

高浜 3・4号と川内 1・2号の真逆の仮処分決定が意味するもの

2015年9月21日

大阪府立大学名誉教授

長沢 啓行

真逆の仮処分決定

関西電力の高浜原発3・4号では2015年4月14日、福井地裁が運転差止仮処分命令を決定し[4]（以下、「高浜決定」という）、九州電力の川内1・2号では2015年4月22日、鹿児島地裁が運転差止仮処分申請を却下した[8]（以下、「川内決定」という）。いずれも、原子力規制委員会による規制基準適合性審査に合格し、工事計画と保安規定の審査段階に移行していた。まさに再稼働に向けた準備が進められていた段階での決定であり、高浜3・4号は原子炉を起動させての試験すらできなくなった。福井地裁の決定は、2014年5月21日に大飯3・4号の運転差止判決[3]（以下、「大飯判決」という）を下した樋口英明裁判長であったことから、基本的な判断の方向は変わらず、運転差止命令が出るのが予想されていたが、大飯判決の場合は控訴されたため実効性はなく、高浜原発の場合は仮処分が即日実施されるため、大飯判決のとき以上に「事実誤認」の大合唱が展開されている。

では、高浜3・4号の決定は本当に「事実誤認に基づくとんでもない決定」なのであろうか。川内1・2号の申請却下に「とんでもない事実誤認」はないのであろうか。ここでは、最も重要だと思われる、(1) 運転差止命令を出す判断基準の違い、(2) 原子力規制委員会による新規制基準と適合性判断に関する評価の違い、(3) 基準地震動と耐震性に関する評価の違いの3点に絞って検討する。

1 運転差止命令を出す判断基準

大飯判決と高浜決定では「右災害が万が一にも起こらないようにするため…科学的、専門技術的見地から、十分な審査を行わせる」([24]p.4)とした最高裁伊方判決を引用し(主文[3]p.18, 主文[4]p.45)、川内決定でも「福島第一原発における事故の甚大な被害に思いを致せば、本件原子炉施設の再稼働の適否を判断するに当たっても、このような災害が万一にも起こらないようにするため、その安全性を十分に確保すべきであり、その際、福島第一原発における事故の経験等を踏まえた安全性の徹底的な検証が行われなければならない」(主文[8]p.82)としており、この観点はいずれ

も同じである。

だが、大飯判決・高浜決定では「具体的危険性が万が一でもあれば差し止めが認められる」(主文[3]pp.40-41, 主文[4]p.45)という観点に立つ一方、川内決定では「絶対的安全性の確保は不可能と断じ、原子力規制委員会が2013年4月に定めた安全目標は「相当程度厳格な目標であると評価することができ、この安全目標が達成される場合には、健康被害につながる程度の放射性物質の放出を伴うような重大事故発生の危険性を社会通念上無視し得る程度に小さなものに保つことができると解するのが相当である。」(主文[8]p.85)と踏み込んでいる。安全目標やそのベースとなる確率論的安全評価手法については、原子力規制委員会ですら適合性審査で「参考」とするに留めており、規制基準にも組み込まれてはいない。その意味で、川内決定では、安全目標の内容について「国民的な議論を経て社会的な合意がされた結果とみることはできない」(主文[8]p.85)と認めながら、原子力規制委員会を超える主張を展開し、司法の立場から国民に安全目標を受け入れるように迫っていると言える。これは許されることであらうか。

このような見解を意識してか、大飯判決では次のように司法の役割をあらかじめ明示していた。「新しい技術が潜在的に有する危険性を許さないとすれば社会の発展はなくなるから、新しい技術の有する危険性の性質やもたらす被害の大きさが明確でない場合には、その技術の実施の差止めの可否を裁判所において判断することは困難を極める。しかし、技術の危険性の性質やそのもたらす被害の大きさが判明している場合には、技術の実施に当たっては危険の性質と被害の大きさに応じた安全性が求められることになるから、この安全性が保持されているかの判断をすればよいだけであり、危険性を一定程度容認しないと社会の発展が妨げられるのではないかといった葛藤が生じることはない。原子力発電技術の危険性の本質及びそのもたらす被害の大きさは、福島原発事故を通じて十分に明らかになったといえる。本件訴訟においては、本件原発において、かような事態を招く具体的危険性が万が一でもあるのかが判断の対象とされるべきであり、福島原発事故の後におい

て、この判断を避けることは裁判所に課された最も重要な責務を放棄するに等しいものと考えられる。」「新規制基準への適合性や原子力規制委員会による新規制基準への適合性の審査の適否という観点からではなく、(1)の理（引用者注：原発の稼働＝経済活動の自由は人格権と比べて憲法上の劣位にあり、人格権を侵害する具体的危険性が万が一にでもあるか否か）に基づく裁判所の判断が及ぼされるべきこととなる。」（主文 [3]pp.40-42）

川内決定は、「安全目標に掲げられた重大事故のリスクを受け入れ、安全目標による経済活動の自由を人格権の上に置き、憲法上の最高の権利たる人格権を放棄せよ」と国民に迫っている。まさに、川内決定は「司法の責務を放棄し、行政に屈服したものだ」と言えるのではなからうか。

2 新規制基準と適合性判断の評価

大飯判決では、万が一の「具体的な危険性の存否を直接審理の対象とするのが相当であり、かつこれをもって足りる。」（主文 [3]p.42）とし、規制基準や適合性審査の適否には言及していない。高浜決定では、高浜 3-4 号に関する規制基準への適合性審査が終了し、2015 年 2 月 12 日に設置変更認可（再稼働申請認可）が出されていたことから、「新規制基準に求められるべき合理性とは、原発の設備が基準に適合すれば深刻な災害を引き起こすおそれが万が一にもないといえるような厳格な内容を備えていることであると解すべきことになる。しかるに、新規制基準は緩やかにすぎ、これに適合しても本件原発の安全性は確保されていない。」（主文 [4]p.45）と踏み込んでいる。そして、「具体的危険性の有無を直接審理の対象とする場合であっても、規制基準の合理性と適合性に係る判断を通じて 間接的に具体的危険性の有無を審理する場合のいずれにおいても、具体的危険性即ち被保全債権の存在が肯定できるといえる。」（同上）と断じた。

他方、川内決定は「新規制基準は、福島第一原発における事故の経験等をも考慮した 最新の科学的知見及び安全目標に照らし、その内容に不合理な点はうかがわれない。」「専門家の異論が残って

いるとしても、これらをもって新規制基準の内容に不合理な点があるということにはならない。」（主文 [8]pp.126-127）とし、「新規制基準への適合性判断は… 原子力利用における安全性の確保に関する専門的知見等を有する委員長及び委員から成る原子力規制委員会により、債務者からの多数回にわたるヒアリングや、一般からの意見募集及びそこで提出された意見の検討を経て示されたものであり、その調査審議及び判断過程が適正を欠くものとうかがわれる事情はなく、むしろその調査審議は厳格かつ詳細に行われたものと評価でき、その判断過程にも看過し難い過誤、欠落があるとはうかがわれないから、後記(エ)の債権者らの主張を踏まえ、あるいは福島第一原発における事故の経験等をも考慮した最新の科学的知見に照らしても、不合理な点は認められないというべきである。」（主文 [8]p.135）と結論づけた。しかし、後述するように、これこそが真実を見誤った重大な事実誤認なのである。

このように真逆の評価が出てくるのは、やはり、裁判所によるフクシマ事故の深刻さの認識の違い、経済活動による人格権の侵害は憲法上許されないという厳格な姿勢の有無にあり、個々の内容における評価の違いはそれに派生するものにすぎない。

3 基準地震動と耐震性の評価

3.1 地震動の「平均像」と偶然変動

川内決定では、「新規制基準の趣旨に照らせば、基準地震動は、原子力発電所の敷地において今後発生し得る最大の地震を想定して策定すべきものであると解される。」（主文 [8]pp.127-128）としながら、「新規制基準は、既往地震の観測記録を基礎とする 平均像を単純に用いることを想定していないというべきである。そして、応答スペクトルに基づく手法と断層モデルを用いた手法のいずれにおいても、敷地周辺の地質・地質構造、地盤構造並びに地震活動等を踏まえ、当該地域の特性や各種の不確かさを適切に考慮することが求められていることは、… むしろ相当である。」（主文 [8]p.129）とし、平均像による地震動評価を不合理ではないと断じている。その上で、「現在の地震学

においては、発生する地震の様式、規模、頻度等には地域ごとに一定の傾向があると考えられているところ、平均像を導くための基礎データの中に当該地域と地域的な特性が大きく異なる既往地震が含まれる場合に、当該地震が平均像から大きくかい離れたものであるからといって、必ずしも当該地震により生じる地震動を基準地震動策定の基礎とすべきことにはならないというべきであるし、地域的特性を踏まえて地震動評価に大きな影響を与えると考えられる支配的なパラメータについて最大限の値を設定した上、その余の係数、関係、式等について平均像を用いた分析をすることも合理的な評価方法と考えられる。このように考えなければ、日本最大あるいは世界最大の既往地震と同規模の地震が、日本全国あるいは世界全体で一樣に発生する可能性があり、共通してそのような最大の既往地震に備えるべきとの考え方や、各震源パラメータを設定する際に用いられるべき係数、関係式等の全てについて、観測記録等で判明している最大限の値を重疊的に用いなければならないとの考え方に至ることになるが、このような考え方は上記の地震学の考え方に照らして科学的な根拠を有するものではないというべきである。」(主文 [8]pp.129-130)と結論づけている。

だが、ここには、地震観測記録のバラツキに関する科学的に大きな問題が見逃されている。地震動の応答スペクトルを $y(T)$ (T は固有周期) とすれば、震源特性 x_1 、伝播経路特性 x_2 およびサイト特性 x_3 を説明変数として、 $y(T) = f(x_1, x_2, x_3, T) + \varepsilon(T)$ と表される。ここに $\varepsilon(T)$ は地震動の平均像 $f(x_1, x_2, x_3, T)$ からの誤差項であり、人間が制御することのできない偶然変動を表す。たとえば、サイコロを振れば 1~6 の目が出て、何百回と振って出る目の平均は 3.5 になるが、毎回の出る目を正確に予測することは不可能である。この場合、サイコロの目は $y = 3.5 + \varepsilon$ と表され、最大で ± 2.5 のバラツキが生じる。川内決定の主張が成り立つためには、この平均像 $f(x_1, x_2, x_3, T)$ が「不確かさの考慮」で「地域的特性を踏まえた最大限の値」として正しく評価できており、しかも、偶然変動 $\varepsilon(T)$ が極めて小さく無視できるという大

前提が成り立たねばならない。

しかし、耐専スペクトルでは、図 1 のように、地震基盤における地震動評価を行うことでサイト特性をできるだけ消去して平均像を求めているが、国内地震観測記録の数が少ないため、震源特性の異なる海洋プレート間地震と内陸地殻内地震を混在させたまま、地震動の平均像を求めている。その上で、内陸地殻内地震に則した補正係数を用いることとしているが、こうした補正を行っても、当該サイトで十分な地震観測記録がない限り、当該サイトで評価すべき地震動の震源特性や伝播経路特性を偶然変動から区別して評価するのは不可能であり、偶然変動の大きさを評価することもできない。耐専スペクトルの平均像を求める際に用いられた地震観測記録のバラツキを「震源特性、伝播経路特性、偶然変動の混在した誤差項」としてしか説明できないのが現状なのである。したがって、図 5 に示される耐専スペクトルにおける 2 倍以上のバラツキを無視することは、逆に、「平均像」によって震源特性や伝播経路特性の地域特性を無視し、かつ、制御できない偶然変動を無視するに等しい と言える。さらに、原子力規制庁によれば、耐専スペクトルは現在、その開発者たる日本電気協会において、震源近傍における最新の地震観測記録等を取り込む見直し作業の真っ最中であり、その経過を踏まえた上で耐専スペクトルの見直しとバラツキに関する安全側の評価が不可欠だと言える。

川内原発では、数は少ないが地震観測記録が得られている。この貴重な地震観測記録と耐専スペクトルの関係について、九州電力も川内決定も事実とは逆の判断をしている点を以下に追記しておく。

九州電力が再稼働申請のために原子力規制委員会へ提出した資料が図 2 および図 3 であり、川内原発の敷地内で観測された 5 地震の観測記録を応答スペクトルに直し、Noda et al.(2002) との比の平均を描いたものである。図 3 の破線で示される内陸補正係数が全国の平均的な内陸地殻内地震の耐専スペクトルであり、川内原発の地震観測記録の平均応答スペクトル比は短周期側で破線を越えており、1 に近い値すらとっている。つまり、内陸地殻内地震の全国平均より大きな地震動が敷地で観

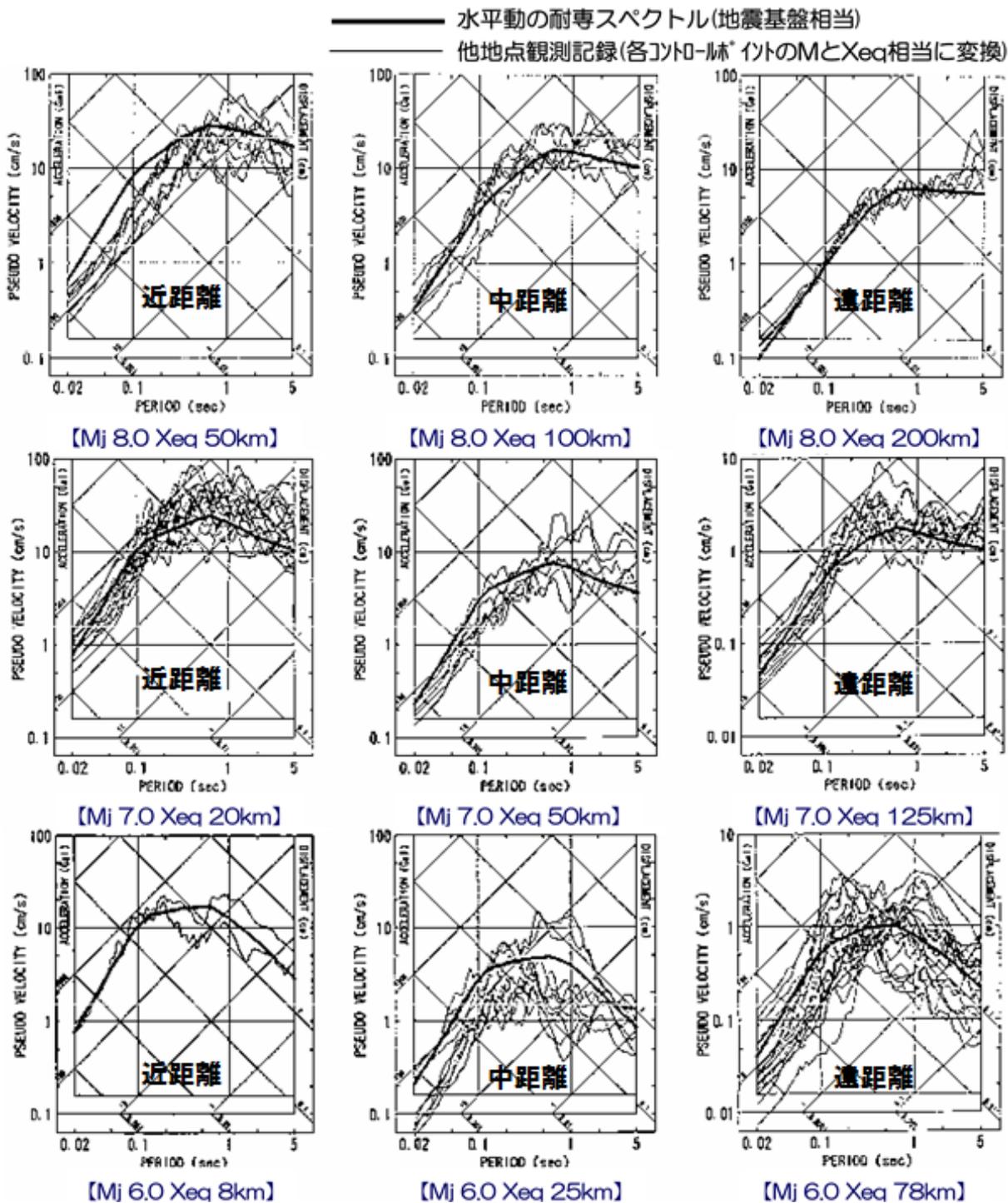
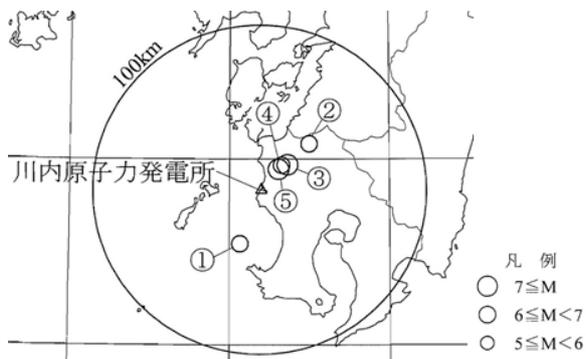


図1: 耐専スペクトル作成の元になった地震観測記録の応答スペクトル(地震基盤表面はぎとり波)と耐専スペクトルの関係(プレート間地震32(81記録), 内陸地殻内地震12(26記録)の計44地震, 107地震観測記録について, 気象庁マグニチュードMjと等価震源距離 X_{eq} の組合せでデータを分類し, その平均像として耐専スペクトルを求めている. 震源特性や伝播経路特性などの地域性や偶然変動などによるバラツキの大きいことがわかる.) [25]

測されているということを示している。ところが、川内決定では次のように真逆の判断をしている。

「本件原子炉施設敷地に大きな影響を与える地震が内陸地殻内地震であり、正断層型及び横ずれ断層型の地震が多く発生するものと分析されているところ…正断層型及び横ずれ断層型の内陸地殻内地震については、地震動が平均的なものより

も小さくなる傾向があるとの知見が示されていること…本件原子炉施設敷地における観測記録に基づいて解析した解放基盤表面の地震動(はぎとり波)の応答スペクトルとNoda et al.(2002)の方法により導かれる応答スペクトルの比率が、別紙図⑦(④の間違い)のとおり、おおむね全周期帯で1.0を下回る傾向を示していることなどからも裏付けら



番号	地震名	発生日時
①	九州西側海域の地震	1984年8月15日 3時30分頃
②	鹿児島県北西部の地震	1994年2月13日 2時6分頃
③	鹿児島県北西部地震：本震	1997年3月26日 17時31分頃
④	鹿児島県北西部地震：余震	1997年4月3日 4時33分頃
⑤	鹿児島県北西部地震：本震	1997年5月13日 14時38分頃

図2: 川内原発で観測された活断層による地震 [14]

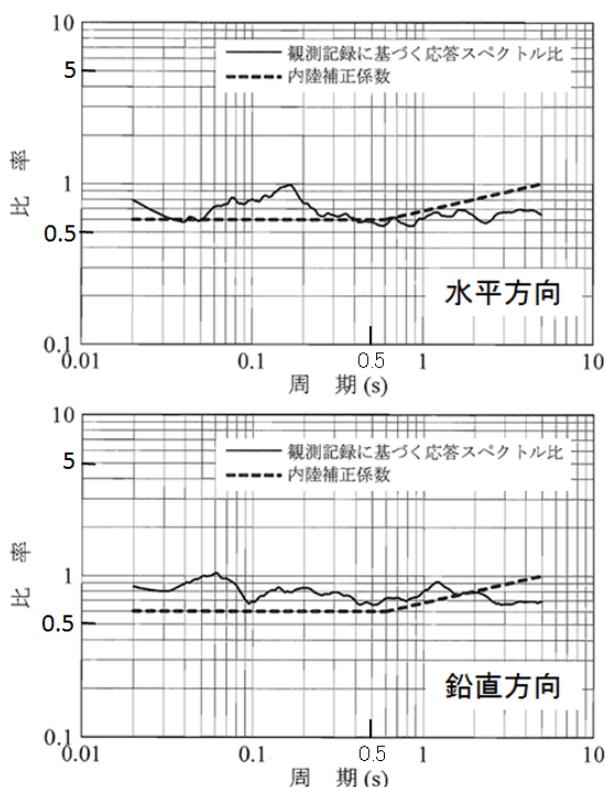


図3: 川内原発での内陸地殻内地震観測記録に基づく耐専スペクトルの補正係数 [14] (破線は Noda et al.(2002)[23] の示した国内の内陸地殻内地震に対する平均的な補正係数, 実線が川内原発での観測記録に基づく補正係数)

れているというべきである。」(主文 [8]pp.141-142)

このような判断が出てきた背景には、九州電力が図3の代わりに図4、すなわち、観測記録の応答スペクトル比をすべてそのまま描いた図を示し、裁判所が内陸地殻内地震の全国平均(図3の破線)と比較できない状態に置かれたからではないかと推測され、九州電力が自らに都合良い結論を導くため巧妙なトリックを用いたのではないかと疑わせる。ここで重要なのは、(1)川内原発から数十 km

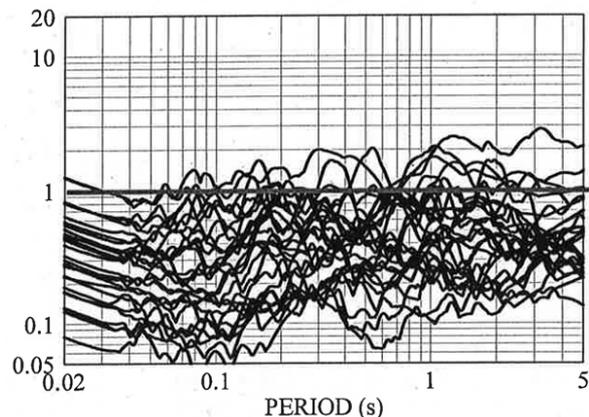


図4: 川内原発の敷地地盤で得られた観測記録の応答スペクトルと Noda et al.(2002) の方法により求められた応答スペクトルの比 (主文 [8] 別紙図④p.294)

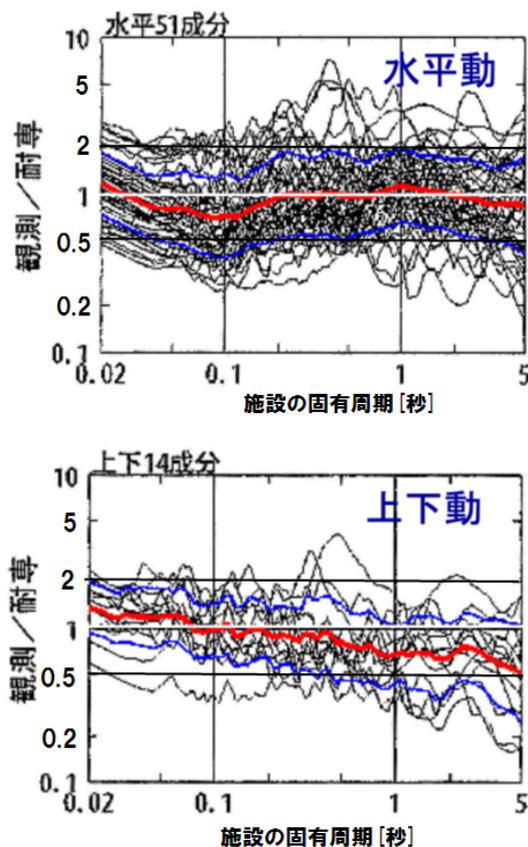


図5: 国内外の内陸地殻内地震による震源近傍の観測記録 ($M6.0 \sim 8.1$, $X_{eq} = 6 \sim 33$ km, 水平 51 記録, 上下 14 記録) の耐専スペクトル (内陸補正有) との残差 (パラツキ)[25] (細線: 各地震観測記録に対する残差, 太い赤実線: 残差の平均, やや太い青実線: 平均からの「倍半分」の差)

の範囲で発生した地震に対する川内原発敷地内観測記録の平均応答スペクトル比(図3の実線)が全国平均(図3の破線)を超えているということに加えて、(2)川内原発敷地内観測記録の応答スペクトル比(図4または図6の黒実線)がその平均(図3の水平方向の実線または図6の赤線)より上

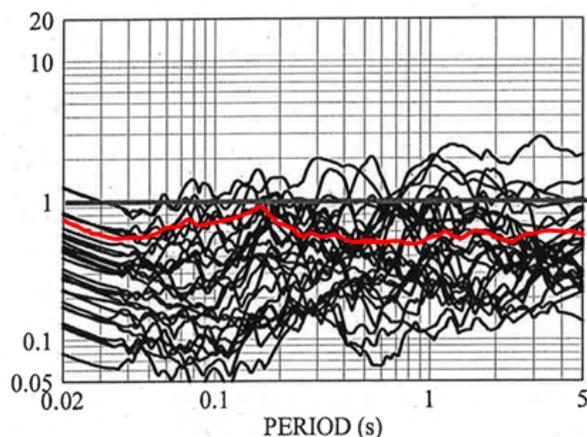


図 6: 偶然変動の大きさを評価するため、図 4 に図 3 の観測記録に基づく応答スペクトル比（水平方向）を赤線で追記したもの

側へもばらついており、短周期側 (周期 0.02~0.5 秒) でほぼ 2 倍になっているということである。つまり、図 6 に見られる赤線より上側へのバラツキは「全国各地で起きる地震や地震観測点における地域性の違い」ではなく、「川内原発周辺の地域性の違い」が少しは含まれるとは言え、偶然変動がバラツキのかなりの部分を占めていると言える。したがって、耐専スペクトルで地震動評価を行う場合には、耐専スペクトルとして得られる平均的な値をそのまま用いるのではなく、上側に 2 倍のバラツキを考慮しなければ安全側の評価にはならないということ、このようにしても川内決定が決めつけているような極端な評価、すなわち、「日本最大あるいは世界最大の既往地震と同規模の地震が、日本全国あるいは世界全体で一様に発生する可能性がある」とかのような極端な評価にはならない。逆に、川内原発周辺の地域性を過小評価することなく、さらに、偶然変動のバラツキを考慮した評価になるのである。さらに、川内原発敷地で観測された図 2 の地震は M6 クラスの小規模地震（地表に地震断層が出現しない未飽和断層による地震）であり、M7 クラスの中規模以上の地震は含まれていないこと、また、10km 未満の近距離地震や震源近傍地震は観測されていないことなどを考慮すれば、これでも過小評価に陥る可能性が残ると言える。

ちなみに、図 5 は内陸地殻内地震に関する補正係数（図 3 の破線）で補正した後の耐専スペクトルを基準に全国の内陸地殻内地震観測記録の応答

スペクトル（地震基盤はぎとり波）との比（残差）を求めたものだが、ここには上側で 2 倍を超え 6 倍にも達する大きなバラツキがみられる。このような 2 倍を超えるバラツキには確かに地域性が大きく寄与していると思われるが、川内原発敷地での地震観測記録から判断すれば、2 倍程度が偶然変動ではないかと思われる。川内原発では、敷地内地震観測記録の平均がこの図でほぼ 1 以上の値になり、全国平均より大きくなっているのであり、個々の地震観測記録がさらに上側へ 2 倍程度にばらついているのである。川内決定はこの事実をしっかりと見極める必要があったのに、九州電力の主張に惑わされて見誤ったと言えよう。

川内決定は、耐専スペクトルにおいて内陸地殻内地震に対する図 3 の補正係数を用いなかったことをもって「余裕を確保することにつながる」（主文 [8]p.140）としているが、図 3 の補正係数そのものが短周期側で 1 に近く、平均レベルにおいてもそれほど余裕を確保することにはなっていない。また、補正係数を用いないのは、2007 年新潟県中越沖地震の教訓から震源特性を 1.5 倍にするためであり、耐専スペクトルに補正係数（全国平均では図 3 の破線のように短周期側で 0.6 程度になる）を用いないことが 1.5 倍の余裕をもたせることにほぼ等しくなるからである。この観点から言えば、補正係数が 1 に近い川内原発では、図 3 の補正係数で補正した上で 1.5 倍にし、さらに 2 倍の偶然変動等によるバラツキを考慮することこそが「余裕を確保する」ことになるのである。

3.2 断層モデル設定における地震動過小評価

断層モデルでは、その平均像を求めるための元データが必ずしも国内の地震データではなく、北米中心の地震データであり、断層モデルのレシピで採用されている「震源断層面積から地震規模を算出する入倉式」と国内地震学界で広く認められている「震源断層長さから地震規模を求める松田式」とでは地震規模に大きな差があり、地震動評価結果に大きな食い違いが生じている。

そのため、2006 年の中央防災会議第 26 回「東南海、南海地震等に関する専門調査会」では、国

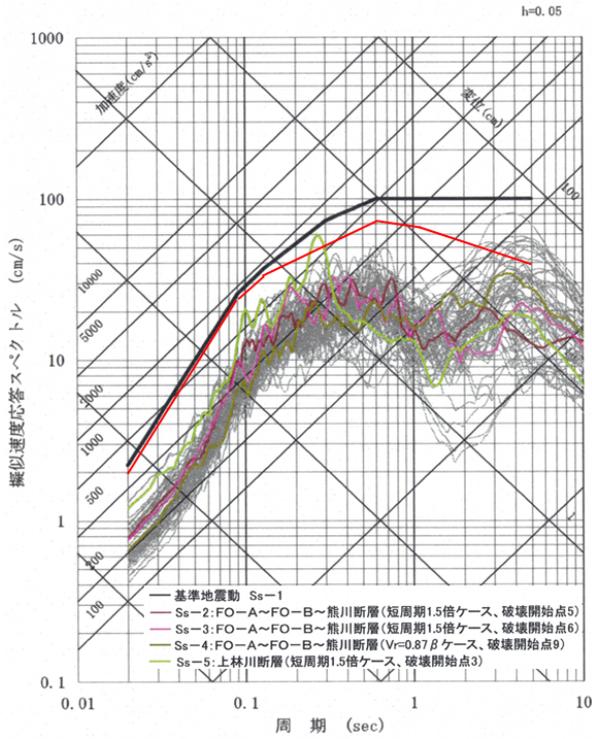


図7: 高浜3・4号におけるFO-A~FO-B~熊川断層および上林川断層の断層モデルによる地震動評価結果(灰色の波線は基準地震動Ss-2~5以外の全評価結果)とFO-A~FO-B~熊川断層(傾斜角75度)の耐専スペクトル(赤折れ線)および基準地震動Ss-1(水平EW方向)(2014年8月)[10]

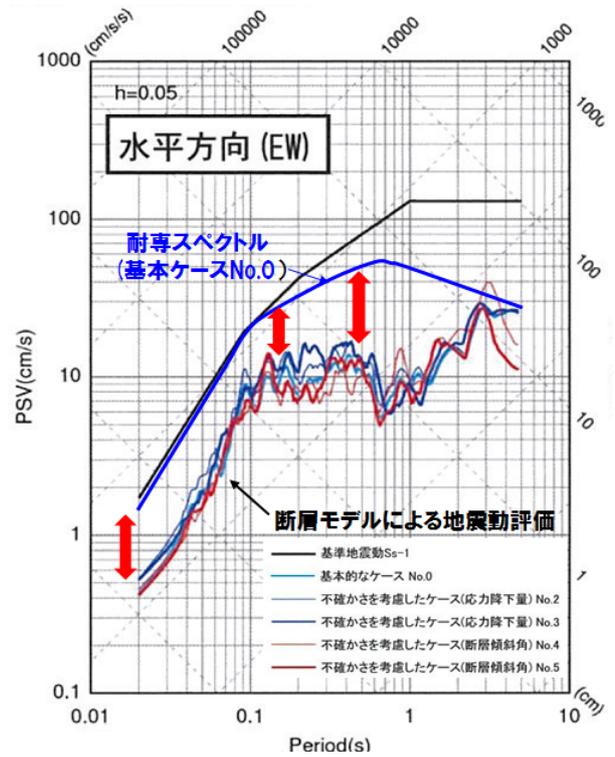


図9: 適合性審査における川内1・2号の基準地震動Ss-1と市来断層帯市来区間(24.9km, M7.2)の地震動評価結果(水平EW方向)(2014.3.12)[16]

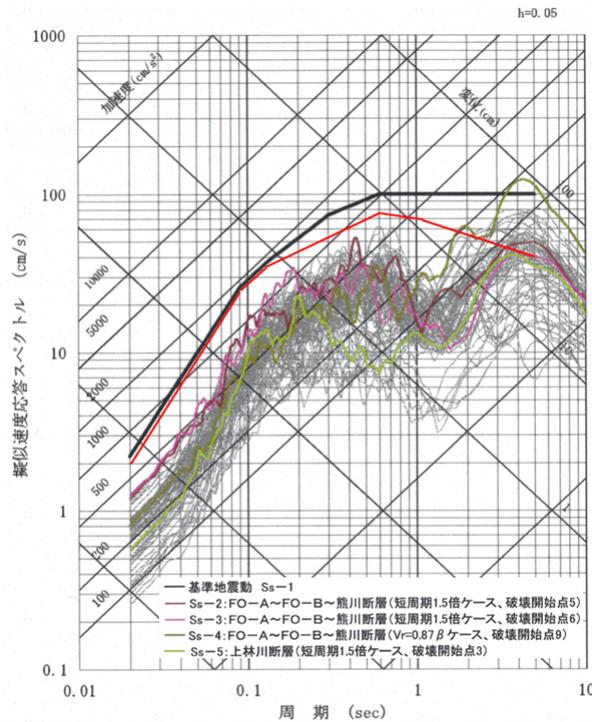


図8: 高浜3・4号におけるFO-A~FO-B~熊川断層および上林川断層の断層モデルによる地震動評価結果(灰色の波線は基準地震動Ss-2~5以外の全評価結果)とFO-A~FO-B~熊川断層(傾斜角75度)の耐専スペクトル(赤折れ線)および基準地震動Ss-1(水平NS方向)(2014年8月)[10]

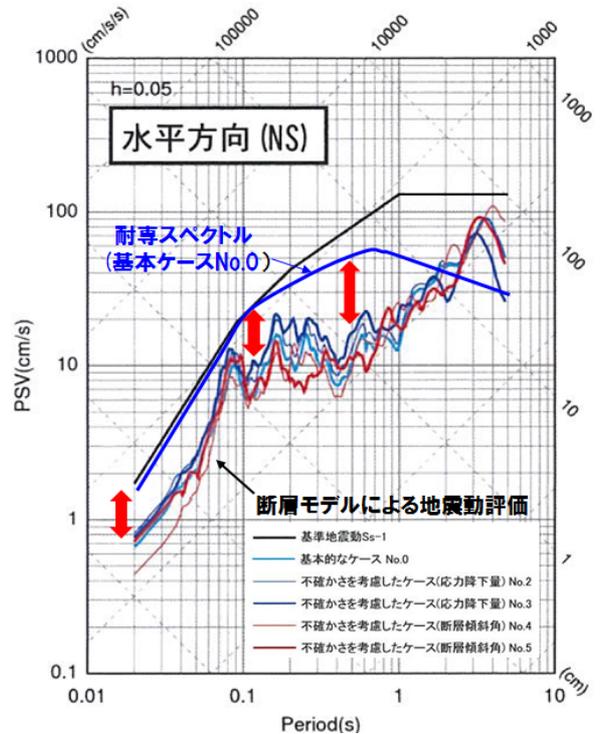


図10: 適合性審査における川内1・2号の基準地震動Ss-1と市来断層帯市来区間(24.9km, M7.2)の地震動評価結果(水平NS方向)(2014.3.12)[16]

内の主要活断層に対し、将来起こりうる地震の規模を推定するため各種推定式を適用して図 11 の結果を得たことから [2]、レシピの入倉式を用いず独自に評価式を作成している。また、地震調査研究推進本部も松田式から得られる地震規模に合うように断層面積を修正する特性化震源モデルの「修正レシピ」を提示している。その意味で、断層モデルによる平均像そのものが北米中心データを対象としており、国内の震源断層にそのまま用いると、地震動を大きく過小評価するおそれがある [20]。その証拠に、高浜原発における FO-A~FO-B~熊川断層の断層モデルによる地震動評価結果は図 7 および図 8 に示すとおり、国内地震データに基づく平均像を表す耐専スペクトルの 1/2 程度にすぎない。川内原発においても、断層モデルのパラメータ設定法が少し異なるものの、図 9 および図 10 の市来断層帯市来区間に関する地震動評価結果に見られるとおり、耐専スペクトルの 1/2~1/3 にすぎない。あろうことか、九州電力は耐専スペクトルと断層モデルの間にあるこの大きな差を断層モデルによる地震動の過小評価とは捉えず、逆に、余裕を確保したものだとして主張し、川内決定も「断層モデルを用いた手法によって想定した地震動が、応答スペクトルに基づく手法により想定した地震動を明らかに下回るときには、当該敷地における地域的な特性が平均像と比較して地震動が小さくなる傾向を持つものと評価し、応答スペクトルに基づく手法により想定した地震動を基準地震動として代表させることでも一定の余裕が確保できるものと考えられる。」(主文 [8]p.140) と追認している。これは、重大な事実誤認である。

九州電力の作成した耐専スペクトルそのものが 2 倍の偶然変動等を考慮しない過小評価になっていることについては詳述したので、ここでは、断層モデルが特殊なカラクリによって過小に設定されていること、原子力規制委員会・原子力規制庁がそのことを指摘されながら無視しており、不合理な適合性判断をしていることを示そう。

川内決定は「平均応力降下量及びアスペリティ実効応力の設定においては… 本件原子炉施設の敷地周辺で発生した地震の観測記録のうち最も大きな揺れを観測した平成 9 年 5 月鹿児島県北西部

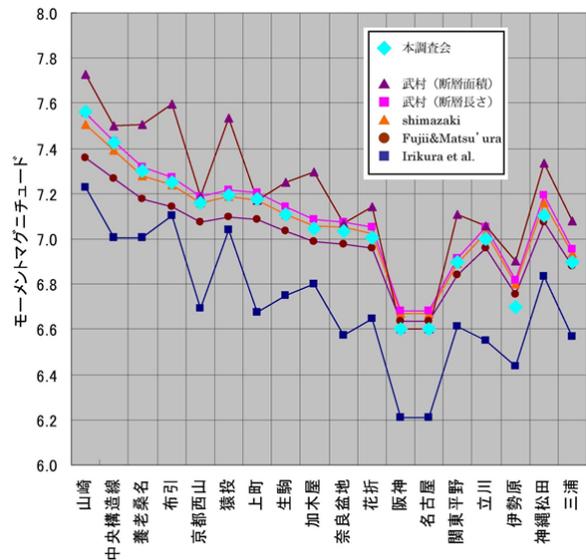


図 11: 中央防災会議東南海、南海地震等に関する専門調査会で検討された国内活断層に対する各種地震規模推定式とその評価結果 [2] (地震規模はモーメントマグニチュード M_w で示されているが、どの活断層においても、武村(断層面積), 武村(断層長さ), Shimazaki, Fujii-Matsu'ura, Irikura et al.(入倉式)の順で地震規模が小さくなり、断層モデルのレシピで使われている入倉式で最も小さい地震規模になる)

地震の観測記録の実測値を用いている。…であるから、地域的特性を踏まえて想定すべき最大限の値を設定したということが出来る。」(主文 [8] p.138) としている。

ここに、「平成 9 年 5 月鹿児島県北西部地震」とは図 2 の⑤および図 12 の 5 月 13 日の本震であり、図 13 のように L 字型の余震分布をしており、2 つの震源断層が動いたと評価されている。この地震の応答スペクトルがそのまま $M7$ クラスの地震に用いられている。したがって、この地震の応答スペクトルがどのように設定されたのかが重要となる。

九州電力は、1997 年 5 月 13 日鹿児島県北西部地震(本震)と 3 つの余震(図 12 の余震 No.6, No.7, No.8)の地震波形の相対関係を求め、表 2 の手順で本震の地震モーメント $9.0 \times 10^{17} \text{Nm}$ から本震のアスペリティ平均応力降下量を 15.9MPa と求め、表 3 の手順で断層平均応力降下量を 5.8MPa と算出している。ここで問題なのは、表 2 の脚注(*a)に示したように、本震の地震モーメントには解析機関と方法の違いによって何種類もあり(表 1 参照)、その値次第で本震のアスペリティ平均応力降下量が変わるということ、しかも、九州電力が用いた値はその中の最小値だということである。

断層モデルの経験的グリーン関数法による地震

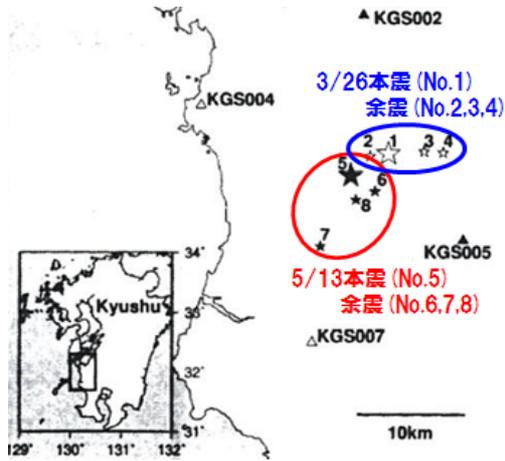


図 12: 1997 年 3 月 26 日と 5 月 13 日の鹿児島県北西部地震の本震と余震の分布 [19]

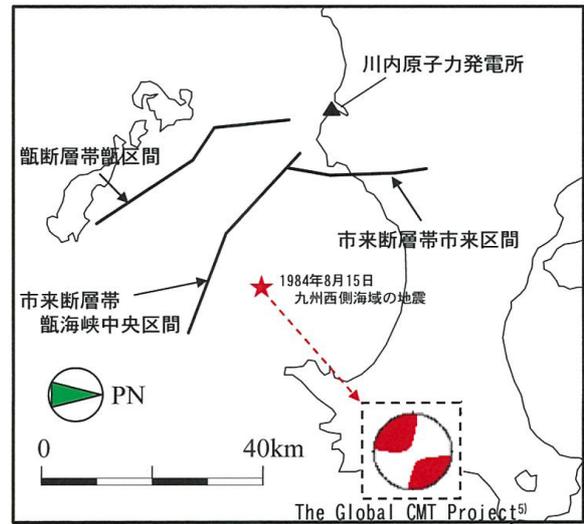


図 14: 川内 1・2 号で地震動評価された 3 つの活断層と断層モデルで用いられた要素地震 [16]

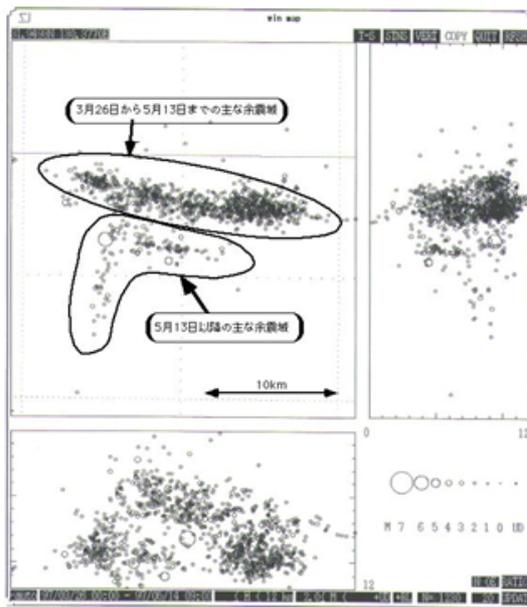


図 13: 1997 年鹿児島県北西部地震における 3 月 26 日から 5 月 14 日 9 時までの震源分布 ($M \geq 2$) [12]

表 1: 1997 年 5 月 13 日鹿児島県北西部地震の地震モーメントの機関別評価結果の違い [17]

文献・各種機関	地震モーメント M_0
菊池・山中 (1997)	9.0×10^{17} Nm
Horikawa (2001)	9.6×10^{17} Nm
防災科学技術研究所 F-net	1.22×10^{18} Nm
The Global CMT project	1.42×10^{18} Nm
九州大学理学部 島原地震火山研究所	1.20×10^{18} Nm
気象庁 CMT 解	2.17×10^{18} Nm

動評価では、評価地点 (川内原発) で観測された図 14 の要素地震 (1984 年 8 月 15 日九州西側海域の地震) の地震波形を評価地点で重ね合わせるが、検討用地震と要素地震の応力降下量の比で要素地震の

地震波形の大きさを調整する。そのため、検討用地震の応力降下量の元になった 1997 年 5 月 13 日鹿児島県北西部地震と要素地震の地震モーメントとアスペリティ平均応力降下量は同じ方法で算出される方が相対的な関係が安定していて望ましい。九州電力は要素地震のアスペリティ平均応力降下量に the Global CMT project による 21.02MPa を用いていることから、1997 年 5 月 13 日鹿児島県北西部地震についても the Global CMT project による 25.1MPa を用いるのが妥当だと言える。ところが、九州電力は 1997 年 5 月 13 日鹿児島県北西部地震には菊池・山中 (1997) [11] の地震モーメントから導いた 15.9MPa を用いており、これは要素地震の 21.02MPa よりかなり小さい。これでは、足し合わせる要素地震の地震波形が小さくなり、地震動評価結果が小さくなるのは避けられない。そもそも、未飽和断層で得られた応力降下量をスケールリング則の異なる飽和断層にそのまま適用すること自体が問題だが、百歩譲って、「最近国内で起きている M7 クラスの地震ではアスペリティ平均応力降下量が 20~30MPa のものが多く [20, 21]、このレベルであれば、飽和断層のアスペリティ平均応力降下量として固定しても妥当」と言える。その意味でも 15.9MPa を飽和断層にそのまま適用するのは地震動を過小評価することになる [21]。

この点については、原子力規制庁と市民団体との話し合いの中で 2014 年 7 月 29 日 [26] と 2015 年 1 月 16 日 [27] の 2 度取り上げられ、規制庁は

表 2: 1997 年 5 月 13 日鹿児島県北西部地震のアスペリティ平均応力降下量を求める手順 ^{*a}[13]

	余震 No.6	余震 No.7	余震 No.8
(a) 本震の地震モーメント M_0 [Nm]	9.0×10^{17}		
(b) 本震/余震のモーメント比 M_0/m_0 [Nm]	16.7	5671	123.4
① 余震の地震モーメント m_0 [Nm]	5.39×10^{16}	1.59×10^{14}	7.29×10^{15}
(c) 余震のコーナー振動数 f_{ca} [Hz]	0.47	5.87	1.43
② 余震の応力降下量 $\Delta\sigma_{CR}$ [MPa]	1.58	9.07	6.03
(d) 本震/余震の応力降下量比 C	9.54	1.93	2.50
③ 本震の応力降下量 $\Delta\sigma_a$ [MPa]	15.08	17.51	15.07 (平均 15.9)

^{*a}: ここでの本震は 1997 年 5 月 13 日 14:38 に発生した鹿児島県北西部地震 M6.3 であり、図 12 の No.5 および図 13 の L 字型震源分布屈曲点付近の○に対応する。その余震は、図 12 の No.6(M4.7, 1997/5/14/08:32), No.7(M3.4, 1997/5/18/17:49) および No.8(M4.2, 1997/5/25/06:10) の 3 つである。三宅ら (1999)[19] は経験的グリーン関数法 (余震の観測波形から本震の観測波形を再現する手法) に基づき、K-NET の地震観測点における本震と余震の観測波形から観測震源スペクトル比関数の残差平方和が最小になるように、上表の (b) 本震/余震のモーメント比 M_0/m_0 , (c) 本震と余震の各コーナー振動数 f_{cm} と f_{ca} を求め、(d) 応力降下量比 $C = (M_0/m_0)(f_{cm}/f_{ca})^3$ を求めている。九州電力はこれらの値に基づき、余震の応力降下量 $\Delta\sigma_{CR}$ を Brune(1970) の式 $\omega_{ca} = 2\pi f_{ca} = 2\beta\sqrt{\pi\lambda_{CR}\Delta\sigma_{CR}/m_0}$ と円形ラック式 $\Delta\sigma_{CR} = 7m_0/(16\lambda_{CR}^3)$ — 結局、 $\Delta\sigma_{CR} = (m_0 f_{ca}^3/\beta^3)\sqrt{16\pi^3/7}$ となる — より求めている。ただし、ここでは S 波速度を $\beta = 3.1\text{km/s}$ としている。これらより、① $m_0 = (a)/(b)$, ② $\Delta\sigma_{CR} = ① \times (c)^3 \times \text{係数}$, ③ $\Delta\sigma_a = ② \times (d)$ より、本震の地震モーメント (a) を代入すれば、本震のアスペリティ平均応力降下量が自動的に得られ、その値は本震の地震モーメントに比例して大きくなる。本震の地震モーメントは the Global CMT project による $1.42 \times 10^{18}\text{Nm}$ (M_w6.0), 九州大学理学部島原地震火山観測所 (1997)[12] による $1.2 \times 10^{18}\text{Nm}$ (M_w6.0), 菊地・山中 (1997)[11] による $0.90 \times 10^{18}\text{Nm}$ (M_w5.9) などがある。ただし、九州大学の値は九州大学福江地震観測点 (FUK) の広帯域地震計 STS-2 (広い周波数範囲にわたって地震動を記録できる) の上下変位波形から推定された値である。これらを上表に適用すれば、本震のアスペリティ平均応力降下量はそれぞれ 25.1MPa, 21.2MPa, 15.9MPa になる。九州電力はこのうち最小の 15.9MPa を選択し、M7.2~M7.5 という大きな地震の地震動解析にそのまま適用したのである。九州電力は市来断層帯市来区間など検討用地震の地震動評価に経験的グリーン関数法を用いているが、その要素地震の地震モーメントや応力降下量を求める際には the Global CMT project による値を用いている。経験的グリーン関数法では検討用地震と要素地震の相対関係が重要であることから、5 月 13 日鹿児島県北西部地震の地震モーメントと応力降下量についても the Global CMT project による値を用いるのが一貫しており妥当だと考えられる。そうすると、アスペリティ平均応力降下量は 15.9MPa ではなく 25.1MPa にすべきだということになる。

表 3: 1997 年 5 月 13 日鹿児島県北西部地震の断層面積と断層平均応力降下量を求める手順 ^{*b}[13]

	東西方向の断層	南北方向の断層	両断層の総和
(e) アスペリティ平均応力降下量 $\Delta\sigma_a$ [MPa]	15.9		
(f) アスペリティ面積 S_{ai}, S_a [km ²]	12	12	24
(g) 地震モーメント M_{0i} [Nm]	4.5×10^{17}	4.5×10^{17}	9.0×10^{17}
④ 断層面積 S_i, S [km ²] (アスペリティ面積比 $S_{ai}/S_i, S_a/S$)	33.1 (0.364)	33.1 (0.364)	66.2 (0.364)
⑤ 断層平均応力降下量 $\Delta\sigma$ [MPa]	5.8	5.8	5.8

^{*b}: 九州電力は、1997 年 5 月 13 日鹿児島県北西部地震が二重震源になっていることから、東西方向の断層と南北方向の断層に 2 分し、表 2 のアスペリティ平均応力降下量 15.9MPa, 三宅ら (1999)[19] のアスペリティ面積 (各 12km² で計 24km²) および菊地・山中 (1997)[11] の地震モーメント $9.0 \times 10^{17}\text{Nm}$ を用いて各断層の面積 S_i と平均応力降下量 $\Delta\sigma$ を求めている。すなわち、円形ラック式 $\Delta\sigma = (7/16)M_0/(S/\pi)^{1.5}$ と Madariaga(1979)[18] の式 $\Delta\sigma_a = (S/S_a)\Delta\sigma$ を組み合わせた式 $S = \pi^3(7M_0/(16\Delta\sigma_a S_a))^2$ で各断層面積を求め、断層平均応力降下量を Madariaga(1979) の式から算出している。ここで、地震モーメントを $0.90 \times 10^{18}\text{Nm}$ から $1.2 \times 10^{18}\text{Nm}$ や $1.42 \times 10^{18}\text{Nm}$ に置換えると、 $(S, S_a/S, \Delta\sigma, \Delta\sigma_a)$ はそれぞれ (66.2km², 0.364, 7.7MPa, 21.2MPa), (66.2km², 0.364, 9.1MPa, 25.1MPa) になる。つまり、地震モーメントを変えると応力降下量は大きく変わるが、断層面積とアスペリティ面積比は変わらないが、アスペリティ面積比が 36.4% と異常に大きくなりすぎるのがわかる。そこで、アスペリティ面積を 20~22km² へ少しだけ小さくすると、面積比は 21.0~28.0% と経験式にあう程度に変わる。これを地震モーメントのそれぞれについて求めたのが、下表である。結論的には、 $S_a/S = 0.22$ の $\Delta\sigma = 5.5\text{MPa}$, $\Delta\sigma_a = 25.1\text{MPa}$ が経験式に合う平均的な値として妥当だと言える。

表 4: 1997 年 5 月 13 日鹿児島県北西部地震のアスペリティ面積、断層面積と応力降下量の関係

$(S_a, S, S_a/S)$ [km ²] [km ²]	$(\Delta\sigma, \Delta\sigma_a)$ [MPa]		
	$0.90 \times 10^{18}\text{Nm}$	$1.2 \times 10^{18}\text{Nm}$	$1.42 \times 10^{18}\text{Nm}$
(24, 66.2, 0.364)	(5.8, 15.9)	(7.7, 21.2)	(9.1, 25.1)
(22, 78.6, 0.280)	(4.5, 15.9)	(5.9, 21.2)	(7.0, 25.1)
(21, 86.2, 0.244)	(3.9, 15.9)	(5.2, 21.2)	(6.1, 25.1)
(20.3, 92.4, 0.220)	(3.5, 15.9)	(4.7, 21.2)	(5.5, 25.1)
(20, 95.1, 0.210)	(3.3, 15.9)	(4.5, 21.2)	(5.3, 25.1)

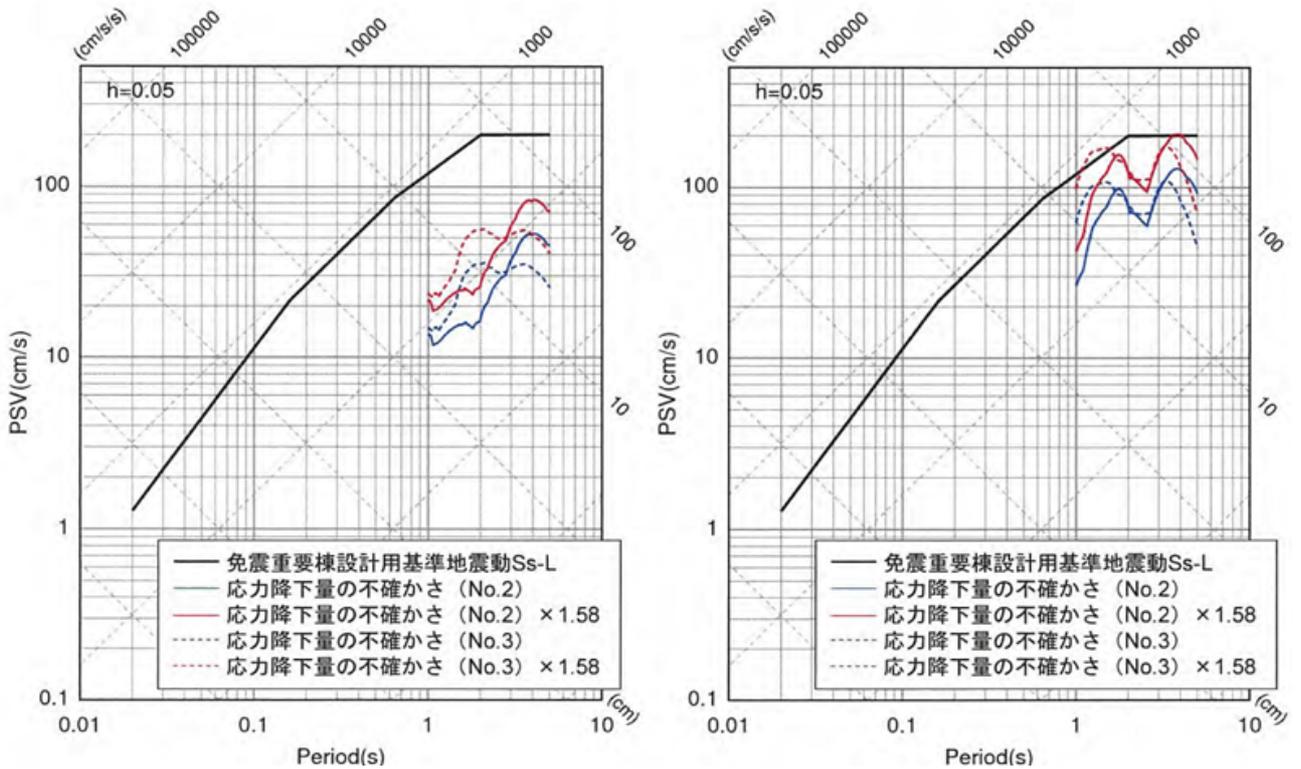


図 15: 川内原発断層モデルで「応力降下量を 15.9MPa から 25.1MPa へ引き上げて長周期側だけ行った地震動評価結果 (原子力規制庁は「短周期側もやった」と主張していたが後日訂正した, 2014.6.4) [17]

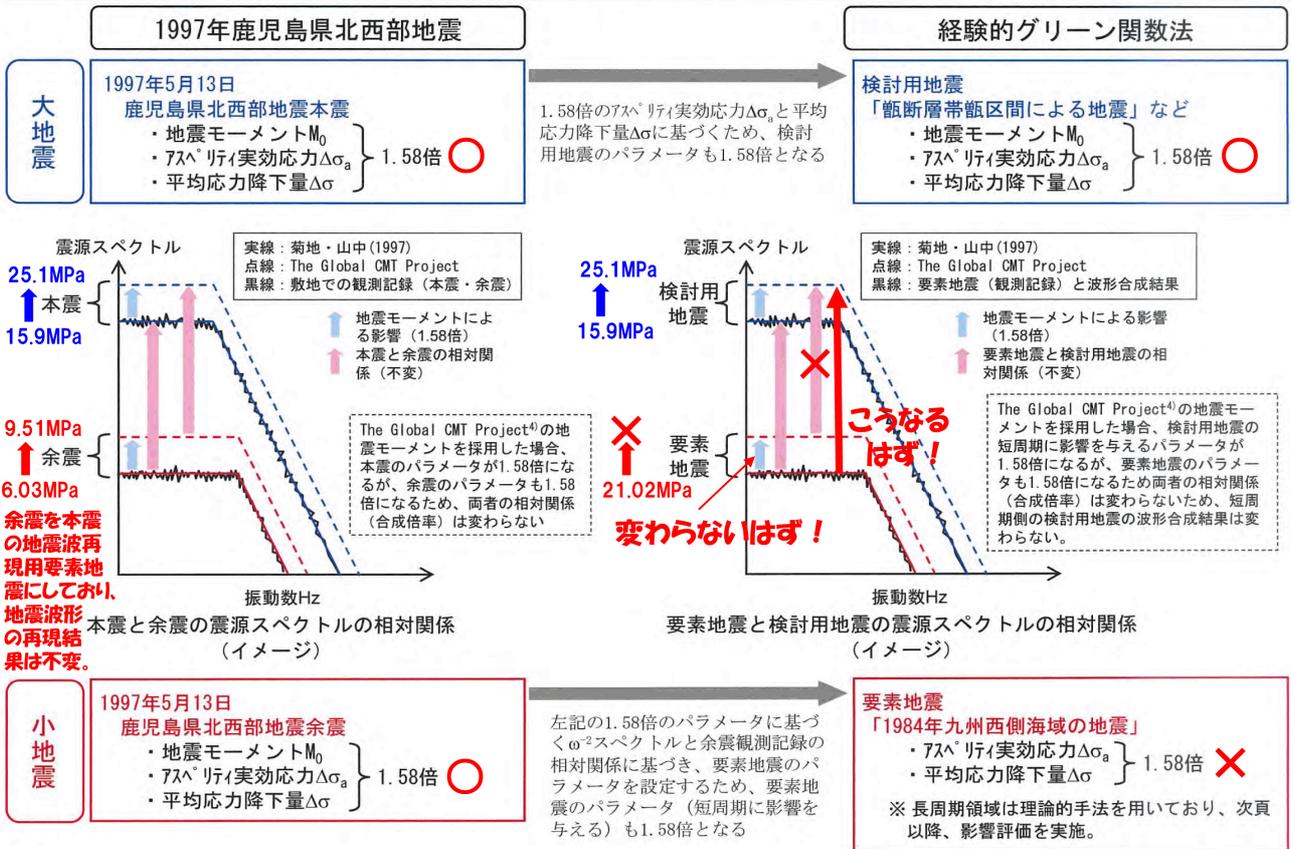


図 16: 川内原発断層モデルで「アスペリティ平均応力降下量を 15.9MPa から 25.1MPa へ引き上げても短周期側の地震動評価結果は変わらない」と誤った主張を九州電力が行った図 (赤字と×で示したように, 本震と余震のアスペリティ平均応力降下量が連動して大きくなっても, これらとは無関係な要素地震のアスペリティ平均応力降下量 21.0MPa は変わらないため, 検討用地震の地震動評価結果は大きく変わる. 原子力規制庁はこの誤りに気付かなかったのか, 何も指摘せず報告を了承した: 2014.6.4) [17]

2014年7月に「アスペリティ平均応力降下量を15.9MPaから25.1MPaに引き上げた場合の地震動評価も行った」と主張していたが、図15のように長周期側しかやっていないことが後日判明し、2015年1月の話し合いで規制庁が「勘違いだった」と訂正した。しかし、九州電力は図16のように、「短周期側では地震動評価結果は変わらない」と誤って評価し、その報告を受けた原子力規制庁もその誤りを指摘していない。こちらの方は「勘違い」では済まされない極めて不合理な審議経過である。

表3の脚注*bおよび表4の下線部に示すように1997年5月13日鹿児島県北西部地震の応力降下量を $\Delta\sigma = 5.5\text{MPa}$, $\Delta\sigma_a = 25.1\text{MPa}$ と設定して地震動評価を行い、これを基本ケースとしてさらに不確かさを考慮しておれば、断層モデルによっても、現在の基準地震動Ss-1を超える地震動評価結果が得られたであろうことは間違いない。しかし、今の断層モデルのレシピに従う限り、それが北米中心の地震データによって作られた断層モデルであり、国内の震源断層に対する地震動評価を過小評価するという限界を超えられない。これを解決するには、国内地震データに合わせて断層モデルのレシピそのものを作り替えるか、それまでは地震調査研究推進本部が提示した修正レシピを用いるかしか手がない。後者の修正レシピは、断層長さから松田式で地震規模を求め、それに合わせて断層モデルを調整する方法だが、一例として、市来断層帯市来区間に対し、地震規模だけを変えてレシピをそのまま適用した場合の断層パラメータを表5の「 $S_a/S = 0.22$ 法」の列に示す。すると、応力降下量は $\Delta\sigma = 5.83\text{MPa}$, $\Delta\sigma_a = 26.5\text{MPa}$ になり、上述のアスペリティ平均応力降下量を25.1MPaとした場合にほとんど等しくなる。これを基本ケースとして不確かさを考慮し、短周期レベルと応力降下量を1.5倍すると、表6の「 M_0 を九電の値とした場合」の値にほとんど等しくなり、かなり大きな地震動評価になる。

九州電力は、断層モデルの地震動評価結果が小さく収まるよう、さまざまなトリックを用いて断層パラメータを操作し、逆に、九州電力による地震動評価がいかに余裕を持ったものであるかを誇示しようとしている。川内決定は、その罫にはま

り、「どの手法による地震動評価結果が真の地震動評価に最も近いのか」という最も重要な点で判断を誤り、とんでもない評価結果をベースにして「余裕」を確保していると判断してしまったのである。

3.3 「余裕の確保」は「余裕の欠如」

川内決定では、「1.8~2.0倍の余裕が確保されている」（主文[8]p.141）と判断しているが、これは事実誤認である。実際には、以下に述べるように、「余裕が欠如している」のである。

九州電力は川内1・2号の基準地震動を当初の270ガル（1号設置許可1977年12月時点）から370ガル（模擬地震波では372ガル、2号設置許可1980年12月時点）、540ガル（2006年耐震設計審査指針改訂に伴う2008年3月31日付バックチェック中間報告）へ変更してきた。今回の再稼働申請¹時、活断層評価や基準地震動評価はバックチェック時とほぼ同じであった（表7の(a)参照）。ところが、地震調査研究推進本部が2013年2月に公表した「九州地域の活断層の長期評価（第一版）」[7]を取り入れざるを得ないとみた九州電力は、手のひらを返したように評価を変えた（表7の(b)参照）。図17のように活断層は非常に長く「伸び」、市来断層帯市来区間は24.9km(M7.2)、市来断層帯甕海峡中央区間は38.5km(M7.5)、甕断層帯甕区間は40.9km(M7.5)となった（これら3断層が図14のように検討用地震として取り上げられた）。また、1997年5月13日鹿児島県北西部地震の応力降下量を $\Delta\sigma = 5.8\text{MPa}$, $\Delta\sigma_a = 15.9\text{MPa}$ と設定し、これを検討用地震にそのまま用いる九州電力独自の断層モデルが提示された（表7の(c)参照）。

表7には、市来断層帯市来区間（再稼働申請時は五反田川断層）についてのみ、この推移を示している。表7の「(e)修正モデル」は断層長さから松田式で地震規模を求め、断層面積を変えずにレシピを適用した場合であり、その詳細は表5の「松田式からM7.2とした場合」の「 $S_a/S = 0.22$ 法」の列に示したとおりである。また、表7の「(f)修正モデル(1.5倍)」は2007年新潟県中越沖地震の教訓から応力降下量と短周期レベルだけを1.5倍

¹原子力規制委員会による新規基準適合性審査を受けるため、2013年7月8日に出した設置変更許可申請のこと

表 5: 市来断層帯市来区間の断層パラメータ

断層パラメータ	九州電力 *1	断層モデル *2	松田式から M7.2 とした場合 *3		
	$\Delta\sigma, \Delta\sigma_a$ 指定	A 法	A 法	$S_a/S = 0.22$ 法	
傾斜角 θ	90 度 (右横ずれ断層)				
断層長さ L	24.9km (M7.2 相当)				
断層幅 W	13 km				
断層面積 $S = LW$	323.7 km ²				
断層上端深さ	2 km				
断層下端深さ	15 km				
破壊開始点	アスペリティ東下端 1 種類 + 断層東下端 1 種類				
破壊伝播方式	同心円状 (放射状)				
地震モーメント M_0	1.39×10^{19} N·m	5.83×10^{18}	1.39×10^{19} N·m		
マグニチュード	M7.2, M_W 6.7	M6.9, M_W 6.4	M7.2, M_W 6.7		
平均すべり量 $D = M_0/(\mu S)$	129.5 cm	54.4 cm	130.0 cm		
剛性率 $\mu = \rho\beta^2$	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 $V_r = 0.72V_s$	2.52 km/s		同左		
平均応力降下量 $\Delta\sigma$	5.8 MPa	2.44 MPa	5.83 MPa		
短周期レベル A	1.53×10^{19} N·m/s ²	9.54×10^{18}	1.28×10^{19} N·m/s ²		
アスペリティ全体	面積 S_a	118.08 km ² (0.365)	51.64 (0.16)	165.04 (0.51)	71.21 (0.22)
	地震モーメント M_{0a}	1.02×10^{19} N·m	1.87×10^{18}	1.43×10^{19}	6.16×10^{18}
	平均すべり量 D_a	260.3 cm	109.4 cm	—	261.4
	応力降下量 $\Delta\sigma_a$	15.9 MPa	15.3 MPa	—	26.5
	短周期レベル A_a	1.50×10^{19} N·m/s ²	9.54×10^{18}	—	—
背景領域	地震モーメント M_{0b}	3.70×10^{18} N·m	3.96×10^{18}	—	7.77×10^{18}
	面積 $S_b = S - S_a$	205.62 km ²	272.06 km ²	158.66	252.49
	平均すべり量 D_b	54.4cm	44.0 cm	—	93.0
	実効応力 σ_b	2.5 MPa	2.7 MPa	—	5.3
	短周期レベル A_b	3.14×10^{18} N·m/s ²	—	—	—

*1:九州電力は 1997 年 5 月 13 日鹿児島県北西部地震 (気象庁発表 M6.4) の特性化震源モデルのパラメータを根拠に $\Delta\sigma = 5.8\text{MPa}$, $\Delta\sigma_a = 15.9\text{MPa}$ と固定し, アスペリティ面積を $S_a = S(\Delta\sigma_a/\Delta\sigma)$ より求めている. そのため, アスペリティ面積は断層面積の 36.5% と異常に大きくなっている. これは鹿児島県北西部地震など M6 クラスの未飽和断層のデータを M7 クラスの飽和断層にそのまま適用した結果であり, 両者でスケール則が全く異なることを無視しており, 妥当とは言えない. 応力降下量を固定するため, 通常の断層モデルのレシピは使えない. そこで, 短周期レベルをアスペリティと背景領域に割り当てるものとし, アスペリティの短周期レベルを $A_a = 4\beta^2\Delta\sigma_a\sqrt{\pi S_a}$, 背景領域の短周期レベルを $A_b = 4\beta^2\Delta\sigma_b\sqrt{\pi S_b}$ で求め, 全体の短周期レベルを $A = \sqrt{A_a^2 + A_b^2}$ より算出している. 地震モーメントも $M_0 = (16/7)\Delta\sigma(S/\pi)^{3/2}$ より逆算しており, 通常の断層モデルより大きくなっている.

*2: 断層モデルのレシピに基づき, 地震モーメントを $M_0 = [S/(4.24 \times 10^{-11})]^2$, 短周期レベルを $A = 2.46 \times 10^{17}M_0^{1/3}$ より求め, 応力降下量を $\Delta\sigma = (7/16)M_0(\pi/S)^{3/2}$, $\Delta\sigma_a = \Delta\sigma(S_a/S)$ より算出している (この方法をここでは「A 法」と呼ぶ). これは九州電力が原子力規制委員会の求めに応じて算出した値だが, アスペリティの短周期レベルの値は断層全体の短周期レベルの値に等しい. にもかかわらず, 背景領域の短周期レベルの値として九州電力は $3.84 \times 10^{18}\text{N}\cdot\text{m}/\text{s}^2$ と算出していた. 断層モデルでは通常, 短周期レベルをすべてアスペリティに割り当てるため, $A_b = 0$ となる. したがって, 九州電力の算出した A_b の値は通常の断層モデルでは無意味であり, 表中では, 「—」としている.

*3: 断層長さから松田式 $\log_{10} L = 0.6M - 2.9$ で気象庁マグニチュード M を求め, $M = (1/1.17)(\log_{10} M_0 - 10.72)$ より, 地震モーメント M_0 を求めた. 結果として, 上位 3 桁の数値に丸めると, 九州電力が逆算した地震モーメントの値と一致する. しかし, 常にこうなるわけではない. たとえば, 断層帯帯区間では松田式による場合のほうが約 7% 大きく, 市来断層帯帯帯海峡中央区間では約 17% 小さく, 断層帯帯帯区間の震源断層の拡がりの不確かさを考慮した場合には約 30% も小さくなる. 短周期レベルから応力降下量を求める A 法 (*2 参照) では, アスペリティの面積が大きくなりすぎて, 地震モーメントが計算上, 全体の地震モーメントを超えるため無意味になる. このような場合には, アスペリティ面積を断層面積の 22% に固定する方法がレシピで推奨されているため, アスペリティ面積を $S_a = 0.22S$ で求め, アスペリティの応力降下量を $\Delta\sigma_a = \Delta\sigma/0.22$ で求めた. これをここでは「 $S_a/S = 0.22$ 法」と呼ぶ. ちなみに, 上表で M_0 を九州電力の値に置換するとパラメータ値は次のように少しだけ変わる: $D = 129.5\text{cm}$, $\Delta\sigma = 5.80\text{MPa}$, $A = 1.27 \times 10^{19}\text{N}\cdot\text{m}/\text{s}^2$, $M_{0a} = 6.13 \times 10^{18}\text{N}\cdot\text{m}$, $D_a = 260.3\text{cm}$, $\Delta\sigma_a = 26.4\text{MPa}$, $M_{0b} = 7.73 \times 10^{18}\text{N}\cdot\text{m}$, $D_b = 92.5\text{cm}$, $\sigma_b = 5.0\text{MPa}$

表 6: 市来断層帯市来区間の断層パラメータ (応力降下量の不確かさを考慮した場合)

断層パラメータ	九州電力 *1	断層モデル *2	M_0 を九電の値とした場合 *3		
	$\Delta\sigma, \Delta\sigma_a$ 指定	A 法	A 法	$S_a/S = 0.22$ 法	
傾斜角 θ	90 度 (右横ずれ断層)				
断層長さ L	24.9km (M7.2 相当)				
断層幅 W	13 km				
断層面積 $S = LW$	323.7 km ²				
断層上端深さ	2 km				
断層下端深さ	15 km				
破壊開始点	アスペリティ東下端 1 種類 + 断層東下端 1 種類				
破壊伝播方式	同心円状 (放射状)				
地震モーメント M_0	1.39×10^{19} N·m	5.83×10^{18}	1.39×10^{19} N·m		
マグニチュード	M7.2, M_W 6.7	M6.9, M_W 6.4	M7.2, M_W 6.7		
平均すべり量 $D = M_0/(\mu S)$	129.5 cm	54.4 cm	130.0 cm		
剛性率 $\mu = \rho\beta^2$	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 $V_r = 0.72V_s$	2.52 km/s		同左		
平均応力降下量 $\Delta\sigma$	5.8 MPa (8.7 MPa)	3.66 MPa	8.70 MPa		
短周期レベル A	1.92×10^{19} N·m/s ² (2.30×10^{19})	1.43×10^{19}	1.91×10^{19} N·m/s ²		
アスペリティ 全体	面積 S_a	193.95 km ² (0.365)	118.09 (0.222)	269.4 (0.507)	117.0(0.220)
	地震モーメント M_{0a}	2.14×10^{19} N·m	7.02×10^{18}	2.97×10^{19}	1.29×10^{19}
	平均すべり量 D_a	333.6 cm	179.7 cm	—	333.6
	応力降下量 $\Delta\sigma_a$	19.875 MPa (23.85 MPa)	22.9 MPa	—	39.5
	短周期レベル A_a	1.88×10^{19} N·m/s ² (2.25×10^{19})	1.43×10^{19}	—	—
背景領域	地震モーメント M_{0b}	7.79×10^{18} N·m	8.71×10^{18}	—	1.63×10^{19}
	面積 $S_b = S - S_a$	337.75 km ²	413.61 km ²	262.31	414.73
	平均すべり量 D_b	69.7cm	63.6 cm	—	118.6
	実効応力 σ_b	3.125 MPa (3.75 MPa)	4.0 MPa	—	7.5
	短周期レベル A_b	3.92×10^{18} N·m/s ² (4.70×10^{18})	—	—	—

*1: 「応力降下量の不確かさ」を考慮するため、通常は、断層モデルで求めた短周期レベルと応力降下量 (または実効応力) がすべて 1.5 倍になるよう波形合成の際に工夫する。たとえば、上表で九州電力の欄より右側の「断層モデル」や「 M_0 を九電の値とした場合」などでは、断層平均応力降下量 $\Delta\sigma$ 、アスペリティ平均応力降下量 $\Delta\sigma_a$ 、背景領域実効応力 σ_b および短周期レベル A, A_a, A_b の各値は表 5 の各値の 1.5 倍になっている。ところが、九州電力の欄では表 1 の各値の 1.25 倍にすぎず (1.5 倍の値を括弧内に示す)、しかも、断層平均応力降下量 $\Delta\sigma = 5.8$ MPa は 1.25 倍の値 (7.25MPa) にもなっていない。その理由は、表 5 の九州電力の欄の短周期レベルを 1.5 倍すると 2.30×10^{19} N·m/s² になるが、「 M_0 を九電の値とした場合」の短周期レベルの値は断層モデルのレシピから 1.28×10^{19} N·m/s² (結果的に表 5 の「松田式から M7.2 とした場合」の短周期レベルの値に等しい) であり、それを 1.5 倍したものが 1.91×10^{19} N·m/s² なので、これと同程度であればよく、1.25 倍に留めるといふものである。これより、短周期レベルだけでなく応力降下量 (または実効応力) の値も 1.25 倍にすれば「1.5 倍」と同程度であるといふのである。それなら、なぜ、応力降下量の値についても「 M_0 を九電の値とした場合」の 1.5 倍の値 (断層平均 8.7MPa とアスペリティ平均 39.5MPa) と同程度に引き上げないのか、説明がつかない。

*2: 表 5 の「断層モデル」の欄の「短周期レベル A, A_a 」および「平均応力降下量 $\Delta\sigma, \Delta\sigma_a, \sigma_b$ 」の値を 1.5 倍している。九州電力は、これらの値については断層帯断層区間についてのみ例示しており、市来断層帯については求めていない。

*3: 表 5 の「松田式から M7.2 とした場合」の M_0 を「九州電力」の欄の値に厳密に置き換えて計算し直した場合の「短周期レベル A 」および「平均応力降下量 $\Delta\sigma, \Delta\sigma_a, \sigma_b$ 」の値を 1.5 倍している。九州電力は、これらについては断層帯断層区間についてのみ例示しており、市来断層帯については求めていない。

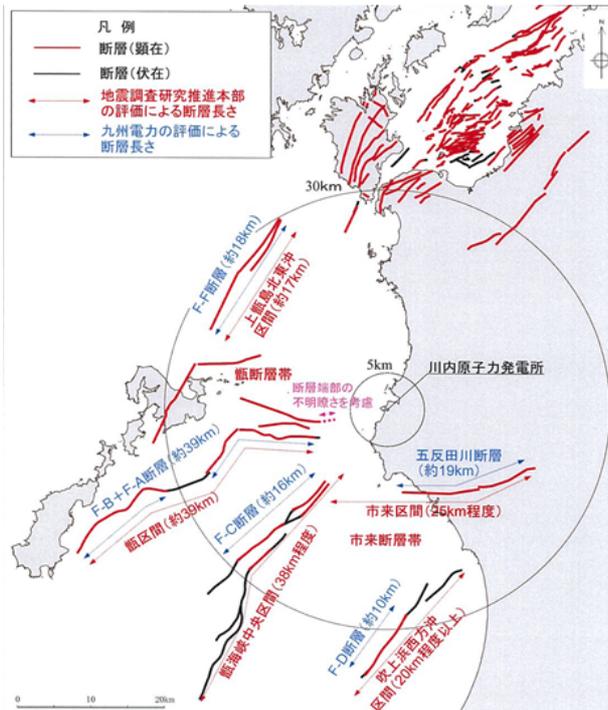


図 17: 2014 年原子力規制委員会適合性審査における九州電力の活断層評価 [16]

にした場合であり、表 6 の「 M_0 を九電の値とした場合」の「 $S_a/S = 0.22$ 法」の列にほぼ等しい。

九州電力は、再稼働申請時の表 7(a) が正しい断層評価であると、表 7(b)(c)(d) はそれに余裕を持たせたものと主張し、市来断層帯市来区間では 2.7 倍 ((d)/(a)=2.0/0.74) の余裕を確保していると豪語している。川内決定は、さすがにこれには留保しつつも、(b) の地震調査委員会の活断層評価を基準にして、「地域的特性を踏まえて想定すべき最大限の断層面積、応力降下量等を設定した上で更に約 1.8~2.0 倍の余裕(別表⑤参照)が確保されると評価することができる。」(主文 [8]p.141) と判断している。この「2.0 倍の余裕」は表 7(d) の短周期レベルの括弧書き (2.0) に相当する。しかし、すでに述べたとおり、断層モデルのレシピは北米中心のデータに基づくものであり、これをそのまま国内に適用すると地震動を過小評価することになる。国内の地震学界では断層長さから松田式で地震規模を求めるのが常識となっており、この規模の地震エネルギーが北米等より狭い断層から出てくるため地震動がより大きくなるのである。これを反映させるため、地震調査研究推進本部は地震規模を松田式で求めて断層面積を調整する修正レシピを提案しているが、ここでは断層面積をそ

のままにした場合を表 7(e)(f) に掲載した。これらを (c)(d) と比較すれば、短周期レベルにほとんど差はないが、応力降下量に大きな差があるのがわかる。断層モデルによる地震動評価では、応力降下量が大きいほど足し合わせる地震波形が大きくなるため、この差は決定的に重要である。九州電力が応力降下量を 15.9MPa から 25.1MPa へ引き上げた場合の短周期側の地震動解析をやらずに済ませようと図 16 のような重大ミスを行ったのはそのためである。この (e)(f) を基準に地震動評価結果を見直せば、九州電力による評価結果は余裕が確保されているどころか、むしろ、欠如していることになる。さらに、耐専スペクトルが観測記録に基づく平均的なレベルを示すにすぎないこと、偶然変動や震源域内地震観測記録の不足等を考慮して 2 倍の余裕を持たせる必要があることを考慮すれば、九州電力による地震動評価結果にはさらに大きな「余裕の欠如」が存在すると言える。

3.4 震源を特定せず策定する地震動

九州電力は図 18 のように、540 ガルの Ss-1 とは別に、620 ガルの北海道留萌支庁南部地震の HKD020 地点での観測記録はぎとり波を、「震源を特定せず策定する地震動」 Ss-2 として追加したが、HKD020 地点以外の観測記録については地盤情報が不足しているため不適切だと除外し、「震源を特定せず策定する地震動」はあくまで「付加的・補完的なもの」だ位置づけようとした。

川内決定は、このような九州電力の位置づけを「採用することはできない」(主文 [8]p.149) と退けながら、留萌地震の除外された「観測記録に関して高精度の地盤情報が備わっておらず、留萌支庁南部地震において本件観測点を上回る地震動を観測した観測記録は存在しない以上、債務者が策定した基準地震動 Ss-2 は現時点における最新の知見に基づき評価されたものとみることができるから、債務者による基準地震動 Ss-2 の策定及びこれに対する原子力規制委員会の新規基準への適合性判断が不合理とまでは認められない」(同 p.151) と判断している。

しかし、ここには 2 つの大きな問題点がある。第 1 に、震源近傍での地震観測記録がとれ始めた

表 7: 市来断層帯市来区間（五反田川断層）に関する断層パラメータ（主文 [8] 別表④および⑤）

	断層長さ km	断層幅 km	断層面積 km ²	地震モーメント N·m	短周期レベル N·m/s ² (b 基準の比)	応力降下量 ($\Delta\sigma, \Delta\sigma_a$) MPa
(a) 再稼働申請時 *a	18.6	11	204.6	2.33×10^{18}	7.02×10^{18} (0.74)	(1.9, 16.5)
(b) 地震調査委考慮	24.9	13	323.7	5.83×10^{18}	9.54×10^{18} (1.0)	(2.4, 15.3)
(c) 九電モデル *b	24.9	13	323.7	1.39×10^{19}	1.53×10^{19} (1.6)	(5.8, 15.9)
(d) 九電モデル (1.25 倍)					1.92×10^{19} (2.0)	(5.8, 19.9)
(e) 修正モデル	24.9	13	323.7	1.39×10^{19}	1.28×10^{19} (1.3)	(5.8, 26.5)
(f) 修正モデル (1.5 倍)					1.92×10^{19} (2.0)	(8.7, 39.5)

*a: 断層面積 204.6km² からは未飽和断層の式で地震モーメント 2.78×10^{18} N·m, 短周期レベル 7.45×10^{18} N·m/s², 応力降下量 (2.3, 15.6)MPa とすべきところ, 九州電力は飽和断層の式を用いているため, (a) では九電評価値を記載した。
 *b: 九電モデルを (e) の修正モデルと比較すると, アスペリティ平均応力降下量 $\Delta\sigma_a$ が 3/5 と小さいのに, 短周期レベルが 6/5 と大きい. これはアスペリティ面積の断層面積に占める割合が修正モデルの 22.0% に対して 36.5% と異常に大きい (経験則から外れている) からである. 地震動評価では, $\Delta\sigma_a$ が大きいほど評価結果が大きくなるため, 短周期レベルが少し大きくても地震動は過小評価になる.

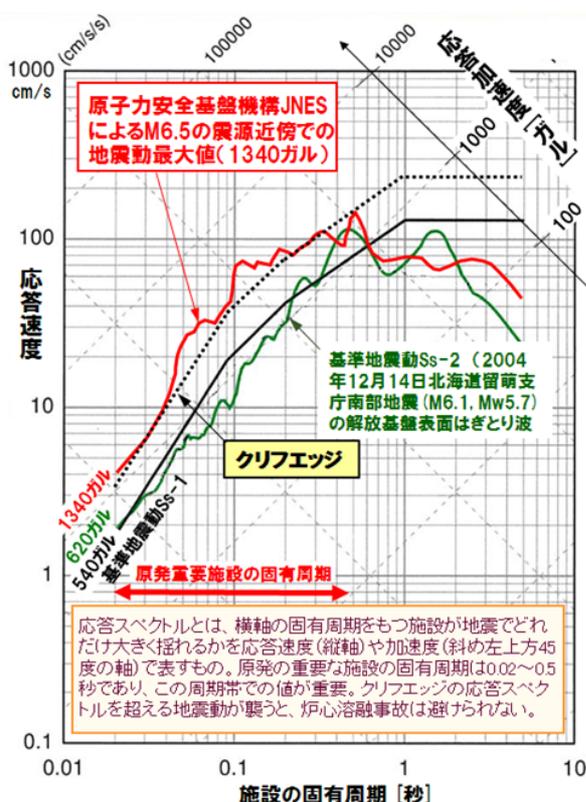


図 18: 2014 年原子力規制委員会適合性審査における川内 1・2 号の基準地震動 [15] と JNES の 1340 ガルの地震動 [6, 22]

のはごく最近であり, データが揃うには今後何十年もかかる。「震源を特定せず策定する地震動」を「震源を特定して策定する地震動」と「対等なもの位置づけ」(同 p.149) ながら, 地震観測記録が揃うまで放置すれば良いという姿勢は, 到底「対等」な扱いとは言えない。

第 2 に, 地震観測記録の不足を補う上で信頼性の高い地震動解析手法が開発されてきており, その成果を生かすべきである. この点で, (独) 原子力安全基盤機構 JNES [6] と (財) 地域地盤環境研究

所 [1] の解析結果が重要となる。

原子力安全基盤機構 JNES は, 国内の地震データに基づいて独自の断層モデルを構築し, 川内原発の解放基盤表面 (標高 -18.5m, S 波速度 $V_s = 1500$ m/s) より堅い地震基盤表面 (S 波速度 $V_s = 2600$ m/s, 図 19 参照) に観測点を置き, 地震観測記録の不足を地震動解析で補っている. その結果, M6.5 の横ずれ断層による地震が起こると, 図 20 のように震源近傍で 1,340 ガルの地震動が生じることを明らかにした [6]. 図 21 の震源近傍での応答スペクトルを包絡する曲線が図 22 であり, 図 18 の赤波線である. 同図には, 川内原発の基準地震動 Ss-1 および Ss-2 とともに, 炉心溶融事故へ至るギリギリの地震動 = クリフエッジ (川内 1 号 1,004 ガル, 2 号 1,020 ガル) [5] が描かれているが, 1,340 ガルの地震動は原発にとって重要な周期帯 (0.02~0.4 秒) の大半でこれらを超えている [22]. ちなみに, M6.5 の地震は地表に地震断層が現れないため, いくら精密な調査を行っても発見できず, どこでも起こりうる小さな地震である. つまり, 原子力規制委員会の認可した基準地震動は余りに過小すぎ, M6.5 の小さな地震でクリフエッジを超える地震動の発生が解析上明らかにされている以上, これを基準地震動に加えるべきであり, これに耐えられない限り, 再稼働を認めるべきではない。

この問題については, 原子力規制委員会・原子力規制庁と市民団体との話し合いが昨年 7 月と今年 1 月の 2 度もたれ [26, 27], 規制庁は最終的に「専門家を入れて断層モデルの妥当性について検討

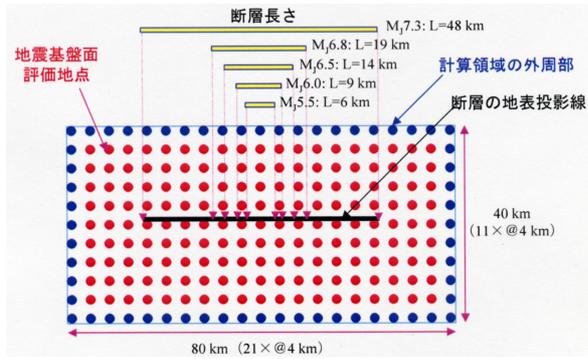
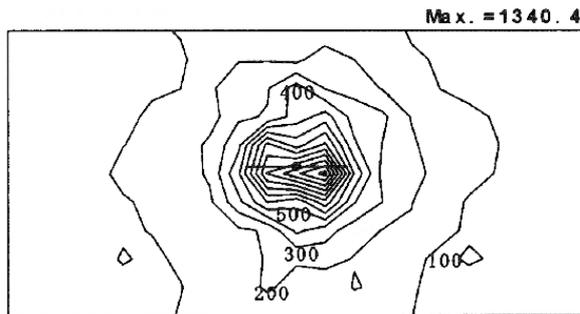
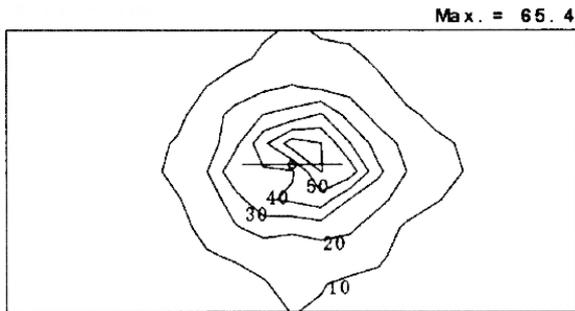


図 19: JNES による対象計算領域 (地震基盤上の評価点: 縦 11×横 21 の格子点 231) と横ずれ断層の例 [6]



(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 20: 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・アスペリティ上端 2km, 実効応力大, 高周波遮断特性平均 + σ)

すべきだ」と認めている。にもかかわらず、規制庁はサボタージュしたまま、川内 1・2 号と高浜 3・4 号の再稼働認可を出している。それでも「不合理なものとはいえない」と言うのであろうか。

次に重要なものが地域地盤環境研究所による解析である。地域地盤環境研究所は北海道留萌支庁南部地震の再現モデルを構築し、これをそのまま用いて、断層最短距離 15km 以内の仮想地表観測点での地震動を解析した。これは地震計の設置不足を補う解析と言える。この地震では HKD020 地点の地表地震計で 1,127 ガル (EW 方向), 536 ガ

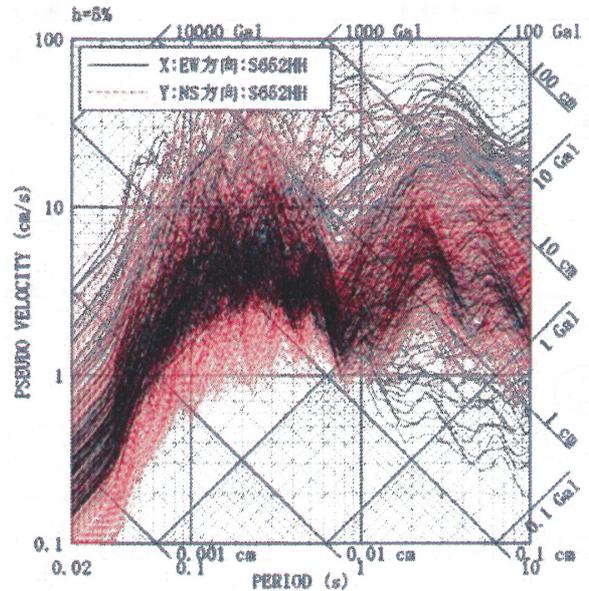


図 21: 横ずれ断層 (M6.5) の地震動評価結果 [6] (断層上端 2km, アスペリティの上端 2km, 実効応力大 (19.1MPa), 高周波遮断特性平均 + σ ($f_{max} = 11.9\text{Hz}$) のケース)

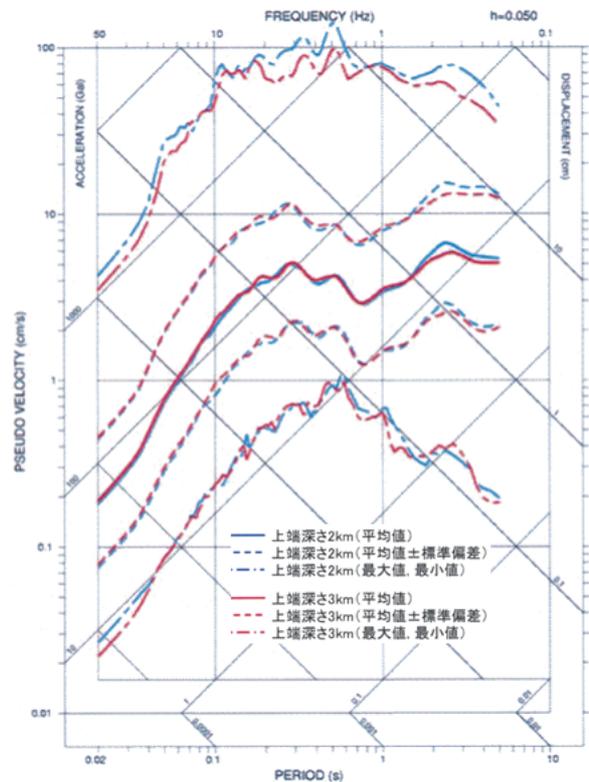


図 22: 横ずれ断層モデル (M6.5) による地震動評価結果 [6] (断層上端 2km(3km), アスペリティの上端 2km(3km), 実効応力大 (19.1MPa), 高周波遮断特性平均 + σ ($f_{max} = 11.9\text{Hz}$) のケース)

ル (NS 方向) の地震動が観測されているが、図 23 のように他の仮想観測点では約 1,300 ガル (EW), 約 1,700 ガル (NS) の地震動が解析されている。また、震源断層はそのままにして、破壊開始点やすべり角など破壊の不確かさを補う解析も行っている。その結果、アスペリティ下端中央から破壊が

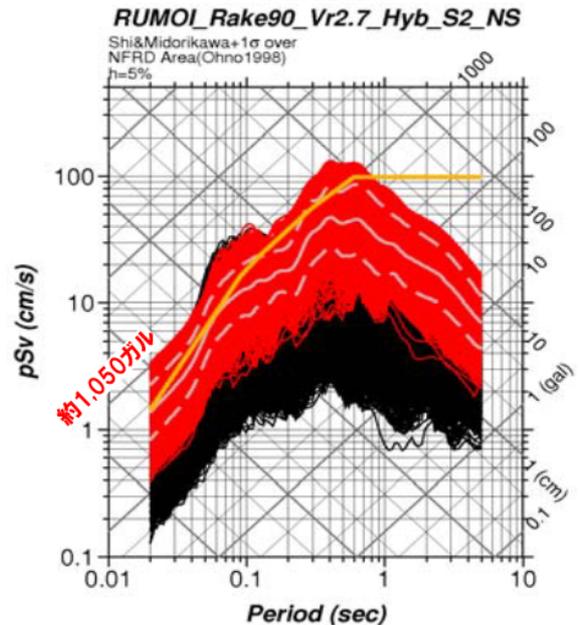
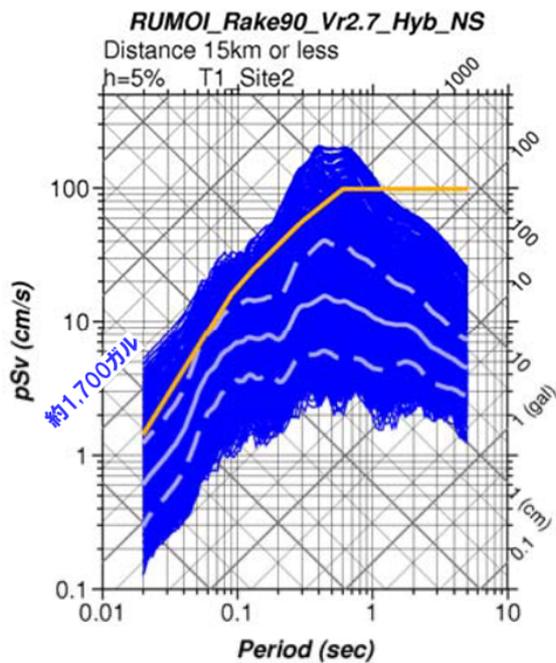
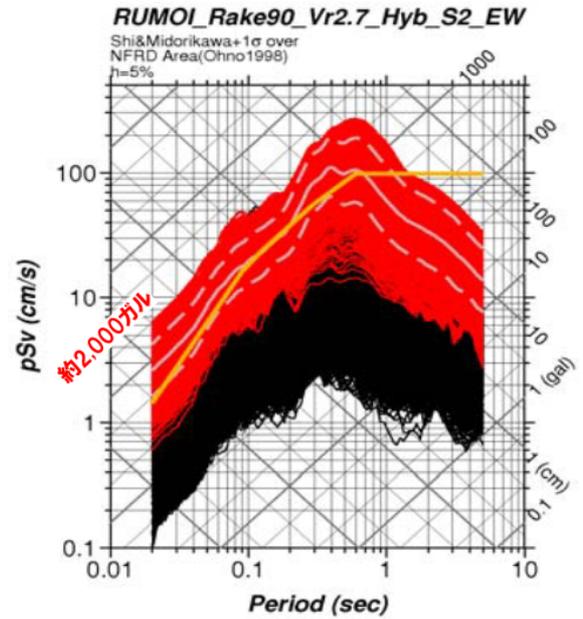
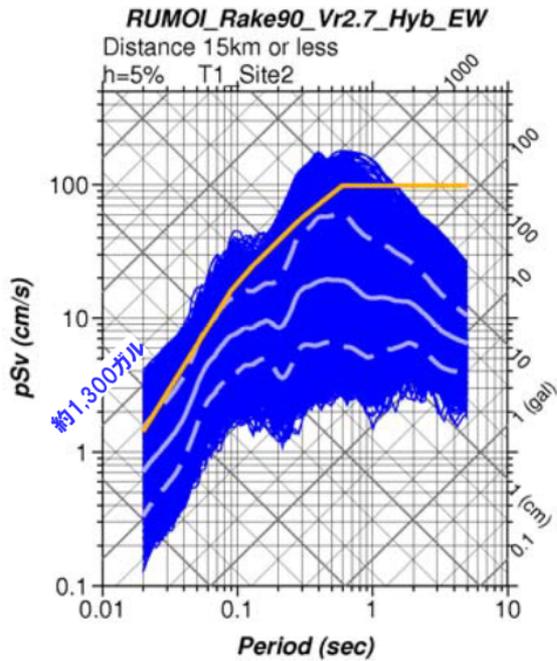
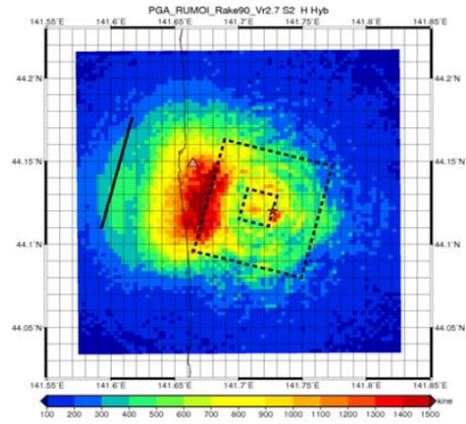
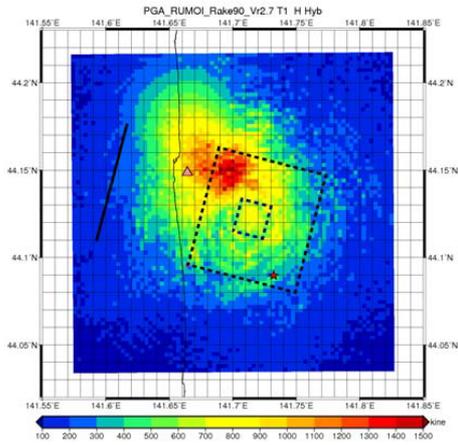


図 23: 2004 年北海道留萌支庁南部地震の震源モデルによる震源近傍の地震動解析結果 [1] (上: 応答加速度分布, Δ : HKD020 地点, \star : 破壊開始点; 中: 断層最短距離 15km 以内の応答スペクトルの重ね書きで EW 方向, 白線: 平均, 白破線: \pm 標準偏差; 下: NS 方向,)

図 24: 2004 年北海道留萌支庁南部地震の震源モデルでアスペリティ下端中央から破壊が始まった場合の地震動解析結果 [1] (上: 応答加速度分布, Δ : HKD020 地点, \star : 破壊開始点; 中: 断層最短距離 15km 以内の応答スペクトルの重ね書きで EW 方向, 赤実線: NFRD 効果を含む領域内の重ね書き, 白線: 赤実線領域内の平均, 白破線: \pm 標準偏差; 下: NS 方向,)

始まった場合には、図 24 のように、約 2,000 ガル (EW)、約 1,050 ガル (NS) の地震動が起こるとの解析結果が出されている。これらは仮想地表観測点での地震動評価結果であるため、解放基盤表面はざとりに波に換算しなければならないが、単純に比例計算すれば、川内原発の 620 ガルの基準地震動 Ss-2 が 1.8 倍 (EW 方向の倍率) の 1,100 ガルにもなりうる。これも、川内 1-2 号のクリフエッジを超えている。

地震観測記録の時間的空間的制約を乗り越えるためには、このような地震動解析結果を利用するのが重要だと言える。ここまで踏み込まなければ、3-11 のフクシマ事故を教訓としたことにはならず、15.7m の津波が来る可能性を試算しながら無視した東京電力および貞観津波の危険性を検討すべきだと申し出た部下を恫喝して黙らせ、東京電力の過小評価を容認した原子力安全・保安院の過ち [27] を繰り返すことになるであろう。

3.5 大飯判決・高浜決定は事実誤認か

電力会社と御用学者、原発推進を社是とする報道機関、さらに原子力規制委員会までもが、大飯判決・高浜決定は事実誤認によるものだと非難している。彼らには、まず最初に、「フクシマ事故の責任は一体誰にあるのか」「その教訓をどのように受けとめたのか」「フクシマ事故以前の状態へ回帰させて同じ過ちを繰り返すつもりなのか」という根本的な点について真摯な反省を求めたい。

高浜決定では、基準地震動について、大飯判決と同様に、次のように断じている。

「現に… 全国で 20 箇所にも満たない原発のうち 4 つの原発に 5 回にわたり想定した地震動を超える地震が平成 17 年以後 10 年足らずの間に到来しているという事実を重視すべきは当然である。」
「いずれの原発においても、その時点において得ることができる限りの情報に基づき当時の最新の知見に基づく基準に従って地震動の想定がなされたはずであるにもかかわらず結論を誤ったものといえる。本件原発の地震想定が基本的には上記 4 つの原発におけるのと同様、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、活断層の評価方法にも大きな違いがな

いにもかかわらず、債務者の本件原発の地震想定だけが信頼に値するという根拠は見い出せない。」
「万一の事故に備えなければならない原子力発電所の基準地震動を地震の平均像を基に策定することに合理性は見出し難いから、基準地震動はその実績のみならず理論面でも信頼性を失っていることになる。」(主文 [4]pp.29-31)

この判断に事実誤認はない。現在の再稼働審査で採用されている耐専スペクトルや断層モデルなどの地震動評価手法が、平均像においても実際の地震動を過小評価していること、しかも、偶然変動等のバラツキを無視していることについては、すでに述べたとおりである。これらの批判に対して、まともな反論が出されたことはない。

高浜決定は、川内決定が不可能と断じた「絶対的安全性の確保」²を求めてはいない。原子力災害が万が一にも起こらないようにするため、原発の脆弱性を次のように具体的に指摘し、その解消によって人格権を侵害する具体的危険性を一掃するよう求めているのである。

「本件原発の安全施設、安全技術には多方面にわたる脆弱性があるといえる。そして、この脆弱性は、①基準地震動の策定基準を見直し、基準地震動を大幅に引き上げ、それに応じた根本的な耐震工事を実施する、②外部電源と主給水の双方について基準地震動に耐えられるように耐震性を S クラスにする、③使用済み核燃料を堅固な施設で囲い込む、④使用済み核燃料プールの給水設備の耐震性を S クラスにするという各方策がとられることによってしか解消できない。また、2(2)ウにおいて摘示した事態の把握の困難性は使用済み核燃料プールに係る計測装置が S クラスであることの必要性を基礎付けるものであるし、中央制御室へ放射性物質が及ぶ危険性は耐震性及び放射性物質に対する防御機能が高い免震重要棟の設置の必要性を裏付けるものといえるのに、これらのいず

²絶対的安全性を確保した例は新幹線にあり、踏切事故をなくすために踏切をなくした。原発重大事故をなくすための最も確実な手段は原発を運転しないこと、原子炉から取り出した使用済み核燃料をできる限り安全な条件下で貯蔵・密閉管理することである。川内決定は最初からこの選択肢を除外し、安全目標を受け入れて原発を運転する選択肢しかないと判断している。憲法の中で人格権より劣位にある経済的自由権を認めるためにとられたような選択肢の限定は憲法違反ではないのか。

れの対策もとられていない。」(主文 [4]p.44)

この中で最も重要なものは①である。基準地震動を見直す際、「震源を特定して策定する地震動」については、「耐専スペクトル」を最新の国内地震観測記録で抜本的に作り替え、「断層モデルのレシピ」を北米中心の地震データによるのではなく国内地震観測記録に基づいて国内用に根本から作り替え、偶然変動等のバラツキ³を考慮すべきである。「震源を特定せず策定する地震動」では、得られた地震観測記録に限定せず、地震観測記録の時間的空間的不足を補うために、地震観測記録を再現した震源モデルや国内用に開発した断層モデルを用いた解析結果を活用すべきである。少なくとも、原子力安全基盤機構 JNES による「M6.5 の横ずれ断層で発生する 1,340 ガルの地震動」や地域地盤環境研究所の北海道留萌市町南部地震再現解析による「地表約 2,000 ガル(解放基盤表面はぎとり波で約 1,100 ガル相当)の地震動」を全原発において等しく考慮すべきである。これらを基準地震動に取り入れれば、大飯・高浜原発も、川内原発もそのクリフエッジを超えるため、再稼働などできない。耐震工事もやりようがない。だからこそ、電力会社らは理屈をこね回し、これらを取り入れるのを妨げ、基準地震動を過小なままに放置するように主張するのである。電力会社の経済的自由権のために国民の人格権が侵害されることは断じて避けなければならない。

②～④の重要度分類について「事実誤認」が鬼の首でも取ったかのように声高に叫ばれている。確かに、「原子炉冷却材圧力バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁」、「使用済燃料ピット」⁴、「使用済燃料ピット水補給設備(非常用)」「非常用電源及び計装設備」は S クラスであり、「使用済燃料ピット水浄化冷却設備(冷却系)」は B クラスだ

³耐専スペクトルでは平均像に対して約 2 倍のバラツキを考慮すべきである。断層モデルについては、レシピを国内用に開発し直した上で、実際に起きた地震にレシピをそのまま適用して地震観測記録と比較することで偶然変動の大きさを評価し、余裕を持たせるべきである。それができるまでは、耐専スペクトルと同様に、2 倍の偶然変動のバラツキを考慮し、要素地震波の振幅を 2 倍にするなどの方法により、保守的な地震動評価を行うべきである。

⁴PWR では使用済燃料ピットとよび、原子炉建屋に隣接する原子炉補助建屋 1 階に設置されている。燃料取替用タンクから使用済燃料ピットへ給水する系統とは別に、冷却器を通してピット水を冷却する冷却系がある。BWR では使用済燃料プールとよび、原子炉建屋の最上階に設置されている。

が、「使用済燃料ピット冷却設備配管」「燃料取替用水設備配管」などは「波及的影響を考慮すべき施設」として基準地震動 Ss で S クラス並みの耐震性が評価されている。④の「給水設備」は大飯判決では「水冷却設備」(主文 [3]p.33)となっており、誤植の可能性が高い。田中委員長が S クラスだと主張した「使用済燃料ピット水位計・温度計」は C クラスである [10]。しかし、個々の機器の耐震重要度のクラスを間違っていたことが重要なのではない。そのような形で耐震重要度を区別して耐震性に差を持たせなければ、建設費や耐震工事費が莫大になり、原発を運転することで利潤を得るという経済的自由が束縛されるという事実が本質的に重要なことなのである。こうして、耐震安全性を緩めることでしか原発の経済性を保てないことが問題なのである。重要な施設だけが地震や津波から守られれば良く、外部電源を含めて隔離弁から先の耐震重要度の低い施設は破壊されても良いという設計思想こそが問題なのである。

基準地震動の過小設定を改めない限り、「基準地震動 Ss やクリフエッジを超える地震動が万が一にも川内原発を襲い、炉心溶融事故を引き起こして人格権を侵害する」危険性はなくなる。「3・11 による福島第一原発の悲劇を繰り返さない」ことを誓って原子力規制委員会が設置されたはずだが、原子力規制行政は、問題点を十分認識し、現状で打てる策が十分あることを知らされながら、その解決策を先送りにし、サボタージュし続けている。元原子力規制委員長代理が任期切れ退職後すぐに断層モデルのレシピ(入倉式)では地震規模が過小評価されていると学会で批判しなければならないなど、原子力規制行政の流れを内部から変えていくのが困難な状況に陥っているのではないかと伺わせる。人格権侵害という憲法違反の行為や行政の瑕疵を監視すべき司法の責任は重い。

参考文献

- [1] (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
- [2] 中央防災会議(2006):第 26 回「東南海、南海地震等に関する専門調査会」参考資料、中部圏・近畿圏の内陸地震の震度分布の検討資料集、図 2.3.2(2006.12.7)
- [3] 福井地方裁判所民事第 2 部(樋口英明裁判長)「平成 24 年(ワ)第 394 号、平成 25 年(ワ)第 63 号大飯原発

- 3, 4号機運転差止請求事件」判決, 主文および要旨 (2014.5.21)
- [4] 福井地方裁判所民事第2部(樋口英明裁判長)「平成26年(ヨ)第31号大飯原発3, 4号機及び高浜原発3, 4号機運転差止仮処分命令申立事件」決定, 主文および要旨 (2015.4.14)
- [5] 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)
- [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] 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2013):九州地域の活断層の長期評価(第一版)(2013.2.1)
- [8] 鹿児島地方裁判所民事第3部(前田郁勝裁判長)「平成26年(ヨ)第36号川内原発稼働等差止仮処分申立事件」決定, 主文および要旨 (2015.4.22)
- [9] 関西電力(2013):高浜3号炉及び4号炉耐震設計の基本方針, 第64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2-2(2013.12.26) <https://www.nsr.go.jp/data/000035036.pdf>
- [10] 関西電力株式会社(2014):高浜発電所地震動評価について, 第131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(2014.8.22)
- [11] 菊地正幸・山中佳子(1997):97年3月26日鹿児島県薩摩地方の地震の震源過程, 1997年日本地震学会秋季大会講演予稿集 No.2, P81.
- [12] 九州大学理学部島原地震火山観測所(1997):1997年5月13日に発生した鹿児島県北西部地震(M6.3)について, <http://www.sevo.kyushu-u.ac.jp/kenkyu/kag5-13p.html>
- [13] 九州電力(2010):川内原子力発電所基準地震動Ssの策定について, 原子力安全委員会・九州電力株式会社川内原子力発電所の原子炉の設置変更に係る調査審議(第3回会合), 参考資料第3-1号(2010.10.29)
- [14] 九州電力(2013):川内原子力発電所第1・2号機の設置変更許可申請書, 添付書類六(2013.7.8)
- [15] 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)
- [16] 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)
- [17] 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(補足提出データ・資料), 川内発電所1, 2号機の地震等に係る新基準適合性審査に関する事業者ヒアリング(35), 資料番号TC-C-064(2014.6.4)
- [18] Madariaga, R. (1979): On the relation between seismic moment and stress drop in the presence of stress and strength heterogeneity. *Journal of Geophysical Research* 84, 2243-2250
- [19] 三宅弘恵・岩田知孝・入倉孝次郎(1999):経験的グリーン関数法を用いた1997年3月26日($M_{JMA}6.5$)及び5月13日($M_{JMA}6.3$)鹿児島県北西部地震の強震動シミュレーションと震源モデル, 地震第2輯, 第51巻, 431-442.
- [20] 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>
- [21] 長沢啓行(2015):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>
- [22] 長沢啓行(2015):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, 若狭ネット第150号, 9-35(2014/7/12) <http://wakasa-net.sakura.ne.jp/pre/news/150.pdf>
- [23] 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)
- [24] 最高裁判所第一小法廷(小野幹雄裁判長)「昭和60(行ツ)133伊方発電所原子炉設置許可処分取消」判決, 主文, 民集第46巻7号1174頁(1992.10.29) http://www.courts.go.jp/app/hanrei_jp/detail2?id=54276 http://www.courts.go.jp/app/files/hanrei_jp/276/054276_hanrei.pdf
- [25] 東京電力(2009):耐専スペクトルの適用性検討(内陸地殻内地震を対象とした追加検討内容), 原子力安全委員会耐震安全性評価特別委員会地震・地震動評価委員会「応答スペクトルに基づく地震動評価」に関する専門家との意見交換会, 資料第1-2号(2009.5.22)
- [26] 若狭ネット編集局(2014):「川内1-2号の審査書案を受けた地震動評価等に関する2014年7月29日原子力規制委員会・原子力規制庁との交渉」関連資料 <http://wakasa-net.sakura.ne.jp/news/nrc20140801.pdf> <http://wakasa-net.sakura.ne.jp/news/record20140729.pdf> <http://wakasa-net.sakura.ne.jp/news/summary20140729.pdf>
- [27] 若狭ネット編集局(2015):「川内・高浜・大飯原発の基準地震動と川内原発の火山に関する2015年1月16日原子力規制委員会・原子力規制庁との交渉」関連資料 <http://wakasa-net.sakura.ne.jp/news/nrc20150116rec.pdf> <http://wakasa-net.sakura.ne.jp/news/nrc20150116summary.pdf>

著者略歴

1975 年大阪大学工学部機械工学科 (蒸気工学) 卒業
1977 年大阪大学大学院工学研究科 博士前期課程
産業機械工学専攻 (生産システム工学) 修了
1977 年大阪府立大学工学部経営工学科助手
1986 年同講師
1988 年同助教授
1995 年同教授 (生産管理システム)
2001 年大阪府立大学評議員 (3.5 年)
2001 年大阪府立大学学長補佐 (1 年)
2009 年大阪府立工業高等専門学校長
2011 年公立大学法人大阪府立大学理事 (高専担当)
兼大阪府立大学工業高等専門学校長
社団法人日本経営工学会理事 (2000~05)・
監事 (2005~09)
社団法人日本経営工学会学会賞 (2008)・
学会貢献賞 (2010)
大阪府立大学名誉教授 (2009)
大阪府立大学工業高等専門学校名誉教授 (2013)
京都大学工学博士 (1985)