

平成24年（行ウ）第15号 東海第二原子力発電所運転差止等請求事件
原告 大石光伸 外235名
被告 日本原子力発電株式会社

最終準備書面（その5）

（東海第二原発の基準地震動に係る原告主張）

2020年5月19日

水戸地方裁判所 民事第2部合議アA係 御中

原告ら訴訟代理人

弁護士 河合弘之
外

最終準備書面（その5）では、東海第二原発の基準地震動に係る原告の主張を述べる。

なお、実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（「設置許可基準規則の解釈」）第4条の別記2を、別紙として添付する。

内容

第1 想定を超えた地震・地震動はすべての安全装置に同時に損傷をもたらす危険があるところ、地震の科学には限界があること	7
1 はじめに	7
2 地震大国・日本	7
3 大地震による大被害	9
4 強震動研究は原子力発電所の安全に寄与できるほどには成熟していない.....	12
5 多くの科学者が「地震の科学には限界がある」と警鐘を鳴らしている.....	16
6 地震動について判示した裁判例.....	18
7 小括	20
第2 原発の基準地震動に関する原子力規制法令の内容と被告が策定した基準地震動	21
1 原発の基準地震動が引き上げられてきた歴史	21
2 原発の基準地震動についての現行の原子力規制法令の内容（新規制基準）	24
(1) 原子炉等規制法	25
(2) 設置許可基準規則	25
(3) 設置許可基準規則の解釈	25
(4) 基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド	26
(5) 新規制基準に関する原告らの主張.....	31
3 被告が策定した基準地震動	34
(1) 新規制基準に関する適合性審査における当初の申請内容	34
(2) 小出しの引き上げ	34
(3) 基準地震動に関する被告の主張	37
4 原発の耐震補強には限界があること	38
5 原子力規制委員会による基準適合	39
第3 人格権侵害の具体的危険の有無に関する司法判断の方法	40

1	人格権侵害の具体的危険の有無についての主張立証構造	40
	(1) 具体的危険の有無に関する主張立証負担の所在	40
	(2) 上記(1)を踏まえた主張立証構造	40
2	地震動に関する基準適合判断が不合理であること	41
	(1) 問題の所在	41
	(2) 東海第二原発を襲う可能性がある地震動をカバーしているかど うかを審査するために用いられるべき具体的判断手法	44
第4	被告が策定した基準地震動を超える地震動が発生する具体的危険（そ の1）	52
	1 地震動想定についての日本の規制基準は確定論を採用しており、確 率論を採用していないこと	52
	2 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」について、応答スペク トルを用いた手法におけるバラツキの考慮が不足していること	52
	(1) 応答スペクトルに基づく手法	53
	(2) 応答スペクトルに基づく手法は「簡便」だが、不正確ということ ではないこと	53
	(3) 応答スペクトルに基づく手法における補正係数の重要性	54
	(4) 内陸地殻内地震	56
	(5) プレート間地震について	63
	(6) 「震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム」でも+2 σ のレベルを採用しようとしている	64
	(7) 補正係数についての被告の反論	66
	(8) 小括	69
3	断層モデルにおけるバラツキの考慮が不足していること	69
	(1) 断層モデルを用いた手法の概略	69
	(2) 「強震動予測レシピ」とは	71
	(3) 「強震動予測レシピ」は平均的な揺れを求めるもの	73
	(4) 地震動審査ガイドの規定	75
	(5) 被告の想定とその問題点	77

(6) 小括	89
4 被告が主張する基準地震動の年超過確率は全く信頼できず、東海第二原発を襲う可能性がある地震動をカバーしているとはいえないこと	89
(1) 被告の主張	90
(2) 原発の基準地震動は、対象となる断層もしくは直下の隠れた断層で発生する可能性のある全ての地震動に対して安全であることを求めていること	91
(3) 残余のリスクについて	92
(4) 基準地震動の年超過確率について、原子力規制委員会は何の確認もしていない	93
(5) 基準地震動の年超過確率が誤りであったことが実証されていること	95
(6) 鉄道構造物では、地震動の発生確率は考慮していないこと	97
(7) 地震動の発生確率を考慮しないのは、土木構造物に共通の考え方となっていること	98
(8) 野津厚氏の意見	103
(9) 小括	104
第5 被告が策定した基準地震動を超える地震動が発生する具体的危険（その2）	105
1 はじめに	105
2 東北地方太平洋沖地震の際、第二波群の先頭に、大振幅の、構造物にとって脅威となるパルス波が含まれていたこと	107
(1) 2011年東北地方太平洋沖地震の地震波形の確認	107
(2) 女川原子力発電所で観測された強震動パルス	109
(3) 強震動パルスが大被害をもたらすこと	110
(4) 強震動パルスとは	111
(5) 共振について	113
(6) 海溝型巨大地震において、強震動パルスは何度も観測されてきた	

.....	114
(7) 小括	114
3 強震動予測レシピ (SMGAモデル) では、強震動パルスを表現でき ないこと	114
(1) 被告の主張	114
(2) 諸井ほか2013 (丙D44) では、地震動が再現できていない こと	115
(3) 他の研究者の研究	121
(4) SMGAモデルを前提に不確かさを考慮したとしても不十分で あること	123
(5) 小括	124
4 SPGAモデルは、強震動パルスを表現できること	124
(1) はじめに	124
(2) SPGAモデル構築の基本的考え方	125
(3) SPGAの面積	127
(4) 岩手県から茨城県までの観測記録に基づくSPGAモデルの提 案	129
(5) 原発の基準地震動を超過した原因	130
(6) SPGAモデルとSMGAモデルの差異	130
(7) SPGAモデルは、港湾の施設の技術上の基準に採用されている	132
(8) 原発の固有周期に関する被告の反論	132
(9) モデルとしての成熟度に関する被告の反論	133
(10) 被告の反対尋問は、野津証人の知見には無関係であること .	135
5 ノーマルの強震動予測レシピでも「不均質モデル」を使用すれば、この パルスを再現できること	135
(1) 倉橋・入倉2013の「不均質モデル」	135
(2) 「不均質モデル」は強震動予測レシピの生みの親である入倉孝次 郎氏が提案しているものであること	137

6	S P G Aモデル及び倉橋・入倉 2 0 1 3 のモデルに基づく東海第二原 発を襲う可能性がある地震動	139
	(1) はじめに	139
	(2) S P G Aモデル	139
	(3) 「不均質モデル」	142
7	まとめ	143
第6	被告が策定した基準地震動を超える地震動が発生する具体的危険性 (その3)	144
1	震源を特定せず策定する地震動の重要性	144
	(1) 「震源を特定せず策定する地震動」とは	144
	(2) 「震源を特定せず策定する地震動」は、隠れ断層による地震動で ある	144
	(3) 震源を特定せず策定する地震動＝隠れ断層による地震動の重要 性	145
	(4) 震源を特定せず策定する地震動＝隠れ断層による地震動は決し て小さくない	145
2	被告の想定とその誤り	146
	(1) 被告の主張	146
	(2) 被告の想定の問題	147
3	鉄道構造物の耐震設計について	150
	(1) はじめに	150
	(2) 鉄道構造物の場合	150
4	本来「震源を特定せず策定する地震動」はどのように策定すべきか	166
5	震源を特定せず策定する地震動の策定ルールの見直しの議論 ...	170
	(1) 震源を特定せず策定する地震動に関する検討チームによる見直 し	170
	(2) 検討チームの見直しの議論の概要	176
	(3) 小括	183

6 小括	184
第7 まとめ	185

第1 想定を超えた地震・地震動はすべての安全装置に同時に損傷をもたらす危険があるところ、地震の科学には限界があること

1 はじめに

原発では、核分裂反応を止める、核燃料を冷やす、放射性物質を閉じ込めるという3つが守られて、はじめてその安全性が確保できることは、前述したとおりである。

想定を超えた津波という自然現象に対して、原発は極めて脆弱なシステムであった。そして、地震・地震動も、津波と同様、同時に、すべての安全装置に損傷をもたらす危険がある自然現象である。

原発の停止及び冷却機能に関する安全装置の損傷は、過酷事故に直結する。これらは、Sクラスの設備と呼ばれ、本来極めて高い耐震性を有すべきところ、その耐震性を決定しているのが基準地震動である。

2 地震大国・日本

基準地震動の具体的な内容に入る以前に、日本は、世界有数の地震大国であるという事実を、決して忘れてはならない。

日本列島は、太平洋プレート、フィリピン海プレート、ユーラシアプレート、北米プレートという4つのプレートがせめぎ合う境界線上に位置し、世界有数の地震多発地帯となっている。日本列島は地球の表面積のわずか0.3%足らずだが、その範囲内で地球の地震の約10%が発生する。下図の通り、1990年から2013年までに発生したマグニチュード4.0以上、深さ40km以下の地震を世界地図に黒点でプロットしていくと、日本列島が見えなくなる程である（甲D156石橋克彦『地震列島・日本の原子力発電所と地震科学』（日本地震学会モノグ

ラフ「日本の原子力発電と地球科学」3頁))。

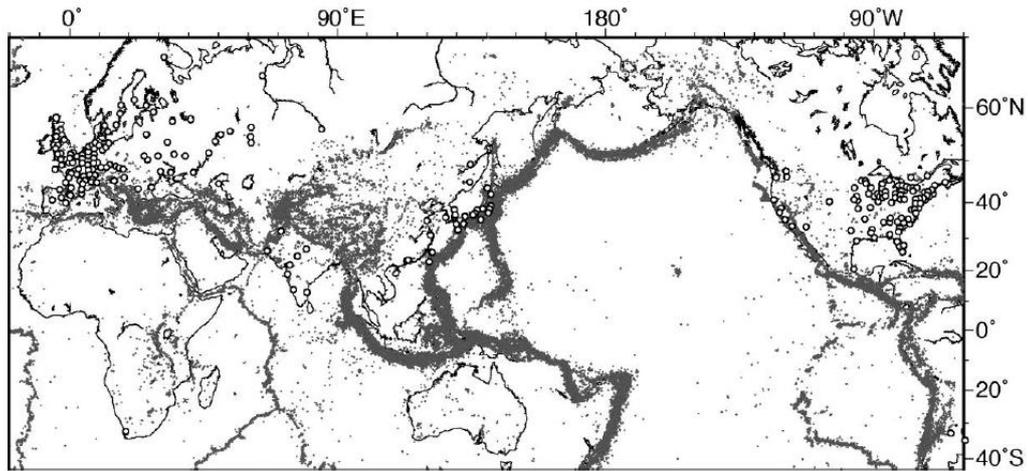


図1 世界の地震と原子力発電所の分布. グレーの点は、1990年1月1日から2013年11月30日までのM4.0以上、深さ40km以下の地震15万8761個の震央を、米国地質調査所のPDEとQEDによってプロットしたもの(作図：原田智也). 白丸は、2010年1月現在の世界の原子力発電所(原子力資料情報室(2010)による. ブラジルの原発1ヶ所が図の外側にある).

この地震列島に、17箇所の商業用原子炉サイト(前記地図白丸)があって、本件原発を含めて合計54機の発電用原子炉が存在した(2011年5月末現在)。かような地震多発地帯に多くの原子炉を建設している国は他国において例がない。神戸大学名誉教授の石橋克彦氏(地震学)が警鐘を鳴らす通り、日本の原発は「地震付き原発」であり、M4以上の地震がほとんど起きないヨーロッパやアメリカ中～東部などの原発とは根本的に地震に対するリスクが違うのである。

日本の原発は 「地震付き原発」



2011年5月23日の参議院行政監視委員会配布した資料(参考人：石橋克彦)

<http://historical.seismology.jp/ishibashi/opinion/110523namaz>

この地震大国・日本の原発において、「世界最高水準」はもとより、「世界水準並」の耐震安全性を確保しようと思うならば、余程慎重に地震のリスクを検討し万全の備えをしなければならない。しかし残念ながら、被告をはじめとする電力会社にはそのような慎重さが著しく欠けている。その結果、本件原発の地震に対するリスクは、間違いなく世界最悪クラスである。

3 大地震による大被害

大地震は大被害をもたらす。その代表的な例が、1948年福井地震（Mj 7.1）と、1995年兵庫県南部地震（Mj 7.3）である。

(1) 1948年福井地震（Mj 7.1）

1948年福井地震（Mj 7.1）は、福井平野直下の横ずれ断層による地震である。死者約3700名、全壊家屋約35000棟と言われているが、強震観測記録はない（甲D154強震動5頁～6頁）。



写真 1.2 1948年福井地震での墓石の散乱 (小林啓美氏撮影)



写真 1.1 1948年福井地震での木造家屋の被害 (小林啓美氏撮影)

(2) 1995年兵庫県南部地震（Mj 7.3）

1995年兵庫県南部地震（Mj 7.3）は、野島断層（六甲断層系）による地震である。死者約6400名、全壊家屋約10万棟といわれており、震度7の地域は長さ20km、幅2km程度の帯状に分布し、震災の帯と言われた。その被害のすさまじさは、ビデオや写真に数多く記録されている（その例とし

て甲D187)。

1995年兵庫県南部地震は、しかしながら、主要な地震動の継続時間はわずかに20秒程度であった。にもかかわらず、このような大被害が生じたのは、周期1秒～2秒程度の強震動パルスが原因であった(甲D80野津厚「不幸中の幸いであった東北地方太平洋沖地震の強震動生成過程から原子力発電所の耐震安全を考える」(科学2015. 10 976頁))。

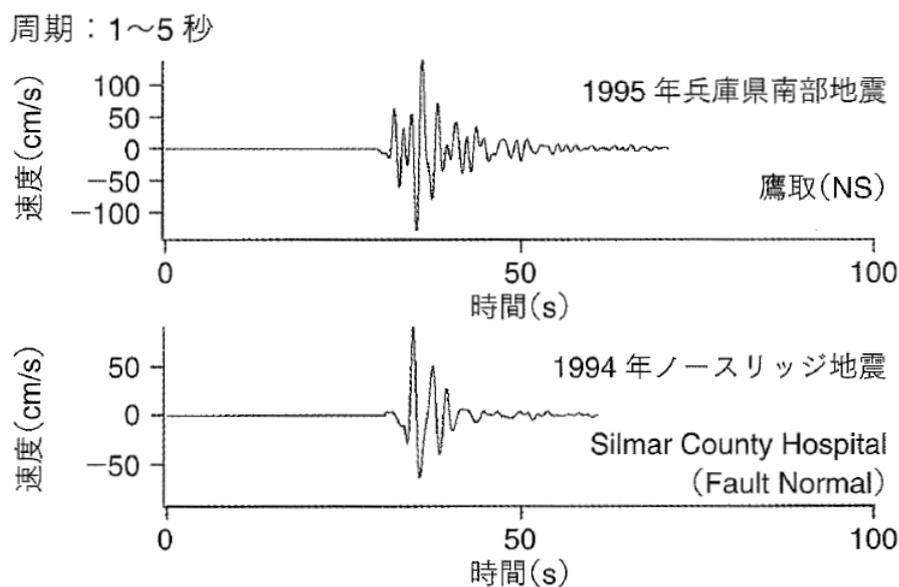


図2—内陸地殻内地震による強震動パルスの例(周期1～5秒の帯域の速度波形)

強震動パルスについては、次のように説明されている。

「震源断層の近傍の観測点において、断層面を伝播するすべり破壊が近づいて来る場合、断層各点から発生するパルス状の強震動(以下、要素パルス)が建設的に重なり合うことによって、指向性パルスは発生する。1995年兵庫県南部地震の際、神戸市では六甲断層帯の走向に直交する北北西-南南東方向に多くの建物をなぎ倒すような強烈な強震動が観測されたが、指向性パルスがその成因のひとつと考えられている(その破壊力からキラーパルスとも呼ばれた)(甲D155強震動地震学講座第

15回 (久田嘉章)

(3) 1994年ノースリッジ地震 (Mj 6.8)

このような強震動パルスは、実は、アメリカ・カリフォルニアで発生した1994年ノースリッジ地震 (Mj 6.8) でも観測されていた。



写真 5.5.26 RP3-1 橋脚の被害²⁾ (フレアの直下で破壊している)

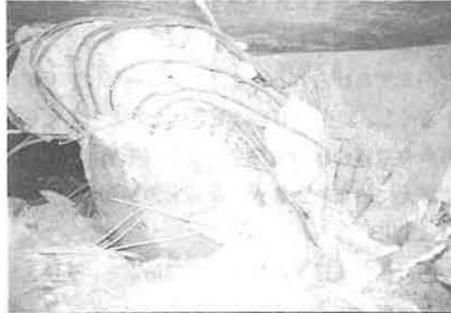


写真 5.5.27 RP3-2 橋脚の被害 (橋脚の基部が傾斜している)²⁾



写真 5.5.28 LP3-1 橋脚の被害 (曲げせん断破壊)²⁾



写真 5.5.29 LP3-2 橋脚の被害 (曲げせん断破壊が進み、軸線が完全にずれている)²⁾



写真 5.5.30 LP2-2 橋脚の被害 (かぶりコンクリートの剥離) (コアコンクリートを拘束する帯鉄筋とは別に、フレア部を補強する鉄筋が見える)²⁾



写真 5.5.31 RP2-2 橋脚基礎の損傷²⁾

(甲 D 1 8 6)

しかし、当時は、「カリフォルニア特有の現象である可能性を捨てきれなかった」（甲D163 瀬戸内海地震）ため、日本の耐震設計において、直ちに考慮されることはなされなかったのである。

4 強震動研究は原子力発電所の安全に寄与できるほどには成熟していない

野津厚氏は、我が国の強震動研究をリードする一人であるが、強震動研究を原子力発電所の安全に寄与できるほどには成熟していないとして、以下のようについて述べている。原子力発電所の耐震安全性を判断する上で、極めて重要な指摘であるので、そのまま引用する（甲D194 野津厚意見書2頁～5頁）。

「強震動に関する研究は、実際に起こった地震に関する事後の分析という点では大きく発展してきましたが、今後起こりうる事象の予測という点においては、強震動研究はまだまだ発展段階にあり、原子力発電所の安全性の保証に活用できるほどにはこの分野の研究は成熟していない、ということをも最初に申し上げたいと思います。

そもそも、地震学が全体として若い学問です。現代の地震学が依拠しているプレートテクトニクスが発展したのは1960年代後半以降になります。すなわち、石橋⁴⁾が指摘しているように、1966年に福島第一原発の1号機の設置が許可されたとき、その沖合にプレート境界があり足元に太平洋プレートが沈み込んでいることに誰も気付いていなかったのです。

強震動研究は若い学問であるが故に、被害地震が起こる度に、それ以前の知見では予測できなかったような事態が生じ、それによって強震動研究の知見は塗り替えられてきています。

1995年兵庫県南部地震は、既に知られていた六甲・淡路断層帯に沿って発生したという点では驚くべき地震ではなかったかも知れません。しかしながら、この地震がもたらした強い揺れとそれによる大被害は、当時の専門家の想像を大きく越えるものでした。この地震の際に神戸市内で観測された地震動は最大加速度800Gal、最大速度100kineといった極めて強いものでした。これらは、それ以前の土木構造物の耐震設計で考慮されていた

地震動レベルよりもはるかに大きいものであったため、これをきっかけとして土木構造物の耐震設計に用いられる設計地震動は大きく改められました⁵⁾⁶⁾。

2011年東北地方太平洋沖地震はM9クラスの巨大地震でしたが、この地震の発生以前は日本海溝においてM9クラスの巨大地震の発生は想定されていませんでした⁷⁾⁸⁾。2011年3月11日の時点で、宮城県沖から茨城県沖にかけての日本海溝には、M9の地震がいつ発生してもおかしくない程度に応力とひずみが蓄積されていたこととなります。この応力とひずみは一朝一夕に蓄積されたものではなく、少なくとも500年程度の長い時間をかけて蓄積されたものと考えられます。従って、地震発生前の数十年程度は、M9の地震がいつ発生してもおかしくない程度に応力とひずみが蓄積した状態が継続していたと考えられるにも関わらず、そのことに誰も気付いてはいませんでした。日本海溝においてM9クラスの巨大地震の発生を想定できなかったという反省から、南海トラフにおける想定地震の規模は東北地方太平洋沖地震と同等のM9クラスまで引き上げられました。

2016年熊本地震は、基本的に既に知られていた布田川・日奈久断層帯に沿って発生した地震ではありますが、この地震の発生以前に公表されていた地震調査研究推進本部による長期評価は地震規模を過小評価しており、また、地震後に確認された地表地震断層の長さをもとに地震調査研究推進本部の「レシピ」に従って評価された地震規模も実際のものを下回っていました⁹⁾。これを踏まえて地震動予測手法をどのように改良すべきかの議論が学会において続けられています。

これらに加え、1995年兵庫県南部地震から2016年熊本地震までの間にわが国で発生した規模の大きい内陸地殻内地震のうち、2000年鳥取県西部地震(M7.3)、2005年福岡県西方沖の地震(M7.0)、2007年能登半島地震(M6.9)、2007年新潟県中越沖地震(M6.8)、2008年岩手・宮城内陸地震(M7.2)などはいずれも事前に「その規模の地震がその場所で起こる」とは考えられていなかった地震です。

このように、強震動研究およびそれに関連する研究分野では、これまで

の数十年間、被害地震が起こる度に、それ以前の知見では予測できなかったような事態が生じ、それによって知見が塗り替えられてきています。言い換えればパラダイムシフトが繰り返し起きています。したがって、今後とも、少なくとも数十年間程度は、それ以前の知見を覆すような事態が度々生じるであろうと考えられます。これが、「強震動研究はまだ原子力発電所の安全性の保証に活用できるほどには成熟していない」と考える理由です。

強震動研究のリーダーの一人である地震学者の武村¹⁰⁾は、2011年の段階で、「地震の発生予測が短期であろうが長期であろうが簡単でないことは誰の目にも明らかです。地震学者や国やマスコミは予測をあまりに楽観的に考えすぎていませんか。地震学者はもっと広い視野に立って、自分達の持つ不完全な知識をどのような方面でどのようにして社会に役立てることができるか、地震工学者をはじめ他分野の方々の知恵も借りながら真剣に考えるべきです」と述べています。この指摘は現時点でもそのまま当てはまります。

土木分野の耐震の専門家の間では「入力地震動はどのみちよく分からないものだから、その部分を精緻に検討しても、設計の改善につながらないのではないか」といった考え方が支配的です。例えば高橋他¹¹⁾は「地震や津波などの将来予測には、依然として圧倒的な不確実性を伴っており、現状の技術レベルでは、これらに対して確かな安全を保証することはできない」と述べています。長年土木分野の耐震研究をリードしてきた川島はその著書¹²⁾の中で「まだよくわかっていない強震動の特性」という節を設け、「強震動の推定には多くの未知の領域が残されている」と述べています。別な専門家の方からは、「M9.0地震の発生を予測できないのになぜ強震動予測の結果を設計に使えるだろうか」という趣旨の意見をいただいたこともあります（ここで言っている予測とは短期予測のことでなく長期予測のことです）。これらはいずれも強震動研究の成熟度に対する疑念の表明であると言えます。筆者は、これらの土木分野におけるいわゆる「主流」の考えが、現時点での強震動研究の実力をある意味で正確に見抜いていることを認めざるを得ないと思います。すなわち、現状の強震動研究の実力の

下では、地震動の振幅レベルの将来予測に大きな不確実性を伴うことを、事実として認めなければならないと考えます。

筆者自身は、「強震動研究の成果をできるだけ構造物の設計に活かすべきである」との立場で研究を行っており、原子力発電所ではなく一般的な土木構造物の耐震設計においては、強震動研究の成果を活かすことが、より小さなコストでより高い安全性を達成するのに役立つと考えているものの¹³⁾、原子力発電所の耐震設計に使えるほどには、現状の強震動研究は成熟していないと考えます。

今後も「考えてもいなかったような場所で」「考えてもいなかったような規模の地震が」「考えてもいなかったような起こり方で」起こり、それによってパラダイムは変わっていくと考えられます。したがって、強震動研究の成果を活用して原子力発電所の安全性の保証することは現段階では不可能であると考えます。しかし、それでもなお、原子力発電所の耐震検討に強震動研究の成果を活用しようとするのであれば、現状のパラダイムの下で想定される地震あるいは地震動を考えるだけでは不十分であり、物理的に確実に否定できるシナリオ以外のあらゆるシナリオを考えるべきであると考えられます。以下の記述はこのような観点からのものです。」

強震動研究の専門家中の専門家である野津厚氏が、「強震動研究の成果を活用して原子力発電所の安全性の保証することは現段階では不可能である」とする根拠は、「現状の強震動研究は成熟していない」こと、「これまでの数十年間、被害地震が起こる度に、それ以前の知見では予測できなかったような事態が生じ、それによって知見が塗り替えられてきてい」ること、「今後も、少なくとも数十年間程度は、それ以前の知見を覆すような事態が度々生じるであろうと考えられ」ること、「考えてもいなかったような場所で」「考えてもいなかったような規模の地震が」「考えてもいなかったような起こり方で」起こることが否定できないこと、に基づいている。

5 多くの科学者が「地震の科学には限界がある」と警鐘を鳴らしている

「地震の科学には限界がある」と警鐘を鳴らしているのは、野津厚氏だけではない。

岩波書店の雑誌「科学」2012年6月号（「地震の予測と対策：『想定』をどのように活かすのか」・甲C58・636頁）に掲載された、岡田義光・防災科学研究所理事長、瀨瀨一起・東京大学地震研究所教授、島崎邦彦・東京大学名誉教授（元原子力規制委員会委員長代理）の鼎談では、瀨瀨教授と岡田教授の以下の発言が掲載されている。

「瀨瀨 地震という自然現象は本質的に複雑系の問題で、理論的に完全な予測をすることは原理的に不可能なところがあります。また、実験ができないので、過去の事象に学ぶしかない。ところが地震は低頻度の現象で、学ぶべき過去のデータがすくない。私はこれらを『三重苦』と言っていますが、そのために地震の科学には十分な予測の力はなかったと思いますし、東北地方太平洋沖地震ではまさにこの科学の限界が現れてしまったと言わざるをえません。そうした限界をこの地震の前に伝え切れていなかったことを、いちばんに反省しています。

編集部 限界があるとして、どういう態度で臨むべきでしょうか。既往最大に備えることになりますか。

岡田 どれくらいの低頻度・大事象にまで備えるかという問題になります。1000年に一度、1万年に一度と、頻度が1桁下がるごとに巨大な現象があると考えられます。大きなものに限りなく備えるのは無理ですから、どれくらいまで許容するかになります。日常的に備えるのは、人生の長さから考えると、100～150年に一度のM8くらいまでで、M9クラスになると、ハードではなくソフト的に、避難などの知恵を働かせるしかないのではないのでしょうか。

編集部 原発の場合にはどうお考えになりますか。

岡田 施設の重要度に応じて考えるべきですから、原発は、はるかに安全

サイドに考えなければなりません。いちばん安全側に考えれば、日本のような地殻変動の激しいところで安定にオペレーションすることは、土台無理だったのではないかという感じがします。だんだん減らしていくのが世の中の意見の大勢のようですが、私も基本的にそう思います。

瀬瀬 真に重要なものは、日本最大か世界最大に備えていただくしかない
と最近は言っています。科学の限界がありますから、これ以外のこ
とは確信をもって言うことができません。しかし、全国の海岸すべ
てで日本最大の津波高さに備える経済力が日本にはないだろうと考
えています。そうするとどうするか。それは政治などの場で、あるい
は国民に直接決めていただくしかないであろうと思います。

編集部 中越沖地震で号機ごとにゆれがかなり違っていました。地質の影
響は本当にあらかじめわかるのでしょうか。

瀬瀬 前述のような科学のレベルですから、予測の結果には非常に大きな
誤差が伴います。その結果として、予測が当たる場合もありますし、
外れる場合もあります。ですので、その程度の科学のレベルなのに、
あのように危険なものを科学だけで審査できると考えることがそも
そも間違いだったと今は考えています。」

また、同じ鼎談の中で、島崎邦彦氏（原子力規制委員会委員長代理）は、
「平均像のようなものを見ていることになります。解像度を一生懸命よく
しようとしていますが、ほんとうに中で何が起きているのかには手が届い
ていない。」とも述べている（甲C58・642頁）。地震ないし地震動の
メカニズムの解明には至っておらず、地震データを収集しばらつきがある
中で法則性を見つけていくものであるため、地震動を予測する各種の手法
は、基本的に平均像を求めるものに過ぎないということを意味している。

これらの発言は、地震の専門家にとっては当然のことを述べたにすぎない
が、原発の地震動想定の妥当性を考える上では、極めて重要な意味を含
んでいる。

地震の科学は、対象が複雑系の問題であるので、原理的に完全な予測が困難であること、実験のできるものではないので、過去のデータに頼るしかないが、起こる現象が低頻度であるのでデータが少ないこと、これら「三重苦」によって、地震の科学には限界があるということである（瀨嶺）。

また、頻度が1桁下がるごとに大きな現象があると考えられるとされている（岡田）。これも地震学における一般的な考え方で、たとえば「地震学の巨人」と称される金森博雄氏著『巨大地震の科学と防災』（甲D195・174頁）には、「ある地域で将来、どんな地震が起こりうるかを考えるとします。一般に大きな地震ほど発生確率は低いと考えられます。逆に確率をどんどん小さくしていけば、考えられる地震はどんどん大きくなります。」と記載されている。原発が1万年に1回以下の地震に備えなければならないのは当然であるが、千年に1度程度の地震をも「想定外」にしてしまうのが地震学の實力であり（甲D196・岡村眞「南海トラフ沿いの津波堆積物から考える巨大地震と原子力発電所」）、1万年に1回以下の大地震をある程度確実な根拠をもって予測する力は、地震の科学にはない。

6 地震動について判示した裁判例

(1) 福井地裁平成26年5月21日判決

大飯原発についての福井地裁平成26年5月21日判決（以下「大飯判決」という。）（判時2228号72頁）においては、以下のように現在の地震科学における予測の限界について判断がされている。本件においても十分に参照されるべき判示である。

我が国の地震学会においてこのような（注：1260ガルを超えるような）規模の地震の発生を一度も予知できていないことは公知の事実である。地震は地下深くで起こる現象であるから、その発生の機序の分析は仮説や推測に依拠せざるを得ないのであって、仮説の立場や

検証も実験という手法がとれない以上過去のデータに頼らざるを得ない。確かに地震は太古の昔から存在し、繰り返し発生している現象ではあるがその発生頻度は必ずしも高いものではない上に正確な記録は近似のものに限られることからすると、頼るべき過去のデータは極めて限られたものにならざるを得ない。

…大飯原発には1260ガルを越える地震は来ないと確実な科学的根拠に基づく想定は本来的に不可能である。

(2) 福井地裁平成27年4月14日決定

高浜原発についての福井地裁平成27年4月14日決定（平成26年（ヨ）第31号）でもこれとほぼ同じ判示がなされている（判時2290号13頁）。

(3) 大津地裁平成26年11月27日決定

大津地裁平成26年11月27日決定（平成23年（ヨ）第67号）（判時2290号75頁）においても、「自然科学においてその一般的傾向や法則性を見いだすためにその平均値をもって検討していくことについては合理性が認められようが、自然災害を克服するため、とりわけ万一の事態に備えなければならない原発事故を防止するための地震動の評価・策定にあたって、直近のしかも決して多数とはいえない地震の平均像を基にして基準地震動とすることにどのような合理性があるのか。」「（地震学は）研究の端緒段階にすぎない学問分野であり、サンプル事例も少ないことからすると、着眼すべきであるのに捉えきれていない要素があるやもしれず、また、地中内部のことで視認性に欠けるために基礎資料における不十分さが払拭できない」と、大飯判決とほぼ同じ趣旨のことが述べられている。

(4) 名古屋高等裁判所金沢支部2018年7月4日判決

名古屋高等裁判所金沢支部2018年7月4日判決は、(1)の控訴審判決であり、大飯原発の運転を差止めた原審を取り消した。

しかし、原発に格段に高い安全性が要求されるという法理は、同判決をはじめ、多くの裁判例において肯定されているところである。

7 小括

原告らは、「強震動研究の成果を活用して原子力発電所の安全性の保証することは現段階では不可能である」という野津厚氏の指摘、さらには上記で述べた専門家らの指摘、裁判例を、強く支持するものである。

そして、百歩譲って、「しかし、それでもなお、原子力発電所の耐震検討に強震動研究の成果を活用しようとするのであれば、現状のパラダイムの下で想定される地震あるいは地震動を考えるだけでは不十分であり、物理的に確実に否定できるシナリオ以外のあらゆるシナリオを考えるべきである」という指摘についても、まったく同感である。前述した、瀨瀬一起・東京大学地震研究所教授が、「真に重要なものは、日本最大か世界最大に備えていただくしかない」という指摘も、同じ趣旨である。

以下では、

- ① 原発の基準地震動に関する原子力規制法令の内容と被告が策定した基準地震動（第2）、
- ② 人格権侵害の具体的危険の有無に関する司法判断の方法について述べた上で（第3）、
- ③ 被告が策定した東海第二原発の基準地震動が、東海第二原発の敷地を襲う可能性がある地震動をカバーしているとはいえず、人格権侵害の具体的危険があることについて述べる（第4以下）。

第2 原発の基準地震動に関する原子力規制法令の内容と被告が策定した基準地震動

1 原発の基準地震動が引き上げられてきた歴史

(1) 第1で述べたとおり、原発の基準地震動は、原発の安全を確保する上で極めて重要であるが、基準地震動は、歴史的にみれば、著しい過小評価がされており、新しい知見が得られるたびに、泥縄的に、規制基準が引き上げられ、基準地震動が引きあげられてきたというのが実情であった。以下、その歴史を概観する。

ア 1978年(昭和53年)に、東海第二原発が建設・運転された当初、地震動に関する具体的な基準は無く、東海第二原発の設計基準地震動は、わずか270ガルであった。

イ その後、1981年(昭和56年)7月20日に「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」が定められ、同指針は、基本方針として、「発電用原子炉施設は想定されるいかなる地震力に対してもこれが大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していなければならない。」とした。

ウ 1995年(平成7年)、兵庫県南部地震を受け、全国に地震観測網が整備されるようになった。

一方で、国から原子力事業者に対して、1981年(昭和56年)に策定された耐震指針へのバックチェックが指示された。

この結果、東海第二発電所の基準地震動は、380ガルに引き上げられた。

エ その後も、いくつもの重要な地震観測記録・知見が得られ、2005年(平成17年)8月16日宮城沖地震では、女川原発を基準地震動を超える地震が襲った。

オ その後、2006年(平成18年)に、耐震設計審査指針が改訂された。同改訂では、以下のような規定がある。

「施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な地震動」を適切に策定する

この規定は、改訂前指針の「いかなる地震力に対してもこれが大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していなければならない」との規定が耐震設計に求めていたものと同等の考え方である、とされていた（同改訂指針の解説）。

この改訂審議の中心的役割を担った我が国を代表する強震動地震学者である入倉孝次郎氏は、その背景と改訂のポイントについて、以下のとおり説明している（甲D75 入倉孝次郎「原子力発電所の新しい耐震指針の改訂と中越沖地震の教訓」）。

「指針改訂の背景としては、次の4つの点をあげられる。

- (1) 地震学および地震工学に関する新たな知見の蓄積。
- (2) 原子炉施設の耐震設計技術の改良および進歩。
- (3) 1995年兵庫県南部地震の経験。原子力施設に特段の影響を及ぼしたものはなかったが、断層の活動様式、震源破壊過程と地震動特性、構造物の耐震性、等に係わる貴重な知見が得られた。
- (4) 海外、とくに米国で原子力耐震設計にP S A（確率論的安全評価）評価を導入。海外の動きに合わせて、日本でも一部の研究者からP S Aを導入すべきとの強い意見が出されるようになった。」

「改訂された耐震設計審査指針のポイントとして以下の点があげられる。

- (1) 変動地形学に重点に置いた新しい活断層調査手法の導入。設計上考慮すべき活断層をこれまで5万年前以降に活動したもの（地形・地質学者から根拠が薄いと批判が出されていた）から後期更新世以降（約13万年前）に拡張。
- (2) 地震動の評価方法として、経験的応答スペクトルに基づく方法

と断層モデルに基づく方法の両方で評価すること。これにより、活断層調査・海溝型地震調査に基づいて震源断層モデルの推定が必要となり、より高い精度の調査自体が必要とされる。

(3) 断層モデルはばらつきを考慮してパラメーターを推定し、地震動を評価すること。

(4) 震源を特定できない地震動の評価およびその妥当性を個別に検証すること。十分な調査を行っても地表に見えないが地下に存在する活断層をすべてを見つけることは困難なことから、この規定が盛り込まれている。」

カ その後、耐震設計審査指針の改訂（2006年（平成18年）9月）を受けて、原子力安全委員会は、行政庁に原子力事業者に対して既設も含めて原子力施設の耐震安全性の評価の実施と、その結果の速やかな報告を指示した。

原子力安全・保安院は、原子力施設について新耐震指針に照らした耐震安全性の評価（バックチェック）を原子力事業者に要請した。それを受けて原子力事業者は、耐震安全性の評価の実施計画書を行政庁に提出し、既設原発の耐震安全性の評価のために地形・地質調査を実施するとともに、基準地震動の評価の準備を始めた。

キ その後、2007年（平成19年）3月25日能登半島地震は志賀原発を、2007年（平成19年）7月16日新潟県中越沖地震は柏崎刈羽原発を、それぞれ基準地震動を超える地震が襲った。原子力安全・保安院は、これらの地震による知見も踏まえて、バックチェックを行うよう指示した。

ク これに対して、原子力事業者は、バックチェック報告書を提出した。

被告の東海第二原発では、それまでの基準地震動380ガルが600ガルに大幅に引き上げられた。原子力安全・保安院も、2010年（平成22年）9月、この結果を承認した（甲D76「耐震設計審査指針の改訂に伴う日本原子力発電株式会社 東海第二発電所耐震安全性に係る評価について（基準地震動の策定及び主要な施設の耐震安全性

評価)」

ところが、2011年（平成23年）東北地方太平洋沖地震では、この引きあげられた基準地震動600ガルを上回る地震が、東海第二原発を襲った。福島第一原発でも、女川原発でも、それぞれの基準地震動を超えた。

- (2) 原発は過酷事故を絶対に起こしてはならないことから、本来極めて高い耐震性が要求され、また、規制要求としても「地震力に十分に耐えることができるものであること」（いかなる地震力に対してもこれが大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していなければならないこと）が求められていた。想定されるいかなる地震力に対しても耐震安全性を有すべきであるというこの考え方は、旧耐震設計審査指針から新耐震設計審査指針に引き継がれた耐震設計の基本方針である。そして、原発という危険な施設の耐震設計であることを鑑みれば、この耐震設計の基本方針は、一般社会常識上からしても当然の方針である。
- (3) 基準地震動は、当該原発に到来することが想定できる最大の地震動とされ、これを基準として耐震設計がなされるから、基準地震動を適切に策定することが、原発の耐震安全性確保の基礎であり、基準地震動を超える地震は本来あってはならないはずである。基準地震動を超えてしまうということは、上記Sクラスの設備さえ損壊してしまう危険を生じさせるものである。
- (4) ところが、現実には、原子力発電所の基準地震動は、極めて低く設定されていた。実際に、10年足らずの間に4つの原発を5回も基準地震動を超える地震が襲ったという事実は重いものがある。しかも、わが国の原発は、20箇所を満たないのであるから、基準地震動の設定はほとんど機能していなかったと言ってもよいくらいである。

2 原発の基準地震動についての現行の原子力規制法令の内容（新規制基準）
それでは、新規制基準は、基準地震動について、どのように定めているか、その内容について概観する。

(1) 原子炉等規制法

原子炉等規制法は、原子炉の設置許可について、以下のとおり定めている。

- ・ 原子炉設置許可は、「発電用原子炉施設の位置，構造及び設備が核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物又は発電用原子炉による災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準に適合するものであること。」（「4号要件」原子炉等規制法43条の3の6第1項4号）

(2) 設置許可基準規則

原子炉等規制法に基づく実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則（「設置許可基準規則」）は、地震力について、以下のとおり定めている。

- ・ 「設計基準対象施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない（4条1項）」
- ・ 「耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（以下「基準地震動による地震力」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない」（第4条3項）
- ・ 「重大事故等対処施設」は、「基準地震動による地震力に対して」、「重大事故に至るおそれがある事故」ないし「重大事故」に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものであること」（設置許可基準規則39条1項，3項，4項）

(3) 設置許可基準規則の解釈

さらに、基準地震動による地震力について、実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則の解釈（「設置許可基準規則の解釈」）第4条及び第39条は、別記2として、別紙のとおり定めている。

その概要を述べれば、以下のとおりである（下線部は、いずれも代理人）。

- ・「「基準地震動」は、最新の科学的・技術的知見を踏まえ、敷地及び敷地周辺の地質・地質構造、地盤構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から想定することが適切なものと」すること（同規則の解釈別記2の5項柱書）
- ・基準地震動は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定すること
- ・「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」は、内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震の、地震発生様式の3つの種類について選定すること。
- ・それぞれの地震について、不確かさを考慮して応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価を行うこと
- ・検討用地震の選定や基準地震動の策定に当たって行う調査や評価は、最新の科学的・技術的知見を踏まえること。また、既往の資料等について、それらの充足度及び精度に対する十分な考慮を行い、参照すること。なお、既往の資料と異なる見解を採用した場合及び既往の評価と異なる結果を得た場合には、その根拠を明示すること。
- ・「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」については、それぞれが対応する超過確率を参照し、それぞれ策定された地震動の応答スペクトルがどの程度の超過確率に相当するかを把握すること

(4) 基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド

さらに、原子力規制委員会は、「基準地震動の妥当性を厳格に審査するために活用することを目的と」して「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」（「地震動審査ガイド」甲D17）を定めている。現状、「震源を特定せず策定する地震動」の妥当性を判断する上で、地震動審査ガイド以上の詳細な具体的審査基準と言えるものはない。

ア 地震動審査ガイドは、「震源を特定して策定する地震動」について、以下のとおり規定している。

「2. 基本方針

基準地震動の策定における基本方針は以下の通りである。

(略)

(4) 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」を相補的に考慮することによって、敷地で発生する可能性のある地震動全体を考慮した地震動として策定されていること。」

「3. 3 地震動評価

3. 3. 1 応答スペクトルに基づく地震動評価

(略)

3. 3. 2 断層モデルを用いた手法による地震動評価

(4) ①震源モデルの設定

1) 震源断層のパラメータは、活断層調査結果等に基づき、地震調査研究推進本部による「震源断層を特定した地震の強震動予測手法」等の最新の研究成果を考慮し設定されていることを確認する。

2) アスペリティの位置が各断層調査等によって設定できる場合は、その根拠が示されていることを確認する。・・・なお、アスペリティの応力降下量（短周期レベル）については、新潟県中越沖地震を踏まえて設定されていることを確認する。

3. 3. 3 不確かさの考慮

(1) 応答スペクトルに基づく地震動の評価過程に伴う不確かさについて、適切な手法を用いて考慮されていることを確認する。地震動評価においては、用いる距離減衰式の特徴や適用性、地盤特性が考慮されている必要がある。

(2) 断層モデルを用いた手法による地震動の評価過程に伴う不確かさに

ついて、適切な手法を用いて考慮されていることを確認する。併せて、震源特性パラメータの不確かさについて、その設定の考え方が明確にされていることを確認する。

① 支配的な震源特性パラメータ等の分析

- 1) 震源モデルの不確かさ（震源断層の長さ、地震発生層の上端深さ・下端深さ、断層傾斜角、アスペリティの位置・大きさ、応力降下量、破壊開始点等の不確かさ、並びにそれらに係る考え方、解釈の違いによる不確かさ）を考慮する場合には、敷地における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分析し、その結果を地震動評価に反映させることが必要である。特に、アスペリティの位置・応力降下量や破壊開始点の設定等が重要であり、震源モデルの不確かさとして適切に評価されていることを確認する。

② 必要に応じた不確かさの組み合わせによる適切な考慮

- 1) 地震動の評価過程に伴う不確かさについては、必要に応じて不確かさを組み合わせるなど適切な手法を用いて考慮されていることを確認する。
- 2) 地震動評価においては、震源特性（震源モデル）、伝播特性（地殻・上部マントル構造）、サイト特性（深部・浅部地下構造）における各種の不確かさが含まれるため、これらの不確かさ要因を偶然的不確かさと認識論的不確かさに分類して、分析が適切になされていることを確認する。」

このように、地震動審査ガイドでは、3.3.2の中での①の震源モデルの設定において、「アスペリティの応力降下量(短周期レベル)については、新潟県中越沖地震を踏まえて設定されていること」（強震動予測レシピの1.5倍とすること）と規定したうえで、さらに次の3.3.3の項で不確かさの考慮をするよう求めている。したがって、①の震源モデルの設定にいう「震源モデル」は、不確かさの考慮の前の基本震源モデルであり、新潟県中越沖地震を踏まえて応力降下量を平均的値の1.5倍にしたモデルは、

基本震源モデルであるから、そこからさらに不確かさの考慮がなされなければならない。

イ 地震動審査ガイドは、「震源を特定せず策定する地震動」について、以下のとおり規定している。

「1. 3 用語の定義

(6) 「震源を特定せず策定する地震動」とは、敷地周辺の状況等を十分考慮した詳細な調査を実施しても、なお敷地近傍において発生する可能性のある内陸地殻内の地震の全てを事前に評価しうるとは言い切れないことから、敷地近傍における詳細な調査の結果にかかわらず、全ての敷地（対象サイト）において共通的に考慮すべき地震動であると意味付けた地震動をいう。」

2. 基本方針

基準地震動の策定における基本方針は以下の通りである。

(3) 「震源を特定せず策定する地震動」は、震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、これらを基に各種の不確かさを考慮して、敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定されていること。

(4) 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」を相補的に考慮することによって、敷地で発生する可能性のある地震動全体を考慮した地震動として策定されていること。」

4. 2. 1 検討対象地震の選定と震源近傍の観測記録の収集

(2) 検討対象地震の選定においては、地震規模のスケーリング（スケーリング則が不連続となる地震規模）の観点から、「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」を適切に選定していることを確認する。

(3) また、検討対象地震の選定の際には、「事前に活断層の存在が

指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震」についても検討を加え、必要に応じて選定していることを確認する。

[解説]

(1) 「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」は、断層破壊領域が地震発生層の内部に留まり、国内においてどこでも発生すると考えられる地震、震源の位置も規模もわからない地震として地震学的検討から全国共通に考慮すべき地震（震源の位置も規模の推定できない地震（ M_w 6.5未満の地震））であり、震源近傍において強震動が観測された地震を対象とする。

(2) 「事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震」は、震源断層がほぼ地震発生層の厚さ全体に広がっているものの、地表地震断層としてその全容を表すまでには至っていない地震（震源の規模が推定できない地震（ M_w 6.5以上の地震））であり、孤立した長さの短い活断層による地震が相当する。なお、活断層や地表地震断層の出現要因の可能性として、地域によって活断層の成熟度が異なること、上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布する場合や地質体の違い等の地域差があることが考えられる。このことを踏まえ、観測記録収集対象の地震としては、以下の地震を個別に検討する必要がある。

- ① 孤立した長さの短い活断層による地震
- ② 活断層の密度が少なく活動度が低いと考えられる地域で発生した地震
- ③ 上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布する地域で発生した地震

ここに明らかなおり、「震源を特定せず策定する地震動」は、敷地周辺の状況等を十分考慮した詳細な調査を実施しても、なお敷地近傍において発生する可能性のある内陸地殻内の地震の全てを事前に評価しうるとは

言い切れないことから、敷地近傍における詳細な調査の結果にかかわらず、全ての敷地（対象サイト）において共通的に考慮すべき地震動であると意味付けた地震動。」であり、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」を相補的に考慮することによって、敷地で発生する可能性のある地震動全体を考慮した地震動として策定」することが求められる。

ウ 以上のとおり、新規制基準は、「敷地で発生する可能性のある地震動全体を考慮した地震動」を考慮することを求めている。これは、原発が極めて危険な施設であるからである。すなわち、危険な原発の安全性は最大限に確保しなくてはならないから、端的に敷地で発生する可能性のある全ての地震動に対して安全であることを求めているものである。

(5) 新規制基準に関する原告らの主張

ア 以上のとおり、福島第1原発事故が、想定を超えた津波という自然現象によって発生したということの反省のもと、新規制基準は、自然現象である地震動について、原発の基準地震動は、当該原発を襲う可能性がある地震動をカバーしていなければならないこと（逆に言えば、基準地震動を超える地震動が当該原発を襲うことはまずないといえるものであること）が必要であることを求めている。

イ そして、新規制基準は、「耐震重要施設」が「基準地震動による地震力に対して」「安全機能が損なわれるおそれがない」こと（設置許可基準規則第4条3項）を求めるだけでなく、福島原発事故を踏まえて、事故が発生した場合の「重大事故等対処施設」も、同じ「基準地震動による地震力に対して」「重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない」こと（設置許可基準規則39条1項、3項、4項）を求めている。この点、過酷事故時の重大事故等対処施設は、過酷事故が発生した時にこれに対処するための施設であり、そして、過酷事故は、

耐震重要施設が、基準地震動を超える地震力に対して、安全機能が損なわれて発生することも考えられるのであるから、過酷事故時の重大事故等対処施設については、耐震重要施設の基準地震動の何倍かに耐えられるようにすることを求めることも考えられたが、新規制基準は、同じ基準地震動に耐えられることを求めている。

この点からも、基準地震動は、当該原発を襲う可能性がある地震動をカバーしていなければならないこと（逆に言えば、基準地震動を超える地震動が当該原発を襲うことはまずないといえるものであること）が求められる。

ウ ただし、基準地震動の具体的な算出ルールは、特に、どこまで安全側に地震動を想定すべきかについては、十分に示されているとは言えない。

規制委員会で耐震ルール作りに関わった藤原広行・防災科学技術研究所社会防災システム研究領域長は、2015年5月7日の毎日新聞記事「特集ワイド:「忘災」の原発列島 再稼働は許されるのか 政府と規制委の「弱点」」において下記のように述べ、基準地震動の策定手法は、「時間切れ」で見直されていなかったことを明らかにした（甲D27）。

「実際の地震では(計算による)平均値の2倍以上強い揺れが全体の7%程度あり、3倍、4倍の揺れさえも観測されている」

「平均から離れた強い揺れも考慮すべきだ」

「基準地震動の具体的な算出ルールは時間切れで作れず、どこまで厳しく規制するかは裁量次第になった。揺れの計算は専門性が高いので、規制側は対等に議論できず、甘くなりがちだ」

「今の基準地震動の値は一般に、平均的な値の1.6倍程度。実際の揺れの8～9割はそれ以下で収まるが、残りの1～2割は超えるだろう。もっと厳しく、97%程度の地震をカバーする基準にすれば、高浜原発の基準地震動は関電が『燃料損傷が防げないレベル』と位置づける973.5ガルを超えて耐震改修が必要になりかねない。コストをかけてそこまでやるのか。電力会社だけで決めるのではなく、国民的

議論が必要だ」。

藤原広行氏のこの発言は、実際に新規制基準を策定するのに関わった専門家科学者の発言であるだけに、極めて重要である。藤原広行氏の発言は、要するに、新規制基準の策定において、基準地震動の具体的な算出ルールは時間切れで作れなかったというのである。その結果、新規制基準によって算出されたはずの基準地震動でも、それを超えるもの（地震動）が1～2割はあるというのである。

エ したがって、原告らは、新規制基準が、基準地震動の具体的な算出ルールを十分に示していない、という点では、必ずしも十分なものだとは考えていない。

しかしながら、原子力規制委員会は、「東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故を契機に明らかとなった原子力の研究、開発及び利用（以下「原子力利用」という。）に関する政策に係る縦割り行政の弊害を除去し」「国民の生命、健康及び財産の保護、環境の保全並びに我が国の安全保障に資することを目的と」して設置された（原子力規制委員会設置法第1条）。

原子力規制委員会が策定した新規制基準は、甚大な被害をもたらした福島第一原発事故のような過酷事故を二度と起こしてはならないことを目的にしているものであって、新規制基準が基準地震動の具体的な算出ルールを十分に示しておらず、不十分な点があったとしても、このような理念に基づき、解釈・適用されるべきである。

以上から、新規制基準は、原発の基準地震動は、当該原発を襲う可能性がある地震動をカバーしていなければならないこと（逆に言えば、基準地震動を超える地震動が当該原発を襲うことはまずないといえるものであること）を求めているというべきである。

オ なお、仮に、新規制基準が、そこまでの安全性を考慮する必要はない

という場合（原発の基準地震動は、当該原発を襲う可能性がある地震動をカバーすることまでは求めているという場合）は、新規制基準は、伊方原発最高裁判決がいう「調査審議において用いられた具体的審査基準に不合理な点がある」というべきである（基準が不合理であることの主張）。

3 被告が策定した基準地震動

(1) 新規制基準に関する適合性審査における当初の申請内容

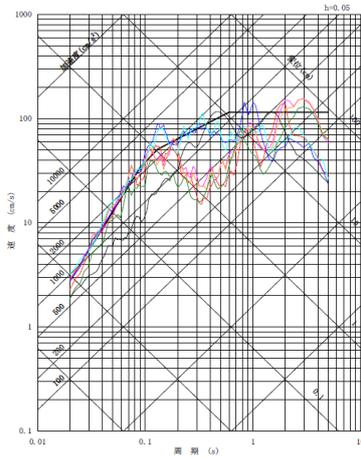
被告は、新規制基準に関する適合性審査に対して、2014年（平成26年）の当初の段階では、東北地方太平洋沖型地震の、短周期レベルの不確かさを考慮した際の最大加速度として観測された901ガルと同値に基準地震動を改定したとして申請を行った。

(2) 小出しの引き上げ

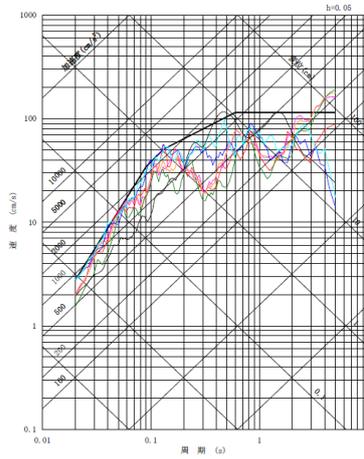
その後、被告は、東北地方太平洋沖型地震の、SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳を考慮した際の最大加速度として観測された1009ガルと同値に、基準地震動を改定した（甲D53 2017年（平成29年）11月10日日本原電「東海第二発電所基準地震動の策定について」）。（以下、左下に「げんでん」とある図表は、甲D53のものである）。<http://www.nsr.go.jp/data/000208751.pdf>

■基準地震動S_sを示す。

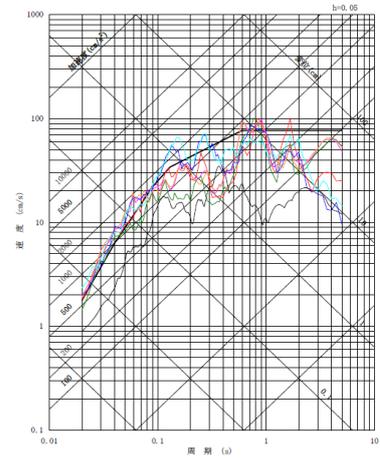
- S_s-D1 応答スペクトル手法による基準地震動
- S_s-11 F1断層、北方陸域の断層、塩ノ平地震断層の連動による地震(短周期レベルの不確かさ、破壊開始点1)
- S_s-12 F1断層、北方陸域の断層、塩ノ平地震断層の連動による地震(短周期レベルの不確かさ、破壊開始点2)
- S_s-13 F1断層、北方陸域の断層、塩ノ平地震断層の連動による地震(短周期レベルの不確かさ、破壊開始点3)
- S_s-14 F1断層、北方陸域の断層、塩ノ平地震断層の連動による地震(断層傾斜角の不確かさ、破壊開始点2)
- S_s-21 2011年東北地方太平洋沖型地震(短周期レベルの不確かさ)
- S_s-22 2011年東北地方太平洋沖型地震(SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳)
- S_s-31 2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動



NS成分



EW成分



UD成分



上記の図はトリパタイト図（三軸表示図）といい、縦軸が応答速度、横軸が周期、右上がりの45°の線が応答加速度を示す。

地震動の大きさは横軸周期0.02秒における加速度で表される。

この図には、合計8つの地震動が表されており、被告日本原電は、この8つの地震動をもって、基準地震動としている。

S_s-D1は、応答スペクトル手法による地震動である（他の地震動と異なり直線で構成されている）。

S_s-D1は、プレート間地震（甲D53、136頁）、海洋プレート内地震（同170頁）及び内陸地殻内地震（同193頁）のそれぞれについて、応答スペクトル手法による地震動を想定し、その3つの地震動を包絡するように設定されている（同209頁）。

S_s-11、12、13、14の4つは、F1断層、北方領域の断層、塩ノ平地震断層の連動による地震（内陸地殻内地震）について、断層モデル手法による地震動である。

S_s-21、22の2つは、2011年（平成23年）東北地方太平洋沖型地震（プレート間地震）について、断層モデル手法による地

震動である。

Ss-31は、2004年（平成16年）北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動とされている。これらの策定の過程は、以下のとおりである。

1. 基準地震動の策定の概要

検討概要(1/2)

第414回審査委員会
資料2再掲

■敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

プレート間地震	海洋プレート内地震	内陸地殻内地震
<p>【検討用地震の選定】</p> <p>2011年東北地方太平洋沖型地震 (Mw9.0)</p>	<p>【検討用地震の選定】</p> <p>中央防災会議 茨城県南部の地震 (Mw7.3)</p>	<p>【検討用地震の選定】</p> <p>F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の運動による地震 (M7.8)</p>
<p>【基本震源モデルの設定】</p> <p>強震動予測シナリオに基づく震源モデル (Mw9.0)</p>	<p>【基本震源モデルの設定】</p> <p>中央防災会議 (2013) 等の各種知見に基づく震源モデル (Mw7.3)</p>	<p>【基本震源モデルの設定】</p> <p>地質調査結果や強震動予測シナリオに基づく震源モデル (M7.8)</p>
<p>主な特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> 既往最大である2011年東北地方太平洋沖地震と同様のMwの想定している。 巨大プレート間地震に対して適用性を確認した強震動予測シナリオに基づきパラメータを設定している。 基本震源モデルによる評価結果は、2011年東北地方太平洋沖地震における敷地観測記録と良く対応していることを確認している。 	<p>主な特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> 想定に基づいた中央防災会議 (2013) は、フィリピン海プレートに関する最新知見を踏まえたものであり、1855年安政江戸地震の再現モデル (応力降下量 52MPa) に2割程度保守性を考慮 (応力降下量 62MPa) している。 フィリピン海プレートの厚さが30km以上となる領域のうち、敷地に近い位置に想定している。 	<p>主な特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> 2011年福島県浜通り地震の知見から、地震発生層の上震源を30mと設定している。下震源については保守的に18mとし、断層幅をより厚く想定している。 断層傾斜角については、F1断層における音波探査結果や2011年福島県浜通りの地震の震源インバージョンモデルでの傾斜角を参考に西傾斜40度としている。 断層全長約58mを南部と北部に区分けする際、リニアメントが接続されない区間をF1断層帯に含め、これを合わせて一つの区間とすることで敷地に近い南部区間に配置するアスペリティの地震モーメントや短周期レベルを大きくし、安全側の設定としている。
<p>【不確かさの考慮】</p> <ul style="list-style-type: none"> SMGA位置の不確かさ (過去に発生した地震の位置→敷地最短) 短周期レベルの不確かさ (宮城県沖で発生する地震の短周期期動特性を概ねカバーするレベルとして基本震源モデルの1.5倍を考慮) SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳 	<p>【不確かさの考慮】</p> <ul style="list-style-type: none"> 断層傾斜角の不確かさ (90度→敷地に向く角度) アスペリティ位置の不確かさ (海洋マントル上端→海洋地殻上端) 応力降下量の不確かさ (62MPa→77MPa) 地震規模の不確かさ (Mw7.3→Mw7.4) 	<p>【不確かさの考慮】</p> <ul style="list-style-type: none"> 短周期レベルの不確かさ (2007年新潟県中越沖地震の知見を踏まえ基本震源モデルの1.5倍を考慮) 断層傾斜角の不確かさ (2011年福島県浜通りの地震の震源域での余震分布の形状を考慮し、傾斜角45度を考慮) アスペリティ位置の不確かさ (端部1マス離隔あり→端部1マス離隔なし)

次頁へ

■震源を特定せず策定する地震動

既往の知見
<p>震源を事前に特定できない地震に関する既往の知見である加藤ほか (2004) による応答スペクトル</p>
<p>審査ガイド例示16地震</p>
<p>信頼性のある基準地震動の検討結果を踏まえ2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮</p>
<p>2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動を設定</p>

次頁へ



1. 基準地震動の策定の概要

検討概要(2/2)

第414回審査委員会
資料2再掲

■敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

プレート間地震	海洋プレート内地震	内陸地殻内地震
<p>【応答スペクトル手法】</p> <p>敷地における2011年東北地方太平洋沖地震の解放基盤波を包絡し、断層モデル手法の評価結果を補完した応答スペクトルを設定</p>	<p>【応答スペクトル手法】</p> <p>Noda et al.(2002)による手法に補正係数を考慮</p>	<p>【応答スペクトル手法】</p> <p>Noda et al.(2002)による手法に補正係数を考慮</p>
<p>【断層モデル手法】</p> <p>経験的グリーン関数法による評価</p>	<p>【断層モデル手法】</p> <p>経験的グリーン関数法による評価</p>	<p>【断層モデル手法】</p> <p>経験的グリーン関数法による評価</p>
<p>応答スペクトル手法による基準地震動</p> <p>・応答スペクトル手法によるプレート間地震、海洋プレート内地震、内陸地殻内地震の地震動評価結果をすべて包絡するようSs-D1を策定 ・模擬地震波の作成においてはプレート間地震である2011年東北地方太平洋沖型地震を考慮した振幅包絡線を作成し、継続時間をより長く設定</p>		<p>断層モデル手法によるプレート間地震、海洋プレート内地震、内陸地殻内地震の地震動評価結果のうち、一部周期帯で基準地震動Ss-D1を上回るケースを選定</p>

次頁へ

次頁へ

■基準地震動Ssの策定

<p>Ss-D1 応答スペクトル手法による基準地震動</p> <p>Ss-11 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の運動による地震 (M7.8) (短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点1)</p> <p>Ss-12 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の運動による地震 (M7.8) (短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点2)</p> <p>Ss-13 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の運動による地震 (M7.8) (短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点3)</p> <p>Ss-14 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の運動による地震 (M7.8) (断層傾斜角の不確かさ, 破壊開始点2)</p> <p>Ss-21 2011年東北地方太平洋沖型地震 (Mw9.0) (短周期レベルの不確かさ)</p> <p>Ss-22 2011年東北地方太平洋沖型地震 (Mw9.0) (SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳)</p> <p>Ss-31 2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動</p>
--



(3) 基準地震動に関する被告の主張

ア 被告日本原電は、地震に係る安全性について、準備書面（10）の第3章第2（24頁～70頁）の冒頭において、以下のとおり主張している（番号は、原告が振ったもの）。

「①原子力発電所は、想定される地震動に対して、これが大きな事故の誘因とならないように十分な耐震安全性を有していなければならない。②被告は、本件発電所において、その時々最新の知見を踏まえて地震動評価を行い、同発電所の耐震安全性の確認を行うとともに、必要に応じてその強化を行っている。③その対応の一環として、現在、同発電所について、敷地及び敷地周辺の詳細な調査結果に基づき、新たな規制基準を踏まえて基準地震動 S_s を策定し、この基準地震動 S_s に対して耐震安全性評価を行うなどして、同発電所が十分な耐震安全性を有していることを確認している。」（24頁）

イ その上で、被告は、基準地震動を超える地震動が原発を襲う可能性について、令和元年6月4付「平成31年4月25日付原告ら準備書面（71）の求釈明事項について」において、以下のとおり、主張している。

「被告は、本件発電所における基準地震動を策定するに当たり、最新の科学的・技術的知見に加えて被告の行った詳細な各種調査により得られたデータ等を踏まえ、地震動評価を行ったが、それでもなお、基準地震動を上回る強さの地震動が発生することを完全に否定し尽くすことはできないことは認識している。」

このように、被告は、基準地震動の策定にあたって、「最新の科学的・技術的知見に加えて被告の行った詳細な各種調査により得られたデータ等を踏まえ、地震動評価を行った」が、しかし、「基準地震動を上回る強さの地震動が発生することを完全に否定し尽くすことはできない」と述べているところからすれば、被告自身も、原発の基準地震動は、当該原発を襲う可能性がある地震動をカバーしていなければならないこ

と（逆に言えば、基準地震動を超える地震動が当該原発を襲うことはま
ずないといえるものであること）を認めた上で、東海第二原発の基準地
震動を策定しているというべきである。

4 原発の耐震補強には限界があること

前述したとおり、東海第二原発の基準地震動は、以下のとおり小出し
に引き上げられてきた。

1978年（昭和53年）	270ガル
1995年（平成7年）	380ガル
2010年（平成22年）	600ガル
2014年（平成26年）	901ガル
2018年（平成30年）	1009ガル

しかしながら、当初270ガルの地震動を想定した建設された原発
が、1009ガルという3.7倍もの地震動に対して耐震安全性を有し
ているとは、常識的にも思えない。

被告は、原発の設備・機器・配管について耐震補強を行ったと主張す
るかもしれないが、原発の心臓部である圧力容器などは、そもそも耐震
補強を行うことは不可能である。

被告は、耐震補強が不可能である箇所については、シミレーション計
算によって耐震安全性を確認したと主張するものと思われるが、このシ
ミレーション計算を追試するためには、原発の設備・機器・配管の形状
や寸法が開示された上で、計算に用いた計算方法が明らかにされる必要
がある。しかし、これらの情報は、まったく開示されておらず、原告ら
が検証することは不可能である。

そもそも、東海第二原発では、これまで数々の事故・トラブルを発生
させてきた（甲D204号証）。

その中には、圧力容器内のデフレクタの脱落（甲D205号証）、中性子計測菅のひび割れ（甲D206号証）、シュラウドのひび割れ（甲D207号証）など、重大な事故につながりかねないものも多発している。

以上からすれば、東海第二原発の耐震安全性には極めて大きな疑問がある。仮に、被告が策定した1009ガルの地震動に対して、東海第二原発の安全装置の耐震安全性が計算上は確保されていることを認めたとしても、それは、東海第二原発の建設時に確保されていた耐震安全性の余裕が、基準地震動の引き上げにより大幅に切り詰められ、極めて乏しくなっているものと言わざるを得ない。

これらの点からも、原発の基準地震動は、当該原発を襲う可能性がある地震動をカバーしていなければならないこと（逆に言えば、基準地震動を超える地震動が当該原発を襲うことはまずないといえるものであること）が、原発の安全確保において、決定的に重要なのである。

5 原子力規制委員会による基準適合

原子力規制委員会は、被告が策定した基準地震動について、新規制基準に適合しているとの判断を示した。

しかし、その基準地震動は、規制委員会で耐震ルール作りに関わった藤原広行・防災科学技術研究所社会防災システム研究領域長が述べるように、「揺れの計算は専門性が高いので、規制側は対等に議論できず、甘くなりがち」になった結果、「平均的な値の1.6倍程度」であり「実際の揺れの8～9割はそれ以下で収まるが、残りの1～2割は超えるだろう」という程度のものであり、規制委員会の適合性判断は、不合理なものである。

第3 人格権侵害の具体的危険の有無に関する司法判断の方法

人格権侵害の具体的危険についての司法判断の在り方に対する総論的な主張については別の書面で述べるので、ここでは、地震動に関する具体的な司法判断の在り方に焦点を当てて主張する。

1 人格権侵害の具体的危険の有無についての主張立証構造

(1) 具体的危険の有無に関する主張立証負担の所在

まず、東海第二原発の再稼働による人格権侵害の具体的危険の有無について、原則どおり、原告らにその存在についての主張立証を負担させることは、具体的危険の有無を基礎づける原発の安全に関する専門技術的知見及び資料が事業者である被告に偏在していることを踏まえれば著しく不公平である。また、これでは、具体的危険の存在について真偽不明となった場合（すなわち、裁判所において、原発が安全という心証が得られない場合）にまで再稼働が容認されることになるが、それは原発に内在する危険の特異性とそれを踏まえた「深刻な災害を万が一にも起こしてはならない」という法の趣旨を軽視するものであって、正義にも反する。

したがって、東海第二原発の再稼働による人格権侵害の具体的危険の有無について審理判断するにあたっては、その前提として、被告にその不存在についての事実上の主張立証負担を負わせるべきである。

(2) 上記(1)を踏まえた主張立証構造

上記(1)のように、被告が事実上負担するのは、あくまでも「人格権侵害の具体的危険の不存在」の主張立証であるから、「(行政庁の基準適合判断に係る審査又は事業者の評価において用いられる) 具体的審査基準の合理性」及び「基準適合判断(原子力規制委員会の判断が出ていない時点にあつては被告による基準適合評価)の合理性」については、あくまでも、人格権侵害の具体的危険の不存在を推認するための

間接事実の一つにすぎない（ただし、原告らとしても、それらが重要な間接事実であることまで争うものではない）。これに対し、原告らが本件訴訟において主張している「具体的審査基準の不合理性」又は「基準適合判断（ないし評価）の不合理性」は、被告による「具体的審査基準の合理性」及び「基準適合判断（ないし評価）の合理性」の主張に対する否認ないし間接反証に位置付けられることになる。

したがって、原告らの訴訟活動の結果、被告の主張する「具体的審査基準の合理性」及び「基準適合判断（ないし評価）の合理性」について、裁判官が確信を持ち得なかったり、あるいはひとたび得た確信が動揺したりして、真偽不明となった場合には、これら重要な間接事実が認められない結果、「人格権侵害の具体的危険の不存在」の主張立証が尽くされないことになるから、「人格権侵害の具体的危険の存在」が事実上推定されることになる。

以上に見るように、本件訴訟において原告らは、必ずしも、「本来あるべき基準」や「本来なされるべき基準適合判断（ないし評価）」について、裁判官に確信させる必要はなく、被告の主張する基準の合理性や基準適合判断（ないし評価）の合理性について、裁判官が抱いた確信を動揺せしめればよいのである。地震動に関していえば、原告らは、「本来どのような基準地震動評価がなされるべきであるか」とか「どのような知見が考慮されるべきであるか」といったことについて主張を行っているが、裁判所の判断事項は、原告らの指摘する見解や知見が正しいか否かではなく、あくまでも被告の評価の合理性・妥当性であることを指摘しておく。

2 地震動に関する基準適合判断が不合理であること

(1) 問題の所在

ア 第2でみたように、新規制基準は、原発の基準地震動について、当該原発を襲う可能性がある地震動をカバーしていなければならないこと（言い換えれば、基準地震動を超える地震動が当該原発を

襲うことはまずないといえるものであること)を求めており、被告も、これに従って基準地震動を策定している(「被告は、本件発電所における基準地震動を策定するに当たり、最新の科学的・技術的知見に加えて被告の行った詳細な各種調査により得られたデータ等を踏まえ、地震動評価を行ったが、それでもなお、基準地震動を上回る強さの地震動が発生することを完全に否定し尽くすことはできないことは認識している。」と述べているのは、この趣旨である¹⁾)。

したがって、地震動に関する基準適合判断(ないし評価)の合理性の有無を判断するにあたっては、被告が策定した東海第二原発の基準地震動が、東海第二原発の敷地を襲う可能性がある地震動をすべてカバーしているのかどうか(言い換えれば、基準地震動を超える地震動が当該原発を襲うことはまずないといえるものであるかどうか)が重要となる。東海第二原発の基準地震動が、東海第二原発の敷地を襲う可能性がある地震動をカバーしているとはいえない場合には、上記新規制基準に該当しないことになるから、そうであるにもかかわらず基準に適合するとした原子力規制委員会の判断は不合理なものであったということになる。

イ そして、地震動に関する基準適合判断(ないし評価)が<東海第二原発の基準地震動が、東海第二原発の敷地を襲う可能性がある地震動をカバーしているとはいえない>という意味で不合理である場合には、そのことのみをもって、原告らの人格権侵害の具体的危険が基礎づけられる。上記の意味で不合理である限り、基準地震動を超える地震動が原発を襲った場合におけるその余の事故の進展や放射性物質の環境への放出と原告らの被曝までの具体的機序ま

¹ 被告も、基準地震動を超える地震動の発生を「完全に否定し尽くすことはできない」というのであり、科学的な厳密な意味で可能性をゼロにすることはできない(=ゼロリスクは要求できない)という趣旨と考えられる。また、原子力関連法令等の趣旨が「深刻な災害が万が一にも起こらないようにする」ことにあることなどに照らせば、原告らが主張する「カバーしている」とか「まずない」というのは、相当に高度な安全が確保されるものでなければならず、安易に「カバーしている」と認定することは許されない。

で考慮する必要はない。

なぜなら、想定（基準地震動）を超えた地震動が原発を襲った場合には、地震動の性質に照らして、すべての安全装置に対して同時に損傷をもたらす可能性があり、安全装置の健全性が確保されていることの担保がない以上、特段の事情がない限り、放射性物質が環境に放出されて原告らが被ばくする高度の蓋然性があるからである。

ウ この点について、被告は、東海第二原発について、「4 (3) 本件発電所の耐震安全性の余裕（被告準備書面（10）65頁～70頁）」において、基準地震動 S_s を超えた地震動についても、本件発電所の耐震安全性が確保されているかのような主張をしている。また、2011年東北地方太平洋沖地震では、当時の基準地震動を超過したが、「原子炉建屋及び安全上重要な設備に当該地震による損傷も認められない」と主張しており（被告準備書面（10）28頁、なお105頁～106頁も同趣旨）、基準地震動を超える地震動が原発を襲っても、原発では耐震設計上安全余裕があるから、過酷事故は発生しない、と主張するものと思われる。

しかしながら、これは、原発の耐震安全性を軽視している点で、きわめて危険な考え方である。全ての原子力発電所の安全装置は、基準地震動による地震動を前提として設計・施工・評価されているのであり、耐震設計上の安全余裕などという不確定要素の塊のようなものに基づいて設計・施工・評価されていない。当然ながら、この耐震安全性の余裕なるものが、原子力規制委員会による確認の対象となっているものではない。要するに、被告の勝手な言い分に過ぎない。

基準地震動を超える地震に対して大きな事故が発生していないのは、偶然の幸運にすぎない。このような主張をもって、人格権侵害の具体的危険のおそれがないとすることは許されない。

ただし、原告らは、最終準備書面（その6）において、基準地震

動を超える地震動が原発を襲った場合に、過酷事故が発生することについて、より積極的な主張・立証も行っている。

(2) 東海第二原発を襲う可能性がある地震動をカバーしているかどうかを審査するために用いられるべき具体的判断手法

ア 地震動の分野における専門知の不定性

(ア) 基準適合判断（ないし評価）は科学・技術に関わる知識や知見（以下、「専門知」という。）に依拠して行われているが、そもそも科学的な専門知には不定性があること、特に地震動の分野について「強震動研究は原子力発電所の安全に寄与できるほどには成熟していない」「多くの科学者が『地震の科学には限界がある』と警鐘を鳴らしている」ことは、これまでも指摘してきたとおりである。地震・地震動の分野は不定性が特に大きい分野であって、それらの予測問題は、科学的に明確な答えが得られない問題（いわゆるトランス・サイエンスの領域）なのである（甲D126平田光司「科学の卓越性と不定性」）。

(イ) すなわち、通常、科学的な専門知の究明・獲得は、科学的実験・調査とデータ・情報の蓄積に併せて仮説・理論モデルが設定され、その正しさに関して各種の検証が行われ、再現性の存否が確認されることにより行われていく。

ところが、地震・地震動の分野においては、地震が複雑系でモデル化が難しいこと、地下で発生する事象であるために観測が困難であること、そのため過去のデータに頼らざるを得ないにもかかわらず過去のデータ数が少ないこと、といった三重苦が存在する。少なくとも現時点においては、地震・地震動の分野の専門知は、未だ究明・獲得の途上にある段階が多く、通説の確立を待っていたのでは対策が後手に回ってしまうことがある。リスク論の専門家である下山憲治教授（行政法学）は、こうした「究明・獲得途上の専門知」を、社会として利活用する場合の法的制御につ

いて論考をまとめている（甲Bア6号証下山憲治「行政上の予測とその法的統御の一側面」71頁）。

イ 専門知の不定性とそれに応じた利活用に関する判断の在り方

下山教授によれば、地震・地震動の分野のように不定性が大きい「究明・獲得途上の専門知」を社会的に利活用しようとする場合には、その不確実性を十分に考慮して、不確実性がマイナスに作用した場合の損害の特質（どのような権利・利益を侵害するのか、時間的・空間的にどの程度広がり得るのか等）に応じて十分な安全を確保しつつ利活用する必要があるという。

東海第二原発を含む発電用原子炉施設の安全について言えば、地震動の想定を誤った場合には、原発の安全装置が機能せず、福島第一原発事故のような過酷事故を招く危険があり、この場合、侵害される利益が生命、身体の安全及び財産並びに生活基盤という重要な保護法益（憲法13条に由来する人格権の根幹部分）であるだけでなく、その被害は時間的にも空間的にも極めて膨大な広がりを持つことになる以上、他の危険施設と比較しても最高度の安全が要求されなければならない。

そのため、発電用原子炉施設の安全に関わる地震学や火山学等に関する知見（究明・獲得途上の専門知）を利活用する場合には、不確実性を十分に踏まえて、深刻な災害が万が一にも起こらないといえるだけの保守性が確保されているのかが確認されなければならない。科学的に正確な評価かどうかという判断よりも、不確実ではあっても保守的な評価かどうかという判断が優位するのである。

ウ 上記イを踏まえた司法判断の在り方

（ア）以上で述べた所謂「究明・獲得途上の専門知」の利活用についての判断手法は、司法判断の場面においても参照されなければならない。この点については最終準備書面（その2）において詳述するとおりである。

地震動に関する基準適合判断（ないし評価）の合理性の有無に

ついで言えば、裁判所は、人格権侵害の具体的危険の不存在に関する重要な間接事実である「基準適合判断（ないし評価）の合理性」について審理判断するにあたっては、基準適合判断（ないし評価）が依拠する知見や見解の多くが究明・獲得途上の専門知であることを踏まえ、当該専門知に依拠するとした行政等が、その判断の過程で、不確実性を十分に踏まえて、基準地震動が、当該原発を襲う可能性がある地震動をカバーしているか（言い換えれば、基準地震動を超える地震動が当該原発を襲うことはまずないといえるか）を審理判断しなければならないのである。

このような審理判断を行うことは、行政庁の裁量判断についてその判断過程を司法が統制することを肯定するこれまでの裁判例と矛盾しないばかりか、むしろ東海第二原発を含む発電用原子炉施設において万が一にも重大な事故を起こしてはならないという法の趣旨から要請される厳格な審査の在り方としても適切である。

(イ) そして、不確実性を十分に踏まえた評価となっているか否かを判断するにあたっては、行政庁がした判断につき、次の①ないし⑥の各点を考慮することが必要となる（甲Bア6号証下山憲治「行政上の予測とその法的制御の一側面」79頁。なお、以下の①ないし⑥は行政訴訟における判断手法であるが、具体的審査基準や基準適合判断（ないし評価）の合理性の有無が間接事実として位置づけられるという枠組みの下では、これらの合理性の有無を判断するに際して上記判断手法を援用するのが適当である。）。

①その時点において利用可能で、信頼されるデータ・情報のすべてが検討されていること。

②採用された調査・分析及び予測方法の適切性・信頼性が認められること。

③法の仕組みや趣旨などに照らして必要な権利・法益のすべてを比較衡量していること。

④その選択・判断のプロセスが意思決定の理由と共に明確に示されていること。

⑤全体を通じて判断に恣意性・不合理な契機が認められないこと。

⑥事後においても、新たな知見や技術の進歩などを踏まえて、必要に応じて当初の決定内容を修正・変更する義務が尽くされていること。

エ 東海第二原発を襲う可能性がある地震動をカバーしているかどうかを審査するために用いられるべき具体的判断手法

(ア) 東海第二原発を襲う可能性がある地震動をカバーしているかどうかの審査について、上記ウ①ないし⑥を踏まえると次のAないしDのようになる。

A 地震動想定に関して、地理的な条件、地震観測記録、敷地地盤の調査記録、その他の条件などの点で、被告の評価及び行政庁の調査審議において、信頼されるデータ・情報が全て検討されているかどうか（上記①）。特に、既往地震をより良く再現することができる地震動想定手法や、科学的に信頼可能と評価され得る別の全ての知見を、考慮・検討のテーブルに乗せているかどうか。

考慮すらしていないとすれば、不確実性を踏まえていないことになり、行政庁の基準適合判断（ないし事業者の基準適合評価）に過誤・欠落が存在することになる。

B 地震動想定に関して、採用された調査・分析及び予測方法について、適切性・信頼性が認められるかどうか（上記②）。特に、被告が採用した予測方法等について、既往地震を適切に再現できているかどうか。

適切に再現できていない手法を採用したとすれば、適切性・信頼性に欠けるため、基準適合判断（ないし評価）に過誤・欠落が存在することとなる。

C 地震動想定に関して、被告の評価及び行政庁の調査審議にお

いて、信頼されるデータ・情報が全て検討されていたとしても（A）、その検討過程、選択・判断のプロセス（なぜある見解が採用され、別の見解は採用されないのか）が理由と共に明確に示されているかどうか（上記④）。特に、前述した既往地震をより良く再現することができる地震動想定手法があるにもかかわらず、これを採用しないと判断した理由が、明確に示されているか。

示されていない場合には、裁判所が行政庁の判断の妥当性を後からチェックすること自体ができないのであるから、司法が行政の判断過程を統制することができず、行政の恣意的判断を排除できない。そのため、それ自体で基準適合判断（ないし評価）に過誤・欠落があることになる。

D 地震動想定に係る判断の全体を通じて、被告の評価及び行政庁の調査審議に、恣意性・不合理な契機が認められないか（上記⑤）。特に、Cの判断の理由が示されていたとしても、その理由が恣意的で、科学の不定性を十分に踏まえた保守的なものとなっていないか。

例えば、いまだ通説的見解ではないという理由だけで採用しないという結論を導くことは、原発における比較衡量（上記③）や要求される安全の程度に照らし許されないし、地震動について、平均像プラスアルファとして、十分な保守性を見込んでいない場合には、基準適合判断（ないし評価）に過誤・欠落が存在することになる。

（イ）裁判所は、原子力規制委員会による基準適合判断（ないし被告による評価）の判断過程において上記AないしDの考慮及び判断が行われていたか否かを審査し、上記AないしDで指摘した過誤欠落が認められる場合には、不確実性がマイナスに作用した場合の損害の特質ゆえに原発が他の危険施設と比較しても最高度の安全を確保することが必要とされるにもかかわらず不確実性が十分に踏まえられていないことを理由に、その基準適合判断（ない

し評価) が不合理であったと判断しなければならず、かつそれで足りる。

オ 上記エのような判断手法を採用しても被告との関係で不公平とはならないこと

(ア) 上記エのように解釈した場合、被告は、上記 A ないし D に対応して、次の A' ないし D' のとおりの主張立証を行うことが必要となる。すなわち被告は、

A' 地震動想定に関して、地理的な条件、地震観測記録、敷地地盤の調査記録、その他の条件などの点で、信頼されるデータ・情報を全て検討したこと

B' 地震動想定に関して、採用された調査・分析及び予測方法について、適切性・信頼性が認められること

C' 地震動想定に関して、信頼されるデータ・情報を全て検討した検討過程、選択・判断のプロセスが理由と共に明確に示されていること

D' 地震動想定に係る判断の全体を通じて、恣意性・不合理な契機が認められないこと、特に、他の見解を採用しなかったことについて、その判断根拠に合理性が認められること

以上 4 点をいずれも主張立証する必要がある、仮に、被告において上記 4 点のうちの一つでも裁判官の確信を形成することができなかつた場合には、基準適合判断(ないし評価)に過誤欠落があり不合理であったとして、人格権侵害の具体的危険が不存在であることの立証を尽くせなかつたこととなる。

(イ) このように考えたとしても、それによって被告に過重な負担となることはない。原子力規制委員会の定める設置許可基準規則の解釈によれば、「検討用地震の選定や基準地震動の策定に当たって行う調査や評価」について、「最新の科学的・技術的知見を踏まえること。また、既往の資料等について、それらの充足度及び精度に対する十分な考慮を行い、参照すること。なお、既往の資料

と異なる見解を採用した場合及び既往の評価と異なる結果を得た場合には、その根拠を明示すること」が要求されている。

したがって、これらのことは、本来、被告の申請及び原子力規制委員会による調査・審議の過程で当然になされているはずのことだからである（なされていないのだとすれば、それ自体で、調査・審議に過誤・欠落があったということになる）。これを被告に主張・立証させることが当事者間の公平を害することには、全くならない。

カ 上記エのような判断手法を採用しても、原子力規制委員会の科学的・専門技術的裁量を尊重していないことにならないこと

なお、念のため付言すると、以上で述べた司法判断の在り方は、裁判所に対して、いくつかある科学的知見の「いずれが正しいか」の判断（科学的に見て正しい見解がどれかという科学的判断）を要求するものではない。裁判所は、東海第二原発を含む発電用原子炉施設が他の危険施設と比較して最高度の安全が要求されることを前提として、「科学的に信頼可能と評価され得る別の全ての知見」はいずれも成り立ち得る知見である以上、より保守的な知見が選択・採用されているかどうか、より保守的な知見が排除されているのであればその価値判断に合理的な根拠があるかどうか²を審査すべきであり、かつ、それで足りるのである。

科学的に信頼可能と評価され得るいくつかの知見の中で最も保守的なものを採用されているかどうかを審査する限りであれば、それは科学的判断ではなく法的判断の枠内に収まる上、（あくまでも判断過程に過誤欠落がないか否かを、発電用原子炉施設に内在する危険の特異性を踏まえた価値判断の下に審査するだけであるから）原子力規制委員会の科学的・専門技術的裁量を尊重していないこと

² これらの知見はいずれも不確実性を有するものである以上、「合理的な根拠」とは、単に不確実であるというだけでは足りない。論理則や初歩的な科学的経験則に反しているとか、その不確実性がマイナスに作用する可能性が科学的想像力を駆使してもおよそ考え難いといえる「合理的な根拠」が必要である。

にもならない。

実際、1991（平成3）年裁判官会同においては、行政庁の専門技術的裁量について、「政策的裁量のように、諸々の事情が関係し、政治的立場等によりいくつかの考え方がいずれも成り立ち得るが、そのどれを採るかは行政庁に委ねられているといった性質のものではない」とされている。また、「安全か否かの評価判断については、幾つかの科学的学説があって、意見が分かれるところであろうが、行政庁としては、最高水準の科学的知見に基づいて常に最良の学説を選択」するべきであると述べている。福島原発事故後、原発の危険性や科学の不定性を踏まえれば、ここでいう「最良の学説を選択」とは、最も保守的な学説を選択するということと同義と考えるべきであり、それは科学的判断ではなく、法的判断なのである。

第4 被告が策定した基準地震動を超える地震動が発生する具体的危険（その1）

1 地震動想定についての日本の規制基準は確定論を採用しており、確率論を採用していないこと

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の想定について、日本の規制基準は、従来から確定論を採用して、確率論を採用していない。すなわち、対象となる活断層がどれだけの確率で活動するかは問わず、活動したときにどれだけの地震動が発生するかを検討し、起こりうる最大の地震動によって耐震設計をする。

この確率論をとらずに確定論で地震動想定をするというのは、近くに活断層があるなら、それがいつ動くかはわからないから、その活動する確率を問うことなく、いつ動いても安全な耐震設計をすべきだという、常識的な判断に基づいているものである。年超過確率が参照にしか過ぎないとされているのは、信頼できる確率が算出できないからであるが、この信頼性における地震の発生確率が算出できないことも、地震動想定についての日本の規制基準が確率論を採用していない理由である。

したがって、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の評価においては、対象となる断層が必ず活動するとしただけで、最大、どれだけの大きさの地震動となるかを導くこととなる。

2 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」について、応答スペクトルを用いた手法におけるバラツキの考慮が不足していること

以下、被告が策定した基準地震動について、応答スペクトルを用いた手法におけるバラツキの考慮が不足していること、この結果、東海第二原発を襲う可能性がある地震動をカバーしているとはいえないこと、について主張する。

これらは地震発生様式（内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震）にかかわらず、すべて共通である。

ただし、本件の審理においては、海洋プレート内地震については明示的には主張してこなかったもので、争点から外していただいて構わない。

(1) 応答スペクトルに基づく手法

「応答スペクトルに基づく地震動評価」とは、距離減衰式により地震動の応答スペクトルを評価する方法をいう。

地震動は、地震により放出されるエネルギーが大きいほど、また、震源に近いほど大きくなる性質がある。

「距離減衰式は、過去に発生した地震のデータを統計的に処理して経験的に設定された回帰式であり、「地震の規模や震源からの距離等のパラメータを入力すると、地震の規模と震源からの距離の関係により、想定される地震動の強さ、最大加速度、応答スペクトルが求まる計算式のこと」をいう（被告準備書面（10）語句注別148頁～149頁）。

距離減衰式は、過去に発生したデータを統計的に処理して経験的に設定された回帰式であり、データを積み重ねた事実に基づいているため信頼性が高い（被告準備書面（10）別149注3-31）。

被告の用いている Noda et al(2002)は、耐専スペクトル（耐専とは、日本電気協会原子力発電耐震設計専門部会の略である）とも言われるものであり、全国の過去の地震動の実観測記録を統計処理して、「実現象の平均像を忠実に再現」しようとしたものである。

この点で、原告と被告との間に争いはない。

(2) 応答スペクトルに基づく手法は「簡便」だが、不正確ということではないこと

応答スペクトルに基づく手法について、被告は、2019年5月16日の説明会において、断層モデルを用いた手法を「より精緻な手法」としたのに対し、「簡便な手法」だと説明した（令和元年5月16日付被告作成「本

件発電所の地震に係る安全性について」20頁)。しかし、「簡便」＝不正確ということではない。上記のとおり、実現象を忠実に再現した平均像であり、この手法で用いられる変数がマグニチュードと等価震源距離だけという意味で、被告は「簡便」と評価したのである。

応答スペクトルに基づく手法のマグニチュードと等価震源距離は、互いに影響しない独立したパラメータであり、全体としての誤差（不確かさ）が見えやすいという利点がある。その意味では、算出結果にどれだけ誤差があるか、すなわち不確かさがどれだけあるか、が問題となる原発の基準地震動の策定に用いるには、より実用的で重要とも言える。

(3) 応答スペクトルに基づく手法における補正係数の重要性

応答スペクトルに基づく手法は、実現象のデータを集めて、その平均像を求める手法であるから、そのもととなったデータにはバラツキがある。そして、この地震動の実現象のバラツキは、数%の範囲とか数10%の範囲のバラツキではなく、数倍ないし時には10倍以上のバラツキがある（この点は、被告の社員である川里証人も認めている、川里証人34頁）。

また当該地域での地震動データが多数ある場合、地域特性を踏まえた地震動想定をするには、当該地域での地震動が、全国の平均より全体としてどれだけ大きい（あるいは小さい）を見た上で、さらにその地域でのデータのバラツキを考慮することが必要となる。この地域性を踏まえた地震動のレベルとバラツキの中の、どの大きさの値を採用するかを決めるのが補正係数の決定である。

補正係数を定めるには、まず本件敷地周辺で発生した地震の地震動の応答スペクトルが、全国のデータによる Noda et al(2002)の値に比べて、この地域での地震による地震動がどれだけ大きい（あるいは小さい）を考慮することとなるが、それが応答スペクトル比であり、下記の式によって定義される。

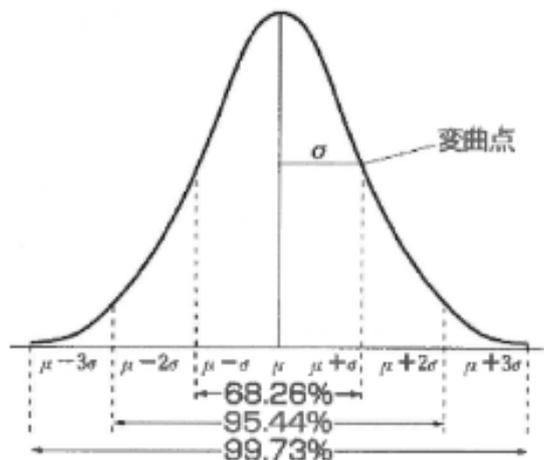
敷地の観測記録（解放基盤表面）

応答スペクトル比 = _____
Noda et al(2002)による値

被告は、地震の発生様式によって、プレート間地震、海洋プレート内地震、内陸地殻内地震に分類し、それぞれの型の地震での応答スペクトル比のデータから、この地域での各型の地震の平均像が、Noda et al(2002)による値と比べてどれだけ大きいか、地震動にどれだけバラツキがあるかを確認している。

このバラツキの程度は、標準偏差 σ で表現される。地震動の大きさを対数でとった値のバラツキを見れば、ほぼ正規分布と言われる分布に近いものとなる。下図が、正規分布のグラフであり、そのバラツキを見るのが標準偏差 σ である。

標準偏差(σ)とは、値のバラツキを見る指標
平均値と各値との差(偏差)を二乗し、それを合算した和をデータの数で割り、それをルートした値



正規分布の図
分布が正規分布かどうかは不明
しかしまば変わりに
→参考にできる

+ σ を超えるもの (100 - 68.26) / 2 \approx 16 (%)
+ 2 σ を超えるもの 2.3% + 3 σ を超えるもの 0.14%

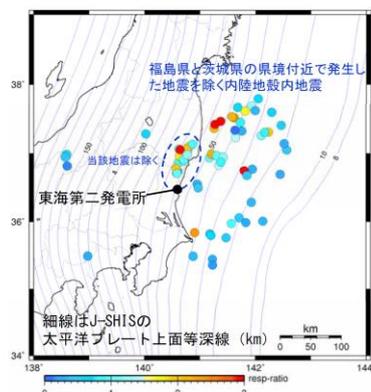
(4) 内陸地殻内地震

ア 福島県と茨城県の県境付近で発生した地震を除いた内陸地殻内地震
 被告が示した、「福島県と茨城県の県境付近で発生した地震を除いた内陸地殻内地震」についての補正係数の図は、次のとおりである（甲D53「東海第二発電所基準地震動の策定について」（平成29年11月10日）4-179頁）。

4. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 4.3 内陸地殻内地震
内陸地殻内地震の地震動評価に用いる補正係数

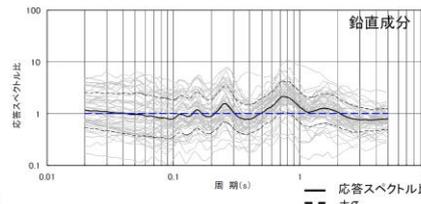
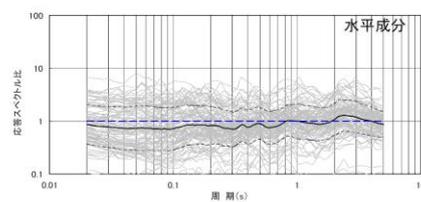
第404回審査会合
資料2再掲

■福島県と茨城県の県境付近で発生した地震を除く内陸地殻内地震の補正係数



図中の震央の色は図下のカラーバーに対応し、
 応答スペクトル比を示している(周期0.02秒~0.1秒の平均)。

検討対象地震の震央分布図
 (水平成分)

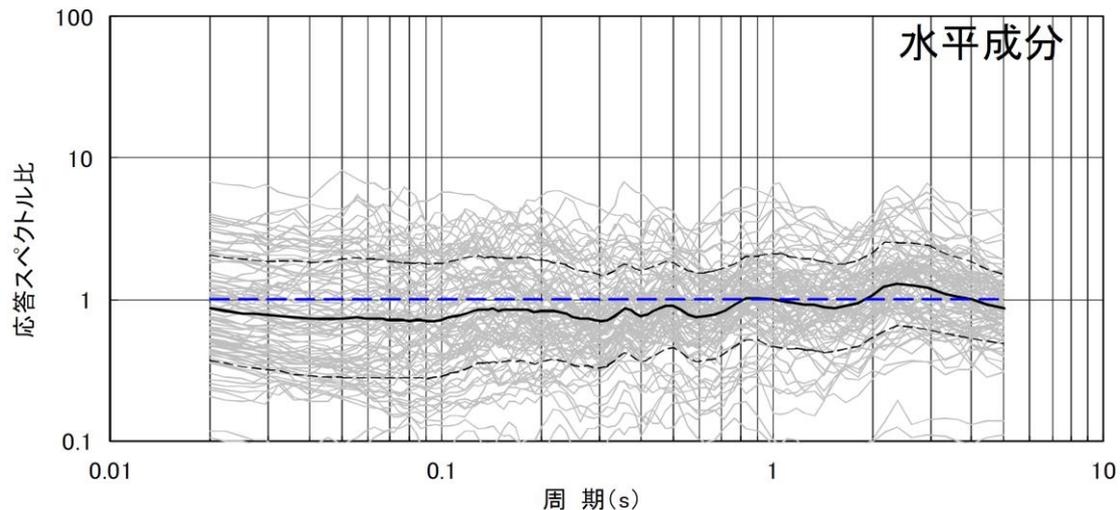


応答スペクトル比

福島県と茨城県の県境付近を除く地域で発生した内陸地殻内地震の応答スペクトル比について、各地震の平均は水平成分、鉛直成分ともほぼ1倍であるため、日本電気協会(2016)による内陸地殻内地震に対する補正や観測記録の応答スペクトル比に基づく補正は行わない。



(水平成分の拡大図)



ここで、横軸は周期、縦軸は応答スペクトル比である。
 応答スペクトル比は、前述したとおり、

敷地の観測記録（解放基盤表面）

$$\text{応答スペクトル比} = \frac{\text{敷地の観測記録（解放基盤表面）}}{\text{Noda et al(2002)による値}}$$

である。

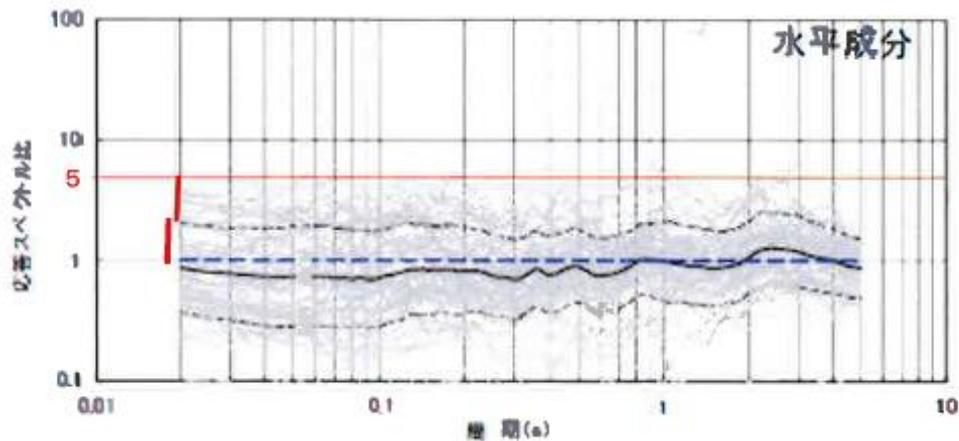
ここで示されている灰色の1本1本の線は、実観測記録に基づき、Noda et al(2002)の値に比較して、観測された地震動がどれだけ大きい（あるいは小さい）を示したものである。黒の実線は、その平均を示しており、黒の波線は、 1σ 分（68%をカバー）を示している。

ここで、応答スペクトル比が1.0ということは、すなわち、Noda et al(2002)による値（全国の平均像）と比べて1.0倍地震動が大きいということの意味する。

そして、被告は、「各地震の平均は水平成分、鉛直成分ともほぼ1倍であるため、日本電気協会による内陸地殻内地震に対する補正や観測記録の応答スペクトル比に基づく補正は行わない」として Noda et al(2002)による値をそのまま採用している。つまり、被告は、ここでは、平均的地震動のそのままの値で基準地震動を策定しているのである。

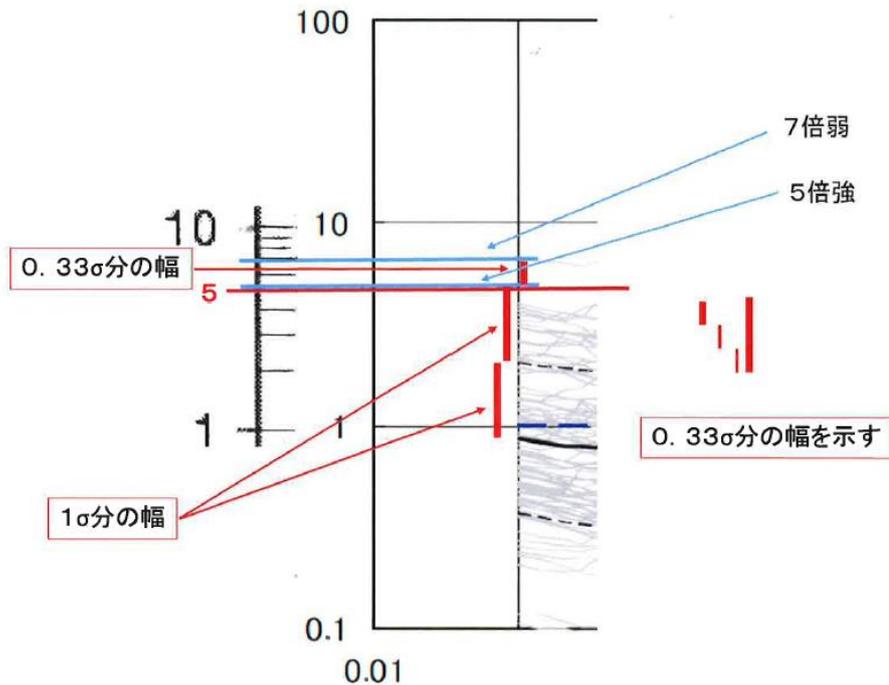
しかしながら、上記の灰色の線の1本1本の線は、Noda et al(2002)の

値に比較して、観測された地震動がどれだけ大きいか（あるいは小さいか）を示したものであり、ここには大きなバラツキがある。



そのバラツキは、 1σ 分の幅を赤い縦線で加筆して、その2本分、すなわち $+2\sigma$ 分（標準偏差の説明によれば、2.3%がはみ出している）を考慮すれば、応答スペクトル比では平均の5倍に達していることが分かる。

さらにより詳細に見ると次の図となる。この図からは、 2σ 分の値が応答スペクトル比5の目盛りの若干上まで達していること、 2.33σ 分の値が、ほぼ応答スペクトル比7の目盛り付近にまで達していることが分かる。



水平成分についてみれば、仮にカバー率97.7%の(2.3%がはみ出す)レベルの+2σをとれば、「福島県と茨城県の県境付近で発生した地震を除いた内陸地殻内地震」では、応答スペクトル比は5強の値となるから、+2σの値をとったとしても、補正係数は5倍強とすべきであり、さらに99%のカバー率となる+2.33σの値をとるなら、応答スペクトル比はほぼ7となるから、補正係数は7倍とすべきこととなる。

しかし、被告は、このような大きなバラツキを考慮せずに、平均で基準地震動を策定している。

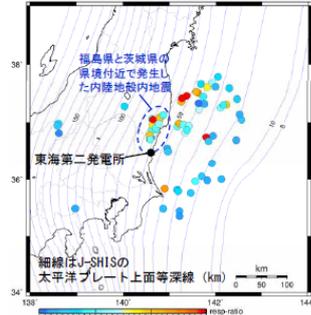
イ 福島県と茨城県の県境付近で発生した内陸地殻内地震では、一定のバラツキが考慮されている

これに対して、「福島県と茨城県の県境付近で発生した内陸地殻内地震」の補正係数の図とその右図を拡大したものは、次のとおりである(甲D53「東海第二発電所基準地震動の策定について」(平成29年11月10日)4-178頁)。

4. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 4.3 内陸地殻内地震
内陸地殻内地震の地震動評価に用いる補正係数

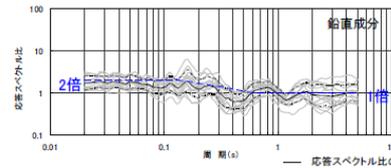
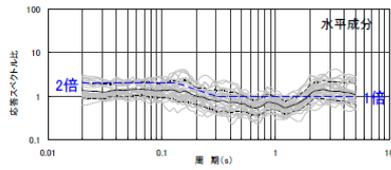
第404回委員会
資料2再掲

■福島県と茨城県の県境付近で発生した内陸地殻内地震の補正係数



図中の震央の色は図下のカラーバーに対応し、
 応答スペクトル比を示している(周期0.02秒~0.1秒の平均)。

検討対象地震の震央分布図
 (水平成分)

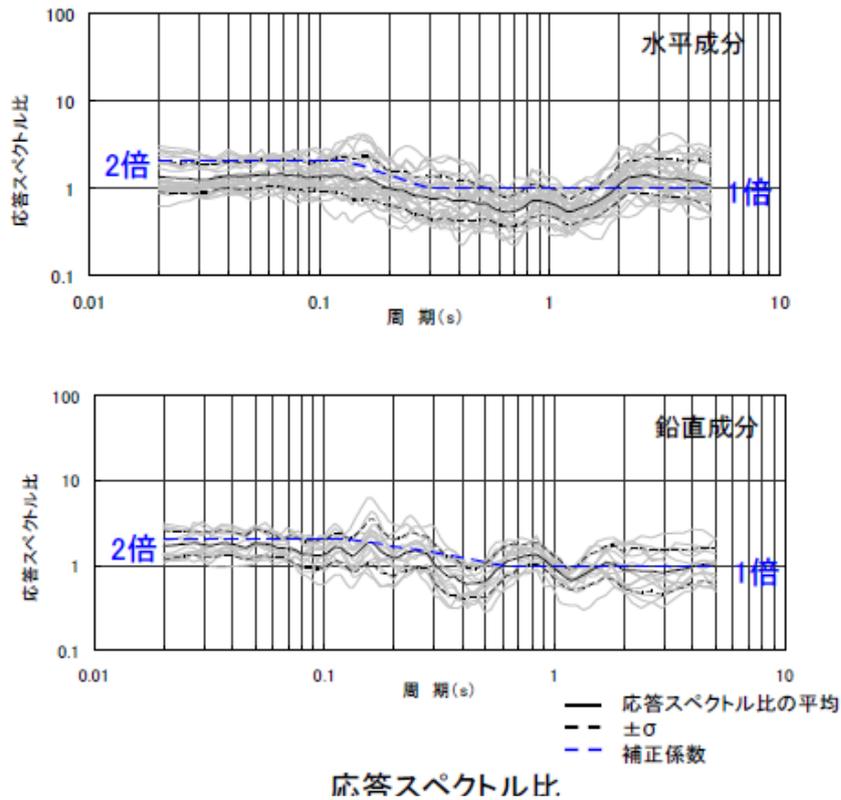


応答スペクトル比

- 福島県と茨城県の県境付近で発生した地震の応答スペクトル比は短周期側で大きくなる傾向が見られ、水平成分で1.4倍程度、鉛直成分で1.7倍程度となる。
- 従って、福島県と茨城県の県境付近で発生した内陸地殻内地震に対する応答スペクトル手法では、日本電気協会(2016)による内陸地殻内地震に対する補正係数は用いず、上記応答スペクトル比の傾向に基づき、短周期帯を概ね包絡するように短周期側で2倍の補正係数を設定する。



4-178



ここで、黒の実線は応答スペクトル比の平均で、黒の破線は $+\sigma$ と $-\sigma$ の線、青い破線は、補正係数とされており、この図では、短周期側で2倍の補正係数が設定されていることが示されている。この2倍の補正係数は、

+ σ のレベルによるものである。補正係数を2倍とするというのは、対象となる断層について算出した Noda et al(2002)による平均値をそのまま使わず、短周期側では、平均値を2倍にした値を応答スペクトルとして使うということを意味している。

しかし、ここでも、実際には、この補正係数の青破線より大きな応答スペクトル比となる地震が多数ある。+ σ とは84%のデータをカバーするだけの、16%がその値からはみ出すこととなるレベルでしかないのである。

このように、被告が実際に「福島県と茨城県の県境付近で発生した内陸地殻内地震」について設定した補正係数は不十分ではあるが、ただ被告が、一応は平均ではなく、データのバラツキを見て、標準偏差 σ によって補正係数を設定したことは重要である。

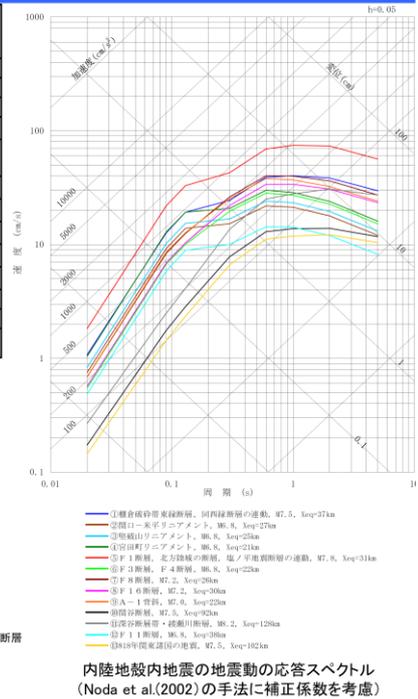
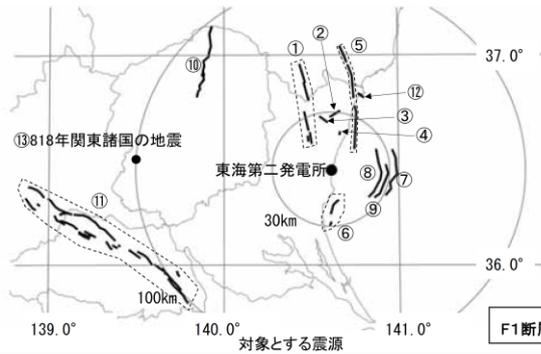
ウ 応答スペクトルに基づく手法によって導かれるべき地震動評価結果
被告が、敷地近傍の断層や過去の被害地震について、応答スペクトルに基づく手法により、導いた応答スペクトル図は下記のとおりである（甲D53「東海第二発電所基準地震動の策定について」（平成29年11月10日）4-180頁）。

4. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 4.3 内陸地殻内地震
検討用地震の選定

第404回審査会合
資料2修正

地震名	長さ (km)	地震規模 M	断層上端深さ (km)	等価震源距離 (km) ^{※2}	補正係数	
活断層による地震	① 榑倉破砕帯東縁断層, 同西縁断層の運動	42	7.5	3	37	考慮
	② 関口一米平リニアメント	6	6.8 ^{※1}	3	27	考慮
	③ 堅破山リニアメント	4	6.8 ^{※1}	3	25	考慮
	④ 宮田町リニアメント	1	6.8 ^{※1}	3	21	考慮
	⑤ F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の運動	58	7.8	3	31	考慮
	⑥ F3断層, F4断層の運動	16	6.8	5	22	
	⑦ F8断層	26	7.2	5	26	
	⑧ F16断層	26	7.2	5	30	
	⑨ A-1背斜	20	7.0	5	22	
	⑩ 関谷断層	40	7.5	5	92	
	⑪ 深谷断層帯・綾瀬川断層	103	8.2	5	128	
	⑫ F11断層	5	6.8 ^{※1}	3	38	考慮
被害地震	⑬ 818年関東諸国の地震	-	7.5	-	102	

※1 長さの短い断層については、地震規模をM6.8として評価
 ※2 活断層による地震の断層傾斜角は60度として評価

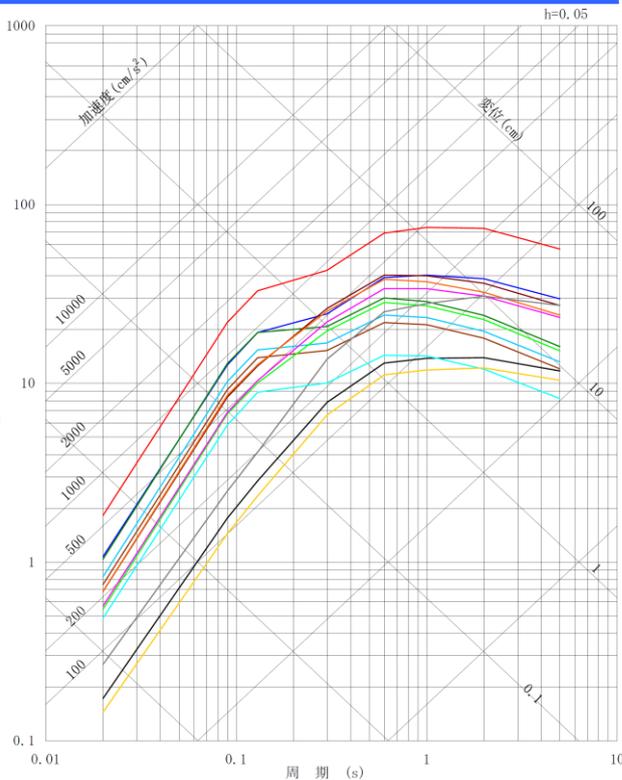


内陸地殻内地震の地震動の応答スペクトル
 (Noda et al.(2002)の手法に補正係数を考慮)

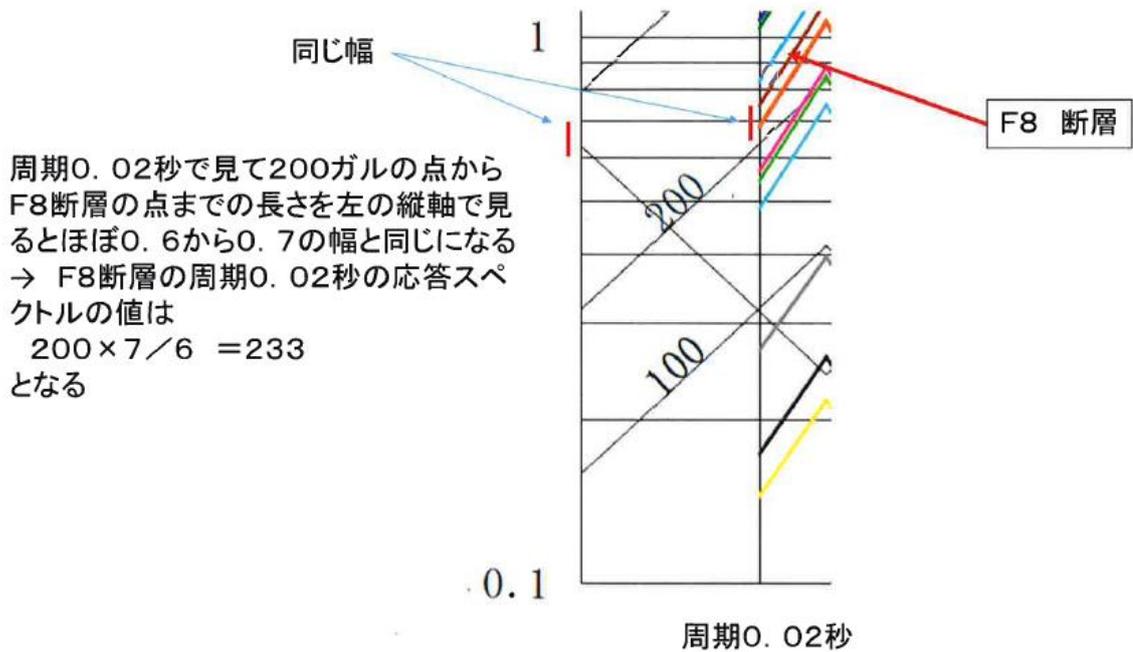
F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の運動による地震を検討用地震として選定した。



(拡大図)



そのうち、⑦のF8断層を見れば、周期0.02秒付近ではほぼ233ガルとなっている。



この地震は、「福島県と茨城県の県境付近で発生した地震を除いた内陸地殻内地震」であり、被告は補正係数を考慮していない。

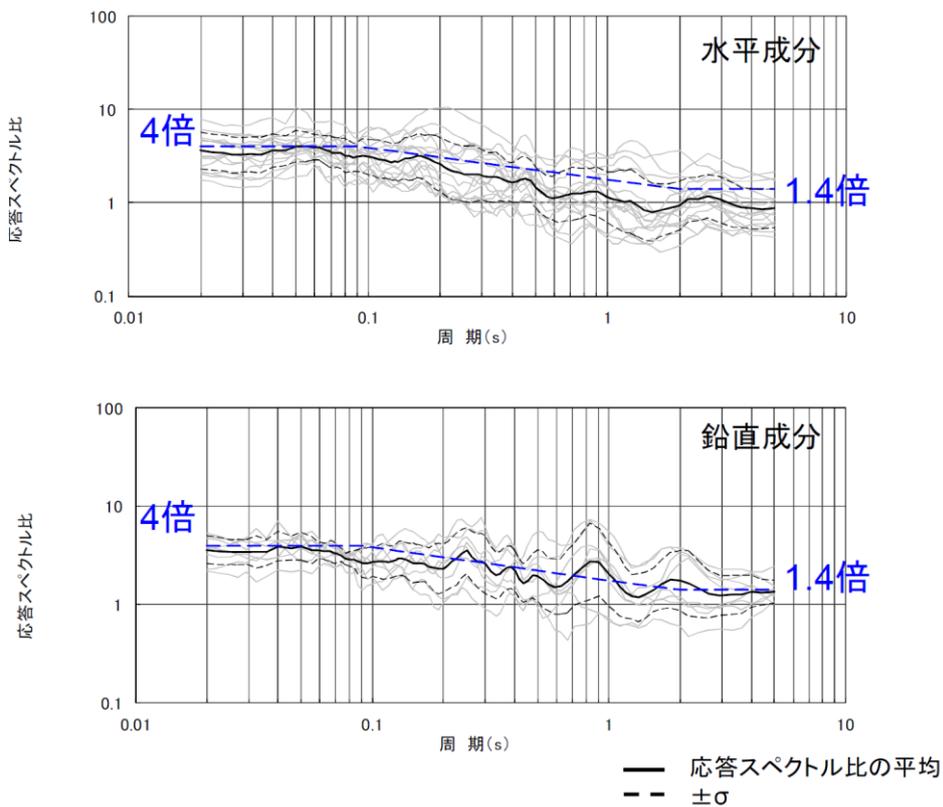
しかし、すでに述べたとおり、「福島県と茨城県の県境付近で発生した地震を除いた内陸地殻内地震」については、実観測記録のバラツキを最大限考慮するとすれば、 $+2.33\sigma$ の値（7倍）を補正係数として採用すべきであり、想定すべき地震動は、少なくとも1630ガルを想定すべきである（ $233 \times 7 = 1631$ ）。

これは、被告の想定している基準地震動 S_s を超えており、被告の地震動評価が、内陸地殻内地震についての応答スペクトルに基づく手法においても、全く不十分であることを示している。

(5) プレート間地震について

被告は、鹿島灘付近で発生したプレート間地震（甲D53の4-123）については、特に短周期側で応答スペクトル比が4倍程度大きいとされ、短周期側で4倍の補正係数を考慮することとされた。しかし、この4倍を

示す青点線は、中央の平均的値を示す太い実線よりいくぶんか上乘せされた値を示すものとなっているが、しかし $+\sigma$ の細い実線にも届かない不十分なものでしかなかった。仮に、 $+\sigma$ 程度を考慮するとすれば、平均的値の5～6倍程度を考慮しなければならない。仮に、既往最大を考慮するとすれば、平均的値の10倍程度はとることが必要となるはずである。



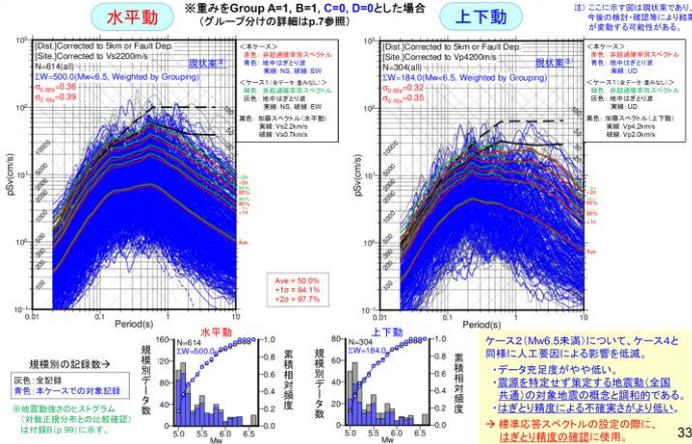
応答スペクトル比

(6) 「震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム」でも $+2\sigma$ のレベルを採用しようとしている

現在、原子力規制委員会に設置された「震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム」での議論では、統計的手法として、多数のデータの $+2\sigma$ のレベルを「震源を特定せず策定する地震動」のレベルとして採用しようとしていることについては、準備書面(75)で詳述した。

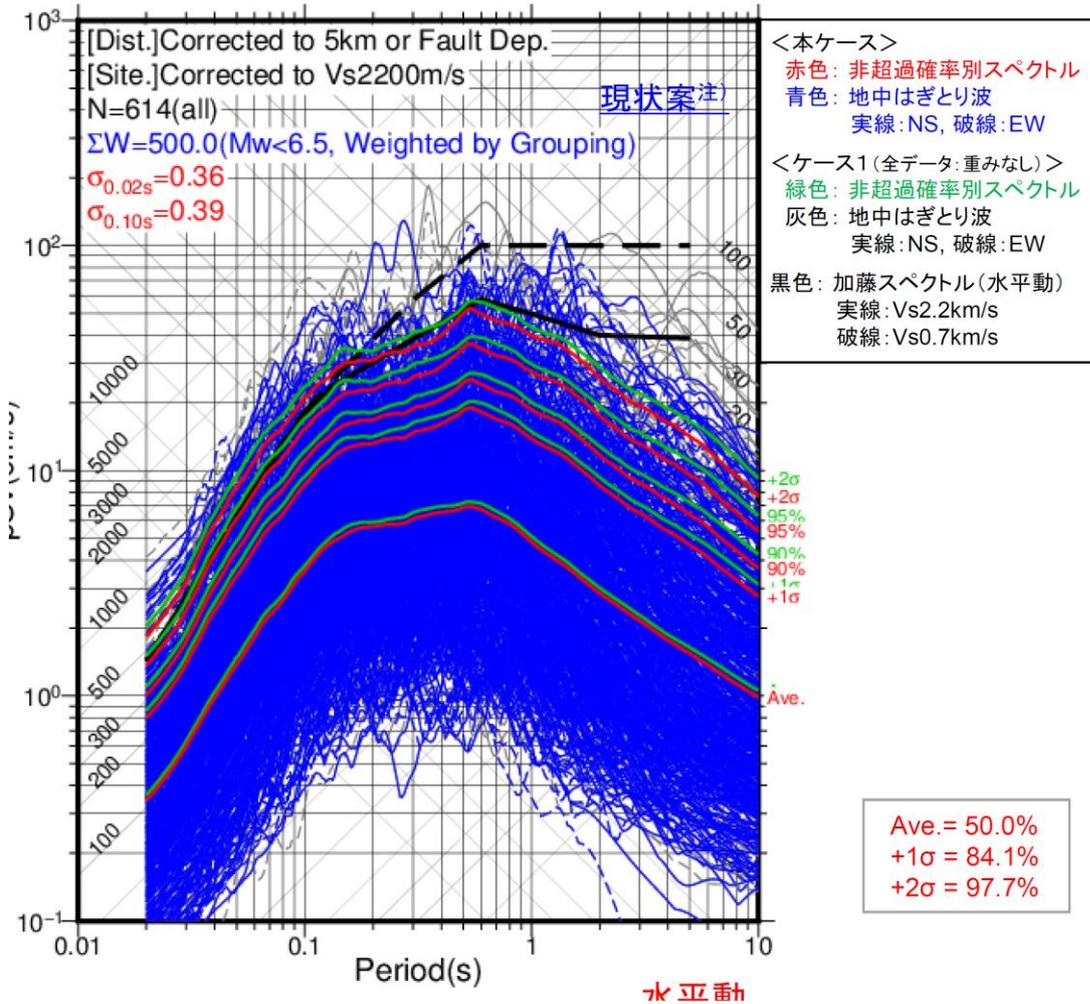
4. 2. 非超過確率別応答スペクトルの算出結果 (10/11)

はざとり精度の確認用 | ケース2'b: 対象地震(Mw6.5未満)、はざとり精度(人工要因による特徴的な地震動の影響を低減)その2



水平動

※重みをGroup A=1, B=1, C=0, (グループ分けの詳細はp.7参照)



(甲D116の2の2 第7回 資料2 33頁 水平動の拡大図)

原告らは、これらの地震動は、現に発生した地震動を基礎としているものであり、原発事故の被害の甚大性に鑑みれば、 $+2\sigma$ （カバー率97.7%）のレベルではなく、最低限、すべての地震動を完全に包絡することが必要だと考えているが、被告が示した「福島県と茨城県の県境付近で発生した地震を除いた内陸地殻内地震」については、このようなバラツキが一切考慮されておらず、平均で基準地震動を策定しており、まったく不合理である。原子力規制委員会ですらも、 $+2\sigma$ のレベルを採用しようとしているのであるから、被告の地震動評価が不合理であることは明らかである。

(7) 補正係数についての被告の反論

ア 補正係数についての被告の反論は、「「F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震」について、福島県と茨城県との県境付近で発生した地震の傾向を踏まえ、Noda et al(2002)の方法を用いて「応答スペクトルに基づく地震動評価」を行うに当たり、この傾向に係る短周期帯をおおむね包絡するように短周期側で2倍の補正係数を設定するとその安全側の配慮を行うなどして、詳細に地域性を踏まえつつ保守的な検討を重ねている」（被告準備書面（10）127頁）というものである。

イ この被告の主張は、具体的な問題点を指摘した原告主張に対して議論を回避して、雑駁な主張により肩透かしをしようとするものでしかない。

そこで、原告は、被告に対して、以下の事項について釈明を求めた（原告準備書面（77）14頁）。

① 2倍の補正係数の設定で安全側の配慮とするときの「安全側」とは一応の安全側の配慮の程度なのか、それとも「十分に安全側の配慮」なのかを回答されたい。仮に一応の安全側の配慮で足りると主張するならば、その理由を、また十分に安全側の配慮だとするならば、なぜそれで十分に安全側と言えるのかを回答されたい。

② 「F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震」につい

て、被告は $+ \sigma$ のレベルによって2倍の補正係数としているが、なぜ $+ 2 \sigma$ や $+ 2.33 \sigma$ のレベルを補正係数として採用しなかったのかを回答されたい。

③ 福島県と茨城県の県境付近で発生した地震を除く内陸地殻内地震である他の地震については、 $+ \sigma$ のレベルさえ、なぜ補正係数として採用しなかったのかを回答されたい。

④ この被告の採用した補正係数で、各地震について、発生する可能性のある地震動を何%カバーできるのかについて回答されたい。

しかし、被告からは、回答はされていない。

ウ また、被告準備書面(10)127頁で、被告は、上記のとおり、「地震動評価に用いる震源モデルの設定に当たっても、以下のとおり、詳細に地域性を踏まえつつ保守的な検討を重ねている。」としたうえで、長さについて「約58kmに及ぶ断層長さの震源断層面を設定している」、「断層傾斜角を西傾斜 60° に設定したりさらに傾斜角を 45° とするとの不確かさを考慮したりしている」、「アスペリティ位置について震源断層モデルの上端に設定し、また敷地に近い位置となるよう、モデルの南端にアスペリティを設定したりした」としている。

断層長さは、マグニチュードの大きさに影響し、傾斜角やアスペリティ位置は(等価)震源距離に影響する。このうち、傾斜角やアスペリティ位置が震源距離に影響する程度は大きくはない。たとえば角度が変わって緩やかになっても、断層面からの距離は、断層面が敷地に近づくように傾いていれば、断層面が若干敷地側に傾いて近付くだけでしかないので、震源距離は短くなるものの、それほど変わらない。したがって、断層傾斜角の違いが地震動評価に影響する程度は、極めて限定的なものでしかない。

一方、断層モデルを用いた手法では、傾斜角が変わって緩やかになれば断層幅が大きく変わり、それに応じて断層面積も大きく変わる。それに応じて発生する地震規模も、相当に大きくなり、地震動評価は大きくなる。このように2つの手法で、断層傾斜角の相違が及ぼす影響は全く異なるのである。

アスペリティ位置についてみれば、アスペリティ位置が変わって敷地に近くなれば、その分、等価震源距離は短くなる。しかし、等価震源距離が短くなるといっても、等価震源距離（震源断層面の各部から放出されるエネルギーの総計が、特定の1点から放出されたものと等価となるように計算する物であって、面である震源をある1点の点震源と仮定したときの距離）は、近づけたアスペリティ自体と敷地の距離ではなく、断層全体の敷地からの距離でしかないから、それほど短くなるわけではなく、その影響の程度は限定的なものでしかない。

また連動を考えると断層が長くなれば、マグニチュードは大きく一方で、逆に等価震源距離も大きくなる場合がある。そこでF1断層だけのときの等価震源距離より、F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層の等価震源距離は長くなってしまう。そのため、連動した長大な断層よりも、近い短い断層だけの方が、応答スペクトル手法では、地震動評価が小さくなるということが起こりうるのである。したがって、連動によって断層の長さを長くすることの応答スペクトル手法の地震動評価への影響は、限定的なものでしかない。

そもそも断層の長さは、断層が連動する可能性が認められる以上、当然に長い断層を想定すべきであるから、それが保守的だといえるわけではなく、そこで導かれたマグニチュードを用いて、さらに十分な補正係数によって地震動の大きさを算出すべきである。被告自身が約58 kmに及ぶ断層を想定したのだから、その想定した断層でも十分な地震動想定をすべきことも明らかである。

本来設定すべき補正係数は、断層長さを少々大きくしても補正係数の不足が補えるわけでもないが、さらに重要なのは、その他の地震についても、述べたように補正係数が大幅に過小であることである。要するに被告の採用する補正係数が過小である問題は、極めて限定的な効果しかない被告の言う「保守性」では到底解消することができない。

(8) 小括

以上のとおり、これらの既往の地震観測記録からすれば、仮に、 $+\sigma$ 程度を考慮するとすれば、平均的値の5～6倍程度を考慮しなければならず、仮に、既往最大まで考慮するとすれば、平均的値の10倍程度はとることが必要となるはずであるにもかかわらず、被告は、これらを採用せず、平均的値を示す太い実線よりいくぶんか上乘せされた値を採用して基準地震動を策定した。

したがって、被告が策定した基準地震動は、東海第二原発を襲う可能性がある地震動をカバーしているとはいえない。

3 断層モデルにおけるバラツキの考慮が不足していること

以下、被告が策定した基準地震動について、断層モデルにおけるバラツキの考慮が不足していること、この結果、東海第二原発を襲う可能性がある地震動をカバーしているとはいえないこと、について主張する。

これらは地震発生様式（内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震）にかかわらず、すべて共通である。

ただし、本件の審理においては、海洋プレート内地震については明示的には主張してこなかったもので、争点から外していただいて構わない。

(1) 断層モデルを用いた手法の概略

現在、認識されている地震発生メカニズムは、以下のようなものである。

① 地下に震源断層面という地震が発生する面があり、そのある1点から

破壊が始まる（破壊開始点）。

- ② それが伝播して次々破壊が面に沿って進行していき、破壊のたびに地震動を発生させていく。
- ③ 震源断層面の破壊は一様ではなく、アスペリティというより強く固着した領域では、大きな歪みの解放があつて、そこではより大きな地震動が発生する。これを、強震動生成域(S M G A : Strong Motion Generation Area)ともいう。

断層モデルを用いた手法とは、上記のような地震発生メカニズムに基づき、震源断層面を小区画に分け、破壊開始点を定めて、そこから破壊が伝播していき、各小区画の破壊に伴う地震動を算定して、それらが敷地まで達する間にどのように減衰するかを算定し、これら小区画からの地震動をすべて重ね合わせて敷地の地震動を導く手法である。

この中で、一つの重要な課程として、「小地震の震源特性と大地震の要素断層の震源特性の相違の補正」がある。震源特性の補正とは、応力降下量の補正を行って、小地震の応力降下量を大地震の要素断層（小区画の断層）に合わせるものである。

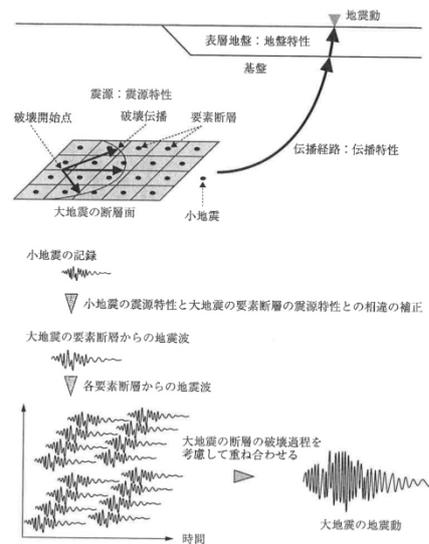


図 5-5 半経験的方法の模式図

「断層モデルによる強震動予測に関しては、想定する震源断層を設定し、

その規模や破壊シナリオを構築する必要がある。しかしながら、その方法に関しては設定者に依存し、ばらつきの大きなものとなりがちであった。そこで、モデル化に際しての任意性を少しでも小さくするために、入倉孝次郎京都大学名誉教授らによって提案されたものが、「強震動予測レシピ」と呼ばれる非一様断層破壊シナリオの設定マニュアルである。」

(2) 「強震動予測レシピ」とは

地震動審査ガイドでは、断層モデルの震源特性パラメータは、地震調査研究推進本部による強震動予測レシピ等の最新の研究成果を考慮して設定されていることを確認するものとされている（乙Bア51同ガイド4頁～5頁I.3.3.2(4)①1）。

被告は、地震動想定にあたって、地震調査研究推進本部地震調査委員会がとりまとめた「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）である（甲D77、平成29年（2017）年）4月」を用いている。

「強震動予測レシピ」には、以下の記載がある（1頁）。

「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）」（以下「レシピ」と呼ぶ）は、地震調査委員会において実施してきた強震動評価に関する検討結果から、強震動予測手法の構成要素となる震源特性、地下構造モデル、強震動計算、予測結果の検証の現状における手法や震源特性パラメータの設定にあたっての考え方について取りまとめたものである。地震調査委員会では、これまでに「活断層で発生する地震」について11件、「海溝型地震」のうちプレート境界で発生する地震について4件、併せて15件の強震動評価を実施し、公表してきている。また、平成12年（2000年）鳥取県西部地震、平成15年（2003年）十勝沖地震、2005年福岡県西方沖の地震のK-NETおよびKiK-net観測網や気象庁および自治体震度計観測網などの観測記録を用いた強震

動予測手法の検証を実施した（地震調査委員会強震動評価部会，2002；2004；2008）。

また、「レシピ」は、震源断層を特定した地震を想定した場合の強震動を高精度に予測するための、「誰がやっても同じ答えが得られる標準的な方法論」を確立することを目指しており、今後も強震動評価における検討により、修正を加え、改訂されていくことを前提としている。付図1に、「レシピ」に従った強震動予測の流れを示す（甲D77・43頁）。「レシピ」は、①特性化震源モデルの設定、②地下構造モデルの作成、③強震動計算、④予測結果の検証の4つの過程からなる。以降では、この流れに沿って各項目について解説する。

この「レシピ」は、個々の断層で発生する地震によってもたらされる強震動を詳細に評価することを目指している。但し、日本各地で長期評価された多数の活断層帯で発生する地震の強震動を一定以上の品質で安定的に計算するために、地表の活断層長さ等から地震規模を設定する方法も併せて掲載する。

ここに示すのは、最新の知見に基づき最もあり得る地震と強震動を評価するための方法論であるが、断層とそこで将来生じる地震およびそれによってもたらされる強震動に関して得られた知見は未だ十分とは言えないことから、特に現象のばらつきや不確定性の考慮が必要な場合には、その点に十分留意して計算手法と計算結果を吟味・判断した上で震源断層を設定することが望ましい。」

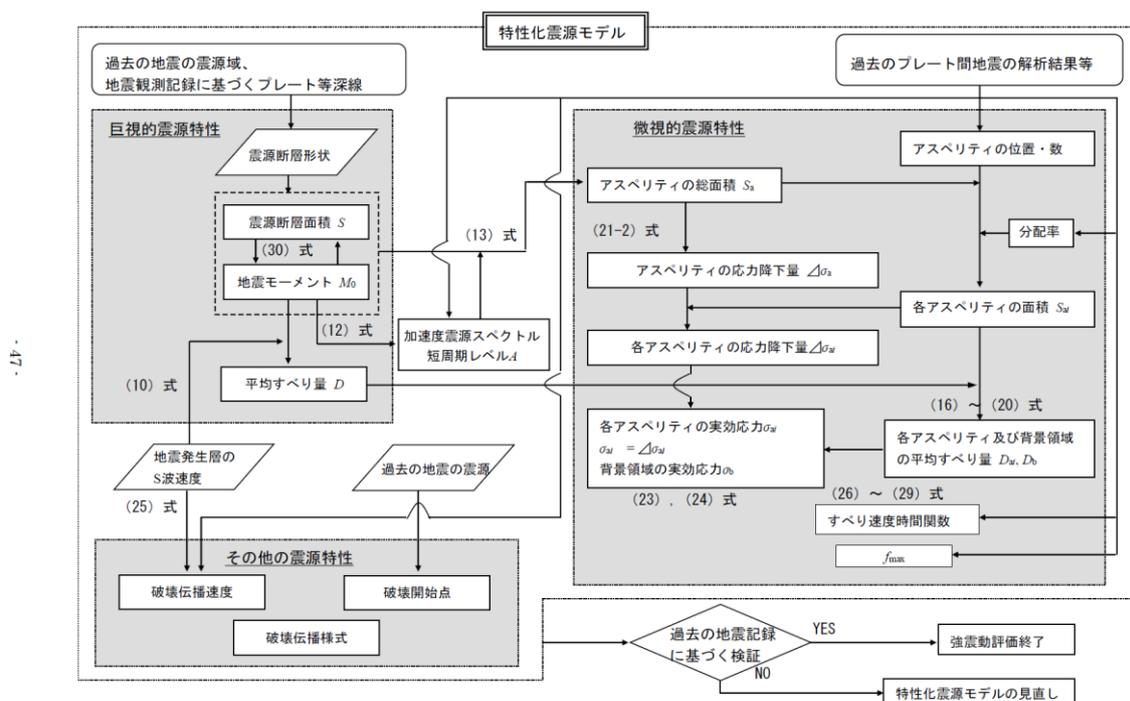
このように、強震動予測レシピは、「最もあり得る地震と強震動を評価するための方法論であり、地震動の平均像を示したものである。

強震動予測レシピは、以下の4つのステップがある。

1. 特性化震源モデルの設定
2. 地下構造モデルの作成
3. 強震動計算

4. 予測結果の検証

プレート間地震の震源モデルの設定は、以下のとおりである。



付図5 プレート間地震の震源特性パラメータ設定の流れ

(甲D77「強震動予測レシピ」47頁)

(3) 「強震動予測レシピ」は平均的な揺れを求めるもの

「強震動予測レシピ」は、あくまで、ある大きさの地震（震源断層）を前提として、ここから、どのような地震動がもたらされるか、その平均的な揺れを求めるものである。被告が、「強震動予測レシピを用いるなどして、宮城県沖、福島県沖、茨城県沖の領域で発生した地震の平均的な短周期レベルの値を設定した」（被告準備書面（10）47頁）というのも、同じ趣旨である。すなわち、「強震動予測レシピ」を用いた地震動予測は、地震動の平均的な揺れを求めるものであることについて、原告と被告の間に争いはない。

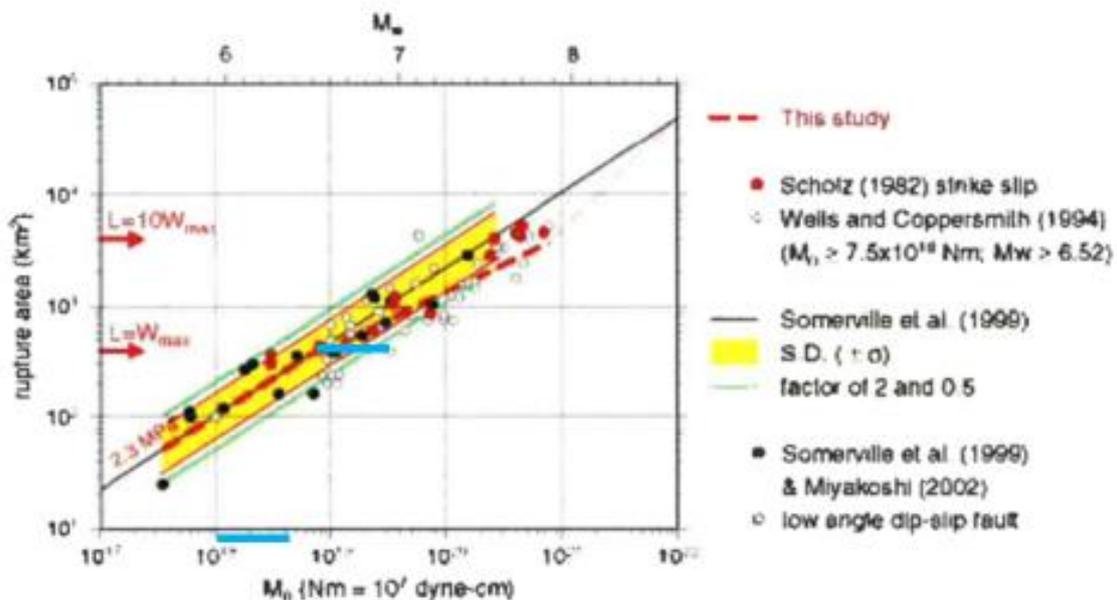
このことは、この「強震動予測レシピ」の開発者であり提唱者である入

(4) 地震動審査ガイドの規定

ア 地震動審査ガイドは、中越沖地震の知見を基本モデルとすることを求めていること

地震動審査ガイドの「3.3.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価」(4)①の2)では、「なお、アスペリティの応力降下量(短周期レベル)については、新潟県中越沖地震を踏まえて設定されていることを確認する」とされている。

ここで取り上げられている新潟県中越沖地震は、2007年新潟県中越沖地震のことであり、同地震の応力降下量は平均的値の1.5倍となったことが観測されている。



対数表示 → 長さは「何倍か」を表す 例 大きい1目盛はどれも10倍

平均値の4倍の M_0 となる地震がある

入倉一三宅のスケーリング則。図の黄色い領域が $\pm\sigma$ の領域であり、その黄色の領域の右端は、横軸で見て中央の線のほぼ2倍の値となっている。また、平均的値の4倍の値のデータも図中には存在する。同じ面積の断層面で、地震モーメント M_0 の値が2倍なら、アスペリティの面積比が同じであるとしたときに、アスペリティの応力降下量も2倍となると一応考えられる。 M_0 が2倍の値がほぼ $+\sigma$ であるから、その値を超える地震は、ほぼ起こる地震の16%あるということとなる。したがって、 M_0 が平均的値の1.5倍を超える地震は、起こる地震の20%を優に超えるだけ存在する。

しかしながら、応力降下量が平均的値の1.5倍程度となった地震は決して珍しいものではないことは、上記のとおりである。

また、上記の入倉一三宅式の図を見ても、 M_0 が、平均的値の4倍となる地震までがあることが分かる。それは、応力降下量を平均的値の1.5倍程度にただけでは、想定できる全地震動を到底カバーすることができないことを意味している。まして、「科学的想像力を発揮した十分な不確かさを考慮」したなら、起こる地震動の大きさは、 $+2\sigma$ のレベルの平均的値の4倍でもすまない。 $+2.33\sigma$ を採用したとしても、1%の地震がはみ出すレベルであり、さらに $+3\sigma$ もしくはそれ以上のレベルの採用も必要となる。いずれにしても平均的値の1.5倍の応力降下量程度では全く不足することが明らかである。

この主張に対しては、被告は何ら反論しようとはせず、現在に至っている。ちなみにどの原発訴訟でも、この主張に対しては反論はなされない。

イ 不確かさの考慮

そこで、地震動審査ガイドをさらに見れば、次に、同ガイドは「3.3.3 不確かさの考慮」を求めている。

したがって、中越沖地震の知見を踏まえることは、「3.3.3 不確かさの考慮」の以前の、基本モデル設定の際になすべきこととされていることは、同ガイドの構成上も、明らかである。このことは、中越沖地震の知見を踏まえて応力降下量を1.5倍にただけでは、危険な原発の応力降下量想定としては全く不足であるという上記の指摘に沿うものである。

この中越沖地震の知見を踏まえるだけでは十分な不確かさの考慮とは

言えないという原告の指摘に対しても、被告は何らの反論もなしえていない。

(5) 被告の想定とその問題点

ア 基本震源モデルの設定

被告は、まず内陸地殻内地震の検討用地震として選定した F1 断層、北方陸域の断層、塩ノ平地震断層の連動した地震について、基本震源モデルとして、次の震源モデルを採用し、設定した断層パラメータは、次のとおりであった。

ここで、断層の長さは、約 58 km、地震のタイプとしては正断層、傾斜角は西傾斜 60 度、断層上端深さを 3 km、下端深さを 18 km として、断層幅は 17.3 km とされている。また、平均応力降下量は、断層全体として 3.1 MPa、アスペリティの応力降下量は 2 つのアスペリティとも同じ 14.09 MPa、背景領域の実効応力は 2.82 MPa とされている。

4. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 4.3 内陸地殻内地震
基本震源モデルの設定(概要)

第404回審査委員会
資料2再掲

■地質調査結果や2011年福島県浜通りの地震から得られる知見を参考に基本震源モデルを設定する。

【断層形状、断層タイプ】

- 断層長さについては、新規制基準適合性審査第381回会合に基づき、F1断層から塩ノ平地震断層までの同時活動を考慮した約58kmとする。
- 地震動評価におけるセグメント区分については、断層の分布状況から震源を南部と北部に区分する。その際、リニアメントが判読されない区間はF1断層側に含め、これらを合わせて一つの区間とすることで敷地に近い南部区間の地震モーメントを大きくし、安全側の設定とする。
- 地震のタイプについては、2011年福島県浜通りの地震が正断層であることや福島県から茨城県にかけての領域は正断層応力場とする知見(例えば青柳・上田(2012))、さらにF1断層における音波探査結果から正断層センスのずれが認められることを踏まえ正断層とする。
- 断層傾斜角については、F1断層における音波探査結果や2011年福島県浜通りの地震の震源インバージョンモデルでの傾斜角(57~73度)を参考に西傾斜60度とする。
- 断層幅については、断層上端深さを3km、下端深さを18kmとして断層傾斜角60度を考慮した17.3kmとする。

【アスペリティ位置】

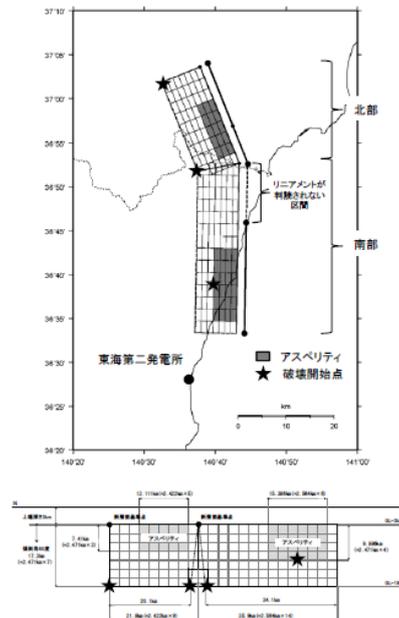
- アスペリティの位置については、地質調査結果に基づき、南部区間のうち調査でわかっているF1断層に1つ、北部では北方陸域の断層～塩ノ平地震断層に1つ、それぞれ敷地に近くなるように配置する。
- 断層長さ方向の配置については、Manighetti et al.(2005)等の知見を踏まえアスペリティのように大きなすべりが生じる領域とすべりが少ない領域が隣接することは考えにくいことから、断層端部との間に1マス分背景領域を設定する。断層幅方向の配置については、すべりに追従する表層(地表から断層上端までの強震動を出さない層)が存在するので安全側に断層上端にアスペリティを配置する。
- なお、リニアメントが判読されない区間をF1断層側に含め、これらを合わせて一つの区間とすることで、敷地に近い南部に配置するアスペリティの地震モーメントを大きくし、安全側の設定とする。

【破壊開始点位置】

破壊開始点については、強震動予測レシビ、糸井ほか(2009)、平田・佐藤(2007)を踏まえ、アスペリティ下端や断層下端のうち敷地への影響の大きい位置に複数設定する。

【破壊伝播速度Vr】

破壊伝播速度については、強震動予測レシビで用いられているGeller(1976)より、 $V_r=0.72V_s$ とする。ただし、2011年福島県浜通りの地震における破壊伝播速度の各知見と比較の上、妥当性を確認する。



基本震源モデル

断層パラメータ

■断層パラメータ(基本震源モデル)

項目	設定値			設定方法	
	全体	北部	南部		
断層上端長さ(km)	57.7	21.8	35.9	活断層調査結果による位置を基に設定	
断層下端長さ(km)	54.2	20.1	34.1		
断層傾斜角(度)	60(西傾斜)	60(西傾斜)	60(西傾斜)	活断層調査結果に基づき設定	
断層上端深さ(km)	3	3	3	微小地震の発生及び地下構造から設定	
断層下端深さ(km)	18	18	18		
断層幅W(km)	17.3	17.3	17.3	地震発生層と断層傾斜角から設定	
断層面積S(km ²)	967.9	362.4	605.5	断層面より算定	
破壊伝播様式	同心円状	同心円状	同心円状	—	
地震モーメントM ₀ (N・m)	5.21E+19	1.65E+19	3.56E+19	M ₀ =[S/(4.24×10 ⁻¹¹)] ² /10 ⁷ 全体の地震モーメントを断層面積の1.5乗比で分配	
剛性率(N/m ²)	3.50E+10	3.50E+10	3.50E+10	$\mu = \rho \beta^2$, $\rho = 2.7\text{g/cm}^3$, $\beta = 3.6\text{km/s}$ (β は敷地周辺を対象にした地震波速度トモグラフィ、 ρ は地震本部による「全国1次地下構造モデル(暫定版)」を参考に設定)	
平均すべり量D(cm)	153.9	130.1	168.1	D=M ₀ /(μ S)	
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)	3.1	3.1	3.1	Fujii and Matsu'ura(2000)による	
破壊伝播速度Vr(km/s)	2.59	2.59	2.59	Vr=0.72 β (Geller,1976による)	
短周期レベルA(N・m/s ²)(参考)	1.98E+19	—	—	A=2.46×10 ¹⁹ ×(M ₀ ×10 ¹⁷) ^{1/3}	
アスペリティ	面積S _a (km ²)	212.9	79.7	133.2	S _a =0.22S
	平均すべり量D _a (cm)	307.7	260.1	336.2	D _a =2D
	地震モーメントM _{0a} (N・m)	2.29E+19	7.26E+18	1.57E+19	M _{0a} = μ S _a D _a
	応力降下量 $\Delta\sigma_a$ (MPa)	14.09	14.09	14.09	$\Delta\sigma_a = \Delta\sigma \times S/S_a$
	短周期レベルA(N・m/s ²)(参考)	1.89E+19	1.16E+19	1.49E+19	A=4 $\pi r_a \Delta\sigma_a \beta^2$
震源領域	面積S _b (km ²)	755.0	282.7	472.3	S _b =S-S _a
	平均すべり量D _b (cm)	110.5	93.4	120.7	D _b =M _{0b} /(μ S _b)
	地震モーメントM _{0b} (N・m)	2.92E+19	9.24E+18	1.99E+19	M _{0b} =M ₀ -M _{0a}
	実効応力 $\Delta\sigma_b$ (MPa)	2.82	2.82	2.82	$\Delta\sigma_b = 0.2 \Delta\sigma_a$



イ 不確かさの考慮の不足(地震動審査ガイド違反)

被告は、そのうえで断層傾斜角を西傾斜45度にする、短周期レベルを強震動予測レシピの1.5倍とする、アスペリティ位置を敷地に近い位置ではなく、断層端部にするという不確かさの考慮をしたという。

このうち、もっとも敷地の地震動の大きさに効いてくるのは、短周期レベルを1.5倍とすることである。これは、中越沖地震の知見によるものであるが、そもそも地震動審査ガイドでは、中越沖地震の知見を踏まえて短周期レベルを強震動予測レシピの1.5倍とすることは、基本モデルとして採用し、そのうえでさらに不確かさの考慮をするよう求めているから、この被告の行った手法は、地震動審査ガイドにも反するものでしかない。なお短周期レベルを1.5倍とすることは、アスペリティの平均応力降下量を平均的値の1.5倍とすることと全く同じではないが、ほぼ同じ意味を有するとみてよい。この平均応力降下量を平均的値の1.5倍にただけでは全く不足であることは、入倉一三宅式の図によって主張したとおり

である。

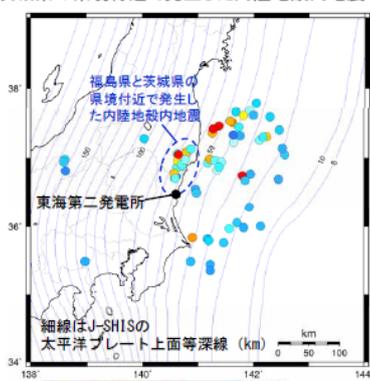
ウ 不確かさの考慮の不足（応答スペクトル比のデータからも1.5倍では不足することが明らか）

被告は、内陸地殻内地震の地震動評価に用いる補正係数の検討に於いて、福島県と茨城県の県境付近で発生した内陸地殻内地震における応答スペクトル比は、短周期側で大きくなる傾向があるとしている。

4. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 4.3 内陸地殻内地震 内陸地殻内地震の地震動評価に用いる補正係数

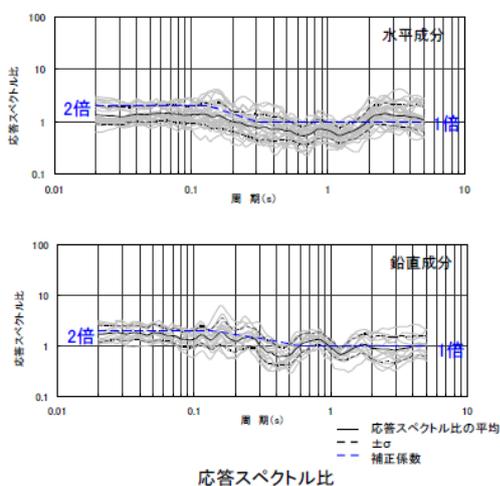
第404回審査委員会
資料2再掲

■福島県と茨城県の県境付近で発生した内陸地殻内地震の補正係数



図中の震央の色は図下のカラーバーに対応し、
応答スペクトル比を示している(周期0.02秒~0.1秒の平均)。

検討対象地震の震央分布図
(水平成分)



- 福島県と茨城県の県境付近で発生した地震の応答スペクトル比は短周期側で大きくなる傾向が見られ、水平成分で1.4倍程度、鉛直成分で1.7倍程度となる。
- 従って、福島県と茨城県の県境付近で発生した内陸地殻内地震に対する応答スペクトル手法では、日本電気協会(2016)による内陸地殻内地震に対する補正係数は用いず、上記応答スペクトル比の傾向に基づき、短周期帯を概ね包絡するように短周期側で2倍の補正係数を設定する。



被告の採用した検討用地震の F1 断層、北方陸域の断層、塩ノ平地震断層の連動した地震は、まさしく福島県と茨城県の県境付近で発生する地震である。そうであれば、その断層モデルを用いた地震動評価においても、地震動が短周期側で大きくなるということを考えない理由はない。少なくとも、被告が採用した補正係数である2倍を、上記の平均応力降下量に掛け、6.2MPaとすることが必要のはずである。また、2倍でも、たかだか+σ程度の値でしかないことからすれば、やはり4倍程度の値を採用

することも必要である。

エ 複数アスペリティが設定されるときに応力降下量

被告は、前記のとおり、F1断層、北方陸域の断層、塩ノ平地震断層の連動した地震について、基本震源モデルとして、2つのアスペリティの応力降下量を、ともに同じ14.09MPaとしている。これは、他の全ての原発で共通の対応であり、複数アスペリティを設定するときには同じ応力降下量とすることを規制委員会も認めている。

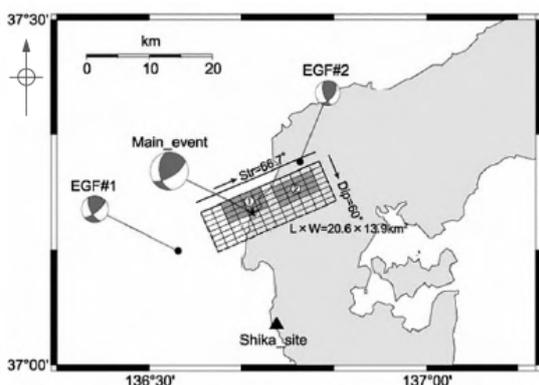
しかし、北陸電力の解析によれば、2007年能登半島地震では、2つあるアスペリティの応力降下量は異なっていて、一方が他方の2倍の応力降下量となっていた。それが下図である（甲D54『原発地震動に対する安全性の視点』38ページ）。

断層モデルによるシミュレーション解析を用いた検討④

2. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動
2-5. 平成19年能登半島地震の知見を踏まえた検討 28

シミュレーション解析方針

- ・シミュレーション解析は、震源位置、震源メカニズム、地震波の到来方向等からみて地下構造特性が適切に反映されている観測記録が敷地で得られていることから、それらを要素地震とする経験的グリーン関数法により実施。
- ・再現する記録は敷地地盤の観測地点におけるEL-10mの観測記録とする。



(メカニズム解は(独)防災科学技術研究所広帯域地震観測網(F-net)による)

(注) 断層モデルは、アスペリティ部分において、強震動を発生させるすべり量(地震モーメント)の他に、実効応力が小さく短周期地震動への寄与が少ない背景領域のすべり量(地震モーメント)が付加的に生じるモデルを設定。

要素地震は、本震の震源域付近で発生し震源メカニズム解が整合していること、観測記録にノイズが少なく評価対象とする周期0.02~5秒程度の周期帯域において十分な精度を有していること、に留意して以下の2地震を選定。

要素地震の諸元

地震	年月日	時分秒	震央位置		震源深さ(km)	マグニチュードM				
			東経	北緯						
EGF#1	2007	3	26	14	46	34.67	136° 33.11'	37° 09.92'	8.62	4.8
EGF#2	2007	3	25	15	43	30.59	136° 46.31'	37° 17.64'	8.90	4.5
【参考】										
本震	2007	3	25	09	41	57.91	136° 41.16'	37° 13.24'	10.70	6.9

地震諸元は気象庁地震カタログによる。

策定した断層パラメータ

領域	要素地震	要素地震の応力降下量 $\Delta\sigma_0$ (MPa)	応力降下量補正係数 C	応力降下量 $C \cdot \Delta\sigma_0$ (MPa)	地震モーメント (N・m)
アスペリティ①	EGF#1	8.6	2.32	20.0	2.72E+18
アスペリティ②	EGF#2	2.0	5.00	10.0	1.91E+18
背景領域	EGF#1	8.6	0.50	4.3	8.97E+18

また、中越沖地震でも、複数アスペリティの応力降下量は異なるという解析もあり、複数アスペリティの応力降下量が異なることは、極く普通に

起こることである。

そうであれば、F1断層、北方陸域の断層、塩ノ平地震断層の連動した地震についての基本震源モデルの2つのアスペリティの応力降下量もまた、異なる値を設定することが、少なくとも不確かさの考慮として必要となる。

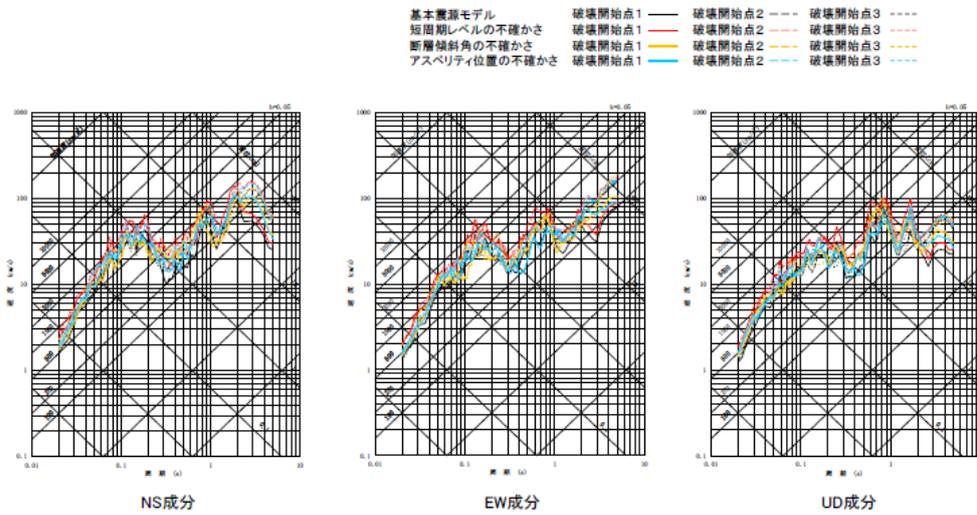
敷地の地震動は、直近のアスペリティの応力降下量に大きく影響される。それは、原発にとって危険な短周期の地震動が距離によって減衰しやすいからである。だから、本件原発においても、上記基本モデルの南側のアスペリティの応力降下量が北側のものより大きい場合がより厳しい設定となる。北陸電力の能登半島地震の解析結果からしても、少なくとも北側のアスペリティの2倍の値は南側のアスペリティの応力降下量として設定すべきであるが、十分な不確かさの考慮をするのであれば、それでも不足すると考えるべきである。もともと福島県と茨城県の県境付近で発生する地震として、断層全体の応力降下量を平均的値の4倍にすべきだとすれば、南側のアスペリティについては、被告の設定値の少なくとも8倍の値の11.3 MPaをとることが必要となる。

この複数アスペリティのある場合の応力降下量の割付けの問題についても、被告は一切何の言及もしようとしない。実際に、複数アスペリティがあるときの各アスペリティの応力降下量は一定だ、などとする知見などあるわけもなく、この点も被告は反論のしようがないので、そのまま黙殺しているのである。

なお、複数アスペリティの応力降下量が異なることがあるという事実は、応力降下量は、地域ごとに異なるというよりは、断層ごとに、さらにはアスペリティごとに異なることを示している。震源特性に地域性はあるとしても、さらにそのうえで同じ地域でもまた、同じ断層面の中でも、震源特性にはばらつきがあるのである。

オ 評価結果

被告は、次のように内陸地殻内地震についての地震動の評価結果をまとめている。



これによれば、短周期レベルの不確かさのケースで、地震動はほぼ900ガルに達している。しかし、強震動予測レシピの1.5倍ではなく、2倍をとるとすれば1200ガル、さらに4倍をとるとすれば2400ガル、さらに南側のアスペリティについては平均的値の8倍をとるとすれば、概ね4800ガルの地震動を想定することが必要となる。

カ プレート間地震について

上記は内陸地殻内地震についてであるが、プレート間地震については、強震動予測レシピがそのままでは適用できないことについては、第5において詳述するとおりである。

その点を措いても、内陸地殻内地震に対する指摘は、プレート間地震に対してもまったく同じ指摘が当てはまる。

被告は、断層形状やSMGA（強震動生成域）の位置については、2011年東北地方太平洋沖地震の震源域などを参考に、以下のような基本震源モデルを設定した。

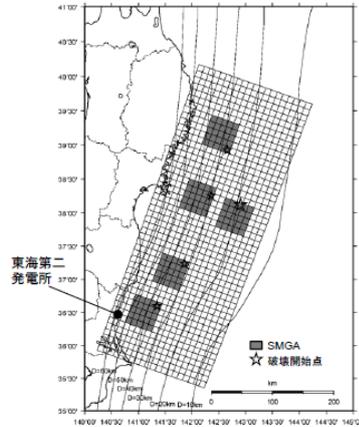
■断層形状, SMGA位置等については下記の通り設定する。

【断層形状】

- ・長さ、幅は、2011年東北地方太平洋沖地震の震源域を参考にそれぞれ500km, 200kmとする。
- ・走向は、2011年東北地方太平洋沖地震に関する防災科学技術研究所F-netのCMT解を用いる。深さは、太平洋プレートの上面に沿ってモデル化する。

【SMGAの位置】

- ・地震調査研究推進本部の領域区分に基づき5個のSMGAを設定し、2011年東北地方太平洋沖地震のSMGAや、それぞれの領域で過去に発生したM7～M8クラスの地震の震源域を参考に配置する。
- ・茨城県沖のSMGA位置は、2011年東北地方太平洋沖地震の敷地での観測記録を再現できる位置としており、各文献で示された2011年東北地方太平洋沖地震のSMGAの中では敷地に最も近い位置である。
- ・この位置は、過去に発生したM7クラスの地震の中では最も敷地に近い1938年塩屋崎沖の地震(M7.0)や1896年鹿島灘の地震(M7.3)の震央位置と対応していることを確認している。



基本震源モデル

【破壊開始点】

2011年東北地方太平洋沖地震の震源位置に設定する。



また、基本震源モデルについて被告日本原電の採用した断層パラメータは、次のとおりとなっている。重要なパラメータである応力降下量についてみれば、断層全体の平均応力降下量は、3.08MPaとされており、SMGAの平均応力降下量は、24.6MPaとされている。

■断層モデルのパラメータ

項目	設定値	設定方法
走向	θ (度)	200 F-net
傾斜角1(東側)	δ_1 (度)	12 塩ほか(2005)
傾斜角2(西側)	δ_2 (度)	21 塩ほか(2005)
すべり角	λ (度)	88 F-net
長さ	L(km)	500 断層面積に基づき算定
幅	W(km)	200 断層面積に基づき算定
基準点北緯	N(度)	38.1035 本震の震源位置(気象庁)
基準点東経	E(度)	142.8610 本震の震源位置(気象庁)
基準点深さ	H(km)	23.7 本震の震源位置(気象庁)
上端深さ	h_u (km)	12.3 $h_u = H - w_1 \sin \delta_1$
下端深さ	h_d (km)	68.9 $h_d = H + (100 - w_2) \sin \delta_1 + 100 \sin \delta_2$
断層面積	S(km ²)	100000 $S = L \times W$
平均応力降下量	$\Delta \sigma$ (MPa)	3.08 $M_0 = 16/7 \times (S/\pi)^{3/2} \Delta \sigma$
地震モーメント	M_0 (N·m)	4.00E+22 $\log M_0 = 1.5 M_w + 9.1$
モーメントマグニチュード	M_w	9.0 2011年東北地方太平洋沖地震
平均すべり量	D(cm)	854.3 $D = M_0 / (\mu S)$
剛性率	μ (N/m ²)	4.68E+10 $\mu = \rho V_s^2, \rho = 3.08 \text{g/cm}^3$ 地震調査研究推進本部(2002), (2005)
せん断波速度	V_s (km/s)	3.9 地震調査研究推進本部(2002), (2005)
破壊伝播速度	V_f (km/s)	3.0 地震調査研究推進本部(2002), (2005)

項目	設定値	設定方法	
SMGA全体	面積	S_0 (km ²)	12500 $S_0 = cS, c=0.125$
	地震モーメント	M_{00} (N·m)	1.00E+22 $M_{00} = \mu D_0 S_0$
	すべり量	D_0 (cm)	1708.6 $D_0 = 2 \times D$
	応力降下量	$\Delta \sigma_0$ (MPa)	24.6 $\Delta \sigma_0 = S_0 / S_0 \times \Delta \sigma$
	短周期レベル	A_0 (N·m/s ²)	2.97E+20 $A_0 = (\sum A_i^2)^{1/2} = S_0^{1/2} A_{01}$
各SMGA	面積	S_{0i} (km ²)	2500 $S_{0i} = S_0 / 5$
	地震モーメント	M_{00i} (N·m)	2.00E+21 $M_{00i} = M_{00} S_{0i}^{1.5} / \sum S_{0i}^{1.5} = M_{00} / 5$
	すべり量	D_{0i} (cm)	1708.6 $D_{0i} = M_{00i} / (\mu S_{0i})$
	応力降下量	$\Delta \sigma_{0i}$ (MPa)	24.6 $\Delta \sigma_{0i} = \Delta \sigma$
	短周期レベル	A_{0i} (N·m/s ²)	1.33E+20 $A_{0i} = 4 \pi r_i \Delta \sigma_{0i} V_s^2, r_i = (S_{0i} / \pi)^{1/2}$
ライズタイム	τ_{0i} (s)	8.33 $\tau_{0i} = 0.5 W_{0i} / V_s, W_{0i} = M_{00i} / S_{0i}$	
背景領域	面積	S_0 (km ²)	87500 $S_0 = S - S_{0i}$
	地震モーメント	M_{00} (N·m)	3.00E+22 $M_{00} = M_{00} - M_{00i}$
	すべり量	D_0 (cm)	732.2 $D_0 = M_{00} / \mu S_0$
	応力降下量	$\Delta \sigma_0$ (MPa)	4.9 $\Delta \sigma_0 = 0.2 \Delta \sigma$
	ライズタイム	τ_0 (s)	33.33 $\tau_0 = 0.5 W_0 / V_s, W_0 = M_{00} / S_0$
Q値	Q	110f ^{0.89} 佐藤ほか(1994)	



被告は、そのうえで「不確かさの考慮」をしている。取り上げられた「不確かさの考慮」は、断層設定位置、地震規模、短周期レベル、SAGA位置、破壊開始点であった。重要な施設、設備の固有周期が短い原発にとって危険な地震動は短周期地震動であるが、短周期地震動は距離によって大きく減衰していつてしまう。そのため、敷地のもっとも近傍にある強震動生成域（SMGA）での応力降下量が、敷地での短周期地震動の大きさにもっとも大きく効いてくる。したがって、「不確かさの考慮」として挙げられたもののうち、短周期レベルが、重要となってくる。

4. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 4.1 プレート間地震
不確かさとして考慮するパラメータの選定

第358回審査委員会
資料1修正

■主要な断層パラメータについて、敷地周辺のプレート間地震に関する知見等を踏まえて認識論的不確かさと偶然的な不確かさに分類し、敷地での地震動に大きな影響を与えるパラメータを不確かさとして考慮する。

【認識論的不確かさ】：事前の詳細な調査や経験式など※に基づき設定できるもの ⇒ それぞれ独立させて考慮することを基本とする。

【偶然的な不確かさ】：事前の詳細な調査や経験式からは設定が困難なもの ⇒ 重畳させて考慮する。

※ 当該断層に関する各種断層(地震断層やシージョン) 最新データ(国内外の地震データベース)に基づき、断層の経路(例えば短周期レベルと地震モーメントの関係)

不確かさの種類	パラメータ	基本ケースの設定	不確かさ検討の要否
認識論的不確かさ	断層設定位置	フィリピン海プレートの北東限を考慮し、三陸沖中部～茨城県沖に設定	震源の南限については、フィリピン海プレートがバリアとなることから、断層設定位置は基本ケースで固定でき、不確かさとして考慮しない。
	地震規模	Mw9.0	地震規模(巨視的断層の面積)の不確かさについては、フィリピン海プレートが破壊進展のバリアとなり、巨視的断層面の拡大は南方ではなく、三陸沖以北への拡大が考えられるが、仮にそこからの地震動が付加されたとしても敷地に及ぼす影響は小さいと考えられることから、地震規模の不確かさは考慮しない。
	短周期レベル	宮城県沖、福島県沖、茨城県沖で発生する地震の平均	・震源モデルに含まれる宮城県沖や福島県沖の領域では、基本ケースよりも短周期レベルが大きい地震が発生しているものの、基本ケースにおける短周期レベルの設定は、茨城県沖で発生する地震に対しては安全側の設定となっている。 ・しかしながら、2011年東北地方太平洋沖地震のシミュレーション解析結果より、敷地での地震動に影響を与えるのは敷地近傍のSMGAであることを踏まえ、宮城県沖や福島県沖で発生する地震の短周期レベルを概ねカバーできるよう、基本ケースの短周期レベルの1.5倍を不確かさとして考慮する。
偶然的な不確かさ	SMGA位置	2011年東北地方太平洋沖地震のSMGAや、当該地域で過去に発生したM7～8の地震への対応を考慮し設定	・2011年東北地方太平洋沖地震のSMGAを推定した文献では、モデル間で多少ばらつきがあるものの、どのモデルでも沈みこんだ深い位置にSMGAが推定され、過去に発生したM7～8クラスの地震に対応しているという共通点があるので、それらの情報に基づきSMGAの位置は、ある程度特定することができる。 ・しかしながら、宮城県沖などに比べ、近年における規模の大きな地震発生が少ない茨城県沖でSMGA位置を確定的に設定することは難しいことから、安全側に敷地最短距離にSMGAを配置したケースを不確かさとして考慮する。
	破壊開始点	2011年東北地方太平洋沖地震の気象庁震源位置	破壊開始点については、複数のパラメータスタディを行い、設定位置の違いによる影響が小さいことを確認していることから、不確かさとして考慮しない。

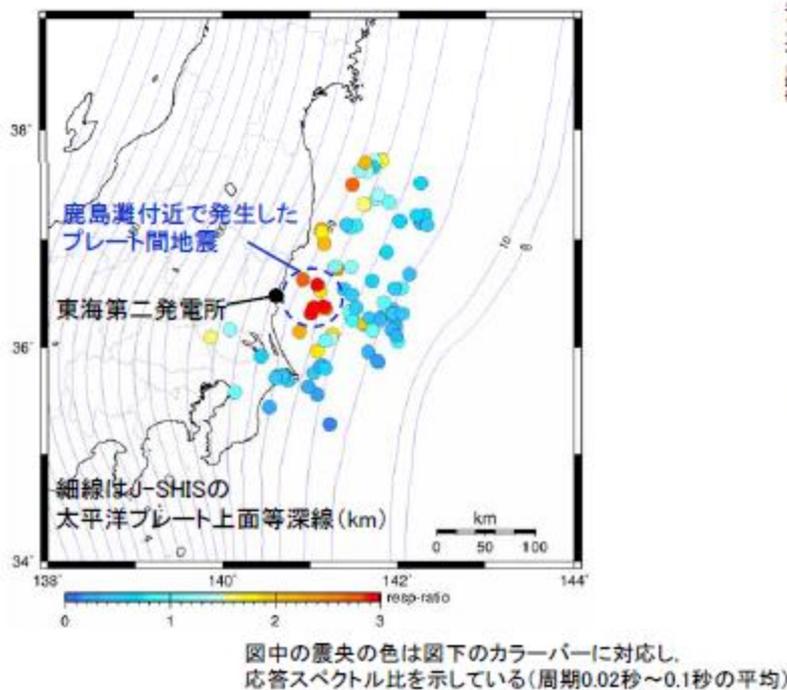


上の表にあるように、被告は、短周期レベルを、宮城県沖、福島県沖、茨城県沖で発生する地震の平均で設定したとし、「震源モデルに含まれる宮城県沖や福島県沖の領域では、基本ケースよりも短周期レベルが大きい地震が発生しているものの、基本ケースにおける短周期レベルの設定は、茨城県沖で発生する地震に対しては安全側の設定になっている。」とし、しかし「敷地での地震動に影響を与えるのは敷地近傍のSAGAであること

を踏まえ、宮城県沖や福島県沖で発生する地震動の短周期レベルを概ねカバーできるような、基本ケースの短周期レベルの1.5倍を不確かさとして考慮する。」としている。

しかし、すでに検討した、敷地付近で発生したプレート間地震についての解放基盤波の応答スペクトルを耐専スペクトルで除した「応答スペクトル比」を示す下図を見れば、この見解は被告の述べるどころと合致していない。

■補正係数(鹿島灘付近の地震)



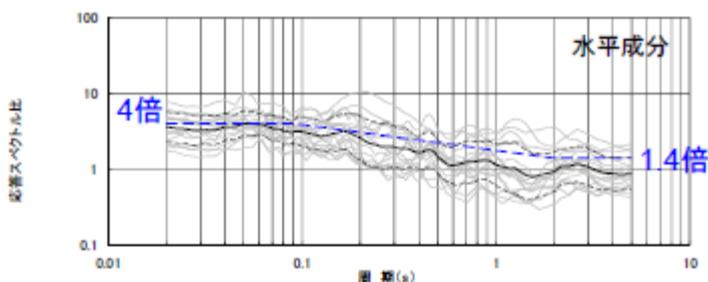
検討対象地震の震央分布図
 (水平成分)

鹿島灘付近で発生した地震の応答スペクトル比には、短周期側で4倍程度となる傾向が見られるため、短周期側で4倍の補正係数を考慮する。

ここでは、鹿島灘付近で発生したプレート間地震は、応答スペクトル比

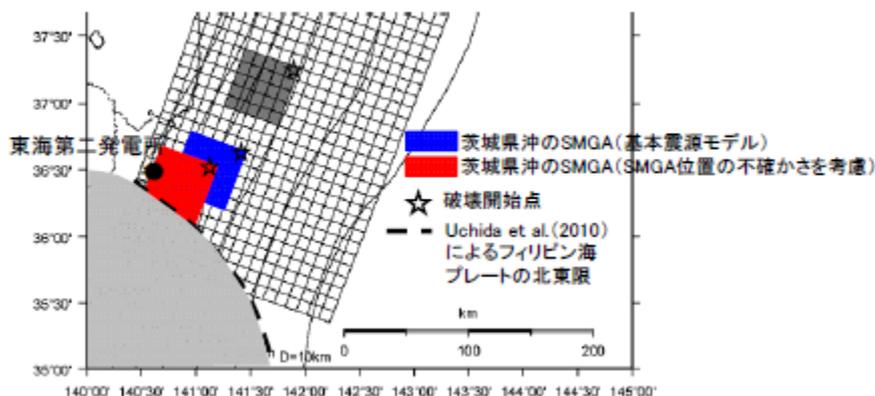
が短周期側で平均的値より大きいとされており、それは鹿島灘付近でのプレート間地震の短周期レベルが大きいことを意味している。それはこの付近でのプレート間の固着の程度が大きいことを示しているから、基本モデル自体、それを反映したものであることが必要である。「宮城県沖や福島県沖の領域では、基本ケースよりも短周期レベルが大きい地震が発生している」として、茨城県沖は、短周期レベルが大きな地震は発生していないかのように被告は主張しているが、鹿島灘付近はまさしく茨城県沖であり、茨城県沖で短周期レベルが大きい地震が発生しているはずである。茨城県沖全体として見て、そこで起きた地震の平均的な短周期レベルが仮に小さかったとしても、鹿島灘付近で短周期の地震動が大きい地震が発生していることは軽視できない。

被告の基本モデルでは、鹿島灘付近に1つのSAGAが設定されているから、そのSAGAの平均応力降下量は、少なくとも平均的値の4倍とすべきだというのが、このデータによる結論となるはずである。そして地震による大きなばらつきがあることが、データ上を認められるから、少なくとも $+σ$ 程度の値を考慮するなら、それをさらに上乘せして、平均的値の6～7倍の値とすることが求められる。ちなみに、複数アスペリティのあるときに、全て同じ応力降下量とするというのが、被告の設定であり、それで足りるというのが規制委員会の確立した方針であるが、現実には複数アスペリティの応力降下量が異なることはしばしばあるから、この被告の設定も、それを是認する規制委員会の確立した方針も、原発の安全性を考えない、極めて不合理なものである。



なお、被告は、さらに短周期レベルの不確かさの考慮に加えてSAGA

位置を、より敷地に近い位置に置く不確かさの考慮を合わせて行っている。



しかしながら、SAGA位置をより敷地に近い位置に置いて、地震動が大きくなるとは限らず、むしろ、周期によっては小さくなる。これは、現在の強震動地震学の手法に内在する欠陥であり、これをもって、不確かさの考慮をしたと評価することはできない。

キ 断層モデルを用いた手法による地震動評価に関する被告の反論

(ア) 要素地震を適切に選定すれば地震の震源特性も反映済みとなるか

被告は、「同じ発生様式の地震の観測記録が敷地で得られていることから、これを要素地震とした経験的グリーン関数を適用している」、したがって、「原告らが主張するような地震の特性を地震動評価に反映済みである」と主張する（被告準備書面（10）128頁）。

しかし、被告は、要素地震によって地震の特性を地震動評価に反映したとしながら、応力降下量は平均的値の1.5倍にとどめてしまい、要素地震次第で、それを2倍や3倍にするわけではない。それは、断層モデルに基づく手法が、規模の補正をしていること、すなわち小地震の震源特性と大地震の要素断層震源特性の相違の補正を行っていることによる。すなわち、要素地震がどうであれ、この補正によって、要素断層（小区画の断層）の応力降下量は平均的値の1.5倍としてしまっているのである。したがって、この点において、対象となる地震の震源特性には、要素地震の特性は反映されようがない。

(イ) 原告らは、被告の地震動評価の結果を平均的値のように述べているものではない

被告は、原告らが、被告の地震動評価の結果を平均的値のように述べていると論難する（被告準備書面（10）128頁）。

しかし、原告らは、被告の手法を十分に理解しており、当然ながら、被告が、もっとも地震動の大きさに影響する応力降下量を、平均的値の1.5倍としていることを前提に、論じている。この原告らの主張が、被告の地震動評価が平均的値を求めているに過ぎないなどと言っているわけではないことは、被告も十分に承知しているはずであり、にもかかわらず、原告らの主張を捻じ曲げて、論難しているに過ぎない。

(ウ) レシピが個々の関係式のばらつきを地震動評価に結び付けるという考え方を採用していないこと

被告は、原告らの主張が、広く採用されている「レシピ」が、個々の関係式のばらつきを地震動評価に結び付けるという考え方を採用していないにもかかわらず、ばらつきを考慮するよう求めていること、当該経験式の合理性を失わせることになるなどとして論難する（被告準備書面（10）129頁）。

レシピは、もっとも確からしい地震動を求めるために、平均的な地震動の値を求めようとするものであることは、言うまでもない。その意味で、実務でも広く用いられている。しかし、原発においては、それでは不足、だからこそ、被告自身も、応力降下量を平均的値の1.5倍としている。原発において、平均的値を超えて、どこまでを想定すべきかが問題となるのであり、この1.5倍では足りないというのが原告らの主張である。そのことを十分に知りながら、被告は上記のように論難しているが、この被告の主張は、そもそも全く失当というほかない主張である。

ちなみに、経験式の代表格である入倉－三宅式の線の傾きは、理論的

に導かれたものであって、最小二乗法によって入倉－三宅式の線が引かれたものではないことは念のため、指摘しておく。

(エ) 福島県浜通りの地震の短周期レベルが特異な値ではなかったこと

被告は、福島県浜通りの地震の短周期レベルが既往の関係式に照らして特異な値ではなかったが、それでもなお、中越沖地震で得られた「震源特性」に係る知見の反映として、応力降下量を平均的値の1.5倍としたとし、あたかも十分に安全な設定をしたかのように主張する（被告準備書面（10）128頁）。しかし、福島県浜通りの地震の短周期レベルが既往の関係式に照らして特異な値ではなく平均的な値であったとしても、今後発生する他の地震でも平均的値を超える短周期レベルとなることは否定できない。たった一つの地震で、その応力降下量が平均的値であって特異な値ではなかったからと言って、他のどんな地震でも同じように応力降下量が平均的値にとどまるなどと言えるわけもなく、この被告の主張は、およそ反論となっていない。

(6) 小括

以上のとおり、わずか20年弱の期間で、大きな平均応力降下量となった地震があったとしても、そのわずかな期間での値を超える地震が今後起こるであろうことは、当然に予測すべきことであるから、いずれにしてもこの「不確かさの考慮」として、短周期レベルを強震動予測レシピの1.5倍にするというだけでは、危険な原発の地震動の予測としては全く不十分と言うべきである。

したがって、被告が策定した基準地震動は、東海第二原発を襲う可能性がある地震動をカバーしているとはいえない。

4 被告が主張する基準地震動の年超過確率は全く信頼できず、東海第

二原発を襲う可能性がある地震動をカバーしているとはいえないこと

(1) 被告の主張

被告は、基準地震動を超える地震動が原発を襲う可能性について、令和元年6月4日付「平成31年4月25日付原告ら準備書面(71)の求釈明事項について」において、以下のとおり、主張している。

「被告は、本件発電所における基準地震動を策定するに当たり、最新の科学的・技術的知見に加えて被告の行った詳細な各種調査により得られたデータ等を踏まえ、地震動評価を行ったが、それでもなお、基準地震動を上回る強さの地震動が発生することを完全に否定し尽くすことはできないことは認識している。」

「被告としては、基準地震動を上回る強さの地震動が発生する可能性を認識した上で、基準地震動の年超過確率を参照し、いわゆる「残余のリスク」（基準地震動を上回る強さの地震動が発生することで耐震重要施設の安全機能が損なわれるリスク）を低減していく努力を継続することが重要であると考えている（丙Bア第25号証291～292頁参照）。」

このように、被告は、基準地震動の策定にあたって、「最新の科学的・技術的知見に加えて被告の行った詳細な各種調査により得られたデータ等を踏まえ、地震動評価を行った」が、しかし、「基準地震動を上回る強さの地震動が発生することを完全に否定し尽くすことはできない」と述べているところからすれば、被告自身も、原発の基準地震動は、当該原発を襲う可能性がある地震動をカバーしていなければならないこと（逆に言えば、基準地震動を超える地震動が当該原発を襲うことはまずないといえるものであること）を、を認めた上で、東海第二原発の基準地震動を策定しているというべきである。

その上で、被告は「基準地震動の年超過確率を参照し、いわゆる「残

余のリスク」（基準地震動を上回る強さの地震動が発生することで耐震重要施設の安全機能が損なわれるリスク）を低減していく努力を継続することが重要である」とする。

そして、その基準地震動の年超過確率について、「日本原子力学会（2015）を踏まえ、確率論的地震ハザード評価を行い、基準地震動の年超過確率を求めた。基準地震動 S_{s-D1} の年超過確率は、 $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 程度である。基準地震動 $S_{s-11} \sim S_{s-22}$ の年超過確率は、 $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 程度である。基準地震動 S_{s-31} の年超過確率は、 $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 程度である【図3-42】」と主張する（被告準備書面(10)57頁）。

年超過確率は、「基準値を超える事象が1年でどれくらいの確率で生ずるのか（どの程度稀な現象なのか）を示すものをいう」（被告準備書面(10)別—165注3-75）。ある基準地震動の年超過確率が 10^{-4} 程度だということは、すなわち、この基準地震動を超える地震動が発生する確率が 10^{-4} （=1万分の1）程度だという意味である。 10^{-5} （=10万分の1）、 10^{-6} （=100万分の1）は、さらに低い確率である。これも、一見すると、いかにも、安全側に考えて基準地震動を策定しているかのように見える。

(2) 原発の基準地震動は、対象となる断層もしくは直下の隠れた断層で発生する可能性のある全ての地震動に対して安全であることを求めていること

まず、地震動に対する安全性の考え方は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動では、ある断層が活動したとき、そこで発生する可能性のある全ての地震動に対して安全であることを求めている（このことは、後述する「震源を特定せず策定する地震動」においても同様であり、敷地直下に潜む可能性のあるいかなる隠れた断層が活動しても安全であることを求めている。）。

震源を特定して策定する地震動についてみれば、対象となる断層が活動したときに、発生する可能性のある地震動に対して安全であることが求められる。その際、対象となる断層の活動の可能性（活動の確率）は考慮されていない。

そして、被告が実際に行っていることを見れば、ある断層が活動したときの地震動のうち、応答スペクトルに基づく手法での被告の手法では、 $+\sigma$ 程度を採用しており、これを超える（すなわち全体の16%程度）の地震動については切り捨てている。また、断層モデルを用いた手法では、平均的強さの1.5倍を採用しており、これを超える地震動（平均的強さの1.5倍を超える地震動も多数ある）を切り捨てている。

(3) 残余のリスクについて

被告も引用する「残余のリスク」とは、2006年に改訂された耐震設計審査指針に取り入れられたものである。

耐震設計審査指針の「3. 基本方針」についての（解説）には、以下の記載がある。

「(1) 耐震設計における地震動の策定について

耐震設計においては、「施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な地震動」を適切に策定し、この地震動を前提とした耐震設計を行うことにより、地震に起因する外乱によって周辺の公衆に対し、著しい放射線被ばくのリスクを与えないようにすることを基本とすべきである。

（略）

(2) 「残余のリスク」の存在について

地震学的見地からは、上記(1)のように策定された地震動を上回る強さの地震動が生起する可能性は否定できない。このことは、耐震設計用の地震動の策定において、「残余のリスク」（策定された地震動を上回る地震動の影響が施設に及ぶことにより、施設に重大な損傷事象が発生す

ること、施設から大量の放射性物質が放散される事象が発生すること、あるいはそれらの結果として周辺公衆に対して放射線被ばくによる災害を及ぼすこと（リスク）が存在することを意味する。したがって、施設の設計に当たっては、策定された地震動を上回る地震動が生起する可能性に対して適切な考慮を払い、基本方針の段階のみならず、それ以降の段階を含めて、この「残余のリスク」の存在を十分認識しつつ、それを合理的に実行可能な限り小さくする努力が払われるべきである。」

このように、「残余のリスク」は、まず「施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な地震動」が前提となっている。

そして、この規定は、新規制基準の、地震動審査ガイドの「地震動全体の考慮」に受け継がれている。

敷地において震源を特定して策定する地震動においても、震源を特定せず策定する地震動においても、発生する可能性のある地震動を十分に大きくとることが求められ、それでもなお、さらに強い地震動が発生することを「残余のリスク」として考慮することが必要となるのである。

耐震設計審査指針の「残余のリスク」の規定に照らしても、16%の可能性で発生する地震動は、決して「残余のリスク」などとは言えないし、完全に否定し尽くすというようなレベルの割合でもない。残余のリスクは、完全に否定し尽くすことができないというレベルでなければならないのに、実際にはそうになっていないことが、被告の地震動想定のもっとも重要な問題の一つである。

(4) 基準地震動の年超過確率について、原子力規制委員会は何の確認もしていない

基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイドでは、基準地震動の年超過確率について、以下のとおり定めている。

6.2.6 基準地震動の超過確率の参照

(1) 策定された基準地震動の応答スペクトルと地震ハザード解析による一様ハザードスペクトルを比較し、地震動の超過確率を適切に参照していることを確認する。参照にあたっては、地震動の超過確率のレベルを確認すると共に、地震ハザードに大きな影響を及ぼす地震と検討用地震との対応も確認する。

(2) 基準地震動の超過確率と検討用地震との対応において、地震ハザード曲線の地震別内訳に検討用地震が明示されているかを分析し、その超過確率が示されていることを確認する。

ここに明らかなように、原子力規制委員会は、事業者が策定した基準地震動の超過確率について「策定された基準地震動の応答スペクトルと地震ハザード解析による一様ハザードスペクトルを比較し、地震動の超過確率を適切に参照していることを確認する」、すなわち、事業者が地震動の超過確率を「参照」していることを確認しているだけで、「地震動の超過確率」が正しいものであるかどうかを確認しているわけではない。

年超過確率は、あくまでも「参照」するに過ぎない。それは、地震動の年超過確率が、不完全かつ不確実であり、とても実用できるものではないからである。

原子力規制委員会の更田委員長は、平成30年5月9日、安全目標と確率論的リスク評価についてではあるが、以下のように確率論的リスク評価の不確実性、不完全性について明言している（平成30年原子力規制委員会第8回臨時会13頁）（甲C54）。

安全目標と確率論的リスク評価を絡めて最も大きな誤解というのは、要するに個別のプラントのリスクが確率と被害の積でリスクで表現できて、それが原子力規制委員会が定めた目標と比較して個々のプラントを見ていける。全くそんな技術水準にあるわけではないし、それから、例えばm a n m a d eのテロリズム、確率で表現できるものではない。

不確実性ばかり言われるけれども、不確実性だけでなく、不完全性の方がより大きな問題で、全てのリスクを網羅した評価になっていないという、それ以上に、そもそももっと平たく言えば、考えていないことは入っていないのですね。ですから、想定外で機器が壊れたことというのは、リスク評価には想定外なのですから、こうやって壊れると考えていないものは結果に表れてこない。人のやることですから、当然、不完全さがある。むしろこの不完全さの持っている意味というのは非常に大きい。

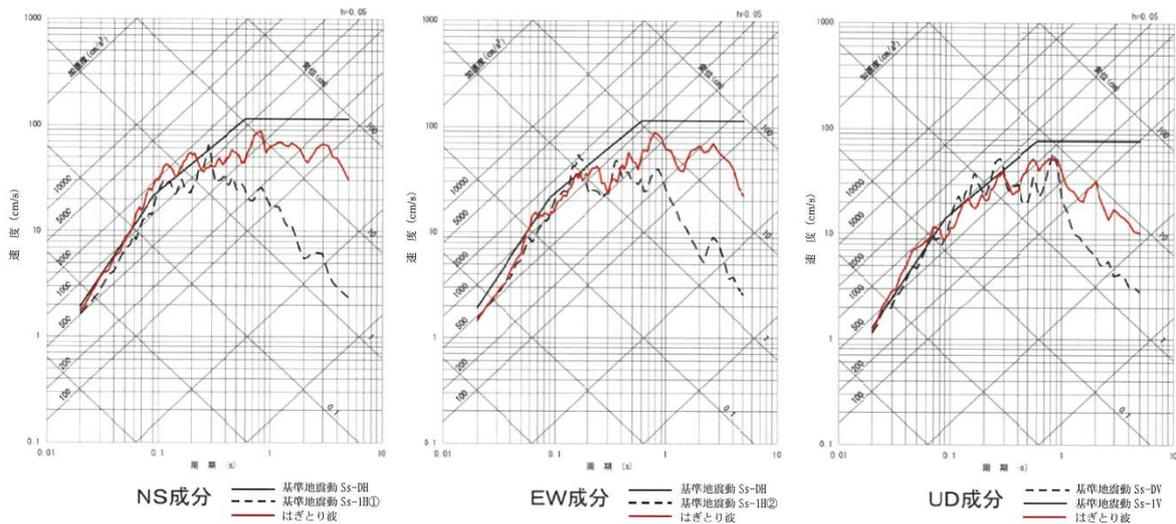
また、最終準備書面（7）で、述べるように、地震学の第一人者の一人である金森博雄名誉教授は、「地震現象が複雑な要素の間の相互作用に寄って支配される現象であるところからくる不確定さは、学者の議論では一般によく理解されていると思う」とした上で、「地震現象のような複雑な自然現象を確率という一つの量で正確に表せるかどうかは、甚だ疑問である。多くの場合・・・極めて不完全なデータに基づいて確率を計算せざるを得ない。したがって、ここで得られる“確率”は普通の意味の数学的な確率ではなく、多くの専門家の判断が入ったかなり主観的な“確率”である。」としている。

(5) 基準地震動の年超過確率が誤りであったことが実証されていること
ア 基準地震動の年超過確率は、まったく信頼できるものではなく、誤りであったことがすでに実証されている。

イ すなわち、被告は、平成18年9月の「改訂された耐震設計審査指針

を踏まえて、プレート間地震である1896年鹿島灘の地震(M7.3)について、本件発電所の敷地に厳しい影響を与えるように短周期レベルの不確かさを考慮するなどして、敷地の解放基盤表面(標高-370mの位置)に定義される基準地震動 S_s (最大加速度水平600ガル)を策定した」としている(被告準備書面(10)28頁)。

そして、この基準地震動の年超過確率について、被告は、「解放基盤表面での地震動の最大加速度と年超過確率の関係を日本原子力学会標準(2007)(15)に基づき算定し、その結果、基準地震動 S_s の年超過確率は $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 程度として」いた(甲D76「耐震設計審査指針の改訂に伴う日本原子力発電株式会社 東海第二発電所耐震安全性に係る評価について(基準地震動の策定及び主要な施設の耐震安全性評価)26頁」)。
 ウ ところが、このように保守的に策定したはずである基準地震動 S_s (最大加速度水平600ガル)は、2011年東北地方太平洋沖地震によって、大幅に超過した(被告準備書面(10)別冊図表19【図3-6】)。



【図3-6】解放基盤面におけるはぎとり解析結果(擬似速度応答スペクトル)

出典:「平成23年東北地方太平洋沖地震による女川原子力発電所及び東海第二発電所の原子炉建屋等への影響評価について~中間とりまとめ~(平成24年9月3日)(原子力安全・保安院)」(丙E第6号証112頁)

ようするに、基準地震動 S_s (最大加速度水平600ガル)の年超過確率が、 $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 程度だというのは、まったくのでたらめだったの

である。

エ この点について、被告は、「耐震バックチェックにおいて策定した基準地震動 S_s と、本件発電所で得られた東北地方太平洋沖地震の本震の観測記録（観測位置は解放基盤表面に相当する標高－372 m）のはざとり波とを比較すると、当該はざとり波の応答スペクトルは、一部の周期帯で基準地震動 S_s の応答スペクトルを超えているものの、大きく上回るものではない【図3－6】」と主張している（同28頁）。

オ しかし、ここで重要なのは、「一部の周期帯で」「大きく上回るものではない」いかどうかではなく、「基準地震動 S_s の年超過確率は $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 程度」と、きわめて保守的に策定されていたはずである基準地震動 S_s を、たやすく超えた、という事実である。

(6) 鉄道構造物では、地震動の発生確率は考慮していないこと

ア さらに、鉄道構造物の標準スペクトル L_2 では、地震動の発生確率は一切考慮されていない。この点は、原発においては「年超過確率」が持ち出されることと比較して、大きな違いである。

イ この点は、原子力規制委員会において、震源を特定せず策定する地震動の検討チームにおける、以下の発言に端的に表れている（下線は代理人）。

「○ 久田教授 工学院の久田です。

非常にわかりやすく合理的な設計をされている、大変参考になるかと思ったんですけど、ちょっと教えていただきたいのは、 L_2 地震動の定義で、建設地点で考えられる最大級の強さを持つ地震動となっているんですけど、これ「最大級」と言ってしまうと、際限がどんどんなくなって、ある程度目安みたいなものが必要だと思うんですけど、例えば建築的に言うと数百年に1回の地震、だけど選んでいるのを見ると活断層なので、ここではもしかしたら数千年、数万年に1回の地震という、なかなか決められないと思うんですけど、どの程度の標準の L_2 地震動というのはイメージされているのかなというのを教えていただきたいんですけど

も。

○ 坂井副主任研究員 ありがとうございます。

鉄道標準も平成11年、一つ前の基準につきましてはそれと同じような形で、確率を多少考えるような表現になっておりました。一方で、今回その改定に当たって、地震の発生確率というのは基本的に考えないようにしようということになっております。その理由としましては、例えばプレート境界で起きるような海溝型地震と内陸の活断層地震というのは、再現期間がかなり大きく違います。それによって例えば確率を考えてしまうと、活断層による地震の確率の、例えば今の現状の予測のレベルだとか、そういった観点で適切ではないんだらうなということを考えておりました、結論として設計地震動としては確率はあまり考えない。なので、直下に活断層があるということがわかっているのであれば、基本的にそこで地震が起きるものとして考えて、それに対して安全性を持たせましょうというような形に設定をしたということになるので、確率はあまり考えていないというのが現状になっております。」（甲D111の3 第2回議事録23頁。甲D109鉄道耐震設計40頁も同趣旨）

(7) 地震動の発生確率を考慮しないのは、土木構造物に共通の考え方となっていること

さらに言えば、このように、地震動の発生確率を考慮しないのは、鉄道構造物だけではなく、土木構造物に共通の考え方となっている。

ア 土木学会の土木構造物の耐震基準等に関する提言

1995年兵庫県南部地震によって土木構造物が非常に深刻な被害を受けたことを契機として、土木学会は、以下の提言をまとめた。

1995年5月「土木構造物の耐震基準等に関する提言」

甲D119 <http://www.jsce.or.jp/committee/earth/propo1.html>

1996年1月「土木構造物の耐震基準等に関する提言『第二次提言』」

甲 D 1 2 0 <http://www.jsce.or.jp/committee/earth/propo2.html>
2 0 0 0 年 6 月「土木構造物の耐震基準等に関する提言『第三次提言』」

甲 D 1 2 1 <http://www.jsce.or.jp/committee/earth/propo3.html>

これらの提言の骨子は、以下のとおりである。

- 1995年兵庫県南部地震において、重要な土木構造物が破壊されたという現実を直視し、それまでの土木構造物に関する耐震設計を全面的に見直したこと。
- 供用期間内に1～2度発生する確率を持つ地震動強さ（レベル1地震動）と、発生確率は低いが断層近傍域で発生するような極めて激しい地震動強さ（レベル2地震動）の2段階の地震動を想定すること（「2段階設計法」）。
- 第1次提言及び第2次提言では、レベル2地震動は「極めて稀であるが非常に強い地震動」という発生確率を念頭においた定義となっていたところ、第3次提言においては、レベル2地震動は「構造物の耐震設計に用いる入力地震動で、現在から将来にわたって当該地点で考えられる最大級の強さを持つ地震」と再定義されたこと。

イ レベル2地震動

レベル2地震動については、さらに、以下のとおり、解説されている。
2000年6月「土木構造物の耐震基準等に関する提言『第三次提言』」

甲 D 1 2 1 <http://www.jsce.or.jp/committee/earth/propo3.html>

「1. 地震動に強い社会基盤システムの構築と土木構造物の耐震性
(中略)

2. 耐震設計に用いるレベル2地震動

- (1) レベル2地震動は、現在から将来にわたって当該地点で考えられる最大級の強さを持つ地震動であり、内陸および海溝で発生する地震の活動履歴、震源断層の分布と活動度、活断層から当該地点に至る地下構造、当該地点の地盤条件、および強震観

測結果などに基づいて設定する。

- (2) レベル2地震動の設定では、震源断層の破壊過程や地盤条件の評価などに多くの不確実性が残されていることを十分に認識するとともに、地震動の予測手法の適用性や予測結果の妥当性についての十分な吟味が必要である。

さらに、地震動予測の精度を向上させるために、この分野に関わる最新の研究成果を取り入れ、地震動の予測手法を更新していくことが必要である。

- (3) 対象地点およびその周辺に活断層が知られていない場合でも、レベル2地震動の設定に当たってはマグニチュード6.5程度の直下地震が起こる可能性に配慮するものとし、これによる地震動をレベル2地震動の下限とする。

- (4) レベル2対象地震は、単一の地震に限定する必要はなく、複数の地震が選定されてもよい。また、同一地点のレベル2対象地震であっても、対象とする構造物の動的力学特性によって結果として対象地震が異なることがありうる。

(後略) 」

ウ 土木学会 「土木構造物の耐震基準等に関する第3次提言と解説」平成12年6月

さらに、土木学会は、「土木構造物の耐震基準等に関する第3次提言と解説」(「第3次提言解説」)において、レベル2地震動について、第1次提言及び第2次提言では「極めて稀であるが非常に強い地震動」という発生確率を念頭においた定義となっていたところ、第3次提言においては、レベル2地震動は「構造物の耐震設計に用いる入力地震動で、現在から将来にわたって当該地点で考えられる最大級の強さを持つ地震」と再定義した理由について、以下のとおり、詳細に解説している。

その主要な記載について、抜粋する(甲D122)。

<http://www.jsce.or.jp/committee/earth/propo3/index.html>

(引用はじめ)

4.1.2 用語説明

レベル2地震動とは構造物の耐震設計に用いる入力地震動で、現在から将来にわたって当該地点で考えられる最大級の強さをもつ地震動である。

レベル2地震動という用語におけるレベルとは、地震動強さのレベルを指すものであり、地震危険度のレベル（再現期間や年超過確率）とは必ずしも一義的に対応しない。「第1次,第2次提言」でレベル2地震動は「極めて稀であるが非常に強い地震動」と表現されているが、陸地近傍で発生する大規模なプレート境界地震と主要な活断層による内陸直下の地震は、大きな地震動強度を示す点では共通性があるが、再来期間は前者が100年オーダー、後者が1000年オーダーと大幅に異なっている。しかも全般的に特定の地震の発生頻度に関する情報は現時点では極めて不足しているため発生頻度の点では両者を同列に扱いにくいことから、レベル2地震動の尺度として地震動強度を採用することとした。

4.2.1 レベル2対象地震

レベル2地震動は、原則として対象となる地震（レベル2対象地震）を選定した上で、そのような地震が発生した場合の地震動として設定する。

(中略)

土木学会の第二次提言の解説2)でも指摘されているように、地震荷重評価の観点からはできる限り共通の意思決定規範が用いられるべきであり、加えて性能規定型設計法への移行の趨勢を踏まえれば、地震によるリスクをより定量化しようとする流れは避けられない。こうした観点からは、レベル2地震動が確率論的な地震危険度レベルと系統的に対応した形で設定できれば理想的である。しかしながら、現時点では次に述べる理由により、レベル2地震動を地震危険度レベルと定量的に関係づけて定義するには難しい面が多い。

- (a) 土木学会第二次提言の解説2)でも述べられているように、兵庫県南部地震の際に経験したような活断層近傍の地震動を荷重評価に反映させるためには、確率論的地震危険度解析において1,000年のオーダーの再現期間を考慮する必要がある。しかしながら、過去の地震データが得られている期間や活断層データの精度から見て、このような低頻度の問題を確率論的地震危険度解析で扱うにはオーダーの評価が精一杯で、定量的にこれ以上細かい議論を行うには無理がある。
- (b) 土木学会の第二次提言で、地域ごとに脅威となる活断層を同定してその震源メカニズムを想定することをレベル2地震動設定の基本方針とした理由として、再現期間を大きくとるほど当該地点に影響を与える地震の種類が限定され、多くの地震が関与するランダムな荷重環境から特定の地震の影響が卓越する環境に近づくことがあげられている2)。これは当該地点に最大級の強さの地震動をもたらし得る地震（＝レベル2対象地震）が、ある程度特定できることを示唆するものではあるが、特定の地震が卓越してくる再現期間は地点ごとにさまざまである可能性が高い。
- (c) 地域によっては再来間隔が100年オーダーの地震であっても当該地点に最強の地震動をもたらし得る場合もあれば、逆に別の地域では再来間隔が10,000年オーダーの活断層がレベル2対象地震の候補となる可能性もあり得る。土木学会の第二次提言では、レベル2地震動は「きわめて稀であるが非常に強い地震動」と定義されており、具体的な地震動のイメージとして「マグニチュード7クラスの内陸地震による震源断層近傍の地震動」と「陸地近傍で発生する大規模なプレート境界地震による震源域の地震動」が示されている2)。そこではレベル2地震動の要件として「発生頻度が低い」という面と「大きな強度を持つ」という面の2つの側面が読み取れるが、内陸活断層による地震の発生頻度と、陸地近傍で発生する大規模なプレート境界地震（関東地震や東海地震など）の発生頻度には大きな違いがある。現時点ではこうした点をいかに解釈するかを含めて、レベル2地震動を確率論的

な地震危険度レベルと定量づけて定義することにコンセンサスが得られていたとは言い難い。

(引用おわり)

エ 以上のおり、土木構造物では、2000年の段階で、「過去の地震データが得られている期間や活断層データの精度から見て、このような低頻度の問題を確率論的地震危険度解析で扱うにはオーダーの評価が精一杯で、定量的にこれ以上細かい議論を行うには無理がある」として、レベル2地震動の尺度としては地震動強度のみを採用し、発生確率に関する記述を廃したのである。鉄道構造物においても、これを忠実に守り、鉄道構造物の標準スペクトルL2では、地震動の発生確率は一切考慮されていない。

(8) 野津厚氏の意見

野津厚氏は、被告の基準地震動の年超過確率について、以下のとおり警鐘を鳴らしている。

「日本原子力発電は、基準地震動の年超過確率を 10^{-4} ～ 10^{-5} 程度などと主張していますが¹⁾、確率論的地震危険度解析に基づくこれらの数字が極めて信頼性に乏しいことは多くの専門家が指摘しており、筆者も同意見です。本稿の「2」で述べたように、「その場所でその規模の地震が起こるとは思っていなかった」ような地震が度々発生しているのですから、年超過確率の数字が信頼性に乏しいことは明らかです。この点については拙著「確率論的地震危険度解析に過度の期待が寄せられることへの危惧」⁵⁰⁾も参照ください。本稿の「2」で紹介した武村¹⁰⁾の言葉「地震の発生予測が短期であろうが長期であろうが簡単でないことは誰の目にも明らかです。地震学者や国やマスコミは予測をあまりに楽観的に考えすぎていませんか」は確率論的地震危険度解析にこそ最も良く当てはまるものです。確率論的地震危険度解析では種々の確率変数について例えば「ガウス分布に従う」などの検証されていない仮定がなされています。

確率論的地震危険度解析に使用されている確率モデルや解析結果の検証には非常に長い時間がかかり（年超過確率 10^{-5} という数字を検証するのにどれほど長い時間がかかるか容易に想像できます）、検証の結果間違っていたことが判明したときにはすでに遅いのですから、こうした未検証の数字を示すことはまさにモラルハザードです。川島はその著書¹²⁾で「常識的に考えて、軽々しく被害確率が 10^{-4} /年とか 10^{-6} /年ということがいかに非現実的かは明らかである」と述べています。この主張に全面的に賛成します。」（甲D194野津厚意見書36頁）。

(9) 小括

以上のとおり、被告が主張する基準地震動の年超過確率は全く信頼できるものではない。

したがって、被告が策定した基準地震動は、東海第二原発を襲う可能性がある地震動をカバーしているとはいえない。

第5 被告が策定した基準地震動を超える地震動が発生する具体的危険（その2）

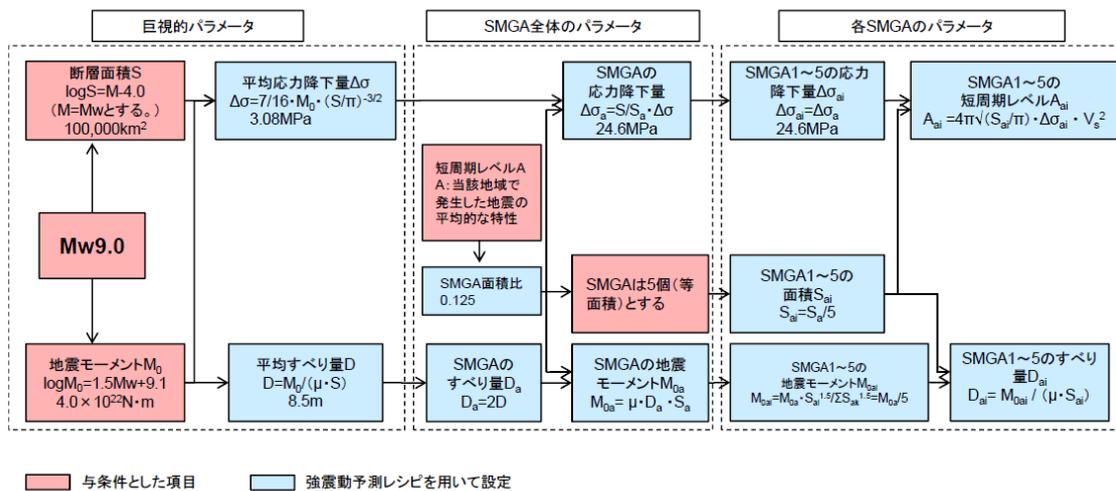
1 はじめに

(1) 被告は、海洋プレート間地震についての断層モデルを、政府の地震調査研究推進本部地震調査委員会がとりまとめた「震源断層を特定した地震の強震動予測手法」（「強震動予測レシピ」）（甲D77、平成29年（2017）年4月）に基づいて設定している。下図の（野津証人尋問スライド10、甲D53・126頁）の青の部分が強震動予測レシピを用いて設定したもので、赤の部分が被告が条件としたものである（野津証人7頁）。

4. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 4.1 プレート間地震
基本震源モデルの設定フロー

第358回審査委員会
資料1修正

■ 巨大プレート間地震に対し強震動予測レシピが適用できることは諸井ほか(2013)で示されている。よって基本震源モデルについて、強震動予測レシピに基づいてパラメータ設定を行う。



(SMGA: 強震動生成域)



■断層形状、SMGA位置等については下記の通り設定する。

【断層形状】

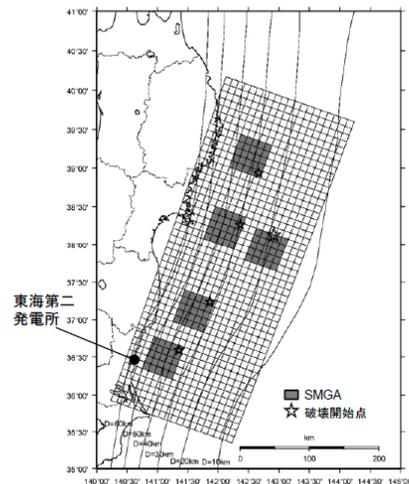
- ・長さ、幅は、2011年東北地方太平洋沖地震の震源域を参考にそれぞれ500km、200kmとする。
- ・走向は、2011年東北地方太平洋沖地震に関する防災科学技術研究所F-netのCMT解を用いる。深さは、太平洋プレートの上面に沿ってモデル化する。

【SMGAの位置】

- ・地震調査研究推進本部の領域区分に基づき5個のSMGAを設定し、2011年東北地方太平洋沖地震のSMGAや、それぞれの領域で過去に発生したM7～M8クラスの地震の震源域を参考に配置する。
- ・茨城県沖のSMGA位置は、2011年東北地方太平洋沖地震の敷地での観測記録を再現できる位置としており、各文献で示された2011年東北地方太平洋沖地震のSMGAの中では敷地に最も近い位置である。
- ・この位置は、過去に発生したM7クラスの地震の中では最も敷地に近い1938年塩屋崎沖の地震(M7.0)や1896年鹿島灘の地震(M7.3)の震央位置と対応していることを確認している。

【破壊開始点】

2011年東北地方太平洋沖地震の震源位置に設定する。



基本震源モデル



- (2) 強震動予測レシピは、地震動予測の一手法である。当該地点において、未だ地震が発生していない場合は、この地震動予測の精度がどの程度のものかを計ることは困難である。これに対して、現に地震が発生し観測記録が得られている場合は、地震動予測と観測記録を比較することによって、地震動予測手法の適用性を確認することが可能となる。
- (3) この点について、被告は、「巨大プレート間地震に対して適用性を確認した強震動予測レシピに基づきパラメータを設定している。」「基本震源モデルによる評価結果は、2011年（平成23年）東北地方太平洋沖地震における敷地観測記録と良く対応していることを確認している」などと主張している。
- (4) これに対して、野津証人は、以下のとおり述べている。

「日本原子力発電がプレート間地震を対象に行っている強震動評価の決定的な不備は、一言で言えば、東北地方太平洋沖地震の経験から十分に

学ばないうちに次の予測に進んでしまっているという点です。東北地方太平洋沖地震では、福島第一原子力発電所および女川原子力発電所において、基準地震動を上回る地震動を観測しました。断層面上でどのように強震動が生成され、その結果としてどのように基準地震動を上回る地震動となったのか、日本原子力発電は十分な分析を行っていません。」
(甲D194意見書5頁、野津証人7頁)。

- (5) 2011年(平成23年)東北地方太平洋沖地震においては、各地で詳細な観測記録が得られている。そこで、これらの観測記録を、強震動予測レシピで再現できるかどうか、が問題となる。
- (6) 結論を述べれば、強震動予測レシピでは、2011年(平成23年)東北地方太平洋沖地震の観測記録を再現できない。

2 東北地方太平洋沖地震の際、第二波群の先頭に、大振幅の、構造物にとって脅威となるパルス波が含まれていたこと

(1) 2011年東北地方太平洋沖地震の地震波形の確認

前述したとおり、我が国で全国に地震観測網が整備されるようになったのは、1995年(平成7)年兵庫県南部地震が契機であった。全国の強震観測記録は、まだわずか20年程度分しかない。

そして、2011年東北地方太平洋沖地震は、今日のような密な強震観測網が構築されて以来、初めて発生したM9クラスの巨大地震である。この地震の発生により我々はM9クラスの巨大地震による強震動の実態を初めて知ったのである。

したがって、まず、何よりも、2011年東北地方太平洋沖地震の観測記録をつぶさに観察し、今後の地震動予測には、この知見が十分に活かされなければならない。

そこで、まず、議論の前提として、2011年東北地方太平洋沖地震の地震波形を確認する。

以下は、東北地方太平洋沖地震における、MYGH12とMYG013という観測点における観測記録である(MYGH12やMYG013は、

宮城県の観測点である)。

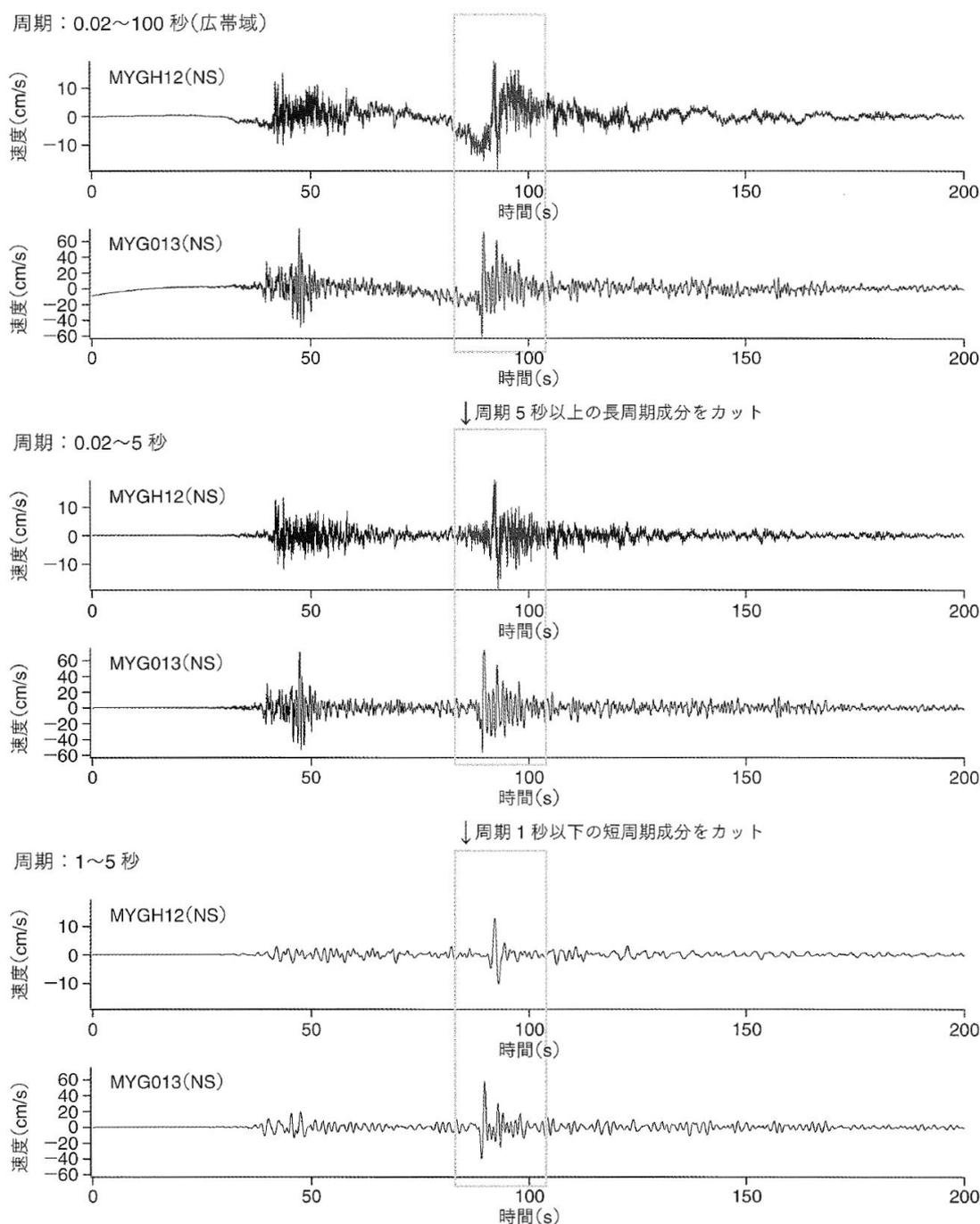


図1—東北地方太平洋沖地震の際に観測された強震動パルスの例

(甲D80「科学 2015.10」975頁)

地震発生から約80秒後付近の、上記の四角で囲ったものが、問題となる第二波群の先頭に位置するパルスである。

MYGH12での最大速度は20 cm/sであるのに対して、MYG013での最大速度は73 cm/sである。これは、地盤条件によって増幅されたためである。

このほか「仙台市内の七郷中学校では、やはり第二波群先頭のパルスが支配的であり、パルスの震幅はNS成分で114 cm/sに達していた」(甲D80「科学2015.10」976頁)。

(2) 女川原子力発電所で観測された強震動パルス

東北地方太平洋沖地震では、女川原子力発電所でも、強震動パルスが観測された。女川原子力発電所では、周期2秒程度のパルス状の地震波が観測され、これが最大加速度の値が大きくなる原因であった。このことは、入倉孝次郎氏のグループも指摘している(甲D194野津意見書5頁、甲D123 Short-period Source Model of the 2011 Mw9.0 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake kurahashi & irikura(2013) 2011年 Mw9.0 東北地方太平洋沖地震の短周期震源モデル(倉橋・入倉2013))。

なお、入倉孝次郎氏は、我が国を代表する強震動地震学学者であり、強震動予測レシピの生みの親でもあることは、第4で述べたとおりである。

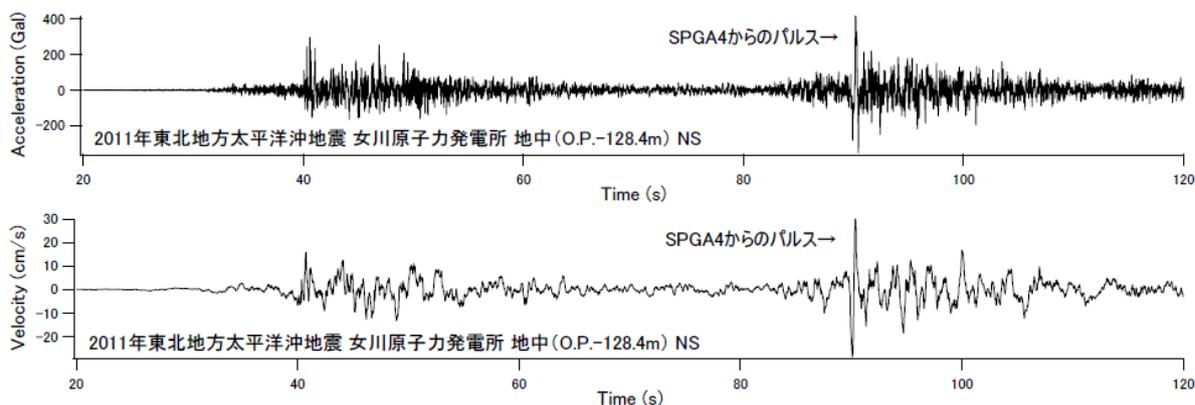


図7 東北地方太平洋沖地震の際に女川原子力発電所の深さ128mで観測されたNS成分の加速度波形と速度波形。この図面上の90秒付近に加速度で見ても速度で見ても振幅の大きいパルス波が到来している。これがSPGA4に由来するパルス波である。

なお、野津証人は、入倉孝次郎氏について、「そもそもこの分野に携わるきっかけとなったのは1995年兵庫県南部地震です。この地震による土木

構造物の大被害をもたらしたのは、アスペリティの破壊に起因する周期1-2秒のパルス状の地震動でした。当時京都大学防災研究所におられた入倉孝次郎先生のグループが、断層面上に複数のアスペリティを置いた震源モデルにより、このパルス波を精度良く再現できることを示されました」として、その功績と知見について紹介している（甲D194野津意見書2頁、野津証人10頁）。

(3) 強震動パルスが大被害をもたらすこと

大地震が大被害をもたらすことについて、第1において、代表的な例として、1948年福井地震（Mj7.1）と、1995年兵庫県南部地震（Mj7.3）、1994年ノースリッジ地震（Mj6.8）を、とりあげた。

このうち、1995年兵庫県南部地震（Mj7.3）と1994年ノースリッジ地震（Mj6.8）では、強震観測記録が得られている。

1995年兵庫県南部地震は、主要な地震動の継続時間はわずかに20秒程度であった。にもかかわらず、このような大被害が生じたのは、周期1秒～2秒程度の強震動パルスが原因であった（甲D80野津厚「不幸中の幸いであった東北地方太平洋沖地震の強震動生成過程から原子力発電所の耐震安全を考える」（科学2015.10 976頁））。

このような強震動パルスは、実は、アメリカ・カリフォルニアで発生した1994年ノースリッジ地震（Mj6.8）でも観測されていた。しかし、当時は、「カリフォルニア特有の現象である可能性を捨てきれなかった」（甲D163瀬戸一）ため、日本の耐震設計において、直ちに考慮されることはなされなかったのである。

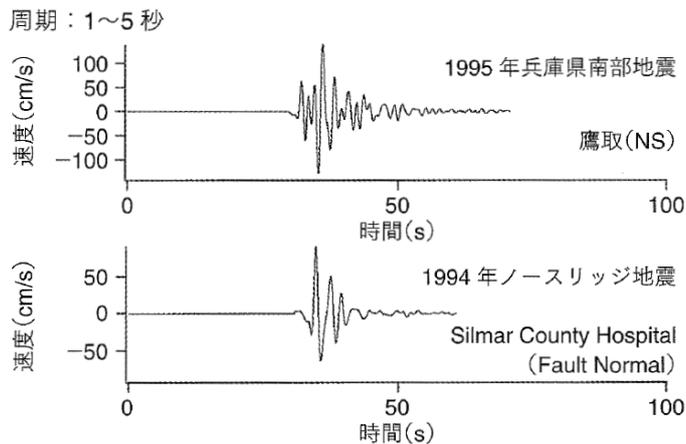


図2—内陸地殻内地震による強震動パルスの例(周期1～5秒の帯域の速度波形)

(甲D80「科学 2015.10」976頁)

(4) 強震動パルスとは

強震動パルスについては、次のように説明されている。

「震源断層の近傍の観測点において、断層面を伝播するすべり破壊が近づいて来る場合、断層各点から発生するパルス状の強震動（以下、要素パルス）が建設的に重なり合うことによって、指向性パルスは発生する。

1995年兵庫県南部地震の際、神戸市では六甲断層帯の走向に直交する北北西-南南東方向に多くの建物をなぎ倒すような強烈な強震動が観測されたが、指向性パルスがその成因のひとつと考えられている（その破壊力からキラーパルスとも呼ばれた）（甲D155強震動地震学講座第15回（久田嘉章））

野津証人は、強震動パルスがなぜ大被害をもたらすのかについて、その物的的な意味を、次のように説明した。

「地震波の大きさを測るときに、加速度で測る場合と、速度で測る場合がありますけれども、それを簡単に言いますと、加速度というのは、車が、アクセルを踏んでるときに、ぐうっと体に力が掛かる状況にな

るかと思えますけれども、その状態が加速度でありまして、それに対して、速度というのは、ある一定の時間、アクセルを踏み続けると、次第にスピードが上がっていくわけで、最終的には、アクセルを離してもスピードが出続けている状態になりますが、そのことを速度というふうに呼んでいるわけです。で、それは車の場合でしたけれども、同じように地震波の場合も、加速度と速度というのがございますが、こういったパルス状の地震波で、かつ、周期が1秒から2秒くらいのパルス状の地震波といたしますのは、加速度も大きくて、かつ速度も大きいという特徴があります。その結果として、構造物に大被害をもたらしやすいということになりますが、加速度の大きさは、構造物に作用する力と深い関わりがありますので、まず、構造物に最初の損傷が生じるかどうかということについては、どちらかというところ、加速度の大小が、影響が大きいと言えます。しかしながら、一旦構造物に損傷が生じたときに、その損傷がどこまで生じるかということについては、どちらかというところ、速度の影響が大きいと言えます。それは、構造物に大きな損傷をもたらすためには、一定期間、力を加え続けていなければ、大きな損傷になりにくいわけでありまして、例えば、その力を加える時間が0.1秒とか0.05秒といった短い時間であれば、構造物に損傷を生じて、その損傷が大きなものには育たないということがあります。」(野津証人13頁～14頁)

すなわち、地震は往復する波であるので、ごく短い時間で加速度が増えたり、あるいは、逆側にマイナスになったりする。

加速度が大きくても、それが一瞬のことであれば、すぐ反対向きの力になってしまうので、構造物に対しての力は総体的に小さくなる。これに対して、加速度が大きくなるのが一瞬のことではなくて、ある程度の時間、0.5秒とか1秒とか、そういう時間、加速度が大きいということになれば、これは構造物に対しての力は総体的に大きくなる。

一方で、速度は、同じ向きの加速度を受けた結果、大きくなっていく

ものであるから、同じ向きの加速度が一瞬であれば速度は大きくならないけれども、同じ向きの加速度を一定の時間受ければ速度は大きくなる、

このような関係から、加速度が大きいだけでなく、速度も大きい波が、構造物に対する影響が大きくなるのである。

(5) 共振について

一方で、地震による破壊の例としては、共振という現象がある。共振と強震動パルスの関係について、次のように説明した。

「構造物には、それぞれ、揺れやすい周期がありまして、例えば、高い建物であれば長い周期の波で揺ると揺れやすい、それから、低い建物であれば、短い周期の波で揺ると揺れやすいという現象が共振というものですけれども、この共振という現象が生じると、たとえ地盤のほうの揺れが余り大きくなくても、共振という現象が生じることによって、構造物に作用する加速度が大きくなるということがあります。したがって、共振という現象は昔から着目されていた現象ではありますけれども、しかし、この兵庫県南部地震に見られるような、こうしたパルス的な地震波の場合には、共振という現象が必ずしも重要な役割を果たしていません。なぜなら、この地盤の加速度自体が非常に大きいので、その共振という現象を介さなくても、構造物に対して大きな加速度を作用させ得るような波です。したがって、こういった兵庫県南部地震で見られたようなパルス状の地震波の場合は、この入ってきた地震波の、その周期の特性と、構造物の固有周期が一致するかどうかということについては、相対的には余り重要ではなくなってきた、こういったパルス的な波というのは、様々な固有周期を持つ幅広い構造物に対して影響を及ぼし得るものだと考えてます。で、実際に、兵庫県南部地震のときに様々な固有周期の特性を持った構造物に対して被害が出ています。」(野津証人 17頁)

(6) 海溝型巨大地震において、強震動パルスは何度も観測されてきた

東北地方太平洋沖地震の際に女川原子力発電所周辺で観測されたパルス波と類似のパルス波は、宮城県だけでなく、福島県や茨城県でも観測されている（甲D194野津意見書16頁、野津証人41頁、甲D79）。

そして、海溝型巨大地震による強震動パルスの生成は、東北地方太平洋沖地震だけに見られる現象ではない。2003年十勝沖地震（甲D79）、1978年宮城県沖地震（甲D170松島・川瀬「海溝性地震におけるスーパーアスペリティモデルの提案」）、1968年十勝沖地震（Mori and Shimazaki「High stress drops of short-period subevents from the 1968 Tokachi-oki earthquake as observed on strong-motion records」）、など強震記録の取得されている主要な海溝型巨大地震において、強震動パルスの生成が確認されている（甲D194野津意見書16頁）。

海溝型巨大地震による強震動パルスの生成は普遍的な現象である。

(7) 小括

以上のとおり、「パルスの形状や周期特性という点で、東北地方太平洋沖地震の際に観測された強震動パルスは、内陸地殻内地震による強震動パルスとよく似ており、震幅が大きければ構造物にとって脅威となる」（D80「科学2015.10」975頁）。

3 強震動予測レシピ（SMGAモデル）では、強震動パルスを表現できないこと

では、東北地方太平洋沖地震の際に観測された強震動パルスは、強震動予測レシピ（SMGAモデル）で再現できているかが、問題となる。

(1) 被告の主張

被告は、

日本原電は、東北地方太平洋沖地震の地震動についても、強震動予測レシピが適用できると主張して、その根拠として、諸井ほか2013（丙D44）をあげている。

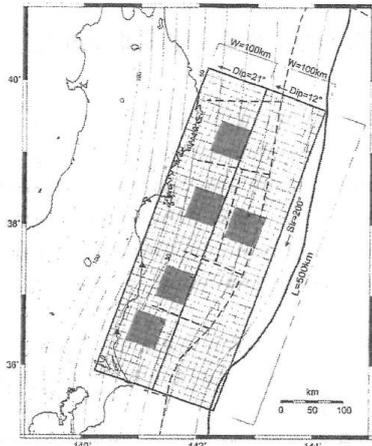


図1 震源モデル（背景の太線は日本海溝、破線は海溝型地震の発生領域、点線はJ-SHISの太平洋プレート上面等深線）

表1 断層パラメータ

	面積 S(km ²)	地震モーメント M ₀ (Nm)	平均すべり量 D(m)	応力降下量 Δσ(MPa)	短周期ペナル A(Nm/s ²)
断層全体	100,000	4.0E+22	8.5	3.08	2.97E+20
SMGA1個あたり	2,500	2.0E+21	17.1	24.6	1.33E+20
背景領域	87,500	3.0E+22	7.3	4.9	—

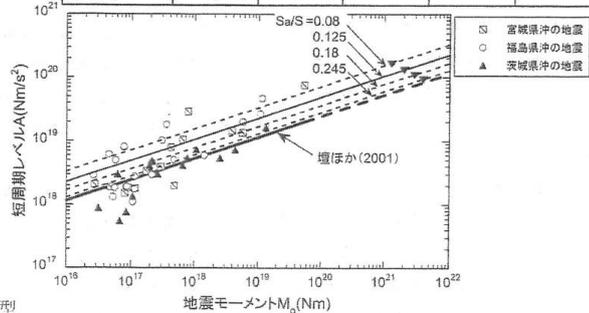
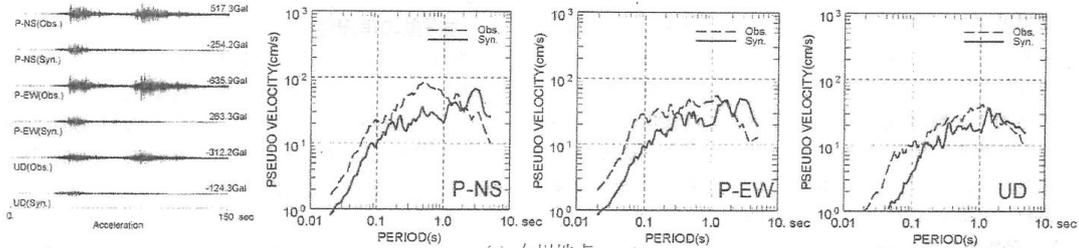


図2 当該3地域の中小地震とSMGAのM₀-A関係

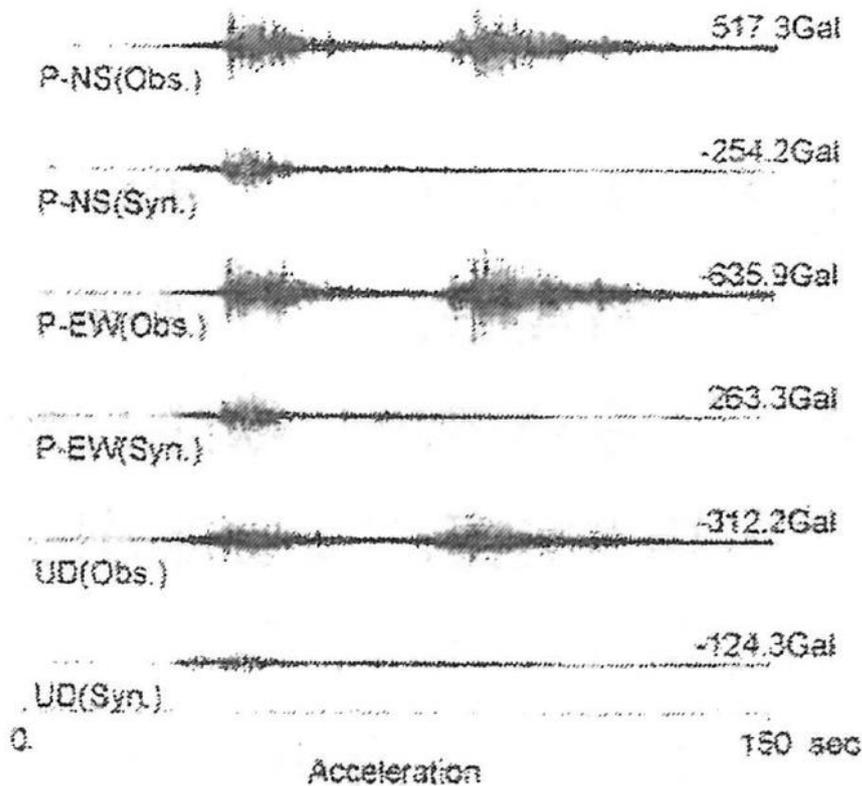


「諸井の論文では、この左上の図1とされるような震源モデルが考慮されておりまして、この中では、SMGAと呼ばれる、一辺の大きさが、少なくとも50キロくらいあるような、かなり面積が大きな領域ですね、この図1の中にハッチングしてある場所が5か所ございますけれども、岩手沖に1つと、それから宮城県沖に2つ、それから福島沖に1つと、茨城沖に1つ、全部で5か所のSMGAと呼ばれる領域がございますが、それを組み合わせて地震動を計算するというモデルが、この諸井ほかの論文で取り上げられているモデルであります」（野津証人31頁）

(2) 諸井ほか2013（丙D44）では、地震動が再現できていないこと
 しかしながら、諸井ほか2013（丙D44）では、強震動パルスを再現できていないことに加えて（野津証人118頁）、そもそも、基本的な地震動すら全く再現できていない。

その特徴的な点を述べれば、以下のとおりである。

ア 下図は、諸井ほか2013(丙D44)の図3の左上の図である((a)女川地点)。



この図では、6つの波形が書かれていて、上から1番目、3番目、5番目が「Obs.」と書かれているのは、「観測、オブザベーション」の意味であり、観測された地震波という意味である。このObs.と書かれている波形に着目すると、それぞれ、前半に一山、それから後半に一山、大きく2つの山があるような波形が観測されている。

これに対して、上から2番目、4番目、6番目の「Syn.」と書かれているのは、「シンセティックの略」であり、これが、諸井ほかの震源モデルに基づいて計算された波という意味である(野津証人32頁～33頁)。

ここでは、1番目のObs.と2番目のSyn.が、「NS」すなわち南北成分のセットである。同様に、3番目と4番目は「EW」すなわち東西成分のセット、5番目と6番目は「UD」すなわち上下成分のセットである。

一見して明らかなおり、上から 2 番目, 4 番目, 6 番目の「S y n .」(諸井ほかの震源モデルに基づいて計算された波)は、上から 1 番目, 3 番目, 5 番目の「O b s .」(観測波)を、まったく再現できていない。

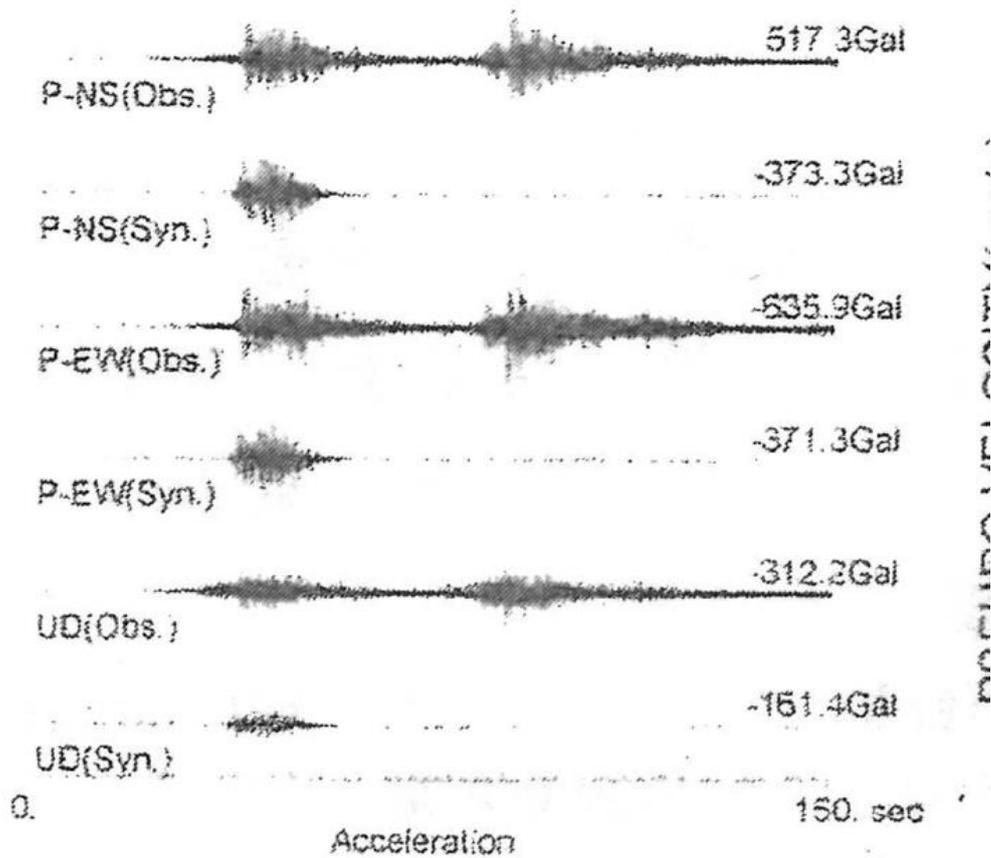
この理由について、野津証人は、以下のとおり述べている。

「2 つの波形を説明するために、宮城県沖に、少なくとも 2 つの大きな破壊を考えるとすることは、東北地方太平洋沖地震の研究を行っている研究者の間で、比較的幅広く採用されている考えでありまして、2 つの破壊領域というか、S M G A が宮城県沖に置かれているというのは、元々はそのような考えがあろうかと思えます。ただ、しかしながら、この諸井ほかの論文で採用されている S M G A の配置では、1 つ、ほかの研究者と大きく異なる点がございまして、それは、沖合側の S M G A が先に破壊をして、そして、陸側の S M G A が後から破壊をしたというふうに考えている点であります。そして、その沖合側の S M G A と陸側の S M G A、その 2 つの S M G A から出てきた地震波が、タイミング的にうまく重なることによって、宮城県内の波形を生成したというふうに考えているわけですがけれども、その結果として、諸井ほかの計算結果では、1 つ目の波群しか説明できないという結果になっております。」(野津証人 3 2 ~ 3 3 頁)

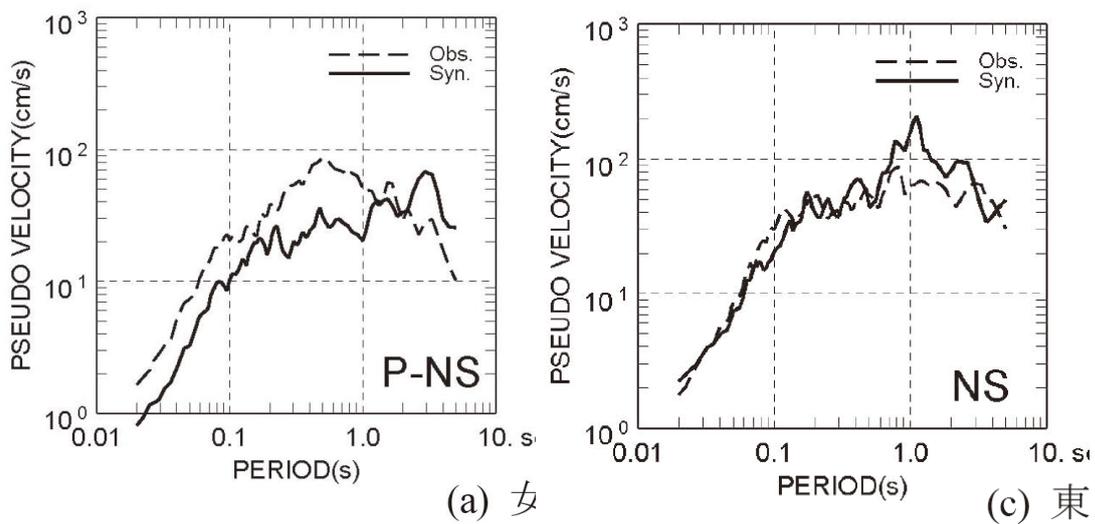
イ 下図は、諸井ほか 2 0 1 3 (丙 D 4 4) の図 4 の左の図である(震源の地域性を考慮した女川地点の強震動(短周期レベルを 1. 4 倍)

諸井ほかの論文では、「東海地点に比較して女川地点の解析結果はやや過小評価となっている。」「そこで 1 9 7 8 年宮城県沖地震を参考に、宮城県沖 S M G A の短周期レベルをかさ上げすることで、震源の地域性の影響を取り込んだ評価を行った。その結果は図 4 のとおりであり、地震動レベルの再現性が有意に高まっている。」とされている。

しかし、これをもって、「地震動レベルの再現性が有意に高まっている。」とはとても言えない。



ウ 上記は時刻歴波形についての比較であるが、応答スペクトルの比較においても、再現はできていない。下の左側は、丙D44の図3(a)女川で、右側は(c)東海の、P-NSのグラフである。

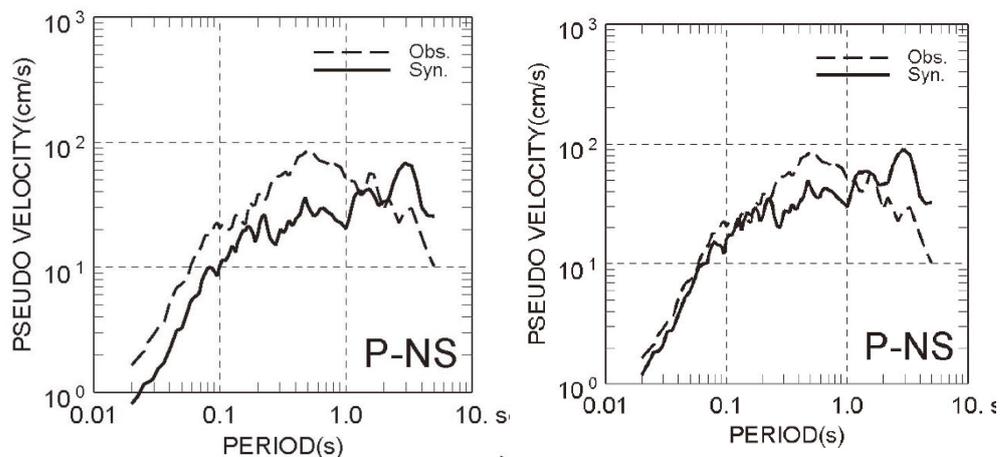


「地震動レベルの観測記録との整合性を地点ごとに見ると、東海地点に比

較して女川地点の解析結果はやや過小評価となっている。」と丙D44の本文中にも記載されているが、このグラフの横軸は周期、縦軸は速度で、いずれも対数のグラフであるから、周期によっては、5倍くらい観測値の方が大きい。逆にいえば、周期によっては、シミュレーションでは、観測値の5分の1しか再現できていないということである（川里証人36頁）。

下の左側は、丙D44の図3(a)女川で、右側は図4女川のP-N Sのグラフであり、短周期レベルを1.4倍かさ上げしたものである。2つのグラフのOBSの観測は、同一のものである。

しかし、これでも、横軸の周期の0.3秒付近から1秒付近までは、やはり、観測記録を再現できていない。この程度の再現をもって、諸井ほか2013（丙D44）は、「地震動レベルの再現性が有意に高まっている」と評価しているのである。



(a) 女の地域性を考慮した女川地点の

エ この点について、野津証人は、以下のとおり述べた。

「再現性が高まっているとは考えられません。先ほどと同じように、沖合側のSMGAがまず破壊して、その後で、陸側のSMGAが破壊し、その2つのSMGAからの波が重なることによって、この1波目の波形を計測しているわけですがけれども、それでも、2つのSMGAの破壊を合わせたとしても、なお、まだ振幅的に観測された値には至っておりません。例えば、奇数番号のObs.と書かれているところの振幅と、偶数番号のS

y n . の計算結果の振幅を、最大加速度で比べてみていただいても、計算結果のほうが、これでもまだ小さくなってしまっております。そして、なおかつ、その2波目については全く再現されておられません。」(野津証人34～35頁)

そして、さらに重要な点は、以下である。

「もし、これを、結果を改善しようとするれば、まず、1つ目の、陸側のSMGAが先に破壊をして、それから、沖合側のSMGAが後から破壊したというように、東北地方太平洋沖地震の際に実際に起きた現象と合わせる形で、そのようにモデルを修正した上で、かつ沖合のSMGAに関しては、かなり大きな短周期レベルを与えなければ、この2波目の大きな振幅は再現できないと思います。したがって、この1.4倍という大きさは、全くもって不十分であるということが言えると思います。沖合にSMGAがありますと、距離が遠くなりますので、したがって、沖合のSMGAで、2波目の波形を再現しようとするれば、当然、距離が遠い分だけ、強い震源を沖合に置かなければいけないことになりますので、1.4倍では全く足りないということになります。」(野津証人35頁)

すなわち、このモデルを、2つのSMGAの破壊の順番を入れ替えて、東北地方太平洋沖地震の際に実際に起きた現象と合わせる形(1つ目の陸側のSMGAが先に破壊をして、それから、沖合側のSMGAが後から破壊したモデル。これによって、時刻歴波形に2つ目の山が表現できる)に修正した場合は、後に破壊した沖合のSMGAは、観測点に対してさらに距離が遠くなる。

そして、2波目の波形を沖合のSMGAによって再現しなければならず、距離が遠い分だけ、強い震源を沖合に置かなければいけないことになる。かなり大きな短周期レベルを与えなければ、この2波目の大きな振幅は再現できない。したがって、この点からも、1.4倍という大きさは、全くもって不十分だということになる。

オ 以上のとおり、日本原電は、東北地方太平洋沖地震の地震動についても、強震動予測レシピが適用できると主張して、その根拠として、諸井ほか2013（丙D44）をあげているが、諸井ほか2013（丙D44）では、東北地方太平洋沖地震の地震動についても、地震動の重要な部分が再現できていない。

(3) 他の研究者の研究

甲D194意見書図12は、後述する野津証人が策定したSPGAモデルと、他の研究者のSMGAモデルを対比したものである。図12の右側の図で宮城県沖では、例えば「Sato, 2012」の論文（甲D82）では緑色の四角が2個、「Asano and Iwata 2012」（甲D83）でも赤い四角が2個、さらに「Kawabe and Kamae, 2013」（甲D84）でも点線の四角が2個ある。これらは、宮城県内で観測された地震波を何とか再現しようというふうに努力した、その結果のモデルである（野津証人36頁）。

SPGAモデル	SMGAモデル
東北地方太平洋沖地震をはじめとする海溝型巨大地震において特徴的な強震動パルスのパルス幅と調和的なサイズのサブイベント(SPGA)から構成される震源モデルであり、サブイベントのサイズは対象地震の場合一辺が数km程度。	より広い領域(対象地震の場合、一辺が数十km程度)からまんべんなく強震動が生成されるとする震源モデル。

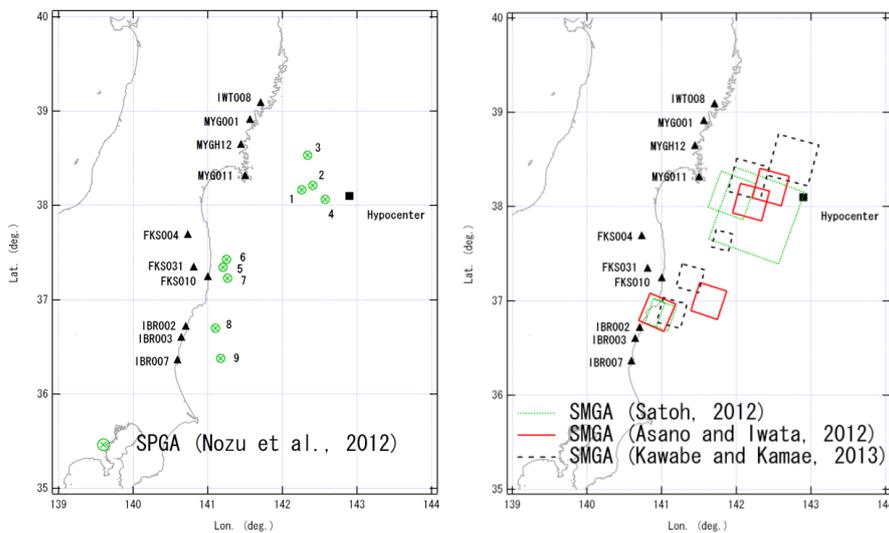


図12 2011年東北地方太平洋沖地震を対象としたSPGAモデルとSMGAモデルの比較

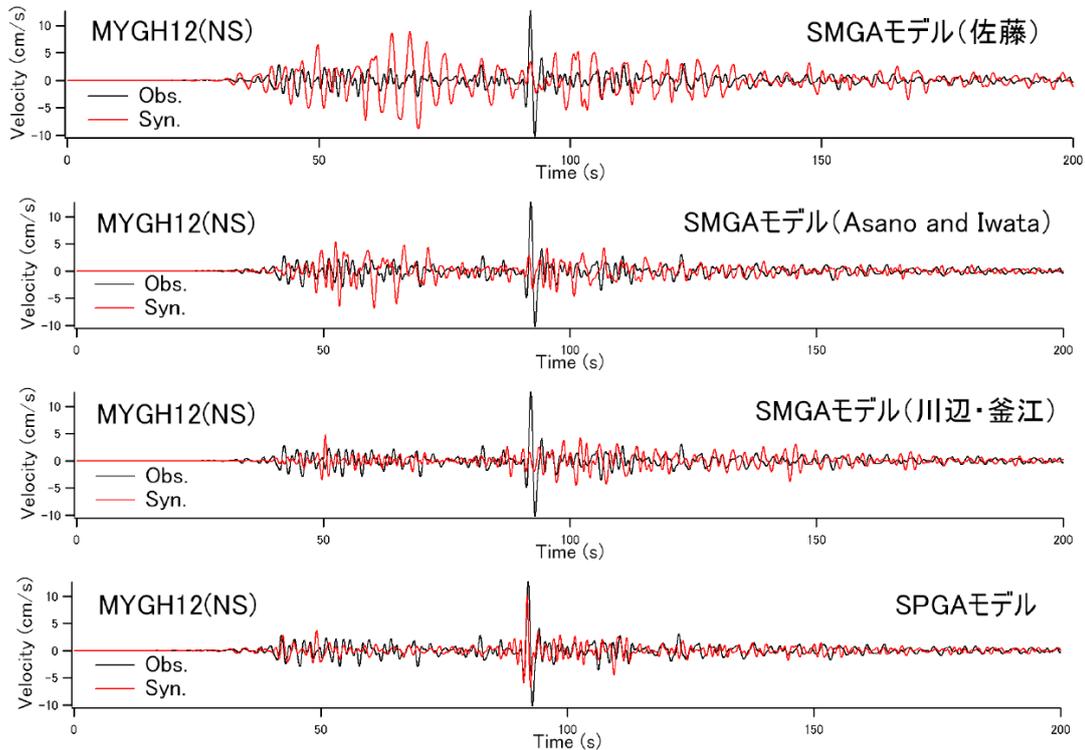


図 13 MYGH12 における速度波形 (0.2-1Hz) の観測結果 (—Obs.) と SMGA モデルおよび SPGA モデルによる計算結果 (—Syn.)

(甲 D 1 9 4 図 1 3)

甲 D 1 9 4 図 1 3 は、他の研究者の S M G A モデルと観測記録を比較したものである。横軸は地震発生からの時間、縦軸は速度を示しており、黒線の実線は、M Y G H 1 2 観測点における地震動の実測値である。これに対して、各赤線は、各研究者らの各論文 (①佐藤智美、②K. asano & T. iwata、③川辺秀憲・釜江克宏) に基づき、当該論文に示された手法に従って、野津厚氏が計算した地震動の結果を、観測値と比較したものである。

①佐藤智美、②K. asano & T. iwata、③川辺秀憲・釜江克宏の「S M G A モデルはいずれも第一線の優れた研究者によって開発されたものである。」

しかし、これらの S M G A モデルは、観測された地震動の最も重要な部分、すなわち地震発生から約 8 0 秒後付近の問題となる第二波群の先頭に

位置するパルスを、全く再現できていない。

野津証人は、このことについて、「このような結果になるということについては学会でも報告しており」、各研究者らも同じ意見であり、批判・反論されたことは無いと述べている（野津証人 37頁～38頁）。

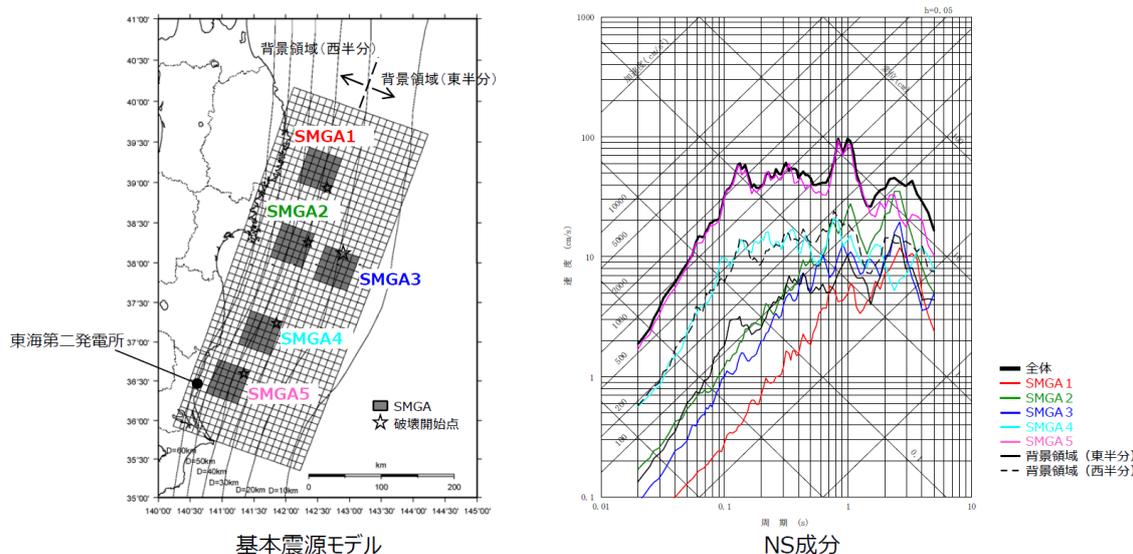
このことは、現状のSMGAモデルに限界があることを示している。

(4) SMGAモデルを前提に不確かさを考慮したとしても不十分であること

被告がSMGAモデルに基づき策定した地震動は、以下のとおりである。

敷地に与える影響の大きいSMGAの確認

- 各SMGAの本件発電所の解放基盤表面における揺れの強さを比較する。
- 南北に500kmと巨大な断層面であるが、敷地の地震動は茨城県沖のSMGA5でほぼ決まっている。（他のSMGAは敷地の地震動にほとんど影響しない。）
- SMGA5の位置と短周期レベルが地震動評価上重要である。



(丙D159・150頁)

被告は、巨大な震源断層面に5つのSMGAを配置しているが、最終的に東海第二原発における地震動を決定付けているのは敷地に最も近いSMGA5である。他のSMGA1～4は、敷地の揺れには無関係である（野津証人 54頁）。

そして、被告は、不確かさの考慮として、S M G A の位置をもっと近傍に置いたとしているが、これでは保守的な地震動想定にはならない（野津証人 5 5 頁）。

また、被告は、不確かさの考慮として、短周期レベルを 1.5 倍にしたとしているが、この結果策定されたのが、東北地方太平洋沖地震を踏まえて不確かさを考慮した 1 0 0 9 ガルの地震動であり、これをもって、後述するような、S P G A モデルや「不均質モデル」を用いた地震動想定をカバーしているわけではない（野津証人 5 6 頁）。

(5) 小括

以上のとおり、被告は、海洋プレート間地震についての断層モデルを、「強震動予測レシピ」に基づいて策定しているところ、「強震動予測レシピ」では東北地方太平洋沖地震の観測記録を再現できないモデルであるから、被告が策定した基準地震動は過小評価となることが避けられず、東海第二原発を襲う可能性がある地震動をカバーしているとはいえない。

4 S P G A モデルは、強震動パルスを表現できること

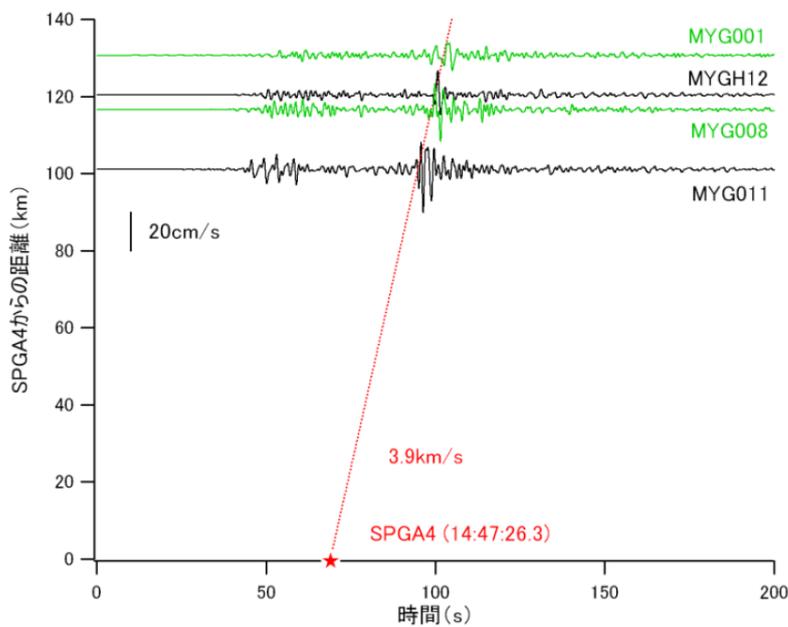
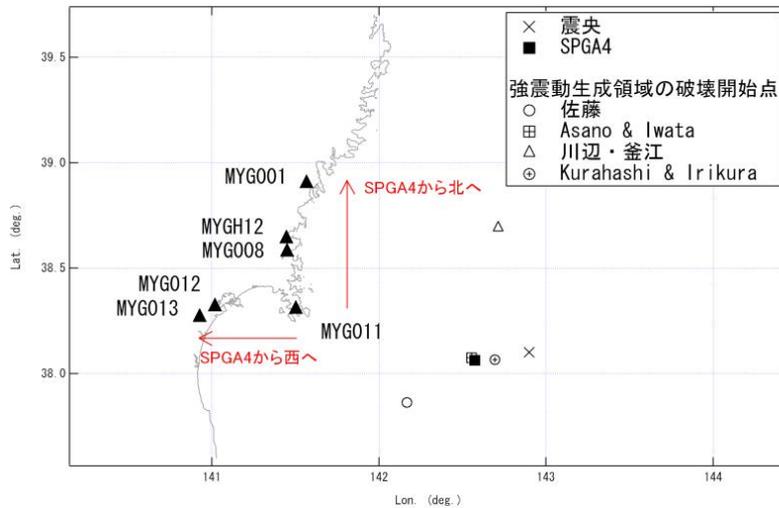
(1) はじめに

これに対して、野津証人は、観測記録を再現できるようなモデルを構築した。それが、S P G A (Strong-motion Pulse Generations Areas) モデルである。S P G A モデルは、地震動の最も重要な部分である、強震動パルスを再現できている。

まず、パルスの発生源が断層面上にあることを仮定している（甲 D 1 9 4 野津意見書 7 頁）。この「断層面上に強震動を生成した源があるだろうという考え方は、一般的に取り入れられており」「多くの人がそういった考え方で震源モデルを作成している」（野津証人 1 8 頁）。

野津証人の研究の結論は、この強震動パルスは、図 3 上の黒い四角（S P G A 4）の位置で、1 4 時 4 7 分 2 6. 3 秒という時刻に破壊が生じたことによるものである、ということである。

(甲D194意見書図3上)



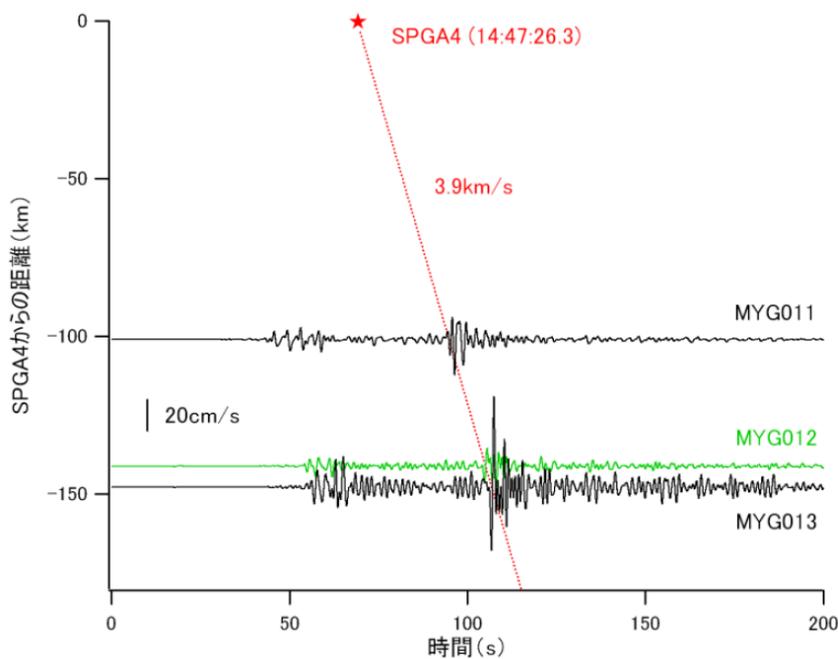
(甲D194意見書図3中)

(2) SPGAモデル構築の基本的考え方

では、このようなSPGAモデルは、どのような考え方で構築されたのか。

「この右上の図3中と申しますのは、牡鹿半島から北に、4つの地震観測点がございましてけれども、その4つの地震観測点での波形を並べておりますが、先ほどの黒い四角からの距離を縦軸に取っています。つまり縦軸

で、上のほうに行けば行くほど黒い四角からの距離が少しずつ遠くなっていくということなんですけれども、黒い四角からの距離が遠くなるほど、この縦軸の値は大きくなっていくという関係にございます。そして、今、赤の斜めの線が書かれておまして、この赤の斜めの線は、仮にSPGA4とされる場所で、14時47分26.3秒にパルスが出たというふうに仮定しますと、それぞれの観測点に、この赤の破線で示されるような時刻にパルスが到来するはずだということになるんですけれども、実際に、各観測点にパルスが到来してる時刻を見ますと、大体、この赤の斜めの線と整合的であると。こういうことから、SPGA4の場所、それから、その時間が、ほぼこれで妥当だというふうに考えております。」(野津証人19～20頁)



(甲D194意見書図3下)

「図3下は、同じようなことなんですけれども、牡鹿半島の先端部から、西から東へ観測点を並べているものでありまして、牡鹿半島の先端に位置するMYG011では比較的早くパルスが到来しているのに対して、少し西のほうに離れている、MYG013という点では、大分遅れてパルスが到

来している。いずれにしても、パルスの生じた場所と時間が、大体これで合っているということがこの図から言えると、そういう図であります。」

(野津証人 20 頁)

野津証人の研究は、強震動パルスを発生させる震源 (S P G A) は、同一場所、同一時刻での破壊であり、地震波は震源から放射状に放出され、各観測点まで一定の速度で伝わってくる、S P G A から各観測点までの距離が微妙に違うので、その地震波が伝わるのも微妙に異なって観測される、ということが前提となっている。

そして、野津証人は、「試行錯誤的に、その S P G A 4 の場所と時間を様々に仮定をしまして、各観測点での地震波の到来時刻を最も説明できるような場所と時間を決めたという」ものである (野津証人 20 頁)。

野津証人の研究は、結論は明快であるが、その過程では、膨大な計算を行っている。

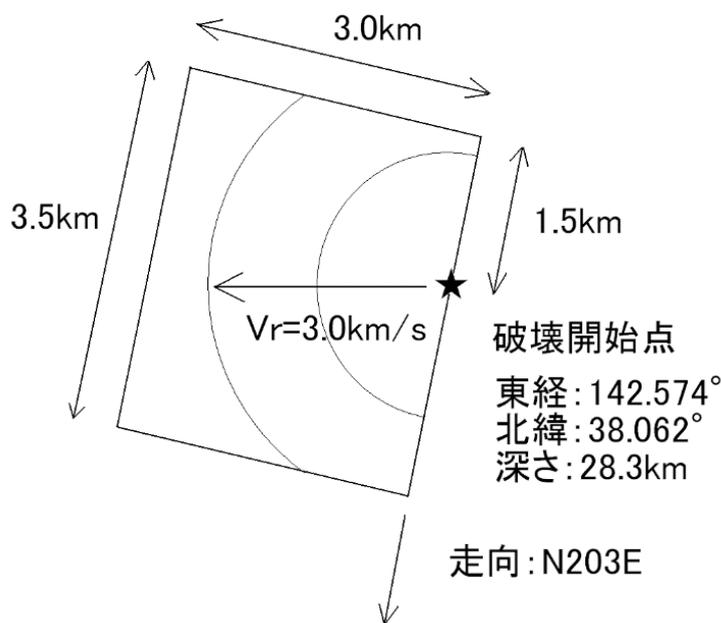
「グリッドサーチというのは、簡単に言いますと、しらみ潰しということでありまして、断層面上にその S P G A の位置それから、その破壊の起こった時刻を様々に仮定しまして、結果的に、どの位置と時刻にしたときに、最も観測事実を説明できるかということから、その場所と時間を求めたということである (野津証人 23 頁)。

(3) S P G A の面積

次に、この強震動パルスを発生させた S P G A の面積は、どのようなものなのか。この点について、野津証人は、以下のとおり述べる

「パルスを生成した部分の領域の広がりですね、あるいは面積、これが、そこから出てくるパルスの時間軸上の幅と関わりがあるということは、地震学の分野で広く知られていることでありまして、この領域が小さければ、そこから生成されるパルスの時間軸上の幅は比較的狭いと。それに対して、この領域が広ければ、そこから生成される地震波のパルスの時間軸上の幅

は長くなるということが一般に知られております。これは、こういった、ある1つの領域が破壊をするときに、この破壊の伝わる速さというのはそれほど変わりませんので、したがって、面積が大きくなれば大きくなるほど、その破壊には時間を要するということになりますので、したがって、時間を要した結果として、観測点で観測されるパルスの時間軸上の幅が長いものになると、こういう性質があります。」(野津証人2 1頁～)。



(甲D 1 9 4 図 4)

「左下の図(図4)に示しますように、ある程度の面積を有している領域から地震波が放出されたというふうに考えておきまして、そのサイズが、数キロ程度のオーダーであつたらうと考えております。これは、先ほど、ちょっと申し遅れてしまいましたけれども、観測されているパルスの時間軸上の幅が1秒から2秒程度の幅でありますので、そういった1秒から2秒程度の幅を持ったパルスが生成されるためには、その源となった破壊領域も、それほど大きいものであることは不可能だと、数キロ程度のサイズ、ここにある程度のサイズを持った領域から出ているとしか考えようがないということになります。その領域をSPGAという名前で表現しております」(野津証人2 2頁)

(4) 岩手県から茨城県までの観測記録に基づくSPGAモデルの提案

野津証人は、さらに岩手県から茨城県までの観測記録に基づき、同様の計算を行った。

その結果が、「2011年東北地方太平洋沖地震を対象としたスーパーアスペリティモデルの提案」(甲D78)である。

この結果、野津証人は、東北地方太平洋沖地震の地震動全体を示すために、宮城県沖に4つのSPGA、福島県沖には3つ、茨城県沖には2つ、全部で9つのSPGAを設定した(野津証人24頁～29頁)。

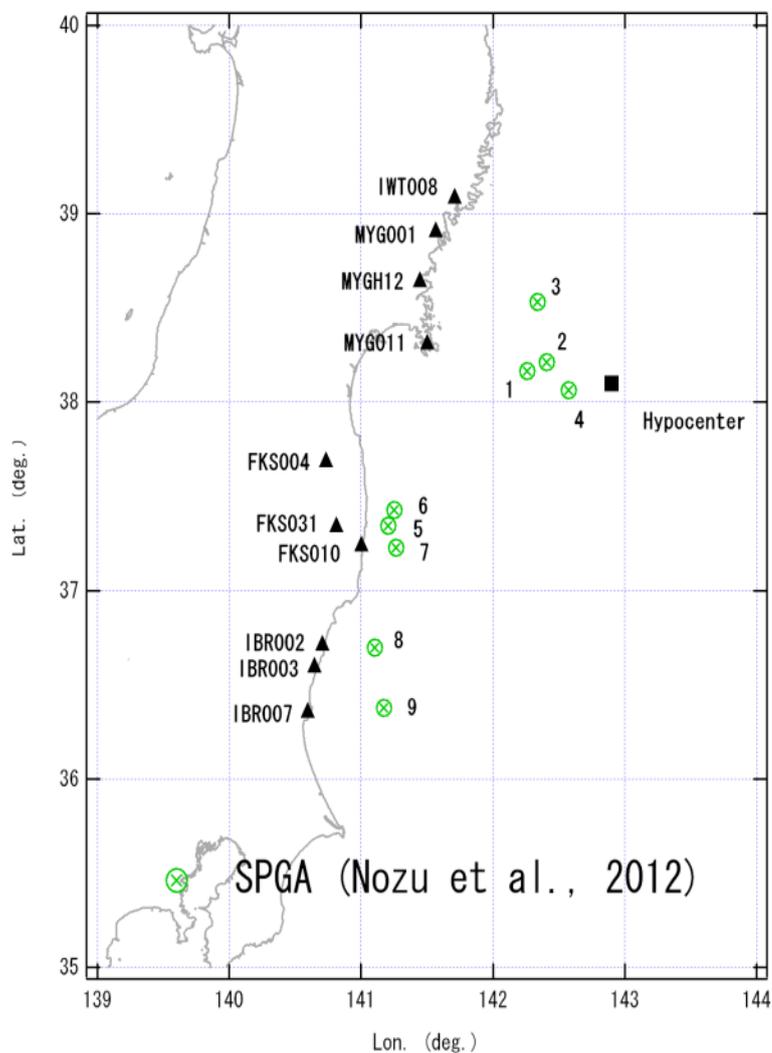


図12 2011年東北地方太平洋沖地震を対象

(5) 原発の基準地震動を超過した原因

東北地方太平洋沖地震では、女川原発、福島第1原発、東海第二原発で、当時の原発の基準地震動を超過した。

それぞれの強い揺れをもたらしたのは、それぞれ別々のSPGAである。

SPGA 4 → 女川原発

SPGA 7 → 福島第一原発

SPGA 9 → 東海第二原発

東北地方太平洋沖地震全体の震源はマグニチュードM9という巨大なものであるが、それぞれの地点での強い揺れをもたらしたのは、各地点の近傍での局所的な破壊であった（野津証人26頁～）。

そして、「東海第二発電所の耐震安全性を考える上で極めて重要な事項」は、「問題のパルス波は仙台市から見て 150km も沖合から来ているという点で」ある。

そして、同じようなパルス波の波源（SPGA）がもっと至近距離にあったとしてもまったくおかしくない、ということである。

(6) SPGAモデルとSMGAモデルの差異

被告が用いているSMGAモデルも、野津証人が提唱したSPGAモデルも、強震動が断層面上の特定の部分で生成されるという考え方に基づくものであることは共通している。その点では、野津証人のSPGAモデルは、これまでの地震学の知見をベースにしている。

両者の差異は、被告が用いているSMGAモデルでは、一辺が数10kmという大きな広がりを持つ面積で強震動が生成されると仮定しているのに対して、野津証人が提唱したSPGAモデルは、一辺が約3kmという小さな面積で強震動が生成されると仮定していることである。

では、なぜ、SMGAモデルでは、東北地方太平洋沖地震の強震動パル

スを再現できないのか。

SMGAモデル(強震動予測レシピ)は、野津証人も認めているように、1995年兵庫県南部地震による土木構造物の大被害をもたらした周期1-2秒のパルス状の地震動を、断層面上に複数のアスペリティを置いた震源モデルを用いて再現した、極めて優れたモデルである(甲D194野津意見書2頁)。

問題は、1995年兵庫県南部地震のような内陸活断層による地震動を再現できたSMGAモデル(強震動予測レシピ)の考え方が、東北地方太平洋沖地震のようなM9クラスの巨大プレート間地震に、同じように適用できるのか、ということであった。

SMGAモデルでは、断層全体の面積に対して強震動生成域(すなわちSMGA)の面積を一定割合となるように設定している(被告は強震動生成域の面積を断層全体の12.5%としている)。そうすると、このモデルでは、断層全体の面積が大きくなればなるほど、強震動生成域(すなわちSMGA)の面積も大きなものを仮定するということになる(このような考え方を、スケーリング則という)。この結果が、被告が想定しているような、一辺が数10kmという大きな広がりを持つ面積で強震動が生成されるという仮定につながってしまうのである(野津証人53頁～、112頁～)。

原告らは、SMGAモデル、すなわち強震動予測レシピ全体について、再現性が悪いとか誤りであるなどと主張しているわけではない。巨大な海洋プレート間地震である東北地方太平洋沖地震の地震動について、SMGAモデルを用いた再現は、あまたいる研究者の誰一人できなかった(野津証人41頁)、という事実を素直に認めるべきあるのに、被告が、漫然と、SMGAモデルを用いて、海洋プレート間地震の想定を行っていることが、地震動想定 of 過小評価につながっていると主張しているのである。

(7) S P G Aモデルは、港湾の施設の技術上の基準に採用されている

このS P G Aモデルは、港湾の施設の技術上の基準においては、すでに採用されているモデルである（甲D 1 9 8、野津証人 1 1 4 頁）。S P G Aモデルは、単なる野津証人の学説ではなく、国交省の公の施設の技術上の基準に取り入れられている。もし、S P G Aモデルがおよそ地震学のこれまでの知見と矛盾するとか、物理法則に反するというものであれば、国交省の基準に取り入れられるはずがない。港湾の施設の技術上の基準の策定過程では、当然、S P G Aモデルのモデルとしての妥当性が、多数の専門家の関与のもとに、科学的・技術的に多方面から検討されている（甲D 1 9 8）。

(8) 原発の固有周期に関する被告の反論

ア 被告は、S P G Aモデルは、港湾の岸壁に最も影響を与える周期1～3秒の強震動パルスを再現するためのモデルで、原発の固有周期はもっと短周期を対象としたモデルでなければならない、と反論している（被告準備書面（10）122頁）。

イ しかしながら、東北地方太平洋沖地震において宮城県内に強震動パルスを発生させたS P G A 4が、東海第二発電所の近傍に存在するというシナリオで地震動を計算した結果は、短周期側においても、被告の基準地震動をはるかに超過している（野津証人50頁）。この点において、被告の主張は、まったく意味がない。

ウ それを措いたとしても、被告の主張は、以下のとおり、その前提を欠く。

① 強震動パルスは、繰り返し地震動が対象物に作用して対象物が共振して破壊に至るといような現象ではなく、1ないし数回の大きな加速度と速度の地震動が対象物に作用することによって対象物が破壊される現象である。

② 他方、原発の固有周期はもっと短周期を対象としたモデルでなければならない旨の前記反論は、原発の固有周期は短周期であって、短周期地震動は共振によって地震動が増幅し原発にとって危険な地震動で

あるが、周期 1 ～ 3 秒の長周期の地震動は原発にとって危険な地震動ではない、という考え方を基礎にするものである。

③ しかし、ここでは、周期 1 ～ 3 秒の強震動パルスが一撃で原発を破壊する可能性が問題にされているのであって、前記反論は的外れな観点から S P G A モデルを批判しているにすぎない。

④ 被告は、原子力規制委員会でも問題にされていないことをあげているが、それは、原子力規制委員会が、強震動パルスの重要性について、認識できていないからにほかならない。

⑤ 川瀬博「震源近傍強震動の地下構造による増幅プロセスと構造物破壊能」(甲 D 9 0) にも、「時間幅 1 ～ 2 秒のパルス波が大被害に結びつきやすい原因」として、「P G A (加速度) が大きい限り速度パルスはその卓越周期より短周期の構造物に対してのみ大きなインパクトを持つ」とされているのは、そのことを示しているものである。

⑥ そして、「たとえ線形時の固有周期の短い構造物であっても、大きな加速度を受ければ塑性化する可能性があり、いったん塑性化すれば線形時の固有周期は意味をなさなくなる。そして、いったん塑性化した構造物に大きな損傷が生じるかどうかは速度の振幅と関係している。したがって大きな加速度と速度を同時にもたらす時間幅 1 ～ 2 秒のパルス波は大被害に結びつきやすい」

「したがって、たとえ塑性化を許容しない構造物であっても、パルス波に対して塑性化が生じないか検証する必要がある、また、ある程度の塑性化を許容する構造物では、パルス波に対する塑性化の程度を評価する必要がある。」(甲 D 8 1「科学 2017.5」4 4 1 頁～4 4 2 頁)。

以上のとおり、原発の固有周期が短周期であることから、S P G A モデルが不適切だとの批判はあたらない。

(9) モデルとしての成熟度に関する被告の反論

ア 被告は、S P G A モデルに対しては再現モデルであって、得られた観

測データに対しては精緻なモデルであっても、モデル化過程に不確かさが大きく、基準地震動評価には適さない（甲D86 平成30年度原子力規制委員会第32回会議議事録18頁）、提案者（野津厚氏のこと）も論文で、SPGAの位置設定等が今後の課題とされていて、強震動予測のパッケージとして確立されていない（同8頁）、まだ、規制に取り入れるだけの科学的・技術的な熟度に至っていない（同19頁）、などと反論する（被告準備書面（10）123頁）。

イ しかしながら、上記の反論は誤りである。

- ① まず、この規制委員会での議論は、「深く内容をまだ精査しているわけではない」（大浅田安全規制管理官、同18頁）とか、「何か分かったような、分からないようなところがある」（伴委員、同19頁）としているように、良く分かっていないままに議論がされているものであって、そもそも反論になっていない。
- ② そのことを措いても、SPGAのモデル化過程に不確かさが大きいとしても、原発にもっとも厳しい強震動生成域の配置を採用すれば良いのであって、SPGAモデルに対する反論としては成立しない。実際、SMGAモデルにおいても、原発の強震動予測では、SMGAをどのように配置するかは、個々の原発ごとに考慮されており、ただSMGAをバランス良く配置するだけではなく、一部では、もっとも厳しい地震動をもたらすSMGAの配置も検討されている。
- ③ SPGAの位置設定等が今後の課題とされていて、強震動予測のパッケージとして確立されていないという趣旨は、小さな強震動生成域をいくつも配置することが必要となって、平均的な強震動生成域の配置モデルを作ることが難しい、という意味でしかない。しかしながら、原発の耐震設計に必要なモデルは、もっとも原発に厳しい結果となるモデルである。どこにSPGAを配置するかについての、「平均的な強震動生成域配置モデル」を求める手法が確立されていないとしても、もっとも厳しい地震動をもたらすSPGAの配置を求めることは十分に可能である。
- ④ なにより、現に、SPGAモデルは、港湾の施設を建設、改良、維

持する際に適用する基準として、港湾法第56条の2の2に基づき規定された「港湾の施設の技術上の基準」においては、すでに採用され、現に運用されているモデルである（甲D87「「港湾の施設の技術上の基準・同解説（2007年版）」の部分改訂について」の（16）、甲D198）。

なお、被告は、SPGAモデルは実用されていない旨主張するが（被告準備書面（10）122頁）、誤りである。SPGAモデルは、すでに多数、実用されている（甲D178～甲D183、野津証人116頁）。

(10) 被告の反対尋問は、野津証人の知見には無関係であること

なお、被告は、野津証人に対する反対尋問において、SPGA4の応力降下量はどの程度になるのか、なぜ算出できないのか、について質問していた（野津証人74頁）。

この反対尋問では、SPGAモデルにも円形クラックの式が適用できるということを前提とした質問と思われるが、SPGAモデルでは円形クラックの式を適用する前提に欠けている。被告の質問は的外れである。

この点について、証人尋問で回答したことに加えて、野津意見書（2）（甲D201）の第2で補足したとおりであるので、これを引用する。

5 ノーマルの強震動予測レシピでも「不均質モデル」を使用すれば、このパルスを再現できること

(1) 倉橋・入倉2013の「不均質モデル」

野津証人のSPGAモデル以外に、東北地方太平洋沖地震の際に観測された強震動パルスを再現するためのモデルとして、倉橋・入倉2013（甲D123）の「不均質モデル」が提案されている。これは、ノーマルの強震動予測レシピを基本として、その上で、SMGA内の小さなサブエリア内でより高い応力パラメータを持つ「不均質モデル」を使用すれば、このパルスを再現できる、とするものである。

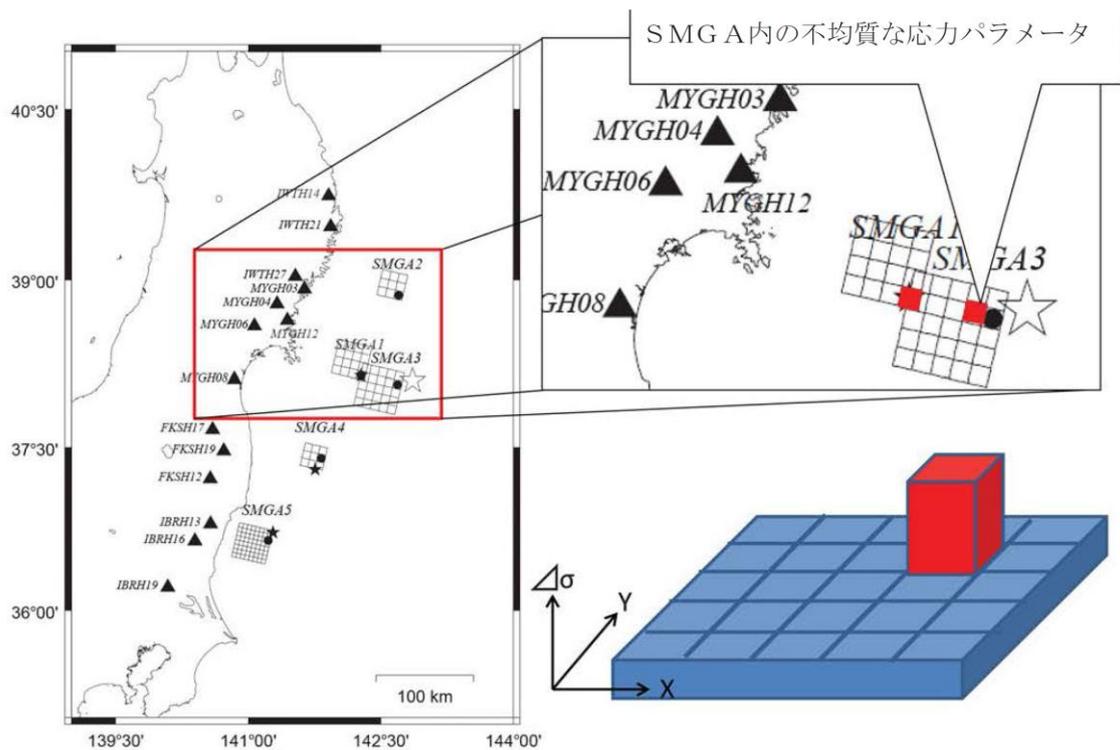


図 17. (左) この研究で使用された短周期震源モデル。(右上) 強震動生成域 1 (SMGA 1) と強震動生成域 3 (SMGA 3) の拡大図。より高い応力パラメータが赤枠内に含まれる。(右下) 空間的に様々な応力パラメータを入力した不均質 SMGA モデル。

(甲 D 1 2 3 図 1 7)

この「不均質モデル」について、野津証人は、SPGAモデルと、非常に似た手法であること述べている。

「倉橋・入倉さんたちは、まずは、この図で言うところの、青い色で示されており、SMGAモデル、SMGAと呼ばれる、一辺の長さが50キロ、あるいは、それ以上あるようなモデルをまずは考えておられますけれども、ただし、このSMGAモデルでは、先ほど御紹介したようなパルス的な波が計算できないということを、この倉橋さん、入倉さんたちの論文では、やはり問題視しておられました。そして、そのパルス的な波を計算するための方法の1つとして、この青い領域の中で地震動が一律に生成されるのではなくて、この青い領域の中で、今、赤い立方体、直方体で示されている部分があるかと思えますけれども、この部分だけ、ほかの部分よりも相対的に、まあ、局所的にといいますか、強い地震波を出

すと、倉橋さん、入倉先生方がこういうモデルを考えておられまして、こういうモデルを考えると、宮城県内で観測されたような、先ほどのようなパルス的な地震波がきちんと再現されると。言い換えると、逆に、こういうモデルを考えなければ、一様なSMGAを考えてしまうと、実際に観測された波にならないということを、倉橋さん、入倉さんたちは論文の中で書かれております。」(野津証人38頁)

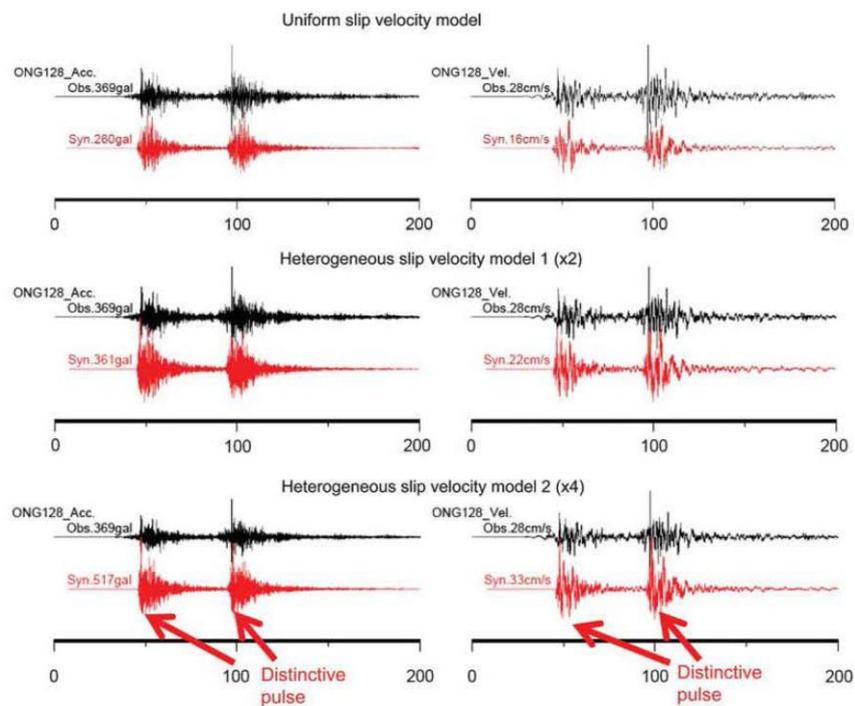


図 18. (ONG128 女川観測点での) 南北成分の速度の観測記録と合成記録の比較。均質なすべり速度モデル (上), 応力パラメータを2倍に増加させた不均質なすべり速度モデル1 (中), 応力パラメータを4倍にした不均質なすべり速度モデル2 (下)。(※訳注: 中段, 下段の不均質モデルで特徴的なパルス波が再現できている)

(甲D123図18)

(2) 「不均質モデル」は強震動予測レシピの生みの親である入倉孝次郎氏が提案しているものであること

この「不均質モデル」は、我が国を代表する強震動地震学者であり、ノーマルの強震動予測レシピの生みの親である入倉孝次郎氏が提案しているものである。すなわち、入倉孝次郎氏自身が、ノーマルなSMGAモデル(強震動予測レシピ)では、東北地方太平洋沖地震の波形は説明できないことを認めているものである(野津証人39頁)。

被告が、あくまで強震動予測レシピに基づき地震動想定を行うというのであれば、入倉孝次郎氏による「不均質モデル」は、当然に検討しなければならない知見である。しかし、被告は、「不均質モデル」について、まったく検討を行っていないし、検討しなくてもよい合理的な根拠も一切示していない（野津証人54頁）。

倉橋・入倉（甲D123）で示されている再現モデルと、野津証人が提案しているSPGAモデルは、「両者は非常に似た方法だというふうに考えておりました、この倉橋さん、入倉先生たちのモデルでは、青い部分と赤い部分がございますけれども、主要な地震波は赤い部分から生成されております。そして、この赤い部分は面積が小さく、私が提案しているSPGAと非常に近いものだというふうに考えております。そして、相対的に、その外側にある青い部分は、地震動に対する寄与はそれほど目立たないという形になりますので、ですから、正に、この入倉先生たちが提案されているモデルというのは、私が提案しているSPGAモデルと非常に近いものだというふうに考えております。また、場所的にも、今、この右上の地図で、2か所に赤い四角がプロットされているかと思えますけれども、この2か所の赤い四角というのは、私のほうで提案しているSPGAの、SPGA1とSPGA4、それぞれに相当するものでありまして、沖合側がSPGA4、それから、海岸線に近いほうが、SPGA1に相当するものと。ですので、これらの2つの赤い領域の破壊を考えるとということが、私のモデルと非常に近い結果を与えていると思います。」（野津証人39頁～40頁）

なお、被告は、川里証人の陳述書（丙D第159号証）の付属資料の64頁に「宮城県沖のSMGA3内の不均質性について、倉橋&入倉2013では、応力降下量の違いとして考慮されていたところ、入倉&倉橋2017では、ライズタイムの違いとして考慮されている。」とあることについて、

倉橋&入倉 2017 の論文（甲D177）と取り違えたことを指摘している（野津証人119頁）。

しかしこの点は、結論には影響を与えない。

そもそも、被告は、ライズタイムの違いとして考慮したという入倉&倉橋 2017 を証拠提出しておらず、また、被告の基準地震動の策定過程において、入倉&倉橋 2017 に基づいてライズタイムの違いを考慮したことも無いからである。

6 SPGAモデル及び倉橋・入倉 2013 のモデルに基づく東海第二原発を襲う可能性がある地震動

(1) はじめに

以上のとおり、被告の基準地震動は、東海第二原発を襲う可能性がある地震動をカバーしているとはいえない以上、この論点は、上記で決着している。

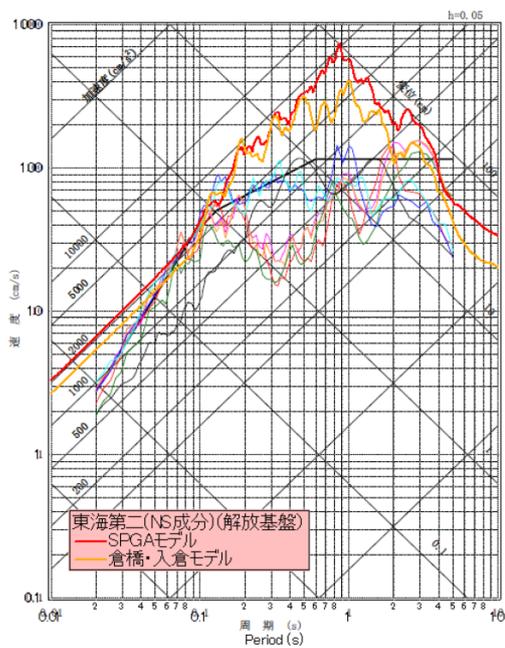
ゆえに、本来的には、SPGAモデル及び倉橋・入倉 2013 のモデルに基づく東海第二原発を襲う可能性がある地震動についての、主張・立証は不要であると思われる。

ただし、この点を明らかにすることにより、ノーマルなSMGAモデルを用いて策定された地震動がどの程度過小評価となっているか、について明確になるため、念のため、これらについて、原告側から積極的に述べる（ただし、本来、これらの主張・立証責任は、被告側にある）。

(2) SPGAモデル

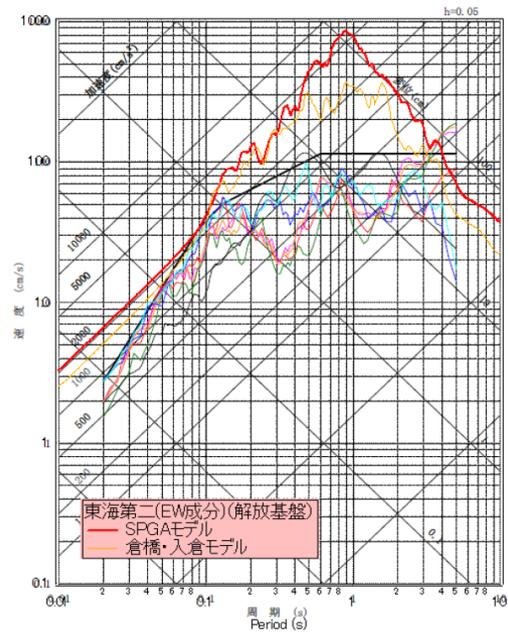
野津厚意見書（甲D194）では、東北地方太平洋沖地震の観測記録を踏まえれば、「東海第二発電所はプレート境界の近傍に立地していますから、上述のようなパルス波の波源が原子力発電所の近傍に存在するというシナリオも否定でき」ないとして、その場合に、東海第二原発で想定される地震動が示されている。具体的なシナリオは、以下のとおりである（野津証人47頁、甲D194野津意見書図15、図16）。

「東日本大震災の際に実際に強震動を出した S P G A の分布は、左下の図（注：図 1 5）の緑の位置で示されております。で、1 番から 9 番まで、番号が振ってありますけれども、この中で特に強い地震波を放出したのは 4 番でありまして、宮城県の沖にありまして、牡鹿半島などから見ると、少なくとも 1 0 0 キロ程度は沖合にある。まあ、比較的沖合にあるものであります。で、重要なことは、この 4 番の S P G A が破壊することによって、女川発電所に基準地震動を超えるような地震動がもたらされたわけですが、ほかの 1 番、2 番、3 番、あるいは、福島沖の 5 番、6 番、7 番などと比較して、この 4 番の S P G A はかなり沖合にあったということが、非常に重要です。したがって、4 番の S P G A は非常に強い地震波を放出したんですけれども、沖合にございましたので、したがって、結果的に、宮城県内での地震動というのは、決定的な、そういう大被害をもたらすほどの地震動にはならなかったということですが、それは、非常に幸運に助けられた部分が実はございまして、4 番のような強い破壊が、必ずしも常に沖合で起こるとは限らないと。もっと陸地に近い部分で、4 番のような強い破壊が起きるということは十分あり得ることです。そこで、同じような強い破壊は茨城県沖でも当然起き得ると。したがって、東日本大震災のときには宮城県沖にあった S P G A 4 と同じような強い破壊が、仮に、この茨城県沖にあったらどうであっただろうかということで、この図で言うところの 9 番の位置に。この 9 番という位置は、必ずしもこの 9 番でなくても構わないんですが、もうちょっと北や東や西や南にずれていても構わないんですが、仮に 9 番という位置を選んできまして、ここに、東日本大震災で言うところの 4 番と同じような強い破壊が生じたと仮定した場合に、東海第二発電所でどのような揺れになるかということを経算したのが、私の結果であります。」



NS成分

図20 応答スペクトル（減衰定数5%）のトリバタイト表示（基準地震動との比較NS成分）



EW成分

図21 応答スペクトル（減衰定数5%）のトリバタイト表示（基準地震動との比較EW成分）

（甲D194野津厚意見書31頁～32頁）

この結果、「最大加速度は2000Gal程度、最大速度は200cm/s程度となり、SPGAからの最短距離が小さいために、加速度、速度ともに大きな値を示しており、解放基盤での値であるにも関わらず、その値は兵庫県南部地震の際の神戸市内の地震動を上回っている」。「応答スペクトル（減衰定数5%）で見ても、図20および図21に赤線で示すように、計算結果の地震動は基準地震動を大きく上回っている」。「将来の地震において、このような地震動が東海第二発電所を襲う蓋然性は否定できず、万が一このようなシナリオが現実のものとなった場合、福島第一原発事故のような事態が再来することが考えられる」（甲D194野津厚意見書33頁）。

なお、これらの計算に使用された、「経験的サイト増幅特性」「位相特性の評価に使用した地震波形」「強震動計算プログラム」は、「すべて公開されているもので」あるから、被告は上記の計算を容易に再現できるはずである（甲D194野津厚意見書25頁）。

現に、原告らのかかる主張に対して、被告からは、川里証人の意見書、証人尋問を含めて、現在に至るまで、何の反論も提出されていない。

なお、被告は、原告らが、被告ら保有する地震観測記録を求めたことに対して、準備書面（16）においてこれを拒否している。被告の主張は、敷地の地下構造はすでに十分に調べられており、地下構造モデルに基づいて地震動の増幅を十分に評価できる、というものである。

しかし、その主張は誤りであることは、野津意見書（2）（甲D201）で述べられているとおりである。

常識的に考えても、被告がなにゆえ、地震動観測記録の提出を拒むのか、その理由は全く分からない。野津証人が指摘するとおり、被告にとって、何か不都合なことが明らかになってしまうからではないか、と疑わざるを得ない。

なお、野津意見書（2）（甲D201）を受けて、被告は、進行協議において、「IBR003の地表観測記録を基準にして比較しているが、IBR007とIBRH18の方が近いにもかかわらず、なぜIBR003を選択したのか」との質問があった。

この点について回答すると、第三の観測点としては、IBR003が、地盤の非線形挙動の影響が比較的小さいからである。その詳細は、野津意見書（3）（甲D208号証）において述べたとおりである。

(3) 「不均質モデル」

野津厚氏は、ノーマルの強震動予測レシピでも、SMGA内の小さなサブエリア内でより高い応力パラメータを持つ「不均質モデル」を使用すれば、このパルスを再現できることが示されていることから、「Kurahashi & Irikura¹⁴⁾のSMGA3を置き、SMGA内の不均質性を考慮した場合」についても計算を行った。その結果は、上記の黄色線である。「この結果から、Kurahashi & Irikura¹⁴⁾のSMGA3を東海第二発電所に近い位置に置いた場

合は、やはり基準地震動を大きく上回る地震動になる（甲D194野津厚意見書33頁）。

7 まとめ

以上のとおり、

- ① 東北地方太平洋沖地震の際、第二波群の先頭に、大振幅の、構造物にとって脅威となるパルス波が含まれていたが、被告が用いたノーマルの強震動予測レシピ（すなわちSMGA（Strong Motion Generation Area）モデル）では、このパルスを表現できない。
- ② より狭い領域から鋭いパルスが生成されるSPGA（Strong-motion Pulse Generation Areas）モデルを用いれば、このパルスを再現できる。このSPGAモデルは、港湾の施設の技術上の基準においては、すでに採用されているモデルである（甲D198）
- ③ ノーマルの強震動予測レシピでも、SMGA内の小さなサブエリア内でより高い応力パラメータを持つ「不均質モデル」を使用すれば、このパルスを再現できる。
- ④ そして、東北地方太平洋沖地震の観測記録を踏まえ、東海第二発電所はプレート境界の近傍に立地していることから、パルス波の波源が原子力発電所の近傍に存在するというシナリオも否定できないから、SPGAモデル及び「不均質モデル」を用いて地震動を評価する必要がある。その結果は、ノーマルなSMGAモデルを用いて策定された地震動を大幅に超過している。
- ⑤ にもかかわらず、被告は、プレート間地震について、②の方法や③の方法を用いることなく、従前からの①ノーマルの強震動予測レシピを用いて、地震動評価を行っている。

したがって、ノーマルなSMGAモデルを用いて策定された被告の基準地震動は、東海第二原発を襲う可能性がある地震動をカバーしているとはいえない。

第6 被告が策定した基準地震動を超える地震動が発生する具体的危険性 (その3)

震源を特定せず策定する地震動については、その内容において、原告準備書面(75)で述べたところから変更はないが、一覧に供するために、再掲する。

なお、甲D194野津厚意見書では、震源を特定せず策定する地震動が、港湾構造物で用いられているものと比較しても過少であること(33頁～35頁)、基準地震動の年超過確率は極めて信頼性に乏しいものであること(36頁)について、指摘されており、原告らの主張としても、これを引用する。

1 震源を特定せず策定する地震動の重要性

(1) 「震源を特定せず策定する地震動」とは

「震源を特定せず策定する地震動」は、敷地周辺の状況等を十分考慮した詳細な調査を実施しても、なお敷地近傍において発生する可能性のある内陸地殻内の地震の全てを事前に評価しうるとは言い切れないことから、敷地近傍における詳細な調査の結果にかかわらず、全ての敷地(対象サイト)において共通的に考慮すべき地震動であると意味付けた地震動」であり、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」を相補的に考慮することによって、敷地で発生する可能性のある地震動全体を考慮した地震動として策定」することが求められる。

(2) 「震源を特定せず策定する地震動」は、隠れ断層による地震動であるこの「震源を特定せず策定する地震動」の特徴を一言でいうとすれば、ようするに「隠れ断層」による地震動である。

「強い地震が起こると、地表には、ずれなどの変更が生じることが多い。この変形は活断層が地下で動いた証拠で、長年残る。電力会社

は地表の変形を手がかりに原発周辺の活断層を探し、想定される揺れを試算する。その数値が安全対策の前提の一つになるのだ。一方、揺れは強いが地表を変形させない地震もある。震源となる断層は探せない。これがいわば『隠れ断層』だ。未知の隠れ断層が原発直下にある可能性は否定できない。」（甲D108 毎日新聞夕刊2016年6月24日「特集ワイド 『忘災』の原発列島 分からないから無視？隠れ断層」）

「震源を特定せず策定する地震動」が隠れ断層による地震動とすれば、これに対して、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」は、隠れていない断層、すなわち、既知の「地表に痕跡のある、表れている断層」による地震動、ということができる。

(3) 震源を特定せず策定する地震動＝隠れ断層による地震動の重要性

地震動審査ガイドは、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」を相補的に考慮することによって、敷地で発生する可能性のある地震動全体を考慮した地震動として策定されていること。」を求めており、「敷地ごとに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」とが、相補うことによって敷地で発生する地震動全体を考慮した地震動となるものであるから、両者に優劣があるものではなく、「震源を特定せず策定する地震動」も、原発の安全性確保に欠くことのできないものなのである。

したがって「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」と同様に、「震源を特定せず策定する地震動」も極めて重要な地震動であり、その想定も、十分に安全側に大きく想定しなければ、原発の安全性は確保できない。「震源を特定せず策定する地震動」の想定が不十分であっても原発の安全性は確保できる、などとすることはできない。

(4) 震源を特定せず策定する地震動＝隠れ断層による地震動は決して小

さくない

地震動の大きさは、震源特性、とりわけ、断層の中の強震動生成域（アスペリティ）の応力降下量に大きく左右される。そして、その応力降下量の大きさは、断層面での固着の強さによって定まるから、比較的小さな断層でも、強く固着していれば、地震動は大きくなる。

また、地震動の大きさは、震源からの距離によっても、大きく左右される。原発にとって大きな影響をもたらす短周期地震動は、距離によって減衰しやすいという特性を有する。したがって、観測点から遠い場所で発生した場合には、その地震による短周期地震動は、観測点に到達するまでに減衰してしまう。反対に、観測点から近い場所で発生した場合には、その地震による短周期地震動は、減衰せずに観測点に到達するから、大きな地震動となる。

後述する「震源を特定せず策定する地震動」の事例として挙げる、最新の知見を含む多数の地震の地震動は、まさしく小さな規模の地震であっても大きな地震動を観測した事例であり、2004年留萌支庁南部地震が、地震の規模はわずか $M_w 5.7$ でしかないのに、極めて大きな地震動をもたらしたことは、原発直下の断層による地震動が、既知の断層による地震動と同等、もしくは、それ以上に大きな地震動を原発にもたらすことを示す事例となっている。

しかも、存在していることが分かっている断層と異なり、「隠れ断層」は、どこに潜んでいるか分からないから、敷地にもっとも影響が及ぶ位置に想定する必要がある。したがって、「震源を特定せず策定する地震動」は、決して軽視できない、極めて重要な地震動となるのである。

2 被告の想定とその誤り

(1) 被告の主張

被告は、震源を特定せず策定する地震動について、「活断層に関する詳細な調査を行い、敷地近傍に『震源として考慮する活断層』は存在しないことを確認したが、その上でなお『震源を特定せず策定する地震動』を考慮

することとし（51頁）、

ア 加藤ほか（2004）による応答スペクトルと、

イ 地震動審査ガイド（甲D17）があげる16地震のうち、2004年北海道留萌支庁南部地震に係る佐藤ほか（2013）の基盤地震動にK-NET港町観測点の地盤物性と敷地の解放基盤表面相当位置の地盤物性との相違による影響等を考慮して評価した地震動の応答スペクトルとを考慮した、

という（被告準備書面（10）51頁～56頁）。

（2） 被告の想定の問題

ア まず、加藤ほか（2004）は、2004年以前の地震の観測記録に基づくものであり、合計9地震、15記録、30水平成分によるものである（被告準備書面（10）52頁）。加藤ほか（2004）を超えた地震動は、その後、いくつも観測されており、今日において、原発の基準地震動策定において、最低ラインとして考慮されるべきものではない。この詳細については、原告準備書面（7）第8で述べた。

イ 次に、地震動審査ガイドがあげる16地震のうち、2008年岩手・宮城内陸地震及び2000年鳥取県西部地震の2つについては、被告は、これらの地震の震源域と、東海第二原発の敷地周辺は、「地域の特徴が異なる」として対象外としているが、このような考え方は、東海第二原発の敷地周辺以外で発生した地震は考慮しなくて良いという考え方につながるものであり、安全側の考え方ではない。「地域の特徴が異なる」ことは、これらの性質を有する地震が、東海第二原発の敷地周辺で発生しないことを担保するものではなく、不合理である。

ウ さらに、被告は、残りの14地震のうち、加藤ほか（2004）による応答スペクトルを超えるものが、2004年北海道留萌支庁南部地震だけあったというが、次の4つの地震も、加藤ほか（2004）による応答スペクトルを超えており、被告の主張は誤りである。

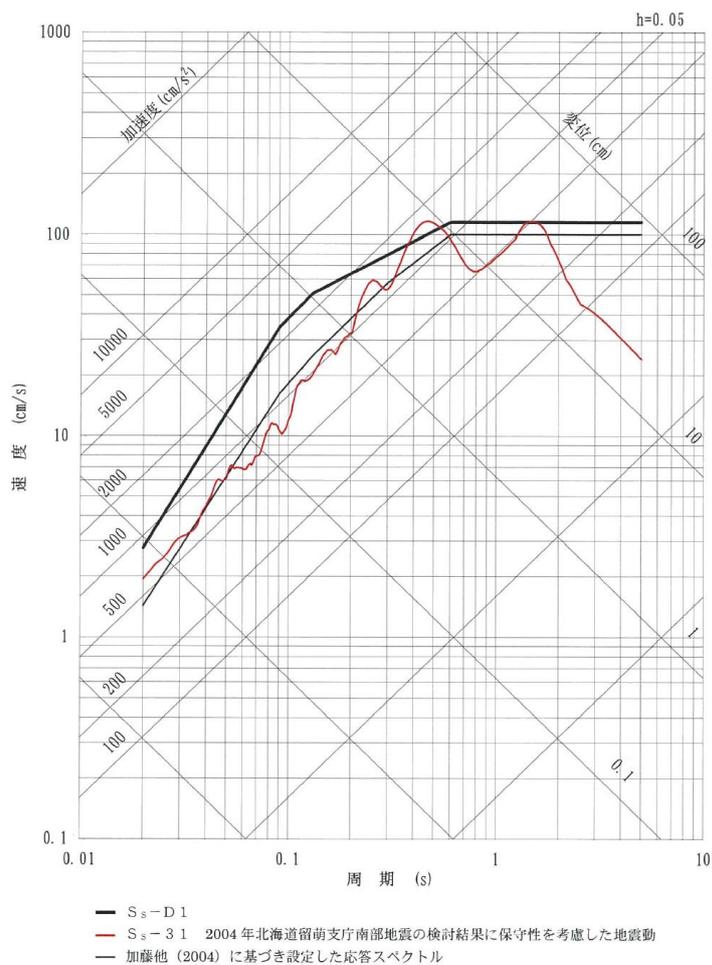
2013年栃木県北部地震

2011 年和歌山県北部地震

2011 年茨城県北部地震

2011 年長野県北部地震

なお、被告は明言していないが、これらの4つの地震については、他の電力会社は、「地盤情報がない」などとして検討対象から排除している。



【図3-40(1)】基準地震動S_s-D1と震源を特定せず策定する地震動の比較(水平方向)

出典：丙日第3号証第3.6-36 図(1) (6-3-180頁)より

表-1 収集対象となる内陸地殻内の地震の例

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

エ そして、被告は、上記の14地震のうち、残りの9地震については、全く無視している。

しかし、これらの記録ですら、その地震の最大地震動であるとは限らない。たまたま観測地点が、その場所にあったというだけだからである。

オ 「震源を特定せず策定する地震動」を想定する意味は、隠れ断層によって最大どれだけの地震動が原発を襲うかを検討することにある。その最大の地震動を想定することは、原発の安全を確保するための最低限のラインである。したがって、少なくとも、地震動審査ガイドに挙げられた16地震の全てについて、その地震の最大地震動はどれだけかを検討する必要がある。

このような考慮をせず、被告が、2004年北海道留萌支庁南部地震だけを考慮しているのは、不合理である。

3 鉄道構造物の耐震設計について

(1) はじめに

耐震設計は、原発だけで実施されているものではない。およそ、あらゆる構造物は、耐震設計がなされている。

本項では、そのうち、鉄道構造物についての耐震設計を見る。

結論から述べれば、鉄道構造物についての耐震設計の方が、原発よりも、はるかに安全側になされている。

(2) 鉄道構造物の場合

鉄道構造物の耐震設計は、鉄道構造物等設計標準・同解説耐震設計（H24.9）に基づいて行われている（甲D109「鉄道耐震設計」）。この内容については、後述する、原子力規制委員会の「震源を特定せず策定する地震動の検討チーム」の第2回の議論（甲D111）においても、詳細に紹介されているので、併せて、ご確認いただきたい。

ア 鉄道構造物における設計地震動の概要

鉄道構造物における設計地震動は、大きくL1（レベル1）地震動と、L2（レベル2）地震動に分けられる。

L1地震動は、「建設地点における構造物の設計耐用期間内に数回程度発生する確率を有する地震動」とされ、これに対しては、「構造物の変異を走行安全上定まる一定値以内に留める」設計がされる（甲D109「鉄道耐震設計」36頁）。

これに対して、L2地震動は、「建設地点で考えられる最大級の強さをもつ地震動」とされ、これに対しては、「構造物全体系が崩壊しない」設計がされる（甲D109「鉄道耐震設計」38頁）。

そして、これらの各地震動は、「耐震設計上の基盤面（ $V_s 400 \text{ m/s}$ ）程度の地盤」において設定される（甲D109「鉄道耐震設計」36頁、甲D111の2の2 第2回資料2の4／34）

そして、L2地震動は、

① 活断層の調査及び対象地震の選定に基づき、震源となる活断層と建設地点を特定して設定する方法（詳細な方法）

② そのような活断層の調査及び対象地震の選定をせず、予め設定された標準L2地震動を用いる方法（簡易な方法）

の2種類がある（甲D109「鉄道耐震設計」41頁、甲D111の2の2 第2回資料2の5/34）。

Mw7.0よりも大きな震源域が近傍に確認される場合などは、①詳細な方法が用いられるが、そうでない場合は、標準L2地震動を用いる方法（②簡易な方法）が用いられる（甲D111の2の2 第2回資料2の6/34）。

①詳細な方法は、原発の耐震設計では、震源を特定して策定する地震動に該当するものであり、②簡易な方法は、震源を特定せず策定する地震動に該当するものである。

イ 標準L2地震動（②簡易な方法）の策定方法

標準L2地震動（②簡易な方法）は、

スペクトルⅠ：Mw8.0の海溝型地震が距離60kmの地点で発生した場合

スペクトルⅡ：Mw7.0の内陸活断層による地震が直下で発生した場合

の2種類が想定されている（甲D109「鉄道耐震設計」45頁、甲D111の2の2 第2回資料2の8/34）。

具体的な設定手順としては、

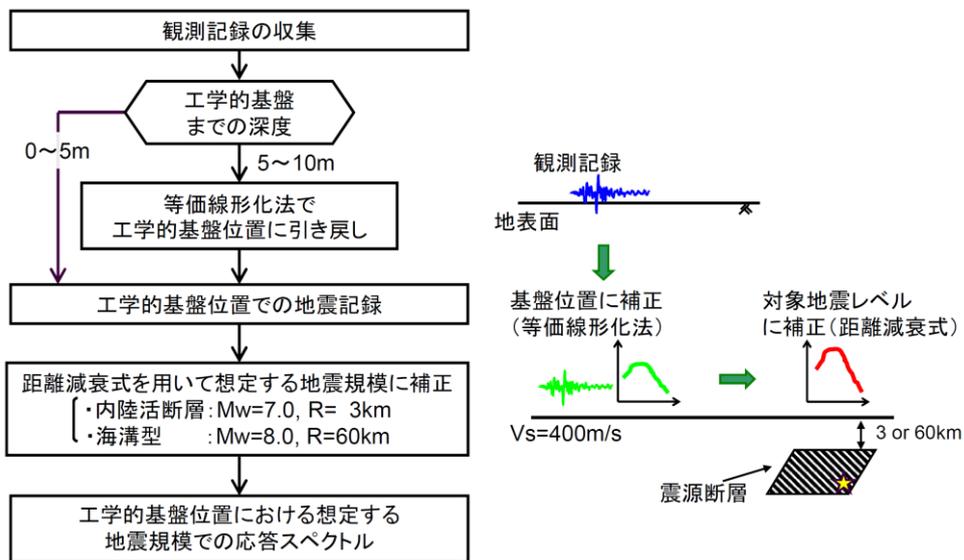
- ① 観測記録を収集し、
- ② これを、等価線形化法で工学的基盤位置での地震記録に補正し、
- ③ さらに、距離減衰式を用いて想定する地震規模に補正し
- ④ 工学的基盤位置における想定する地震規模での応答スペクトルとする、

というものである（甲D111の2の2 第2回資料2の9／34）。

（ア） 観測記録の収集

内陸活断層による地震（スペクトルⅡ）の観測記録としては、「震源規模、震源距離が想定している地震動レベルと近く、地盤条件が良好である（基盤深度10m以内）、大きな加速度が得られている記録を収集している」（甲D111の2の2 第2回資料2の10／34）

標準応答スペクトルの設定手順 9/34



震源規模、震源距離が想定している地震動レベルと近く、地盤条件が良好である(基盤深度10m以内)、大きな加速度が得られている記録を収集

内陸活断層による地震(スペクトルII)

番号	地震名	発生年月日	Mj	Mw	記録数
1	兵庫県南部地震	1995/1/17 5:46	7.3	6.9	10
2	鳥取県西部地震	2000/10/06 13:30	7.3	6.8	34
3	新潟県中越地震	2004/10/23 17:56	6.8	6.7	22
4	新潟県中越地震(余震)	2004/10/23 18:34	6.5	6.4	24
5	福岡県西方沖地震	2005/3/20 10:53	7.0	6.7	30
6	能登半島地震	2007/3/25 9:42	6.9	6.7	10
7	新潟県中越沖地震	2007/7/16 10:13	6.8	6.6	22

計152記録



鉄道構造物の耐震設計では、1995年～2007年までの、Mw 6.4以上の比較的規模の大きな地震の観測記録を収集している。

これらの各地震と、原発の地震動審査ガイドの例示とされた地震(甲D17)を比較すると、両者に共通するのは、②2000年鳥取県西部地震(M6.8)だけである。

原発の地震動審査ガイドでは、鉄道構造物の耐震設計で考慮されている、①1995年兵庫県南部地震(Mw 6.9)、③2004年新潟県中越地震(Mw 6.7)、④同余震(Mw 6.4)、⑤2005年福岡県西方沖地震(Mw 6.7)、⑥2007年能登半島地震(Mw 6.7)、⑦2007年新潟県中越沖地震(Mw 6.6)の6つの地震については、震源を特定せず策定する地震動の例示に入れられていない。これらの地震が原発の地震動審査ガイドから除外されている理由としては、原発では、「詳細な調査」が実施されており、活断層は把握できているから、震源を特定して策定する地震動として考慮済みであり、震源を特定せず策定する地震動において、改めて考慮する必要はない、というものである。

現に、被告は、東海第二原発においては、震源と特定せず策定する地震動について、これらの地震は考慮していない。

しかしながら、上記の各地震は、その発生以前には、特定の活断層と結びつけられていたわけではない。

「敷地周辺の状況等を十分考慮した詳細な調査を実施しても、なお敷地近傍において発生する可能性のある内陸地殻内の地震の全てを事前に評価しうるとは言い切れない」のである。

鉄道構造物の耐震設計では、このような考え方から、より保守的に、むしろ、 $M_w 6.4$ 以上の比較的規模の大きな地震の観測記録を収集している。

また、原発では、②2000年鳥取県西部地震 ($M_w 6.8$) については、「地域性を考慮して個別に評価する」とされ、現に、被告は、同地震の震源域と、東海第二原発の地域では、「地域の特徴が異なる」として対象外とし、考慮していない。

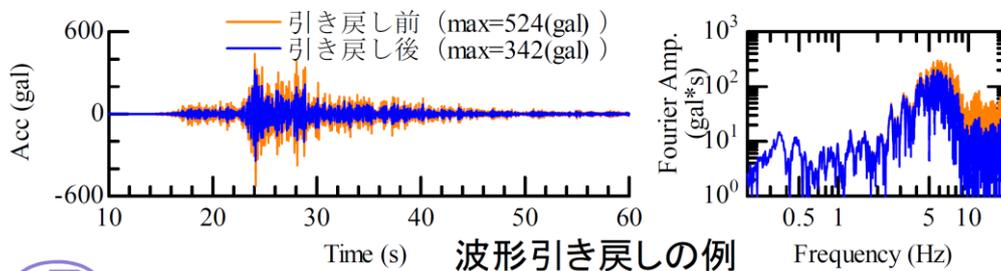
しかし、鉄道構造物の耐震設計では、「地域の特徴が異なる」という理由で、考慮の対象から外すことは許容しておらず、これも、より安全側に考えていることを示している。

このように、基礎となる観測記録の収集の手法からして、原発よりも鉄道構造物における耐震設計の方が安全側に考慮されている。

(イ) 地震動の引き戻し

収集した地震記録は大半が地表面で得られたものであり、表層地盤の非線形性の影響を含む可能性が高いから、各記録は、等価線形化法 (FDEL, 杉戸他 (1994)) を用いて、基盤位置 ($V_s = 400 \text{ m/s}$) に引き戻しが実施される (甲D111の2の2 第2回資料2の11/34)。

- 収集した地震記録は大半が地表面で得られたものであり、表層地盤の非線形性の影響を含む可能性が高い。
- そこで、各記録を**基盤位置 ($V_s=400\text{m/s}$) に引き戻し**を実施。
- 引き戻しを行う手法は、**等価線形化法 (FDEL, 杉戸他(1994))**を用いる。
- 引き戻し時の不確実性(地盤物性、引き戻し手法)を勘案し、引き戻しを実施する箇所は、**基盤深度5~10mの記録(22記録)**とした(基盤深度0~5mの記録はこれをそのまま用いる)。
- 最終的に得られた記録をそれぞれ精査し、不合理な結果となっていないことを確認。



Railway Technical Research Institute

(ウ) 地震規模、距離の補正

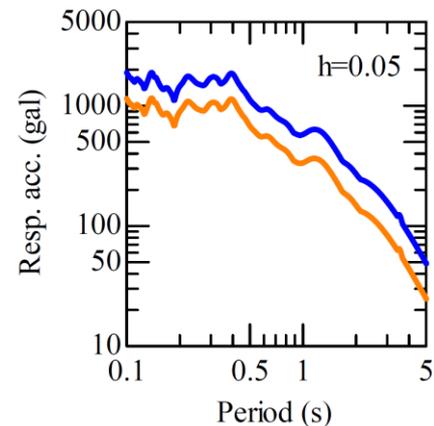
各観測記録は、そのままでは、地震規模も観測距離もバラバラである。

そこで、各観測記録を、標準L2地震動で想定している地震規模と距離に補正することが必要となる(甲D111の2の2 第2回資料2の12/34)。

標準L2地震動のスペクトルIIで想定している地震規模は $M_w 7.0$ であり、距離は直下3kmである。

- 標準L2地震動と各観測記録では、地震規模、距離が異なる(spcl: Mw8.0, R60km, spcll: Mw7.0, 断層直上)。
- そこで、各観測記録を補正することで、標準L2地震動で想定している地震規模、距離に換算。
- 補正には、応答スペクトルの距離減衰式(内山・翠川(2006))を用いた(検討当時、国内の多数記録を用いた応答スペクトルの距離減衰式(基盤位置)として最も適切と判断)。
- 各観測記録の断層最短距離は、震源インバージョン結果から評価。
- 補正は、距離と地震規模を対象に実施。

— 補正前 (Mw6.7, R=9.8km)
— 補正後 (Mw7.0, R=3km)



スペクトル補正の例



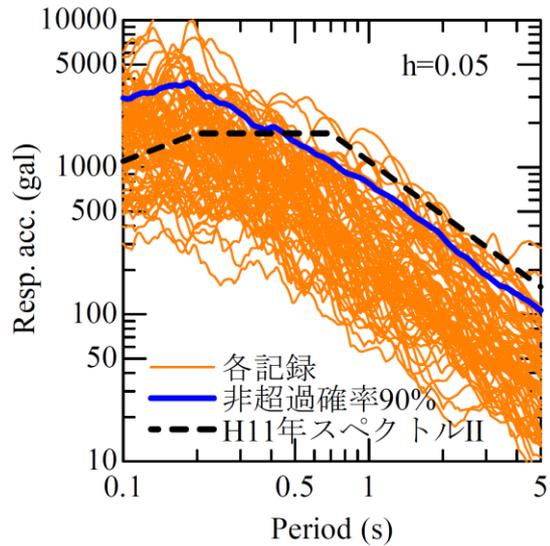
(エ) 内陸活断層による地震記録(全152記録)の重ね書き

以上から、内陸活断層による地震記録(全152記録)の重ね書きしたものが、下記の図である(甲D111の2の2 第2回資料2の13 / 34)。

内陸活断層による地震記録(全152記録)の重ね描き

- 従来から、観測記録の非超過確率90% ($\mu+1.28\sigma$) のスペクトルを目標に標準スペクトルを設定
- 周期特性が従来の標準L2地震動スペクトルII(H11年版)と大きく異なる(短周期側:大、長周期側:小)
- 従来は、兵庫県南部地震の記録が大半であったが、今回はより多くの地震による記録を使用している。

サイト特性の違いが影響？

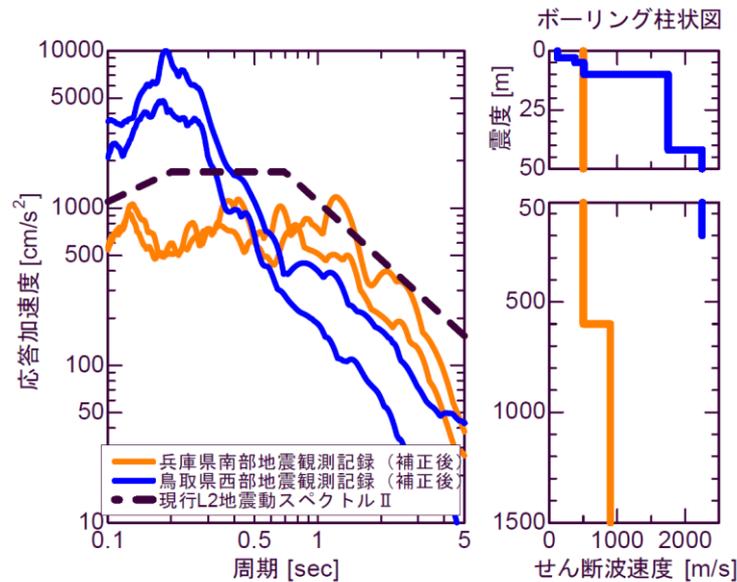


図の横軸が周期、縦軸が加速度（ガル）であり、周期0.1秒～0.3秒間では、500ガル～5000ガル程度まで、大きくばらついており、10000ガルの記録もある（ただし、基盤位置（ $V_s = 400 \text{ m/s}$ ）における値である）。

ウ 短周期成分の卓越したL2地震動について

さらに、鉄道構造物の耐震設計では、地震基盤が浅い地域について、短周期成分の卓越したL2地震動が設定されている。

地震基盤深度による地震動特性の変化 14/34



地震基盤深度によってスペクトル特性が変化する可能性

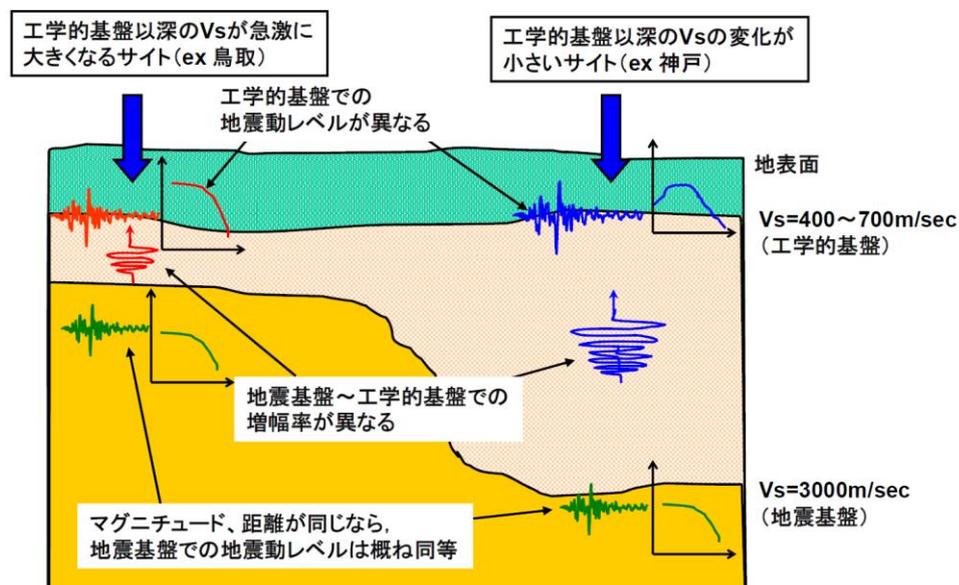


図は、①1995年兵庫県南部地震（ $M_w 6.9$ ）と、②2000年鳥取県西部地震（ $M_w 6.8$ ）の観測記録を、基盤位置（ $V_s = 400 \text{ m/s}$ ）に引き戻し、地震規模を $M_w 7.0$ 、距離を直下3kmに補正したものである。周期0.1秒～0.5秒の短周期領域において、①1995年兵庫県南部地震（ $M_w 6.9$ ）は、おおむね1000ガル程度であるのに対して、②2000年鳥取県西部地震（ $M_w 6.8$ ）は、2000ガル～最大10000ガルまで達している。このような差が生じた最大の理由として、以下のように、地震基盤深度の違いがあげられている。

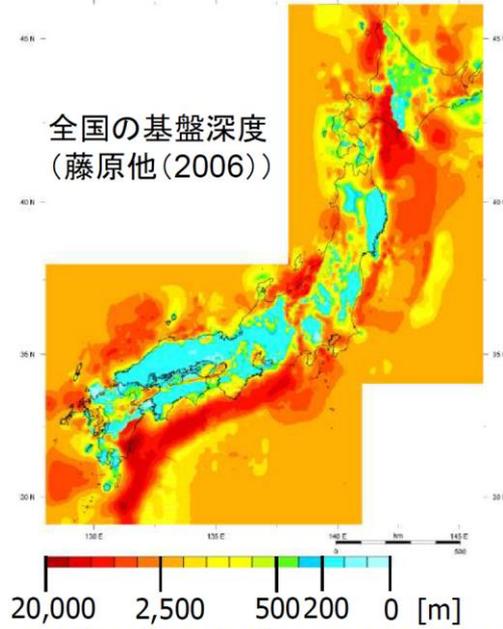
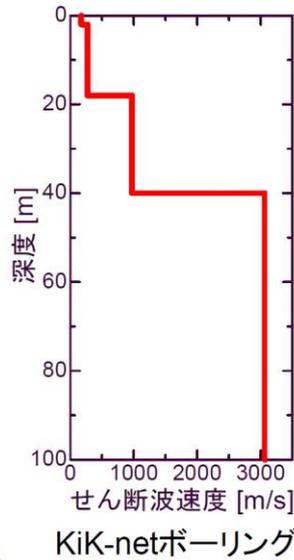
「地震動は地震基盤から耐震設計上の基盤面までの堆積構造により増幅特性が大きく異なることが指摘されている。例えば、地震基盤（ $V_s=3000\text{m/s}$ 程度の堅固な岩盤）が浅い地域では短周期が卓越し、地

震基盤の深い地域では地震動の卓越周期が長くなることが過去の観測記録から明らかになってきている。2011年の東北地方太平洋沖地震では、地震基盤が浅い地域で広範囲にわたり短周期成分の非常に大きな地震動が観測された。一方で、標準応答スペクトルは、鉄道構造物の周期帯域における増幅特性を勘案して、地震基盤が概ね500mより深い場合を想定して算定したものである。そのため、地震基盤の浅い地域に周期の短い橋梁・高架橋（等価固有周期0.3秒以下）を設計するような場合には、標準応答スペクトルに加えて短周期成分の大きな地震動を設定し、構造物の性能を照査することが望ましい。この時のL2地震動の設定の考え方は、『付属資料6-4 短周期成分の卓越したL2地震動の考え方』による。」（甲D109 鉄道耐震設計46頁）。

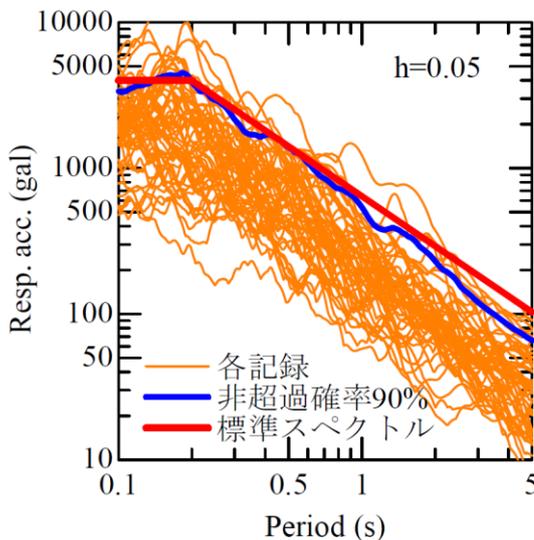
地震基盤深度による地震動の変化イメージ 15/34



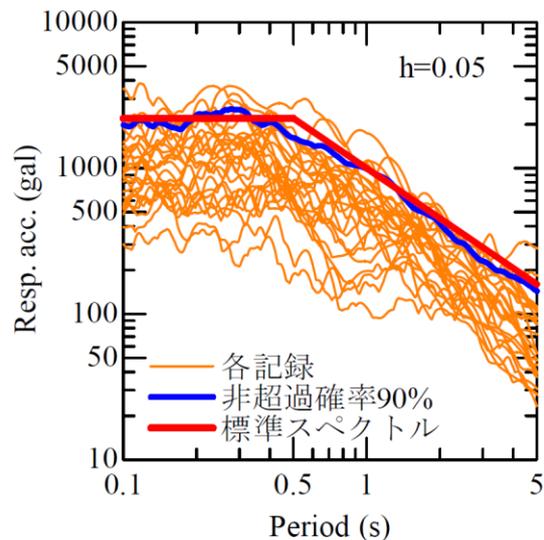
地震基盤 ($V_s=3000\text{m/s}$ 程度) の深度が200~500mより浅い記録と深い記録に分類



地震基盤深度によって2タイプのスペクトルを提示
(実務上は地震基盤の深い地点のスペクトルを使用)



地震基盤の浅い記録



地震基盤の深い記録



図の左側が地震基盤の浅い（200m～500mよりも浅い）記録、右側が地震基盤の深い記録の重ね描きである。一見して、地震基盤の浅い記録の方が、短周期成分が卓越していることがわかる。

ただし、ここでは、500mよりも浅い場合と、500mよりも深い場合とで分けられているが、「既往の物理探査やボーリング調査に基づいた全国の地盤構造をまとめた結果によると、地震基盤深度は付属図 6.4.1 のように推定されており、地域によって大きく変化していることが分かる。このうち、地震基盤が 500mよりも浅い地域では、標準応答スペクトルとは異なり短周期側が卓越した地震動となることが分かっている。

しかしながら、現状の深部地下構造の調査間隔や推定精度、実務上の取り扱いを勘案すると、この結果のみを使用して地震動特性の違いを分類することは困難であると考えられる。そのため先述したように地震観測または常時微動観測を実施するのがよいが、それは不可能な場合には、当面の間、地震基盤深度が 1000mよりも浅い地点においては、短周期成分が卓越する可能性があると考えたことにした。」（甲D109 鉄道耐震設計 付属資料 6-4 232 頁）とされており、鉄道耐震設計では、地震基盤が 1000mよりも浅い場合には、より安全側に、短周期成分が卓越するものとして、扱われている。

エ 標準スペクトル＝非超過確率 90% ($\mu + 1.28\sigma$) のスペクトル

そして、鉄道耐震設計では、非超過確率 90% ($\mu + 1.28\sigma$) を目標に標準スペクトルが設定されている。 μ は平均値であり、 σ は標準偏差を表す。

これは、すなわち、標準スペクトルは既往地震の 90% をカバーしているという意味であるが、逆からいえば、既往地震の 10% は標準スペクトルを超えている、ということの意味する。

この点、標準スペクトルを、既往地震をすべてカバーして設定することも可能であり、そうすれば耐震安全性はより安全側となるが、その一方で、建設コストは高額になることが予想される。

そこで、鉄道構造物では、非超過確率90% ($\mu + 1.28\sigma$) をもって、標準スペクトルとした。これは、一種の線引きであり、割り切りである。

この点、非超過確率を90%とした根拠については、以下のように説明されている。

「室野鉄道地震工学研究センター長

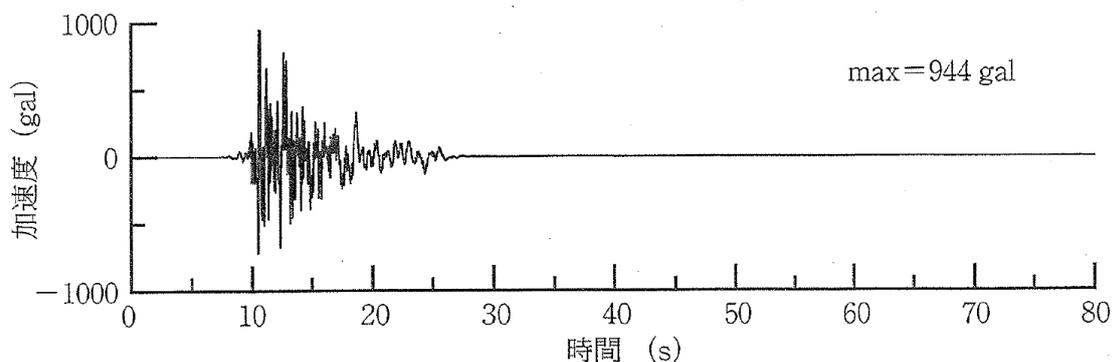
90%という数字に関しては、実は平成11年標準のときもこれと同じような段取りを踏んで、地震動を設定しているんです。そのときにまず議論としてあったのは既往最大ということで、集めたデータの中で距離補正、マグニチュード補正をして、包絡をさせるというのが一つ案としてあります。それは何となくおわかりのとおり、安全なものをつくろうという配慮からそういう議論があったんですが、それをしてしまうと、何か1波でも応答スペクトルを超えるものが出たときに、その定義が覆されてしまうので、設計標準そのもの、設計地震動の無効性が浮かび上がってしまうと、それはないよねということ。

じゃあ、ある程度の超過は認めるんだけれども、どれぐらいにしようというところについては、実はコードキャリブレーションであったりとか、実際その地震動を使って設計される構造物がどれぐらいのスペックを有するかというところで、要はデザインのほうから決まってしまう部分が非常に大きいというところがあります。我々のほうでいろいろ検討した結果、当然下げたいところはあるんだけれども、90%というところの非超過確率で当時設計をしてあげると、その前に規定された構造物に対しての適用性であったりとか、構造の連続性、設計の連続性を考えると、従前よりも少し大きくなるけども、対応できる範囲じゃないのということで、デザインのほうから決まっているというところが正直なところで、物理的な背景があったとかということではないです。」

(甲D111の3 第2回議事録28頁)

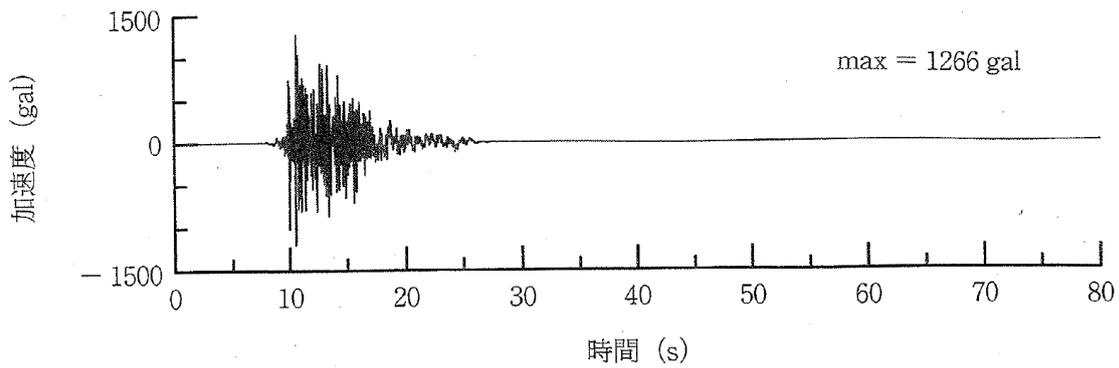
このように、「安全なものをつくろうという配慮」からすれば、「既往最大」として「集めたデータ」を「包絡をさせる」という案もあったが、それは採用せず、非超過確率を90%としたのは、「実際その地震動を使って設計される構造物がどれぐらいのスペックを有するかというところで、要はデザインのほうから決まってという部分が非常に大きい」とされている。

L2標準地震動の時刻歴波形（地震基盤の深い記録）は、以下のとおりであり、最大944ガルの地震動となっている（甲D109鉄道耐震設計47頁）。



解説図 6.4.7 スペクトルIIの時刻歴波形

これに対して、短周期成分の卓越したL2地震動（地震基盤の浅い記録）の時刻歴波形は、以下のとおりであり、最大1266ガルとなっている（甲D109鉄道耐震設計付属資料6-4 短周期成分の卓越したL2地震動の考え方 235頁）。



付属図 6.4.7 短周期成分の卓越したスペクトルⅡの時刻歴波形

オ 東海第二原発の地震基盤はG L - 6 7 7 m

東海第二原発の地震基盤はG L - 6 7 7 mとされている（甲D53 東海第二発電所 基準地震動の策定について4-118）。

3. 地下構造評価 3.7 敷地の地盤モデル
地盤モデルの設定

第291回審査委会
資料1再掲

- ①解放基盤表面以浅の地盤モデルは、地盤同定解析結果を基に設定した。
- ②解放基盤表面以深の地盤モデルは、1000mボーリングの調査結果を基に設定した。
- ③なお、解放基盤表面以深の最上層のS波速度、P波速度及び密度については、地盤モデルにおける物性値の連続性を考慮し、解放基盤表面以浅の地盤モデルにおける最下層の数値とした。
- ④減衰定数については、解放基盤表面から地震基盤までは信岡ほか(2012)、地震基盤以深については佐藤ほか(1994)に基づき設定した。

▽解放基盤表面(E.L.-370m)

▽地震基盤(E.L.-677m)

設定した地盤モデル

※ E.L. (m)	層厚 (m)	S波速度 (m/s)	P波速度 (m/s)	密度 (g/cm ³)	減衰定数		
					水平	鉛直	
① 8.0	2.5	130	280	1.71	0.236f ^{-0.752}	0.203f ^{-0.21}	
	5.5	151	403				
	1.0	8.0	308	1589			1.66
	-7.0	8.0	478	1509			1.82
	-15.0	91.0	477	1753			1.69
② -370.0	107.0	③ 790	2000	1.85	0.072f ^{-0.931}	0.203f ^{-0.93}	
	-477.0	200.0	840	2110			1.96
	-677.0	60.0	2750	4740	2.63	Q=110f ^{0.69}	
	-737.0	265.0	3220	5550	2.70		
	-1002.0	-	3220	5550	2.70		

※ G.L. = E.L.8.0m



したがって、東海第二原発の地震基盤は、鉄道耐震設計においては短

周期成分が卓越する可能性がある地震基盤（1000mよりも浅い場合）に該当する（甲D109鉄道耐震設計 附属資料6-4 232頁）。

原発事故の被害の甚大性を考慮すれば、安全側に考えて、短周期成分が卓越したL2地震動（地震基盤の浅い記録）と同様に考える必要がある。

カ 小括

以上のとおり、鉄道構造物では、スペクトルⅡ：Mw7.0の内陸活断層による地震が直下で発生した場合、「耐震設計上の基盤面（Vs400m/s）程度の地盤」において、最大944ガルの地震動が想定されている。

さらに、地震基盤の浅い場合は、短周期成分の卓越したL2地震動として、最大1266ガルの地震動が想定されている。

しかも、これらの地震動は、非超過確率90%（ $\mu + 1.28\sigma$ ）を目標に設定されているものであり、逆の見方とすれば、既往地震の10%は標準スペクトルを超えている。

鉄道構造物も高い耐震性が求められることは当然であるが、かけた費用は、当然利用者が負担する運賃・料金にはねかえってくる。鉄道構造物で、地震による事故が発生したとしても、それは、限定された地域における限定された被害にとどまる。どこまでの安全性が求められるかは、費用対効果の観点から、「既往最大」として「集めたデータ」を「包絡をさせる」ことまで求められないとしてもやむをえないとする考え方は、不合理だとまでは言えないだろう。

しかし、原発についてはどうか。これと同じ考え方でいいのか。原発で、地震による事故が発生した場合は、その影響は、鉄道構造物とは比較にならないほど、甚大なものとなる。

この「既往最大」は、現に発生した地震（地震動）なのであり、合理的に予測できる地震動なのであるから、原発においては、「集めたデー

タ」は、当然に「包絡をさせる」ことが求められる、というべきである。

4 本来「震源を特定せず策定する地震動」はどのように策定すべきか

(1) 以上のとおり、「震源を特定せず策定する地震動」は、本来、どこに潜んでいるか分からない未知の断層（「隠れ断層」）が活動したとしても、「災害の防止上支障のないもの」であるように（炉規法43条の3の6第1項第4号）、すなわち原発の安全が達成できるようにするために策定されるものである。

そして、地震動審査ガイド（甲D17）が求めているのも、原発の安全性確保の考え方に基づくものと解される

地震動審査ガイドが求めているのは

- ①「震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集」すること
- ②「これらを基に各種の不確かさを考慮して、敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定されていること」
- ③「「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」を相補的に考慮することによって、敷地で発生する可能性のある地震動全体を考慮した地震動として策定されていること。」である。

(2) これに対して、被告が策定した「震源を特定せず策定する地震動」＝「『隠れ断層』による地震動」は、以下のようなものであった。

ア 加藤のスペクトルを採用する。

イ 地震動審査ガイドが例示した16地震については、

- ① 2008年岩手・宮城内陸地震（Mw6.9）と2000年鳥取県西部地震（Mw6.6）については、対象外とする。
- ② 残る14地震のうち、加藤のスペクトルを超えない9地震を検討対象から排除する。

- ③ 加藤のスペクトルを超えた5つの地震の観測記録のうち、4つの地震について「地盤情報がない」などとして検討対象から排除する。
- ④ 結局、地盤情報が得られている留萌支庁南部地震の観測記録をほぼそのまま用いる。

(3) まず、被告には、「原発の安全をどう達成するか」という視点が、すっぱり抜けている。

- ① 地震動審査ガイドが、わざわざ検討対象として1.6地震（ M_w 6.5未満に限れば1.4地震）を例としてあげたことからすれば、これらについては、十分な検討をすることを同ガイドは求めていると解すべきである。

各地震について、詳細に検討もせずに、単に観測記録が加藤のスペクトルよりも小さいであるとか、あるいは地盤情報がないという理由で排除することを許しているはずがない。地盤情報がなければ、当然に地盤情報を得るように努める必要がある。耐震設計に必要であることが明らかであるのに、自ら地盤情報を得ようとししないで、誰も地盤情報を得てくれないからとして、「地盤情報がないから検討の対象から除外する」などということは許されない。

被告は、この点で、地震動審査ガイドの要求を満たしていない。

- ② 地震動審査ガイドは、こうして収集した地震について、「これらを基に各種の不確かさを考慮」することを求めている。同審査ガイドが、「各種の不確かさの考慮」を要求しているのは、まさしくそれが原発の安全達成に必要なだからである。したがって、「各種の不確かさの考慮」をどこまですべきかは、原発の安全達成に十分なものか否か、で判断されるべきである。同審査ガイドが、原発の安全性確保のためのものだとすれば、そのように解釈することが合目的的である。

ところが、被告は、「各種の不確かさの考慮」をせず、留萌支庁南部地震のHKD020観測点でのはぎ取り波をほぼそのまま使っている。そもそも、留萌支庁南部地震のHKD020観測点での地震動が、たま

たまそこに観測点があったというだけのことであり、この地震の最大地震動ではないことは明らかであるから、最低限、留萌支庁南部地震の最大地震動をシミュレーションした結果を基礎とすべきである（そのようなシミュレーションは、すでになされているが、あえて用いていない）。この点でも、被告は、地震動審査ガイドの要求を満たしていない。

- ③ さらに、地震動審査ガイドは、例示した16地震のみを対象とすればよい、とはいっておらず、当然、新たな知見についても検討対象として入れることを求めている。しかし、被告は、こうしたことを一切行っていない。地震現象は、何1000年、何万年、何10万年のスパンで生起する。その中で、わずか12年前の留萌支庁南部地震の、しかも特定の観測点で観測された地震動が、今後原発を襲い得る隠れ断層地震の最大の地震動だなどとは、とても言えない。留萌支庁南部地震を超える規模の地震が原発直下で起こり、あるいは、留萌支庁南部地震と同規模でも、その地震の最大地震動を示す領域付近に原発があつて、留萌支庁南部地震の地震動を超える地震動が原発を襲うことは十分にありうる。この点でも、被告は、地震動審査ガイドの要求を満たしていない。

- ④ そして、地震動審査ガイドは、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」を相補的に考慮することによって、敷地で発生する可能性のある地震動全体を考慮した地震動として策定することを求めている。

「震源を特定せず策定する地震動」（＝「隠れ断層」による地震動）について、多くの電力会社は、単に「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」を補完するに過ぎないものであるとして、重要性において劣るという主張をしている。

しかし、審査ガイドが規定するとおり、「敷地ごとに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」とは相補的に考慮することによって、敷地で発生する地震動全体を考慮した地震動となるものであって、「震源を特定せず策定する地震動」は、原発の安全性確保に欠くことのできないものである。

被告は、この点でも、地震動審査ガイドの要求を満たしていない。

- (4) 審査ガイドの作成に関与した一人である防災科学技術研究所の藤原広行・社会防災システム研究領域長は、こうした現状について、『審査ガイドの考え方と違う』と憤る。『原発を襲う可能性がある揺れの『全体』を考えて基準地震動を決める』という規定が生かされていないというのだ。この規定は安全を期すためガイド策定中に藤原氏が提案し、当時の島崎規制委員長代理が同意して追加された。

藤原氏は『過去の揺れをほとんどそのまま基準地震動にするだけでは、今後、より強い（隠れ断層の）揺れが出るのはほぼ確実。『襲い得る揺れ全体』を考えたとは言えない』と指摘する。強い揺れを測る地震計が普及したのは20年ほど前からで、隠れ断層地震の解明はまだ遠いからだ。『せっかく『全体』の考慮をするとガイドに入れたのにその実現を規制庁自身が放棄するような姿勢では困る』と嘆き『襲い得る揺れとして、過去最強の揺れの何割増しを考えるべきか、議論が必要だ』と訴え」たという（甲D108毎日新聞）。

- (5) 以上のとおり、加藤ほか（2004）のスペクトルは考慮するにせよ、例示された16地震の中で、たった一つ「確かなデータ」があるとした留萌支庁南部地震の、しかもその最大地震動ではない、HKD020観測点の地震動のはぎ取り波という、現時点での観測記録に基づくだけの中途半端な地震動想定で、原発の安全が達成できるわけがない。「確かなデータ」を求めることは、本来、原発の安全にとって必要な想定地震動の値を、切り下げるための役割しか果たしていない。

「確かなデータ」による地震動想定でとどまっていたは、原発の安全確保に必要な、原発を襲いうる最大地震動は、決して導くことができない。

- (6) これに対して、鉄道構造物の耐震設計では、地震動記録が乏しいことから、1995年～2007年までの、 $M_w 6.4$ 以上の比較的規

模の大きな地震の観測記録を収集し、これらの地震の規模と距離を補正して、スペクトルⅡ： $M_w 7.0$ の内陸活断層による地震が直下で発生することを想定している。その結果、「耐震設計上の基盤面（ $V_s 400\text{ m/s}$ ）程度の地盤」において、最大944ガルの地震動を想定し、さらに、地震基盤の浅い場合は、短周期成分の卓越したL2地震動として、最大1266ガルの地震動を想定している（ただし、非超過確率90%）。原発においても、このような手法がとられるべきであるし、原発事故の被害の甚大さを考慮すれば、非超過確率90%ではなく、さらに非超過確率を大きくとるか、包絡するように想定すべきである。

(7) 結局、被告の考え方には、原発の安全性を最大限実現するという観念が決定的に欠けている。わずか20年足らずの期間での「確かなデータ」のある地震動で、将来原発を襲うおそれのある地震動の全てをカバーできないことは明らかである。このような不十分な「震源を特定せず策定する地震動」の想定では、本件原発を基準地震動以上の地震動が襲う具体的な危険性があることは明らかであり、原告らの人格権が侵害される具体的な危険性があるから、その運転が差し止められなければならないことも明らかである。

5 震源を特定せず策定する地震動の策定ルールの見直しの議論

(1) 震源を特定せず策定する地震動に関する検討チームによる見直し
ア 検討チームが設けられた趣旨

原子力規制委員会は、2017年（平成29年）11月29日、外部専門家6名を含めた「震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム」を設けた（以下「検討チーム」という）。検討チームが設けられた趣旨は、以下のように説明されている（下線は代理人）（甲D110の2の3 第1回資料3 1頁）。

「これまでの新規制基準適合性審査においては、全国共通に考慮すべき「震源を特定せず策定する地震動」（タイプA：Mw6.5未満）として審査ガイドに例示された14地震の中から影響の大きい5地震を抽出した上で基盤地震動が評価可能な2004年北海道留萌支庁南部地震に不確かさを考慮して策定した地震動を妥当と判断してきた。また、残りの4地震については、今後取り組むべき中長期課題と整理し、現在、事業者が検討を行っているところであるが、各観測地点の地盤物性の評価に時間を要しているところである。

原子力規制委員会は、「震源を特定せず策定する地震動」（Mw6.5未満の地震）を、地震学的検討から全国共通に考慮すべき地震動と位置づけており、共通に適用できる地震動の策定方法（標準応答スペクトルの提示も含む）を明確にすることが望ましいと考えられることから、本検討チームでは、全国で起こりうる「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」の観測記録を体系的に収集して統計処理を行うことにより、地震動のばらつきを考慮した応答スペクトルを設定する手法について検討する。」

このように、検討チームは、審査ガイドに例示された地震動について、新規制基準適合性審査では棚上げされ中長期課題として事業者任せにした地震の検討が一向に進んでいないことから、改めて、規制委員会において、規制内容に取り入れることを目指したものであった。

イ 観測記録を収集して統計処理を行い、地震動のばらつきを考慮した応答スペクトルを設定する、ということの意味

しかし、この検討チームにおける議論は、それにとどまらず、「観測記録を体系的に収集して統計処理を行うことにより、地震動のばらつきを考慮した応答スペクトルを設定する手法について検討」するとした。

この意味するところについて、藤原広行委員（防災科学研究所社会防災システム研究部門長）は、以下のとおり述べている。

「○ 今の統計処理に関して、統計処理を導入して、実際、基準に反映させようとする、非超過確率的な線引きの議論というものと、あわせてやらなければ最後まとまらないと思っています。

5年前にまとめられた新規制基準の中には、その不確定性の処理やばらつきについての記述はたくさん入っていますが、それを、じゃあ定量的に、具体的にどのぐらい扱っていくのかというところが、まだ明確に審査ガイドのレベルでは記述されていない。5年間、実際にもう審査が行われて、実態としてそれらは、どのように運用されたかということ調べればわかる状況にはなっていると思いますが、この統計処理を導入するというのは、基準地震動のレベル設定では、多分初めて、この正式なルールの中では初めてのことになる可能性がありますし、その場合に、震源を特定せず策定する地震動に対して導入した統計処理、不確定性とばらつきの扱いというものと、震源を特定して策定する地震動のほうですね、これらは基本的に幾つかの地震タイプにいくことに、シナリオ形で、まず検討する地震を選定した後に、最後、不確かさを考慮するというプロセスを経て基準地震動を決めるということになっている。その不確かさの考慮の程度と、今回議論する統計処理プラス線引きの議論の全体としての整合性というものを考えなければ、この新規制基準の基準地震動全体のルールとしての整合性が保たれないということになるかと思うんです。

そこは、かなり本質的な問題かなというふうにも思っておりますし、一方で、その特定して策定する地震動について、その不確かさの処理を定量化するという間に間接的につながる可能性もある（甲D110の3 第1回議事録24頁）。

ここで、「5年前にまとめられた新規制基準」とは、まさに、藤原広行

委員自らが、規制委員会で耐震ルール作りに関わったものを指している。そして、新規制基準では、「不確定性の処理やばらつきについての記述はたくさん入っていますけれども、それを、じゃあ定量的に、具体的にどのぐらい扱っていくのかというところが、まだ明確に審査ガイドのレベルでは記述されていなく」かったとされている。

これは、2015年5月7日の毎日新聞記事「特集ワイド:「忘災」の原発列島 再稼働は許されるのか 政府と規制委の「弱点」」(甲D27)における、以下の発言と同趣旨の発言である。

「実際の地震では(計算による)平均値の2倍以上強い揺れが全体の7%程度あり、3倍、4倍の揺れさえも観測されている」

「平均から離れた強い揺れも考慮すべきだ」

「基準地震動の具体的な算出ルールは時間切れで作れず、どこまで厳しく規制するかは裁量次第になった。揺れの計算は専門性が高いので、規制側は対等に議論できず、甘くなりがちだ」

「今の基準地震動の値は一般に、平均的な値の1.6倍程度。実際の揺れの8~9割はそれ以下で収まるが、残りの1~2割は超えるだろう。もっと厳しく、97%程度の地震をカバーする基準にすれば、高浜原発の基準地震動は関電が『燃料損傷が防げないレベル』と位置づける973.5ガルを超えて耐震改修が必要になりかねない。コストをかけてそこまでやるのか。電力会社だけで決めるのではなく、国民的議論が必要だ」。

このように、統計処理を行い地震動のばらつきを考慮するということは、すなわち、基準地震動 S_s が、本件原発を襲う可能性がある地震動の何パーセントをカバーしているのか定量的に示す、ということにほかならない。

ウ 検討チームの議論

この検討チームの議論は極めて重要であり、また、示唆に富むと思われるので、各回の資料をすべて証拠提出する。

<http://www.nsr.go.jp/disclosure/committee/youshikisya/tokuteiseiz>

u_jishindo/index.html

これまで、検討チームは、以下のとおり、合計9回開催されており、現在、とりまとめの議論が行われている。各回の議論の資料は、以下のとおりである。

第1回 平成30年01月25日

甲D110の1 議事次第

甲D110の2の1 資料1

甲D110の2の2 資料2

甲D110の2の3 資料3

甲D110の3 議事録

第2回 平成30年02月22日

甲D111の1 議事次第

甲D111の2の1 資料1

甲D111の2の2 資料2

甲D111の2の3の1 資料3-1

甲D111の2の3の2 資料3-2

甲D111の2の3の3 資料3-3

甲D111の2の3の4 資料3-4

甲D111の3 議事録

第3回 平成30年03月30日

甲D112の1 議事次第

甲D112の2の1 資料1

甲D112の2の2 資料2

甲D112の2の3 資料3

甲D112の3 議事録

第4回 平成30年06月14日

甲D113の1 議事次第

甲D113の2の1 資料1

甲D113の2の2 資料2

甲D 1 1 3 の 2 の 3 資料 3

甲D 1 1 3 の 3 議事録

第 5 回 平成 3 0 年 1 0 月 0 4 日

甲D 1 1 4 の 1 議事次第

甲D 1 1 4 の 2 の 1 資料 1

甲D 1 1 4 の 2 の 2 資料 2

甲D 1 1 4 の 2 の 3 資料 3

甲D 1 1 4 の 3 議事録

第 6 回 平成 3 0 年 1 1 月 0 8 日

甲D 1 1 5 の 1 議事次第

甲D 1 1 5 の 2 の 1 資料 1

甲D 1 1 5 の 2 の 2 資料 2

甲D 1 1 5 の 3 議事録

第 7 回 平成 3 1 年 0 3 月 0 4 日

甲D 1 1 6 の 1 議事次第

甲D 1 1 6 の 2 の 1 資料 1

甲D 1 1 6 の 2 の 2 資料 2

甲D 1 1 6 の 3 議事録

第 8 回 平成 3 1 年 0 3 月 2 9 日

甲D 1 1 7 の 1 議事次第

甲D 1 1 7 の 2 の 1 資料 1

甲D 1 1 7 の 2 の 2 資料 2

甲D 1 1 7 の 2 の 3 資料 3

甲D 1 1 7 の 3 議事録

第 9 回 令和元年 0 5 月 1 0 日

甲D 1 1 8 の 1 議事次第

甲D 1 1 8 の 2 の 1 資料 1

甲D 1 1 8 の 2 の 2 資料 2

甲D 1 1 8 の 2 の 3 資料 3

甲D118の2の4 参考資料

甲D118の3 議事録

(2) 検討チームの見直しの議論の概要

検討チームの見直しの議論の概要は、以下のとおりである。

ア 観測地震動記録の収集条件

観測地震動記録の収集条件は、以下のとおりとされ、合計90の地震が収集された。

ただし、解析には89地震（水平動615波、上下動304波）が採用された。

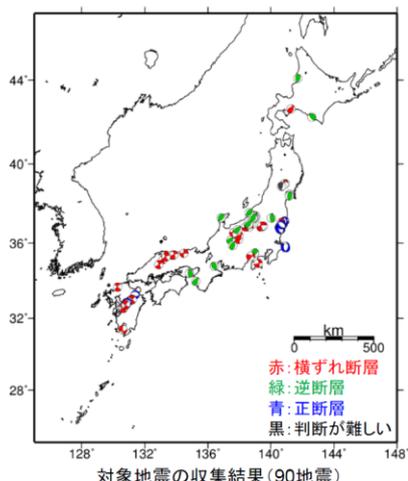
観測期間 2000年1月1日～2017年12月31日

地震規模 Mw5.0～6.6

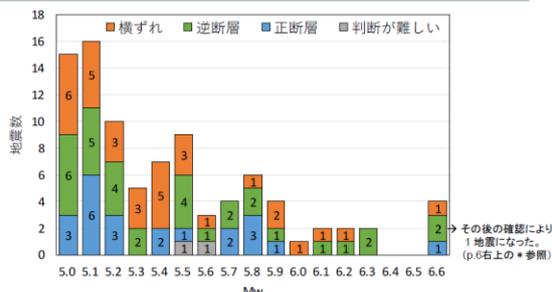
付録D: 3. 観測地震動記録の収集・整理(1/4)

観測地震動記録の収集条件

- 観測期間：2000年1月1日～2017年12月31日
- 地震規模：Mw5.0～6.6 (F-netの震源メカニズム情報)
- 震源深さ：0～20km* (気象庁一元化震源) * 地殻内地震であることを気象庁資料を参考に確認。
- 観測地震動記録：震央距離30km以内にKiK-netによる記録がある



※ 断層タイプには、地震調査研究推進本部(以降「地震本部」という)による公開情報を参考に分類した。ただし、断層タイプに関する十分な情報が得られないものについては、F-netのメカニズムから断層タイプを推定した。



	横ずれ	逆断層	正断層	判断が難しい	合計
地震数※	33	33(32)	22	2	90(89)

【収集結果】

- 条件を満たす地震は第2回会合で示した88地震から90地震※3)に増えた。
- ※3: ほぼ同時に地震が発生したために、1つの公開データに2地震分の記録が含まれているケースが2件あった(No.45, No.46が追加された)。
- 解析には89地震(水平動615波、上下動304波)※4)を採用した。
- ※4: PS検層未実施の観測点や不適切と考えられる記録(成分毎)は解析から除外した。なお、今後の検討により、地震数・記録数は変動する可能性がある。
- 断層タイプごとの地震数の偏りは小さい。

この90の地震の詳細は、「付録D: 3. 観測地震動記録の収集・整理(2)

／4)」～「同4／4」のとおりである（甲D116の2の2、第7回資料2 107頁～109頁）。

この90の地震中、比較的規模の大きいMw6.5以上のものは、以下の4つである。

2000年鳥取県西部地震（MW6.6）

2004年新潟県中越地震（Mw6.6）

2007年新潟県中越沖地震（Mw6.6）

2011年福島県浜通り地震（Mw6.6）

ただし、このうち、2007年新潟県中越沖地震（Mw6.6）は、はぎとり波が算出できないとの理由で、最終的な統計処理の対象には含まれていない。

イ その後のステップ

その後、

（ア） はぎとり解析の算出（解放基盤相当面S波速度700m/s以上における地震動）

（イ） 応答スペクトルの補正

① 震源距離の補正（各観測記録を震源近傍の領域に集めるため、震源（断層面または点震源）と観測点の間の距離の補正を行う）

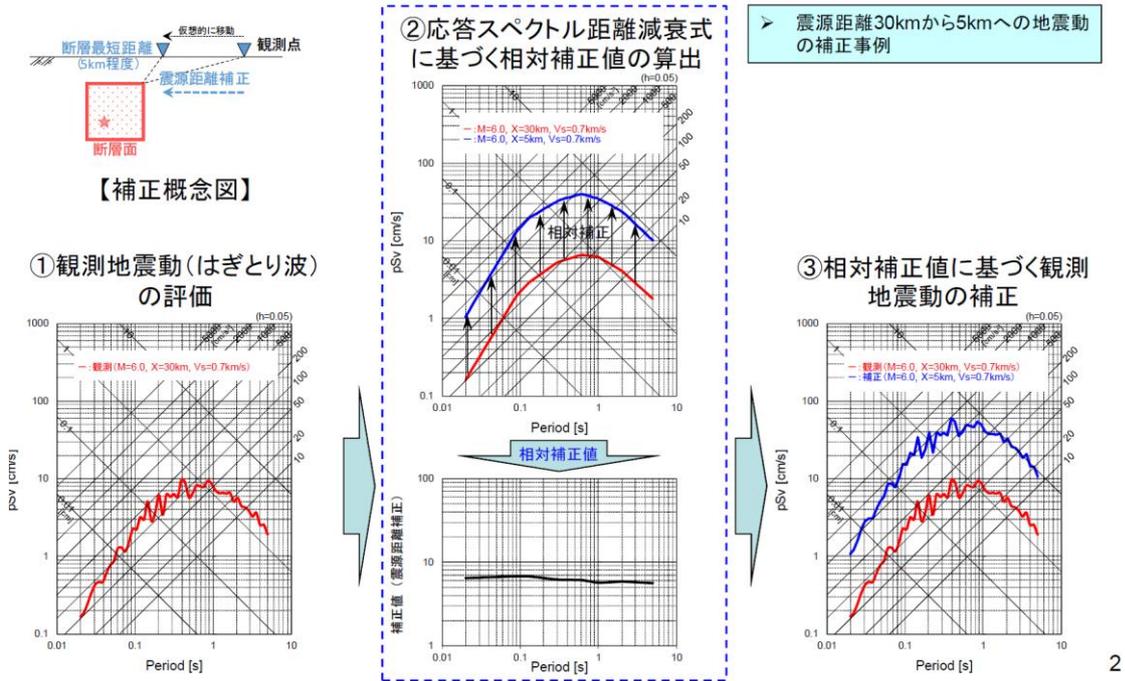
② 地盤物性の補正（各観測記録を地震基盤相当面で扱うために、必要に応じて地盤物性の補正を行う）

（ウ） 統計処理

が行われた（その詳細については、甲D111の2の3の4 第2回資料3-4、甲D115の2の2 第6回資料2に詳しい。）

標準応答スペクトルの策定に係る観測地震動の補正 (2/3)

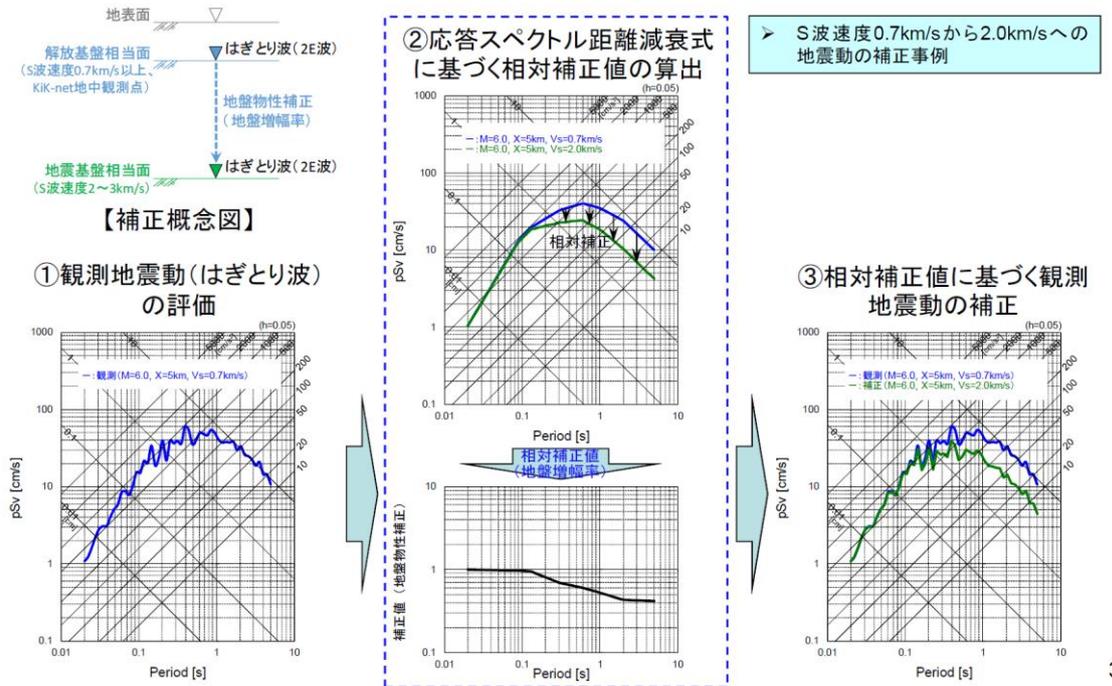
○震源距離の補正の考え方



(甲 D 1 1 1 の 2 の 3 の 4 第 2 回 資料 3 - 4)

標準応答スペクトルの策定に係る観測地震動の補正 (3/3)

○地盤物性の補正の考え方



これらの手法は、基本的には、鉄道耐震設計で取られている手法と、基本的には同じである。

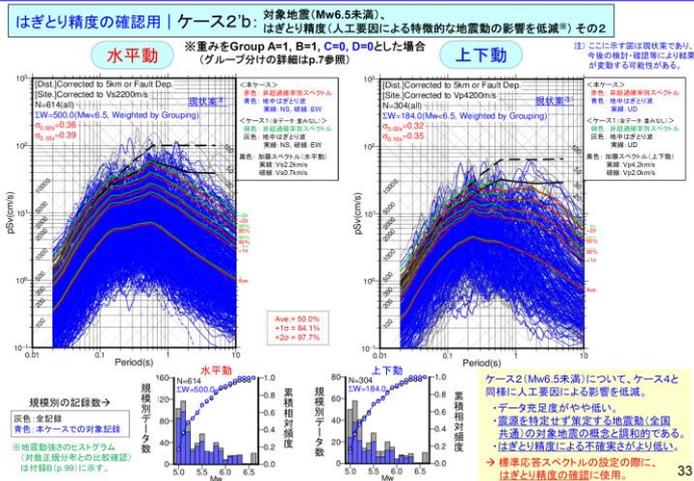
(ただし、鉄道耐震設計では震源規模の補正がされたが、検討チームではなされていない。また、鉄道耐震設計では、「耐震設計上の基盤面 (V s 4 0 0 m / s) 程度の地盤」が基準とされているが、検討チームでは、「地震基盤相当面 (S 波速度 2 ~ 3 k m / s) 」とされた。)

ウ 地震動記録の重ね描き

以上から、地震記録を重ね画きしたものが、下記の図である (甲 D 1 1 6 の 2 の 2 第 7 回資料 2) 。

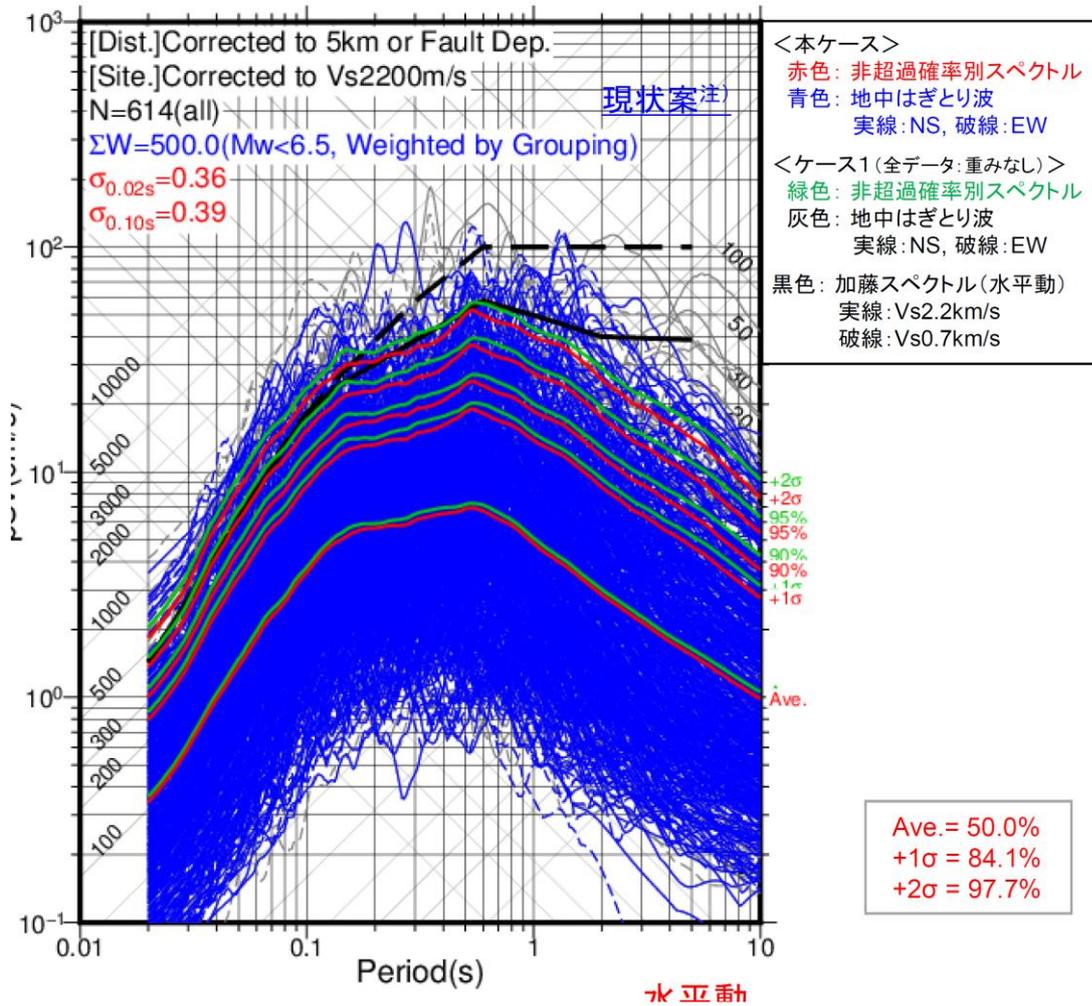
図は、第 7 回会合資料 2 「対象記録の検討結果及び標準応答スペクトル (案) 」の非超過確率別応答スペクトルの算出結果の図 (Mw 5 . 0 ~ Mw 6 . 5 未満、重みをグループ A = 1、B = 1、C = 0、D = 0) である (グループ分けの詳細は、資料 2 の 7 頁参照。グループ C 及び D は、はぎとり解析の精度が低いとされており、その重みを 0 としたことは、これらの記録は除外されていることを示している。)

4. 2. 非超過確率別応答スペクトルの算出結果 (10/11)



水平動

※重みをGroup A=1, B=1, C=0,
(グループ分けの詳細はp.7参照)

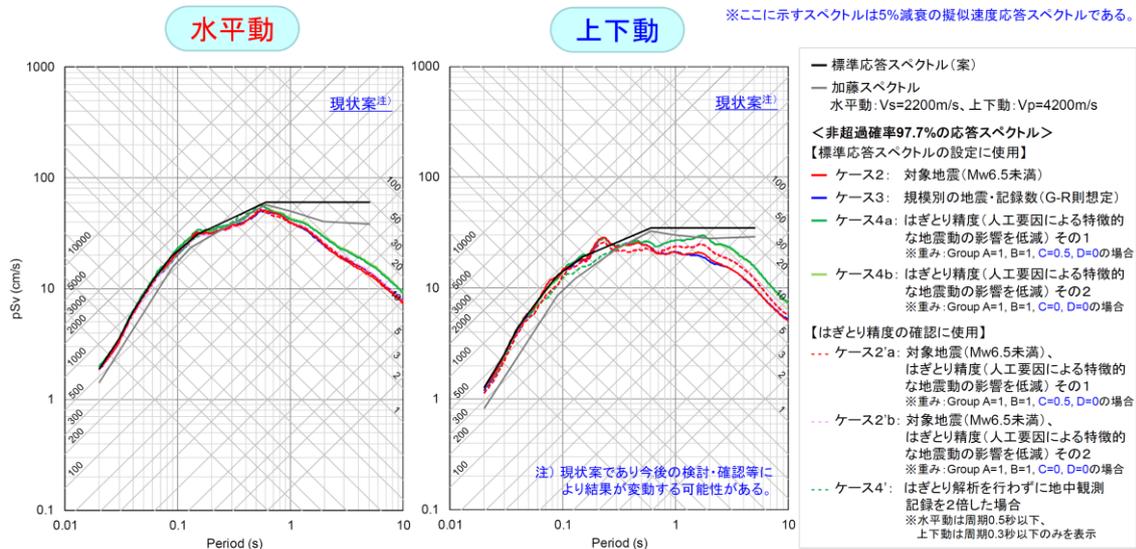


(甲 D 1 1 6 の 2 の 2 第 7 回 資料 2 3 3 頁 水平動の拡大図)

そして、これらの検討を基礎として、標準応答スペクトルは、非超過確率 97.7% (平均 + 2σ) のスペクトルに基づいて設定するという。裏返せば、2.3%の地震は標準スペクトルを超えているが、これらの地震動は、原発では考慮しないということを意味する。

5. 標準応答スペクトル(案)の設定 (3/10)

非超過確率97.7%(平均+2σ)の応答スペクトルに基づく地震動レベルの設定



- ▶ ケース2の非超過確率97.7%の応答スペクトルを上回っている(ただし、はざとり精度が低い※周期帯は必ずしも上回っていない)。
※ はざとり精度については、ケース2' (a, b: はざとり精度に係る不確かさを低減)、ケース4' (地中観測記録の2倍)との比較に基づき、はざとり精度が低いことによる影響を受けているかを判断。
- ▶ データセットに規模Mw6.6の地震まで含めたケース3、ケース4の非超過確率97.7%の応答スペクトルとも調和的なレベルとなっている。
- ▶ 長周期側(周期1秒程度以上)については、年超過確率の参照、他手法による地震動レベルとの比較による妥当性確認(詳細は6. 参照)を踏まえて過小評価とならない地震動レベルとなっている。

37

(甲D116の2の2 第7回 資料2 37頁)

原子力規制委員会は、この理由について、「本検討での対象地震動は、地盤特性や解析・処理に係る不確かさを含むこと、また、個々の観測記録には大きな山谷があるが非超過確率別応答スペクトルは周期ごと(300点)に対応する応答値を算出しそれをつなげていることから、保守的なスペクトルレベルとなっていると考え、対象地震動記録を最大包絡する考え方は採らない」としている(甲D116の2の2 第7回資料2 35頁)。

さらに、第7回会合で、大浅田安全規制管理官は、「マグニチュード5.0～6.5程度の中で97.7%をとった理由というのは、先ほど山岡先生からもお話がございましたように、ここは統計学的に2σであるという必然性というものは当然なくて、どちらかというところ、97.7%というのは政策的な課題として、先ほど田島から説明しましたように10⁻⁴～10⁻⁵に年超過確率が入るとか、あとは、特定してとの最終的には関連性になる

のかもしれないんですけど、そのぎりぎりのMw6.5程度のもので距離減衰式で計算した場合には、こういった 1σ を見据えた場合には、このレベルになるのでといった、そのレベルとか、そういった妥当性の確認を含めて、今回のMw5.0～6.5程度の間では97.7%程度と、そういった数字を採用したいというのが現状でございます。」（甲D116の3 第7回議事録24頁）と述べ、統計学的な必然性はなく、あくまで、政策的に決めたものであることを認めている。

この点は、第9回会合でも、藤原委員から、「今回のデータセットに対して $+2\sigma$ でよしとして、 $+3\sigma$ を考えなかったのか、 $+3\sigma$ を考える必要がないというふうに判断した理由は一体何なんですかということをお問われた」場合について、飯島首席技術研究調査官は、「積極的な回答というのはなかなか今のところはない状況であるのは確かです。」と述べている（甲D118の3 第9回議事録26頁）。

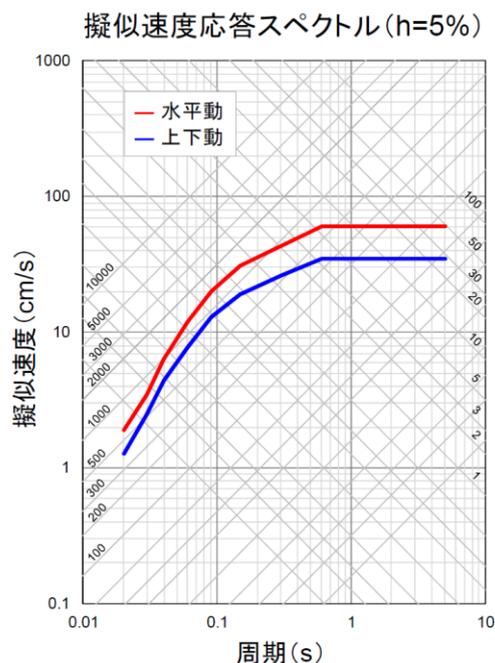
エ 標準応答スペクトル案

以上の結果、現在提示されている標準応答スペクトル案は、下記図の赤線（水平動）及び青線（上下動）で示されるものである（甲D117の2の1 第8回 資料1）。

しかしながら、地震動審査ガイドの「地震動全体の考慮」という基本方針（地震動審査ガイド2(4)）を適切に踏まえるならば、留萌支庁南部地震を含む全ての観測記録を考慮対象とすべきであり、図（甲D116の2の2 第7回 資料2 33頁）でいえば、青色及び灰色の線を一部でも考慮対象外とすることは許されない。

標準応答スペクトル(案)のコントロールポイント

平成31年3月29日



コントロールポイント

周期 (s)	水平動	上下動
	擬似速度 (cm/s)	擬似速度 (cm/s)
0.02	1.910	1.273
0.03	3.500	2.500
0.04	6.300	4.400
0.06	12.000	7.800
0.09	20.000	13.000
0.15	31.000	19.000
0.30	43.000	26.000
0.60	60.000	35.000
5.00	60.000	35.000

(3) 小括

ア 以上のとおり、審査ガイドに例示された地震動について、新規制基準適合性審査では棚上げされ中長期課題として事業者任せにした地震の検討が一向に進んでいないことから、改めて、規制委員会において、規制内容に取り入れることを目指している点は、ようやく、地震動審査ガイドに則った規制が実施されるという意味で、これまでの規制手法よりも、前進しているといえる。

イ しかしながら、2000年1月1日～2017年12月31日までの、地震規模 M_w 5.0～6.6の合計90の地震が収集され(ただし、解析には89地震(水平動615波、上下動304波))、さらに、各観測記録を震源近傍の領域に集めるため、震源(断層面または点震源)と観測点の間の距離の補正を行ったとはいえ、わずか17年間の観測記録にすぎず、標準応答スペクトルを、非超過確率97.

7%（平均+2σ）のスペクトルに基づいて設定し、標準スペクトルを超えている2.3%の地震動は原発では考慮しないという点は許容できない。これらの地震動は、現に発生した地震動を基礎としているものであり、原発事故の被害の甚大性に鑑みれば、最低限、すべての地震動を完全に包絡するべきである。

ウ　ともあれ、震源を特定せず策定する地震動に関する検討チームによる見直しの議論は、これまでの震源を特定せず策定する地震動＝隠れ断層による地震動が、いかに不十分なものだったのかをあからさまに浮き彫りにしたといえる。

エ　そして、本件の東海第二原発では、このような見直しは全くされておらず、旧態以前とした、

① 加藤のスペクトル

② 2004年留萌支庁南部地震

が採用されているにとどまっている。

したがって、被告の東海第二原発の震源を特定せず策定する地震動＝隠れ断層による地震動は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」を相補的に考慮することによって、敷地で発生する可能性のある地震動全体を考慮した地震動として策定されている」ものとはいえず、明らかに、過少である。

6 小括

以上のとおり、被告が策定した震源を特定せず策定する地震動は、東海第二原発を襲う可能性がある地震動をカバーしているとはいえない。

第7 まとめ

1 以上のとおり、原告らは、被告が策定した基準地震動が東海第二原発を襲う可能性がある地震動をカバーしているとはいえないこと、について、以下のとおり主張した。

ア 応答スペクトルを用いた手法におけるバラツキの考慮が不足していること、断層モデルにおけるバラツキの考慮が不足していること、基準地震動の年超過確率は全く信頼できるものではないこと（第4）

イ 東北地方太平洋沖地震の際、第二波群の先頭に、大振幅の、構造物にとって脅威となるパルス波が含まれていたが、被告が用いたノーマルの強震動予測レシピ（すなわちSMGA（Strong Motion Generation Area）モデル）では、このパルスを表現できない。にもかかわらず、被告は、プレート間地震について、ノーマルの強震動予測レシピを用いて、地震動評価を行っている（第5）。

ウ 上記のパルス波は、より狭い領域から鋭いパルスが生成されるSPGA（Strong-motion Pulse Generation Areas）モデルを用いれば再現できる。このSPGAモデルは、港湾の施設の技術上の基準においては、すでに採用されているモデルである（甲D198）。また、ノーマルの強震動予測レシピでも、SMGA内の小さなサブエリア内でより高い応力パラメータを持つ「不均質モデル」を使用すれば、このパルスを再現できる。しかし、被告は、これらを検討もしていない（第5）。

エ そして、東北地方太平洋沖地震の観測記録を踏まえ、東海第二発電所はプレート境界の近傍に立地していることから、パルス波の波源が原子力発電所の近傍に存在するというシナリオも否定できないから、SPGAモデル及び「不均質モデル」を用いて地震動を評価する必要がある。その結果は、ノーマルなSMGAモデルを用いて策定された地震動を大幅に超過している（第5）。

オ 震源を特定せず策定する地震動＝隠れ断層による地震動は、「敷地ごと

に震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」を相補的に考慮することによって、敷地で発生する可能性のある地震動全体を考慮した地震動として策定されている」ものとはいえない（第6）。

2 これらの点を、被告が行うべき主張立証との観点から整理すれば、以下のとおりである。

ア 応答スペクトルを用いた手法におけるバラツキの考慮が不足していること、断層モデルにおけるバラツキの考慮が不足していること、基準地震動の年超過確率は全く信頼できるものではないこと、については、「C'地震動想定に関して、信頼されるデータ・情報を全て検討した検討過程、選択・判断のプロセスが理由と共に明確に示されている」かどうかにかかわる。

すなわち、被告は、応答スペクトルを用いた手法におけるバラツキの考慮が不足していないこと、断層モデルにおけるバラツキの考慮が不足していないこと、基準地震動の年超過確率が信頼できるものであること、について、その「検討した検討過程、選択・判断のプロセスが理由と共に明確に示されてい」ない。

イ 被告が、プレート間地震について、ノーマルの強震動予測レシピを用いて、地震動評価を行っている点は、「B'地震動想定に関して、採用された調査・分析及び予測方法について、適切性・信頼性が認められる」かどうかにかかわる。

すなわち、プレート間地震について採用したノーマルの強震動予測レシピは、「東北地方太平洋沖地震の際、第二波群の先頭に、大振幅の、構造物にとって脅威となるパルス波」が再現できないものであって「適切性・信頼性が認められ」ない。

ウ 被告が、プレート間地震において、SPGAモデルも「不均質モデル」も

検討すらしていない点は、「A'地震動想定に関して、地理的な条件、地震観測記録、敷地地盤の調査記録、その他の条件などの点で、信頼されるデータ・情報を全て検討した」かどうかにかかわる。

すなわち、SPGAモデルも「不均質モデル」も、東北地方太平洋沖地震の観測記録を再現できるモデルであり、SPGAモデルは港湾の技術上の基準に、「不均質モデル」は、我が国を代表する強震動地震学者であり、ノーマルの強震動予測レシピの生みの親である入倉孝次郎氏が強震動予測レシピの修正を提案したものであるから、「地震動想定に関して」当然に「検討」しなければならない知見であるにもかかわらず、被告は、検討すらしていない。

エ また、仮に、被告が、プレート間地震において、SPGAモデルや「不均質モデル」を検討した結果、採用しなかったという場合は、「D'地震動想定に係る判断の全体を通じて、恣意性・不合理な契機が認められないこと、特に、他の見解を採用しなかったことについて、その判断根拠に合理性が認められる」かどうかにかかわる。

すなわち、東北地方太平洋沖地震の観測記録を踏まえ、東海第二発電所はプレート境界の近傍に立地していることから、パルス波の波源が原子力発電所の近傍に存在するというシナリオも否定できないから、SPGAモデル及び「不均質モデル」を用いて地震動を評価する必要がある。その結果は、ノーマルなSMGAモデルを用いて策定された地震動を大幅に超過している。

にもかかわらず、被告がこの見解を採用しなかったことについて、その判断根拠は示されておらず、恣意的に排除したものである。

オ 震源を特定せず策定する地震動＝隠れ断層による地震動が過小であること、については、「C'地震動想定に関して、信頼されるデータ・情報を全て検討した検討過程、選択・判断のプロセスが理由と共に明確に示されている」かどうかにかかわる。

すなわち、被告は、震源を特定せず策定する地震動＝隠れ断層による地震動が、東海第二原発を襲う可能性がある地震動をカバーしていることについて、その「検討した検討過程，選択・判断のプロセスが理由と共に明確に示されてい」ない。

- 3 以上のとおり、被告は、原告らが指摘したいずれの各点についても、立証ができていない。したがって、被告が策定した基準地震動は、東海第二原発を襲う可能性がある地震動をカバーしているとはいえないから、基準適合判断（ないし評価）に過誤欠落があり不合理であるから、設置許可基準規則4条及び39条に反して違法なものとなり、人格権侵害の具体的危険が不存在であることの立証を尽くせなかったこととなる。よって、このことのみをもって、原告らの人格権侵害の具体的危険が基礎づけられる。

以上