

8/31(土)よりロードショー 映画「40年 紅どうだん咲く村で」

登場する松下さんは訴える――「なんとしても ふるさとを守り 育てたい！」

国も関電も40年制限を取っ払い、美浜3号の60年運転を狙う――「許せない！」



シネ・ヌーヴォX
上映スケジュール
8/31(土)～9/6(金)
11:00～12:45
9/7(土)～9/13(金)
15:50～17:35
9/14(土)～9/20(金)
13:05～14:50

※8/31は上映後20分、松下さんが挨拶。初日から先着50名に特製「紅どうだん」の押し花しおりをプレゼント。

原子炉容器脆化ワースト3(高浜1・2号、美浜3号)に再稼働NO!の声を響かせよう

福井県美浜町で原発を止めるために闘ってこられた松下照幸さんのドキュメンタリー映画が完成しました。

たった一人で立ち上がり、母親、妻、子どもたちに支えられながら、あるときは悔し涙を流し、あるときは表だって言えない内輪話での支援の声や無言の支持を受けて、折れそうな心を奮い立たせ、少しずつ仲間を増やしながら、変わることなく、40年間一貫して闘い続けてきた――その姿を通して、監督の岡崎まゆみさんは、信念を持って生きることのすばらしさを描くとともに、世の中の原発「安全神話」復活に警鐘をならしています。

一人でも多くの方に、この映画をみてほしい。「紅どうだんつつじ」や溪流など美浜町の恵まれた自然に感動してほしい。そして、美浜3号の60年運転に向けた動きを止めるために、できる範囲で力を貸してほしい。

8月31日(土)～9月20日(金) ★上映スケジュールは上記のとおりになりました

ドキュメンタリー映画「40年 紅どうだん咲く村で」

特別鑑賞券 1,500円

会場：シネ・ヌーヴォX ○大阪メトロ中央線「九条駅」6号出口徒歩3分

学生・シニア 1,100円

06-6582-1416 ○阪神なんば線「九条駅」2番出口徒歩2分

当日料金 1,700円

巻頭以外の目次

(1)「震源を特定せず策定する地震動」の標準応答スペクトルは過小策定されており、はざとり波をそのまま用いるべきである
大阪府立大学名誉教授 長沢啓行



リサ ねえパパ。このチラシに大きく「40年」、その下に小さく「紅どうだん咲く村で」って書いてあるけど、「紅どうだん」って、花のこと？咲くのに40年もかかるの？この写真の人が松下さん？

パパ 「紅どうだん」というのは「紅どうだんつつじ」と呼ばれる高さ1～4mの落葉低木なんだ。4～5月にスズランに似た釣鐘状の小さい紅色の花が鈴なりに咲いて、実に見事だよ。秋の紅葉も美しい。成長は遅いけど、苗木から大事に育てれば数年で花が咲くようになる。松下さんは2002年に「森と暮らすどんぐり倶楽部」を立ち上げて、紅どうだんつつじを育てているんだけど、そのずっと前から、40年かけて、生まれ育った美浜町に、もっとすばらしい花を咲かせようと奮闘してきたんだ。このドキュメンタリー映画はその姿を忠実にみごとに描き出してるね。



開花した
紅どうだん
つつじ
(松下さん
がどんぐり
倶楽部で育
て、販売し
ている)



リサ 大阪の「シネ・ヌーヴォX」という劇場で「8月31日からロードショー」ってあるけど、上映スケジュールはもう決まったんでしょう？

パパ 1ページ目に記載のとおりだよ。日によって時間帯が違うから、間違えないようにね。パパは7月の試写会で見たんだ。パパも松下さんと知り合って30年近くになるけど、その10年以上前から、原発立地点の美浜町で、地縁血縁などによるいろんな圧力をはねのけながら、原発反対の声を上げ続けてきたんだ。本当に頭が下がるね。松下さんがそれを40年も貫き通せたのは、もちろん、その信念の強さが第一だけど、実はそれを支えるお母さんと奥さんの存在があったんだ。息子を信じて道端に腰掛けて「これ読んどくれ」とチラシを配るお母さん、脅かしにひるまず肝玉の据わった奥さん---すごいなあと思ったよ。

リサ 私も見に行きたい！連れてって！行く前にもっと知っておきたい、松下さんのこと。

パパ わかった。それじゃ、パパの知っている範囲で紹介するね。

松下照幸さんは、1948年に福井県美浜町新庄地区に生まれ、自然の中で伸び伸びと育った。新庄地区は美浜町の南にある山林地帯で、原発は北の丹生地区にある。こどもの頃は「原発がくると道路がつくられ、町が発展する」と教えこまれ、賛成していた。



高校卒業後、日本電信電話公社 (NTT) に就職し、福井市の労働組合青年部で原発の危険性を知り、労働組合の運動を通じて、原発に反対するようになったという。

ある日、お母さんから、「原発で働いてた村の若い関電社員が舞鶴市の病院で白血病と診断され、大阪の関電病院でなくなった」と知らされた。「なぜ、関電病院へ連れて行かれたのか？」「白血病のデータを消そうとしているのではないか？」と疑問を持ったという。それから本格的に原発のことを勉強し、確信を持つようになったんだ。

だけど、集落のほとんどの家から関電や関連会社に働き手が出ている中では、美浜町内で「反対」の声を上げるのは難しかった。

そんな中、1986年にはチェルノブイリ原発重大事故が起き、5年後の1991年には美浜2号で蒸気発生器細管破断事故が発生した。危機感を募らせた松下さんは、原発の危険性を知らせるチラシを夜中にこっそり、奥さんと2人のこどもと一緒に、集落の1軒1軒を回り、ポストに入れて回った。人目を気にするおそろおそろの行動だったという。高齢のお母さんは違った。昼間に、集落の大通りに腰掛けてそのチラシを道行く人に手渡していた。息子を信じて応援してくれる母の愛を感じ、その後、堂々と行動することができた。

松下さんは、原発に頼らない町おこしを模索し続けている。町に地場産業ができれば、原発に働きに行かなくても良くなると、「地消地産」のアイデアを育んでいた。ある日、新庄地区の開拓村で「紅どうだんつつじ」を育て守り続ける一人のおじいさんに出会った。「愛らしい紅どうだんつつじは集落の宝物」と託され、その息子さんとともに、おじいさんから花木をひきつぎ、「森と暮らすどんぐり倶楽部」の事業の一つとして守り育てる決意を固めたんだ。原発に反対する心も、自然を愛する心も、松下さんの中では一つなんだ。



リサ ヘーッ、そうなんだ。松下さんのドキュメンタリー映画を作った監督の岡崎さんすごい人なの？

パパ 監督の岡崎さんが松下さんを撮影し取材している姿は、パパもよく知ってる。松下さんと一緒にビラ配りしたり、署名をとったり、集会を開いたりしていたからね。そのたびに岡崎さんと出会ってた。ドキュメンタリー映画を撮るんだと仰ってたけど、半信半疑だった。長く取材してこられて、ドキュメンタリー映画にまとめられたのはすごい。



岡崎さんが、7年間の取材を通して一番驚かれたのは、松下さんのお母さん(故・松下八千代さん)のことだという。息子を全面的に信頼して、臆せず、堂々と道端でチラシ配りをする――そんなお母さんの姿に圧倒されたと言うんだ。松下さん、お母さん、そして奥さんのひとみさん――家族は信頼しあうことで、強くなっていったんだね。岡崎さんは取材を通してそれに気付き、それを浮き彫りにしたかったんだろう。映画を観ていて、それが伝わってくる。信頼は人を強くするんだ。パパも映画を観て勇気づけられたし、力づけられたよ。岡崎さんも、まず「知ろう」と始めた取材だったけど、出会いを通して、信頼し合い支えうというプロセスが、作品そのものになったと振り返っている。8月31日からロードショーが始まるから、リサにも、みせてあげよう。

リサ 楽しみね！ところで、美浜原発って廃炉になったんじゃないの？だって、原発は40年で廃炉にするって言ってたし、寿命延長が認められるのは難しいって言ってなかった？

＜松下さんと原発関連の出来事＞

- 1948年 新庄地区で松下家の長男として誕生
- 1966年 日本電信電話公社に就職
- 1970年 美浜1号運転開始
- 1972年 美浜2号運転開始
- 1976年 美浜3号運転開始
- 1979年 スリーマイル島原発事故
- 1986年 チェルノブイリ原発事故
- 1991年 美浜2号蒸気発生器細管破断事故
- 1995年 もんじゅナトリウム漏洩火災事故
- 1998年 美浜町議会議員に初当選
- 1999年 東海村JCO臨界事故
- 2001年 NTT西日本を退職
- 2002年 「森と暮らすどんぐり倶楽部」開設
- 2004年 美浜3号復水配管破断事故
- 2006年 美浜町議会議員を退任(2期8年)
- 2011年 福島第一原発炉心溶融事故
- 2018年 再度、美浜町議会議員に(3期目)

パパ 2011年に福島第一原発で炉心溶融事故が起こった後は、国民の多くが老朽炉は40年で順次廃止し、脱原発に向かうものだと思っていたんだ。だから、田中俊一前原子力規制委員長は2012年9月19日の初会見で「40年超運転は相当困難」と公言していたんだけど、2016年には手の平を返すように、高浜1号、2号、美浜3号と次々に、60年運転を認めていったんだ。フクシマ事故から8年経った今でも、国民の過半数が再稼働に反対しているのに、老朽炉の寿命延長を認めるなんて、おかしいね。

リサ 40年以上運転をした原発は、いろんなところが傷み、高浜1・2号美浜3号は悲鳴を上げているんじゃないの？

パパ そうなんだよ、リサ。運転中に何度もくり返される振動や加熱・冷却の繰り返りで、金属疲労が進んだり、溶接箇所にはひび割れが入ったり、配管の曲がり部で腐食が進んだり、電気系統の絶縁部がボロボロになったりしている。一番恐いのは原子炉が脆くなって大破断を起こすこと――原子炉容器の「中性子照射脆化」と呼ばれているんだ。これは原子炉容器が、強烈な中性子線を浴びて、強靱な材料が100℃ほどの高温でも鋳物のように脆くなる現象のこと。事故で緊急炉心冷却装置ECCSが作動して冷却水の温度が100℃ほどに下がると、原子炉容器が破壊され、炉心溶融事故へ発展する危険があるんだ。

その危険が一番高かったのは玄海1号だったけど、すでに廃炉になった。今一番危ないのは高浜1号だよ。危ない順に、高浜2号、美浜3号と続く。脆性破壊の危険の高い国内ワースト8の原発のうち、5基はすでに廃炉になったけど、関西電力の3基だけが廃炉にされず、60年運転に向けて対策工事が行われているんだ。どこか、おかしいよね。

40年で廃炉にする法制度は、老劣化が重大事故の引き金になりかねないからなんだ。にもかかわらず、寿命を20年延長してもいいなんて。しかも、「特別点検」は形だけで、劣化が見つかって、放置したまま、将来の保全計画を立てればそれでいいというんだ。

しかも、来年4月に導入される原発の新しい検査制度では、「原子力規制委員会の実施する施設定期検査」がなくなり、事業者が「定期事業者検査」をやって、原子力規制委員会による合否判定もされなくなる。事業者が勝手に検査を行って、報告を出せばそれでよい。ひび割れを見つけても、すぐに修理や交換をする必要がなく、「次の検査までもつ」と事業者が判断すればそのまま運転継続できるし、次の検査時期を今の13ヶ月から最大24ヶ月先まで伸ばせる。これが老朽原発にも適用される---恐ろしいことだね。

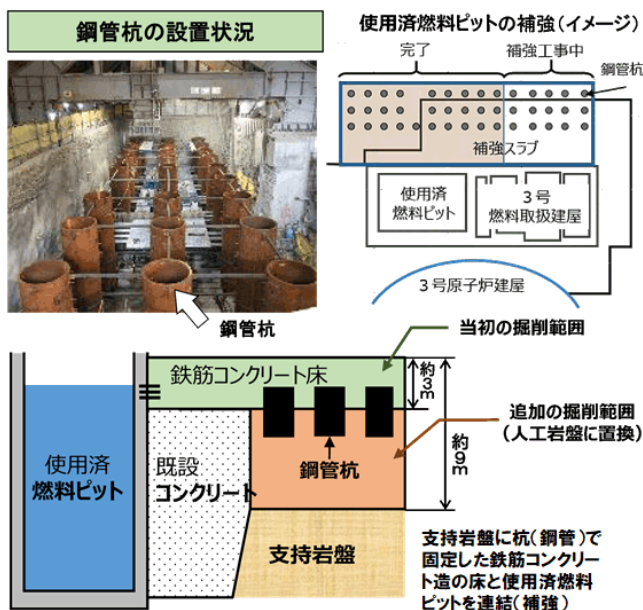
リサ 国や電力会社の人たちはフクシマ事故を教訓としてないの？それどころか、逆に、「管理をゆるめることで危険な原発をムリヤリ動かそう」としているんじゃないの？

パパ その通りだ。電力会社の人たちは原発で儲けることしか考えていない。フクシマ事故が起こる前は「原発がないと電力不足で暗闇の世界になる」と恫喝してきたんだけど、大ウソだったとばれてしまった。今度はCO₂削減のために原子力は必要だというけど、世界の流れは、地球温暖化対策に原子力は含めず、再生可能エネルギーを普及させること---もはや、原子力の出る幕はないんだ。

ウソは今に始まったことじゃない。関西電力は、美浜2号で1991年2月9日に蒸気発生器破断事故を起こすまで、「この細管は、粘りのある材料でできているので、突然破断することなどない」とウソをついてきた。

美浜3号についても、関西電力は使用済核燃料貯蔵プールで、使用済核燃料をできるだけ詰め込むリラッキング対策を施しながら、耐震性は大丈夫だと豪語してきた。ところが、活断層だと認めてこなかった断層が美浜原発の直下を通っていることをフクシマ事故後に認めざるを得なくなり、基準地震動が750ガルから993ガルに引き上げられたんだ。すると、これまで耐震性が保証されていたはずのリラッキング用ラックや補助建屋基礎に耐震性がないことが判明し、急遽、対策工事が必要になったんだ。活断層だけでなく、地震動も過小評価だと島崎邦彦元原子力規制委員長代理は警告している。1,000ガルの地震動が国内各地で観測される現在、今の993ガルの基準地震動で大丈夫だという関西電力の主張は認められない。地震が来たらでは遅いんだ。ムリヤリ40年超運転を目指すのではなく、廃炉にすべきだね。

松下さんの映画では、後段の美浜町長選挙で、原発推進候補が美浜駅前で演説する姿が映し出されていたけど、そこには、スーツ姿の関電社員が数十名---演説が終わり、宣伝カーが走り去ると、黒い姿が黙々と歩きながら去って行く---本当に哀れで、今悩む日本社会の姿が投影されているようだった。



基準地震動見直し(750ガル→993ガル)で強度不足が判明した美浜3号の補助建屋(使用済燃料ピットが入っている)掘削時に当初の計画よりも支持岩盤が深いことが判明したため、掘削深さを約3mから約9mに変更し、人工岩盤への置換を実施。そのため、工事期間を2020年7月まで約6ヶ月間延長)

「震源を特定せず策定する地震動」の標準応答スペクトルは過小策定されており、はざとり波をそのまま用いるべきである

大阪府立大学名誉教授 長沢啓行

1 はじめに

原子力規制委員会の「震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム」は 2019 年 7 月 8 日、「全国共通に考慮すべき『震源を特定せず策定する地震動』に関する検討報告書（案）」を公表した。これは、電力会社による地震動解析が遅々として進まない状況に「しびれを切らした原子力規制委員会」が、2017 年 11 月末に検討チーム設置を決め、1 年半の検討結果をとりまとめたものである。

原発の耐震設計に影響が出ると報道されたものの、公表された標準応答スペクトルは、川内原発と玄海原発の基準地震動を少し超える程度に留まり、大きな影響を与えるものではなかった。なぜこのような結果になったのか？報告書を精査することで次のことを明らかにしたい。

(1) 標準応答スペクトルは、「加藤スペクトルを下回らず、年超過確率 10^{-5} の応答スペクトルを超えない」よう巧みに誘導された結果である。

(2) 標準応答スペクトルを策定するための統計処理では、KiK-net 観測記録にこだわって重要な強震動観測記録を除外し、地震規模の範囲を Mw5.0 以上へ広げ、収集範囲を 30km 圏内に広げて母集団を歪め、薄めており、統計的に無理がある。

とはいえ、(3) 震源近傍での Mw6.0~6.6 の地震基盤表面はざとり波が求められており、震源から 5km 以内で距離補正されていないはざとり波等を審査ガイドの「収集対象となる内陸地殻内の地震の例」に加えるべきである。

(4) 標準応答スペクトルは「平均 $+2\sigma$ 」で策定されており、ばらつきを考慮する観点に立っていると言える。であれば、基準地震動策定に際しては、「震源を特定せず策定する地震動」だけでなく、「震源を特定して策定する地震動」においても少なくとも「倍半分」のばらつきを考慮して、「平均 $+\sigma$ 」で基準地震動を策定し直すべきである。

2 標準応答スペクトル

原子力発電所の基準地震動は、「震源を特定して策定する地震動 Ss-1, Ss-2」と「震源を特定せず策定する地震動 Ss-3」からなる。

前者は、地表に現われた活断層の調査や変動地形学等に基づいて検討用地震を特定し、対応する震源断層モデルを設定して、耐専スペクトルやその他距離減衰式で基準となる応答スペクトル Ss-1 を策定し、さらに、断層モデルで地震動解析を行い、この応答スペクトルを部分的にも超える地震波の応答スペクトル Ss-2 を追加する。島崎邦彦元原子力規制委員長代理が「基準地震動が過小評価されている」と告発したのは、この断層モデルによる地震動評価についてであった。

後者は、地表に地震断層が明確に現われない M7 クラス程度以下の直下地震または極近距離の地震を想定するもので、地震観測記録に基づいて策定する基準地震動 Ss-3 である。ところが、地震観測記録が少ないことに加えて、観測記録を解析して基準地震動に直すための解析を電力会社に頼っているため、地震動解析が一向に進まず [12]、しびれを切らした原子力規制委員会が 2017 年 11 月末、「震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム」の設置を決め、2018 年 1 月から検討していた（巻末注 1 参照）。

1 年半の検討の末に公表された図 2 の「震源を特定せず策定する地震動の標準応答スペクトル」がその成果であり、全原発に共通して採用することが前提とされている。ただし、この標準応答スペクトルのコントロールポイントは表 1 の通りだが、「S 波速度が 2,200m/s 以上の地震基盤相当面における地震動」として定義されているため、各原発の基準地震動へ適用するためには、解放基盤表面での S 波速度に合わせて補正する必要がある。各原発の解放基盤表面の位置と S 波速度は表 2 の通

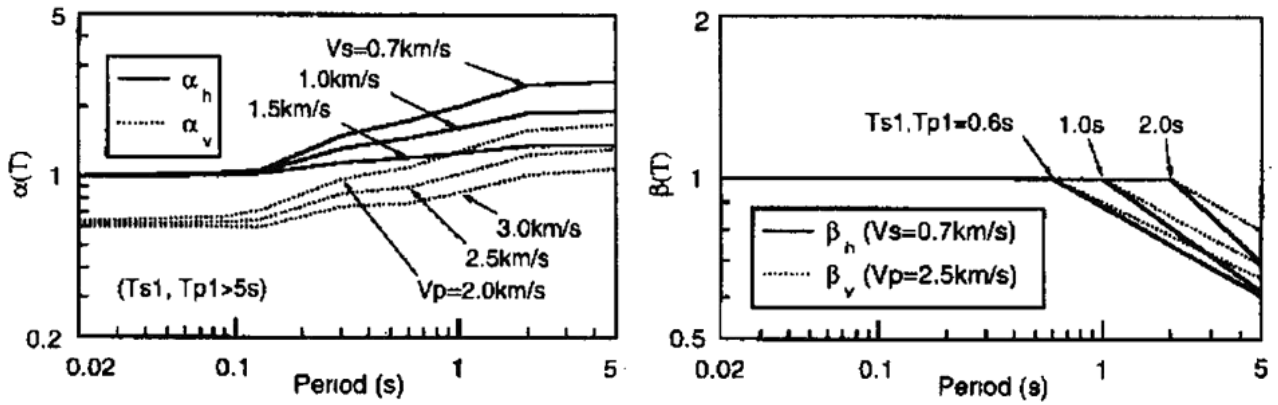


図 1: Noda et al.(2002)[13] による地盤増幅率による応答スペクトルの修正項の例 (地震観測波の応答スペクトル $S(T)$ は、これらの修正項 $\alpha(T)$ および $\beta(T)$ を用いて、 $S(T) = S_b(T) \times \alpha(T) \times \beta(T)$ で「 $V_s = 2,200$ m/s の地震基盤相当面での地震動強さ」 $S_b(T)$ へ逆補正されており、図 2 および表 1 の標準応答スペクトル $S_b(T)$ も原発サイトごとに表 2 の S 波速度に基づいてそれぞれの解放基盤表面はざと波 $S(T)$ へ補正されることになる。ただし、この図から、周期 0.13 秒以下ではほとんど補正されないことがわかる。添え字の「 $_h$ 」は水平動、「 $_v$ 」は上下動を示す。詳細は巻末の注 2 参照)

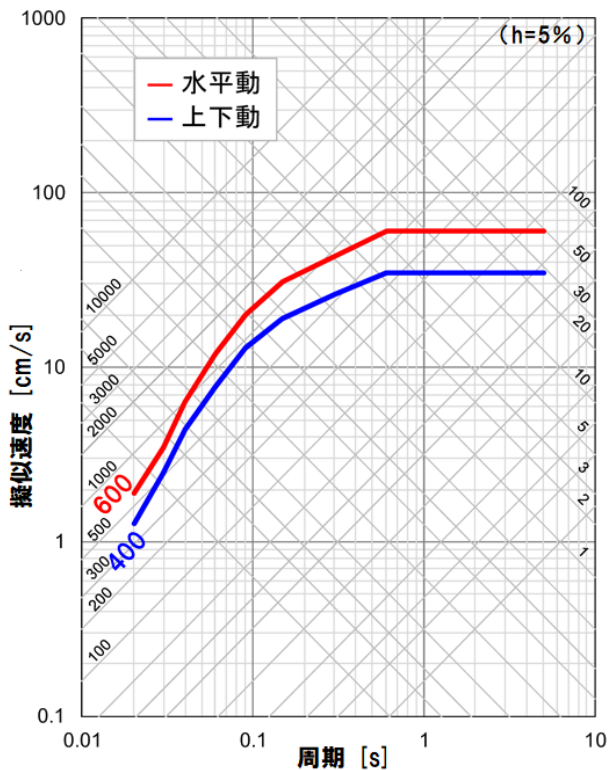


図 2: 「震源を特定せず策定する地震動」の標準応答スペクトル} [5]

りであり、これを図 1 の補正項に適用して、標準応答スペクトルを補正するのだが、水平動については周期 0.13 秒以下ではほとんど影響がなく、 S 波速度が 1,350 m/s 以上の西日本の原発では長周期側を除いて補正の影響は無視できる程度に留まる。ただし、上下動については補正が大きくなり、無視できない場合がある (詳細は巻末注 2 参照)。

表 1: 「震源を特定せず策定する地震動」標準応答スペクトルのコントロールポイント *1[5]

周期 [s]	S_{PV} [cm/s]		S_A [cm/s ²]	
	水平動	上下動	水平動	上下動
0.02	1.91	1.273	600	400
0.03	3.50	2.50	733	524
0.04	6.30	4.40	990	691
0.06	12.0	7.80	1,257	817
0.09	20.0	13.0	1,396	908
0.15	31.0	19.0	1,299	796
0.30	43.0	26.0	901	545
0.60	60.0	35.0	628	367
5.00	60.0	35.0	75	44

*1: S_{PV} [cm/s] は擬似速度、 S_A [cm/s²] は擬似加速度で、擬似加速度は引用者が $S_A = S_{PV}\omega_0 = 2\pi S_{PV}/T_0$ より算出した。ただし、 T_0 は周期 [s]、 $\omega_0 (= 2\pi/T_0)$ は角周波数 [rad/s] である。

そこで、標準応答スペクトルを補正せず、そのまま西日本の主な原発の基準地震動と比べてみよう。

図 3～図 9 がそれであり、図中の緑破線が標準応答スペクトルである。「震源を特定して策定する地震動」が小さく、「震源を特定せず策定する地震動」の基準地震動に占める比重が相対的に大きい川内 1・2 号や玄海 3・4 号では図 3 および図 4 のように、標準応答スペクトルが短周期側で今の基準地震動を少し超えるため、基準地震動の見直しが必要になる。しかし、その度合いはそれほど大きくなく、炉心溶融事故の起きるギリギリの地震動＝クリフエッジにはほど遠い。部分的で限定された耐震補強工事が必要になるかもしれないが、長期停止を余儀なくされるほどの大規模工事が必要になるとは考えられない。

表 2: 国内原発の解放基盤表面の位置と S 波速度

原発	S 波速度 [m/s]	標高 EL.
伊方 3 号	2,600	+10m
大飯 3・4 号	2,240	+6.0m
高浜 1・2 号	2,240	+1.0m
高浜 3・4 号	2,240	+1.5m
美浜 3 号	1,650	+1.0m
敦賀 2 号	1,600	-10m
島根 2 号	1,600	-10m
島根 3 号	1,520	-10m
川内原発	1,500	-18.5m
女川原発	1,500	-8.6m
志賀 1・2 号	1,500	-10m
玄海 3・4 号	1,350	-15.0m
浜岡原発	740	-14m
泊原発	700 以上	基礎底面 *1
東海第二	700 以上	-370m
柏崎刈羽 1~4 号	700 以上	-284m
柏崎刈羽 5~7 号	700 以上	-134m

*1: 泊原発の解放基盤表面位置は、S 波速度 $V_s \geq 700\text{m/s}$ となる神恵内層原子炉建屋基礎底面付近とされている。「700 以上」とは「700m/s を下回らない程度」で、「ほぼ 700m/s 相当である」ことを意味する。柏崎刈羽 1~4 号の解放基盤表面位置は 1 号の鉛直アレイ地震観測位置、5~7 号は 5 号の鉛直アレイ地震観測位置に設定され、入力地震動評価では、柏崎刈羽 1 号 730m/s、2 号 700m/s、3 号 710m/s、4 号 710m/s、5 号 710m/s、6・7 号 720m/s と設定されている。

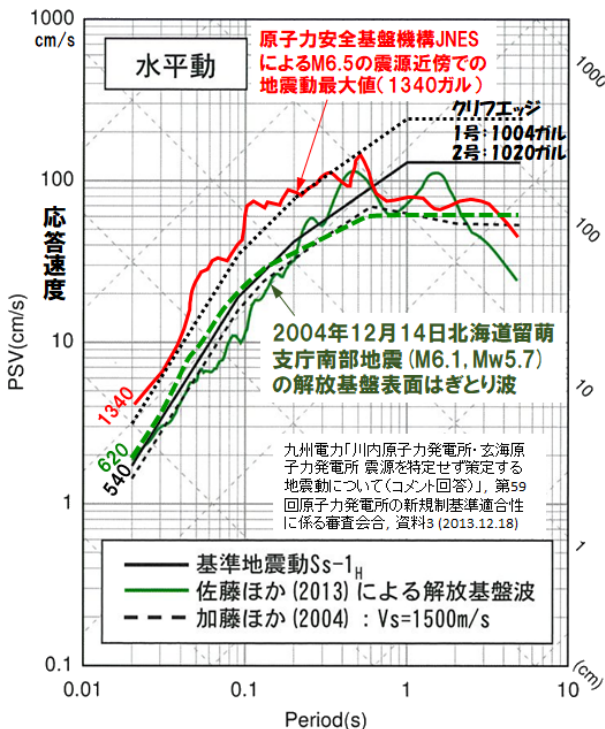


図 3: 川内 1・2 号の基準地震動と「震源を特定せず策定する地震動」の標準応答スペクトル [10]

他方、「震源を特定して策定する地震動」の比重が大きい伊方 3 号では、図 5 のように、標準応答スペクトルはすべての周期で今の基準地震動より下に収まっている。図 6 の高浜 3・4 号、図 7 の大

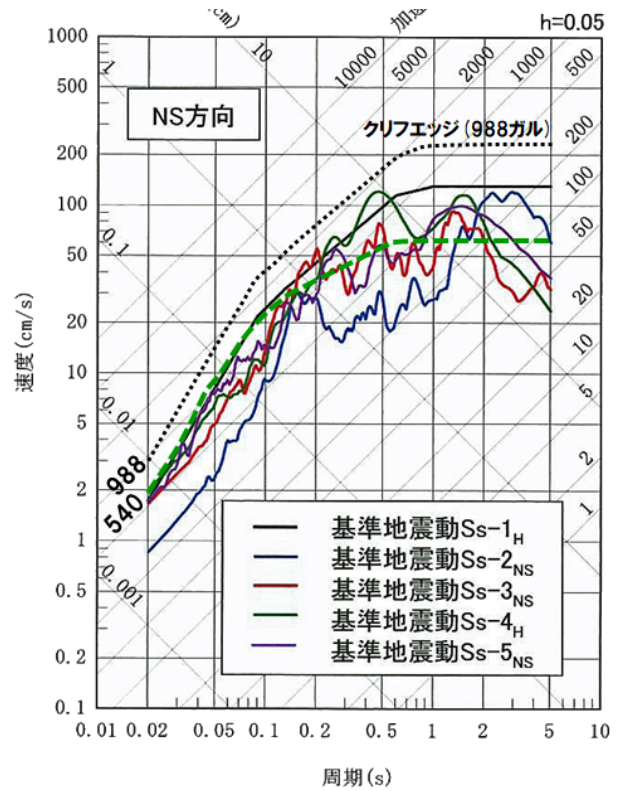


図 4: 玄海 3・4 号の基準地震動と「震源を特定せず策定する地震動」の標準応答スペクトル [11]

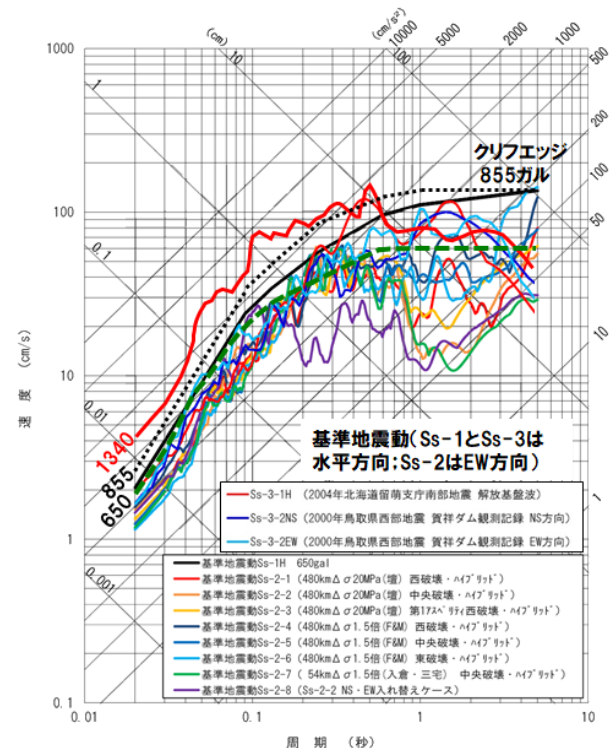


図 5: 伊方 3 号の基準地震動と「震源を特定せず策定する地震動」の標準応答スペクトル [14]

飯 3・4 号、図 8 の美浜 3 号、さらに、図 9 の島根 2 号も同様である。

なぜこのようになったのか？—それは、最初から、そうなるように仕組まれていて、その通りに

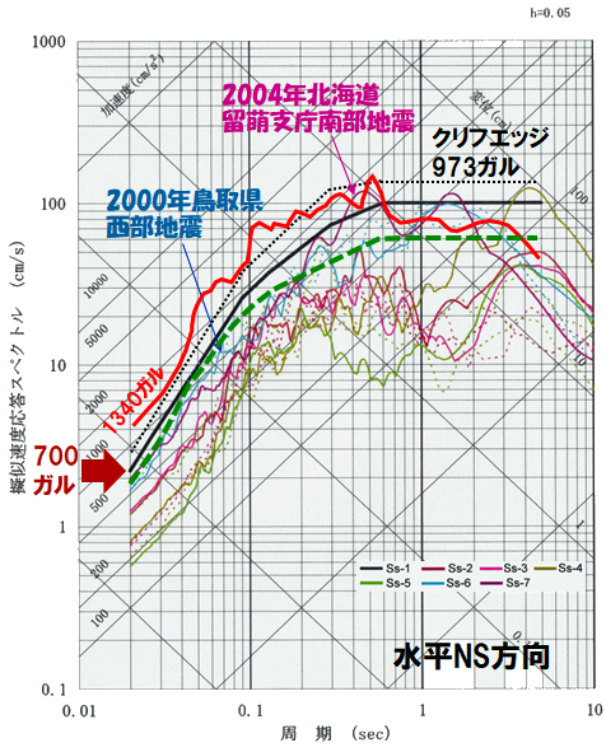


図 6: 高浜 3-4 号の基準地震動と「震源を特定せず策定する地震動」の標準応答スペクトル [7]

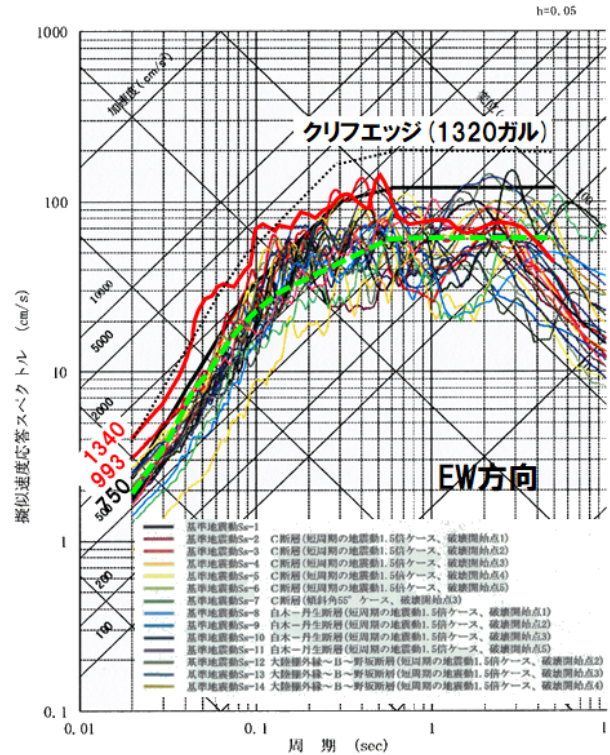


図 8: 美浜 3 号の基準地震動と「震源を特定せず策定する地震動」の標準応答スペクトル [9]

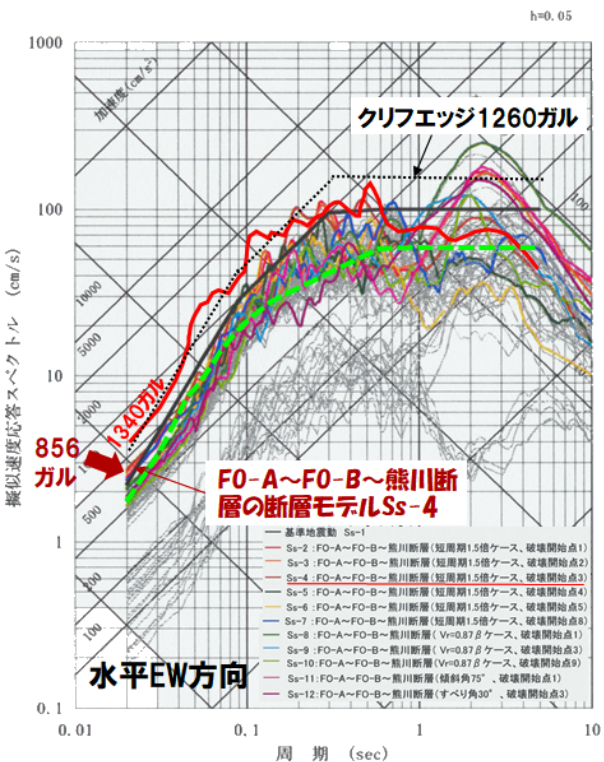


図 7: 大飯 3-4 号の基準地震動と「震源を特定せず策定する地震動」の標準応答スペクトル [8]

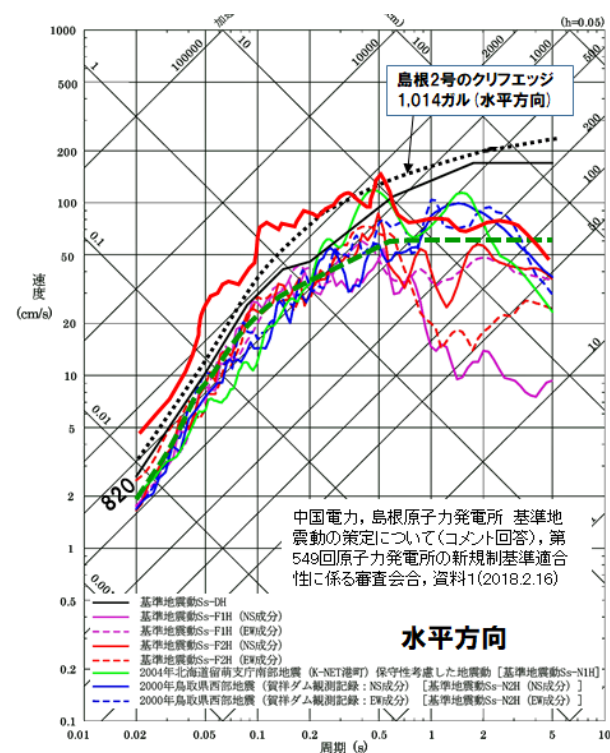


図 9: 島根 2 号の基準地震動と「震源を特定せず策定する地震動」の標準応答スペクトル [1]

なるよう原子力規制庁が議論をリードしたからである。仕組まれた条件とは、第 1 に、策定される標準応答スペクトルは短周期側で図 10 の加藤スペクトル [6] を上回ること、第 2 に、図 11 の年超

過確率 10^{-5} の応答スペクトルを短周期側で超えないことである。これらの図をみれば、ものの見事にそれらが達成されていることがわかる。実に「優秀」ではないか。

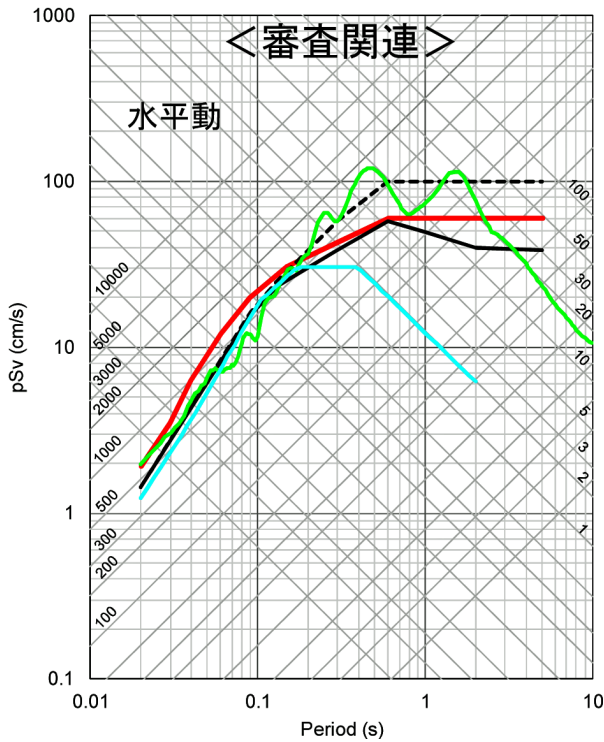


図 10: 標準応答スペクトルと加藤スペクトルとの比較 (水平動)[5] (赤線の標準応答スペクトルは黒実線の加藤スペクトルを下回らない。黒破線は $V_s=700\text{m/s}$ の場合の加藤スペクトルで、比較の対象外、水色実線は大崎スペクトル、緑実線は 2004 年北海道留萌支庁南部地震の港町での観測記録のはざとり基盤波に余裕を持たせた応答スペクトル。)

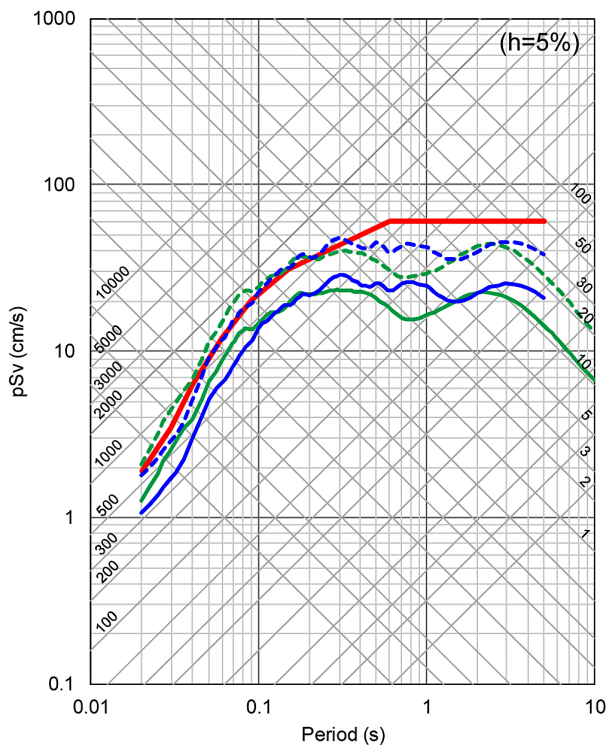


図 11: 標準応答スペクトルと年超過確率 10^{-5} と 10^{-4} の応答スペクトルとの比較 (水平動) [5] (紺色が JNES (2005)[2], 青色が JNES (2012)[3] の $V_s=2,600\text{m/s}$ の地震基盤相当面 (西日本) での年超過確率別スペクトルで、実線が年超過確率 10^{-4} , 破線が 10^{-5} に対応。赤線の標準応答スペクトルは短周期側で 10^{-5} の応答スペクトルを超えない。)

3 標準応答スペクトル導出時の矛盾

とはいえ、無理をすれば必ずボロが出るものだ。それは、第 1 に、標準応答スペクトルを導出する過程で、震源近傍での強震観測記録の地震基盤表面はざとり波を導出したこと、第 2 に、地震基盤表面はざとり波スペクトルの平均 $+2\sigma$ を標準応答スペクトルとして設定していることの二つである。これらについて、もう少し詳しく見てみよう。

3.1 はざとり波をそのまま使うべき

「震源を特定せず策定する地震動」の標準応答スペクトルを導くためには、震源近傍における地震観測記録の地震基盤表面はざとり波を求めなければならない。検討チームは、得られたはざとり波を統計処理して標準応答スペクトルを導いたが、それは審査ガイドの趣旨に反している。審査ガイド [4] では、「地震観測記録の解放基盤表面はざとり波を地域特性を考慮して採用する」ことになっているので、有効なはざとり波のすべてを審査ガイドの「収集対象となる内陸地殻内の地震の例」に加えるべきである。

たとえば、図 12 および図 13 に示される「 $M_w6.5$ 以上 (実際には $M_w6.6$ の 3 地震) の地震観測記録はざとり波重ね書き」を見てみよう。その最大応答スペクトルは水平動で 1,200 ガル程度、上下動で 600 ガル程度になる。これは、図 3 に赤線で示される原子力安全基盤機構 JNES[2] による $M6.5$ の横ずれ断層における震源近傍最大値 1,340 ガルにほぼ相当する¹。

このように主張すると、検討チームから「はざとり波には距離補正をしている」との反論が返ってきそうである。そこで、「震源 (震源断層面または点震源) からの最短距離が 5km 以内の距離補正をしていないはざとりの重ね書き」を見てみよう。図 14 および図 15 がそれだが、図 12 および図 13 の最大スペクトルはこの中に含まれていることが分かる。選択肢を広げるため、 $M_w6.6$ の 3 地震に

¹JNES の断層モデルでは 2,600m/s の地震基盤表面に 4km 間隔で置いた仮想観測点での地震動を解析しており、間隔を 2km とか 1km に狭くして解析すれば、より大きな地震動が得られる。したがって、最大値 1,340 ガルは 4km 間隔での最大値にすぎないことに注意する必要がある。

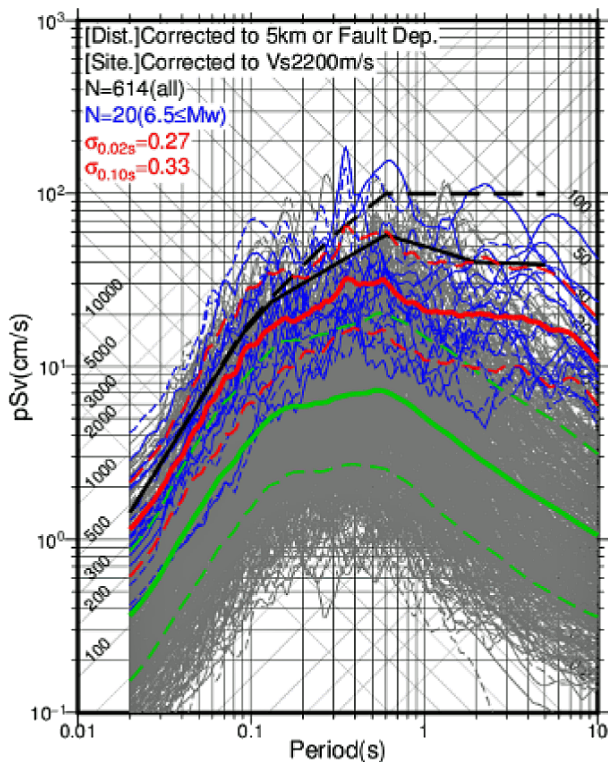


図 12: 地震規模 $M_w 6.5$ 以上の観測記録はぎとり波の応答スペクトル (水平動重ね書き)[5]

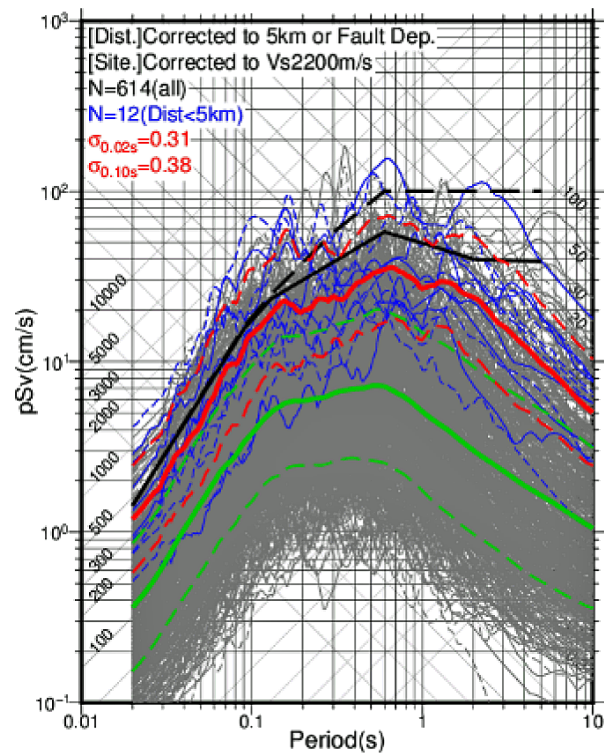


図 14: 震源からの最短距離 5km 未満の観測記録はぎとり波の応答スペクトル (水平動重ね書き)[5]

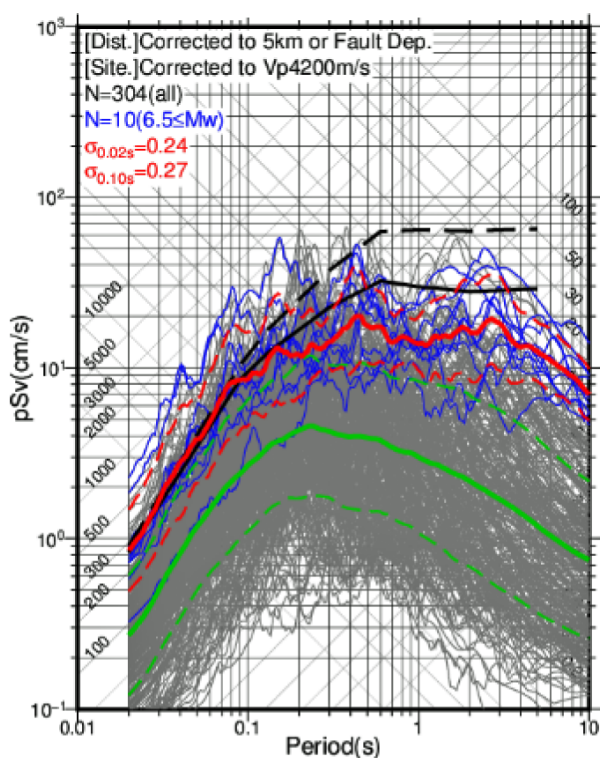


図 13: 地震規模 $M_w 6.5$ 以上の観測記録はぎとり波の応答スペクトル (上下動重ね書き)[5]

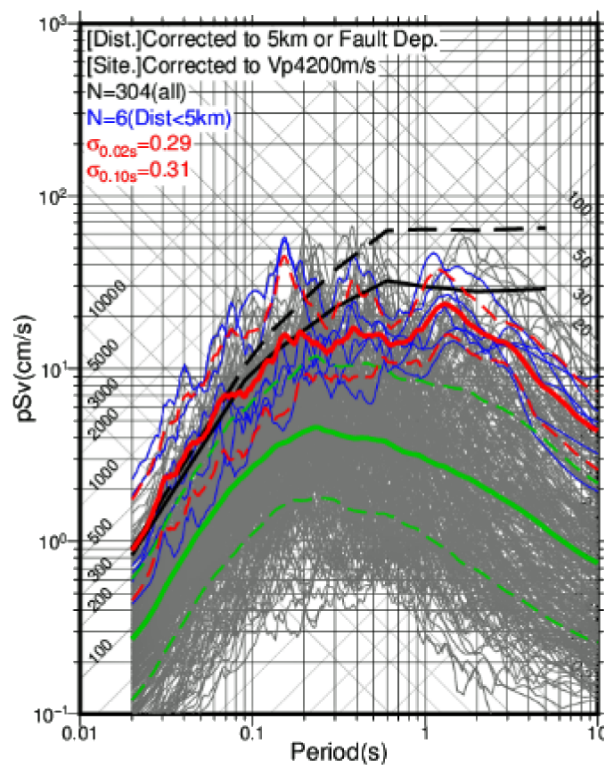


図 15: 震源からの最短距離 5km 未満の観測記録はぎとり波の応答スペクトル (上下動重ね書き)[5]

6.0 ≤ M_w < 6.5 の 7 地震を加え、距離補正の影響の少ないはぎとり波を選んで、審査ガイドの「収集対象となる内陸地殻内の地震の例」に加えれば、

目的は十分達成されるはずである。「震源近傍における観測記録を適切かつ十分に収集していることを確認する」とのガイドの趣旨にも合致する。

ところが、検討チームは、はぎとり波に統計処理を施して、はぎとり波全体の平均像と標準偏差 σ を求め、「平均 $+2\sigma$ 」で標準応答スペクトルを策定した。図12および図13の赤実線がMw6.5以上のはぎとり波の平均で、赤破線が「平均 $+1\sigma$ 」である。ところが、Mw5.0~6.6のはぎとり波全体の平均は緑実線のように1/3程度へ下がり、緑実線と緑破線の間隔で示される標準偏差は1.2倍程度に増える。ここで、検討チームとしては、地震学界では常識となっている「倍半分」のばらつきを考慮して、「平均 $+1\sigma$ 」（地震動強さの非超過確率84.1%）を標準応答スペクトルにしたいところだが、これでは黒実線の加藤スペクトル[6]よりはるかに小さいレベルに留まってしまう。そこで、「平均 $+2\sigma$ 」（地震動強さの非超過確率97.7%）に引上げれば、加藤スペクトルのレベル（地震動強さの非超過確率95%相当）を少し超える。このようにすれば、図11の年超過確率 10^{-5} の応答スペクトルを短周期側で超えないですむ。これが標準応答スペクトル誕生の「秘話」である。

「平均 $+2\sigma$ 」（地震動強さの非超過確率97.7%）をなぜ採用したのかについて説明に困った検討チームは、「非超過確率をどの程度の値に設定するかは政策的に決めるものである。標準応答スペクトル設定の際の技術的な留意点として、非超過確率別応答スペクトルは平均 $+2\sigma$ 程度までであれば対数正規分布を仮定した地震動の確率密度分布と実際のデータが整合しているが、それよりも高い非超過確率を採用する場合には統計モデルを再考する必要がある。」（本文p.17[5]）と釈明している。

しかし、図12および図13のMw6.5以上のはぎとり波の「平均 $+1\sigma$ 」（上側赤破線）は、全のはぎとり波の「平均 $+2\sigma$ 」（上側緑破線を「緑実線－緑破線の間隔」だけ引上げたもの）とほぼ同等であり、はぎとり波の母集団を広げて平均レベルを下げたためにこのような無理が生じたのである。ちなみに、Mw6.5以上のはぎとり波の「平均 $+2\sigma$ 」をとれば、最大はぎとり波をも部分的に超えてしまう。このような「統計処理」ではなく、ガイドに沿ってはぎとり波そのものを用いるべきであろう。

「全のはぎとり波」といっても、Mw5.0~6.6のはぎとり波であり、なぜ、Mw6.0~6.6もしくはMw6.6

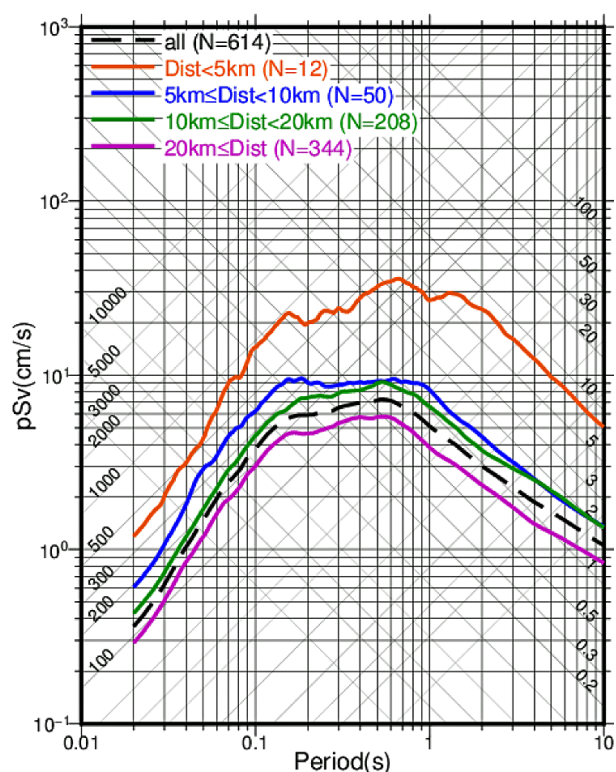


図16: 震源からの最短距離5km未満の観測記録はぎとり波の平均応答スペクトル(水平動)[5]

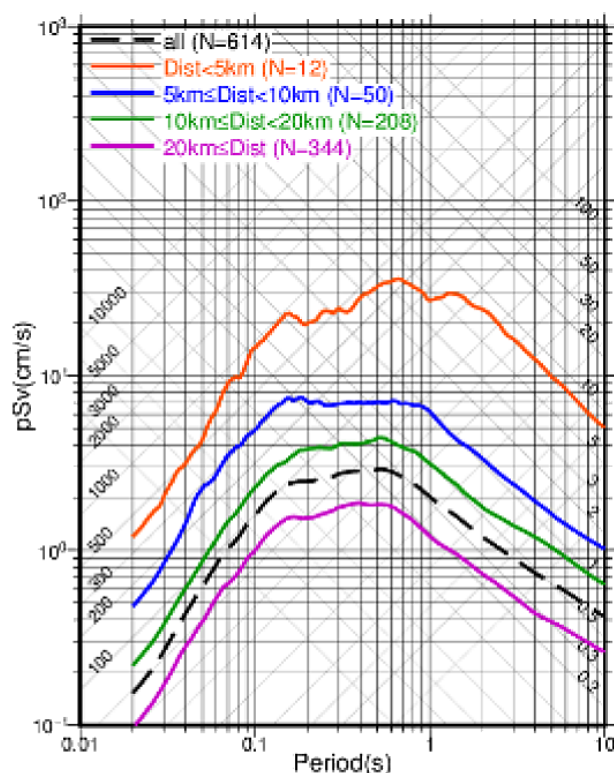


図17: 震源からの最短距離5km未満の観測記録はぎとり波の平均応答スペクトル(水平動: 距離補正前)[5]

の全のはぎとり波ではダメなのか、説明がない。

また、震央距離30km圏内の地震観測記録を対

象にすれば、図 16 で明らかなように、震源近傍の地震観測記録の比重が薄められてしまう。震源から 5km 以遠の地震の観測地震波の応答スペクトルは距離が遠いほど相対的にかなり小さくなるため、図 17 の補正前から図 16 の補正後のように、震源からの最短距離が 5km になるように距離補正を行って応答スペクトルを 2~3 倍に引上げて、依然として小さい。検討チームは、震源から 5km 以内の地震観測記録にこれらを混在させることで、全体の平均応答スペクトルを小さくし、標準偏差を大きくしている。その結果、非超過確率が大きくなりすぎるという無理が生じたのである。

このような欺瞞的な操作を撤回し、Mw6.0~6.6 の 10 地震で震源からの距離が 5km 未満、または、せいぜい 10km 未満の地震に対して距離補正を行った観測記録はざと波を審査ガイドの「収集対象となる内陸地殻内の地震の例」に加え、「震源を特定せず策定する地震動」を策定し直すべきである。

3.2 平均ではなく「平均+1 σ ~ 2 σ 」とすべき

はざと解析の精度は、「地中観測波を地表へ立ち上げた計算波と地表観測波のスペクトル比が周期 1 秒以下で 1/3~3 倍に収まれば精度が高い」と評価されており、「補正前のはざと波の応答スペクトルが周期 1 秒以下で距離減衰式の平均 $\pm 1.5\sigma$ の範囲内に収まれば距離減衰式と調和的な地震動」と評価されている [5]。平均 $\pm 1\sigma$ の範囲はほぼ 1/2~2 倍となる²ことから、「平均 $\pm 1.5\sigma$ の範囲」と「1/3~3 倍の範囲」はほぼ等しい。つまり、はざと精度の高さや距離減衰式との調和は「平均 $\pm 1.5\sigma$ の範囲」または「1/3~3 倍の範囲」で判定されているのであり、この程度のばらつきは地震動評価では妥当なものだと評価されているのである。

さらに、図 18 のように、標準スペクトル自身が非超過確率 97.7 % (平均 + 2 σ) で設定されている。

これらを考慮すれば、基準地震動の設定に際して、平均像から「倍半分」のばらつき、すなわち、平均応答スペクトルの 1/2~2 倍のばらつきを考慮し、平均像として得られた検討用地震の応答スペ

²地震動強さは対数正規分布に従うとされており、地震動強さの常用対数値が正規分布に従うことになる。したがって、対数標準偏差 $\sigma = 0.3$ で $10^{0.3} = 2.0$ 、すなわち、平均 + σ の地震動強さは平均 $\times 2.0$ となる。

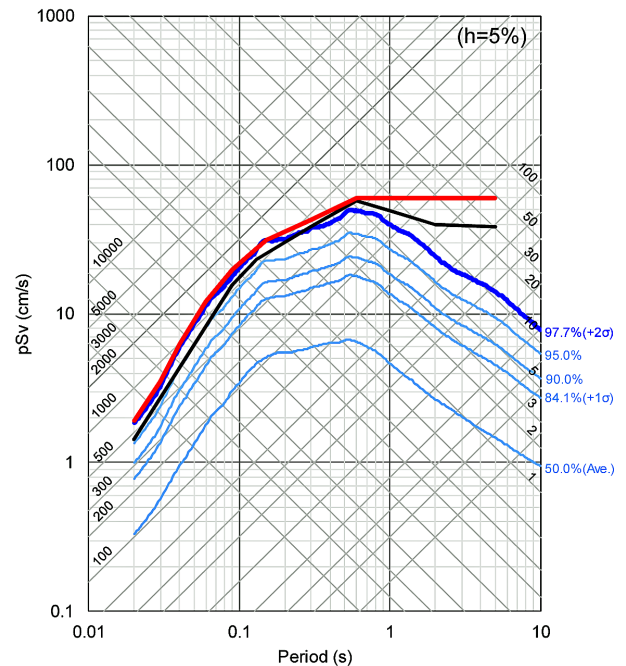


図 18: 地震動強さの非超過確率ごとの応答スペクトル (水平動)[5] (Mw5.0~6.6 の各地震規模に対して「周期ごとの地震動強さの分布 (応答スペクトルの分布)」を求め、それを表 7 の G-R 則の重みで加重平均して全地震の応答スペクトルの分布に変換し、非超過確率ごとに示したもの。データのない Mw6.4 と Mw6.5 に対しては JNES(2013) のデータで補足されている。「50.0 % (Ave)」が平均、「84.1 % (+1 σ)」が平均 + σ 、「97.7 % (+2 σ)」が平均 + 2 σ 、赤実線は標準応答スペクトル、黒実線は加藤スペクトルである。)

クトルを 2 倍にして基準地震動とすることは妥当だと言える。これは、原発の運転差止め仮処分審尋で原告団や私が一貫して主張してきたことであり [12]、今回、原子力規制委員会が「震源を特定せず策定する地震動」の標準応答スペクトル策定過程でそれを認めたことは極めて重要である。

原子力規制委員会は、「震源を特定せず策定する地震動」で導入したこの観点を「震源を特定して策定する地震動」へも適用し、従来の平均像に拘泥せず、耐専スペクトルや断層モデルで得られた平均像を 2 倍にして、地震動の自然のばらつきを積極的に考慮すべきである。

4 標準応答スペクトルの欠陥

4.1 除外された地震観測記録

検討チームが解析対象にした地震観測記録には大きな問題がある。

第 1 に、KiK-net 観測点での地中観測記録にこだわる余り、いくつかの重要な観測記録が除外されている。

表 3: Mw6.6 の 2000 年鳥取県西部地震本震 (No.01) と 2004 年新潟県中越地震本震 (No.11) の地震観測記録 (2004 年新潟県中越地震余震 Mw6.3(No.15) の観測記録は参考) *1[5]

地震	2000 年鳥取県西部本震 (No.01)				2004 年新潟県中越本震 (No.11)				余震 (No.15)	
観測点 震央距離	日野 7km	伯太 8km	仁多 24km	神郷 26km	湯ノ谷 13km	(長岡) (15km)	川西 17km	六日 29km	湯ノ谷 10km	川西 22km
地中 NS	357	185	78	78	113	(412)	239	57	215	351
地中 EW	575	274	25	58	117	(312)	325	91	213	242
地中 UD	318	196	50	68	115	(234)	113	47	92	110
地表 NS	927	720	564	180	410	(818)	454	243	545	741
地表 EW	753	607	315	127	345	(655)	588	183	364	534
地表 UD	776	631	367	124	325	(375)	325	119	421	300
3 成分合成	1,142	850	597	194	443	(841)	616	259	578	754

*1 : 「震源からの距離」は地震観測記録から推定される震源断層面または点震源との最短距離であり、前者の場合には表中の「震央距離」より短くなる場合がある。Mw6.6 の 2000 年鳥取県西部地震本震 (No.01) では、日野で 575 ガル、はざとり波で 1,000 ガル相当になる観測記録が得られている。同様に、2004 年新潟県中越地震本震 (No.11) では長岡で 412 ガルの強い地震動が観測されたが、PS 検層が実施されておらず、はざとり解析できないため、2007 年中越沖地震の際の観測記録 (震央距離 29km で地中 3 方向各 50 ガル程度) と共に除外された。2004 年新潟県中越地震余震 (No.15) でも、川西で 351 ガルの強い地震動が観測されている。(出典：国立研究開発法人 防災科学技術研究所 ホームページでの公開地震データ；表 4～表 6 も同じ)

表 4: Mw6.6 の 2011 年福島県浜通り地震本震 (No.48), Mw6.1 の 2003 年宮城県北部地震本震 (No.09), Mw6.1 の 2014 年熊本地震前震 (No.74) の地震観測記録 *1[5]

地震	2011 年福島県浜通本震 (No.48)			宮城県北部本震 (No.09)		熊本地震前震 (No.74)
観測点 震央距離	高萩 19km	いわき東 28km	十王 30km	田尻 22km	仙台 24km	益城 6km
地中 NS	74	60	45	95	22	237
地中 EW	113	50	41	72	27	178
地中 UD	58	31	58	62	33	127
地表 NS	363	117	244	126	85	760
地表 EW	446	139	244	126	84	925
地表 UD	334	81	210	105	42	1,399
3 成分合成	564	148	326	157	95	1,580

*1 : 2014 年熊本地震前震 (No.74) の益城観測点での地震観測記録は JNES の M6.5(Mw6.1) の横ずれ断層モデルによる地震動解析結果と整合しており、JNES の解析結果によれば、断層近傍で 1,340 ガルの地震動が導出されている。この解析も 4km メッシュによる解析なので、メッシュを細かくすれば 1,340 ガルより大きな地震動も得られる可能性もある。

表 5: 解析対象から外された 2008 年岩手宮城内陸地震の一関西と 2004 年北海道留萌支庁南部地震 (No.26) の港町 K-NET 観測点 *1[5]

地震	岩手宮城	北海道留萌支庁南部		
観測点 震央距離	一関西 3km	港町 9km	小平西 9km	小平東 21km
地中 NS	1,036	—	58	24
地中 EW	748	—	37	33
地中 UD	681	—	27	26
地表 NS	1,143	536	340	83
地表 EW	1,433	1,127	236	82
地表 UD	3,866	368	66	37
3 成分合成	4,022	1,177	353	117

*1 : 2008 年岩手宮城内陸地震の一関西 KiK-net 観測点では、地中で 1,036 ガルの地震動を観測し、はざとり波は 2,000 ガル相当になるが、電事連や電力会社は剥ぎ取り解析をサボタージュしており、原子力規制委員会は「解析待ち」の状態にある。2004 年北海道留萌支庁南部地震 (No.26) の港町は K-NET 観測点で、地中観測記録がないため、解析対象から外されているが、はざとり基盤波は「震源を特定せず策定する地震動」の基準地震動として多くの原発で採用されている。

表 6: 解析対象から外された 2016 年鳥取県中部の地震 (No.85) の倉吉 K-NET 観測点 *1[5]

地震	2016 年鳥取県中部の地震			
観測点 震央距離	関金 10km	赤崎 23km	湯原 27km	倉吉 6km
地中 NS	68	90	26	—
地中 EW	58	65	27	—
地中 UD	44	83	23	—
地表 NS	178	159	178	732
地表 EW	186	211	218	1,381
地表 UD	150	195	73	387
3 成分合成	203	250	267	1,494

*1 :, 2016 年鳥取県中部の地震 Mw6.2 では、地震断層が全く出なかったが、震源域内の倉吉 K-NET 観測点 (震央距離 6km, 震源距離 12.2km) で、東西方向 1,381 ガルの短周期地震波の極めて強い地震動が観測された。しかし、2017 年 2 月 27 日の第 25 回技術情報検討会では、深さ 30m までの S 波速度が遅すぎて地盤が硬質ではないため「地震動データの収集・整理方針に合致」しないことから、「震源を特定せず策定する地震動」の評価対象から外された。せっかく得られた貴重な地震観測記録でも、地震計が地下岩盤になかったため、利用できない状態が続いている。

たとえば、2004 年新潟県中越地震本震 (No.11) では、表 3 のように、長岡観測点で地中 NS412 ガルの強震動が観測されたが、「PS 検層が実施されていないため、はざとり波が算出できない」との理由で解析の対象から外された。2007 年新潟県中越沖地震 (No.31) でも、震央距離 30km 以内の KiK-net 観測点が 1 地点しかなく、それが長岡観測点だったため解析対象から外され³、地震そのものが解析対象外とされた。他方、柏崎刈羽原発サイトではこの地震の地中観測記録が得られていて、柏崎刈羽 1~4 号の解放基盤表面はざとり波が 1,100~1,699 ガルと求められているが、これは KiK-net 観測記録ではないため対象外にされた。

解析対象とされた Mw6.6 の地震は表 3 の 2000 年鳥取県西部地震本震 (No.01) と 2004 年新潟県中越地震本震 (No.11)、表 4 の 2011 年福島県浜通り地震本震 (No.48) の 3 つだが、本来は 2007 年新潟県中越沖地震 (No.31) が含まれてしかるべきところ、KiK-net 観測記録や PS 検層がないために対象外とされたのである。

また、2000 年鳥取県西部地震 (No.01) については、表 3 のように 30km 圏内の 4 地点 (日野、伯太、仁多、神郷) の KiK ネット地震観測記録が用いられたが、審査ガイドで例示されている賀祥ダム (等価震源距離 6km) の地震観測記録は、KiK ネットではないため採用されていない。

さらに、2004 年北海道留萌支庁南部地震 Mw5.7 (No.26) においても、表 5 の港町 HKD020 の地震観測記録は、それに基づいて基盤波が求められ、多くの基準地震動に採用されているにもかかわらず、K-NET 観測点だからという理由で対象外にされている。採用された表 5 の KiK-net 観測点 (小平西、小平東) の地表観測記録は港町の最大加速度の 1/3 以下であり、地中観測記録を 2 倍しても 100 ガル程度に留まり⁴、港町の基盤波 620 ガルの 1/6 にすぎない。

2016 年鳥取県中部の地震 (No.85) の表 6 の倉吉

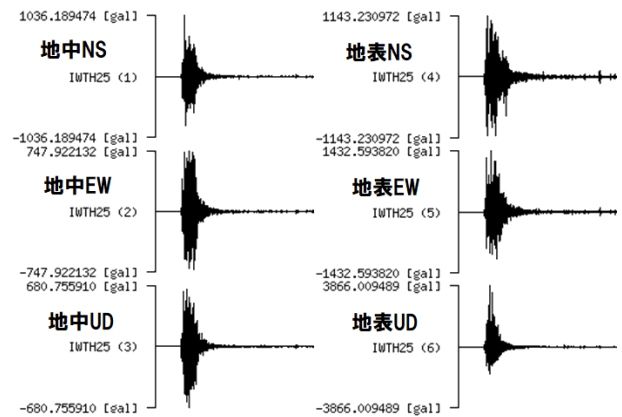


図 19: 2008 年岩手宮城内陸地震の一関西での 100 秒間の観測記録 (右の地表 UD は 3,866 ガルで極めて大きく、上側へ大きく偏っており、トランポリン効果は明確だが、左の地中 UD は 681 ガルで偏りが見られず、地中 NS1,036 ガルのほうが大きい。)

観測記録も地表で大きな地震動が観測されたが、地中記録のない K-NET 観測点であるため対象外にされている。

このように、KiK-net 以外の観測記録を使わないという恣意的な操作を行うようでは、統計処理の前提が崩れていると言わざるを得ない⁵。

第 2 に、事業者が中長期的課題とした地震観測記録について、解析が遅々として進まない理由を厳しく問い詰めて解析を促すことすらしていない。

表 5 の 2008 年岩手・宮城内陸地震 Mw6.9 における一関西での地中観測記録は、審査ガイドの「収集対象となる内陸地殻内の地震の例」のトップに当初から挙げられながら、地震発生から 10 年以上経った今でも、電事連・電力会社によるはざとり解析結果が未だに出されていない。この地震観測記録は、地表観測記録にトランポリン効果が見られたため、特別なものと見なされているが、地中観測記録にはトランポリン効果のようなアンバランスは見られない。NS1,036 ガルの地中観測記録をまじめに解析すれば 2,000 ガル相当になるのは避けられず、これを基準地震動に採用すれば、国内で運転可能な原発は存在しないことになる。それが分かっているからこそ、電力会社は解析をサ

³2007 年新潟県中越沖地震 (No.31) では、長岡観測点は震央距離が 29km と遠かったため、地中記録は NS50 ガル、EW50 ガル、UD47 ガルと小さかった。その結果、地震そのものが存在しないことになり、当初は 90 地震だった解析対象地震が 89 地震へ減らされた。

⁴地中観測記録を 2 倍にするとのはざとり波の簡易な推定値になる。実際には、地盤の状況によって観測記録の 1.5~1.8 倍がはざとり波になる。

⁵KiK-net (Kiban-Kyoshin Net : 基盤強震観測網) の観測施設は全国約 700 箇所にすぎず、全国を約 20km 間隔で均質に覆う 1,000 箇所以上の強震観測施設 K-NET より少ない。KiK-net だけでは、観測記録数が少なくなるのは当然のことであり、今回の解析でも 89 地震で 307 箇所、1 地震当たり平均 3.4 箇所にすぎない。5km 圏内の震源近傍での観測記録となれば、収集できる可能性は極めて小さいと言える。これでは統計的に意味のある解析ができるとは思われない。

ボタージュし続けているのであり、原子力規制委員会はそれを十分知っていながら、督促するふりしかしていない。これは重大な瑕疵だと言える。

4.2 年超過確率の前提が崩れている

「年超過確率」を「単なる参照情報」以上に信頼できるものとして採用するのは疑問である。

というのも、①解析対象が KiK-net による地震観測記録を利用できる 2000~2017 年の 89 地震に限られていて、しかも、耐震設計見直しの端緒となった 2007 年新潟県中越沖地震とその柏崎刈羽原発サイト内での強震動観測記録、基準地震動に広く採用されている 2004 年北海道留萌支庁南部地震の港町での強震動観測記録、さらに、2004 年新潟県中越地震の長岡での強震動観測記録などが相次いで除外されており、地震と観測記録の数が少なく統計的処理に耐えられないからである。

また、②地震はプレート運動による震源断層面における動力学的なエネルギー蓄積過程と不可分であり、地震間の独立性・無記憶性を仮定したランダムな確率過程（ポアソン・プロセス）では地震発生過程を模擬できないが、年超過確率の議論ではそれが成り立つことを前提にしている。

さらに、③地震の規模と発生頻度がグーテンベルクーリヒタ則（G-R 則）に従うことを前提として年超過確率を求めているが、表 7 に示すとおり、2000~2017 年の 89 地震のうち半数は「41 余震＋3 前震」であり、89 地震でも G-R 則と整合しているとは言えないところ、余震・前震を除いた 45 地震では G-R 則に整合するとは全く言えない。

にもかかわらず、④余震・前震を含めた 89 地震で G-R 則との整合性を検討する一方、地震の年発生頻度の算出には、G-R 則に従うとは言えない本震 45 地震だけを用いて地震発生頻度 A を過小算定している⁶。

⁶地震が互いに独立に発生して G-R 則に従うとすれば、年超過確率 P 、地震発生頻度 A 、地震動強さの超過確率 B の間に $P = A \times B$ の関係が成り立つ。その結果、 $P = 10^{-4}$ および 10^{-5} に対応する地震動強さの超過確率 $B (= P/A)$ は A が過小評価されると過大に見積もられ、非超過確率 $(1 - B)$ は小さめに算定され、検討チームが気にする 99 % などの極端な値にならないですむ。しかし、地震発生頻度が小さいのであれば、年超過確率に対応する応答スペクトルの解析をやり直す必要がある。そうすると、この応答スペクトル自体が下がって矛盾が顕在化するため、やり直せないのである。

表 7: 2000.1.1~2017.12.31 に発生した Mw5.0~6.6 の地震で 30km 以内に KiK-net による地震観測記録があり、解析対象とされた地震 *1[5]

地震規模	地震数	本震	余震	前震	G-R 則
Mw5.0	15	9	6	0	15.0
Mw5.1	16	7	8	1	12.2
Mw5.2	10	6	4	0	9.9
Mw5.3	5	2	3	0	8.1
Mw5.4	7	3	4	0	6.6
Mw5.5	9	1	7	1	5.3
Mw5.6	3	1	2	0	4.3
Mw5.7	4	2	2	0	3.5
Mw5.8	6	5	1	0	2.9
Mw5.9	4	2	2	0	2.3
Mw6.0	1	0	1	0	1.9
Mw6.1	2	1	0	1	1.5
Mw6.2	2	2	0	0	1.2
Mw6.3	2	1	1	0	1.0
Mw6.4	0	0	0	0	0.8
Mw6.5	0	0	0	0	0.7
Mw6.6	3	3	0	0	0.5
合計	89	45	41	3	77.7

*1: 余震 41 のうち 34 が 3 つの地震の余震で占められ（2004 年新潟県中越地震の余震 14、2011 年福島県浜通り地震の余震 7、2016 年熊本地震の余震 10）、前震 3 のうち 2 つが 2011 年福島県浜通り地震と 2016 年熊本地震の前震である。G-R 則の b の値は 0.9 と設定されている。2007 年新潟県中越沖地震は、長岡の観測記録（震央距離 29km で地中 3 方向各 50 ガル程度）があったものの、PS 検層が実施されておらず、はざとり解析できないため除外された。

この際、年超過確率の議論は、これまで通り参照に留め、審査ガイドの本来の趣旨に沿って、震源近傍の地震観測記録のはざとり解析で得られた応答スペクトルを「収集対象となる内陸地殻内の地震の例」に加えて、基準地震動の策定をやり直すべきである。

4.3 恣意的な上・下限設定

検討チームは、標準応答スペクトルの設定条件として、「下限を加藤スペクトル、上限を年超過確率 10^{-5} に対応する応答スペクトル」としているが、これらは根拠のない全く恣意的なものである。

下限に加藤スペクトルを設定した理由は次の通りである。

「一部周期帯で加藤ほか (2004) によるスペクトル（以下「加藤スペクトル」という。）を超える地震動が観測されていることから、短周期側（周期 1 秒程度以下）で加藤スペクトル相当の地震動レベルとなる非超過確率 95 % のスペクトルを上回るレベルとすることを前提とする。」（本文 p.15[5]）

加藤スペクトルは、当時の「M6.5 の直下地震の

大崎スペクトル S2-N」に代わるものとして策定されたが、図 10 のように短周期側では大崎スペクトルとほとんど変わらない。国内地震だけでは直下地震 S2-N を超えるものにはならないため、一旦対象外としたカリフォルニア 7 地震の観測記録を無理に戻して最大包絡させたものである（巻末注 3 参照）。したがって、基準地震動策定の歴史的経緯から、これを下回することは本来ありえない。

他方、この加藤スペクトルを超える地震観測記録が次々と得られていることも事実である。「加藤スペクトルを超える地震動が観測されている」ことが下限設定の理由だが、それならば、解析対象とした地震動の中に「標準応答スペクトルを超える地震動が現に存在する」以上、策定された標準応答スペクトル自体が下限にならなければおかしい。結局、距離補正のされていない、または、その影響の少ない Mw6.0~6.6 の地震観測波のはざとり波を審査ガイドの「収集対象となる内陸地殻内の地震の例」に加える以外にないのである。

上限に年超過確率 10^{-5} に対応する応答スペクトルを設定した理由は次の通りである。

「これまでの基準地震動の審査における地震動の年超過確率の参照結果と同等であること」、「他の手法（特に距離減衰式）により求めた対象地震規模の上限に近い Mw6.5 相当の地震の震源近傍における地震動の平均に対して保守性を考慮したレベルであり、さらには『敷地ごとに震源を特定して策定する地震動』の評価との連続性があること」（本文 p.16[5]）

しかし、「震源を特定せず策定する地震動」に「震源を特定して策定する地震動」との連続性を求めこと自体が審査ガイド違反である。「震源を特定せず策定する地震動」は補完的なものではなく、「地震断層の現われない未飽和断層による地震や明確な地震断層が必ずしも現われない M7 クラスの飽和断層による地震が、原発の直下や極近傍で起こっても決して不思議でない」との観点から策定される地震動であり、「震源を特定して策定する地震動」との連続性や大小関係を想定することなどあり得ないし、あってはならない。

「震源を特定せず策定する地震動」では、震源近傍での地震観測記録に基づくことから、短周期地

震動が強く、減衰せずに原発へ伝わるのが特徴である。「震源を特定して策定する地震動」では、検討用地震の設定次第で、原発が必ずしも震源域内に入らず、短周期地震動が伝わりにくくなる。両者は必然的に異なる地震動であり、両者の間の連続性や大小関係を予め設定するのは審査ガイド違反であり、根本姿勢が問われる。標準応答スペクトルが川内原発や玄海原発の基準地震動を短周期側で超えているという事実がそれを物語っている。

また、「対象地震動は、地盤特性や解析・処理に係る不確実さを含むこと、また、個々の観測記録には大きな山谷があるが非超過確率別応答スペクトルは周期ごと（300 点）に対応する応答値を算出してそれをつなげていることから、保守的なスペクトルレベルとなっていると考え、対象地震動記録を最大包絡する考え方は採らないこととする。」（本文 p.16[5]）と主張するが、これも理由にならない。地震観測記録が少ないことが根本問題であり、それを補うためにできるだけ不確実さの少ないのはざとり波を求めるのが最優先である。ことさらに不確実さを強調するのであれば、標準応答スペクトル自体を自己否定することになる。また、観測波のスペクトルに山谷があることと保守的であることは無関係である。モデルによる解析だから山谷が平準化されるのは当然であり、それが保守的かどうかは解析に用いられた断層モデルの妥当性による。したがって、これらは「最大包絡」しない理由にはなり得ないし、最大包絡せずとも、得られたのはざとり波を審査ガイドの「収集対象となる内陸地殻内の地震の例」に加えるべきである。

4.4 結言

原子力規制委員会は、電力会社による地震動解析が遅々として進まない状況にしぶれを切らして、「震源を特定せず策定する地震動」の標準応答スペクトルの策定を進め、1 年半の検討結果をとりまとめた。しかし、報告書で公表された標準応答スペクトルは、川内原発と玄海原発の基準地震動を少し超える程度に留まり、大きな影響を与えるものではなかった。なぜそうなったのかを調べるため、その報告書を詳細に検証した結果、次のことが明らかになった。

(1) 標準応答スペクトルは、「加藤スペクトルを下回らず、年超過確率 10^{-5} の応答スペクトルを超えない」よう巧みに誘導された結果である。

(2) 標準応答スペクトルを策定するための統計処理では、KiK-net 観測記録にこだわって重要な強震動観測記録を除外し、地震規模の範囲を Mw5.0 以上へ広げ、記録収集範囲を 30km 圏内に広げて母集団を歪め、薄めており、統計的に無理がある。

とはいえ、以下のように、標準応答スペクトル策定過程で示された解析結果や地震動のばらつきを基準地震動に取り入れる視点は重要であり、基準地震動の策定に活かすべきである。

(a) 「震源近傍での Mw6.0~6.6 の地震基盤表面はぎとり波」が求められており、「震源から 5km 以内で距離補正されていないはぎとり波」等であれば、審査ガイドの「収集対象となる内陸地殻内の地震の例」の候補にふさわしく、これらを加えるべきである。

(b) 標準応答スペクトルは「平均 $+2\sigma$ 」で策定されており、地震学界で常識となっている「倍半分」のばらつきを基準地震動へ取り入れる観点に立っている。であれば、基準地震動策定に際しては、「震源を特定せず策定する地震動」だけでなく、「震源を特定して策定する地震動」においても、少なくとも「倍半分」のばらつきを考慮して、「平均 $+\sigma$ 」で基準地震動を策定し直すべきである。

標準応答スペクトルそのものは、批判に耐えられない統計的処理に基づいて策定されたものだが、それでも、川内原発や玄海原発の基準地震動を超えているという事実は正面から受け止めるべきであろう。両原発では「震源を特定して策定する地震動」が過小評価され、「震源を特定せず策定する地震動」で基準地震動が規定されていたからである。今回の標準応答スペクトルで後者の過小評価の一端が明らかにされたと言えるが、より根本的な過小評価が残されたままである。標準応答スペクトル策定過程で得られた (a) と (b) の副産物を積極的に基準地震動策定に活かせば、すべての原発の基準地震動が大幅な見直しを余儀なくされるであろう。福島第一原発事故から 8 年を経て、 Fukushima を繰り返さないため、基準地震動見直しを原子力規制委員会に迫っていかなければならない。

(注 1) しびれを切らした原子力規制委員会

地震の審査ガイド [4] では、「『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必要がある。」としているが、電力会社による地震動解析が一向に進まない。しびれを切らした原子力規制委員会は 2017 年 11 月 29 日の第 52 回原子力規制委員会で「震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム」の設置を決め、2018 年 1 月から検討し始め、「半年とか 1 年程度以内には何とかめどをつけ」、その検討結果も踏まえ、「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」への反映について検討を行うことになった。その経緯については、議事録 (pp.21-25) に以下のように詳しく記されている。

○石渡委員　そういう活断層が地表に現れないような地震というのは、これはどこでも起こるもので、ですから、そういうどこでも起こり得る地震というものを発電所の直下に発生すると仮定して、この「震源を特定せず策定する地震動」という基準地震動の一つを作るということになっているわけです。その候補となるような地震というのを地震ガイドでは沢山挙げているのですけれども、現在までの審査では、1 つだけ、北海道留萌支庁南部地震という、実際にこれは起きた地震なわけですが、その波形というのを使ってやっていて、実際、今までの審査の中で、それが基準地震動になっている発電所というのもあるわけなのです。ですから、そういう意味では非常に重要なのですが、なかなかその検討というのがそれ以後進んでいないということで、もうそろそろこれはきちんとこちら側が主導的にやらなければいけないだろうということで、こういう提案になっているものと私は理解しております。(中略)

○更田委員長　私も、この検討チームの設置については、重要な意味を持っていると思って、このとおりでいいと思っているのですけれども、最初の石渡委員のコメントに重なるところがあるのだけれども、震源を特定せず策定する地震動に関しては、原子力事業者がきちんと努力をして、北海道留萌支庁南部地震以外のものについても、一定程度のまとまった成果が出たら、きちんとそれを自ら示してくると、そういうものだと私はずっと理解をしていたのですけれども、この点はそれでいいですね。

○大浅田原子力規制部審査グループ安全規制管理官(地震・津波審査担当)　そういうふうにも私どもも考えておいて、後続の審査会合の場合とか、あと、電力中央研究所も含めて、電力事業者とのヒアリングの場合とかで進捗状況自体は聞いておったのですけれども、まだ、ころっとしたまとまった形というのは聞いてございませんので、そこはきちんと検討チームの場で聴取したいと考えてございます。

○更田委員長　要するに、これはしびれを切らしたと

ということですか。

○大浅田原子力規制部審査グループ安全規制管理官（地震・津波審査担当）はい。そういう側面もございます。

○更田委員長 であるとする、事業者の姿勢の問題として問わなければいけない部分もあって、地震というのは、やはり発電所を含めた原子力施設全般において最も防ぎにくい脅威であって、防ぎにくいというのはいろいろな意味で、ですけれども、多重性等々が必ずしも有効な対策にならないという意味で、地震というのは非常に守りにくいハザードであって、それについてのレベルを定めるということは、安全上の考慮の「いろは」の「い」に来るはずですね。それについて、新規制基準策定以来、それから、審査の初期から、震源を特定せず策定する地震動に関しては、きちんとした事業者努力が傾注されることを求めてきたはずだけれども、それに関してしびれを切らしたというのは、ただ、だから待っているというわけにいかないの、こちら側から始めることは大変重要なことだと思いますけれども、なぜこちらがしびれを切らしてこうしなければならなかったのだよというのは、気分として残るところでありまして、事業者努力がどこまで進んでいるのか。それから、先ほど大浅田管理官は半年、1年という言い方をしたけれども、規制当局が半年、1年でできることを、事業者はこの2年なり3年なりで何をしてきたのか。これはきちんと聴取をして、きちんとした努力が注がれているのかどうかという。これは少し検討チームの枠から出るわけではなくて、石渡委員にお願いするしかないのだけれども、是非その辺りは、当然、検討チームの最初の方で、事業者においてどういう検討がなされているかは聴取することになるのだと思いますけれども、そこら辺をうやむやにしないできちんと詰めてほしいと思いますけれども、石渡委員、よろしいでしょうか。

○石渡委員 それについては、例えば、電力会社の社長を呼んで意見交換会をずっとやっておりますけれども、あの場で電気事業連合会の会長である方とか、そういう方にも、これについてはきちんとなるべく早くやってくださいということを何回もお願いはしていたわけですよ。ですから、そういう意味で、ある意味、実際、一つそういう波形ができてしまうと、それを使って他のところも全部それでやればいいというようなことで今までやってきたのではないかという感じがいたしますので、やはりこの時期、もう既にそういう規制基準ができてからもう大分になりますので、これはもうこちらからやはり動くべき時期ではないかということで、今回、動き出すということだと思います。

この石渡委員の発言は、原子力規制委員会・原子力規制庁の中では周知の事実で裏付けられているが[12]、2019年7月に公表された標準応答スペクトルは、バックフィットで原発の再稼働が困難に陥る電力会社に配慮したものになっている。しびれを切らした結果がこれでは、余りにお粗末と言えるのではないだろうか。

（注2） Noda et al.(2002)[13]の補正項

Noda et al.(2002)による補正項 $\alpha(T)$ および $\beta(T)$ は次式で与えられており、これを図示すれば図1のようになる。ただし、添え字の「 h 」は水平動、「 v 」は上下動を表し、 V_s は解放基盤表面のS波速度、 V_{sb} は地震基盤のS波速度、 T_i は表8のコントロールポイントA～Hの周期、 T_{s1} は地震基盤上層部の影響による水平動の卓越周期、 T_{p1} は地震基盤上層部の影響による上下動の卓越周期を表し、式中の係数 $\delta_h(T_i)$ 、 $\delta_v(T_i)$ および $\alpha_{bv}(T_i)$ の値は表8で与えられている。

$$\alpha_h(T_i) = \begin{cases} (V_s/V_{sb})^{-\delta_h(T_i)} & (T_i \leq T_{s1}) \\ (V_s/V_{sb})^{-\delta_h(T_{s1})} & (T_{s1} < T_i) \end{cases}$$

$$\beta_h(T_i) = \begin{cases} 1 & (T_i \leq T_{s1}) \\ (T_i/T_{s1})^{-\log\{\alpha_h(T_{s1})\}} & (T_{s1} < T_i < 10T_{s1}) \\ 10^{-\log\{\alpha_h(T_{s1})\}} & (10T_{s1} \leq T_i) \end{cases}$$

$$\alpha_v(T_i) = \alpha_{bv}(T_i) \begin{cases} (V_p/V_{pb})^{-\delta_v(T_i)} & (T_i \leq T_{p1}) \\ (V_p/V_{pb})^{-\delta_v(T_{p1})} & (T_{p1} < T_i) \end{cases}$$

$$\beta_v(T_i) = \begin{cases} 1 & (T_i \leq T_{p1}) \\ (T_i/T_{p1})^{-\log\{\alpha_v(T_{p1})/\alpha_{pv}(T_{p1})\}} & (T_{p1} < T_i < 10T_{p1}) \\ 10^{-\log\{\alpha_v(T_{p1})/\alpha_{pv}(T_{p1})\}} & (10T_{p1} \leq T_i) \end{cases}$$

図1の左側の $\alpha(T)$ は、卓越周期 T_{s1} および T_{p1} が5秒以上の場合を例示しており、卓越周期が5秒より小さい場合はその周期以上の $\alpha_h(T)$ および $\alpha_v(T)$ の値は $\alpha_h(T_{s1})$ および $\alpha_v(T_{p1})$ の値で一定になる。玄海原発の場合、 $V_s=1,350\text{m/s}$ 、 $V_{sb}=2,200\text{m/s}$ および表8より、 $\alpha_h(0.02)=1$ 、 $\alpha_h(0.09)=1.015$ 、 $\alpha_h(0.13)=1.025$ 、 $\alpha_h(0.3)=1.186$ となることから、0.13秒以下では標準応答スペクトル修正の影響は無視できる程度に留まると記載した。ただし、上下動では、 $\alpha_v(0.02)=1.060$ 、 $\alpha_v(0.09)=1.135$ 、 $\alpha_v(0.13)=1.228$ 、 $\alpha_v(0.3)=1.387$ とやや大きくなるため、修正の影響を無視できなくなる。

解放基盤表面のS波速度が最も小さい $V_s=700\text{m/s}$ の場合でも、 $\alpha_h(0.02)=1$ 、 $\alpha_h(0.09)=1.035$ 、 $\alpha_h(0.13)=1.059$ 、 $\alpha_h(0.3)=1.493$ であり、0.13秒以下では標準応答スペクトル修正は数%以下に留まる。他方、上下動では、 $\alpha_v(0.02)=1.147$ 、 $\alpha_v(0.09)=1.347$ 、 $\alpha_v(0.13)=1.618$ 、 $\alpha_v(0.3)=2.15$ と大きくなるため、標準スペクトルの修正は無視できない大きさになる。

表8: 修正項のコントロールポイント [13]

i	T_i	$\delta_h(T_i)$	$\delta_v(T_i)$	$\alpha_{bv}(T_i)$
A	0.02	0	0.12	0.58
B	0.09	0.03	0.26	0.55
C	0.13	0.05	0.42	0.52
D	0.3	0.35	0.67	0.59
E	0.6	0.48	0.90	0.56
F	1	0.61	1.03	0.60
G	2	0.80	1.10	0.70
H	5	0.83	1.09	0.75

図1の右側の $\beta(T)$ はこれらの卓越周期が0.6秒, 1.0秒および2.0秒の場合に分けて例示されており, 卓越周期の10倍以上の周期では一定値になる。

(注3) カリフォルニア7地震に基づく加藤スペクトル

2004年に公表された加藤スペクトルは, 国内で得られた震源近傍の地震観測記録に基づくものではなく, カリフォルニアの7地震に基づくもので, 当時の「M6.5の直下地震による基準地震動S2-N」と矛盾が生じないよう, かなり強引に策定されたものである。この直下地震は図10の水色実線で示される大崎スペクトルによるものだが, 震央距離7.1km(震源深さ7.2kmで震源距離10kmに相当)圏内では地震動は一定で, 変わらないとされ, 実態に合わなくなっていた。また, 2005年宮城県沖プレート境界地震M7.2でも大崎スペクトルが地震動を1桁小さく評価することも明らかになった[15]。そのため, これに代わる基準地震動が求められ, 加藤スペクトルに期待がかけられたのである。

ところが, これはとんでもない代物だった。

震源断層最短距離が20km以内の硬い地盤で強震記録がとれている国内5地震(M6.2~7.3)とカリフォルニア11地震(Mw5.8~7.0)の計16地震の観測記録を収集し, ここから, 「短くても地表地震断層が現れた地震」と「周辺の活断層や活褶曲構造などから震源を推定できる地震」を除外した。そうすると, 残ったのは1997年3月M6.6と5月M6.4の鹿児島県北西部地震の地震記録だけになった。これらの応答スペクトルは図20の青実線のように小さくなりすぎて, 当時の直下地震の基準地震動に代わるものではなかった。そこで, 「M6.5(Mw6.2)未満の地震については確実に事前に震源を特定できるとは断定できない」との理由をわざわざ付けて, 一旦除外したカリフォルニア11地震のうちの7地震を解析対象地震へ戻し, 計9地震について疑似応答スペクトルが包絡されるように上限レベル(応答スペクトル)を求めた。これが加藤スペクトルであり, 図10に示される通り, 当時の直下地震の基準地震動と短周期側で少し上回る程度で, 矛盾は生じなかった。今回の「震源を特定せず策定する地震動」の標準応答スペクトルがこれを下回らないことを条件としたのは, 歴史的経過からみれば当然のことであった。

しかし, 今回は加藤スペクトルとは異なり, 国内の地震観測記録を元にしながら, その応答スペクトルの包絡線を求める方法は採用されず, 統計的处理で標準応答スペクトルが策定された。図12および図14で明らかのように, 地震観測記録に基づく応答スペクトルの包絡線で標準応答スペクトルを策定すると, 水平動で1,200ガル程度の応答スペクトルになり, ほとんどの原発が再稼働できずに廃炉を余儀なくされるからである。これをご都合主義といわずに何と言おう。

参考文献

[1] 中国電力, 島根原子力発電所 基準地震動の策定について(コメント回答), 第549回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合, 資料1(2018.2.16)

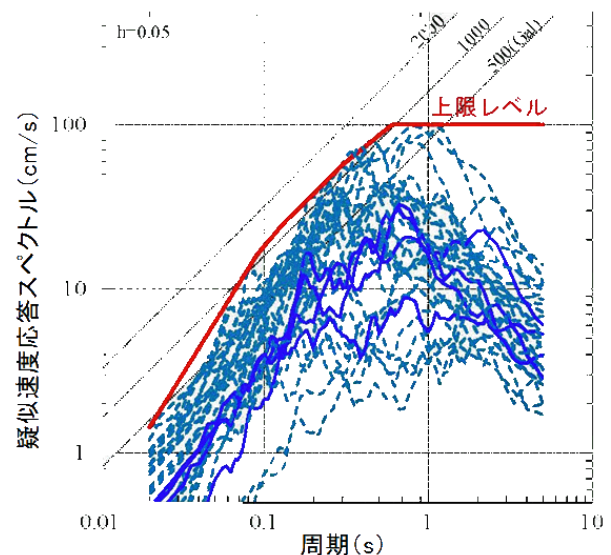


図20: 震源を事前に特定できない地震による震源近傍の観測記録の水平動応答スペクトルとその上限レベル=加藤スペクトル[6](実線は1997年鹿児島県北西部地震の鶴田ダムの特典, 破線はスケールグの観点から確実に事前の震源を特定できるとは断定できないと判断したMj6.5(Mw6.2)以下の7地震の特典)

[2] 独立行政法人原子力安全基盤機構(2005): 震源を特定しにくい地震による地震動の検討に関する報告書(平成16年度), JNES/SAE05-00405 解部報-0004(2005.6)

[3] 原子力安全基盤機構(2012): 基準地震動の超過確率評価に係わる技術の整備, 安全研究年報(平成23年度), 79-88,

[4] 原子力規制委員会(2013): 基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド(2013.6.19)

[5] 原子力規制委員会 震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム, 全国共通に考慮すべき「震源を特定せず策定する地震動」に関する検討報告書(案)および参考資料, 第10回震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム(2019.7.8)

[6] 加藤研一・宮腰勝義・武村雅之・井上大榮・上田圭一・壇一男(2004): 震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベルー地質学的調査による地震の分類と強震観測記録に基づく上限レベルの検討ー, 日本地震工学会論文集, 4, 46-86.

[7] 関西電力「高浜発電所 地震動評価について」, 第111回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合, 資料1-3(2014.5.9)

[8] 関西電力「大飯発電所 地震動評価について」, 第111回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合, 資料1-2(2014.5.9)

[9] 関西電力, 美浜発電所3号炉 地震動評価について, 第361回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合, 資料1-5(2016.5.20)

[10] 九州電力「川内原子力発電所・玄海原子力発電所 震源を特定せず策定する地震動について(コメント回答)」, 第59回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合, 資料3(2013.12.18)

[11] 九州電力, 玄海原子力発電所 地震について, 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, 資料2-5(2014.9.5)

[12] 長沢啓行(2017): 伊方3号の運転差止仮処分申立てを却下した広島地裁決定は司法の責任を回避し, 「不作為の瑕疵」を容認するもの, 広島高等裁判所民事部へ提出した意見書(2017年4月28日付) <http://wakasa-net.sakura.ne.jp/news/lkata20170428.pdf>

[13] Noda, S., K. Yasiro, K. Takahashi, M. Takemura, S. Ohno, M. Tohdo, and T. Watanabe (2002): Response spectra for design purpose of stiff structures on rock sites, OECD Workshop on the Relations between Seismological DATA and Seismic Engineering, 399-408.

[14] 四国電力: 伊方発電所 地震動評価 震源を特定せず策定する地震動と基準地震動の策定(コメント回答), 第173回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合, 資料2-1(2014.12.12)

[15] 若狭ネット編集局, 女川原発を襲った比較的小さなプレート境界地震が「限界地震」による耐震設計基準を軽く超えてしまった!, 若狭ネット第93号, pp.4-9(2005/9/25)

