

大飯3・4号運転差止め「福井地裁判決」を全国へ！ 川内1・2号をはじめ全原発の再稼働を阻止しよう！

関西電力は「原発依存による3年連続赤字」= 経営失敗を深く反省しろ！ 原発再稼働を断念し、 脱原発へ転換し、電気料金を下げよ！

福井地裁、大飯3・4号の運転差し止めを命じる

大飯3・4号運転差し止め訴訟で5月21日、福井地裁は画期的な「運転差し止め判決」を出しました。これを受け、私たちは5月23日、原子力規制委員会に対して「川内1・2号等の地震動評価やり直し」を要請し、公開質問状への至急回答を求めました。

福井地裁判決は、福島第一原発重大事故で「憲法に保障された人格権が侵害」されたと断じ、「万が一にでも人格権が侵害されてはならない」との立場から大飯3・4号の運転差し止めを命じたのです。

いわく、「人格権は憲法上の権利であり、また人の生命を基礎とするものであるがゆえに、我が国の法制下においてはこれを超える価値を他に見出すことはできない。」「大きな自然災害や戦争以外で、この根源的な権利が極めて広汎に奪われるという事態を招く可能性があるのは原子力発電所の事故のほかは想定し難い。かような危険が抽象的にでもはらむ経済活動は、その存在自体が憲法上容認できないというのが極論にすぎるとしても、少なくともかような事態を招く具体的危険性が万が一にでもあれば、その差し止めが認められるのは当然である。」と断じているのです。

その具体的危険性として、「これまでに安全規制



当局の定めた基準地震動(耐震設計の目安となる地震の揺れ)を超える地震動が4原発で5回も相次いだことを挙げ、「過去における地震の記録と周辺の活断層の調査分析という手法に基づきなされたにもかかわらず、原発の地震想定だけが信頼に値するという根拠は見いだせない」と関西電力の主張を厳しく指弾したのです。

関西電力は控訴を取り下げ、判決を受け入れよ

判決を「予想」していたのか、関西電力は判決当日欠席し、控訴しました。2006年の金沢地裁による志賀2号運転差し止め判決が上級審で覆されたことから、その「再現」を夢見ているのでしょうか、福島第一原発重大事故による「人格権侵害」を司法も見逃せなくなっており、関電は脱原発が多数になった「国民の空気」を読み損なっているのではないのでしょうか。

事故後こそ、声を潜めていた原発推進の学者や学会は、原発再稼働を進める安倍政権ににじり寄りの外れの判決批判を開陳し始めています。その典型例が、電力会社・原子炉メーカーの幹部、学者らでつくる日本原子力学会です。「ゼロリスクを求める考え方は、科学技術に対する裁判所の判断として不適切」「対策を適切に行えば事故の再発防止は可能。原子力利用は人格権を侵すものではない」との見解を発表しました。同学会の役員名簿には関西電力大阪北支店長の名前があり、福井地裁判決を攻撃するのも合点がいくと東京新聞は報じています。

同学会の元会長を努め、日本原燃と三菱FBR社から今年6月と3月まで報酬を得ていた田中知(さとる)氏が次期原子力規制委員であることも無関係ではないでしょう。6月に同学会の新会長に就任した東芝「電力・社会システム技術センター」の藤田玲子首席技監は「原発事故の教訓の原子力規制への反映については不十分なところもある」「活断層など原発への地震の影響についてはさまざまな意見を聞いてさらに議論を深めなければいけない」と述べ、学会として意見をまとめ、原子力規制委員会などに定期的に提言するとしています(NHK科学文化部ブログ6.25)。司法や原子力規制委員会には、あくまで国民多数の脱原発の声を重視するよう一層強く働きかける必要があります。

川内原発1・2号の再稼働を許すな！

原子力規制委員会はこの判決を重く受け止め、あらゆる可能性を考慮して、考え得る限りの最大規模の地震・津波を想定し、最大規模の基準地震動を設定すべきです。電力会社の経済的利害に基づいて、過小に設定されるのは許せません。ところが、基準地震動については、私たちが公開質問状で何度も提起しているように、最近20年間の地震観測記録があるにもかかわらず、電力会社の経済的利害に基づく「理屈」によって、過小に設定されたままです。

九州電力は川内1・2号の地震動評価において、1997年5月13日鹿児島県北西部地震の地震規模を数あるデータの中で一番小さな値に設定し、地震動評価にとって最も大事な応力降下量を小さく設定し

ています。

私たちは、川内1・2号の基準地震動を現在の2倍以上、1000ガル以上へ大幅に引き上げるよう求めています。これは原発周辺の活断層評価に基づく地震動評価についての主張ですが、「震源を特定せず策定する地震動」というもう一つ別の基準地震動があり、こちらについても、M6.5の地震が原発直下で起きた場合、1340ガルという大きな地震動が生じると評価されていたことが分かりました。

それは原子力安全基盤機構JNESによる2001～2009年の報告書に記載されていたのです。JNESは、地震断層が表れない地震による地震動を評価した結果、M5.5～M6.5の地震で1000ガル以上の地震動が生じ、M6.5では1340ガルになると評価していたのです。JNESは今年3月に原子力規制委員会・原子力規制庁へ統合されましたので、原子力規制委員会がJNESの報告を引き継いでいることとなります。原子力規制委員会・規制庁は、これらの報告結果を取り入れ、地震動評価をやり直すべきです。基準地震動を2倍以上、1000ガル以上へ大幅に引き上げるべきです。こうなれば、川内1・2号は元より全原発で再稼働できなくなるでしょう。

5月15日付「川内1・2号の地震動評価等に関する緊急公開質問状」(5月23日一部修正)と福井判決を受けた5月23日付緊急要請文への賛同団体・個人は現在も拡がり、全国から91団体、445個人になっています。この力をバックに、川内1・2号の審査書案が公開された段階で、原子力規制委員会・規制庁との交渉を再度設定し、引き続き追及したいと考えています。一層のご協力をお願いします。

高浜3・4号、大飯3・4号では

関西電力は、高浜3・4号と大飯3・4号の基準地震動を少しだけ変えることで前へ進めようとしています。

高浜3・4号では、活断層による地震動評価結果のうち耐専スペクトルが従来の基準地震動を超えたため700ガルへ引き上げましたが、1000ガル以上へ大幅に引き上げるべきです。というのは、川内1・2号と同様に、今の耐専スペクトルには2008年岩手・宮城内陸地震をはじめ最近20年間の国内地震観測記録

が反映されておらず、「倍半分」のバラツキがあるからです。

大飯3・4号では、活断層が近すぎて「適用範囲外だ」として耐専スペクトルを使わず、もっぱら、断層モデルで地震動評価をしています。ところが、高浜3・4号で行われた同じ断層に対する断層モデルによる地震動評価結果は耐専スペクトルの1/2～1/3にすぎませんでした。原子力規制庁は「手法が違うからいいんだ」と居直っていますが、明らかに過小評価です。大飯3・4号の基準地震動は少なくとも今の2倍以上、1500ガル以上へ引き上げるべきです。

高浜3・4号や大飯3・4号でも、「震源を特定せず策定する地震動」としてJNES報告書にある1340ガルを設定し、基準地震動を大幅に引き上げるべきです。

大飯3・4号のクリフエッジは1260ガル、高浜3・4号は973ガルであり、耐震安全性は保証されません。

私たちは、九州電力の川内1・2号と共に関西電力の大飯3・4号、高浜3・4号についても、原子力規制委員会に地震動評価のやり直しを求め、基準地震動の大幅引き上げを求め、再稼働を阻止したいと考えています。

美浜原発・敦賀原発は廃炉で動き出す？

美浜1号は運転年数が43年(営業運転開始1970/11/28)、2号は41年(同1972/7/25)、3号は37年(同1976/12/1)になります。いずれも40年を超えての運転には高いバードルがあります。1・2号は合計で3号の出力にすぎず、関電にとっても経済的メリットはありません。また、3号を動かすには、新たな防災対策「難燃ケーブル」に切り替え、来年12月(40年を迎える1年前)までに原子炉などの特別点検を実施し、必要な補修工事を完了させて原子力規制委員会に延長を申請し、認可を受ける必要があります。

難燃ケーブルの件については、東海第二原発で「塗料を塗るだけで良しとされるのかどうか」が、試金石でしょう。塗料を塗るだけではダメとなれば、コストと取替期間を考えると無理ということになります。関電は今、高浜3・4号と大飯3・4号を再稼働させることに躍起となっており、これらが見通せず、経営危機も続いている中、巨額の補修費を要する美浜3号の

再稼働申請は極めて困難だと言えます。しかし、関電は、自ら廃炉とは言い出さず、表向きは「美浜原発の再稼働」を主張し続けるでしょう。美浜原発に最後の引導を渡し、美浜町の脱原発社会への転換に向け、関電に協力させる必要があります。

原発廃炉問題で美浜原発以上に大きな位置を占めているのが、敦賀2号直下の活断層問題です。原子力規制委員会は、追加評価会合を開いていますが、「結論」は変わらず、敦賀2号の廃炉が決まるのは必至です。2016年に廃炉が決まっている敦賀1号に続き、2号も廃炉になれば、日本原電は、敦賀半島で発電事業ができなくなります。いよいよ注目すべき夏となりそうです。これを機に、日本原電は「原発のパイオニア」から「脱原発のための後始末産業のパイオニア」に転換すべきでしょう。

じゃー関西電力はどうでしょう。日本原電に3年間で1,000億円近く「受電なき電力購入費」を支払ってきましたが、敦賀原発が廃炉になれば、このような「再稼働を前提にした維持管理費の基本料金支払い」もできなくなります。そうすると、関電自身の「止まったまま再稼働する見込みのない原発の維持管理費」を電気料金に組み込むことの不当さが露見します。大飯3・4号運転差し止めの福井地裁判決であわてているようですが、再稼働の見通しが不明な中で「原発依存経営」続行で、3年連続赤字などますます経営危機を深化させています。その反省もないまま、「再稼働できなければ電気料金値上げ」を求めるともつてのほかです。

私たちは関電に「全原発を廃炉にしろ！原発の維持・管理費を削減して、電気料金値下げをおこなえ！」と求め、関電交渉で厳しく追及していきます。

今年の後半は、運動の力で原発廃炉へと進む道作りとなりそうです。関電への公開質問書を作成し、多くの賛同団体・個人とともに交渉を実現させたいと思います。

「原発依存」経営で電力会社はますます窮地に

原発を保有する電力9社中、現在、原発が最も多いのは関西電力です。停止原発の維持・管理費がかさみ、2014年3月期まで3年間連続赤字で、当期

赤字の累計額は約5,800億円に膨らんでいます。その結果、自己資本比率(連結)は2011年3月期の24.8%から2013年12月に16.5%へ低下しました。4年連続赤字となれば、将来の黒字化を前提に計上した約5,000億円の繰り延べ税金資産の取り崩しを迫られる可能性もあるのです。北海道電力や九州電力は日本政策投資銀行(100%政府出資の株式会社)から資本支援を受けて急場をしのいでいますが、関電も例外ではありません。電力会社は原発依存の経営失敗の責任を顧みず、「原発が再稼働できなければ再度の電気料金値上げもやむをえない」と言い出しました。とんでもありません。電力9社+日本原電で、原発の安全対策費に2兆2千億円以上、停止原発の維持・管理費に年間約1兆5千億円、電源開発促進税に年間約3,500億円も、止まったままの原発に投入し続けています。これらをやめれば、電料金を引き下げることさえできるのです。「原発延命=再稼働のための電気料金値上げ」など断じて認められません。

政府は今、電力システム改革第2弾の「小売り全面自由化」の2016年以降実施を進めており、首都圏など電力市場に都市ガス、石油、商社など異業種からの参入が見込まれ、市場競争が激化しそうに見えます。本来なら発電原価の高い原発は生き残れないはずですが、安倍政権は電力自由化の下でも原発が生き残れるような優遇措置を検討中です。欧米のように巨額の固定資本が回収できるよう便宜を図ったり、風力・太陽光向けの固定価格買取制度が原発にも適用可能になるように検討されようとしています。廃炉積立金不足額や減価償却残高を廃炉後も電気料金から回収できるようにする会計制度の導入はその先駆けでした。電力自由化では新電力に対する送配電網への公平な接続と安価な託送料金が不可欠ですが、電力会社は送配電網の権益にしがみつき、あの手この手で新電力の算入を妨害し、原発による利潤追求へひた走るでしょう。

福島第一原発事故をもう一度見つけ直そう

原発は火力発電より建設費が高いため、稼働率アップと寿命延長を求めなければならないのです。立

命館大学の島教授らは「43基が2015年に再稼働しても運転40年で廃炉にすれば11.4円/kWh」となり、石炭火力の10.3円/kWhを超えると試算しています(朝日新聞2014.6.27)。ただし、重大事故に伴う損害賠償・除染・廃炉費を昨年12月に政府が示した額11.1兆円としています。福島第一原発の廃炉費や原発再稼働のための安全対策費などが増えればもっと高くなるでしょう。だから、電力会社は、電力会社に無限責任のある現在の損害賠償制度を改めて賠償額に上限を設けたり、基準地震動を小さく設定して再稼働できるようにすると共に耐震補強工事費を抑えたりすることに躍起となっているのです。

もともと原発は、ちょっとしたことから炉心溶融へ至るギリギリの不安定な状態で運転されています。核燃料棒は平時から高い熱出力状態にあり、膨大な崩壊熱が出続けており、冷却に失敗すれば、急激に過熱されて水・ジルコニウム反応を始め、核燃料棒の冷却が失われ、炉心溶融事故へ容易に転嫁してしまうのです。福島第一原発ではこれが起こってしまいました。大量の放射能放出で深刻な原子力災害がもたらされ、原発サイトも極度に汚染され、人的・機械的な作業の制約も大きくなり、情報欠如と対処手段欠落の下で事故収束が技術的に阻害されたのです。

さらに、東京電力を破産処理せずに延命させたため、収束経費節減が追求されて地下貯水槽や組立タンクからの汚染水漏洩がもたらされたのです。「凍土遮水壁」など国家予算の投入や国が前面に出た収束作業にも制約がかかるというジレンマに陥っています。一方、下請構造による労働者被曝のズサン管理とピンハネが横行し、質・量ともに作業要員の不足が顕在化しつつあるのです。

事故を起こした東電と国の責任を曖昧にしたままではダメです。東電を破産処理して解体した後、国が事故収束を図るべきです。発送電を分離し、公的管理に移すべきです。安倍政権は「エネルギー基本計画」を閣議決定し、原子力ムラを勢いづかせ、川内1・2号を手始めに再稼働を進めようとしています。国民の圧倒的多数は再稼働に反対です。この声を無視した再稼働など許せません。現地の運動と連帯し、再稼働阻止から原発ゼロへ突き進みましょう。

電力会社の経営危機は「原発依存」の結果にすぎない！ 「原発再稼働」や「電気料金値上げ」なんて、とんでもない！

原発依存のツケで経営危機に

2013年度末の決算で、電力10社中6社が経常赤字になりました。関西電力など5社が3期連続の最終赤字となり、銀行からの融資を受けにくくなっています。下表の通り、国の支援を受けている東京電力、原発依存度の少ない東北電力、原発維持費の半分を関西電力等に負担させている北陸電力、原発を持たない沖縄電力以外はすべて赤字です。経営危機が特に深刻な北海道電力と九州電力は日本政策投資銀行にそれぞれ500億円と1000億円の資本支援を要請しました。関西電力も3年連続の最終赤字となり、財務の健全性を示す自己資本比率は15.3%へと大幅に下がり、10%を割り込んで経営危機に陥る寸前にあります。

これは明らかに「原発依存の経営失敗」によるものです。福島第一原発事故後も、国と一体となって原発を推進してきた結果として事故を引き起こした責任を自覚も反省もせず、2兆2千億円超もの原発安全対策費をつぎ込んで、あくまで原発再稼働を狙い、止まったままの原発の維持・管理に各社が1千～3千億円も注入し続けた結果として招いた「経営危機」なのです。原発に頼る余り、非効率な老朽石油火力を

電力会社の2014年3月期決算と安全対策費 [億円]

会社名	経常損益	前期実績	安全対策費の増加(注)
北海道	- 953	- 1,281	1,600 ← 914
東北	390	- 932	1,820 ← 1,820
東京	1,014	- 3,269	4,700 ← 3,200
中部	- 926	- 435	3,000 ← 1,500
北陸	98	17	1,100 ← 850
関西	- 1,113	- 3,531	2,970 ← 2,850
中国	- 36	- 287	2,000 ← 1,000
四国	- 17	- 570	1,200 ← 830
九州	- 1,314	- 3,312	3千数百 ← 2千数百
沖縄	69	63	0 ← 0
計	- 2,788	-13,540	2兆1千数百←1兆5千余
日本原電	87	10	930 ← 500
計	- 2,788	-13,540	2兆2千数百←1兆5千数百

注：安全対策費は「2014年7月←2013年7月」を示す。

東電は2007年新潟県中越地震後の安全対策費総額
(出典：産経新聞2014.7.8、有価証券報告書など)

関西電力と東京電力の発電施設構成 [万kw (%)]

発電施設	関西電力	東京電力
原子力	1,033 (35)	1,349 (24)
LNG	777 (26)	2,516 (45)
石油	622 (21)	650 (11)
石炭	180 (6)	320 (6)
卸電気	155 (5)	911 (16)
IPP共同	183 (6)	443 (8)
水力揚水含	706 (23)	1,201 (21)
太陽光風力	51 (2)	60 (1)
融通	189 (6)	- 58 (-)
合計	2,960(100)	5,612(100)

(出典：「原子力発電所を再起動しない場合の関西電力(東京電力)管内の電力需給見通し(2014.4.14現在)」4.17の各社ホームページから転載。いずれも日本原電や電源開発など他社からの受電容量を含む)

そのまま温存させ、高効率火力への設備更新を怠り、再生可能エネルギーの普及を妨害してきたのです。関西電力は特にその傾向がひどく、LNG火力の高効率化更新や増設を先送りにし、「原発再稼働まで老朽石油火力でしのごう」としています。こんな馬鹿な経営はもうやめにするべきです。

2.2兆円もの原発安全対策費を太陽光発電に投資すれば、30億円/万kWとして、700万kW以上を生み出せたはずで、太陽光発電容量は2012年6月末で560万kW、固定価格買取制度ができてから昨年未までに684万kWが増設されましたが、これを倍増できたはずで、太陽光発電の設備利用率は約15%ですが、暑い日中に稼働しますので効率的で、震災前の火力発電は30%程度の利用率にすぎませんでしたので遜色ありませんし、電力系統が不安定になるような割合ではありません。逆に、維持費がなくてすみやすいため、経営は楽になるはずで、ところが、送電網を占有する電力会社は原発が振り返る余地を残すため太陽光発電等の送電網への接続を妨害してきたのです。

「電気料金の再値上げ」か、「再稼働」か？ どちらも拒否し、脱原発を求めよう

関電は昨春、家庭向け9.75%、企業向け17.26%の本格値上げに踏み切ったのですが、福島原発重大事故を反省することなく、「早期原発再稼働」を前

提とする料金値上げ申請になっていたため自分で自分の首を絞めることになってしまったのです。オール電化をやめて電力消費削減へ転換し、LNG火力の高効率化や再生エネルギーへのシフトを進めるべきところ、逆に、原発依存を強める経営方針をとり続けたのです。そんな自分の過ちを反省するどころか、八木誠関電社長は5月下旬、会長を務める電気事業連合会の会場で「(当社の)収支悪化は、値上げ幅の前提である原発再稼働が想定通り進んでいないのが原因」と、原子力規制委員会の安全審査を批判したのです。八木関電社長はあろうことか、「原発を再稼働できなければさらに電気料金の値上げをする」、「企業として持続が困難になる場合は検討せざるを得ない」と消費者に脅しをかけ、何が何でも再稼働を狙っています。居直るばかりで、経営失敗の反省すらありません。

関西電力は昨年5月の電気料金値上げで売上高は前期比16.4%増の3兆3,274億円、2,790億円の増収となりましたが、1,113億円の赤字になりました。原発をやめれば、約3千億円もの安全対策費は不要になり、敦賀1・2号や志賀2号への500億円弱の「受電なき電力購入費」、550億円の電源開発促進税、3千億円もの原発維持・管理費を削ることができ、電気料金値下げすら可能になります。

大飯3・4号の運転差し止めを命じた福井地裁判決を受け、原発が立地する地元および周辺自治体などから再稼働判断に「NO！」の声が一層高まることは必至です。これ以上、原発再稼働にしがみつくのはやめるべきです。今からでも遅くありません。脱原発へ転換すべきです。

原発しか持たない「日本原電」は儲けている！？

電力会社が経営危機にあえいでいる中、「日本原子力発電」は、右上の表のように、2013年度末に87億円の経常黒字になり、16億円の純利益を上げています。この会社は、原発しか持たない卸発電の会社であり、原発は全部止まったままで、発電していません。にもかかわらず、黒字となっています。

なぜ、日本原電は収益を確保できるのでしょうか。それは、東電や関電など5電力から、原発の保守

販売電力なしで利益を出す日本原電の収支 [億円]

年度	2010	2011	2012	2013
売上高	1751.81	1460.97	1524.25	1258.12
経常利益	132.16	93.10	10.18	87.01
当期純利益	8.12	-128.83	-5.08	16.55
販売電力量	161.5	10.0	0	0
販売電力料	1,735.75	1,443.32	1,510.05	1,242.71
東京電力	496.46	464.74	485.14	409.56
関西電力	425.19	340.79	363.82	287.81
中部電力	391.42	307.72	325.41	262.33
北陸電力	298.16	213.16	215.41	190.75
東北電力	124.51	116.89	120.25	92.23

注: 有価証券報告書から作成。販売電力量[億kWh]、販売電力料[億円]

費用などの固定費を「基本料金」として毎年1千数百億円を受け取り続けているからです。運転停止などの際には基本料金をいくらにするかについて契約し直すことになっていますが、関西電力は私たちの要求をはねのけ、契約を変更しようとはしていません。

この「基本料金」を電力会社が自分の利益から負担するのならともかく、私たちの電気料金の中に費用として含まれており、知らぬ間に私たちが払わされているのです。こんな理不尽なことは許せません。

原子力規制委員会は、敦賀2号の敷地内断層が活断層であるとの結論を一旦下しましたが、日本原電による激しい抵抗を受け、現在追加審査を行っています。しかし、結論はほとんど変わらないと思われます。敦賀1号も40年を超え、元々2016年度に廃炉の予定でした。東海第二原発も再稼働申請を出してはいますが、難燃ケーブルへの取替問題で暗礁に乗り上げています。これらが「廃炉」を余儀なくされれば、「再稼働を前提とした基本料金」の仕組みが崩れ、「販売電力料」はゼロになります。つまり、倒産です。福島第一原発事故で原発の危険性はあまりにも明らかです。原発専門の日本原電にとって生き残る道は「脱原発のための後始末産業」への脱皮しかないのではないのでしょうか。未来のない原発にしがみつくより、脱原発を願う国民多数の意思に従うべきではないのでしょうか。

原発がなくても電力は余っています。原発を廃止し再処理を止めれば、電気料金は値下げできます。電力会社の経営危機から「原発推進への逆戻り」にするのではなく「脱原発への転機」にしたいものです。

電力全面自由化に向け、電気事業法は改正されたけれど・・・ 電力独占・政府一体になった「原発優遇策」を許すな！ 電力独占を解体し、発送電分離を！

電力小売り自由化の改正電気事業法成立

6月11日、電力の小売りを全面自由化する改正電気事業法が参議院で可決、成立しました。フクシマ事故を受けて、2013年4月に「電力システムに関する改革方針」が閣議決定され、昨年11月の臨時国会で成立した改正電気事業法では下表の改革プログラムが定められました。今回は、電力システム改革の第2段階になります。これまで地域の電力会社からしか電気を買えなかった家庭や商店などは、2年後の2016年から「自由に電気を買うことができるようになる」というふれこみです。電力自由化は2000年以降段階的に進められ、工場や商業施設など電力販売量の約6割を占める大口需要家はすでに自由化されています。

今回の法改正により、法律上は自由に電気を買うことができますが、電力会社による地域独占の根幹となる送配電網は、相変わらず電力会社が所有し続けます。このような体制の下では、新電力による新規参入は難しく、「自由競争」の起こりにくい状況が続かざるを得ません。再生可能エネルギーの普及も阻害されるでしょう。本当の意味で、電力自由化を進めるためには、電力会社による既存の地域独占の

利権に手をつけること、徹底した発送電分離と送配電網の公的管理が不可欠です。

電力の全面自由化で7.5兆円の市場

家庭電力の自由化に伴い、7.5兆円の市場が開放されます。経産省によると、10電力の販売電力量、電気事業による売上高と利益は、2006～2010年度の5年間平均では、販売電力量は家庭向けが38%、工場など企業向けが62%で、売上高はそれぞれ49%（7兆2千億円）、51%（7兆5600億円）でした。一方、利益は家庭向けが69%（4300億円）、企業向けが31%（2千億円）と逆転しています。電力会社は、総括原価方式による電気料金の仕組みを通じて、利益の多くを自由化されない家庭部門から得ていたのです。電力市場が全面自由化され、電力独占が実質的に崩され、電気料金に総括原価方式が適用されなくなれば、電力会社の利益は減っていきます。今回の電気事業法改正では、電力会社の総括原価方式は「需要家保護」を建前に当分の間は継続されるのです。

法改正により自由競争は起きるか

2011年の東日本大震災時には46社であった新電力は、全面自由化に向けて今年5月末には経産省への登録が237社に達したと報道されています。しかし、大口電力の自由化の下で、新電力の大口電力に占める割合はわずか約4%にとどまり、競争は生じていません。3.11以降、中部電力や関西電力が東京電力管内で発電事業や電力販売を行ったり、東京電力が全国で電力販売を行うと報じられています。しかし、東電以外の電力会社間の競争は起きていません。果たして、電力の地域独占は崩れるのでしょうか。

法改正では、これまでの電力会社の特権は撤廃

安倍政権による電力システム改革の3段階

	実施時期	法案提出時期
【第1段階】 広域的運営推進機関の設立	平成27年 (2015年) を目的に設立	平成25年 (2013年) 11月13日成立
【第2段階】 電気の小売業への参入の全面自由化	平成28年 (2016年) を目的に実施	平成26年 (2014年)通常国会に法案提出
【第3段階】 法的分離による送配電部門の中立性の一層の確保、電気の小売り料金の全面自由化	平成30年から平成32年まで (2018年から2020年まで) を目的に実施	平成27年 (2015年) 通常国会に法案提出を目指すものとする

されません。総括原価方式は、「安定供給」を理由に維持されます。送配電網は電力会社が所有し続け、総括原価方式は当面維持され、送配電網への接続は電力会社の意向が反映されます。また、電力会社の電力債の発行については、これまで同様に一般担保付き社債として保護され、新電力と比べて銀行からの融資を受けやすくなっています。

2016年度から家庭電力の自由化が始まり、電力の全面自由化になりますが、すぐには本格的な競争が起きないというのが、大方の見方です。電力独占の優遇措置を撤廃し、新規参入者も対等な条件で競争できる環境を整えることが必要です。

電力自由化と原発の共存めざす政府・電力独占

電力の全面自由化が行われ、自由競争が進めば、「巨額の建設費など固定資本を独占市場の電気料金から回収する」ことができず、原発は発電単価での競争力を失います。改正電気事業法の成立を受けて、6月11日電気事業連合会(電事連)の八木誠会長(関電社長)は、電力全面自由化の実施を前に、「国策民営の新たなあり方を検討し、原子力事業が長期に安定的に運営されるよう、事業環境を整備することが不可欠だ」とのコメントを発表しました。また、原子力損害賠償法(原賠法)についても、現行の原賠法は過酷事故について事業者の賠償責任が免責されないことに関して、「新たな官民の役割分担の検討」を求めました。

これを受けて、経済産業省は6月19日、総合資源エネルギー調査会「原子力小委員会」の第1回会合を開き、自由化後の原子力事業のあり方の議論を開始したのです。この会議に事務局が提示した「施策の具体化に向けた検討項目(案)」では、最初に「電力システム改革によって競争が進展した環境下において、民間事業者が原子力事業を行い、廃炉の円滑な実施、迅速かつ最善な安全対策、安定供給といった課題に対応するためには、事業の予見可能性が必要。どのような事業環境のあり方が望ましいか。」とあり、具体的には、福島事故への対応、原発重大事故に伴う損害賠償制度の在り方、原子力規制変更への対応、核燃料サイクル事業の進め

方などが列挙され、「米国や英国等、先行して電力自由化と原子力利用を両立している国々から何を学ぶべきか。」とし、欧米のやり方を導入する道筋が引かれているのです。

政府は6月12日、原賠法見直しのための初会合を開き、「東京電力福島第一原発事故で『法の不備』が指摘され、電力会社の免責規定の明確化が焦点になっており、電力各社が原発を再稼働する課題にもなっている」とし、電力会社に有利になるよう原賠法を見直そうとしているのです。

このように、電力自由化の下での原発政策を政府と電力独占が一体になって推し進めようとしています。原発重大事故を前提にした原子力維持・推進政策への逆戻りを許さず、原発再稼働を阻止し、原発ゼロ＝脱原発へ進みましょう。

電力独占解体、発送電の分離を

電力システム改革の第1段階として昨年11月に法改正が行われたのを受けて、2015年度を目途に全国的な送電網を運用する「広域推進機関」が発足しようとしています。今年1月には準備組合ができました。しかし、これまで送電網を運用してきた電力会社の意向が強く、中立的な機関にはなっていません。ここでも電力独占が弊害になっています。

東電は国有化の下で電気料金を値上げし、国の庇護と国民や電気利用者の負担の下で「再建」を図ろうとしています。他方、北海道電力、九州電力は債務超過に陥り、日本政策投資銀行から融資を受けています。関電も3期連続の赤字で経営危機状態です。電力自由化を進めるためには、電力会社の経営危機を契機に、東電を筆頭に電力独占を解体し、発送電分離へ進むことが不可欠です。

フクシマ事故は収束していません。政府が320億円を投じた凍土遮水壁による汚染水封じ込めは行き詰まっています。この方法が採用されたのは、「東電救済」にならないため、「高度の研究開発目的」にするしかなかったからです。抜本的な汚染水対策や廃炉を進めるには、東電を破産処理し、国の責任で自由に行えるようにするしかないのです。東電を解体し、発送電を分離させることが先決です。

1000ガル超の「震源を特定せず策定する地震動」がなぜ採用されないのか

大阪府立大学名誉教授 長沢 啓行

要旨

九州電力川内1・2号に関する新規規制基準適合性審査書案が出されようとしている。だが、原子力安全基盤機構JNESによる2001～2009年報告書によれば、以下の根本問題が放置されたままである。

第1に、JNESは1997年鹿児島県北西部地震など実際の観測記録に適合するような断層モデルを構築し、M5.5～M6.5の地震により、震源近傍の地震基盤表面で1000ガル以上の地震動が生じること、M6.5では1340.4ガルになることを示している。実際にも、2007年新潟県中越沖地震M6.8では柏崎刈羽原発の解放基盤表面はぎとり波で1699ガルの地震動が得られ、2008年岩手・宮城内陸地震M7.2では地下岩盤で1078ガルの観測記録がとられた（解放基盤表面はぎとり波に換算すれば2000ガル近くになろう）。したがって、JNESの算出したM5.5～M6.5の地震による震源近傍での1000ガル以上の地震動は現実にも発生する可能性が高く、これを「震源を特定せず策定する地震動」として設定すべきである。

第2に、JNESは1340.4ガルの地震動を「震源を特定せず策定する地震動」に設定しない理由として、「全プラント共通に設定するミニマムリクワイアメントのもの」という考え方にに基づき、「断層最短距離20km以内の地震動評価結果の平均+1.64標準偏差」または「 10^{-5} ～ 10^{-4} の超過確率別応答スペクトルの範囲内」という設定基準を打ち出している。しかし、これらは震源近傍での大きな地震動を遠方の小さな地震動で薄めて平均化したか、全国一様に同確率で地震が発生するというあり得ない想定の下で無理矢理導き出されたものであり、国民の批判には到底耐えられない。大飯3・4号運転差し止め訴訟で福井地裁判決（2014年5月21日）が示したように、福島第一原発炉心溶融事故ではその放射能災害により憲法で保障されるべき「人格権」が侵害されたのであり、「このような事態を招く具体的危険性が万が一でも」あってはならない。M5.5～M6.5の地震による1000ガル以

上の地震動は、国内のどこでも現実には起こりうる具体的な危険性であり、今日の地震学ではこれを否定できない以上、「震源を特定せず策定する地震動」として設定すべきであり、そうしないのは人格権の侵害につながる。

第3に、「震源を特定せず策定する地震動」の評価に際してJNESが設定した断層モデルは電力会社が通常用いているレシピとは異なり、応力降下量など短周期地震動を左右するパラメータ値が大きい。逆に言えば、通常の断層モデル・レシピでは地震動が過小評価されることを示唆している。九州電力による独自の断層モデルでは応力降下量が小さく設定されている。原発の耐震性を評価する際に「駆使」されるこのような地震動の過小評価を反省し、最近20年間の国内地震観測記録に基づいて内陸地殻内地震を正しく評価できるよう、断層モデルを構築し直すべきである。

第4に、JNESは断層モデルによる地震動評価結果を耐専スペクトル（内陸補正後）と比較しているが、M5.5～M6.8に対する震源近傍の耐専スペクトルは縦ずれ断層に対して $1/2$ ～ $1/5$ 、横ずれ断層に対して $1/3$ ～ $1/8$ にすぎず、大幅な過小評価となっている。これは耐専スペクトル策定時の地震観測記録の不足が原因であり、最近20年間の震源近傍の国内地震観測記録に基づいて耐専スペクトルを再構築すべきである。

JNESは2014年3月1日に原子力規制委員会・規制庁へ統合された。これを機に、原子力規制委員会・規制庁は、断層モデルや耐専スペクトルによる地震動過小評価を率直に認め、これらを構築し直すべきである。また、1000ガル以上の「震源を特定せず策定する地震動」を設定すべきである。そうすれば、川内1・2号においても、基準地震動が1000ガルを大幅に超え、炉心溶融事故へ至る限界値＝クリフエッジ（1号1,004ガル、2号1,020ガル）を超えることは避けられない。再稼働など論外だ。これこそが原発重大事故によって二度と人格権を侵害しないための最善の措置である。

1 はじめに

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」と「震源を特定せず策定する地震動」の二つで構成される。

前者では、各原発周辺で起こりうるプレート間地震、プレート内地震、活断層による内陸地殻内地震などによる地震動評価が行われてきた。

後者は、全国のどの原発でも適用される地震動として策定され、古くは「M6.5の直下地震」の大崎スペクトルに始まり[18]、2006年指針で加藤らの「上限レベル」[9]にとって代わられた。現在では「震源を特定できない地震」に「震源を予め特定しにくい地震」を加えて「震源を特定せず策定する地震動」を設定することになっている。

加藤らの「上限レベル」は地震データが極少数であったため、これを補う目的で、財団法人原子力発電技術機構 NUPEC(Nuclear Power Engineering Corporation)が2001年から断層モデルによる震源近傍の地震動評価を開始し、2003年10月1日に設立された独立行政法人 原子力安全基盤機構 JNES(Japan Nuclear Energy Safety Organization)がこれを含めて NUPEC の安全規制関連事業を引き継いできた。その JNES も2014年3月1日付で原子力規制委員会・規制庁へ統合された。その意味では、NUPEC に始まり、JNES が発展させてきた「震源を特定せず策定する地震動」に関する地震動評価結果とその関連業務は原子力規制委員会・規制庁が引き継いでいると言える。

NUPEC と JNES が2001～2009年に行った「震源を特定せず策定する地震動」に関する評価結果には次のような重大な内容が含まれていた。

第1に、M5.5～M6.5の横ずれ断層モデルによる地震動評価によれば、震源近傍の地震基盤上の評価点で1000ガル以上になり、M6.5では1340.4ガルになる。

第2に、JNES が設定した断層モデルは電力会社が原発の耐震性を評価するために通常用いているレシピとは異なり、応力降下量など短周期地震動を左右するパラメータ値が大きい。逆に言えば、通常のレシピによる断層モデルでは地震動が過小評価されることを示唆している。

第3に、JNES は断層モデルによる地震動評価結

果を耐専スペクトル(内陸補正後)と比較しているが、M5.5～M6.8の震源近傍の最大値で、耐専スペクトルは縦ずれ断層モデルに対して1/2～1/5、横ずれ断層モデルに対して1/3～1/8にすぎず、大幅な過小評価となっている。

本小論では、JNES による2001～2009年の評価報告書に記載された内容を整理し、原発の耐震性評価に際して、これらがもっている重大な意義を明らかにする。

これらを通して、原子力規制委員会・規制庁に対し、JNES の地震動評価で逆説的にはあるが具体的に明らかになった断層モデルや耐専スペクトルによる地震動過小評価を率直に認めること、最近20年間に蓄積された国内地震観測記録に基づいて断層モデルと耐専スペクトルを構築し直すこと、これらを用いて「震源を特定して策定する地震動」を正しく評価し直し、また、「震源を特定せず策定する地震動」を1000ガル以上に設定すること等により、全原発の基準地震動を設定し直すよう提言したい。

そうすれば、川内1・2号においても、基準地震動が1000ガルを大幅に超えることは避けられない。それは川内1・2号のクリフエッジが基準地震動によって超えられることを意味し、再稼働など到底不可能ということにならざるを得ない。

以下では、JNES の報告書に基づき、これらを具体的に示す。

2 1000ガル超の地震動解析結果

九州電力は、原子力規制委員会による新規制基準適合性に係る審査で、川内原子力発電所1・2号炉の基準地震動を図2のように540ガルから620ガルへ「引き上げ」た。とは言っても、従来からの540ガルの基準地震動 Ss-1 を「文字通りに引き上げた」のではなく、2004年北海道留萌支庁南部地震(M6.1)の解放基盤表面はざり波が Ss-2 として「追加された」だけであり、重要な機器の固有周期では応答スペクトルの値は上がり、その耐震安全性はほとんど変わっていない。

長沢[18]は、現行の地震動評価手法である「耐専スペクトル」や「断層モデル」によって実際の

地震動が半分以下に過小評価されていることを具体的に示し、最新の地震観測記録や知見を取り入れてこれらの手法を抜本的に作り替え、「倍半分」と言われる地震学では常識的な「偶然変動による地震動のバラツキ」を「安全余裕」として考慮して、川内1・2号の基準地震動を540~620ガルの2倍以上、1000ガル以上へ大幅に引き上げるべきだと主張した。そうすれば、炉心溶融事故へ至るギリギリの地震動（クリフエッジ¹）を超えてしまうため、再稼働できなくなると指摘している。

その際に議論の対象となったのは、「震源を特定して策定する地震動」であり、図3の市来断層帯市来区間のように震源断層を特定して行う地震動評価であった。この図3を見れば一目瞭然だが、断層モデルは耐専スペクトルの1/2~1/3でしかない。しかも、耐専スペクトルには最近の震源近傍の地震観測記録が反映されておらず、倍半分のバラツキも考慮されていない。「2倍以上に引き上げるべきだ」と主張する根拠は、このような耐専スペクトルや断層モデルなど地震動評価手法の問題点を指摘してのことであった。

ところが、基準地震動を策定するためのアプローチには、「震源を特定して策定する地震動」とは別に、「震源を特定せず策定する地震動」がある。その候補としては加藤ら [9] による「上限レベル」があり、図1の黒破線のように表される。これは（社）日本電気協会原子力発電耐震設計専門部会で検討されてきたものであり、「M6.5の直下地震」の大崎スペクトル（図1の緑破線の「旧基準地震動S2(SN)」）に代わり、2006年の耐震設計審査指針改定時に「震源を特定せず策定する地震動」として採用された。原子力規制委員会はこれを「震源を特定できない地震」による地震動として引き続き全国の原発で共通に採用する一方、「震源を予め特定しにくい地震」の候補をいくつか取り上げ、原発のサイトごとに地域性を考慮して採用するかどうかを検討することになっている。

この加藤ら [9] の「上限レベル」は、その元になった国内地震観測記録が極端に少なかったため、これを補う目的で原子力安全基盤機構 JNES が 2001

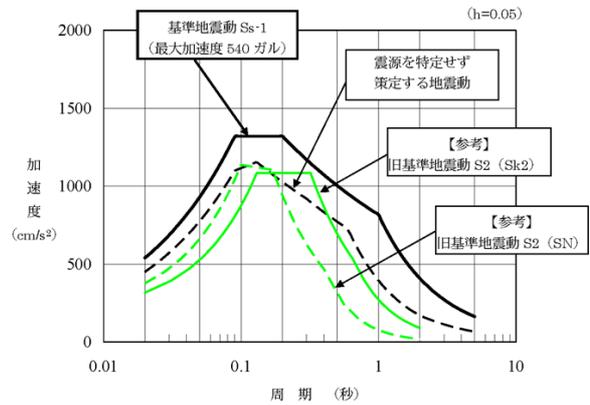


図1: 1980年川内2号設置許可時と2008年バックチェック時における基準地震動 [12]

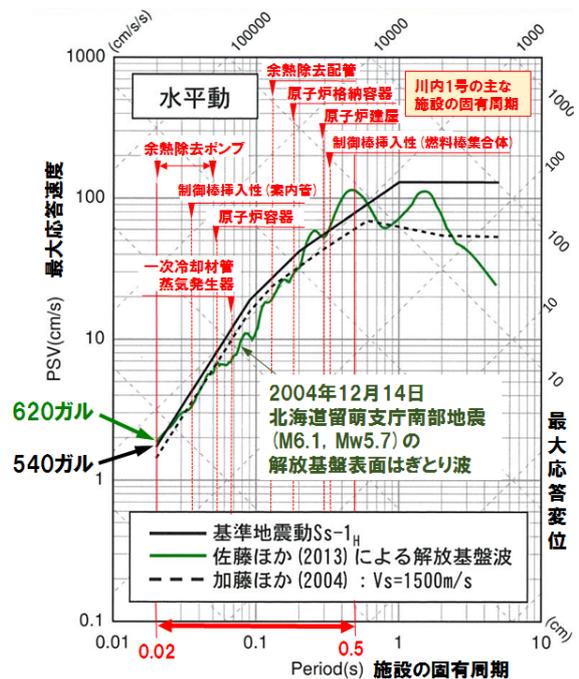


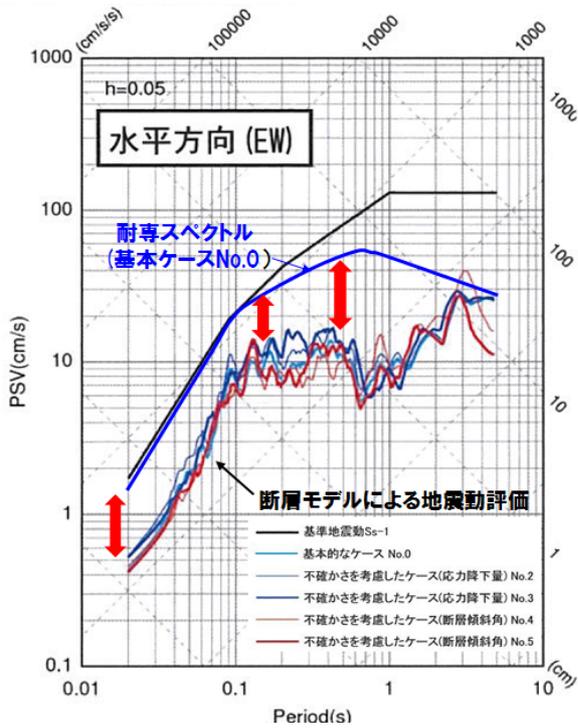
図2: 2014年原子力規制委員会適合性審査における川内1・2号の基準地震動 [13] と主な施設の固有周期 [11]

年度から断層モデルを用いた地震動評価を行っていた [2, 3, 4, 5, 6, 7].

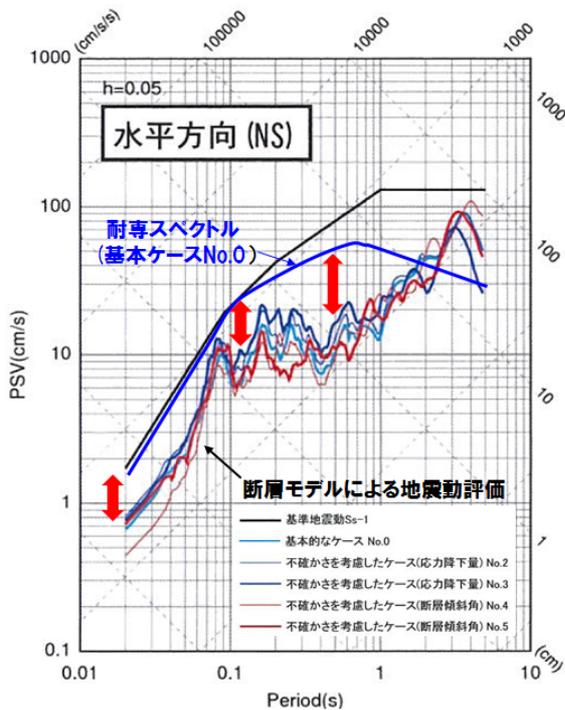
実は、この地震動評価で「M6.5の地震により震源近傍で1340.4ガルの地震動がもたらされる」という衝撃的な結果が判明していたのである。

図4がそれだ。この図には震源断層長さ14km、断層上端深さ2kmの横ずれ断層に対する「地震基盤表面上231評価点での断層モデルによる地震動評価結果」が重ね書きされている。これら231本の応答スペクトルの最大値をつないで描き直したものが図7の最上部にある青い一点鎖線であり、赤い一点鎖線が断層上端深さ3kmの場合である。こ

¹原子力安全・保安院は2012年のストレステスト（一次評価）でクリフエッジを川内1号で1.86Ss(1,004gal)、2号で1.89Ss(1,020gal)と評価している [8].



(a) 水平 EW 方向



(b) 水平 NS 方向

図3: 適合性審査における川内1・2号の標準地震動Ss-1と市来断層帯市来区間(24.9km, M7.2)の地震動評価結果 [14]

これらの図の横軸は「施設の固有周期(period)」を表しており、縦軸は「各固有周期の施設がこの地震動によってどの程度揺れるか」を応答速度の最大値で表している。最大加速度は斜め45度右上がりの目盛線が等加速度線であり、左上へ行くほど

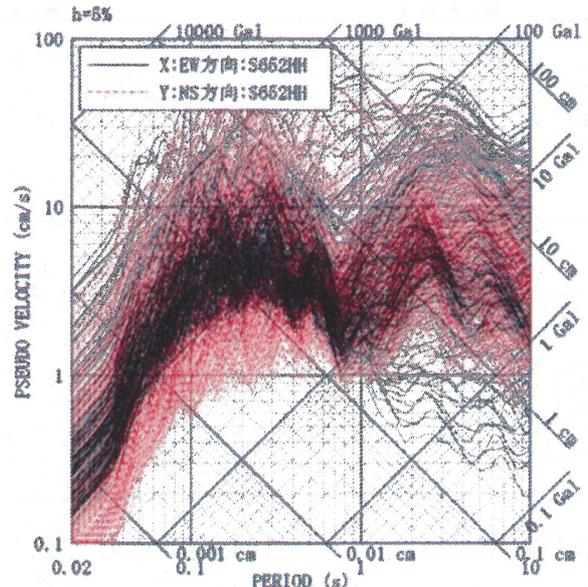


図4: 横ずれ断層(M6.5)の地震動評価結果 [6] (断層上端2km, アスベリティの上端2km, 実効応力大(19.1MPa), 高周波遮断特性平均+ σ ($f_{max} = 11.9\text{Hz}$)). 図15の左側断層平行方向の応答スペクトルで短周期側最大値を与えるケースはこのケースに相当する)

100ガル, 1000ガル, 10000ガルと増えていく。いずれも対数目盛なので、グラフが上へ行くほど少しの差が大きくなるので、注意を要する。これらの図で左端の周期0.02秒のときの加速度応答値が「地震動の最大加速度」に対応し、図7の青い一点鎖線では1340.4ガルに相当する。

M6.5より小さな地震でも図5～図6の最上部をみると、周期0.02秒の応答加速度値は1000ガルを超え、M5.5で1100.8ガル, M6.0で1014.7ガルである(表3参照)。他方、M6.5より大きい場合には、断層上端深さが2kmだと地表変形量が5cmを超えて地震断層が現われる可能性が出てくるため評価対象外になっている。その結果、M6.8以上では表1のように断層上端が3kmになり、アスベリティ上端深さも浅いケースで4～8kmになり、図8～図10のように、M6.8で982.9ガル, M7.1とM7.3では500～600ガル程度に留まる(表4参照)。ただし、M7.1とM7.3の「高周波遮断特性²平均+ σ 」ケースの値は報告書に記載されておらず、図9～図10から読み取る以外にない。

²高周波数の地震波(周期の短い短周期地震波)は f_{max} (高域遮断周波数)以上の周波数で低減傾向を示すためその度合いを $F(f) = \{1 + (f/f_{max})^n\}^{-1}$ で表し、これを「高周波遮断特性」と呼んでいる。 f_{max} が小さく n が大きいほど短周期地震波は大きく低減し、短周期地震動が小さく評価される。そのため、 f_{max} の値が「平均+ σ 」の場合に短周期地震動が最も大きく評価されることになる。

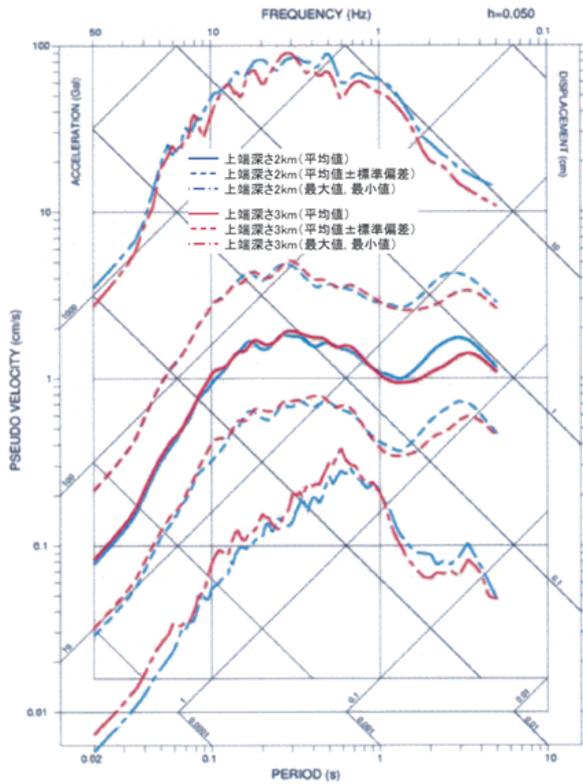


図 5: 横ずれ断層モデル (M5.5) による地震動評価結果 [6] ($V_s = 2600\text{m/s}$ の地震基盤表面上に設定した 231 評価点における各周期ごとに求めた地震動応答スペクトルの平均値, 標準偏差, 最大・最小値であり, 特定の評価点での応答スペクトルではない. 最大値は表 3~4 に示される通り, 「実効応力大」, 「高周波遮断特性平均 + σ 」 の場合である)

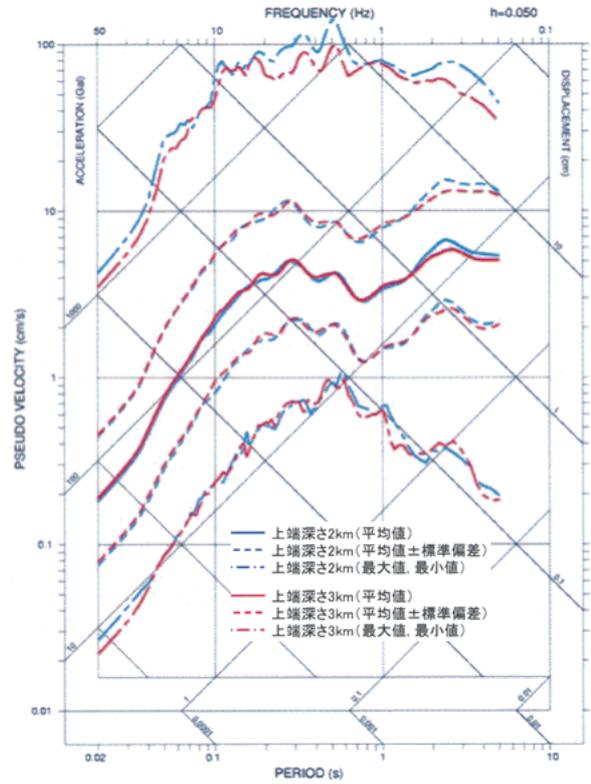


図 7: 横ずれ断層モデル (M6.5) による地震動評価結果 [6](最大値等の意味は図 5 の括弧内注記と同じ)

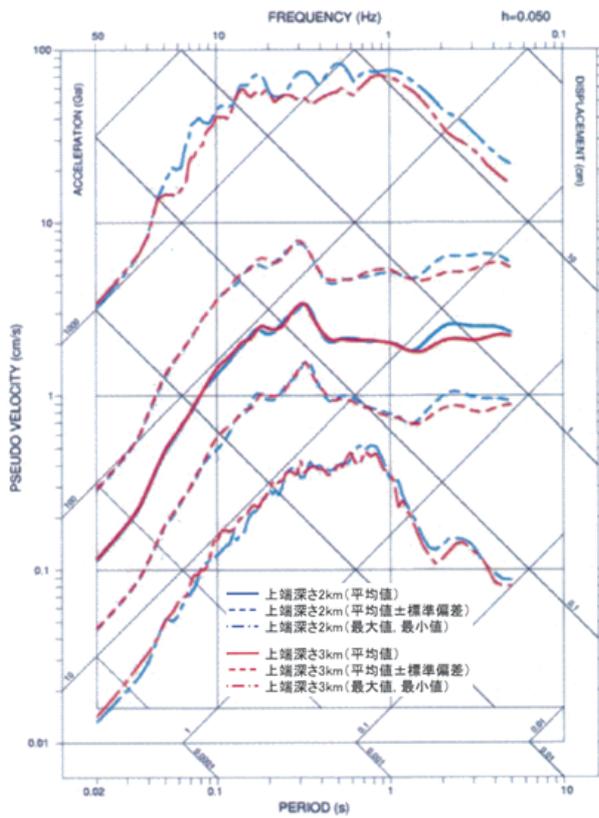


図 6: 横ずれ断層モデル (M6.0) による地震動評価結果 [6](最大値等の意味は図 5 の括弧内注記と同じ)

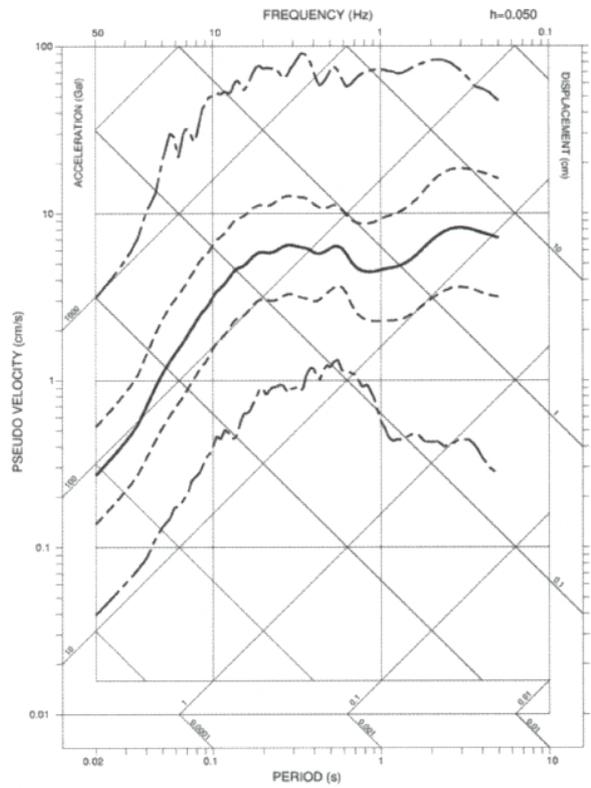


図 8: 横ずれ断層モデル (M6.8) による地震動評価結果 [6](M6.8 以上では断層上端深さが 2km になると地表変形量が 5cm を超えるため評価対象外になっている. そのため, 地震発生層 3~20km で表 1 のパラメータについて図 5 の括弧内注記と同様に平均値等を求めている)

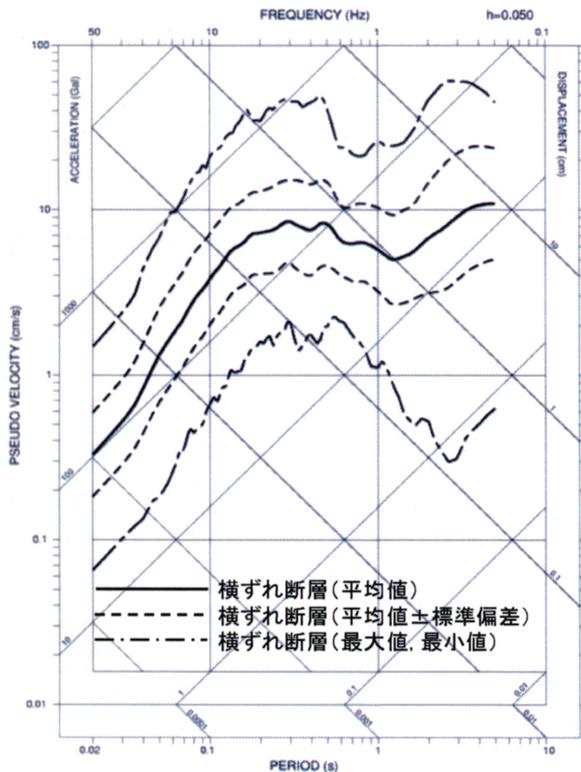


図 9: 横ずれ断層モデル (M7.1) による地震動評価結果 [6](図 8 の括弧内注記と同様に、断層上端深さ 2km は評価対象外とされ、地震発生層 3~20km で表 1 のパラメータについて平均値等を求めている)

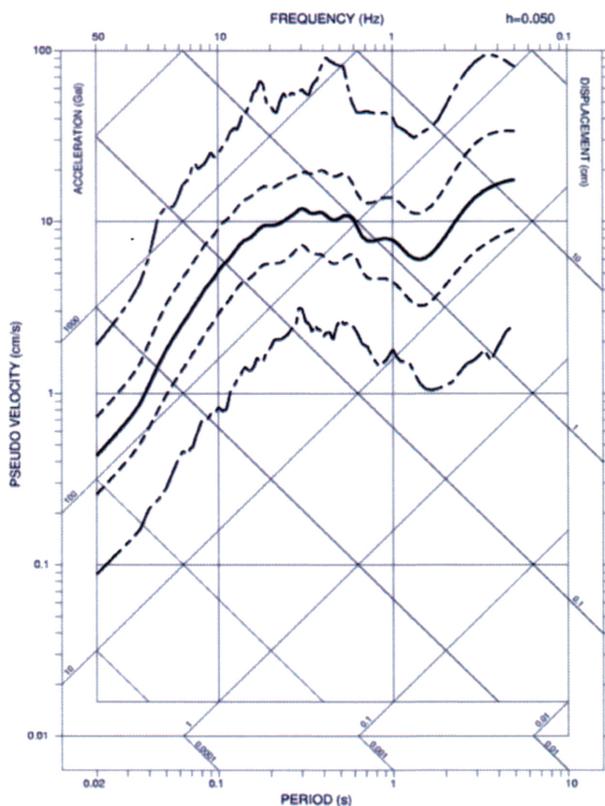


図 10: 横ずれ断層モデル (M7.3) による地震動評価結果 [6](図 8 の括弧内注記と同様に、断層上端深さ 2km は評価対象外とされ、地震発生層 3~20km で表 1 のパラメータについて平均値等を求めている)

JNES は縦ずれ断層 (逆断層) の場合も評価しているが、表 1 と表 2 を比べると明らかなように、縦ずれ断層の場合には横ずれ断層より地表変形量が大きく、「地表変形量 5cm 以下」という条件を満たすため、断層上端やアスペリティ上端の位置が非常に深くなり、M6.8 を超えると全てが評価対象外になってしまう。図 11~図 14 で横ずれ断層と縦ずれ断層の地震動評価結果を比較する場合には、このような断層パラメータの違いを考慮しておく必要がある。これらの図で 231 評価点の平均値では横ずれ断層と縦ずれ断層とで応答スペクトルにほとんど差はないが、「最大値」では地震規模が大きくなるほど縦ずれ断層のほうが小さくなっている。これは、縦ずれ断層の場合には、地震規模が大きくなるほど地震動が大きくなって横ずれ断層以上に地表変形量が増すため、その分だけアスペリティの上端位置が深く設定されているためである。逆に言えば、断層モデルによる地震動評価においては、「地表変形量 5cm 以下」という条件を外せば、縦ずれ断層のほうがより大きな地震動評価になることは明らかである。

また、地震規模が大きくなるほど「平均値」が上がっているかのように見えるが、地震規模が異なると「平均」の意味が異なってくるので単純に比較するのは間違いである。JNES による地震動評価では、図 17 のように、地震基盤表面上に 40km×80km の評価領域を設定し、その真ん中に断層を置き、評価領域を 4km×4km の格子で区切る。その格子点を評価点としているため、11×21=231 の評価点ができる。「平均値」はこれら 231 評価点での応答値の平均値だが、地震規模が増えるほど断層長さが長くなる。M5.5 では 6km だが、M6.8 で 19km、M7.3 では 48km にもなる。「断層最短距離 20km 圏内」を「震源近傍」とすれば、M7.3 では評価領域全域がこれに相当し、断層走向方向でははみ出してしまうが、M5.5 では評価領域の半分程度にすぎない。つまり、地震規模が小さいほど震源から相対的に遠く離れた評価点の数が増え、これら遠方の値で震源近傍の値が薄められてしまうため、「平均値」は必然的に小さくなる。逆に、地震規模が大きくなると遠方の評価点が減るため、地震動評価結果が遠方の値で薄められることがなく、「平均

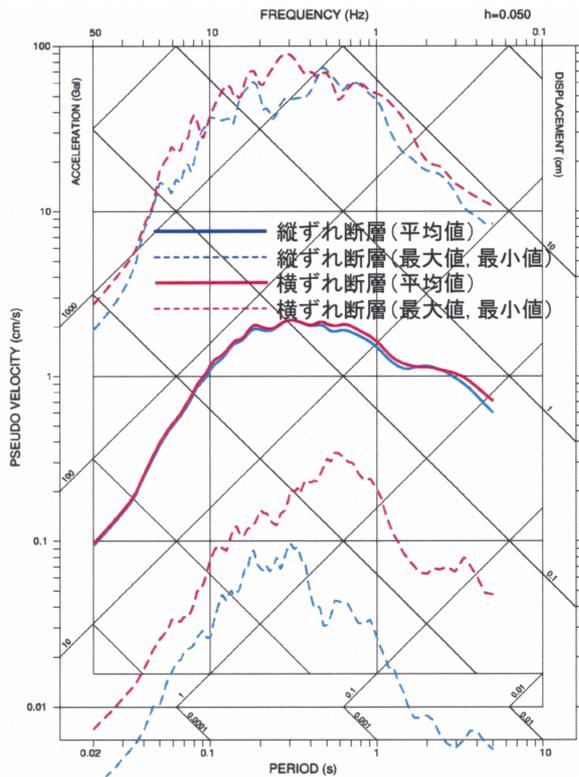


図 11: 断層モデル (地震発生層 3~20km) による地震動評価結果 (M5.5) の横ずれ断層と縦ずれ断層の比較 [6](最大値等の意味は図 5 の括弧内注記と同じ)

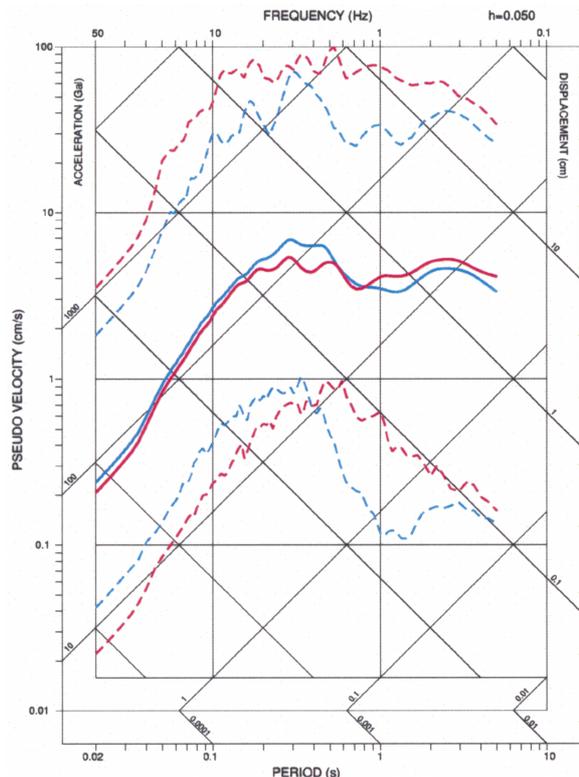


図 13: 断層モデル (地震発生層 3~20km) による地震動評価結果 (M6.5) の横ずれ断層と縦ずれ断層の比較 [6](最大値等の意味は図 5 の括弧内注記と同じ)

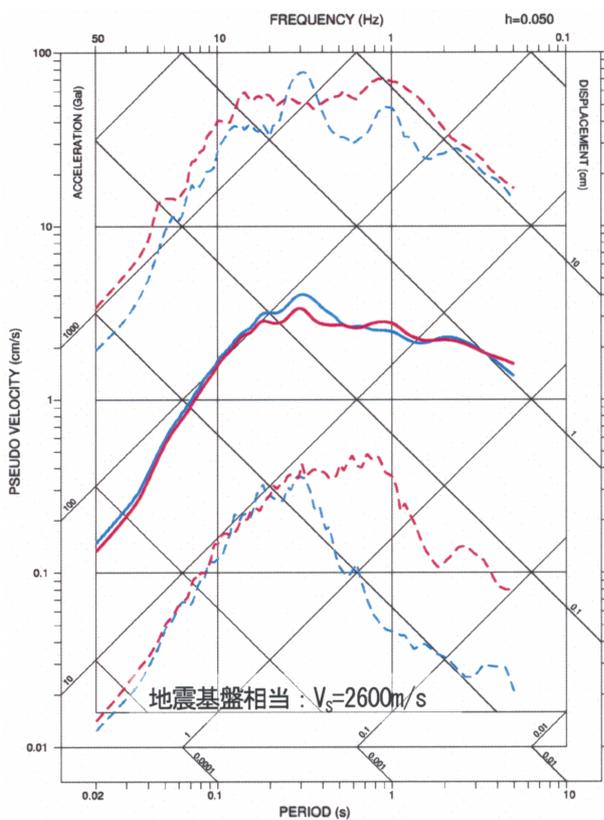


図 12: 断層モデル (地震発生層 3~20km) による地震動評価結果 (M6.0) の横ずれ断層と縦ずれ断層の比較 [6](最大値等の意味は図 5 の括弧内注記と同じ)

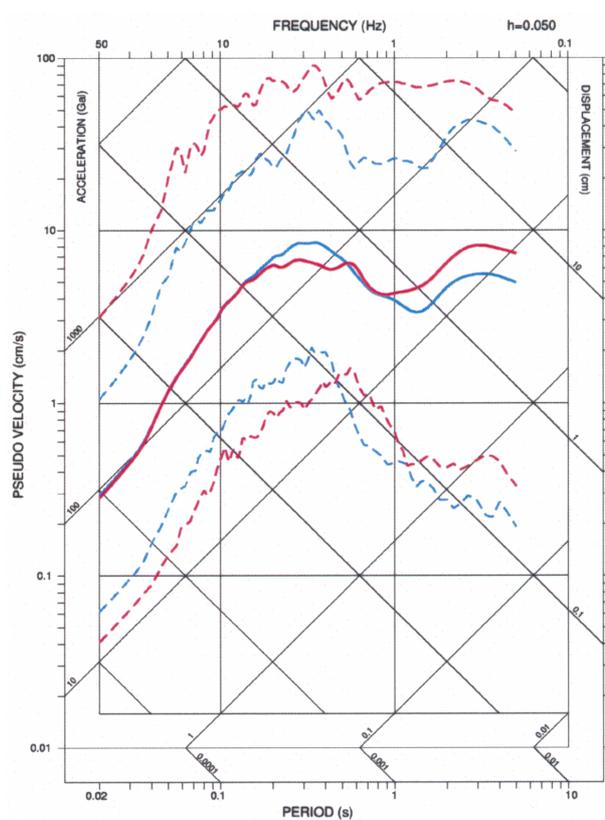
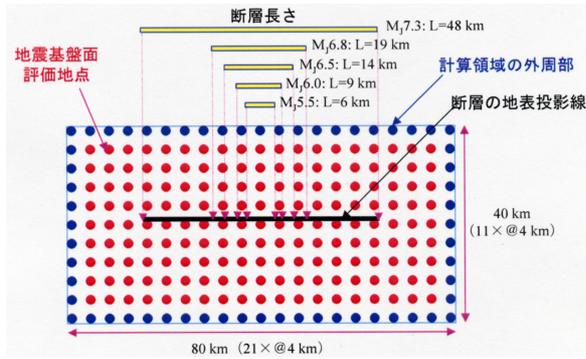
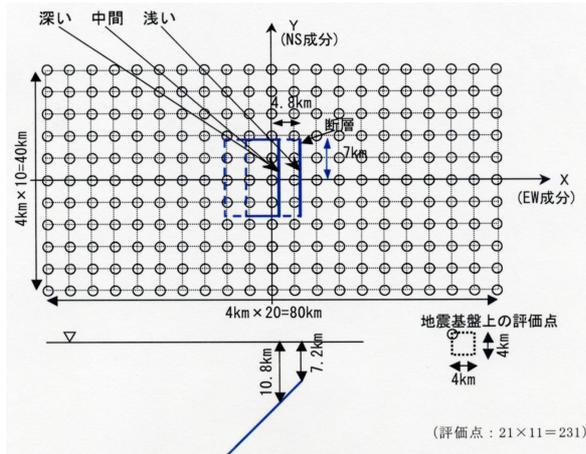


図 14: 断層モデル (地震発生層 3~20km) による地震動評価結果 (M6.8) の横ずれ断層と縦ずれ断層の比較 [6](最大値等の意味は図 5 の括弧内注記と同じ)



(a) 横ずれ断層の場合



(b) 縦ずれ断層の場合 (M6.5, 45度, 実効応力中)

図 17: 対象計算領域 (地震基盤上の評価点: 縦 11×横 21 の格子点 231) と断層の例 [6]

値」は大きくなる。図 5～図 14 において地震規模が増えるほど「平均値」が大きくなるように見えるのはそのせいであり、震源近傍の範囲を地震規模に応じて定義し直せば、「地表変形量 5cm 以下」という条件を満たす限り、震源近傍の地震動は地震規模によってそれほど変わらないと考えられる。それを端的に示すのがこれらの図における「最大値」のグラフであり、地震規模によってほとんど変わらないことが確認できる。

3 1340.4 ガルを採用しない「理由」

ではなぜ、「震源を特定せず策定する地震動」として M6.5 の横ずれ断層による 1340.4 ガルの地震動を設定しないのか。

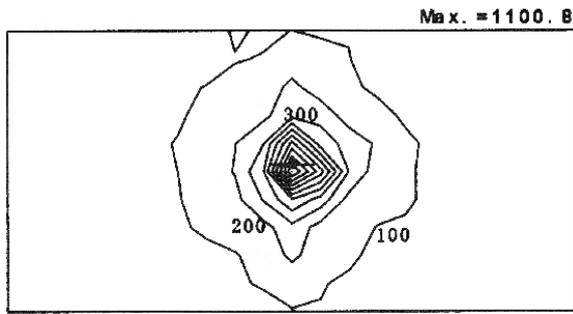
それは、「全プラント共通に設定するミニマムリクワイアメント (最低限の要求) のもの」という考え方、具体的には図 15 の「断層最短距離 20km 以内の地震動評価結果の平均 +1.64 ζ (ζ は標準偏差)

程度であればよい」または図 16 の「 $10^{-5} \sim 10^{-4}$ の超過確率別応答スペクトルの範囲内であればよい」という考え方をしているからである [7]。

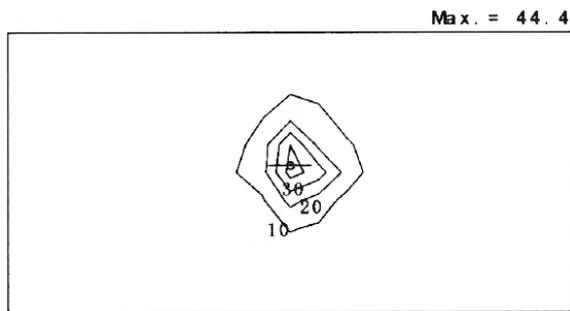
前者について言えば、JNES は「震源近傍」という意味で「断層最短距離 20km 以内」としたのであろうが、断層長さ 48km の M7.3 の地震であればともかく、図 18～20 の加速度・速度分布図を見れば明らかのように、断層長さ 6km の M5.5 の地震においても「20km」というのは広すぎて、地震動の「平均値」が小さくなってしまふ。このような過小評価を避けるためには、断層最短距離を「3km 以内」等へ短くすることであるが、そうすると、平均応答スペクトル自身が 1000 ガル程度に大きくなるであろう。その上で「平均 +3 ζ 程度」(品質管理における管理限界) あるいは「平均 +6 ζ 程度」(平均値のゆらぎを考慮した高度の品質保証の考え方) とするのであれば、説得力も出てこよう。ちなみに、標準偏差の 1.64 倍 (平均 +1.64 ζ) を超える確率は 5% であり、3 ζ で 0.1% (10^{-3}), 6 ζ で 0.0000002% (2×10^{-9}) になる³。

後者について言えば、超過確率を求める際に「国内のどこでも単位面積当たり地震発生確率は一定」と仮定しており、揺れの大きな震源近傍の面積は狭いため超過確率が小さくなるのは当然である。そもそも、内陸地殻内地震は「日本列島周辺の複数のプレート運動の相互作用により震源断層に蓄積された歪みエネルギー」の放出として発生する。このような内陸地殻内での歪みエネルギーの蓄積は時間的空間的に一様ではなく、今日の地震学はそれを科学的に推測できると言うにはほど遠い。「地震空白域」という考え方もあり、ある地域で過去 100 年間の地震発生確率が少ないから将来の 100 年間も少ないとは到底言えない。にもかかわらず、全国一律で地震発生確率を算出するというのは「薄め」効果を狙ったものとしか言いようがない。JNES は、このような確率論的なトリックを駆使して「1000 ガルを超える『震源を特定せず策定する地震動』の発生確率は 100 万分の 1 程度に小さいから無視できる」と主張したいのかも知れないが、それは子供だましにすぎない。確率論的安全評価においては、発生する確率の高い箇所か

³ 「シックスシグマ」の顧客仕様管理限界としては 4.5 ζ で、0.0000034% (3.4×10^{-8}) となる

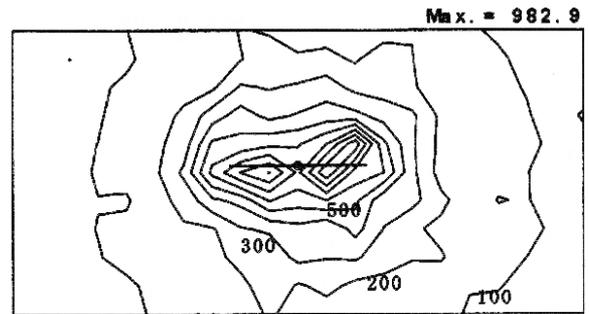


(a) 加速度分布図 (最大値 1100.8cm/s²)

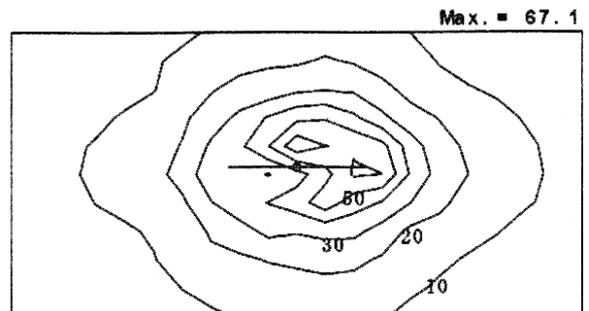


(b) 速度分布図 (最大値 44.4cm/s)

図 18: 横ずれ断層モデルによる地震動評価結果 (M5.5)[6] (地震発生層 2~20km, 断層・アスぺリティ上端 2km, 実効応力大, 高周波遮断特性平均 + σ)

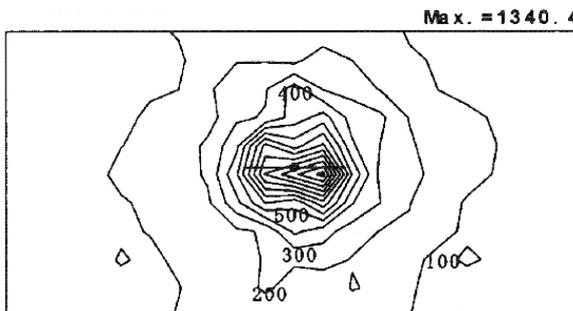


(a) 加速度分布図 (最大値 982.9cm/s²)

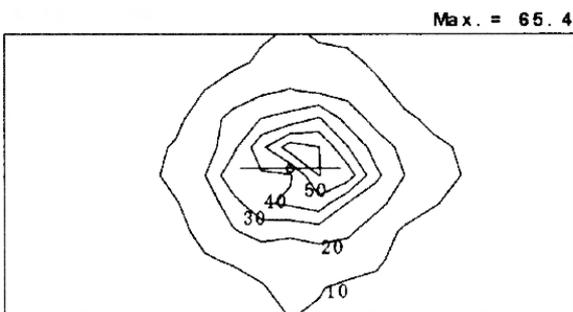


(b) 速度分布図 (最大値 67.1cm/s)

図 20: 横ずれ断層モデルによる地震動評価結果 (M6.8)[5] (地震発生層 3~20km, 断層上端 3km, アスぺリティ上端 4km, 実効応力大, 高周波遮断特性平均 + σ)



(a) 加速度分布図 (最大値 1340.4cm/s²)



(b) 速度分布図 (最大値 65.4cm/s)

図 19: 横ずれ断層モデルによる地震動評価結果 (M6.5)[6] (地震発生層 2~20km, 断層・アスぺリティ上端 2km, 実効応力大, 高周波遮断特性平均 + σ)

ら故障原因を調査するなど「確率の相対比較」で実施すべき代替案の優先順位を論じることの意味があるのであって、重大災害に直結する耐震性のレベル設定などを「確率の絶対値」で行うというのは「確率分布の裾野に相当する確率の絶対値は信頼度に乏しい」という科学的観点からも間違っている。「確率が小さいから起こらない」あるいは「許容できる」という論理は東日本大震災と福島第一原発重大事故によってすでに破綻している。また、このような論理は、被害を強要する側のひとりよがりの論理であって、被害を被る国民の側の論理ではない。「震源を特定せず策定する地震動」は、やはり、活断層を調査しても見逃す可能性のある断層において最大どれだけの地震動が起こりうるのかという観点から策定すべきであろう。その意味で、JNESが断層モデルを駆使して行った評価結果において 1340.4 ガルという最大加速度が算出されているということを重視し、最新の地震観測記録をも参照して「二度と超えられることのない」余裕を持った地震動を策定すべきである。

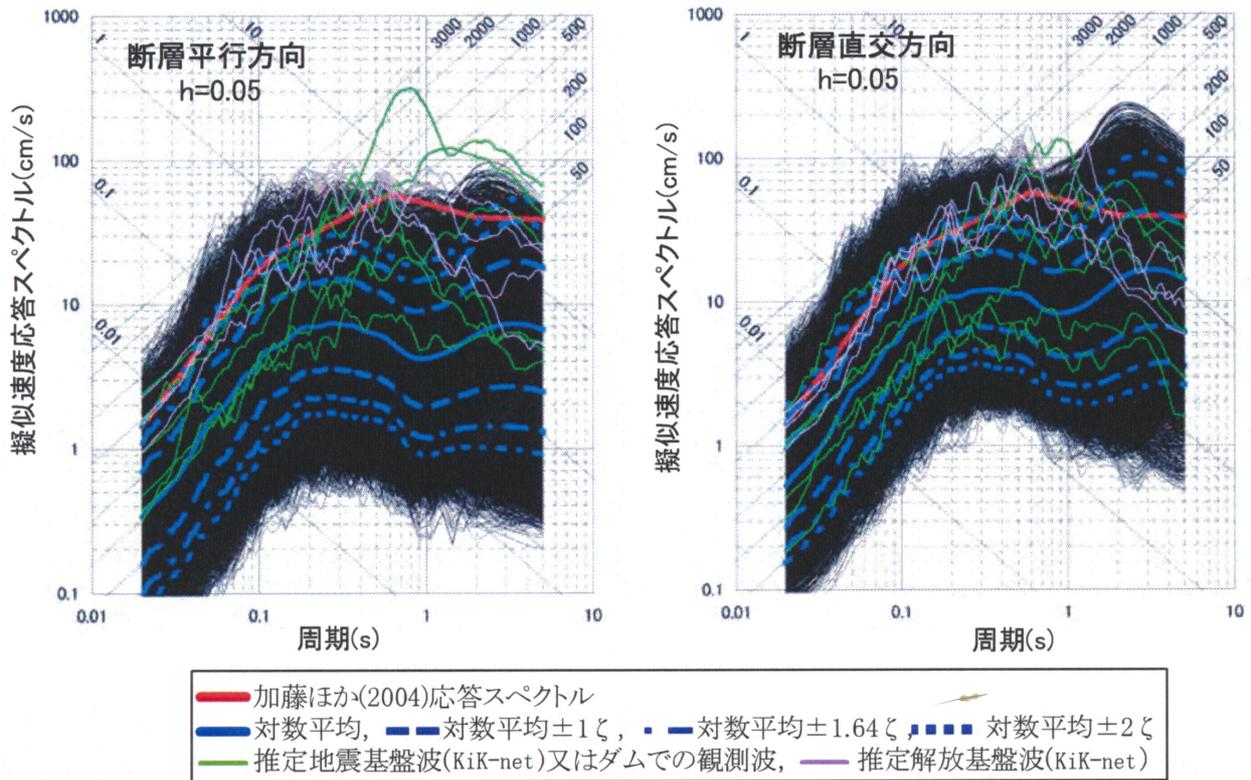


図 15: 断層最短距離 20km 以内の観測記録および断層モデルによる応答スペクトル [7] (観測記録は, 1997 年鹿児島県北西部地震 (3 月 26 日 M6.5 と 5 月 13 日 M6.3), 2003 年宮城県北部の地震 M6.4, 2000 年鳥取県西部地震 M7.3, 2004 年新潟県中越地震 (本震 M6.8, 最大余震 M6.6) に関する計 10 観測点であり, ダムとは鹿児島県鶴田ダムと鳥取県賀祥ダムである. 断層モデル評価結果は, 表 1 の横ずれ断層のうち M6.5, M6.8, M7.1, M7.3 と表 2 の縦ずれ断層のうち傾斜角 45 度の M6.5, M6.6, M6.7, M6.8 および傾斜角 30・60 度の M6.5, M6.8 に関する地震動評価結果のうち断層最短距離 20km 内にある全評価点での応答スペクトルの重ね書きである. ここには, 各地震規模・アスペリティ上端深さに対し, 「アスペリティ実効応力大, 中, 小」および「高周波遮断特性 f_{max} 平均, 平均 $\pm\sigma$ 」の全組合せに関する地震動評価結果が含まれている. ただし, 地震規模が大きいほど断層最短距離の範囲が広がり, 評価点の数が多くなるので, このような扱いには注意が必要である.)

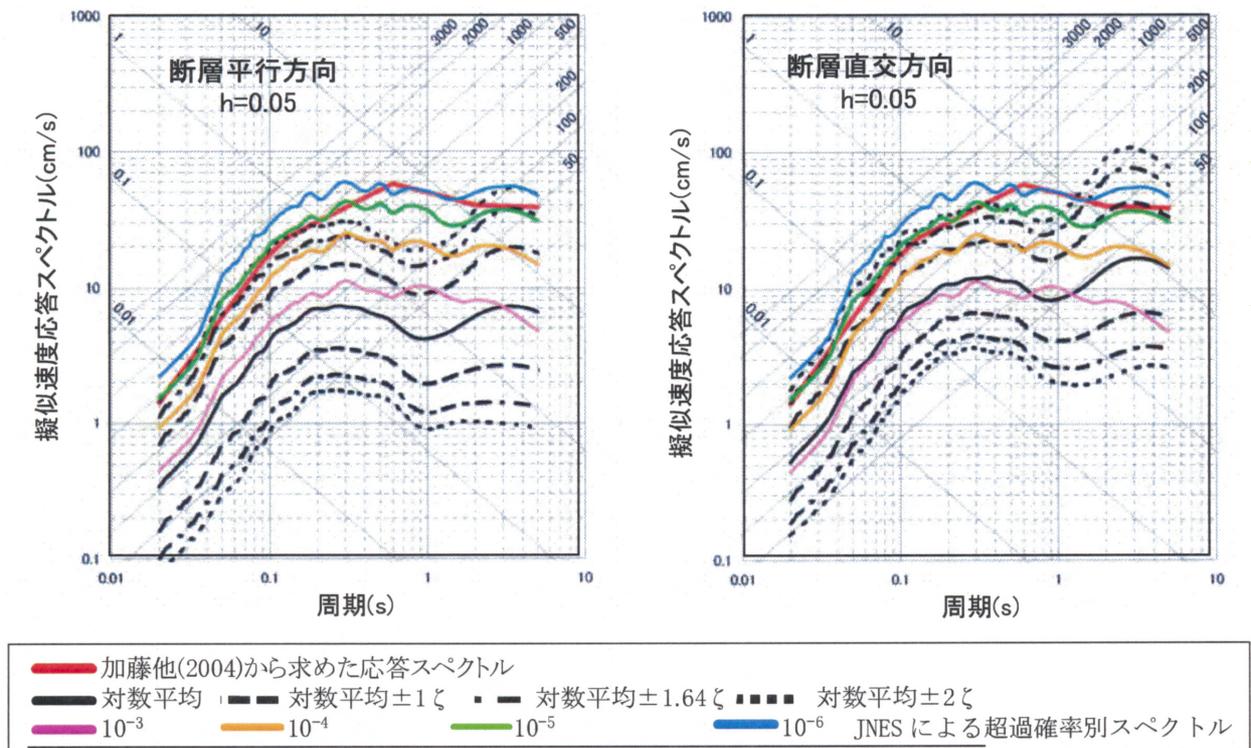


図 16: JNES(2003 年度)による超過確率別スペクトル [6, 7] (対数平均等は断層モデルによる地震動評価結果に関する統計量であり, 図 15 と同じである. ここでの「 10^{-6} の超過確率別スペクトル」とは, 「震源を特定できない(地震断層が生じない)地震によって当該応答スペクトルを超えるような揺れが生じる超過確率は 100 万分の 1 である」ことを表す. このような地震の「単位面積当たり発生確率」を一様と仮定しており, 強い地震動に襲われる震源近傍は狭いため, 強い揺れの発生確率は当然小さくなる.)

4 川内 1.2 号では留萌の 620 ガルとともに 1340.4 ガルも考慮すべき

では、九州電力が追加した「震源を特定せず策定する地震動」、すなわち、2004 年北海道留萌支庁南部地震 (M6.1, M_W 5.7, 図 2) の 620 ガルの基準地震動 S_s -2 は十分と言えるのであろうか。実は、この地震で留萌支庁の地震計 (K-NET) は東西 EW 方向に 1,127 ガルの地震動を記録していた。しかし、これは地盤の増幅効果が加わった地表での観測記録であり、解放基盤表面はぎとり波に換算しなければ原発の基準地震動には使えない。そこで、電力中央研究所はこれを $V_s = 938\text{m/s}$ (上面深度 41m) の地震基盤表面波 (基盤入射波を 2 倍した「はぎとり波」⁴) に換算し、最大加速度を 585 ガルと算出している [20]。九州電力はさらにこれを川内 1.2 号の解放基盤表面はぎとり波 ($V_s = 1500\text{m/s}$, 標高 -18.5m) へ換算して「606 ガル」を導き、読み取り解析に伴う不確かさを考慮し「10 ガル程度の余裕」を持たせて「620 ガル」としたのである [14]。Maeda and Sasatani [15] によれば、この留萌地震は東傾斜 25 度の 10km 四方の逆断層で、断層上端 2.8km, アスペリティ上端 4~6km と浅めだが、地表に地震断層は出ていない。2 つあるアスペリティの平均応力降下量は 27.9MPa (面積 1.96km²) および 12.9MPa (面積 7.84km²) と大きい。高周波遮断特性は $f_{\max} = 5.5\text{Hz}$ とやや小さい。JNES による傾斜角 30 度の縦ずれ断層 (逆断層) の地震動評価結果は数値が公表されていないので、表 2 の傾斜角 45 度の結果から類推すれば、400~500 ガルになる。したがって、留萌地震の 620 ガルは JNES の評価結果を超えていると言える。これは観測点 HKD020 が震源に近く、破壊進行方向に位置しており、破壊伝播効果 (NFRD 効果) が現われた結果だと評価されている [15, 10]。それに加えて、アスペリティの応力降下量が 27.9MPa と高かったことを考慮すれば、JNES の 19.1MPa でも過小設定であり、20MPa を超える場合を想定して地震動評価

⁴地震基盤表面より上にある地層をすべてはぎとったと仮定して地震計を置いたときの地震動を求めている。この場合、上部地層をはぎとらずに地震計を置いた場合の地震動の約 2 倍になる。それは基盤表面での反射波が加わるためである。原発の基準地震動を定める解放基盤表面はぎとり波や JNES の基盤表面波も同じ考え方をしている。

をやり直すべきだということにもなる。

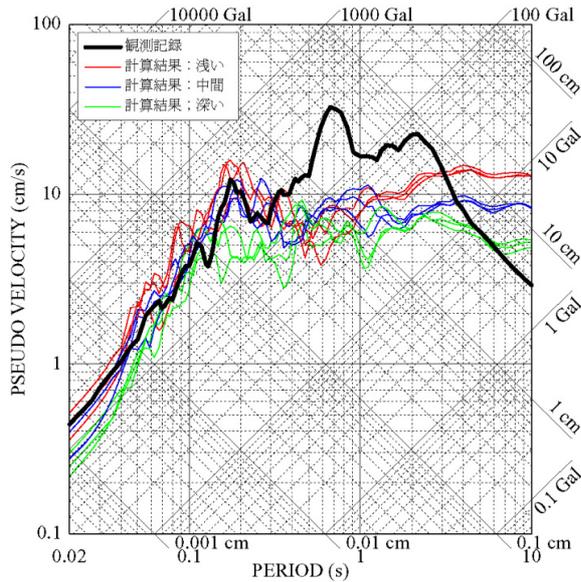
このような観点から見れば、JNES による地震動評価結果は横ずれ断層で最大 1340.4 ガルとなっているが、決して「過大」とは言えず、これを適用しない理由はない。むしろ、これを超える場合も想定すべきだと言えよう。

付言すれば、JNES の前身である原子力発電技術機構原子力安全解析所は、データが少ないと断りながらも「伏在縦ずれ断層の平均 (地表) 変形量は 17cm」であることから、縦ずれ断層の場合には地表変形量を 17cm まで許容し、M6.5 の場合について「断層上端 3km, アスペリティ上端 3km」のケースを試算している [4]。ただし、「実効応力中 (13.9MPa), 高周波遮断特性平均 ($f_{\max} = 7.0\text{Hz}$)」のケースだけだが、表 2 の脚注の参考表にある通り、傾斜角 30 度で 734.3 ガル, 45 度で 729.8 ガル, 60 度で 700.9 ガルとなっている。アスペリティ上端が浅いなどパラメータに少し違いはあるが、留萌地震の 620 ガルを超えている。JNES は縦ずれ断層に対しても「地表変形量 5cm 以下」のルールを適用しているので、この地震動評価結果は採用していない。しかし、留萌地震の 585 ガルないし 620 ガルを教訓とすれば、応力降下量だけでなく、縦ずれ断層における地表変形量の基準についても見直すべきであろう。

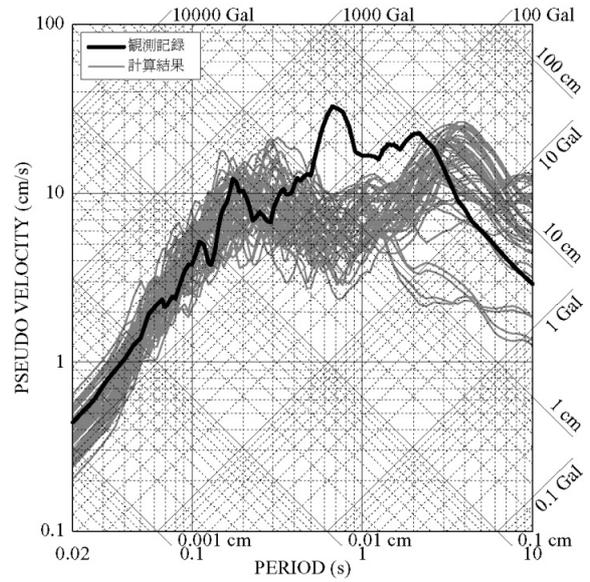
5 断層モデルのレシピによる地震動過小評価

断層モデルを使った JNES の地震動評価は通常のレシピによるものではない。しかし、図 21~22 の 1997 年 3 月 26 日鹿児島県北西部地震および図 23 の 1997 年 5 月 13 日鹿児島県北西部地震の震源近傍にある鶴田ダムでの地震観測記録を良く表現できている。つまり、JNES は断層モデルのパラメータ設定に際して、実際の国内地震観測記録に合うようにレシピを修正しているのである。結果として、断層モデルのレシピが地震動評価をいかに過小評価しているかを暴露しているとも言える。ここでは、これについて明らかにしておこう。

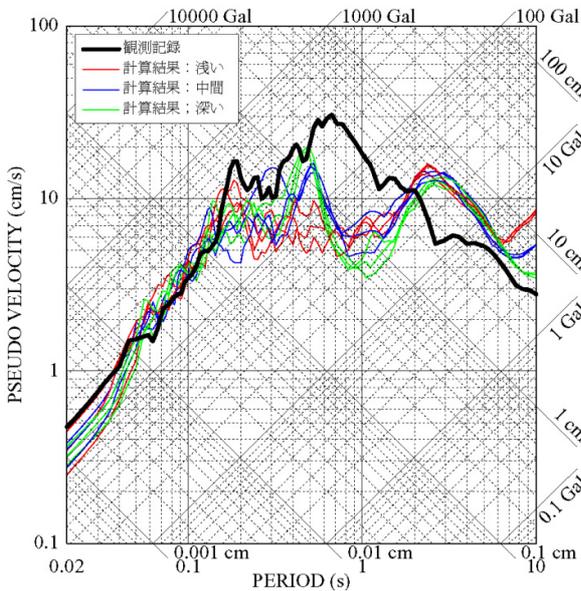
地震動評価では、地震規模を表す「地震モーメント M_0 」、短周期地震動を左右する「短周期レベ



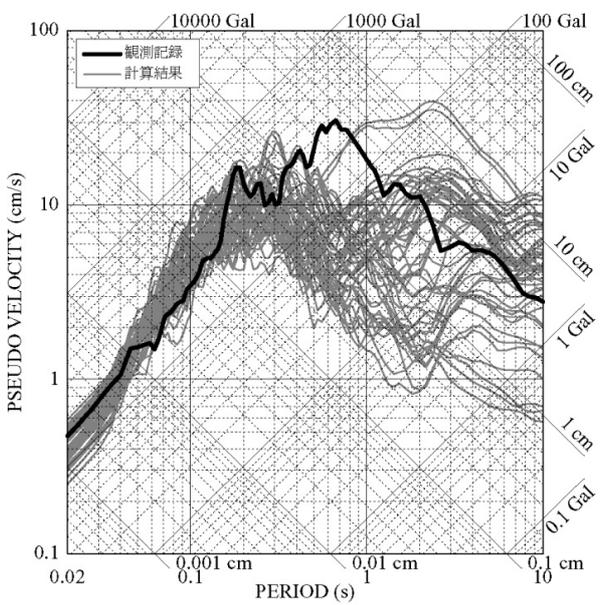
(a) 断層走向に平行する東西 EW 方向



(a) 東西 EW 方向 (断層モデルは断層走向平行)



(b) 断層走向に直交する南北 NS 方向



(b) 南北 NS 方向 (断層モデルは断層走向直交)

図 21: 1997 年 3 月 26 日鹿児島県北西部地震の鶴田ダムでの地震観測記録と観測位置に相当する評価点での横ずれ断層モデル (M6.5) による地震動評価結果の比較 [5] (「高周波遮断特性平均」の場合である。アスペリティ上端深さは赤線の「浅い」場合が良く適合しており、「アスペリティ実効応力大中小」を示す赤い 3 本線のうち「小」では過小評価になっている)

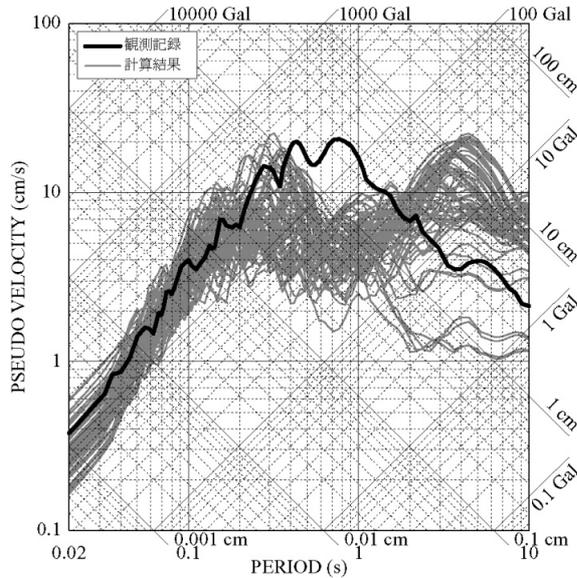
図 22: 1997 年 3 月 26 日鹿児島県北西部地震 (M6.5) の鶴田ダムでの地震観測記録と観測位置に相当する評価点での横ずれ断層モデル (M6.5) による地震動評価結果の比較 [5] (等価震源距離が 17.5km(鶴田ダムの震源距離) \pm 0.5km の範囲内にある評価点での計算結果が重ね合わせてある。「高周波遮断特性平均」の場合を示し、アスペリティ実効応力は大中小の 3 通りが含まれる)

ル A) および「平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (断層), $\Delta\sigma_a$ (アスペリティ)」が重要であり、通常のレシピでは、次のように設定している [21]。ただし、断層幅が地震発生層の上下端一杯に広がっている飽和断層ではなく、その途中に留まっている「未飽和断層」を対象とする。その主な流れは、「断層面積 \rightarrow 地震規模 \rightarrow 断層平均応力降下量 \rightarrow 短周期レベル \rightarrow

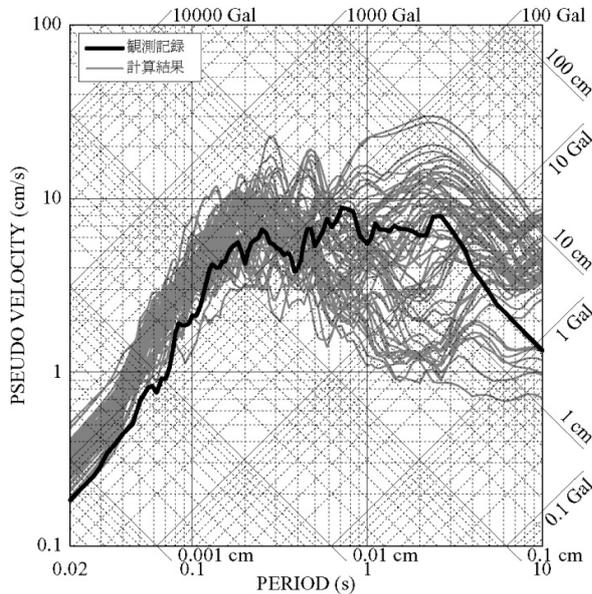
アスペリティ平均応力降下量」の順である。

(a) 断層面積 S から入倉式 $S = 2.23 \times 10^{-15} M_0^{2/3}$ [1] で地震モーメント M_0 を求め、断層平均応力降下量を $\Delta\sigma = (7/16)M_0(\pi/S)^{3/2}$ で求める。この場合、 $S \propto M_0^{2/3}$ の関係から、地震規模によらず $\Delta\sigma = 2.31\text{MPa}$ と一定値になる。

(b) 地震モーメント M_0 から武村 (1998)[22] の式



(a) 東西 EW 方向 (断層モデルは断層走向平行)



(b) 南北 NS 方向 (断層モデルは断層走向直交)

図 23: 1997 年 5 月 13 日鹿児島県北西部地震 (M6.3) の鶴田ダムでの地震観測記録と観測位置に相当する評価点での横ずれ断層モデル (M6.5) による地震動評価結果の比較 [5] (等価震源距離が 20.8km(鶴田ダムの震源距離)±0.5km の範囲内にある評価点での計算結果が重ね合わせてある。「高周波遮断特性平均」の場合を示し、アスペリティ実効応力は大中小の 3 通りが含まれる。5 月 13 日の地震は、3 月 26 日の地震とは異なり、震源断層が L 字型の二重震源であり、地震規模も M6.3 だが、JNES は M6.5 の横ずれ断層で近似している。それでも断層モデルによる地震動評価結果は観測記録と良くよく整合している。この点では、「数ある地震モーメントのうち最小の値を用いてアスペリティの応力降下量を 15.9MPa と小さく設定した九州電力による震源断層モデルでは、川内原発サイトでの地震観測記録を再現できておらず、とくに EW 方向で 1/2~2/3 程度に留まっていた」ことが想起される)

$\log M_0[\text{dyn} \cdot \text{cm}] = 1.17M + 17.72$ で気象庁マグニチュード M を求める。

(c) 短周期レベル A を $A = 2.46 \times 10^{17} M_0^{1/3}$ で求め、この A の値を用いてアスペリティ面積を $S_a = \pi r^2$, $r = 7\pi M_0 \beta^{2/3} / (4AR)$, $S = \pi R^2$, で求め、アスペリティ平均応力降下量を $\Delta\sigma_a = \Delta\sigma(S/S_a)$ で求める。 $S \propto M_0^{2/3}$ および $A \propto M_0^{1/3}$ の関係から、地震規模によらず $S_a/S = 0.15$, $\Delta\sigma_a = 15.6\text{MPa}$ と一定値になる。この方法をここでは「A 法」と呼ぶ。

これに対し、JNES は (a) と (b) を逆転させ、次のように断層モデルを設定している。主な流れは、「地震規模 → 断層面積 → 断層平均応力降下量 → アスペリティ平均応力降下量 → 短周期レベル」となるが、下線部が通常のレシピとは逆である。

(1) 気象庁マグニチュード M から武村 (1998)[22] の簡略式 $\log M_0[\text{dyn} \cdot \text{cm}] = 1.2M + 17.7$ で地震モーメント M_0 を求める。レシピ (b) の武村式を簡略化させたため、地震モーメント M_0 の値が大きくなる。

(2) 武村式 $S = 1.85 \times 10^{-15} M_0^{2/3}$ [22]⁵ で断層面積を求める。レシピ (a) の入倉式ではなく武村式を用いるため断層面積が小さくなる。

(3) $\Delta\sigma = (7/16) M_0 (\pi/S)^{3/2}$ で断層平均応力降下量を求める。レシピ (a) と同様に、 $S \propto M_0^{2/3}$ の関係から、地震規模によらず $\Delta\sigma = 3.06\text{MPa}$ と一定値になる。ただし、通常のレシピ (a) と比べて、JNES の方法では (1) で M_0 が大きく、(2) で S が小さくなるため、 $2.31\text{MPa} \rightarrow 3.06\text{MPa}$ と大きくなる。

(4) アスペリティ面積 S_a を $S_a = 0.28S, 0.22S, 0.16S$ の 3 種類に設定し、アスペリティ平均応力降下量を $\Delta\sigma_a = \Delta\sigma(S/S_a)$ で求める。この場合

⁵ 武村は [22] 国内地震データに基づき次式を導いている。

$$\log S = \begin{cases} (2/3) \log M_0 - 14.74, & M_0 < M_{0t}; \\ (1/2) \log M_0 - 10.71, & M_{0t} \leq M_0, \end{cases} \quad (1)$$

ただし、 $M_{0t} \equiv 7.5 \times 10^{25} [\text{dyn} \cdot \text{cm}]$ であり、

$$S = \begin{cases} 1.82 \cdot 10^{-15} M_0^{2/3}, & M_0 < M_{0t}; \\ 1.95 \cdot 10^{-11} M_0^{1/2}, & M_{0t} \leq M_0. \end{cases} \quad (2)$$

と書き直せる。JNES はこの上段の式の 1.82 を 1.85 に丸めて使っているが、なぜか武村式を用いたことを陽に記していない。他方、断層モデルのレシピ [21] で用いられているのは下記の入倉式 [1] である。いずれも、上段が未飽和断層に対する式で、下段が飽和断層に対する式である。

$$S = \begin{cases} 2.23 \cdot 10^{-15} M_0^{2/3}, & L < W_{\max} \\ 4.24 \cdot 10^{-11} M_0^{1/2}, & L \geq W_{\max} \end{cases} \quad (3)$$

も、地震規模によらず $\Delta\sigma_a = 10.9\text{MPa}$ (実効応力小: $S_a/S = 0.28$), 13.9MPa (実効応力中: $S_a/S = 0.22$), 19.1MPa (実効応力大: $S_a/S = 0.16$)となる。通常のレシピでは $\Delta\sigma_a = 15.6\text{MPa}$, $S_a = 0.15S$ だが、JNES では $\Delta\sigma_a = 19.1\text{MPa}$, $S_a = 0.16S$ と、より大きなパラメータまで設定することになる。

飽和断層に A 法を適用すると、アスペリティ面積が過大になってパラメータ設定が無意味になるため、アスペリティ面積を $S_a = 0.22S$ と固定する方法がレシピで推奨されている。これをここでは「 $S_a/S = 0.22$ 法」と呼ぶ。未飽和断層では通常、A 法が用いられて $S_a/S = 0.15$ となる(過大にならない)ため、 $S_a/S = 0.22$ 法が用いられることはないが、JNES はこの方法を用いている。

(5) $\sigma_b = \Delta\sigma_a(D_b/W)/(D_{a1}/W_{a1})$ で背景領域の実効応力を求め、アスペリティと背景領域の短周期レベルをそれぞれ $A_a = 4\sqrt{\pi S_a}\Delta\sigma_a\beta^2$ と $A_b = 4\sqrt{\pi S_b}\sigma_b\beta^2$ で求め、断層全体の短周期レベル A を $A^2 = A_a^2 + A_b^2$ で求める。

以上の JNES の手順による断層モデルのパラメータを通常のレシピによる値と比較したのが表 8~11 である。これらの表を見れば、地震モーメント M_0 , 短周期レベル A , 平均応力降下量 $\Delta\sigma$, アスペリティの面積 S_a と平均応力降下量 $\Delta\sigma_a$ のいずれをとっても、 $S_a/S = 0.16$ 欄の値は通常のレシピ(A 法)の値より大きい。つまり、JNES の断層モデルによれば通常のレシピより地震動が大きく評価されることは一目瞭然である。

また、短周期側の地震波形をどの程度に評価するかを決める高周波遮断特性 f_{\max} について、JNES は、1995 年兵庫県南部地震、1997 年鹿児島県北西部地震(3.26 と 5.13)、2000 年鳥取県西部地震の震源近傍強震動記録に基づいて $f_{\max} = 7.0(n = 1.82)$ と設定し、標準偏差分(σ)のバラツキを考慮して、平均 $+\sigma$: $f_{\max} = 11.9(n = 1.84)$ および平均 $-\sigma$: $f_{\max} = 4.7(n = 1.89)$ についても設定している。

1340.4 ガルの最大加速度は「アスペリティ実効応力大(19.1MPa)」と「高周波遮断特性平均 $+\sigma$ 」を組合わせた場合に得られており、これらの値が極めて重要だと言える。それでも、これらは標準偏差分のバラツキしか考慮していないのであり、JNES のパラメータ設定は決して極端な設定では

なく、極めてノーマルだと言える。

逆に言えば、北米中心の地震データに基づく入倉の $S - M_0$ 関係式をそのまま国内の活断層に適用し、断層面積から地震規模を求める通常のレシピが異常なのであり、レシピによる断層モデルのパラメータは小さすぎるのである[16, 17]。このレシピの問題点を解決するための折衷案として地震調査研究推進本部が持ち出した 2008 年修正レシピ[21]では、JNES と同様に地震規模を気象庁マグニチュードで決めてから断層面積を逆算している。これは本質的な解決策とは言えないが、レシピ通りでは地震動が過小評価されることを事実上認めたと等しい。

また、九州電力は未飽和断層のアスペリティ平均応力降下量を 15.9MPa と通常のレシピと同程度の値に小さく設定し、そのまま飽和断層に適用しているが、これも小さすぎて地震動の過小評価につながっている[18]。

JNES は M7.3 についても同様に断層モデルのパラメータを設定しているが、M7.3 の地震モーメントは未飽和断層の限界値 $7.5 \times 10^{18}\text{Nm}$ をはるかに超えるため、未飽和断層ではなく飽和断層として扱うべきである。そこで、表 12 に JNES による断層モデルのパラメータと飽和断層に対する通常の断層モデル・レシピによる値を記載し、表 13 および表 14 には JNES の $S - M_0$ 関係式を飽和断層に対する入倉式 $S = 4.24 \times 10^{-11}M_0^{1/2}$ [1] および武村式 $S = 1.95 \times 10^{-11}M_0^{1/2}$ [22] で置換えた場合の値を記載した。未飽和断層では地震モーメントが断層面積の 1.5 乗に比例して増えるが、飽和断層では断層面積の 2 乗に比例して増える。そのため、飽和断層では応力降下量は地震規模とともに増大していく。表 13 で応力降下量が断層平均で $3.06 \rightarrow 3.64\text{MPa}$, アスペリティ平均で $(10.9, 13.9, 19.1\text{MPa}) \rightarrow (13.0, 16.5, 22.7\text{MPa})$ と増えているのはそのためである。本来なら、JNES はこれらの値を使って地震動評価を行うべきだったといえる。

ところが、武村式を用いた表 14 ではアスペリティ平均応力降下量が $(41.6, 53.0, 72.9\text{MPa})$ と異常に大きくなっている。プレート境界地震や沈み込んだプレート内地震ならこのレベルの応力降下量もあり得るが、内陸地殻内地震でこれほど大き

な応力降下量は考えにくい。つまり、武村式は国内の活断層による地震について $S - M_0$ 関係を良く表してはいるが、それを断層モデルの今のレシピにそのまま適用することはできないということである。最近 20 年間の国内地震観測記録に基づいて断層モデルを構築し直す必要があると長沢が主張しているのは、このためである [16, 17, 18]。

6 耐専スペクトルによる震源近傍での地震動過小評価

JNES は断層モデルに加えて、231 評価点について等価震源距離を求め、耐専スペクトルによる地震動評価も行っている。そこから浮かび上がるのは、耐専スペクトル [19] が震源近傍での地震動を大きく過小評価している可能性である。

JNES は耐専スペクトルによる内陸補正後のスペクトル（図中では「スペクトル距離減衰式(2002)」と記載）と断層モデルによる評価結果を図 24～図 29 のように示している。平均値については両者でほとんど変わらないため、震源から一定程度離れると断層モデルとの評価結果の差は小さくなると言える。もっとも、断層モデルによる地震動評価と同程度に地震動を過小評価している可能性は残るが、JNES による断層モデルのパラメータ設定は一応、いくつかの国内地震観測記録に適合するよう工夫されており、その限りで信用度は高い。したがって、M5.5～M6.8 の未飽和断層に関する限り、耐専スペクトル(内陸補正後)は JNES の断層モデルと同様に平均的なレベルでは妥当性が高いと言えよう。

ところが、最大値については事情が異なる。耐専スペクトルの最大値をつないだスペクトルは縦ずれ断層モデルによる評価結果の 1/2～1/5 にすぎず、かなりの差がある。横ずれ断層の最大値と比べれば、その差はさらに 1/3～1/8 に開く⁶つまり、震源近傍では、耐専スペクトルは地震動を大幅に

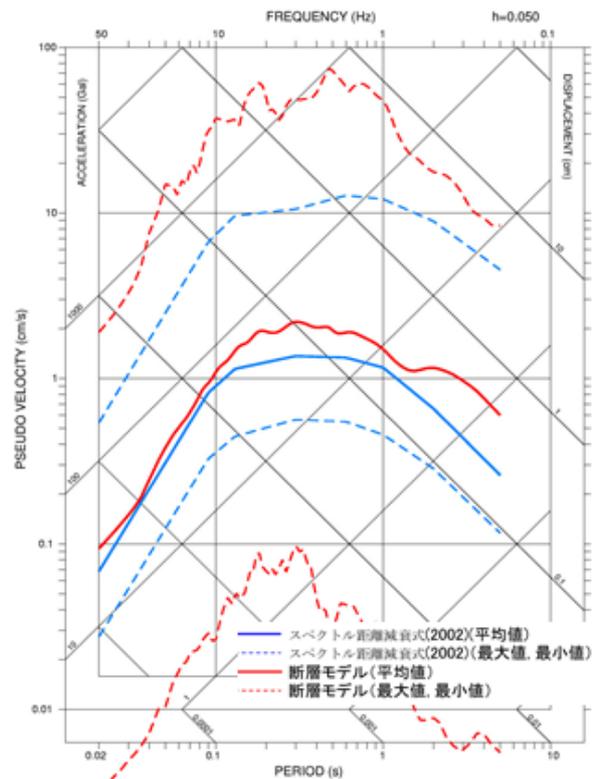


図 24: 耐専スペクトル(内陸補正後)と縦ずれ断層モデル(地震発生層 3～20km)による地震動評価結果の比較 (M5.5)[5]

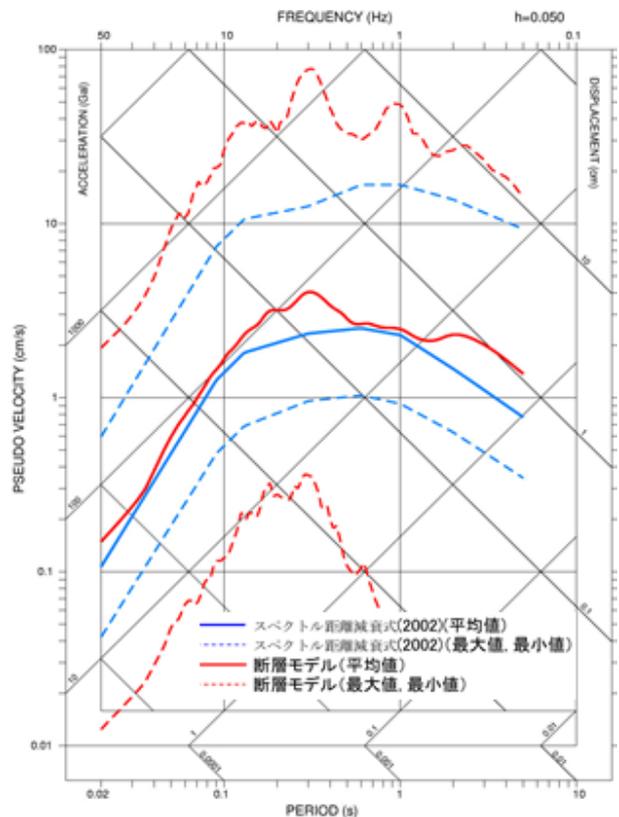


図 25: 耐専スペクトル(内陸補正後)と縦ずれ断層モデル(地震発生層 3～20km)による地震動評価結果の比較 (M6.0)[5]

⁶JNES は、報告書 [5] の中で耐専スペクトルと比較している断層モデルが「縦ずれ断層」であるとは明記していない。知らずに読むと、横ずれ断層も含まれていると思い込んでしまう。横ずれ断層と縦ずれ断層とでは平均値ではほとんど差がないものの、最大値ではかなり大きな差がある。横ずれ断層と比較すると耐専スペクトルとの差が開きすぎるため、こっそり縦ずれ断層と比較したのではないかと勘ぐりたくもなる。

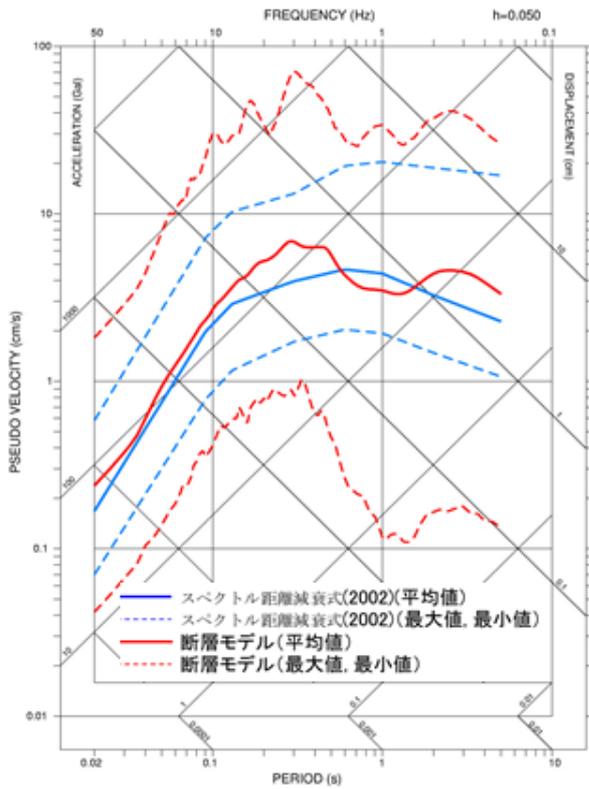


図 26: 耐専スペクトル(内陸補正後)と縦ずれ断層モデル(地震発生層 3~20km)による地震動評価結果の比較 (M6.5)[5]

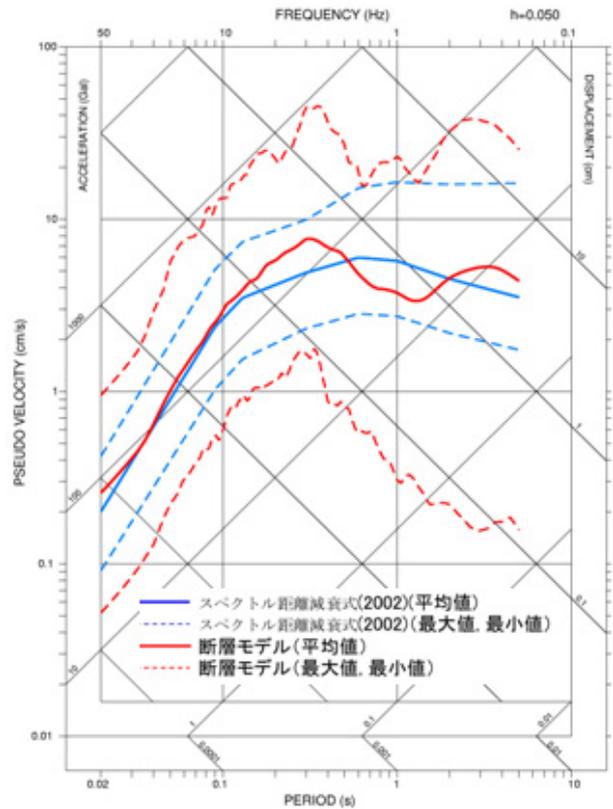


図 28: 耐専スペクトル(内陸補正後)と縦ずれ断層モデル(地震発生層 3~20km)による地震動評価結果の比較 (M6.7)[5]

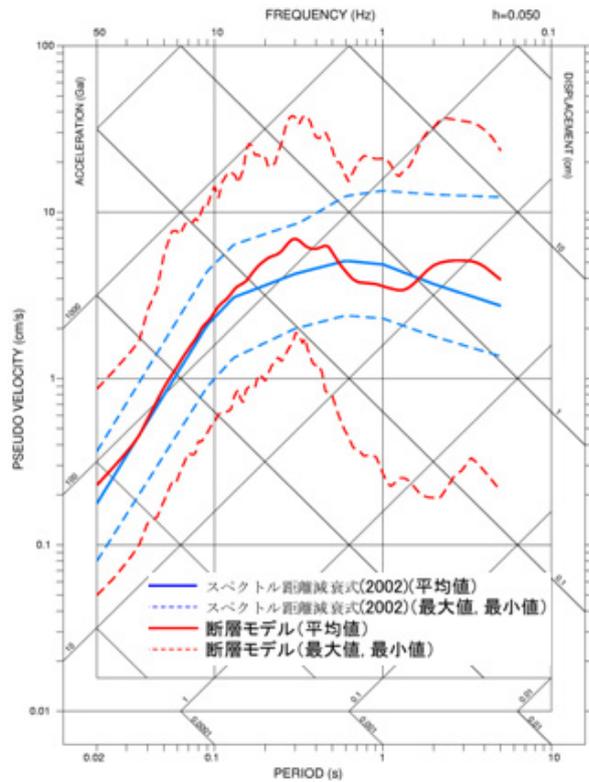


図 27: 耐専スペクトル(内陸補正後)と縦ずれ断層モデル(地震発生層 3~20km)による地震動評価結果の比較 (M6.6)[5]

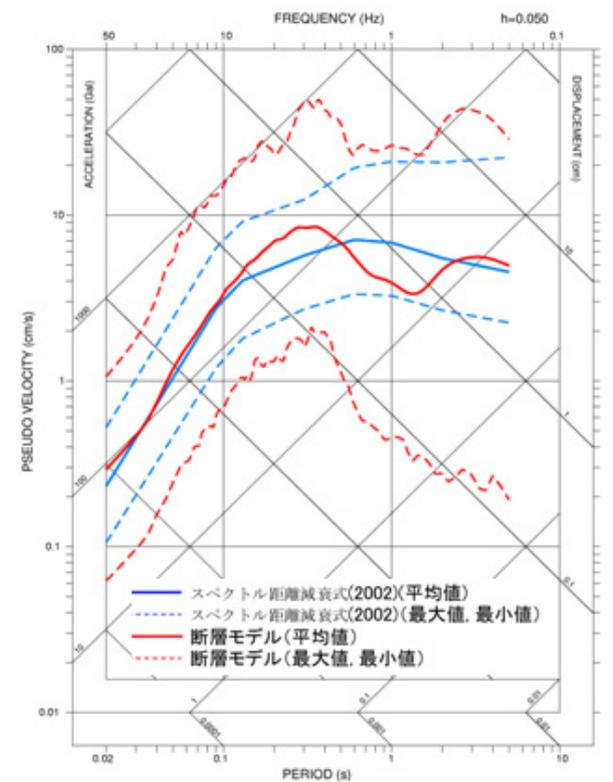


図 29: 耐専スペクトル(内陸補正後)と縦ずれ断層モデル(地震発生層 3~20km)による地震動評価結果の比較 (M6.8)[5]

過小評価している可能性があるということになる。このことは、まさに、耐専スペクトルを作成する際、震源近傍での地震観測記録が不足していたという一言に尽きる [23]。この観点からも、耐専スペクトルをそのまま適. 用するのではなく、最近 20 年間の震源近傍を含めた地震観測記録を用いて耐専スペクトルを構築し直すべきだと言える。

JNES は、「震源を特定せず策定する地震動」に関する調査を目的としているため、飽和断層については断層モデルとの比較をしていない。たとえば、川内 1-2 号では、図 3 の市来断層帯市来区間 M7.2 のように断層モデルによる地震動評価結果は耐専スペクトルの 1/2~1/3 にすぎない。これは断層モデルのほうにパラメータ設定の問題があるためだと考えられる [18]。2008 年岩手・宮城内陸地震 M7.2 では震源近傍に位置する一関西の地下岩盤 ($V_s = 1810\text{m/s}$) に設置された地震計で 1078 ガルの地震動を観測している。はぎとり波に換算すればほぼ 2 倍の 2000 ガルにもなると推定される。このような観測記録を耐専スペクトルに反映させれば、図 3 の耐専スペクトルは大きく引き上げられるであろうし、耐専スペクトルの「倍半分」のバラツキを考慮すれば、2 倍以上に引き上げられるべきであろう。

7 まとめ

この小論では、「震源を特定せず策定する地震動」について、原子力安全基盤機構 JNES が 2001~2009 年の 9 年をかけて検討した地震動評価結果に基づき、以下のことを明らかにした。

第 1 に、JNES は 1997 年鹿児島県北西部地震など地震断層を伴わない地震による地震観測記録に適合するような断層モデルを構築し、M6.5 の横ずれ断層による地震動が震源近傍の地震基盤上の評価点において 1340.4 ガルになることを示している。また、M5.5~M6.5 のいずれに対しても、震源近傍の地震基盤表面で 1000 ガル以上の地震動が生じることを示している。実際にも、2007 年新潟県中越沖地震 M6.8 で柏崎刈羽原発の解放基盤表面はぎとり波で 1699 ガルの地震動が観測・評価されている。2008 年岩手・宮城内陸地震 M7.2 で

は地下岩盤の地震計で 1078 ガルの地震観測記録がとられており、地震基盤表面や解放基盤表面はぎとり波に換算すれば 2000 ガル近くになると推定される。したがって、JNES の算出した M5.5~M6.5 の地震による震源近傍での 1000 ガル以上の地震動は現実にも発生する可能性が高く、これを「震源を特定せず策定する地震動」として設定すべきである。

第 2 に、JNES は 1340.4 ガルの地震動を算定しながら、それを「震源を特定せず策定する地震動」として設定しない理由として、「全プラント共通に設定するミニマムリクワイアメントのもの」という考え方にに基づき、「断層最短距離 20km 以内の地震動評価結果の平均 +1.64 標準偏差」または「 $10^{-5} \sim 10^{-4}$ の超過確率別応答スペクトルの範囲内」という設定基準を打ち出している。しかし、これらは震源近傍での大きな地震動を遠方の小さな地震動で薄めて平均化したり、全国一様に同確率で地震が発生するというあり得ない想定の下で無理矢理導き出された設定基準であり、国民の批判には到底耐えられない。大飯 3-4 号運転差し止め訴訟における 2014 年 5 月 21 日福井地裁判決が示したように、福島第一原発炉心溶融事故ではその放射能災害により憲法で保障されるべき「人格権」が侵害されたのであり、「このような事態を招く具体的危険性が万が一でも」あってはならない。「原子力発電所に求められるべき安全性、信頼性は極めて高度なものでなければならず、万一の場合にも放射性物質の危険から国民を守るべく万全の措置がとられなければならない」のである。M5.5~M6.5 の地震による 1000 ガル以上の地震動は、国内のどこでも現実には起こりうる具体的な危険性であり、今日の地震学ではこれを否定できないというのが現実である以上、「震源を特定せず策定する地震動」として設定すべきであり、そうしないのは人格権の侵害につながると言える。

第 3 に、「震源を特定せず策定する地震動」の評価に際して JNES が設定した断層モデルは電力会社が原発の耐震性を評価するために通常用いているレシピとは異なり、地震モーメント、アスペリティ面積、短周期レベル、応力降下量など短周期地震動を左右するパラメータ値が大きい。逆に言

えば、通常のレシピによる断層モデルでは地震動が過小評価されることを示唆している。九州電力による独自の断層モデルでは応力降下量が小さくなるように設定されている。原発の耐震性を評価する際に「駆使」されるこのような地震動の過小評価を反省し、最近 20 年間に蓄積された国内地震観測記録に基づいて「国内の活断層による内陸地殻内地震」を正しく評価できるよう、断層モデルを構築し直すべきである。

第 4 に、JNES は断層モデルによる地震動評価結果を耐専スペクトル(内陸補正後)と比較しているが、M5.5~M6.8 に対する震源近傍の耐専スペクトルは縦ずれ断層に対して 1/2~1/5、横ずれ断層に対して 1/3~1/8 にすぎず、大幅な過小評価となっている。これは耐専スペクトル策定時の地震観測記録の不足が原因であり、最近 20 年間の震源近傍の国内地震観測記録に基づいて耐専スペクトルを再構築すべきである。

JNES は 2014 年 3 月 1 日に原子力規制委員会(正確には、その事務局である原子力規制庁)へ統合された。これを機に、原子力規制委員会・規制庁は、JNES の地震動評価で逆説的にではあるが具体的に明らかになった断層モデルや耐専スペクトルによる地震動過小評価を率直に認め、これらを構築し直すべきである。そして、「震源を特定して策定する地震動」を正しく評価し直し、また、1000 ガル以上の「震源を特定せず策定する地震動」を設定すべきである。そうすれば、川内 1・2 号においても、基準地震動が 1000 ガルを大幅に超えることは避けられない。それは川内 1・2 号のクリフエッジが基準地震動によって超えられることを意味し、再稼働など到底不可能ということにならざるを得ない。これこそが原発重大事故によって二度と人格権を侵害しないための最善の措置である。

参考文献

- [1] 入倉孝次郎・三宅弘恵(2001): シナリオ地震の強震動予測, 地学雑誌, 110, 849-875
- [2] 財団法人 原子力発電技術機構 原子力安全解析所(2002): 平成 13 年度 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, INS/M01-16(2002.3) <https://www.nsr.go.jp/archive/jnes/atom-library/H13.3.25.pdf>
- [3] 財団法人 原子力発電技術機構 原子力安全解析所(2003): 平成 14 年度 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, INS/M02-15(2003.3) <http://www.nsr.go.jp/archive/jnes/atom-library/H14.3.29.pdf>
- [4] 財団法人 原子力発電技術機構 原子力安全解析所(2003): 平成 15 年度 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, INS/M03-14(2003.9) <http://www.nsr.go.jp/archive/jnes/atom-library/H15.3.25.pdf>
- [5] 独立行政法人 原子力安全基盤機構(2004): 平成 15 年度 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, JNES/SAE04-07004 解部報-0070(2004.9) <http://www.nsr.go.jp/archive/jnes/atom-library/seika/000005315.pdf>
- [6] 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) <https://www.nsr.go.jp/archive/jnes/atom-library/seika/000005757.pdf>
- [7] 独立行政法人 原子力安全基盤機構(2009): 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, JNES/SSD08-00908 耐部報-0009(2009.3) <https://www.nsr.go.jp/archive/jnes/atom-library/seika/000005757.pdf>
- [8] 原子力安全・保安院(2012): 九州電力川内原子力発電所 1 号機及び 2 号機の安全性に関する総合的評価(一次評価)に関する審査結果取りまとめ(2012.9.3)
- [9] 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-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-, 日本地震工学会論文集, 第 4 巻, 第 4 号, 46-86
- [10] (財)地域地盤環境研究所(2011): 震源を特定せず策定する地震動に関する計算業務報告書(2011.3) http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/taishinkojo/pdf/ukeoi_1.pdf
- [11] 九州電力(2007): 当社原子力発電所の主要施設の概略影響検討結果(概要)(2007.9.20)
- [12] 九州電力(2008): 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う玄海及び川内原子力発電所の耐震安全性評価結果(中間報告)について(2008.3.31)
- [13] 九州電力(2013): 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)
- [14] 九州電力(2014): 川内原子力発電所 基準地震動の策定について(コメント回答), 第 92 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 3-1(2014.3.12)
- [15] Maeda, T. and T. Sasatani(2009): Strong ground motions from an M_j 6.1 inland crustal earthquake in Hokkaido, Japan: the 2004 Rumoi earthquake, Earth Planets Space, 61, 689-701.
- [16] 長沢啓行(2013): 伊方原子力発電所の耐震安全性は保証されていない, 伊方訴訟(四国電力株式会社に対する伊方原発運転差止請求事件)に関連して松山地方裁判所民事第 2 部へ提出した意見書(2013.12.26 記) <http://wakasa-net.sakura.ne.jp/news/ikata-ikensho.pdf>, <http://wakasa-net.sakura.ne.jp/news/ikata-bessatu.pdf>
- [17] 長沢啓行(2014): 大飯 3・4 号と高浜 3・4 号の耐震安全性は保証されていない, 若狭ネット第 147 号, 6-27(2014/1/14) <http://wakasa-net.sakura.ne.jp/pre/news/147.pdf>
- [18] 長沢啓行(2014): 川内 1・2 号の耐震安全性は保証されていない, 若狭ネット第 149 号, 6-31(2014/5/11) <http://wakasa-net.sakura.ne.jp/pre/news/149.pdf> (菊地・山中(1997)論文の地震モーメントについて 5/23) <http://wakasa-net.sakura.ne.jp/news/explain20140522.pdf>

表 1: 地震発生層が3~20km の場合の横ずれ断層 (傾斜角 90 度) の断層上下端とアスペリティの設定 (地震発生層を 2~20km とする場合には M5.5~M6.5 の「浅い」ケースを括弧内の数値に置き換える)

	実効応力小 (10.9MPa)			実効応力中 (13.9MPa)			実効応力大 (19.1MPa)		
断層 6km×5km	M5.5			M5.5			M5.5		
断層上端深さ [km]	3 (2)	9	15	3 (2)	9	15	3 (2)	9	15
最大アスペリティの上端深さ [km]	浅い 3 (2)	中間 10	深い 17	浅い 3 (2)	中間 10	深い 18	浅い 3 (2)	中間 10	深い 18
最大アスペリティ [km]	長さ 2 × 幅 3			長さ 2 × 幅 2			長さ 2 × 幅 2		
断層下端深さ [km]	8 (7)	14	20	8 (7)	14	20	8 (7)	14	20
断層 9km×8km	M6.0			M6.0			M6.0		
断層上端深さ [km]	3 (2)	8	12	3 (2)	8	12	3 (2)	8	12
最大アスペリティの上端深さ [km]	浅い 3 (2)	中間 10	深い 16	浅い 3 (2)	中間 10	深い 16	浅い 3 (2)	中間 10	深い 17
最大アスペリティ [km]	長さ 4 × 幅 4			長さ 3 × 幅 4			長さ 3 × 幅 3		
断層下端深さ [km]	11(10)	16	20	11(10)	16	20	11(10)	16	20
断層 14km×13km	M6.5			M6.5			M6.5		
断層上端深さ [km]	3 (2)	5	7	3 (2)	5	7	3 (2)	5	7
最大アスペリティの上端深さ [km]	浅い 4 (2)	中間 8	深い 14	浅い 3 (2)	中間 8	深い 14	浅い 3 (2)	中間 9	深い 15
最大アスペリティ [km]	長さ 6 × 幅 6			長さ 5 × 幅 6			長さ 4 × 幅 5		
断層下端深さ [km]	16(15)	18	20	16(15)	18	20	16(15)	18	20
断層 19km×17km	M6.8			M6.8			M6.8		
断層上端深さ [km]	3	3	3	3	3	3	3	3	3
最大アスペリティの上端深さ [km]	浅い 5	中間 7	深い 12	浅い 5	中間 8	深い 13	浅い 4	中間 8	深い 14
最大アスペリティ [km]	長さ 8 × 幅 8			長さ 7 × 幅 7			長さ 6 × 幅 6		
断層下端深さ [km]	20	20	20	20	20	20	20	20	20
(断層長さ × 幅)	M7.1 *1 (33km×17km)			M7.3 *2 (48km×17km)			M7.3 *2 (48km×17km)		
断層上端深さ [km]	—	3	—	—	3	—	3	—	3
最大アスペリティの上端深さ [km]	—	中間 8	—	—	中間 9	—	浅い 8	—	深い 10
最大アスペリティ [km]	長さ 10 × 幅 11			長さ 11 × 幅 11			長さ 9 × 幅 10		
断層下端深さ [km]	—	20	—	—	20	—	20	—	20

*1: JNES によれば, M7.3 の場合, 「実効応力小」ではアスペリティ面積が大きくなりすぎて, 地表変形量が 5cm の条件を満たさないため, M7.3 では, 実効応力小のケースを評価していない。その代わりに, M7.1 の場合に「実効応力小」で設定可能なケースが見つかったことから, これを設定している [2, 3, 4, 5, 6]。

*2: 実効応力の大中小の各ケースで断層とアスペリティの上端深さが「浅い」「中間」「深い」の 3 種類とされているが, M7.3 の場合にはアスペリティ位置を事実上浅くも深くもとれない。実効応力中では「中間」、実効応力大では「浅い」と「深い」と分類されているが, いずれも事実上は「中間」である。

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

[20] 佐藤浩章・芝良昭・東貞成・功刀卓・前田宜浩・藤原広行 (2013): 物理探査・室内試験に基づく 2004 年留萌支庁南部地震の地震による K-NET 港町観測点 (HKDO20) の基盤地震動とサイト特性評価, 電力中央研究所報告 (2013.12) <http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/N13007.html>

[21] 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2008): 「全国を概観した地震動予測地図」2008 年版, 付録 3. 震源断層を特定した地震の強震動予測手法 (「レシピ」) (平成 20 年 4 月 11 日改訂), 46-74

[22] 武村雅之 (1998): 日本列島における地殻内地震のスケールリング則—地震断層の影響および地震被害との関連—, 地震第 2 輯, 51, 211-228.

[23] 若狭ネット編集局 (2008): 「わかさ」ちゃんと「ママ」のひとこと談議 耐専スペクトルのここがヘン!?, 若狭ネット第 114 号, 6-16(2008/8/1) <http://wakasa-net.sakura.ne.jp/pre/news/114/114c.pdf>

表 2: 地震発生層が 3~20km の場合の縦ずれ断層（傾斜角 45 度）の断層上下端とアスペリティの設定

	実効応力小 (10.9MPa)			実効応力中 (13.9MPa)			実効応力大 (19.1MPa)		
断層 6km×5km	M5.5			M5.5			M5.5		
断層上端深さ [km]	3.0	10.1	16.4	3.0	10.1	16.4	3.0	10.1	16.4
最大アスペリティの上端深さ [km]	浅い 3.0	中間 10.8	深い 17.8	浅い 3.0	中間 10.8	深い 18.6	浅い 3.0	中間 10.8	深い 18.6
最大アスペリティ [km]	長さ 2 × 幅 3			長さ 2 × 幅 2			長さ 2 × 幅 2		
断層下端深さ [km]	6.5	13.6	20.0	6.5	13.6	20.0	6.5	13.6	20.0
断層 9km×8km	M6.0			M6.0			M6.0		
断層上端深さ [km]	4.4	10.8	14.3	3.0	10.1	14.3	3.0	10.1	14.3
最大アスペリティの上端深さ [km]	浅い 7.2	中間 12.2	深い 17.1	浅い 5.8	中間 11.5	深い 17.1	浅い 5.1	中間 11.5	深い 17.8
最大アスペリティ [km]	長さ 4 × 幅 4			長さ 3 × 幅 4			長さ 3 × 幅 3		
断層下端深さ [km]	10.1	16.4	20.0	8.7	15.7	20.0	8.7	15.7	20.0
断層 14km×13km	M6.5			M6.5			M6.5		
断層上端深さ [km]	7.9	10.8	10.8	7.2	10.8	10.8	4.4	10.8	10.8
最大アスペリティの上端深さ [km]	浅い 12.9	中間 14.3	深い 15.7	浅い 12.2	中間 13.6	深い 15.7	浅い 10.1	中間 13.6	深い 16.4
最大アスペリティ [km]	長さ 6 × 幅 6			長さ 5 × 幅 6			長さ 4 × 幅 5		
断層下端深さ [km]	17.1	20.0	20.0	16.4	20.0	20.0	13.6	20.0	20.0
(断層長さ × 幅)	M6.6 *1 (15km×15km)			M6.7 *1 (17km×16km)			M6.8 *1 (19km×17km)		
断層上端深さ [km]	—	9.4	—	—	8.7	—	7.2	—	7.9
最大アスペリティの上端深さ [km]	—	中間 15.0	—	—	中間 15.0	—	浅い 15.0	—	深い 15.7
最大アスペリティ [km]	長さ 6 × 幅 7			長さ 6 × 幅 7			長さ 6 × 幅 6		
断層下端深さ [km]	—	20.0	—	—	20.0	—	19.3	—	20.0

*1: JNES によれば, M6.8 の場合, 「実効応力小」「実効応力中」ではアスペリティ面積が大きくなりすぎて, 地表変形量が 5cm の条件を満たさないため, M6.8 では, 実効応力大のケース以外は評価していない. その代わりに, M6.6 の場合に「実効応力小」, M6.7 の場合に「実効応力中」で設定可能なケースが見つかったことから, これらを設定している. 実効応力の大中小の各ケースで断層とアスペリティの上端深さが「浅い」「中間」「深い」の 3 種類とされているが, M6.8 の場合にはアスペリティ位置を事実上浅くも深くもとれない. 実効応力中では「中間」, 実効応力大では「浅い」と「深い」と分類されているが, いずれも事実上は「中間」である. また, 横ずれ断層の場合には M7.3 まで断層モデルを設定できたが, 縦ずれ断層 (逆断層) の場合には, M6.8 を超える地震規模では地表変形量が 5cm を超えるため設定できない [5, 6]. JNES は傾斜角が 30 度と 60 度の場合も評価しているが, 断層およびアスペリティのサイズは傾斜角によらず同じ (傾斜角 90 度の横ずれ断層とも同じ) であり, 深さの位置だけが異なる [4].

[参考] M6.5 でアスペリティ上端 3km まで設定して傾斜角を変えた場合の縦ずれ断層の設定と地震動評価結果 [4]

	傾斜角 30 度				傾斜角 45 度			
断層上端深さ [km]	3.0	5.0	9.5	13.5	3.0	5.1	8.0	10.8
アスペリティ上端深さ [km]	3.0	5.0	11.0	17.0	3.0	5.1	10.1	15.7
最大アスペリティ [km]	長さ 5 × 幅 6				長さ 5 × 幅 6			
断層下端深さ [km]	9.5	11.5	16.0	20.0	12.2	14.3	17.2	20.0
最大加速度 [cm/s ²]	734.3	523.4	359.6	230.2	729.8	514.8	513.6	229.5
最大速度 [cm/s]	37.2	35.9	18.6	14.1	45.6	34.3	25.3	18.3
	傾斜角 60 度							
断層上端深さ [km]	3.0	4.7	7.3	9.0	実効応力 13.9MPa : 中 高周波遮断特性 $f_{max} = 7.0\text{Hz}$: 平均			
アスペリティ上端深さ [km]	3.0	4.7	9.9	15.1				
最大アスペリティ [km]	長さ 5 × 幅 6				断層長さ 14 km × 幅 13 km (傾斜角によらない)			
断層下端深さ [km]	14.3	16.0	18.6	20.3				
最大加速度 [cm/s ²]	700.9	508.7	513.0	262.7				
最大速度 [cm/s]	65.9	45.4	25.5	15.6				

注) JNES の前身である原子力発電技術機構原子力安全解析所は, データが少ないと断りながらも「伏在縦ずれ断層の平均 (地表) 変形量は 17cm」であることから, 縦ずれ断層の場合には地表変形量を 17cm まで許容し, M6.5 の場合に限り, アスペリティ上端深さを 3.0km まで設定して地震動評価を行っている. しかし, JNES は縦ずれ断層の場合も「地表変形量 5cm 以下」として, これを採用していない. したがって, ここでは参考値として掲載する.

表3: 横ずれ断層モデル(アスペリティ上端深さ2km, 地震発生層2~20km, 傾斜角90度)による地震基盤表面での地震動評価結果: 地震基盤表面地震動の最大加速度と最大速度の231評価点中最大値

最大加速度 [cm/s ²]	$f_{\max} = 4.7\text{Hz} : \text{平均} - \sigma$			$f_{\max} = 7.0\text{Hz} : \text{平均}$			$f_{\max} = 11.9\text{Hz} : \text{平均} + \sigma$		
	アスペリティ実効応力	小	中	大	小	中	大	小	中
M5.5	384.9	502.4	554.5	523.8	706.6	775.0	706.7	987.6	1100.8
M6.0	400.0	393.1	489.5	612.1	511.3	702.5	951.8	772.5	1014.7
M6.5	450.1	526.5	717.0	581.8	703.1	966.4	791.7	951.8	1340.4

最大速度 [cm/s]	$f_{\max} = 4.7\text{Hz} : \text{平均} - \sigma$			$f_{\max} = 7.0\text{Hz} : \text{平均}$			$f_{\max} = 11.9\text{Hz} : \text{平均} + \sigma$		
	アスペリティ実効応力	小	中	大	小	中	大	小	中
M5.5	26.0	27.6	34.2	28.7	32.1	37.2	31.9	38.0	44.4
M6.0	46.4	39.9	46.3	49.3	42.4	50.0	52.5	46.5	53.4
M6.5	68.3	58.6	61.0	70.4	61.8	63.0	72.2	65.0	65.4

注: JNES(2004年度)[6]の図2.54~3.62に記載された値を転載した。断層上下端やアスペリティの位置は表1の浅いケースの括弧内に対応し、最大加速度と最大速度はいずれも周期0.02秒での応答値に相当する。アスペリティ実効応力は表4と同じ。M6.0において、「実効応力中」での最大加速度と最大速度が「実効応力小」および「実効応力大」での各値より10~20%程度小さくなっており、しかも、最大加速度はM5.5およびM6.5の「実効応力中」での値より同程度小さくなっているが、これらの理由は不明である。上記の最大値は、あくまで231の評価点で評価された地震基盤表面地震動の最大加速度と最大速度の最大値であり、両者が同じ評価点になるとは限らない。地震動の最大加速度は「周期0.02秒での応答加速度値」に相当する。

表4: 横ずれ断層モデル(地震発生層3~20km, 傾斜角90度)による地震基盤表面での地震動評価結果: 最大加速度と最大速度の231評価点中最大値(いずれも周期0.02秒での応答値, 断層設定は表1に対応)

最大加速度 [cm/s ²]	実効応力小 (10.9MPa)			実効応力中 (13.9MPa)			実効応力大 (19.1MPa)		
	アスペリティ上端深さ	浅い	中間	深い	浅い	中間	深い	浅い	中間
高周波遮断特性 $f_{\max} = 4.7\text{Hz}(n = 1.89) : \text{平均} - \sigma$									
M6.5	390.0	272.9	130.4	503.1	264.2	147.2	496.3	326.5	166.0
M6.8	305.1	209.7	184.6	374.2	243.2	190.3	471.7	328.7	221.0
高周波遮断特性 $f_{\max} = 7.0\text{Hz}(n = 1.82) : \text{平均}$									
M5.5	446.3	182.1	77.2	522.5	196.5	84.3	634.5	242.2	103.9
M6.0	502.4	185.4	142.3	501.7	230.3	155.1	737.3	290.1	140.9
M6.5	634.3	388.5	186.6	710.1	374.1	197.8	746.8	442.8	235.8
M6.8	434.9	301.8	225.6	527.9	335.5	261.7	670.8	430.7	316.0
M7.1	—	321.7	—	—	—	—	—	—	—
M7.3	—	—	—	—	332.1	—	433.4	—	321.0
高周波遮断特性 $f_{\max} = 11.9\text{Hz}(n = 1.84) : \text{平均} + \sigma$									
M6.5	1014.7	544.9	268.3	1010.9	535.2	275.3	1098.2	592.0	334.5
M6.8	610.8	436.9	300.1	825.3	467.5	361.1	982.9	586.8	456.0
最大速度 [cm/s]	実効応力小 (10.9MPa)			実効応力中 (13.9MPa)			実効応力大 (19.1MPa)		
	アスペリティ上端深さ	浅い	中間	深い	浅い	中間	深い	浅い	中間
高周波遮断特性 $f_{\max} = 4.7\text{Hz}(n = 1.89) : \text{平均} - \sigma$									
M6.5	43.5	25.3	17.5	60.4	24.6	14.9	52.5	21.4	15.4
M6.8	56.7	40.6	26.7	52.8	39.6	34.3	62.0	45.3	35.2
高周波遮断特性 $f_{\max} = 7.0\text{Hz}(n = 1.82) : \text{平均}$									
M5.5	21.9	8.6	4.5	25.8	9.1	4.5	32.1	10.5	5.8
M6.0	37.9	14.4	8.3	34.5	14.3	8.0	40.3	14.6	7.9
M6.5	45.0	26.1	17.9	66.4	26.1	15.6	54.9	22.5	16.4
M6.8	59.7	41.9	27.5	54.4	40.8	35.3	64.5	47.3	36.1
M7.1	—	37.1	—	—	—	—	—	—	—
M7.3	—	—	—	—	56.7	—	61.8	—	55.9
高周波遮断特性 $f_{\max} = 11.9\text{Hz}(n = 1.84) : \text{平均} + \sigma$									
M6.5	46.8	26.9	18.4	72.7	28.0	16.5	57.4	23.5	17.6
M6.8	62.9	43.3	28.4	58.8	41.8	36.2	67.1	49.4	37.3

注: NUPEC(2002年度)[3]の図3.15~3.29およびJNES(2003年度)[5]の図4.14~4.30に記載された値を転載した。

表 5: 縦ずれ断層モデル (地震発生層 3~20km, 傾斜角 45 度) による地震基盤表面での地震動評価結果 : 最大加速度と最大速度の 231 評価点中最大値 (いずれも周期 0.02 秒での応答値, 断層モデルは表 2 に対応)

最大加速度 [cm/s ²]	実効応力小 (10.9MPa)			実効応力中 (13.9MPa)			実効応力大 (19.1MPa)		
アスペリティ上端深さ	浅い	中間	深い	浅い	中間	深い	浅い	中間	深い
高周波遮断特性 $f_{\max} = 4.7\text{Hz}(n = 1.89)$: 平均 $-\sigma$									
M5.5	283.6	109.7	72.0	334.6	119.7	73.7	329.7	122.9	68.7
M6.0	199.6	113.1	109.1	270.1	175.0	110.0	318.5	194.6	122.3
M6.5	181.5	249.9	133.1	233.0	161.9	151.0	306.6	214.0	171.4
M6.6	—	164.3	—	—	—	—	—	—	—
M6.7	—	—	—	—	193.4	—	—	—	—
M6.8	—	—	—	—	—	—	175.3	—	173.7
高周波遮断特性 $f_{\max} = 7.0\text{Hz}(n = 1.82)$: 平均									
M5.5	367.4	142.8	93.9	421.6	164.6	97.7	414.0	186.8	96.9
M6.0	265.3	168.3	138.0	344.0	231.0	149.5	447.1	257.2	159.3
M6.5	303.2	303.2	200.6	303.2	223.4	200.6	422.6	279.9	223.8
M6.6	—	214.4	—	—	—	—	—	—	—
M6.7	—	—	—	—	232.0	—	—	—	—
M6.8	—	—	—	—	—	—	233.4	—	228.5
高周波遮断特性 $f_{\max} = 11.9\text{Hz}(n = 1.84)$: 平均 $+\sigma$									
M5.5	537.5	197.2	123.3	596.3	260.5	136.1	582.3	311.0	142.9
M6.0	377.8	259.9	168.6	443.9	302.3	213.8	606.5	340.0	200.6
M6.5	300.7	407.0	256.5	386.3	324.5	288.9	570.9	366.4	313.7
M6.6	—	271.7	—	—	—	—	—	—	—
M6.7	—	—	—	—	299.0	—	—	—	—
M6.8	—	—	—	—	—	—	332.5	—	327.0
最大速度 [cm/s]	実効応力小 (10.9MPa)			実効応力中 (13.9MPa)			実効応力大 (19.1MPa)		
アスペリティ上端深さ	浅い	中間	深い	浅い	中間	深い	浅い	中間	深い
高周波遮断特性 $f_{\max} = 4.7\text{Hz}(n = 1.89)$: 平均 $-\sigma$									
M5.5	18.9	23.0	24.3	8.1	9.4	9.3	5.2	4.7	4.8
M6.0	14.4	19.0	17.0	12.2	13.6	12.6	7.8	8.1	9.0
M6.5	17.5	21.4	23.1	19.7	21.4	18.4	16.6	18.7	20.5
M6.6	—	20.6	—	—	—	—	—	—	—
M6.7	—	—	—	—	21.8	—	—	—	—
M6.8	—	—	—	—	—	—	21.4	—	21.2
高周波遮断特性 $f_{\max} = 7.0\text{Hz}(n = 1.82)$: 平均									
M5.5	21.0	26.3	27.6	8.3	9.7	9.8	5.4	5.2	5.2
M6.0	16.6	20.6	18.4	12.6	14.0	13.3	8.6	8.7	10.4
M6.5	24.1	24.1	23.3	24.1	22.3	19.8	20.2	20.2	22.0
M6.6	—	22.0	—	—	—	—	—	—	—
M6.7	—	—	—	—	22.8	—	—	—	—
M6.8	—	—	—	—	—	—	23.1	—	22.1
高周波遮断特性 $f_{\max} = 11.9\text{Hz}(n = 1.84)$: 平均 $+\sigma$									
M5.5	23.0	29.9	31.2	8.6	10.1	10.3	5.6	5.8	5.8
M6.0	18.6	22.1	20.0	13.1	14.3	14.1	9.4	9.6	11.6
M6.5	19.5	26.9	24.9	24.2	23.1	21.3	19.1	22.0	23.4
M6.6	—	23.4	—	—	—	—	—	—	—
M6.7	—	—	—	—	23.9	—	—	—	—
M6.8	—	—	—	—	—	—	24.8	—	23.1

注 : JNES(2003 年度)[5] の図 2.67~2.98 に記載された値を転載した。

表 6: 耐専スペクトル (内陸補正後) による地震基盤表面 ($V_s=2200\text{m/s}$) での評価結果と横ずれ断層モデル (地震発生層 3~20km, 傾斜角 90 度) による地震基盤表面 ($V_s=2600\text{m/s}$) での地震動評価結果との比較

最大加速度 [cm/s^2]	横ずれ断層モデル			耐専スペクトル (補正後)			耐専スペクトル (補正前)		
	小	中	大	小	中	大	小	中	大
アスベリティ実効応力 アスベリティ上端深さ	浅い	浅い	浅い	浅い	浅い	浅い	浅い	浅い	浅い
M5.5	446.4	522.5	634.5	153.3	156.3	154.2	255.4	260.5	257.0
M6.0	502.3	501.7	737.3	219.4	209.9	211.1	365.6	349.8	351.9
M6.5	634.3	710.0	746.8	263.0	298.8	289.1	438.4	497.9	481.8
M6.8	435.1	528.1	670.7	287.5	291.7	319.2	479.2	486.2	532.0
アスベリティ実効応力 アスベリティ上端深さ	小	中	大	小	中	大	小	中	大
	中間	中間	浅い	中間	中間	浅い	中間	中間	浅い
M7.1	321.7	—	—	266.9	—	—	444.8	—	—
M7.3	—	332.1	433.5	—	294.7	319.4	—	491.2	532.3
横ずれ断層モデルによる評価結果との比									
M5.5	100.0	100.0	100.0	34.3	29.9	24.3	57.2	49.9	40.5
M6.0	100.0	100.0	100.0	43.7	41.8	28.6	72.8	69.7	47.7
M6.5	100.0	100.0	100.0	41.5	42.1	38.7	69.1	70.1	64.5
M6.8	100.0	100.0	100.0	66.1	55.2	47.6	110.1	92.1	79.3
M7.1	100.0	—	—	83.0	—	—	138.3	—	—
M7.3	—	100.0	100.0	—	88.7	73.7	—	147.9	122.8

注：注：NUPEC(2002 年度)[3] の表 4.3 および NUPEC(2003 年度)[4] の表 3.25 から転載した。横ずれ断層モデルによる評価結果は表 3 に掲載された「高周波遮断特性 $f_{\max} = 7.0\text{Hz}(n = 1.82)$: 平均」ケースの評価結果に等しいはずだが、一部に誤差がある。これは元になった NUPEC(2002 年度) の表 4.3 の値と図 3.15~3.29(表 3 に転載) の値の一部に誤差があるためだが、原因不明のためそのまま転載した。

表 7: 耐専スペクトル (内陸補正後) による地震基盤表面 ($V_s=2200\text{m/s}$) での評価結果と縦ずれ断層モデル (地震発生層 3~20km, 傾斜角 45 度) による地震基盤表面 ($V_s=2600\text{m/s}$) での地震動評価結果との比較

最大加速度 [cm/s^2]	縦ずれ断層モデル			耐専スペクトル (補正後)			耐専スペクトル (補正前)		
	小	中	大	小	中	大	小	中	大
アスベリティ実効応力 アスベリティ上端深さ	浅い	浅い	浅い	浅い	浅い	浅い	浅い	浅い	浅い
M5.5	367.5	421.6	414.0	167.0	169.3	167.1	278.3	282.2	278.5
M6.0	265.3	344.1	447.1	137.7	169.2	187.6	229.5	282.0	312.7
M6.5	324.0	303.2	422.6	123.9	135.2	182.8	206.5	225.3	304.7
アスベリティ実効応力 アスベリティ上端深さ	小	中	大	小	中	大	小	中	大
	中間	中間	浅い	中間	中間	浅い	中間	中間	浅い
M6.6	214.4	—	—	114.3	—	—	190.5	—	—
M6.7	—	232.0	—	—	132.5	—	—	220.8	—
M6.8	—	—	233.4	—	—	163.8	—	—	273.0
縦ずれ断層モデルによる評価結果との比									
M5.5	100.0	100.0	100.0	45.4	40.2	40.4	75.7	66.9	67.3
M6.0	100.0	100.0	100.0	51.9	49.2	42.0	86.5	82.0	69.9
M6.5	100.0	100.0	100.0	38.2	44.6	43.3	63.7	74.3	72.1
M6.6	100.0	—	—	53.3	—	—	88.9	—	—
M6.7	—	100.0	—	—	57.1	—	—	95.2	—
M6.8	—	—	100.0	—	—	70.2	—	—	117.0

注：注：JNES(2003 年度)[5] の表 3.13 から転載した。縦ずれ断層モデルによる評価結果は表 5 に掲載された「高周波遮断特性 $f_{\max} = 7.0\text{Hz}(n = 1.82)$: 平均」ケースの評価結果に等しいはずだが、一部に誤差がある。これは元になった JNES(2003 年度) の表 3.13 の値と図 2.67~2.98(表 5 に転載) の値の一部に誤差があるためだが、原因不明のためそのまま転載した。また、「耐専スペクトル (補正前)」の値は記載されていなかったため、NUPEC(2002 年度)[3] に従い、「耐専スペクトル (補正後)」の値を 1/0.6 倍して求めた。

表 8: 「震源を特定せず策定する地震動」評価のための M5.5 の断層パラメータ

断層パラメータ	JNES の断層モデル *1			断層モデル (レシピ) *2		
	$S_a/S = 0.28$	$S_a/S = 0.22$	$S_a/S = 0.16$	A 法	$S_a/S = 0.22$ 法	
傾斜角 θ	90 度 (横ずれ断層)			同左		
断層面積 S	29.3 km ²			同左		
地震モーメント M_0	2.00 × 10 ¹⁷ N·m			1.51 × 10 ¹⁷ N·m		
マグニチュード	M5.5, M _W 5.5			M5.5, M _W 5.4		
平均すべり量 D	21 cm			15.5 cm		
剛性率 μ	3.31 × 10 ¹⁰ N/m ²			同左		
S 波速度 V_s (または β)	3.5 km/s			同左		
平均破壊伝播速度 V_r	2.7 km/s			2.52 km/s		
平均応力降下量 $\Delta\sigma$	3.06 MPa			2.31 MPa		
短周期レベル A	2.77 × 10 ¹⁸ N·m/s ²	3.16 × 10 ¹⁸	3.74 × 10 ¹⁸	2.82 × 10 ¹⁸ N·m/s ²		
アスペリティ全体	面積 S_a	8.2 km ² (0.28)	6.5 (0.22)	4.7 (0.16)	4.4 (0.15)	6.5 (0.22)
	地震モーメント M_{0a}	1.09 × 10 ¹⁷ N·m	8.60 × 10 ¹⁶	6.26 × 10 ¹⁶	4.49 × 10 ¹⁶	6.63 × 10 ¹⁶
	平均すべり量 D_a	40 cm			31.1 cm	
	応力降下量 $\Delta\sigma_a$	10.9 MPa	13.9 MPa	19.1 MPa	15.6 MPa	10.5 MPa
	短周期レベル A_a	2.72 × 10 ¹⁸ N·m/s ²	3.07 × 10 ¹⁸	3.60 × 10 ¹⁸	—	—
背景領域	面積 $S_b = S - S_a$	21.1 km ²	22.9	24.6	25.0	22.9
	地震モーメント M_{0b}	9.00 × 10 ¹⁶ N·m	1.13 × 10 ¹⁷	1.37 × 10 ¹⁷	1.06 × 10 ¹⁷	8.44 × 10 ¹⁶
	平均すべり量 D_b	13 cm	15	17	12.8	11.1
	実効応力 σ_b	1.4 MPa	1.8 MPa	2.4 MPa	2.5 MPa	1.8 MPa
	短周期レベル A_b	5.54 × 10 ¹⁷ N·m/s ²	7.56 × 10 ¹⁷	1.03 × 10 ¹⁸	—	—

*1: (独) 原子力安全基盤機構 JNES は、断層モデルのパラメータを次の (1)~(7) のように独自の方法で設定しており、通常のレシピを使っていない [2, 3, 4, 5, 6]. (1Nm=10⁷dyn·cm)

- (1) 気象庁マグニチュード (M5.5) から武村 (1998) の簡略式 $\log M_0[\text{dyn} \cdot \text{cm}] = 1.2M + 17.7$ で地震モーメント M_0 を求め、Kanamori(1977) の式 $\log M_0[\text{dyn} \cdot \text{cm}] = 1.5M_W + 16.1$ でモーメントマグニチュード M_W を求める。
- (2) 未飽和断層に対する武村式 $S = 1.85 \times 10^{-15} M_0^{2/3}$ で断層面積を求める。地震発生層が深さ 3~20km の場合、断層長さ L および幅 W を $L = \sqrt{S}, L \leq 17; S/17, L > 17$, および $W = L, L \leq 17; 17, L > 17$, と設定する。
- (3) アスペリティ面積 S_a を $S_a = 0.28S, 0.22S, 0.16S$ の 3 種類に設定する。
- (4) 断層平均応力降下量 $\Delta\sigma$ を $\Delta\sigma = (7/16)M_0(\pi/S)^{3/2}$ で求め、アスペリティ平均応力降下量 $\Delta\sigma_a$ を $\Delta\sigma_a = \Delta\sigma(S/S_a)$ より求める。この場合、(2) の関係が成り立つため、地震規模によらず $\Delta\sigma = 3.06\text{MPa}$ となり、 $\Delta\sigma_a = 10.9\text{MPa}$ (実効応力小: $S_a/S = 0.28$), 13.9MPa (実効応力中: $S_a/S = 0.22$), 19.1MPa (実効応力大: $S_a/S = 0.16$) となる。
- (5) 断層平均すべり量 D を $M_0 = \mu DS$ の関係式より求め、アスペリティ平均すべり量 D_a を $D_a = 1.96D$ より求める。
- (6) $S_{a1} = 0.7S_a$ と $S_{a2} = 0.3S_a$ の 2 つのアスペリティを設定し、アスペリティの長さ L_{ai} と幅 W_{ai} を $L_{ai} = W_{ai} = \sqrt{S_{ai}}$, $i = 1, 2$, とし、地震断層が生じない条件 (地変形量が 5cm 以下) を満たすように最大アスペリティの上端位置を設定する。各アスペリティのすべり量 D_{ai} は $D_{ai} = D_a \gamma_i / (\gamma_1^3 + \gamma_2^3)$, $\gamma_i = \sqrt{S_{ai}/S_a}$, $i = 1, 2$, で求める (上表には無記載)。
- (7) 背景領域の実効応力 σ_b を $\sigma_b = \Delta\sigma_a(D_b/W)/(D_{a1}/W_{a1})$ で求め、アスペリティと背景領域の短周期レベルをそれぞれ $A_a = 4\sqrt{\pi S_a \Delta\sigma_a \beta^2}$ と $A_b = 4\sqrt{\pi S_b \sigma_b \beta^2}$ で求め、断層全体の短周期レベル A を $A^2 = A_a^2 + A_b^2$ で求める。

*2: 通常の断層モデルのレシピに基づき、次のようにパラメータを設定している。

- (a) JNES による断層面積 S をそのまま採用し、未飽和断層に対する入倉式 $S = 2.23 \times 10^{-15} M_0^{2/3}$ を用いて地震モーメント M_0 を求め、断層平均応力降下量 $\Delta\sigma$ を $\Delta\sigma = (7/16)M_0(\pi/S)^{3/2}$ で求める。 $S - M_0$ 関係式として入倉式を用いているため、 M_0 および $\Delta\sigma$ の値は、武村式を用いた JNES の値より小さくなっている。
- (b) 地震モーメント M_0 から武村 (1998) の簡略化しない式 $\log M_0[\text{dyn} \cdot \text{cm}] = 1.17M + 17.72$ で気象庁マグニチュードを求め、Kanamori(1977) の式 $\log M_0[\text{dyn} \cdot \text{cm}] = 1.5M_W + 16.1$ でモーメントマグニチュード M_W を求める。 M_0 の値が JNES による値より小さいため、 M_W はやや小さくなる一方、 M の値は簡略化しない武村氏を用いているためやや大きくなる (小数点以下 2 桁目を四捨五入するため上表の値は変わっていない)。
- (c) 短周期レベル A を $A = 2.46 \times 10^{17} M_0^{1/3}$ で求め、アスペリティ面積 S_a を $S_a = \pi r^2$, $r = 7\pi M_0 \beta^2 / (4AR)$, $S = \pi R^2$, より求め、アスペリティ平均応力降下量 $\Delta\sigma_a$ を $\Delta\sigma_a = \Delta\sigma(S/S_a)$ より求める (この方法をここでは「A 法」と呼ぶ)。飽和断層に A 法を適用すると、アスペリティ面積が過大になってパラメータ設定が無意味になるため、アスペリティ面積を $S_a = 0.22S$ と固定する方法がレシピで推奨されている (これをここでは「 $S_a/S = 0.22$ 法」と呼ぶ)。未飽和断層では通常、 $S_a/S = 0.22$ 法が用いられることはないが、JNES はこの方法を用いている。未飽和断層である限り、A 法でも $S_a/S = 0.22$ 法でも S_a/S の値が一定になるため、応力降下量 $\Delta\sigma$ および $\Delta\sigma_a$ は地震規模によらず一定になる。
- (d) 断層平均すべり量 D を $M_0 = \mu DS$ の関係式より求め、アスペリティ平均すべり量 D_a を $D_a = 2D$ より求める。
- (e) 未飽和の断層モデルでは通常、短周期レベル A をすべてアスペリティに割り当て、アスペリティ平均応力降下量を $A_a = A = 4\sqrt{\pi S_a \Delta\sigma_a \beta^2}$ で求め ((c) が事実上これに相当する)、 $A_b = 0$ としている。したがって、表中では、 A_a と A_b の欄を「—」としている。

表 9: 「震源を特定せず策定する地震動」評価のための M6.0 の断層パラメータ

断層パラメータ	JNES の断層モデル			断層モデル (レシピ)		
	$S_a/S = 0.28$	$S_a/S = 0.22$	$S_a/S = 0.16$	A 法	$S_a/S = 0.22$ 法	
傾斜角 θ	90 度 (横ずれ断層)			同左		
断層面積 S	73.6 km ²			同左		
地震モーメント M_0	7.94 × 10 ¹⁷ N·m			6.00 × 10 ¹⁷ N·m		
マグニチュード	M6.0, M _W 5.9			M6.0, M _W 5.8		
平均すべり量 D	33 cm			24.6 cm		
剛性率 μ	3.31 × 10 ¹⁰ N/m ²			同左		
S 波速度 V_s (または β)	3.5 km/s			同左		
平均破壊伝播速度 V_r	2.7 km/s			2.52 km/s		
平均応力降下量 $\Delta\sigma$	3.06 MPa			2.31 MPa		
短周期レベル A	4.40 × 10 ¹⁸ N·m/s ²	5.01 × 10 ¹⁸	5.93 × 10 ¹⁸	4.47 × 10 ¹⁸ N·m/s ²		
アスペリティ全体	面積 S_a	20.6 km ² (0.28)	16.2 (0.22)	11.8 (0.16)	11.0 (0.15)	16.2 (0.22)
	地震モーメント M_{0a}	4.36 × 10 ¹⁷ N·m	3.43 × 10 ¹⁷	2.49 × 10 ¹⁶	1.79 × 10 ¹⁷	2.64 × 10 ¹⁷
	平均すべり量 D_a	64 cm			49.2 cm	
	応力降下量 $\Delta\sigma_a$	10.9 MPa	13.9 MPa	19.1 MPa	15.6 MPa	10.5 MPa
	短周期レベル A_a	4.31 × 10 ¹⁸ N·m/s ²	4.87 × 10 ¹⁸	5.70 × 10 ¹⁸	—	—
背景領域	面積 $S_b = S - S_a$	53.0 km ²	57.4	61.9	62.7	57.4
	地震モーメント M_{0b}	3.58 × 10 ¹⁷ N·m	4.52 × 10 ¹⁷	5.45 × 10 ¹⁷	4.22 × 10 ¹⁷	3.36 × 10 ¹⁷
	平均すべり量 D_b	20 cm	24	27	20.3	17.7
	実効応力 σ_b	1.4 MPa	1.8 MPa	2.4 MPa	2.5 MPa	1.8 MPa
	短周期レベル A_b	8.77 × 10 ¹⁷ N·m/s ²	1.20 × 10 ¹⁸	1.63 × 10 ¹⁸	—	—

表 10: 「震源を特定せず策定する地震動」評価のための M6.5 の断層パラメータ

断層パラメータ	JNES の断層モデル			断層モデル (レシピ)		
	$S_a/S = 0.28$	$S_a/S = 0.22$	$S_a/S = 0.16$	A 法	$S_a/S = 0.22$ 法	
傾斜角 θ	90 度 (横ずれ断層)			同左		
断層面積 S	185.0 km ²			同左		
地震モーメント M_0	3.16 × 10 ¹⁸ N·m			2.39 × 10 ¹⁸ N·m		
マグニチュード	M6.5, M _W 6.3			M6.5, M _W 6.2		
平均すべり量 D	52 cm			39.0 cm		
剛性率 μ	3.31 × 10 ¹⁰ N/m ²			同左		
S 波速度 V_s (または β)	3.5 km/s			同左		
平均破壊伝播速度 V_r	2.7 km/s			2.52 km/s		
平均応力降下量 $\Delta\sigma$	3.06 MPa			2.31 MPa		
短周期レベル A	6.97 × 10 ¹⁸ N·m/s ²	7.94 × 10 ¹⁸	9.40 × 10 ¹⁸	7.09 × 10 ¹⁸ N·m/s ²		
アスペリティ全体	面積 S_a	51.8 km ² (0.28)	40.7 (0.22)	29.6 (0.16)	27.5 (0.15)	40.7 (0.22)
	地震モーメント M_{0a}	1.74 × 10 ¹⁸ N·m	1.36 × 10 ¹⁸	9.92 × 10 ¹⁷	7.11 × 10 ¹⁷	1.05 × 10 ¹⁸
	平均すべり量 D_a	101 cm			78.0 cm	
	応力降下量 $\Delta\sigma_a$	10.9 MPa	13.9 MPa	19.1 MPa	15.6 MPa	10.5 MPa
	短周期レベル A_a	6.83 × 10 ¹⁸ N·m/s ²	7.71 × 10 ¹⁸	9.04 × 10 ¹⁸	—	—
背景領域	面積 $S_b = S - S_a$	133.2 km ²	144.3	155.4	157.5	144.3
	地震モーメント M_{0b}	1.43 × 10 ¹⁸ N·m	1.80 × 10 ¹⁸	2.17 × 10 ¹⁸	1.68 × 10 ¹⁸	1.34 × 10 ¹⁸
	平均すべり量 D_b	32 cm	38	42	32.2	28.0
	実効応力 σ_b	1.4 MPa	1.8 MPa	2.4 MPa	2.5 MPa	1.8 MPa
	短周期レベル A_b	1.39 × 10 ¹⁸ N·m/s ²	1.90 × 10 ¹⁸	2.59 × 10 ¹⁸	—	—

表 11: 「震源を特定せず策定する地震動」評価のための M6.8 の断層パラメータ

断層パラメータ	JNES の断層モデル			断層モデル (レシピ)		
	$S_a/S = 0.28$	$S_a/S = 0.22$	$S_a/S = 0.16$	A 法	$S_a/S = 0.22$ 法	
傾斜角 θ	90 度 (横ずれ断層)			同左		
断層面積 S	321.5 km ²			同左		
地震モーメント M_0	7.24 × 10 ¹⁸ N·m			5.47 × 10 ¹⁸ N·m		
マグニチュード	M6.8, M _W 6.5			M6.9, M _W 6.4		
平均すべり量 D	68 cm			51.4 cm		
剛性率 μ	3.31 × 10 ¹⁰ N/m ²			同左		
S 波速度 V_s (または β)	3.5 km/s			同左		
平均破壊伝播速度 V_r	2.7 km/s			2.52 km/s		
平均応力降下量 $\Delta\sigma$	3.06 MPa			2.31 MPa		
短周期レベル A	9.19 × 10 ¹⁸ N·m/s ²	1.05 × 10 ¹⁹	1.24 × 10 ¹⁹	9.34 × 10 ¹⁸ N·m/s ²		
アスペリティ全体	面積 S_a	90.0 km ² (0.28)	70.7 (0.22)	51.4 (0.16)	47.8 (0.15)	70.7 (0.22)
	地震モーメント M_{0a}	3.97 × 10 ¹⁸ N·m	3.12 × 10 ¹⁸	2.27 × 10 ¹⁸	1.63 × 10 ¹⁸	2.41 × 10 ¹⁸
	平均すべり量 D_a	133 cm			102.9 cm	
	応力降下量 $\Delta\sigma_a$	10.9 MPa	13.9 MPa	19.1 MPa	15.6 MPa	10.5 MPa
	短周期レベル A_a	9.01 × 10 ¹⁸ N·m/s ²	1.02 × 10 ¹⁹	1.19 × 10 ¹⁹	—	—
背景領域	面積 $S_b = S - S_a$	231.5 km ²	250.8	270.1	273.7	250.8
	地震モーメント M_{0b}	3.27 × 10 ¹⁸ N·m	4.12 × 10 ¹⁸	4.97 × 10 ¹⁸	3.85 × 10 ¹⁸	3.07 × 10 ¹⁸
	平均すべり量 D_b	43 cm	50	56	42.5	36.9
	実効応力 σ_b	1.4 MPa	1.8 MPa	2.4 MPa	2.5 MPa	1.8 MPa
	短周期レベル A_b	1.83 × 10 ¹⁸ N·m/s ²	2.50 × 10 ¹⁸	3.42 × 10 ¹⁸	—	—

表 12: 「震源を特定せず策定する地震動」評価のための M7.3 の断層パラメータ

断層パラメータ	JNES の断層モデル			断層モデル (飽和断層のレシピ)		
	$S_a/S = 0.28$	$S_a/S = 0.22$	$S_a/S = 0.16$	A 法	$S_a/S = 0.22$ 法	
傾斜角 θ	90 度 (横ずれ断層)			同左		
断層面積 S	807.6 km ²			同左		
地震モーメント M_0	2.88 × 10 ¹⁹ N·m			3.63 × 10 ¹⁹ N·m		
マグニチュード	M7.3, M _W 6.9			M7.6, M _W 7.0		
平均すべり量 D	108 cm			135.7 cm		
剛性率 μ	3.31 × 10 ¹⁰ N/m ²			同左		
S 波速度 V_s (または β)	3.5 km/s			同左		
平均破壊伝播速度 V_r	2.7 km/s			2.52 km/s		
平均応力降下量 $\Delta\sigma$	3.06 MPa			3.85 MPa		
短周期レベル A	1.46 × 10 ¹⁹ N·m/s ²	1.66 × 10 ¹⁹	1.96 × 10 ¹⁹	1.75 × 10 ¹⁹ N·m/s ²		
アスペリティ全体	面積 S_a	226.1 km ² (0.28)	177.7 (0.22)	129.2 (0.16)	237.0 (0.29)	177.7 (0.22)
	地震モーメント M_{0a}	1.58 × 10 ¹⁹ N·m	1.24 × 10 ¹⁹	9.04 × 10 ¹⁸	2.13 × 10 ¹⁹	1.60 × 10 ¹⁹
	平均すべり量 D_a	212 cm			271.4 cm	
	応力降下量 $\Delta\sigma_a$	10.9 MPa	13.9 MPa	19.1 MPa	13.1 MPa	17.5 MPa
	短周期レベル A_a	1.43 × 10 ¹⁹ N·m/s ²	1.61 × 10 ¹⁹	1.89 × 10 ¹⁹	—	—
背景領域	面積 $S_b = S - S_a$	581.4 km ²	629.9	678.3	570.6	629.9
	地震モーメント M_{0b}	1.30 × 10 ¹⁹ N·m	1.64 × 10 ¹⁹	1.98 × 10 ¹⁹	1.50 × 10 ¹⁹	2.03 × 10 ¹⁹
	平均すべり量 D_b	68 cm	79	88	79.3	97.4
	実効応力 σ_b	1.4 MPa	1.8 MPa	2.4 MPa	2.1 MPa	2.9 MPa
	短周期レベル A_b	2.91 × 10 ¹⁸ N·m/s ²	3.97 × 10 ¹⁸	5.41 × 10 ¹⁸	—	—

表 13: M7.3 の断層パラメータ (表 12) で JNES の $S - M_0$ 関係式に入倉式 (飽和断層) を用いた場合

断層パラメータ	JNES の断層モデル (入倉の $S - M_0$ 式: 飽和断層)			断層モデル (飽和断層のレシピ)		
	$S_a/S = 0.28$	$S_a/S = 0.22$	$S_a/S = 0.16$	A 法	$S_a/S = 0.22$ 法	
傾斜角 θ	90 度 (横ずれ断層)			同左		
断層面積 S	720.1 km ²			同左		
地震モーメント M_0	2.88 × 10 ¹⁹ N·m			同左		
マグニチュード	M7.3, M _W 6.9			M7.5, M _W 6.9		
平均すべり量 D	121.0 cm			同左		
剛性率 μ	3.31 × 10 ¹⁰ N/m ²			同左		
S 波速度 V_s (または β)	3.5 km/s			同左		
平均破壊伝播速度 V_r	2.7 km/s			2.52 km/s		
平均応力降下量 $\Delta\sigma$	3.64 MPa			同左		
短周期レベル A	1.63 × 10 ¹⁹ N·m/s ²	1.86 × 10 ¹⁹	2.20 × 10 ¹⁹	1.63 × 10 ¹⁹ N·m/s ²		
アスペリティ全体	面積 S_a	201.6 km ² (0.28)	158.4 (0.22)	115.2 (0.16)	195.8 (0.27)	158.4 (0.22)
	地震モーメント M_{0a}	1.58 × 10 ¹⁹ N·m	1.24 × 10 ¹⁹	9.04 × 10 ¹⁸	1.57 × 10 ¹⁹	1.27 × 10 ¹⁹
	平均すべり量 D_a	237.2 cm			242.0 cm	
	応力降下量 $\Delta\sigma_a$	13.0 MPa	16.5 MPa	22.7 MPa	13.4 MPa	16.5 MPa
	短周期レベル A_a	1.60 × 10 ¹⁹ N·m/s ²	1.81 × 10 ¹⁹	2.12 × 10 ¹⁹	—	—
背景領域	面積 $S_b = S - S_a$	518.4 km ²	561.6	604.8	524.3	561.6
	地震モーメント M_{0b}	1.30 × 10 ¹⁹ N·m	1.64 × 10 ¹⁹	1.987 × 10 ¹⁹	1.32 × 10 ¹⁹	1.62 × 10 ¹⁹
	平均すべり量 D_b	75.8 cm	88.2	98.9	75.8	86.9
	実効応力 σ_b	1.6 MPa	2.2 MPa	2.8 MPa	2.2 MPa	2.8 MPa
	短周期レベル A_b	3.26 × 10 ¹⁸ N·m/s ²	4.45 × 10 ¹⁸	6.07 × 10 ¹⁸	—	—

表 14: M7.3 の断層パラメータ (表 12) で JNES の $S - M_0$ 関係式に武村式 (飽和断層) を用いた場合

断層パラメータ	JNES の断層モデル (武村の $S - M_0$ 式: 飽和断層)			断層モデル (飽和断層のレシピ)		
	$S_a/S = 0.28$	$S_a/S = 0.22$	$S_a/S = 0.16$	A 法	$S_a/S = 0.22$ 法	
傾斜角 θ	90 度 (横ずれ断層)			同左		
断層面積 S	331.1 km ²			同左		
地震モーメント M_0	2.88 × 10 ¹⁹ N·m			6.10 × 10 ¹⁸ N·m		
マグニチュード	M7.3, M _W 6.9			M6.9, M _W 6.5		
平均すべり量 D	263.1 cm			55.6 cm		
剛性率 μ	3.31 × 10 ¹⁰ N/m ²			同左		
S 波速度 V_s (または β)	3.5 km/s			同左		
平均破壊伝播速度 V_r	2.7 km/s			2.52 km/s		
平均応力降下量 $\Delta\sigma$	11.7 MPa			2.47 MPa		
短周期レベル A	3.55 × 10 ¹⁹ N·m/s ²	4.05 × 10 ¹⁹	4.79 × 10 ¹⁹	9.68 × 10 ¹⁸ N·m/s ²		
アスペリティ全体	面積 S_a	92.7 km ² (0.28)	72.8 (0.22)	53.0 (0.16)	53.6 (0.16)	72.8 (0.22)
	地震モーメント M_{0a}	1.58 × 10 ¹⁹ N·m	1.24 × 10 ¹⁹	9.04 × 10 ¹⁸	1.98 × 10 ¹⁸	2.68 × 10 ¹⁸
	平均すべり量 D_a	515.7 cm			111.3 cm	
	応力降下量 $\Delta\sigma_a$	41.6 MPa	53.0 MPa	72.9 MPa	15.2 MPa	11.2 MPa
	短周期レベル A_a	3.48 × 10 ¹⁹ N·m/s ²	3.93 × 10 ¹⁹	4.61 × 10 ¹⁹	—	—
背景領域	面積 $S_b = S - S_a$	238.4 km ²	258.3	278.2	277.5	258.3
	地震モーメント M_{0b}	1.30 × 10 ¹⁹ N·m	1.64 × 10 ¹⁹	1.98 × 10 ¹⁹	4.12 × 10 ¹⁸	3.42 × 10 ¹⁸
	平均すべり量 D_b	164.9 cm	191.9	215.0	44.9	40.0
	実効応力 σ_b	5.3 MPa	6.9 MPa	9.1 MPa	2.5 MPa	1.9 MPa
	短周期レベル A_b	7.09 × 10 ¹⁸ N·m/s ²	9.68 × 10 ¹⁸	1.32 × 10 ¹⁹	—	—

