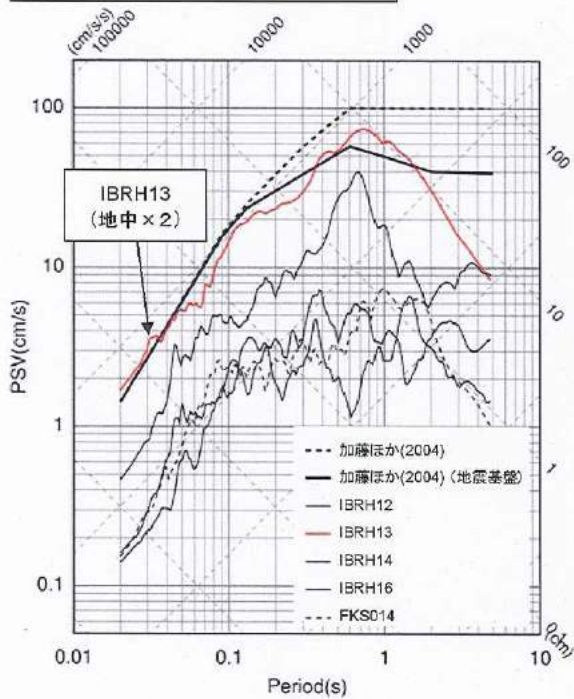
③2011年長野県北部(Mw6.2)



NS方向

EW方向

⑪2011年茨城県北部(Mw5.8)



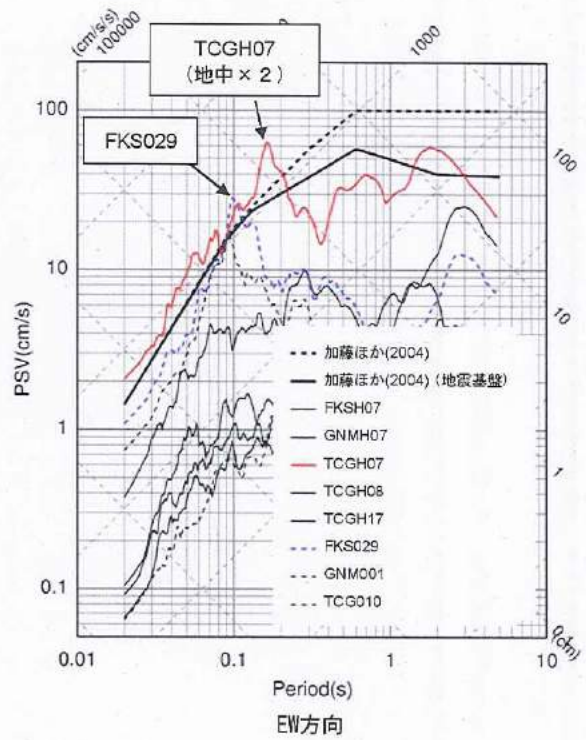
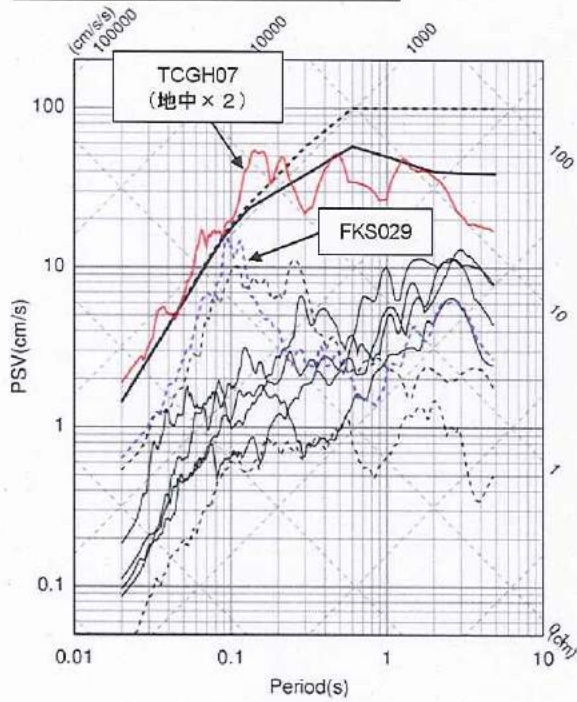
NS方向

EW方向

図6 観測記録と加藤ほか(2004)の応答スペクトルの比較 (1/3)

(【乙イ B29 (214, 222 頁)】に加筆)

⑫2013年栃木県北部(Mw5.8)



⑬2004年北海道留萌支庁南部(Mw5.7)

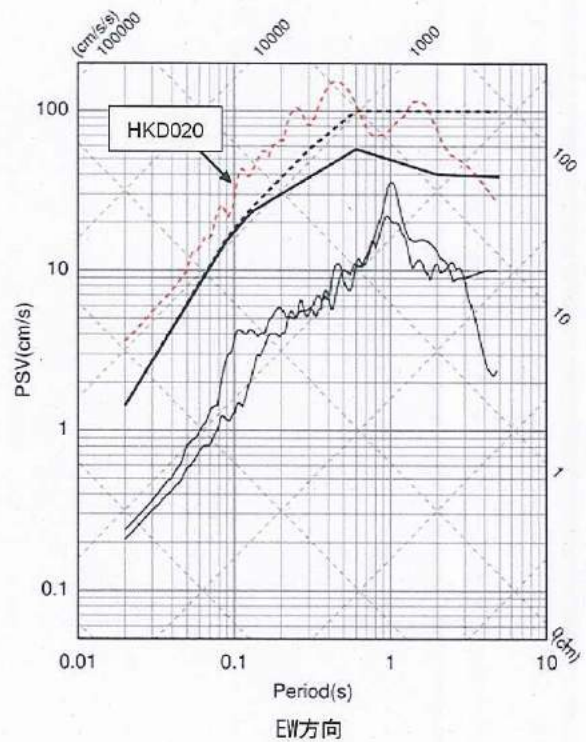
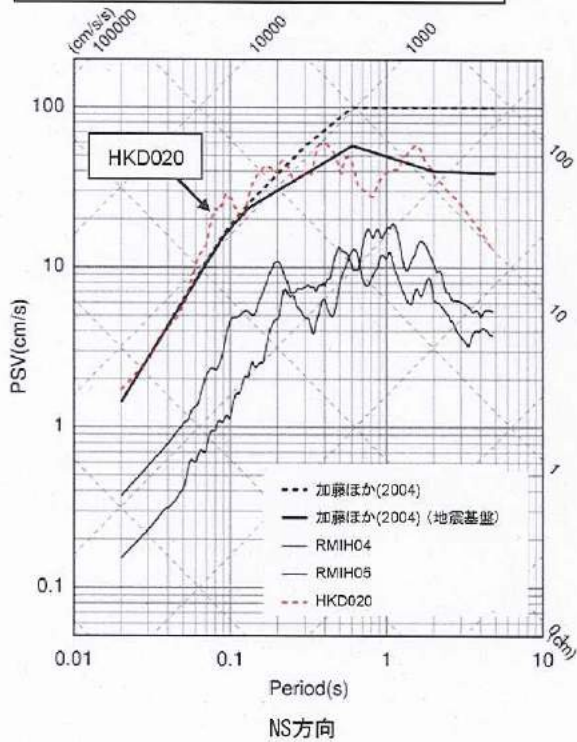


図7 観測記録と加藤ほか(2004)の応答スペクトルの比較 (2/3)

【乙イ B29 (223~224 頁)】に加筆

⑩2011年和歌山県北部(Mw5.0)

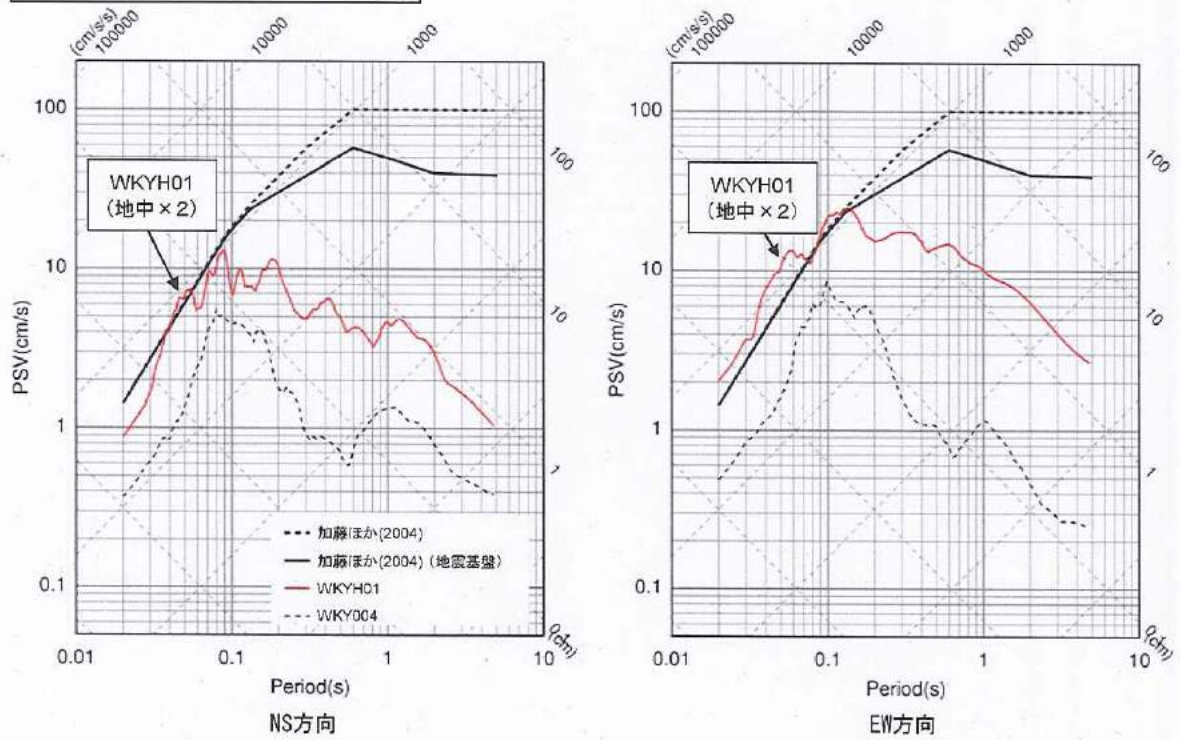


図8 観測記録と加藤ほか(2004)の応答スペクトルの比較 (3/3)

(【乙イ B29 (227頁)】に加筆)

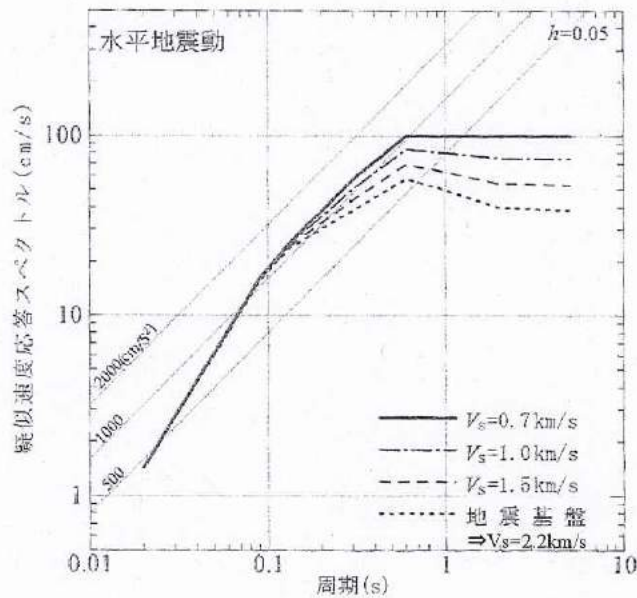


図9 地盤物性値を考慮した加藤ほか(2004)による応答スペクトル

(【乙イ A43-2 (35頁)】に加筆)

第3 はぎとりについて

「第3章 第1 原告らの主張」④の主張について、原告らは、審査ガイドにおける「震源を特定せず策定する地震動」は、震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内の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し、これらを基に各種の不確かさを考慮して敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定されていることを確認する。」【乙イ A31 (7 頁)】との記載の「これら（観測記録）を基に」について、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と独自に解釈しているものであるが、審査ガイドではそのような評価は求められていない。

このことは、原子力規制委員会による「九州電力株式会社川内原子力発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書（1号及び2号発電用原子炉施設の変更）に関する審査書（案）に対する御意見への考え方（I～III章関連）」において、「震源を特定せず策定する地震動」は、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の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・検討し、敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定することを求めています。そのうち、Mw6.5 未満の地震については 2004 北海道留萌支庁南部地震について評価しています。このように、地震ガイドでは、上記のような地震の観測記録に基づいて評価することを求めており、単に仮想的な Mw6.5 の地震動を評価することを求めているわけではありません。」とされ、仮想的な評価を求めていないことが明記されていることから明らかである【乙イ A44-2 (25 頁)】。

従って、原告らの主張には、理由がない。

第4章 結論

以上より、本件原子力発電所における被告九州電力の基準地震動の策定手法は、科学的な合理性を有する妥当なものであり、原告らの主張するような「欠陥」は

存せず，基準地震動を超過する地震動が本件原子力発電所において発生する可能性は極めて低い。

以 上

〔用語解説〕

1 臨時余震観測（7頁）

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。

2 応力降下量（8頁）

応力降下量とは、断層が破壊すると、そこにひずみとして蓄えられていたエネルギーが解放されるため、岩盤中の応力が降下し、この断層破壊の直前の応力と直後の応力との差をいう。

3 未成熟な活断層（18頁）

一般的に成熟した活断層は、過去数十万年にわたって地震が繰り返し発生することによって、地下の震源断層とほぼ同じ長さの活断層が地表に表れるとされている。一方、成熟した活断層に至らない未成熟な活断層については、地下の震源断層が地表に完全には表れないとされている。

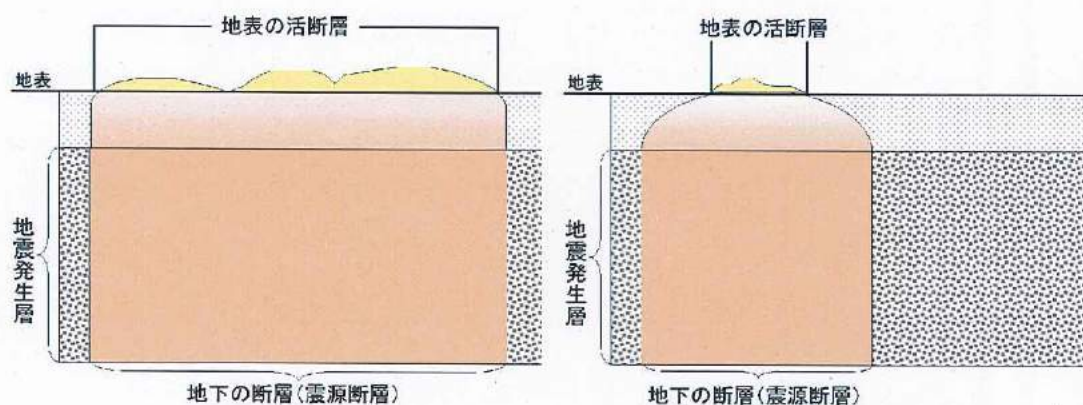


図 成熟した長い断層（左）と未成熟な短い断層（右）のイメージ

4 せん断波速度（20頁）

せん断波速度とは、地震波形の中で最も卓越する、S波の伝わる速さのことであり、平均せん断波速度とは、地表からある深さまでのせん断波速度の平均値。