

平成28年(ヨ)第 号事件

伊方原発稼働差止仮処分命令申立事件

債権者 須藤昭男 外11名

債務者 四国電力株式会社

準備書面(5)

2016年 5月 31日

松山地方裁判所 民事2部 御中

債権者ら代理人

弁護士 薦 田 伸 夫

弁護士 東 俊 一

弁護士 高 田 義 之

弁護士 今 川 正 章

弁護士 中 川 創 太

弁護士 中 尾 英 二

弁護士 谷 脇 和 仁

弁護士 山 口 剛 史

弁護士 定 者 吉 人

弁護士 足 立 修 一

弁護士 端 野 真

弁護士 橋 本 貴 司

弁護士 山 本 尚 吾

弁護士 高 丸 雄 介

弁護士 南 拓 人

弁護士 東 翔

弁護士 河 合 弘 之

弁護士 海 渡 雄 一

弁護士 青 木 秀 樹

弁護士 内 山 成 樹

弁護士 只 野 靖

弁護士 甫 守 一 樹

弁護士 中 野 宏 典

弁護士 井 戸 謙 一

弁護士 大 河 陽 子

弁護士 望 月 健 司

弁護士 鹿 島 啓 一

弁護士 能 勢 顯 男

弁護士 胡 田 敢

弁護士 前 川 哲 明

弁護士 竹 森 雅 泰

弁護士 松 岡 幸 輝

本準備書面では、本件原発の基準地震動が過小評価であることを論じる。

なお、地震動ないし基準地震動に係る基礎的な知識や用語の解説は、本準備書面では大幅に割愛している。基準地震動の基礎的知識等については、本訴(御庁平成23年(ワ)第1291号事件等)の原告ら準備書面(42)や内山茂樹「原発 地震動想定の問題点」(甲B50)等を参照されたい。

目次

第1	世界最悪クラスの「地震付き原発」	6
1	地震大国・日本	6
2	世界最悪クラスの「地震付き原発」	8
第2	基準地震動が過小評価される理由とあるべき司法審査	11
1	地震の科学には限界があること	11
(1)	瀬瀬教授らによる鼎談	11
(2)	大飯判決の判示	15
2	基準地震動が過小評価される理由	17
(1)	10年で5回(ないし8回)の想定越え	17
(2)	伊方原発設計基準地震動の推移	18
(3)	「虜」となった規制機関の専門家	19
(4)	変わらない事業者・規制当局の体質	21
3	東北地方太平洋沖地震は「想定外」だったのか	22
4	基準地震動のあるべき司法判断の枠組み	24
第3	「震源を特定せず策定する地震動」について	26
1	「震源を特定せず策定する地震動」とは	26
(1)	新耐震指針での規定	26
(2)	新規制基準の規定	27

(3) 各種不確かさの考慮の趣旨	31
2 観測記録の乏しさによる限界	32
3 「加藤他(2004)のスペクトル」の限界	34
(1) 「加藤他(2004)のスペクトル」の元データは限られている	34
(2) 石橋克彦氏による「加藤ほか(2004)の応答スペクトル」批判	35
(3) 原子力安全基盤機構による指摘	36
4 2004年留萌支庁南部地震	37
(1) 2004年留萌支庁南部地震の概要	37
(2) HKD020の観測点の地震動は最大の地震動ではない	37
(3) 留萌支庁南部地震の観測記録を基にした基準地震動は1, 100ガルとすべき	40
5 M6.5横ずれ断層の解析	41
6 IAEAの基準に反する	43
7 他観測記録の排除	44
8 「震源を特定せず策定する地震動」の重要性	45
9 福井地震の教訓	46
第4 内陸地殻内地震の地震動評価	48
1 応答スペクトルに基づく地震動評価—地震規模の推定の問題	48
(1) 松田式の誤差	48
(2) 松田式のばらつきの無視は審査ガイド違反	50
(3) ばらつきの無視はIAEAの安全指針にも違反する	50
(4) 地震前に震源断層の長さは分からない	51
(5) 長大な活断層から発生する地震の地震規模について	52
第5 応答スペクトルに基づく手法について	56
1 耐専スペクトル(Noda et al.(2002))のばらつき	56

(1) 元データのばらつき	56
(2) 標準偏差等の説明と原発に求められる安全性	57
(3) 地震の種類ごとのばらつき	60
(4) 予測の際の誤差はさらに大きい	62
(5) 債務者の考慮は不十分	62
(6) 小括	62
2 耐専式排除の恣意性	63
3 南傾斜の考慮排除の問題	64
4 断層が敷地から遠ざかる方向に延びる場合の過小評価	66
5 その他の距離減衰式のばらつき	69
第6 「断層モデルを用いた手法」について	70
1 「レシピ」の精度は「倍半分」	70
2 選出されたスケーリング則の妥当性	72
(1) 長大な断層のスケーリング則	72
(2) 54 km ケースでのスケーリング則	76
3 「断層モデル」のばらつきについて	76
(1) 総論	76
(2) 震源パラメータに係る経験式が抱えるばらつき	77
(3) グリーン関数法のばらつき	78
(4) 認識論的・偶然的不確定性の考慮の不十分さ	79
(5) 小括	82
第7 専門家からの警告	82
第8 プレート間地震	83
1 高確率で予想されている巨大地震	83
2 南海トラフ地震の最大クラスはMw 8.3?	87

3	内閣府の想定は科学的な最大規模ではない	88
4	セグメントの時間差連動	90
5	断層モデルの不確かさの考慮の不十分さ 特にSPGAについて	93
6	距離減衰式に係る不確定性の考慮の欠如	95
7	ハイブリッド合成法における誤差の考慮の欠如	96
8	基準地震動以外の影響—余震・誘発地震, 誘発噴火	96
第9	海洋プレート内地震	99
1	海洋プレート内地震も要注意	99
2	最大マグニチュードは8.0と想定すべき	100
3	債務者の地震規模の評価は疑わしい	104
4	耐専式のばらつき等の考慮の欠如	105
第10	基準地震動の年超過確率	106
1	日本地震学会での議論	106
(1)	浜田信生「原発の基準地震動と超過確率」	106
(2)	泉谷恭男「浜田信生『原発の基準地震動と超過確率』に関連して考えたこと」	107
(3)	増田徹「基準地震動と超過確率と安全」	109
(4)	浜田信生「『原発の基準地震動と超過確率』に寄せられた意見についての感想」	110
(5)	泉谷泰男「『日本地震学会の改革に向けて：行動計画2012』の社会的意義」	111
(6)	その後の議論状況	111
2	基準地震動は信用できない	112
(1)	超過実績は想定の300倍以上	112
(2)	地震学者の支持を得られていない	113

(3) 観測記録が少なすぎる	115
(4) 恣意的な操作がされている	116
(5) 最新の知見の反映がない	118
3 超過確率の国際水準について	119
(1) 国際基準について	119
(2) 低頻度の想定が甘い	120
4 債務者の超過確率算定手法の具体的問題	126
(1) 地震規模（マグニチュード）の不確定性の無視	126
(2) 断層モデルのばらつき，不確かさの無視	127
(3) 距離減衰式のばらつきの過小評価	128
(4) 地震発生確率の問題	128
第11 まとめ	129

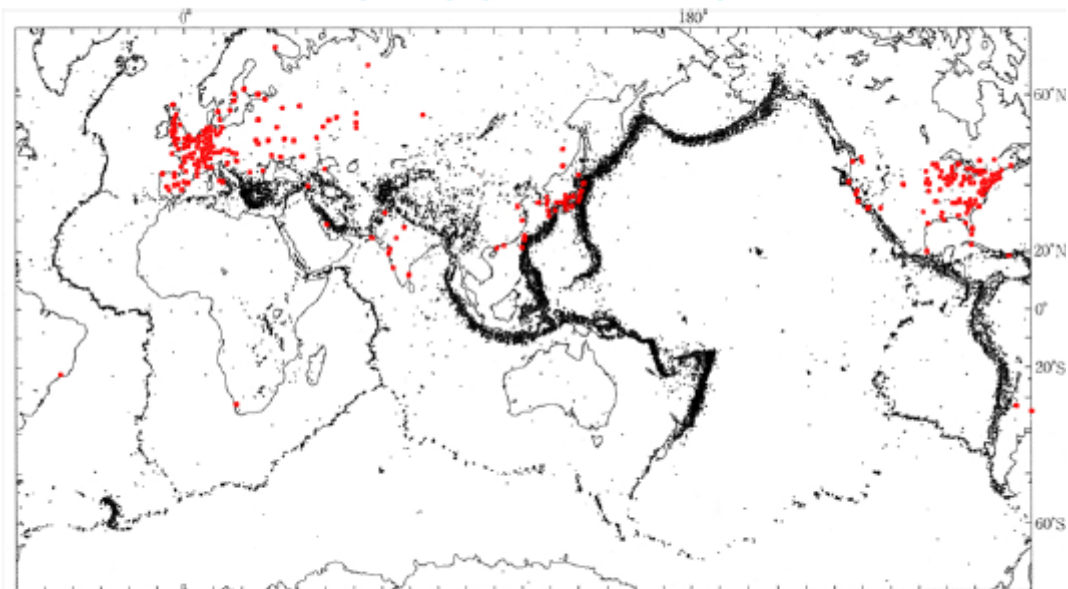
第1 世界最悪クラスの「地震付き原発」

1 地震大国・日本

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1割が発生する。下図の通り、1990年から約10年間で発生したマグニチュード4.0以上、深さ100km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B51「原発を終わらせる」115頁）。

世界の地震（黒点）と原子力発電所（赤点）の分布

Nobuo Kasai 氏の <http://sites.google.com/site/hamaokareport/earth> の図を借用



原発の位置は、International Nuclear Safety Center (<http://www.insc.anl.gov/>) によるとのこと。
地震分布は、石橋克彦著『大地動乱の時代』図3-4 とのこと。そうであれば、1970～85年に発生した
マグニチュード4.0以上、深さ100km以下の地震54,714個である。

この地震列島に、17箇所の商業用原子炉（前記地図赤点）があつて、54機の発電用原子炉が存在する（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で配布した資料 (参考人：石橋克彦)

http://historical.seismology.jp/ishibashi/opinion/110523namazu_genpatsu.pdf

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であろう。しかし残念ながら、債務者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、ほぼ間違いなく世界最悪クラスである。

2 世界最悪クラスの「地震付き原発」

本件原発は、敷地近傍に世界最大級の活断層である中央構造線断層帯がある。この活断層は、債務者も認める通り、単に長いだけでなく、周辺の歪み蓄積速度が特に大きく（甲A58・15，16頁）、活動度が高い。新規制基準では断層の活動性評価の上では40万年前のものまで考慮することになっている上、国内の主要活断層の活動間

隔も多くは数万年に1回と想定される中、中央構造線断層帯は1000年から2900年に1回という高頻度での活動が見込まれている。

しかも本件原発は、近い将来にほぼ確実に発生すると予想される南海トラフ地震の最大ケースの震源域に入っている上、海洋プレート内地震のリスクがかなり高い領域にも当たる。日本全国どこでも地震のリスクは高いが、3つも具体的な地震リスクが重なった原発はおそらくない。

だが、本件原発の地震に対するリスクが世界最悪クラスであるもっとも大きな理由は、立地の問題ではなく、債務者において、これらの震源から発生すると予想される地震動（揺れ）を、著しく過小評価していることにある。日本の原子力事業者は、総じて欧米よりも設計基準地震動の設定が過小であるが、その中でも特に債務者の評価は甘い。

次の図は、東井怜氏が、2005年「全国を概観した地震動予測地図」（文部科学省地震調査研究推進本部）における「向こう30年間に3%の可能性」とはじき出された最大速度値を赤い棒グラフ、当時の基準地震動を青い折れ線グラフにしたものである。「全国を概観した地震動予測地図」には最大加速度の表示がないため、東井は最大速度値を用いている。

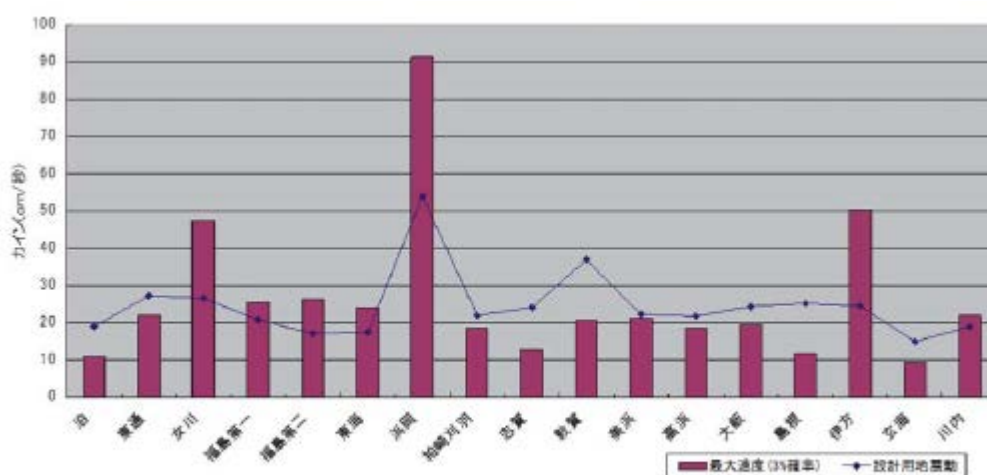


図4 原発サイトにおけるJ-SHISによる最大速度値（期間30年，確率3%，工学的基盤）と基準地震動の最大速度値の比較（東井2012）

この図で見ると、日本の原子力発電所では、浜岡、伊方、女川の順で、2005年当時から強い揺れが予測されており、設計用地震動との乖離も際だっている。

基準地震動は、現行規制上の設計用地震動であり、原子力発電所を建設する際の耐震設計の基準になる強震動のことで、設置場所で予想される揺れ（加速度）のことである（後出甲A164「原発の基準地震動と超過確率」）。基準地震動を超過しなくても重大事故に発展する可能性はゼロではなく、基準地震動を超過しても必ず重大事故となる訳ではないが、基本的に基準地震動が出来るだけ余裕を持って設定されている原発の方が地震に強い。

福島原発事故を経た後の再稼働（設置変更許可等）申請において、浜岡原発の基準地震動は最大2000ガル（甲A60「浜岡原子力発電所 基準地震動の策定（概要）」について）50）、女川原発は最大1000ガル（甲A61「女川原子力発電所2号機新規規制基準適合性審査における基準地震動の追加評価について」）と、なお不十分ではあるが、ある程度の余裕がある水準までは引き上げられた。柏崎刈羽原発の基準地震動は、新潟県中越沖地震を機に、福島原発事故前から最大2300ガルまで引き上げられている（甲A62「柏崎刈羽原子力発電所における基準地震動について（概要）」）。ところが債務者が本件原発の再稼働を申請した際の基準地震動は、従前から引き上げられておらず、570ガルでしかなかった。適合性審査を経て引き上げを余儀なくされたものの、それでも最大650ガルに過ぎない。これは、大津地裁平成28年3月9日決定において、基準地震動の過小評価を理由に運転を差し止められた高浜原発3、4号機の700ガルよりも、小さい。

しかも本件原発は、ストレステスト一次評価において、クリフエッジ¹はわずかに

¹ 地震についてのクリフエッジとは、それを超えると安全上重要な設備に損傷が生じるものがあり、その結果、燃料の重大な損傷に至る可能性が生じると、電気事業者が自認している地震動レベルのことである（福井地裁平成26年5月21日判決44頁

855ガル（基準地震動 S_s 570ガルの1.5倍）と報告されている（甲A63「四国電力伊方発電所3号機の安全性に関する総合評価（一次評価）に関する審査書」39頁）。福島原発事故後に再稼働した原発のクリフエッジを列記すると、大飯原発3、4号機は1260ガル、川内原発1号機は1004ガル、同2号機は1020ガル、高浜原発3、4号機は973.5ガルである。本件原発は、地震に対する裕度の少なさという点でもワーストクラスである。

地震は、一部の地域を除き大規模なものが滅多に発生しない米国においてさえ、原子力発電所にとって大きな脅威と認識されており、多くのプラントで 10^{-5} /炉年オーダーの炉心損傷頻度が推定されている（甲A64の1「佐藤暁意見書 分冊I」10頁）。原子力コンサルタントの佐藤暁氏は、日本の原発にとっての耐震問題は、最強で難攻不落の「レガシー・イシュー」であるとしており（甲B52）、地震多発国である日本の原発にとって、地震はもつとも重大な脅威となり得る外部事象である。

本件原発の耐震設計について抜本的な見直しが行なわれない限り、債権者らの人格権侵害のおそれは否定できず、本件原発の再稼働は認められるべきではない。

第2 基準地震動が過小評価される理由とあるべき司法審査

1 地震の科学には限界があること

(1) 瀬瀬教授らによる鼎談

このように過小な地震動評価が適合性審査を通過してしまう原因の1つは、現在の地震学ないし地震工学に将来発生する地震動を予測する力がなく、事業者が申請する基準地震動が過小評価であることを確実な根拠をもって論証することが困難なことにある。

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B53・636頁）に掲載された、岡田義光・防災科学研究所理事長、

（甲B1）参照。

瀬戸 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，瀬戸教授と岡田教授の以下の発言が掲載されている。

「瀬戸 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。

縦横 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。

縦横 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。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B53・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（縦横）。

瀬戸氏は、別の科学ジャーナルのインタビューで以下のようにも答えている（甲A 65・エルゼビアジャパン『特集：研究者インタビュー第8回 東京大学 瀬戸一起教授』1頁）。

「地震は物理学的に言うと岩盤と岩盤が擦れあう現象です。もっと端的に言うと、岩盤が破壊する現象です。物が壊れる現象は、基本的に予測が非常に難しいのです。例えばガラスをガンと叩いたときに、どういう形でひびが入って割れるかは、現状の科学では予測できないことです。決定論的に予測することは原理的に難しい面があるのです。

たまたまうまくいくことはありますが、実用に耐え得る程度にうまくいくことは、私の個人的な考えでは、おそらく本質的に不可能だと思います。」

「（関東大震災クラスの地震が数十年以内に起きるかどうかにについて結局分からないのかという質問に対し）確定的なことは何も言えません。研究者として非常に恥ずかしいことですが、こういうときこそ皆さんに正直に情報を提供しなければいけないと思います。」

ここでは、単に「データ不足」「複雑系」というだけでなく、地震が岩盤の破壊現象であるという性質に起因して、予測が極めて困難であり、確定的な予測は不可能であるということが述べられている（同旨甲A 66, 67）。

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A 68・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A69・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。

したがって、瀨瀨教授によると、原発のように真に重要なものは、既往の日本最大か世界最大で備えるしかない。我が国の地震観測網で観測された地震動に関してだけでも、1995年以降という極めて短い期間で、2008年岩手・宮城内陸地震の地表上下動3,866ガル（地中南北動1,036ガル）となり（甲B54「平成20年（2008年）岩手・宮城内陸地震において記録されたきわめて大きな強震動について」）、原子力発電所の解放基盤表面はざと波だけに限っても、2007年新潟県中越沖地震の際に柏崎刈羽原発1号機で観測した1,699ガルということになる（甲B55「柏崎刈羽原子力発電所に耐震安全性向上の取り組み状況」3頁）。いずれにせよ本件原発の基準地震動やクリフエッジは大幅に上回る。

しかしこれも僅かな観測期間の最大値に過ぎないため、近い将来これを上回る地震動が発生する可能性は否定できない。岡田氏が言うように、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原発を安定的に運転することは一切できないということになるだろう。

この瀨瀨教授の「三重苦ゆえに地震の科学には十分な予測の力がない」との指摘、岡田防災研理事長の「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」との指摘、島崎元規制委員会委員の「平均像のようなものを見ていることとなります。解像度を一生懸命よくしようとしています、ほんとうに中で何がおきているのかには手が届いていない。」との指摘は、まったく否定しようがないものである。

(2) 大飯判決の判示

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。）（甲B1・44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おり，その認定の正しさについては瀨瀨教授，泉谷恭男信州大学名誉教授ら地震学者にも支持されている（後出甲A172「日本地震学会の改革に向けて：「行動計画2012」の社会的意義」，甲A70「事情聴取書」）。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時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。

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（㊦）第31号）でもこれとほぼ同じ判示がなされている（甲B7）。

さらには大津地裁平成26年11月27日決定（平成23年（㊦）第67号）（甲B56）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。

2 基準地震動が過小評価される理由

(1) 10年で5回(ないし8回)の想定越え

将来発生する可能性がある最大の地震動を精度よく予測する方法がないのであれば、万が一の深刻な事態を避けるべき原発の耐震設計においては、考えられる方法で出来るだけ余裕をもって設計用基準地震動を定めるべきであった。だが、日本の原子力事業者にも規制当局にも、そのような姿勢はほぼ皆無であった。

新規制基準策定前において、日本の17箇所の原発の内、観測された最大地震加速度が設計上想定された地震加速度を超過する事例は、6年足らずの間に少なくとも以下の4地震5ケースに及んでいる²。

記

- ① 平成17年8月16日
宮城県沖地震
女川原発
- ② 平成19年3月25日
能登半島地震
志賀原発
- ③ 平成19年7月16日

² ここでは国会事故調にならい、少なくとも4地震5ケースとしたが、平成23年3月11日福島第二原発、同年4月7日女川原発、同日東海第二原発でも、想定を上回る地震動が観測されたと見ることが出来る(甲A13「平成23年東北地方太平洋沖地震の知見を考慮した原子力発電所の地震・津波の評価について～中間とりまとめ～」平成24年2月20日原子力安全・保安院)。そうすると、5地震8ケースとなる。

新潟県中越沖地震

柏崎刈羽原発

④ 平成23年3月11日

東北地方太平洋沖地震

福島第一原発

⑤ 平成23年3月11日

東北地方太平洋沖地震

女川原発

このような超過頻度は異常であり、超過確率を1万年に1回未満として設定している欧州主要国と比べても、著しく非保守的である実態が示されている（甲B4「国会事故調」193頁）。

(2) 伊方原発設計基準地震動の推移

伊方原発の耐震設計基準について見てみると、1号機及び2号機設置当時、債務者は、活断層から地震が発生するという、現在では定説だが当時はまだ定説ではなかった見解を否定し、設計用最大加速度を僅かに200ガルとしていた。1978年（昭和53年）に耐震設計審査指針（「旧指針」）が定められたが、債務者は本件原発（3号機）の1984年（昭和59年）における設置変更許可申請において、設計用最強地震S1を221ガル、設計用限界地震S2を473ガルにとどめた。1996年（平成8年）に岡村眞・高知大学教授が敷地直近の活断層である中央構造線の存在を明らかにすると、債務者はS1のみを350ガルに引き上げただけで、S2はそのままにした。2006年（平成18年）の耐震設計審査指針改訂に伴う2008年の耐震安全性中間報告（耐震バックチェック）で、債務者は基準地震動Ssを570ガルまで引き上げることを余儀なくされた（債務者が継続的に設計用地震動を過小評価してきたことは甲B

57参照)。そして、福島原発事故と適合性審査を経た現在でも、最大650ガル止まりなのである。

このように、債務者をはじめとした日本の原子力事業者は、将来発生する最大の地震動を精度よく予測する方法は存在しないにもかかわらず、設計の基準となる地震動を初めから十分な余裕を持って設定するようなことはせず、出来るだけこれを小さくとどめ、地震動を大きくするような調査は行わず新しい知見は極力無視し、基準地震動を引き上げざるを得ない状況に追い込まれてから初めて、その時々に合わせて弥縫策的に基準地震動を引き上げて来た。6年足らずの間に5回(ないし8回)程度超過するのは必然であるといわなければならない。

初めから十分な余裕をもった基準地震動を事業者が設定しない理由は明白である。基準地震動が大きくなると、耐震安全性の確認や耐震補強工事などのコストがかかるため、可能な限り基準地震動を低いままにとどめることが、(事故が起きない限り)経済合理性に適うからである。

(3) 「虜」となった規制機関の専門家

事業者がいかに基準地震動を過小に設定していても、規制当局が適切にこれを監督していれば、6年足らずの間に5回(ないし8回)も超過するようなことはなかったはずである。しかし日本の規制当局は、「深刻な事態が万が一にも生じないよう十分な審査をする」という最高裁から明示的に課された責務を放棄して事業者の「虜」に成り下がっており、規制機関としての体を成していなかった(甲B4「国会事故調」41, 449頁)。

2001年から2012年まで原子力安全委員会専門委員を務めてきた経歴を持つ入倉孝次郎・京都大学名誉教授は、新聞社のインタビューで、「基準地震動はできるだけ余裕を持って決めた方が安心だが、それは経営判断だ。四電は570ガルに関して原子炉や建屋、配管など数千～1万箇所をチェック

した。基準地震動を上げれば設備を全て調べ直さなければいけないので大変だろう」(甲A21)と述べ、基準地震動は事業者の経営判断で決まり、規制に参加した強震動の専門家としても事業者の立場を慮ってきたことを事実上認めた³。電力業界は強い政治力と資金力を持って行政に干渉し、原発の規制にかかわる地震の専門家と面談するたびに、「技術指導料」(謝礼)を渡す慣習を長年続けてきた(甲A72「電気業界が地震リスク評価に干渉した4つの事例」)ことも、規制に参加した専門家たちが事業者の立場を慮っていたことと無関係ではないであろう。

また原発耐震に関わってきた香川敬生・鳥取大大学院教授(地震工学)は「地震波などの記録は長く見ても100年分しかない。そのデータから10万年、100万年のことは分からない。でも、エネルギーのよりどころが他になかったから、分からなくても判断せざるを得ず、原発を動かしてきた」と述べる(甲A73毎日新聞2016年2月10日「時代遅れの『危険無視』?」)。国策に寄り添い、エネルギー政策という、自身の専門分野を「踏み越え」た価値判断の下に、耐震審査を実施していたということである⁴。科学専門家の「踏み越え」に対する無自覚や、「踏み越え」を許容する社会、及び意図せざる「踏み越え」が福島原発事故の要因となったことについて、尾内隆之・本堂毅「御用学者がつくられる理由」(甲A74・26頁)に記されている。地震などの自然現象に係る科学には限界があり特に不確実性が大きいことも、「踏み越え」が横行した背景にある。

経産省の総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会耐震・構造設計小委

³ 「科学」2012年8月号掲載の「電力会社の「虜」だった原発耐震指針改訂の委員たち」(甲B58)では、耐震設計審査指針改定に参加した専門家を事業者が取り込んで「虜」としており、耐震安全性を疎かにしてきた実態が記載されている。国会事故調(B4)464頁以下「東電・電事連の『虜』となった規制当局」も合わせて参照されたい。

⁴ 東京電力の津波想定に深く関わった東北大学名誉教授の首藤伸夫氏(津波工学)も、株主総会での説明や国のエネルギー事情を慮っていたことを語っている(甲B59「原

員会で委員を務め、原子力規制にたずさわった経歴のある泉谷恭男教授は、日本地震学会への投稿で、「(1万年に1回以下のはずの現象がここ10年間で4回も)起きるのは、事情を知りさえすれば当たり前のこと」「基準地震動Aなるものは『科学的真理』(『科学的最大限』)などではなく、『原発審査のための基準(班目元委員長のいう「割り切り」)』というに過ぎない」「これは国の政策との関連においてなされる仕事である」等と述べ、原発推進政策のために基準地震動を恣意的に評価してきた原子力行政の内幕を暴露している(後出甲A166「浜田信生『原発の基準地震動と超過確率』に関連して考えたこと」)。泉谷教授は、福島原発事故前に任期途中で委員を辞職している(甲A75)が、泉谷教授は委員辞任直後、『常識破り』と『常識外れ』(甲A76)という小文を日本地震学会に投稿し、原発の安全審査で「常識外れ」が横行していることを遠回しに批判した。深刻な災害を万が一にも起こらないようにするという本来の職務に忠実に取り組もうとする専門家が委員を続けられないのが、日本の原子力行政の体質であった。

(4) 変わらない事業者・規制当局の体質

このような事業者、規制当局等の体質は、一朝一夕に改められるものではない。

原子力規制委員会で新規制基準策定に関わった藤原広行・防災科学技術研究所主任研究員は、「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」「今の基準地震動は、一般的に、平均的な揺れの1.6倍程度」(甲A12毎日新聞2015年(平成27年)5月7日)と述べている。新規制基準施行後も、どこまでの揺れを想定すべきなのかという基準は曖昧なままで、実質的に事業者の裁量、つまり経営判断で基準地震動が決まってしまう審査の実態は、福島原発事故前と変わっていない

い。

共同通信は震災5年を機に、地震や火山の研究者を対象とするアンケートを実施したところ、回答を寄せた27人の研究者のうち、「日本の防災は震災後変わったか」という問いに対しては、89%が「変わっていない」と回答し、「原子力規制はどう在るべきか」という問いに対しては、77%が「強化すべきだ」（「今のままでよい」4%、「緩和すべきだ」4%、「分からない」15%）と回答した。さらに、福島原発事故のように、地震や津波と原発事故が複合する「原発震災」が再び起きるとする回答は、60%超に当たる18人に上った（甲A77静岡新聞平成28年3月20日付）。

基準地震動については、かつて今も、科学的専門技術的見地から万が一の深刻な事態が生じないように十分な審査を経ているとは到底言えない状況であるから、裁判所としても、規制委員会の審査を通過した事実のみをもって、基準地震動が妥当であるとの推定を及ぼすような、原発差止裁判でしばしば見られてきた司法判断の枠組みを採るべきではない。

3 東北地方太平洋沖地震は「想定外」だったのか

東北地方太平洋沖地震や福島原発事故は「想定外」だったというのが東京電力の見解であり、地震学者の間でもそのような考え方が大勢のようである（甲A78「地震学の今を問う」；9頁「M9を想定するために何が欠けていたのか？今後どうすれば良いのか？」、125頁「東北地方太平洋沖地震をなぜ想定できなかったのかーこれからの地震学に向けた問題点の洗い出しー」）。しかし、福島原発事故を引き起こすような大規模な地震や津波が科学的に予測不能であったということはない。

20世紀半ば以降だけでも、1960年のチリ地震（Mw9.5）、1964年のアラスカ地震（Mw9.2）、2004年スマトラ沖地震（Mw9.3）と、環太平洋ないしその周辺の地域で、M9を超える超巨大地震や津波がたびたび発生しており、常識的に考えれば、複数のプレートに挟まれた地震多発国である日本

で、このような規模の地震等が起きないということはありません。

島崎邦彦元原子力規制委員会委員は、仮にM9の超巨大地震は想定できなくても、2002年に公表された地震調査研究推進本部地震調査委員会（以下「推本」ともいう。）の長期評価を用いていけば、福島原発に敷地高を大きく上回る津波は予測可能であったこと、それができなかった原因の1つは中央防災会議で「大勢に押し切られ」推本の見解が排除されてしまったことにあると述べている（甲B60「予測されたにもかかわらず被害想定から外された巨大津波」）。

また、池田安隆東京大学教授は、遅くとも1996年当時から、日本海溝沿いで大きな歪みが蓄積されており、この歪みを解消する巨大地震発生の可能性を繰り返し指摘していた（甲A79, 80）。

共同通信が実施した前記アンケートでは、回答を寄せた27人のうち、マグニチュード9のような巨大地震について「科学的に予測可能だった」とするのが16人となり、「不可能だった」という7人を大きく上回っている（甲A77）。

このように、東北地方太平洋沖地震とこれによる津波のような巨大災害を科学的に予測することは可能であったにもかかわらず、それが原子力安全対策に活かされなかった理由は、多くの専門家が短い期間のデータから導き出した限られた知見にとらわれ、切迫感を持って巨大地震等の情報を発信することが出来ていなかったことのみならず、非専門家（裁判所を含む）の方でも、警鐘を鳴らす知見を傾聴してこなかったことに原因がある。

司法として福島原発事故の反省を真摯に踏まえるならば、仮に福島原発事故前にこれを引き起こすような地震や津波のリスクが審理の対象となった場合、原発の稼働を差し止められるような判断基準を定立しなければならない。そうであるとする、特に地震等の不確定性の大きい分野については、仮に少数者の見解や仮説段階の見解であるにせよ、安全側に働くような見解については、これを特段の合理的な理由なく排除していないかどうかにつき、慎重な審理、判断が要請さ

れているというべきである。

4 基準地震動のあるべき司法判断の枠組み

泉谷教授は、「科学者の役割は、例えば観測事実や曖昧さをきちんと示した上で予測値を提供することであって、基準地震動Aを決めるという社会的判断は科学者の仕事ではない」（後出甲A166）と述べている。現在の規制委員会は、（現実には極めて不十分であるが）科学的技術的見地から規制基準適合性を審査する機関でしかなく、社会的判断は行ってはいない。原発事故の悲惨さを踏まえての規範的な判断は、裁判所にこそ求められているのであるが、東北地方太平洋沖地震による原発事故という立法事実に基づいて改正された原子力関係法令の趣旨を踏まえ、どのような基準地震動が、規範的に許容されるといえるかが問題となる。

IAEAの安全指針類ないし欧米各国の状況を見ると、基準地震動の年超過確率は概ね1万年炉分の1以下にすることが求められている（後記第10・3参照）。改正された原子力基本法2条2項において確立された国際基準を踏まえることが要請されるようになったことからすれば、我が国においても基準地震動の年超過確率は、少なくとも1万年に1回以下にすることが法的に求められている。日本の確率論的評価手法は未成熟であるから、司法においてこれを客観的な基準として採用することは難しいであろうが、実質的に1万年に1回以下といえるような十分保守的な基準地震動評価となっているかという点は重視されるべきである。

基準地震動に係る新規制基準は基本的に決定論的評価手法を採用しており、確率論的評価手法は補助的なものと位置づけられている。また債務者はそのホームページにおいて、考えられる最大の地震動を想定して基準地震動を決定していると述べ（甲A81）、確率論には言及していない。そうである以上、基準地震動は供用期間中において本件敷地に発生し得る最大の揺れを想定した上で評価されるべきであり、司法においても、基準地震動が適切妥当なものとなっているかどうかについては、本件敷地に発生し得る最大の揺れを想定しているかどうかを基本

的な判断基準に据えるべきである。

だが実質的に1万年に1回以下を達成するためには、歴史上経験したことがないような巨大地震や猛烈な地震動があり得ることを肝に銘じなければならない。さらに我が国は地震多発国であり、これまで原発の設計用地震動を過小評価して6年足らずの間に4地震5サイト(ないし5地震8サイト)でこれを超過したことや、東北地方大洋沖地震を予測できなかったことにより福島原発事故を招いたこと等の事実を真摯に踏まえるならば、基準地震動は十分に余裕を持った評価としなければならない。僅かな過去の記録に依拠して、厳しい地震動をもたらす想定を安易に「想定外」とすることは許されない。

現在の地震に関する科学は未成熟であり、当該原発の運用期間中に発生し得る最大の地震動を予測する実力も、当該地震動を超過する確率を算出する実力もないため、結局どの程度の不確実性や曖昧さを許容するかは司法による規範的判断が求められるという他ないが、原子炉等規制法43条の3の6第4項に根拠を置く「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」(以下単に「規則」ともいう。)やその解釈ないしこの趣旨に基づいて定められた「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」(以下「審査ガイド」という。)は、民事裁判においても一応の基準となり、これら規定に違反している場合には、人格権侵害の危険性が事実上推認されるというべきである。改正された原子力基本法2条2項は、確立された国際的な基準を踏まえるべきことを要請しているのであるから、IAEAの安全指針類は民事裁判においても基準として参照されなければならない。

改正された原子力関係法令の趣旨は、一貫して安全の確保を最優先とすべき点にあることや、改正された原子炉等規制法では大規模な自然災害に備えるべきとされるようになったことからしても、地震に関する科学の不確実性から周辺住民の生命、身体、財産等を原子力災害のおそれに晒すことは極力避けなければなら

ないことはいうまでもない。大規模な地震に係る最新の知見についての妥当性の検証のためには相当長期間を要すると考えられることからしても、基準地震動を策定する上では、「通説」のみに依拠することなく、当該敷地にとってより厳しい地震動評価をもたらすものであれば、成立することが否定できず、一応の科学的合理性を有する見解である限り、万一の危険性を排除するため、事業者は積極的に採り入れることが要請されている⁵。

司法においては、事業者が当該敷地にとって最大の地震動評価を行っているかにつき判断すべきであるが、その際には、安全性に係る資料の偏在の問題だけでなく、原子力災害の甚大さから、「疑わしきは安全のために」という発想を採るべきである。前記各種の基準を踏まえた上で、低頻度の巨大事象に備える十分に余裕を持った地震動想定となっていないことや、より厳しい地震動評価をもたらす一応の科学的合理性を有する見解について、住民側から具体的な指摘がなされた場合、事業者側において、当該想定が十分な余裕を持った想定となっていること、ないし一応の科学的合理性を有する見解について恣意的に排除することなく正当に評価したことを具体的に立証ないし疎明できない限り、当該地震動評価は不合理なものと判断されるべきである。

第3 「震源を特定せず策定する地震動」について

1 「震源を特定せず策定する地震動」とは

(1) 新耐震指針での規定

「震源を特定せず策定する地震動」とは、新耐震指針で導入された概念であり、旧耐震指針の解説でマグニチュード6.5の直下地震といわれていたものに相当す

⁵ドイツのヴァール判決では、「リスクの踏査及び評価における不確実性は、そこから生ずる疑念の程度に応じて、十分に保守的な考察によって対応しなければならない。その場合、行政庁は『通説』に依拠するのではなく、代替可能なすべての学問上の見解を考察の対象としなければならない。」とされている（甲B5「北の大地から考える 放射能汚染のない未来へ」33頁）。

る（甲A82）。これについて、平成18年に改訂された新指針（甲B61）では、
「5 基準地震動の策定」（3）において、次のとおり規定する。

「震源を特定せず策定する地震動」は、震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、これらを基に敷地の地盤特性を加味した応答スペクトルを設定し、これに地震動の継続時間、振幅包絡線の継時的変化等の地震動特性を適切に考慮して基準地震動 S_s を策定すること。」

さらに、その「解説」においては、

「『震源を特定せず策定する地震動』の策定方針については、敷地周辺の状況等を十分考慮した詳細な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、全ての申請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ものである。

この考え方を具現化して策定された基準地震動 S_s の妥当性については、申請時点における最新の知見に照らして個別に確認すべきである。なお、その際には、地表に明瞭な痕跡を示さない震源断層に起因する震源近傍の地震動について、確率論的な評価を必要に応じて参考とすることが望ましい。」

とされていた。

（2）新規制基準の規定

「震源を特定せず策定する地震動」についての基本的な策定方法は、新規制基準が施行された後も変化はないが、細かい部分には若干の変化がみられる。

2013年（平成25年）7月8日、新規制基準である「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」及び「実用発電用原子炉及びその付属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（甲A83）（以下「解釈」という。）が施行された。このうち，審査基準を具体的に規定するのは，後者の「解釈」であり，この「解釈」は「震源を特定せず策定する地震動」につき別記2第4条（地震による損傷）5三において次のとおり規定する。

上記の「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すること。

この規定は，「震源近傍における観測記録を収集し，これらを基に・・・応答スペクトルを設定して策定する」とするものであるが，文言上も，収集した観測記録そのものを「震源を特定せず策定する地震動」とすることを規定するものではなく，「これら（観測記録）を基に・・・応答スペクトルを設定して策定する」としているのみである。そこで問題は，観測記録を基にどのように応答スペクトルを策定するかであるが，同規則が求めているのは「各種の不確かさを考慮」することである。

この規則及び解釈をより詳しく規定した内規である，「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」（甲B62）の総則の中の1.2用語の定義には，下記のとおり規定されている。

- (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。

すなわち，「震源を特定せず策定する地震動」は，敷地近傍においてどんなに詳細

に調査しても、発生する可能性のある内陸地殻内地震の全てが事前に評価しうるとは言い切れないために策定するものであり、どんなに詳細に活断層の調査を行っても、震源断層の見落としが避けられないために設けられたものと読み取ることが出来る。

また、「4. 震源を特定せず策定する地震動」の項には

4.1 策定方針

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

とされ、やはり「各種不確かさの考慮」が義務付けられている。さらに

4.2 地震動評価

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

- (1) 震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内の地震を検討対象地震として適切に選定し、それらの地震時に得られた震源近傍における観測記録を適切かつ十分に収集していることを確認する。
- (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。

とされ、「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」と「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」の2つが分けて規定されている。その解説では

〔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で、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

規模も推定できない地震（Mw6.5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（Mw6.5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

と規定されている。

その収集対象となる地震の例として、1996年以降に発生した次の16の地震を挙げる。

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

以上からすれば，新規制基準が規定する「震源を特定せず策定する地震動」については，下記のことが言える。

- ① Mw 6.5未満の地震は全国どこでも発生するものとして考慮しなければならない。
- ② Mw 6.5以上の地震についても「孤立した長さの短い活断層による地震」等として「震源を特定せず策定する地震動」の評価において検討しなければならない。
- ③ 観測記録を基に各種の不確かさを考慮して応答スペクトルを設定しなければならない。
- ④ 審査ガイドに挙げられた収集対象となる16の地震は「例示」である。

(3) 各種不確かさの考慮の趣旨

前記新規制基準の解説のみならず，審査ガイドにも，「各種不確かさの考慮」が規定されたのは，新規制基準策定のためにもうけられた「発電用軽水型原子炉施設の地震・津波に関わる新安全設計基準に関する検討チーム」の第7回会合（平成25年1月22日）において，藤原広行・独立行政法人防災科学技術研究所社会防災システム研究領域長が，次のように発言したことによる（甲A 84・66頁）。

「『震源を特定せず策定する地震動』・・・のところに，『これらを基に』の後に，『各種不確かさを考慮して』という言葉を追記していただいたほうがいいんじゃないのかと思っています。ここの各種不確かさというのは，・・・単なるモデルパラメータだけでなく，これこそわからないところなので，わからなさかげんという認識論的なものとか，いろいろな不確かさを考慮してということをやぜひとも入れていただきたいと思います。」

この発言を受けて、「各種の不確かさ」という文言が加わることとなったのである。「わからなさかげんという認識論的なもの」等モデルパラメータに止まらない「いろいろな」ものが「各種不確かさ」に含まれるとすれば、これをはぎとり解析の過程のものに限局するのは不可能である。

「認識論的不確かさ（不確定性）」の意義については、次の高田毅士教授の資料が参考となる。

東北地方太平洋沖地震直前の2011年（平成23年）2月4日、高田毅士東京大学大学院工学系研究科教授は、「原子力分野における耐震計算科学研究の果たす役割—認識論的不確定性の低減に向けて—」（甲A85）という論考において、「予想外の地震被害（無被害を含めて）が起きる度に、認識論的不確定性の存在を改めて知るのである。」と述べている。

高田教授によれば、「認識論的不確定性」とは、「人間の持つ知識や情報の不足に起因する不確定性」であり、それに対置する「偶発的不確定性」とは「偶発事象であるが故にその不確定性を低減できない性質」のものとされる。

すなわち、ここでの「各種不確かさ」は、（観測記録が不十分などということによって）「認識が十分にできない」ことによる不確かさも考慮すべきだという意味である。

かかる趣旨からすれば、活断層と関連付けることが困難な過去の内陸地殻内地震の観測記録が乏しいという限界があることから、観測記録から直接導かれる応答スペクトルを考慮するだけでは不十分で、観測記録から合理的に導かれる最大の応答スペクトルは当然考慮しなければならないことになる。

2 観測記録の乏しさによる限界

「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」（甲B62）で収集対象となる内陸地殻内の地震の例として挙げられているものを見れば、前記のとおり19

96年（平成8年）3月宮城県北部（鬼首）地震から、2013年（平成25年）栃木県北部地震までの16地震に過ぎない。

わずか17年間の16地震の観測記録だけで、「震源を特定せず策定する地震動」を決めようというのは無理がある。ガイドに例示された地震自体少ない上、我が国に設置されている地震計の数も限られていることからすれば、ガイドに例示された地震だけから、1万年に1回以下という低頻度の「震源を特定せず策定する地震動」として、そのまま用いることが出来るような地震動観測記録を収集出来ていると考えるのは、むしろ不合理で非現実的である。審査ガイド上、この16地震は例示に過ぎないのであり、「各種不確かさ」の考慮が義務付けられていることからしても、「震源を特定せず策定する地震動」として、この16地震の観測記録のみに依拠して評価すべきではない。

しかも、2007年能登半島地震（M6.9）や、同年新潟県中越沖地震（M6.8）といった、事前に活断層が特定できず原子力発電所に想定以上の地震動をもたらした近時の沿岸海域の地震がこのリストから漏れているのは、極めて問題がある（この2つの地震が事前に活断層が把握されていなかったことについて甲A29「原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準：2015」43頁、甲A87「活断層研究と内陸地震の長期予測：阪神淡路大震災以降」307頁参照。新潟県中越沖地震が例示されていないことを批判する見解としては甲B63「科学」2014年8月号石橋克彦『原発規制基準は「世界で最も厳しい水準」の虚構』875頁参照）。日本の原子力発電所は例外なく沿岸部に立地していること、この2地震の震源を予め特定できなかったことがその近傍の原発において想定を超える地震動の発生につながったことを踏まえるならば、当該2地震の観測記録を評価に含めないことは、「震源を特定せず策定する地震動」の評価として著しく不合理である。

3 「加藤他（2004）のスペクトル」の限界

(1) 「加藤他（2004）のスペクトル」の元データは限られている

電力会社が従来採用していた「震源を特定せず作成する地震動」は、加藤他（2004）による「震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベル」における応答スペクトルであった（甲A88「震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベル」64頁図8）。この「加藤他（2004）のスペクトル」を、債務者は現在も考慮している。

「加藤他（2004）の応答スペクトル」は、日本及びカリフォルニアで発生した41の内陸地殻内地震のうち、震源を事前に特定できない地震として、9地震12地点の計15記録（30水平成分）の強震記録を用いて策定したものである。9地震は、1966年のパークフィールド地震から1997年の鹿児島県北西部地震までの31年間の、カリフォルニアの6地震と日本の3地震である。

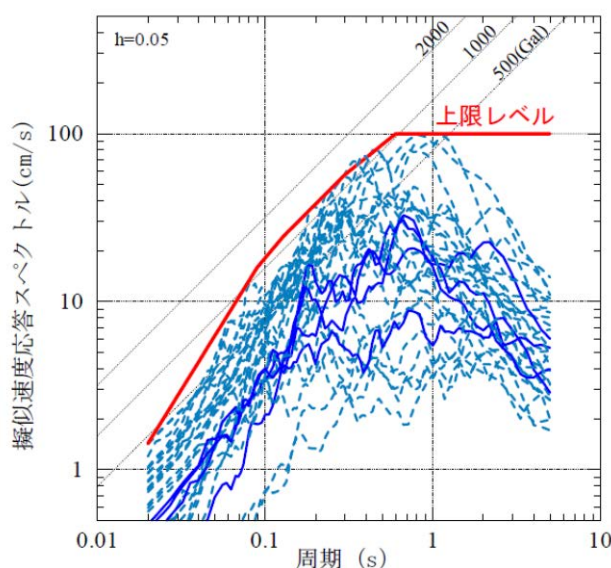


図8 震源を事前に特定できない地震による震源近傍の観測記録の水平動応答スペクトルとその上限レベル

（実線は1997年鹿児島県北西部地震の鶴田ダムの特典、破線はスケーリングの観点から確実に事前に震源を特定できるとは断定できないと判断したMj6.5(Mw6.2)以下の7地震の特典）

この図（甲A88・64頁）からすると、「加藤他（2004）の応答スペクトル」（赤

い「上限レベル」)は、実際の地震動の観測記録をほとんど全て包絡するように作られており、一見すると安全側に上限レベルを取っているかのようである。しかし、「加藤ほか(2004)の応答スペクトル」は、31年間のわずか9つの地震の12地点15記録に基づくもので、最大加速度450ガルでしかなく、原発の耐震設計に用いるためには保守性を欠いている。そのことは、後述する留萌支庁南部地震が、Mw5.7(M6.1)という小さな地震でありながら、やすやすと「加藤他(2004)の応答スペクトル」を超えてしまっていることからしても明らかである。

「加藤他(2004)の応答スペクトル」は、限られたデータに基づく、その限界が余りにも明白なものでしかない。少なくとも1万年に1回以下という低頻度で発生する最大の地震動を想定するには、この元データが少なすぎることは明らかである。

(2) 石橋克彦氏による「加藤ほか(2004)の応答スペクトル」批判

「加藤ほか(2004)の応答スペクトル」について、国会事故調査委員会の委員でもあった神戸大学名誉教授の石橋克彦氏は、「科学」2012年8月号掲載の「電力会社の『虜』だった原発耐震指針改訂の委員たち」(甲B64)において、次のように批判している。

「震源を特定せず策定する地震動」についての「震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内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(中略)基準地震動 Ss を策定する」との規定自体、恣意性と過小評価を許す規定である。具体的な策定値は申請者にまかされるが、電力会社側の日本電気協会が示した加藤ほか(2004)という模範解答では、M7級地震の強い地震動記録をすべて「活断層と関連付けられる」と屁理屈をつけて参照から排除し、M6.6までの地震の揺れしか用いていない。

石橋克彦氏によれば、「加藤ほか(2004)」は、M7級の地震動記録を電気事業者

が恣意的に排除し、残されたM6.6までの地震動記録のみを対象としたものでしかない。実際、「加藤ほか(2004)」ではM5.6～M6.6までの9地震だけを元データとしている(甲A88・62頁表2)ため、その観測記録の上限値をとっていても保守性は担保されない。

後に原子力規制委員会委員となる島崎邦彦氏も、2008年の段階で「予め震源を特定できない地震」として最大M7.1程度、「短い活断層で起こる地震」として最大M7.4程度まで生じうるという見解を公表しており(甲A89「震源断層より短い活断層の長期予測」, 甲A90「地震と活断層:その関係を捉え直す」), M6.6までの地震しか考慮しない「加藤ほか(2004)のスペクトル」が著しく保守性を欠いていることは、東北地方太平洋沖地震以前の知見によっても明らかであった。

中央防災会議の首都直下地震対策専門調査会は、2005年(平成17年)時点で、活断層が地表で認められない地震規模の上限をM6.9としている(甲A91)。最新の地震調査研究推進本部地震調査委員会の報告書(甲A92「全国地震動予測地図2014年度版～全国の地震動ハザードを概観して～」付録-1・240, 253頁)では、本件原発敷地を含む領域の最大マグニチュードは、鳥取県西部地震と同じM7.3とされている。

「加藤ほか(2004)のスペクトル」を用いた基準地震動の評価では過小であることはもはや明白である。

(3) 原子力安全基盤機構による指摘

平成21年3月付け原子力安全基盤機構(JNES)作成の「震源を特定せず策定する地震動の設定に係る検討に関する報告書」(甲A93・3頁)においても、

加藤ほか(2004)の手法の主な課題として、調査した震源を事前に特定できるとした地震の周辺活断層との関連付けの根拠が明確でないこと、対象とした地震及び震源近傍の地震動観測記録が少なく、地震動の上限レベルの規定の根拠が明確では

ないこと等が挙げられる。さらに、論文で取り扱われている地震以降に発生した地震に対する分析や検討も必要とされている。

とされている。

従って、原子力安全基盤機構も、加藤ほか（2004）の研究では、不十分であることを認めているのである。因みに、原子力安全基盤機構は、2014年3月1日、原子力規制庁に統合された。

4 2004年留萌支庁南部地震

(1) 2004年留萌支庁南部地震の概要

2004年（平成16年）北海道留萌支庁南部地震は、地震規模は M_w で5.7（ $M6.1$ ）という比較的小規模の地震でありながら、港町観測点（HKD020）の地表で1,127ガルという最大加速度を観測した（「物理探査・室内試験に基づく2004年留萌支庁南部の地震によるK-NET港町観測点（HKD020）の基盤地震動とサイト特定評価」）。電力中央研究所の佐藤浩章氏がここから同基盤上の最大加速度を解析により推計したところ、585ガルとなり、「加藤ほか（2004）の応答スペクトル」を一部周期で上回った（甲B65「震源を特定せず策定する地震動 計算業務報告書」2-6）。

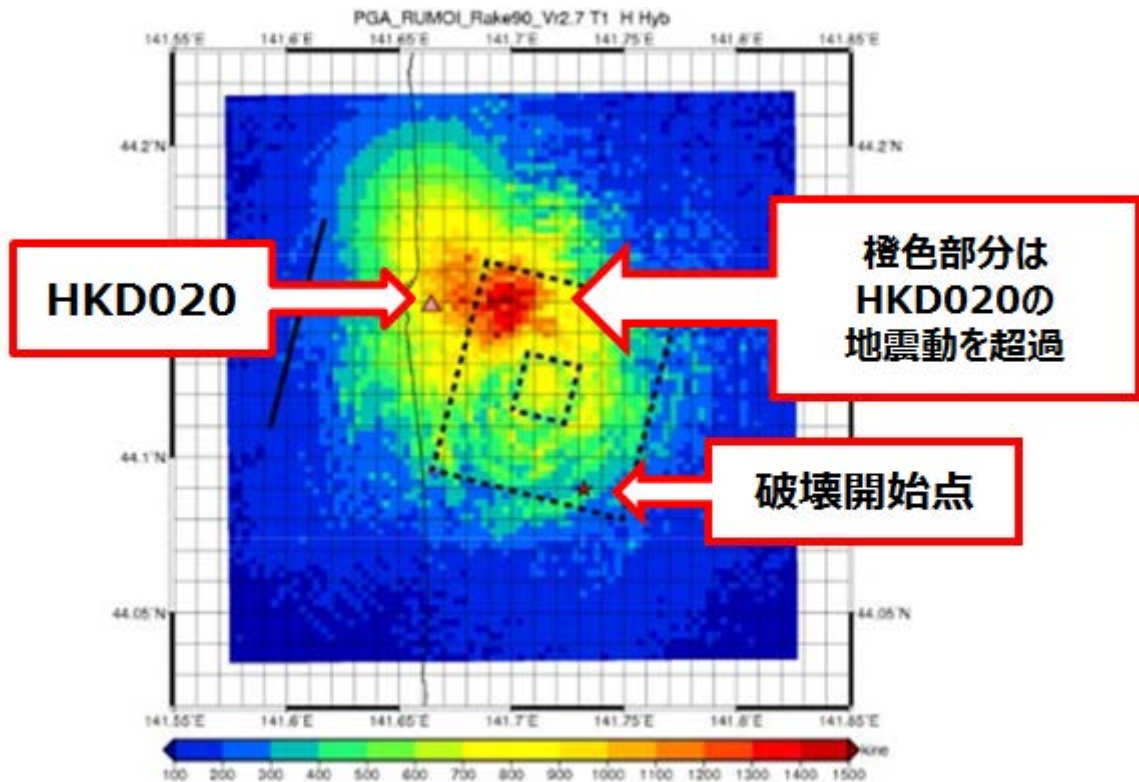
債務者は、「加藤ほか（2004）の応答スペクトル」に、大きな修正を加えることなく、本件原発の「震源を特定せず策定する地震動」（620ガル）として設定している。

(2) HKD020の観測点の地震動は最大の地震動ではない

留萌支庁南部地震については、財団法人地域地盤環境研究所が新指針の「震源を特定せず策定する地震動」の評価のために検討を加え、平成23年3月付けで「震源を特定せず策定する地震動 計算業務報告書」（甲B65）を作成している。この報告書は原子力規制委員会の資料でも引用されており（甲A94・4頁）、信

頼性が高いものである。

この報告書では、下記の通り、震源付近の最大加速度についての解析が行われている（甲B 6 5・2-7 図 2.2-4(1)PGA 分布に一部加筆）。



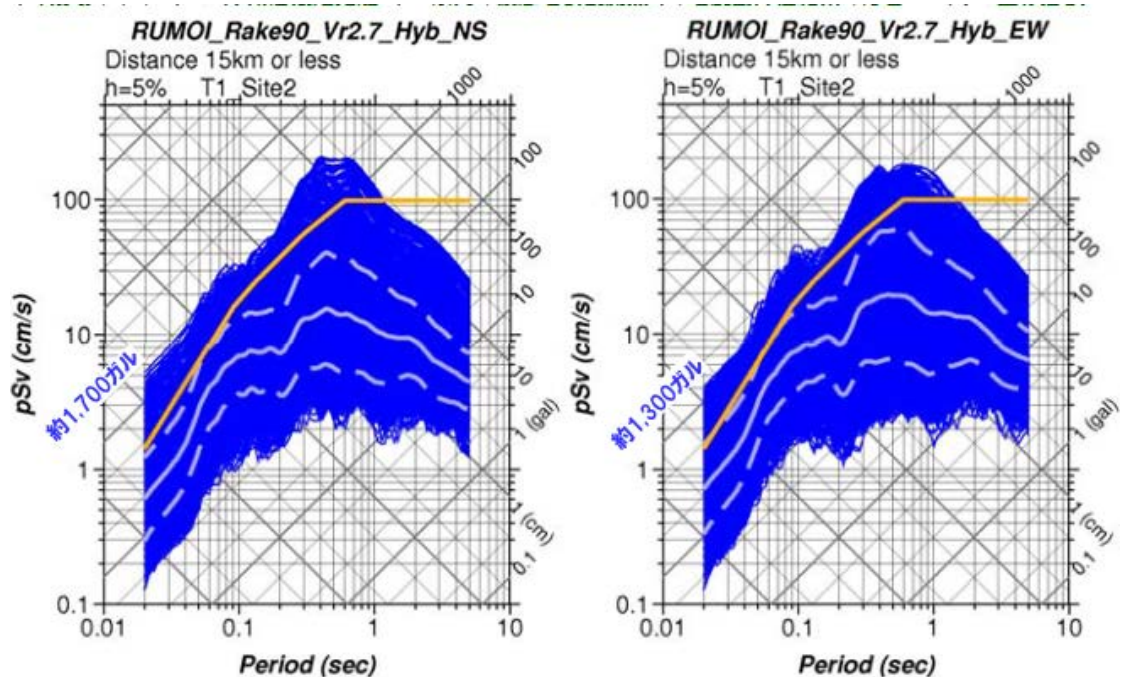
上記のうち、薄いピンク色の△が HKD020 観測点を示し、赤、橙、黄、緑、青などの色は、それぞれの場所での最大表面加速度（PGA）を示す（上記図の帯では単位が「kine（カイン）」となっているが、カインは速度を表す単位であるため、ガルの誤記と思われる）。

これによれば、留萌支庁南部地震の地表での地震動のうち、HKD020 観測点は概ね 1,000 ガルを示す黄色系の部分に位置するのに対し、これよりも大きな地表最大加速度を意味する橙色系の部分があることが一目瞭然である。

「震源を特定せず策定する地震動」は、もともと「M6.5の直下地震」を

評価するものだったように、震源の位置を事前に評価できない地震について、震源の位置を当該敷地にとってもっとも厳しい条件とすることを前提とした概念であるはずであり、そうであるならば、偶々ある地点で観測された最大地震動未満の観測記録に拘泥して設定されるべきものではなく、このように信頼できる解析手法によって導かれた最大地震動を当然考慮すべきである。またこのような解析結果を利用して、初めて観測記録の少なさを補う不確かさ（認識論的不確定性）の考慮を行うことができるというべきである。

この財団法人地域地盤環境研究所の報告書では、前記最大表面加速度を下記の通り応答スペクトルに直している。これによると、留萌支庁南部地震では、南北方向で最大1,700ガルの地表最大加速度が発生したことになる（下記左図参照）（甲B65・2-8図2.2-5に一部加筆）。これは同地震につきHKD020観測点で観測した最大加速度1,127ガルの約1.5倍に当たる。



面的強震動計算による疑似速度応答 (PSV) スペクトル
 (白実線:断層最短距離15km以内の平均PSVスペクトル, 白破線:平均PSVスペクトルの標準偏差)

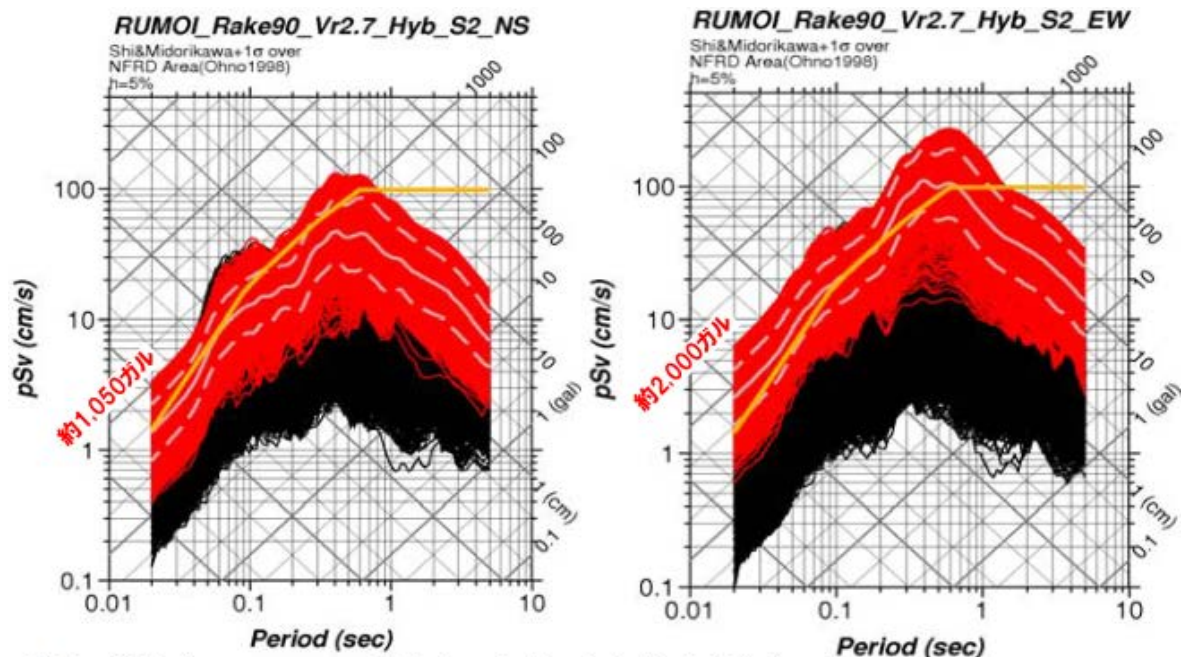
(3) 留萌支庁南部地震の観測記録を基にした基準地震動は1, 100ガルとすべき

さらにこの「震源を特定せず策定する地震動 計算業務報告書」(甲B65)においては、破壊開始点を変更させた場合の最大加速度の解析も行われた上、指針でNFRD効果を含むように指示されていることから、これも加味した検討が行われている。

NFRD効果とは、アスペリティによる断層近傍の破壊伝播効果であり、破壊伝播方向に観測点があるとき、地震動が重なって増幅する効果であって、偶然的な不確定性に属するパラメータである破壊開始点の位置によって発生する可能性がある(なお審査ガイド3.3.2(4)④参照)。

新規制基準では「各種不確かさの考慮」が義務付けられていることからしても、破壊開始点の違いやNFRD効果も検討した上で最大の加速度を考慮しなければならないのは当然である。

同報告書によると、破壊開始点を变化させた上NFRD効果をも加味させた場合、水平方向での最大地表加速度は、下記右図の通り、最大2,000ガルに達することが分かる(下記右図参照)(甲B65・2-25 図 2.4-5(2)に一部加筆)。



破壊開始点がアスペリティ下端中央の場合の疑似速度応答 (PSV) スペクトル (赤実線:大野・他 (1998))

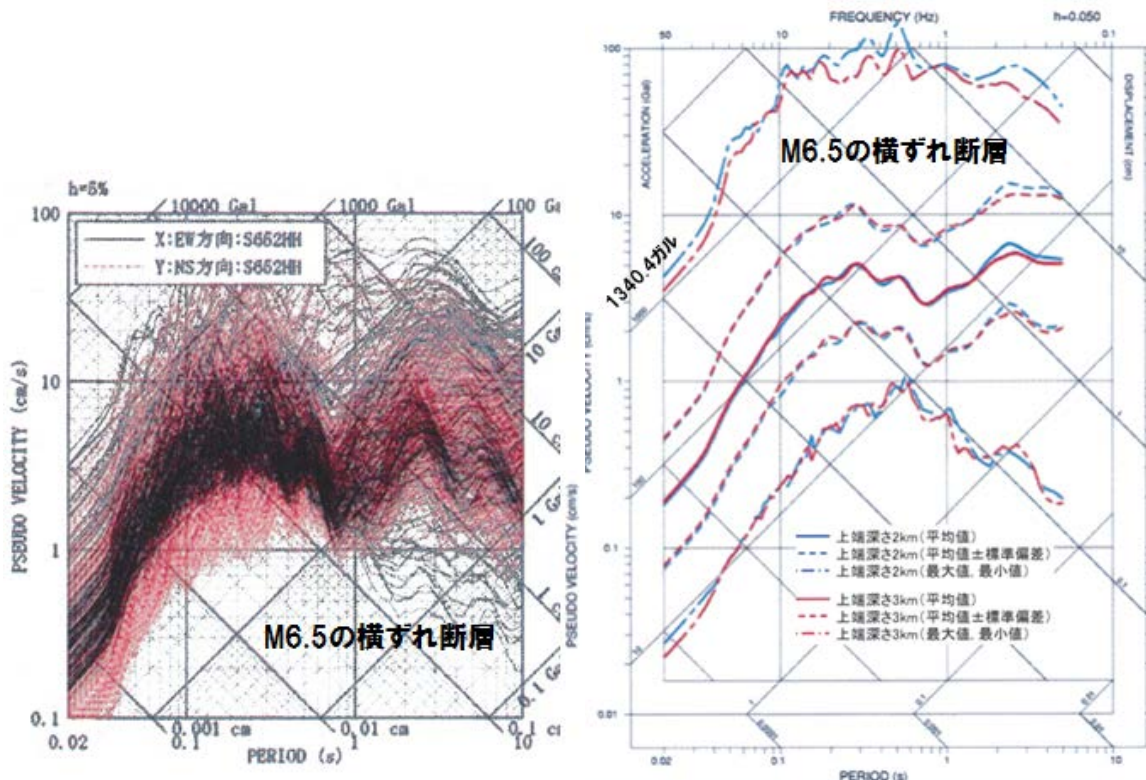
この2,000ガルという数値は地表での最大加速度であるため、「佐藤ほか(2013)の応答スペクトル」において1,127ガルから585ガルという解放基盤上の最大加速度を導いたことに倣い計算すると、前記2,000ガルという数値から導かれる基準地震動は約1,038ガルとなる(計算式: $2,000 \times 585 / 1,127 \div 1,038$)。これは本件原発の基準地震動650ガルの約1.6倍に当たるが、この程度の加速度まで考慮しなければ、地震大国たる我が国の原発にふさわしい地震動想定となり得ない(甲B66「伊方3号の基準地震動は過小評価されている」5頁)。

5 M6.5横ずれ断層の解析

2004年北海道留萌支庁南部地震はMw 5.7 (M6.1)の地震に過ぎないが、「震源を特定せず策定する地震動」を定める前記審査ガイドの趣旨からすれば、予め発見できない断層から本件各原発敷地に発生し得る最大規模の地震から発生する地震動を想定しなければならないところ、独立行政法人原子力安全基

盤機構（JNES）は、地震観測記録の不足を補う目的で、実際の地震記録から導かれたモデルによる地震動解析を行い、M6.5の横ずれ断層によって最大約1,340ガルの地震動が生じることを明らかにした（甲A95「震源を特定しにくい地震による地震動の検討に関する報告書（平成16年度）」2-105,110,120）。

次の左図の解析結果は、S波速度 $V_s=2,600\text{m/s}$ の地震基盤表面上に設定した231評価点における、各周期ごとに求めた地震動応答スペクトルであり、右図にその平均値、標準偏差、最大・最小値が描かれている。上端深さ2km（青線）と3km（赤線）の場合に分けてあるが、その2つのスペクトルはほぼ重なっている。1340.4ガルを示す「最大値」は、「実効応力大」，「高周波遮断特性平均+標準偏差」の場合であって、特段厳しいパラメータを設定したものではない。



なおM6.5はMw6.2相当に過ぎないから、前記解析結果を参照する限り、

Mw 6.5未満の地震から1,340ガルを超える地震動が発生することも十分あり得る。

2008年岩手・宮城内陸地震では、トランポリン効果やロッキング振動の影響を受けない、解放基盤表面よりも固い岩盤に設置された地中地震計による観測記録として、最大加速度1,036ガルが記録されており(甲B67「平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震において記録されたきわめて大きな強震動について」)、「はざとり波」相当の最大加速度はこの2倍に当たる2,000ガル程度になると考えられている(甲B66「伊方3号の基準地震動は過小評価されている」23頁)。この地中観測記録からしても、1,340ガルという数字は何ら過大なものではなく、本件原発の基準地震動の評価(650ガル)が余りに過小であることは明らかである。

6 IAEAの基準に反する

債務者は北海道留萌支庁南部地震 HKD020(港町)観測点と鳥取県西部地震賀祥ダムの各地震観測記録を「震源を特定せず策定する地震動」である基準地震動 Ss-3として採用しているようだが、同じ応答スペクトルの地震がまったく異なる場所で再度発生するはずもないのであるから、このように実観測記録をほぼそのまま設計用基準地震動とするような手法の合理性は疑問であり、確立した国際基準にも反する。

IAEA安全基準の中でも、耐震設計に関するものの中では最新と思われる、SSG-9“Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations”(「核施設のサイト評価における地震ハザード」)(甲A96)では、広域地震構造モデルの構築の中で震源不特定の地震活動域のことが記載されており、この中では基本的に最大潜在マグニチュードを不確定性ととともに表現し、グーテンベルグ・リヒター則のb値⁶を設定するという、まったく違う評価手法が記載されている

⁶ グーテンベルグ・リヒター則とは、地震の発生頻度と地震規模の関係を表す。通常は発生頻度を対数表示で縦軸、地震規模を横軸にとると、地震データは直線となる。この直線の傾きがb値であり、多くの場合、b値は1前後であり、Mが1小さくなる

(4.28-4.32)。

これは確率論的評価手法を前提としたものと思われるが、決定論的手法について、SSG-9は、最大潜在マグニチュードの震源をサイト直下に置くか、サイトから特定の水平距離にあると想定し、適切な複数の地震動予測式を適用し、各種のばらつきや不確定性を考慮すべきことを要求している(7.1)。

いずれにせよ、国内のどこかの場所で採取された特定の地震動記録を設計基準用地震動として採用するようなことは、SSG-9にはどこにも記載されていない。

IAEAの基準にしたがうのであれば、推本の見解によるM7.3か、少なくともガイドの規定にしたがったMw6.5を最大マグニチュードとして設定すべきであり、この震源を、サイトの直下か、近傍の特定の場所に置いた上で地震動予測を行うべきである。債務者が「震源を特定せず策定する地震動」において採用する手法は、IAEAの基準に照らしても何ら合理性を見いだせない。

7 他観測記録の排除

仮に現在行われているような、ガイドに例示した地震の実観測記録をそのまま用いる評価が許容されるとしても、その場合は既往最大を基本に考えるべきであり、大きな地震観測記録を排除する理由については、特に慎重に吟味されなければならない。北海道留萌支庁南部地震HKD020(港町)観測点と鳥取県西部地震賀祥ダムの地震観測記録は、最大の応答スペクトルを描いているという訳ではなく、債務者がそれ以外の地震観測記録を排除した理由も、明確ではない。

まず問題であるのは、KiK-netの鳥取県西部地震TTRH02(日野)を除いたことである(甲A97の1・102)。ここでは、地上では南北方向で927ガル、鉛直方向776ガルを記録している上、地中でも東西方向575ガル、鉛直方向318ガルとかなり大きい地震動を記録しており、解放基盤表面はざっと波に換算

と発生頻度は約10倍となる。G-R則やG-R式ともいう。

しても、少なくとも一部周期帯では本件原発の基準地震動を上回る可能性が高い。

また、Mw6.5未満の地震のうち、2011年長野県北部地震 NIG023（津南）と2013年栃木県北部地震 TCGH07（栗山西）の応答スペクトルは、「加藤他（2004）のスペクトル」を有意に上回っており（甲A98の1・73，82），これらの子細に検討することにより「震源を特定せず策定する地震動」はより厳しい評価になる可能性もある。

債務者はこれらの観測記録を考慮しない理由として、地盤情報が得られていないことや、はぎとり解析が出来ていないこと等を上げるが、原発の安全性の確保のためには事業者において最善かつ最大の努力が要請されるべきであり、これらの理由は前記観測記録を考慮外とするために正当なものとは言えない。

8 「震源を特定せず策定する地震動」の重要性

武村雅之氏が指摘する通り、活断層の情報をもとに特定された震源断層について強震動予測をしても、それ以外に、被害を与える震源断層が存在する可能性は否定できない（甲A99「強震動予測に期待される活断層研究」54頁）。「震源を特定せず策定する地震動」を適正に評価することは、地震大国たる我が国の原発の耐震安全性を確保するために極めて重要であって、これが適正に評価出来ない場合は人格権侵害の具体的危険性があるというべきである。

原発敷地の直下で生じた地震であれば、M6.1程度であっても、1,000ガルを超える地震動を生じさせる可能性があることは前記5の通りであるが、その程度の規模の地震の場合、通常、断層は予め確認されていない。遠田晋次氏によれば、1923年以降に気象庁地震カタログでM6.5以上の内陸地震は30個発生している（福岡県西方地震、中越沖地震など震源域が陸域にない地震は除く。）が、そのうち地震断層を生じたのは約3分の1に当たる11個、地震断層の長さや変位量から地震規模を推定できるのは約17%に当たる5個に過ぎない。M7.0以上でも地震断層の出現率は44%である（甲A87「活断層研究と

内陸地震の長期予測：阪神淡路大震災以降」307頁)。つまり、地震断層を基に地震発生事象を推定する場合、M6.5以上では6個に5個、M7.0以上では2個に1個もの見落としが生じる。

国内の最近13年間でも、2003年宮城県北部地震、2004年中越地震、2005年福岡県西方地震、2007年能登半島地震、2007年中越沖地震、2008年岩手・宮城内陸地震などで、未知だった断層から大規模な地震や強い地震動が発生した。これらの地震の中には、本件原発の基準地震動の数倍の地震動が発生させたもの(中越沖地震)や、他の原発の基準地震動を越える地震動が発生させたもの(能登半島地震)もある(甲B68「大飯原発運転差止判決における科学の問題」6)。特に沿岸海域は大型の調査船が入れず活断層の調査が困難であるため、伏在断層による直下地震のリスクが高い(甲A100「海域における活断層調査—現状と課題—」37頁)。

増田徹氏が「原子力発電所の直下あるいは近傍の地震が最も憂慮すべき地震なのである」(後出・甲A170)と述べている通り、敷地直下ないし近傍で生じる「予め震源を特定できない地震」は、本件原発においても現実的なリスクとして捉えなければならない。

9 福井地震の教訓

福井市では今から約68年前、のちに「福井地震」と呼ばれることになる都市直下型地震で、猛烈な揺れに襲われた(甲A101「1948 福井地震報告書」)。建物の全壊率は80%にもなる大変な被害を経験し、犠牲者は被災地全体で3,769人に上った。マグニチュードは7.1、後の調査によっても震源と活断層を関連づけることが困難な地震とされており、同様の地震が本件原発の敷地直下でも生じる可能性は否定できない。



<http://toshichan.be.fukui-nct.ac.jp/yoshida/works/earthquake/dplf1/NewFiles/outline1!.html>

地震後の福井市内大和百貨店



口絵 11 壊滅した町を通り過ぎていく人々の思いは？

(提供：読売新聞社, 1948. 7. 1 撮影)
石川県大聖寺町の様子である。鮮明に写し出された被害の様子は、福井市から遠く離れた所でも起こっている。

この平成23年3月に中央防災会議が作成した「1948 福井地震報告書」には、「福井地震から学ぶ教訓」として、「地震はどこにでも発生する、と考えなければならない。」「地震の予知はまだできず、地震は不意打ちに発生するが、過去の地震災害に学び、その教訓を国民が共有しておくことが重要である」(甲A101・217頁)と記載されている。

債務者において、1万年から100万年に1回というレベルの直下地震にも備えて本件各原発を動かさずというのであれば、当然、福井地震等の教訓にも学び、

福井地震クラスの地震が本件各原発直下ないし近傍で起きても大丈夫なように（基準地震動を上回らないように）備えるべきである。

しかし債務者は、恣意的に選定したわずか2つの観測記録によって、全国どこでも不意打ち的に発生する直下地震に備えようとしている。その発想の背景にあるのは、「620ガルを超えるような地震動なんて、滅多に本件敷地で観測されないだろう」という「割り切り」であり、福島原発事故を経験した現在の日本では、原子炉設置者として到底許されない根拠なき楽観論である。

そのような状況で本件原発が稼働すれば、債権者らは現住所地に安心して住むことが出来ず、日々原発事故に怯えながら暮らす他なくなる。

第4 内陸地殻内地震の地震動評価

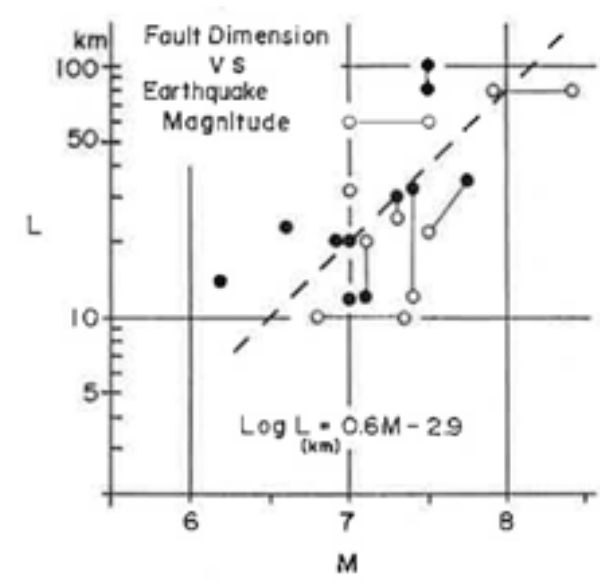
1 応答スペクトルに基づく地震動評価—地震規模の推定の問題

(1) 松田式の誤差

債務者は、「震源を特定して策定する地震動」の策定において内陸地殻内地震の地震規模の想定に松田式を用いている。

松田式は、1891年から1970年までに日本国内で発生したマグニチュード6.2以上の14の内陸地殻内地震のデータから導かれた、断層の長さから地震のマグニチュードを推定する経験式であるが、この松田式には大きな誤差がある。

下図が、その松田式を示す図である。縦軸が断層の長さであり、横軸がマグニチュードであって、中央の斜め右上がり点線が松田式を示している。○（白丸）は地表地震断層の長さ、●（黒丸）は震源断層の長さによって、各地震観測記録をプロットしたものである（甲A102「活断層から発生する地震の規模と周期について」270頁 Fig.1. (a)）。



この図を見れば、多くの地震観測記録は松田式を示す中央斜め右上がりの点線から外れており、松田式はかなりばらつきのある経験式であることが分かる。たとえマグニチュードの値を最新のデータにしたがって補正しても、マグニチュード0.2や0.3程度は松田式の通常の見誤差の範囲内ということになりそうであるが、マグニチュードが0.2増えるだけで地震のエネルギーは約2倍になるのである。

松田式を導いた松田時彦氏自身、「地下の断層面が地表面に線となってあらわれた長さが、地表地震断層の長さです。地下の断層面はかなり不規則でしょうから、地下の断層面の面積を地表にあらわれた断層の長さで代表させるのは、かなりおおざっぱな話です」(甲B69岩波新書「活断層」126頁)と述べている。

また地震調査研究推進本部も、松田式について、「断層の長さから求められる地震の規模の推定値には大きな不確実性が含まれると考えられる。このため、松田式を用いて地震規模を設定する際には、少なくとも松田式を導出する際に用いられたデータに含まれるばらつき程度の不確実性が予想される」
「将来的には活断層で発生する地震の規模に関しても、不確実性を考慮する

ことが望ましい」と述べ（甲A92「全国地震動予測地図2014年度版～全国の地震動ハザードを概観して～」付録-1・385頁），松田式を用いた場合に地震規模が過小評価となることについての警告を発している。

（2） 松田式のばらつきの無視は審査ガイド違反

松田式がばらつき（誤差）のある経験式であることは疑いないところ，審査ガイド（甲B62）3.2.3（2）には以下のような規定がある。

震源モデルの長さ又は面積，あるいは1回の活動による変位量と地震規模を関連づける経験式を用いて地震規模を設定する場合には，経験式の適用範囲が十分に検討されていることを確認する。その際，経験式は平均値としての地震規模を与えるものであることから，経験式が有するばらつきも考慮されている必要がある。

以上の通り，震源モデルの長さや地震規模を関連づける経験式を用いて地震規模を設定する場合，当該経験式が有するばらつきを考慮することを，審査ガイドは明確に義務付けている。松田式は震源モデルの長さや地震規模を関連づける経験式であるので，このばらつきを債務者が考慮しないことは，審査ガイドの同規定に違反することとなる。審査ガイドに違反するような基準地震動評価では，人格権侵害のおそれは否定できない。

（3） ばらつきの無視はIAEAの安全指針にも違反する

IAEAの安全指針であるSSG-9（甲A96）の「7. 決定論的ハザード評価」では，最大潜在マグニチュードを評価することのみが記載されており，地震規模の平均を求めるに過ぎない松田式の適用結果を原発の耐震安全性評価に用いることは，SSG-9の規定上，予定されていない。

仮に松田式の適用が許容されているとしても，7.1(4)(iv)において，関係

式のばらつきを考慮すべきことや、同 (5) で偶然的な不確定性と認識論的な不確定性の両方を適切に取り扱うことが規定されていることからすれば、そのばらつきを評価して最大潜在マグニチュードを算出することは当然求められているというべきである。

以上からすれば、債務者の松田式の適用ないしそのばらつきを考慮していないことは、確立した国際基準である S S G - 9 にも違反し、確立した国際水準を踏まえることを要請する原子力基本法 2 条 2 項等にも違反することになる。

(4) 地震前に震源断層の長さは分からない

地震発生前には地下の震源断層の長さは分からないので、地表地震断層の長さを松田式に当てはめざるを得ない。前記松田式の元の観測記録を示す図 (甲 A 1 0 2 「活断層から発生する地震の規模と周期について」 2 7 0 頁 Fig.1. (a)) を見ると、地表地震断層の長さを示す○ (白丸) は、震源断層の長さを示す● (黒丸) よりも、松田式の点線の斜め右側に多く分布している。これは、地表地震断層の長さを松田式に当てはめた場合、地震規模を実際よりも過小評価し易いことを示すものである。

近年においても、1995年 (平成7年) 兵庫県南部地震 (M7.3)、2000年 (平成12年) の鳥取県西部地震 (M7.3) 等、数多くの地震では地震後も地震規模に見合った長さの地震断層が出現していない (甲 A 1 0 3 ・ 3 2 頁も参照)。地震後になっても地震断層が出現しないということは、地下深くの震源断層が動いたということであり、地震前の調査で震源の位置や断層の長さ等を把握することはまず不可能である。岡田義光氏は「地表に現れた活断層は確認できます。だけど、地下はわからない。」と述べ (甲 B 5 3 ・ 6 4 2 頁)、島崎邦彦・東京大学名誉教授は「トレンチ調査による地震発生履歴の解明の限界」と述べている (甲 A 1 0 4 「活断層で発生する大地震の長期評価：発生頻

度推定の課題」45頁等)。島崎教授は、原子力規制委員会の委員退任後も、再三にわたり、「地震発生前に使用できるのは(地表の)活断層の長さであって震源断層の長さではない」と学会で発表している(甲A105の1~3)。池田安隆氏も、「断層面上端が地下浅部(数km以浅)まで達している断層(浅部伏在断層)は、物理探査やボーリング等によってその位置と活動性を評価できる場合があるが、より深部に伏在する断層についてはお手上げである。」と述べている(甲A59・15頁)。

震源断層の長さは、地震後の地震学的及び測地学的データ(余震分布や地殻変動のデータ)から推定されるものであり、ボーリング調査等によって明らかになるわけではない。事前に震源断層の長さを精度よく明らかにすることはできないため、地表地震断層の長さをあてはめざるを得ないから、松田式には大きな誤差が生じ得ることになる(松田式の問題点については、甲B70石橋克彦氏の陳述書31頁以下も参照)。

(5) 長大な活断層から発生する地震の地震規模について

債務者は、応答スペクトルに基づく地震動評価において、断層長さ480km及び130kmのケースについては、長さが80km以下になるようにセグメント区分し、セグメント毎に地震規模を算出して合計し(どのような式を用いて地震規模を算出したかは不明)、480kmのケースはMw7.9(M8.5)、130kmのケースはMw7.5(M8.1)としている(甲A97の1・69頁、甲A98の1・127~129頁)。

だが、日本における長さ80km以上の長大な活断層での地震について、地震波形記録を用いて断層面上のパラメータを推定した事例は、1891年濃尾地震(M8.0)に限られている。長大な活断層から生じた地震の記録は世界的にも稀であり、壇・他「長大横ずれ断層による内陸地震の平均動的応力降下量の推定と強震動予測のためのアスペリティモデルの設定方法への

応用」(2011)(甲A106・2045頁表1)(次表)でも、国外の横ずれ断層による内陸地震につき、震源断層の長さが100 kmを超える地震のデータは7つしかなく、断層長は最長でも1906年サンフランシスコ地震の432 kmであって、断層長480 km相当のデータは1つもない。しかも、海外の地震データがどの程度国内の地震規模の推定に役立つのかは定かではない。

表1 横ずれ断層による内陸地震の断層パラメータ

(a) 日本									(b) 日本以外										
年	地震	気象庁 マグニ チュード	震源 断層 長さ	破壊 領域 幅	破壊 面積	地震モー メント	短周期 レベル	平均動的 応力 降下量	出典	年	地震	モーメント トマゴ チュード	震源 断層 長さ	破壊 領域 幅	破壊 面積	地震モー メント	短周期 レベル	平均動的 応力 降下量	出典
		M_j	L	W_{rup}	S_{rup}	M_0	A	$\Delta\sigma^{\#}$				M_W	L	W_{rup}	S_{rup}	M_0	A	$\Delta\sigma^{\#}$	
			[km]	[km]	[km ²]	[dyne·cm]	[dyne·cm/s ²]	[bar]				[km]	[km]	[km ²]	[dyne·cm]	[dyne·cm/s ²]	[bar]		
1891	濃尾(注)	8.0	80,34	15,13	1642	1.5×10^{27}	-	37	26,27)	1906	San Francisco	7.9	432	12	5184	8.32×10^{27}	-	64	25,35)
1927	北丹後	7.3	35	13	455	4.6×10^{26}	-	70	27,28)	1976	Motagua	7.5	257	13	3341	2.04×10^{27}	-	24	25,36)
1930	北伊豆	7.3	22	12	264	2.70×10^{26}	-	102	27,29)	1976	Tangshan	7.6	70	24	1680	2.77×10^{27}	-	66	25,36)
1943	鳥取	7.2	33	13	429	3.6×10^{26}	-	61	27,30)	1988	Lancang-Gengma	7.0	80	20	1600	3.66×10^{26}	-	9	25,36)
1948	福井	7.1	30	13	390	3.3×10^{26}	-	66	27,28)	1990	Luzon Island	7.7	120	20	2400	4.07×10^{27}	-	68	36,37)
1978	伊豆大島	7.0	17	10	170	1.1×10^{26}	-	81	27,31)	1992	Landers	7.3	69	15	1035	1.06×10^{27}	1.15×10^{26}	45	11),21),36)
1995	兵庫県南部	7.3	60	20	1200	1.80×10^{26}	1.62×10^{26}	6	12),21),27)	1997	Ardakul	7.2	100	15	1500	7.35×10^{26}	-	20	36,38)
2000	鳥取県西部	7.3	26	14	364	8.62×10^{25}	5.93×10^{25}	19	12),27),32)	1997	Manysi	7.5	175	15	2625	2.23×10^{27}	-	34	36,39)
2005	福岡県西方沖	7.0	24	20	480	1.15×10^{26}	1.09×10^{26}	16	33),34)	1999	Kocaeli	7.6	141	23.3	3285.3	2.88×10^{27}	3.05×10^{26}	35	36,40)
										1999	Hector Mine	7.1	74.27	20	1485.4	5.98×10^{26}	-	16	36,41)
										1999	Duzce	7.1	49	24.5	1200.5	6.65×10^{26}	-	23	36,42)
										2001	Kunlun	7.8	400	30	12000	5.9×10^{27}	-	20	36,43)
										2002	Denali	7.8	292.5	18	5265	7.48×10^{27}	-	57	36,44)

(注)濃尾地震の破壊面積は $80 \text{ km} \times 15 \text{ km} + 34 \text{ km} \times 13 \text{ km} = 1642 \text{ km}^2$ で求めた。

【壇・他(2011)甲A106・2045頁】

現段階において、480 kmないし130 kmという長さの活断層から発生する地震規模を推定する手法は確立しておらず、100 km以下の活断層から地震規模を推定する場合よりも認識論的不確定性はさらに大きい。債務者が採用する手法の合理性を全否定するつもりはないが、長大な活断層から発生する地震の地震規模を推定する上では、大きな誤差を有する可能性があり、過小評価のおそれは大きいと言わざるを得ない。

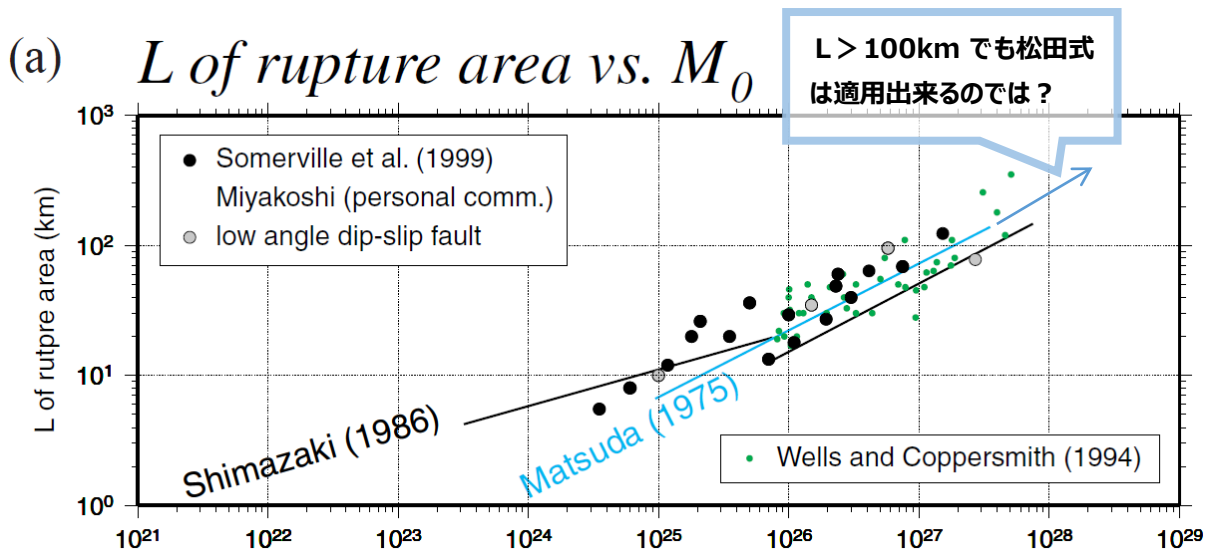
推本の長期評価「中央構造線断層帯(金剛山地東縁)－伊予灘」の評価(一部改訂)では、断層面上のずれの量を用いて、想定される地震規模は、「石

鎚山脈北縁西部—伊予灘 川上断層—伊予灘西部断層」 ($L=130\text{km}$) で M_w 7.4—8.0, 「断層帯全体 当麻断層—伊予灘西部断層」 ($L=360\text{km}$) で M_w 7.9—8.4 と算定されている (甲B47・77頁)。ここからしても, 130km ケースでは M_w 7.5, 480km ケースでは M_w 7.9 という債務者の想定は, 明らかに過小である。

活断層の長さ 480km , 130km をそれぞれ松田式に当てはめると, それぞれマグニチュードは 9.3 と 8.4 になる。 100km を超える長大な断層に松田式を当てはめるとするのは必ずしも一般的な手法ではないかもしれないが, かと云ってその適用性がまったく否定されているわけではない。

次の図は, 入倉孝次郎氏ら「M8クラスの大地震の断層パラメータ」(甲A107) 6頁から抜粋したものである。縦軸を断層破壊域の長さ, 横軸を地震モーメントとして, 海外や国内の最新の観測データをプロットし, M8クラスの内陸地殻内地震における松田式の有効性を検証することが試みられている。縦軸の断層破壊域の長さは震源断層の長さと同視できる。気象庁マグニチュードは武村の式 ($\log M_o = 1.17M_j + 17.72$) によって地震モーメントに変換されている。

これによると, 世界の観測記録上, 100km を越える活断層に松田式が当てはまらないというのは明確ではなく, むしろ十分適用できるようにも見える。



【「M8クラスの大地震の断層パラメータ」(甲A107・6頁)(a)に一部加筆】

松田時彦氏自身も、「最大地震規模による日本列島の地震分布帯図」(甲B71)において、中央構造線四国断層帯(約180km)の最大の断層長マグニチュード(M_L)は8.6としており、100kmを超えているからといって適用除外にはしていない。

理論上も、長大な断層につき活断層の長さや地震規模との間のスケールリング則が変化するという知見が確立している訳ではない。今後のデータの蓄積によっては、100km以上の活断層についても松田式の適用性が確認される可能性はある。

前記壇・他(2011)(甲A106)の表1では、1891年濃尾地震の震源断層長さは80km+34kmとなっているが、通説的な見解(例えば推本の「暫定版『活断層の長期評価手法』報告書」(甲A103・32頁))は、濃尾地震の断層の長さを80km、地震規模をM8.0としている。これよりも、断層長が50km長くてもマグニチュードは0.1しか増えず、断層長が400km長くてもマグニチュードは0.5しか増えないというのも違和感がある。

そうであるとする、過小評価を避けるべく最大規模の地震を想定しなければならぬ原発の基準地震動評価の上では、現段階では480km、130kmという長大な断層についても松田式を適用した上で、さらにばらつきを評価するのが合理的な手法というべきである。そうでなければ、せめて前記推本の最大Mwを下回らないような評価をすべきである⁷。

少なくとも、債務者が行うように、セグメント毎に地震規模を算出して合算するという方法のみで地震規模を算出するのでは、長大な断層についての認識論的不確定性の考慮が一切なく、最大限の地震動を想定すべき原発の基準地震動の評価手法としては著しく保守性に欠ける。

第5 応答スペクトルに基づく手法について

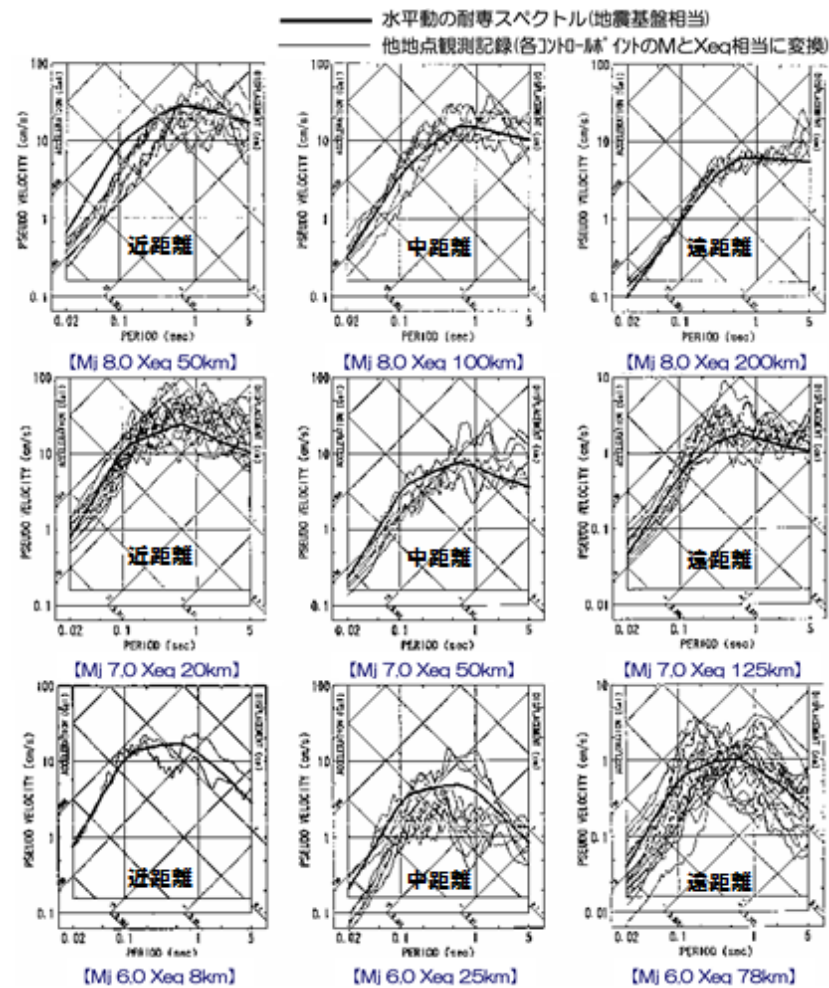
1 耐専スペクトル（Noda et al.（2002））のばらつき

(1) 元データのばらつき

債務者が「応答スペクトルに基づく手法」において基本として用いているNoda et al.（2002）の方法（以下「耐専式」あるいは「耐専スペクトル」という）は、地震動の平均像を求める距離減衰式であり、これによって地震動を予測するとほぼ不可避免的にばらつき（誤差）が発生する。

この式の元となったデータは、日本国内で1980年から1991年までに観測された44地震、214波形である。以下のグラフは、マグニチュードと等価震源距離（Xeq）ごとに、水平動の耐専スペクトル（太線）と元となった地震観測記録を図示したものである（甲B66「伊方3号の基準地震動は過小評価されている」12頁）。それぞれかなり大きくばらついていることが分かる。

⁷ なお、武村(1990)の式 ($M_w=0.78M+1.08$) を用いてモーメントマグニチュードを気象庁マグニチュードに変換すると、前記推本の130kmケースの最大Mw8.0はM8.9に、360kmケースの最大Mw8.4はM9.4になる。松田式のばらつきとしてマグニチュード0.4程度を見込んだ上、断層長さの違いも考慮するならば、松田式によって導かれる最大マグニチュードと推本の最大マグニチュードは整合する。

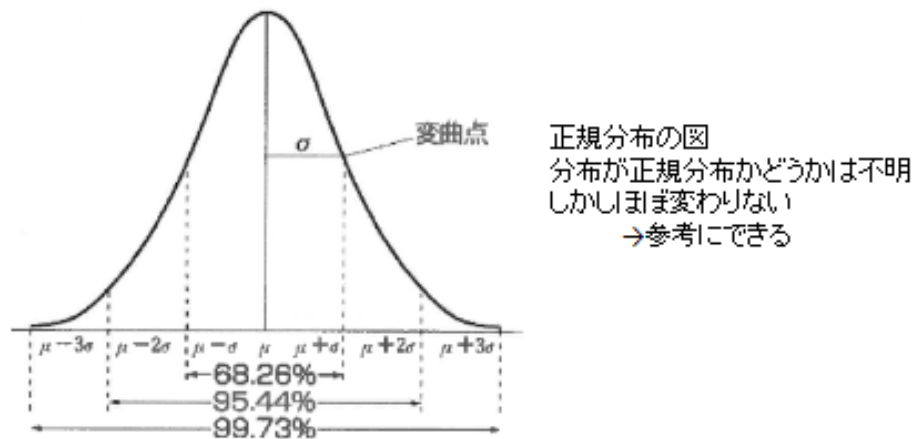


耐専スペクトルの元データのばらつきは、全周期帯平均で常用対数標準偏差は0.23程度、自然対数標準偏差で0.53程度とされている（甲A86「原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準：2015」339、341頁）。

(2) 標準偏差等の説明と原発に求められる安全性

ここで、標準偏差（ σ ）について、以下に若干解説する。

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



+ 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%

上図は、正規分布という良く見られる分布の図である。数値のバラツキの仕方
 には、いろいろなものがあるが、「正規分布」はその代表的なものである。上記観
 測値と応答スペクトルの比のバラツキ(分布)が必ず正規分布であるとまでは言
 えないが、基本的には概ね正規分布と一致すると考えられる。正規分布であると
 すれば、+ σ を超えるものは約16%、+2 σ を超えるものも約2.3%ある。

万が一の事態を考慮して耐震安全性を確保しなければならない原子力事業者と
 しては、標準偏差(1 σ)レベルのばらつきを考慮するだけでは十分ではなく、
 少なくとも標準偏差の2倍程度(2 σ 程度)のばらつきは考慮すべきであり、こ
 れを行わなければ、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別記2第4条二⑤及び審査ガイド3.3.3(1)が求める、
 「地震動の評価過程に伴う各種の不確かさ」について「適切な手法を用いて考慮」
 がなされたとはいえない。決定論的手法において距離減衰式のばらつきを考慮す
 べきことは、SSG-9(甲A96)の7.1(3)及び同(4)(iv)にも規定されている。

また強震動のばらつきを表す際、通常その計算に対数(log)関数が用いられる

ため、専門家の間では対数標準偏差を用いることが多い。対数標準偏差には常用対数の場合と自然対数の場合があるので注意しなければならない。

常用対数とは、10を底とする対数のことである。任意の正の数X（真数）に対し、 $X=10^a$ により定められる実数aを、10を底とするXの常用対数といい、 $\log_{10}X$ で表す。 $X=10^a$ という関係が成り立つとき、同時に $a=\log_{10}X$ という関係が成立する。例えば、 $10^{0.301} \doteq 2$ となるので、 $\log_{10}2 \doteq 0.301$ となる。すなわち、真数2の常用対数は約0.301である。言い換えると、常用対数標準偏差が0.301の場合、真数での標準偏差が2ということになり、標準偏差レベルでおおむね倍半分のばらつきがあるということになる（甲A108～110）。

自然対数とは、ネイピア数（2.7182…となる無理数）を底とする対数のことである。

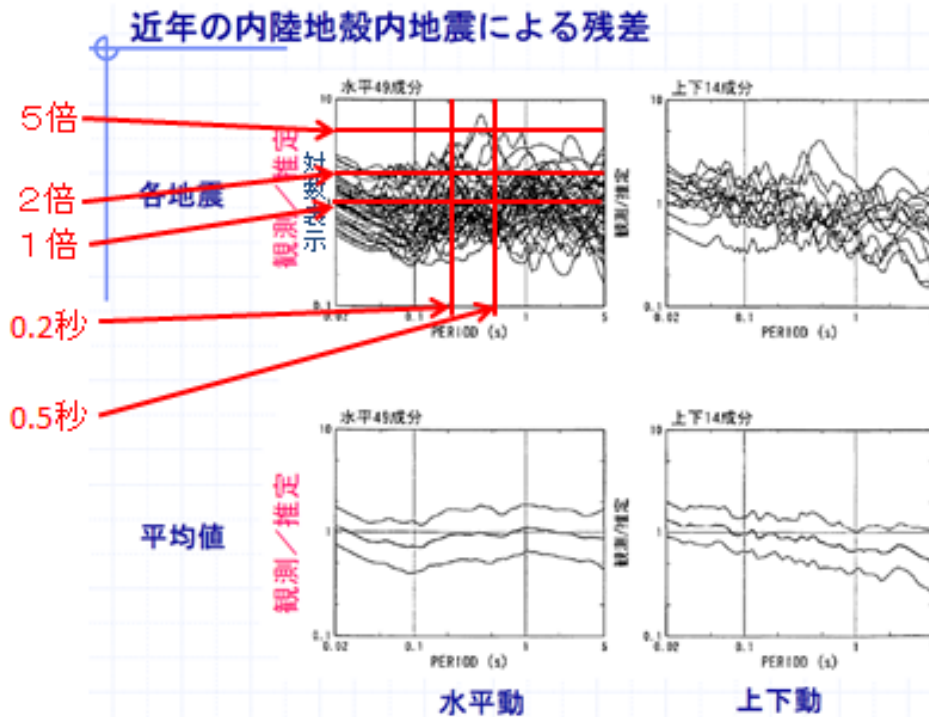
常用対数、自然対数について真数を求めるために、常用対数表、自然対数表を利用することができる（常用対数表の使い方は甲A110を参照）。

前記の通り、耐専スペクトルの元データのばらつきは、標準偏差（常用対数）0.23程度、標準偏差（自然対数）で0.53程度とされており、これは真数に直すと約1.70を意味する。すなわち、標準偏差で、平均から1.7倍～1/1.7倍のばらつきがあることを意味する。

さらに甲A86「原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準：2015」337頁には、「ばらつきの評価」として、「他地点の観測記録と提案スペクトルの比のばらつきは、対数標準偏差で0.7程度」とある。これを自然対数とすると、真数は約2.0を意味することになる。つまり標準偏差で倍半分のばらつきがあるということである。耐専式を使った地震動予測の誤差（ばらつき）を見積もる場合、元データとのばらつき約1.70よりも、他地点の観測記録とのばらつき2.0程度を用いる方が適切であろう。

(3) 地震の種類ごとのばらつき

耐専式の元のデータには、プレート間地震や内陸地殻内地震が混在しているが、次の図は、原子力安全基盤機構が国内外の内陸地殻内地震の観測記録に耐専式を当てはめ、各周期ごとに実際の観測記録と応答スペクトルとの比を描いたものである。横軸は、周期である。縦軸は、描かれている1本1本が現実に発生して観測した地震動の残差（耐専スペクトルでの推定値の何倍となるかの値）である。



(甲A112 「岩盤における設計用地震動評価手法（耐専スペクトル）について」スライド29)

この図によれば、耐専式によって導かれた応答スペクトルは観測記録の平均と概ね一致しているといえるとしても、1つ1つの観測記録は耐専式による応答スペクトルと決して一致しているとはいえない。上の方の図（「各地震」）を見ると、0.2秒から0.5秒の周期で最大で5倍以上の誤差があるものもあり、下の方の図（平均値）を見ると、標準偏差（ σ ）は概ね倍半分程度となっている上、上下動については周期0.1秒以上で地震動を過小評価する傾向があり、ばらつき

も大きい。

さらに、原子力安全基盤機構（JNES）の「平成18年度原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査活断層及び地震動特性に関する調査・解析に係る報告書」（甲A113）では、2006年における国内のプレート間地震動観測記録のうち、マグニチュード5.5以上、震央距離200km程度以内、震源深さ60km程度以浅の8記録を分析した結果、「各スペクトル比は全体としてのばらつきは大きく周期帯によっては0.2～4倍程度となっている。」（同5.41頁）とされた。はぎ取り解析結果による地震基盤（ $V_s=2,210\sim 3,350\text{m/sec}$ ）及び解放基盤（ $V_s=850\sim 1,540\text{m/sec}$ ）における耐専スペクトルの比について平均と平均±標準偏差を示した各グラフによると、いずれについても短周期側では標準偏差で倍半分程度のばらつきがあることが示されている（同5.45～5.48）。なお最終的には平成17年度記録も統合され51記録が元データとなっている。）。結論として、「耐専スペクトルはあくまで平均スペクトルであり、実際の適用にあたっては地震動のばらつきを考慮して設計用標準応答スペクトルを定めていく必要がある」「このばらつきは、地震動を地震規模（マグニチュード）・等価震源距離・地盤の硬さ（ V_p , V_s ）の少ないパラメータで予測すること、すなわちモデルの単純化によって生じたものである。少ないパラメータで地震動を簡便に評価できることは経験式の優れた点であるが、ばらつきが内在することが避けられない」と述べられている（同5.49）。

国内観測記録から、地震の種類、地震規模や震央距離、震源深さを限定し、解放基盤上や地震基盤上の記録と比較しても、耐専式のばらつきは標準偏差2倍程度ある。耐専式は、倍半分程度のばらつきを不可避免的に内在しているということであり、それが、地震動が複雑系であるにもかかわらず適用するパラメータが少ない簡便法の限界である。

(4) 予測の際の誤差はさらに大きい

これらの原子力安全基盤機構の資料及び報告書は、地震後のデータに基づいて各パラメータが設定されていることにも留意しなくてはならない。地震前には、前記松田式のばらつきに関して指摘した震源断層の長さやマグニチュードは勿論、震源深さ、断層傾斜角、アスペリティの位置など等価震源距離に係るパラメータも不確定であるから、予測の際のばらつきの標準偏差は2倍よりもさらに大きくなると考えられる。

(5) 債務者の考慮は不十分

債務者は、本件原発において、内陸地殻内地震の補正係数を乗じなかったことをもって保守的に評価したと主張するようであるが、補正係数を用いないのは、2007年新潟県中越沖地震の震源特性から、断層パラメータの評価の仕方の問題により短周期レベルを1.5倍する必要があることが認識されたことに対応するものであり（審査ガイド3.3.2(4)①②）、甲C115・4頁参照）、これをもって殊更に余裕を確保しているとは出来ない。耐専式を用いる場合でもアスペリティ位置を変えたケースを有意に考慮することも出来るが、債務者はこれさえ行っていないようである。

無論、内陸補正をするよりもしない方が保守的な想定ではあるが、これでは耐専式のばらつきのうち、 2σ はおろか、 1σ も補えない。

(6) 小括

債務者がわずかな「不確かさの考慮」しか行っていないのは、経済合理性のために、基準地震動を出来るだけ低く抑えようという意図の下、耐専式のばらつきに関する研究成果を参照しないことに決めたからだという他ない。耐専式のばらつきは統計的に明らかであるのに、債務者はこれを不当に無視ないし軽視している。

債務者の耐専式に係るばらつきの無視ないし軽視は、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別記2第4条二⑤，審査ガイド3.3.3(1)及びSSG-9の7.1(3)，同(4)(iv)に違反する瑕疵あるものである。

2 耐専式排除の恣意性

債務者は，54km鉛直，69km鉛直及び130km鉛直の3ケースについて，耐専スペクトルの検証データが少ない範囲であること，及び内陸補正をしてもその他の距離減衰式と大きく乖離することの2つを理由に，その適用を排除しているようである。だが債務者の資料上，これらのケースについても北傾斜ケースと同様に耐専式を適用すれば，650ガルはおろかクリフエッジの855ガルをも超える応答スペクトルが導かれることが明らかになっており（甲A98の1・122，124，126），これらのケースで耐専式の適用を排除するのは問題である。

日本では阪神淡路大震災を機に地震観測網が整備されることとなったが，耐専スペクトルは，同震災前である1980年から1991年までに観測された44地震214波形を元に作成されたもので，そのために震源近傍の観測記録がデータベースにないのであり，それ以降に多数収集された震源近傍の観測記録によって耐専式の適用性を検証しこれを否定した見解は見当たらない。むしろ，2009年の意見交換会において，釜江克宏耐震安全性評価特別委員会委員は，2000年鳥取県西部地震（M7.3）での震源断層のほぼ直上にある賀祥ダム（ $X_{eq}=6\text{km}$ ）での地震観測記録につき，「そういうところでもまあまあ使える」という見解を示し，入倉孝次郎委員長もこれに同意していたのであり（甲A115，116），震源近傍の地震動予測についても適用可能と考えられる見解がある（鳥取県西部地震賀祥ダムの観測記録の耐専式との整合性については，甲A112・26頁も参照）。

もともと耐専式は，本件原発の解放基盤表面のような硬い岩盤（本件原発は

$V_s=2600\text{m/s}$) 上の耐震設計のために作成された距離減衰式で、実際の観測記録の平均像と概ね整合することは検証されていたはずである。しかも本件原発について中央構造線断層帯から発生する可能性があるNFRD効果を考慮できる利点があり、だからこそ債務者はこれを基本的な手法として採用していたはずである。

一方で、債務者が耐専式の代わりに検討した9つの距離減衰式においては、NFRD効果は考慮できず、元データの地盤条件も本件原発敷地の解放基盤表面までは対応していない(甲A98の1・110)。鉛直地震動の評価もできないため、水平方向と上下方向で不整合が生じてしまう。また100kmを超えるような国内の長大断層のデータベースがないことは耐専式と変わりがない。債務者が選出した距離減衰式であれば、前記各ケースにおいて耐専式より精度よく最大の地震動を予測できるという根拠は特にない。

債務者が無数にある距離減衰式からなぜ9つの距離減衰式を選定したのか、その理由も定かではない。「日本原子力学会標準 原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準:2015」(甲A86・339頁)では、「原子力発電所施設に対しての適用性が高いと考えられる距離減衰モデル」として、耐専式の他、「安中他の式(1997,R)」「安中他の式(1997,Xeq)」「大野他の式(1999,Xeq)」「Abrahamson&Silviaの式(R,1997)」の5つが掲げられているが、債務者はこれらをいずれも使用していない。

債務者が一部のケースにつき耐専式の適用を排除したのは恣意的と言わざるを得ず、地震動を過小評価するために「その他距離減衰式」を選定した疑いが濃厚である。

3 南傾斜の考慮排除の問題

債務者は南傾斜のケースを断層モデルにおいてはわずかに考慮しているが、応答スペクトルに基づく地震動評価においては、「断層最短距離を用いた距離減衰式で評価することとなるため、地震動は鉛直ケースと同じになる」とし、事実上

考慮していない。

だが敷地前面海域の断層が南傾斜となっている可能性については、岡村眞・高知大学総合研究センター防災部門特任教授によって、「伊方原子力発電所周辺の地質条件から、断層より南側の地盤がやや高くなっていることは明らかで、南傾斜で南側上がりの逆断層成分をもつ横ずれ断層と考えるべきである。伊方原子力発電所は、緑色片岩の上に建設されているが、地下12km位の深いところで作られた緑色片岩が地表面に達している。これ自体、地盤が隆起してきたことを裏付けている。これも、フィリピン海プレートが沈み込みながらユーラシアプレートを圧迫して、地盤を隆起させてきたものと考えられる。」(甲B72・7頁)と指摘されている通り、現実的に考えられる。同様の指摘は石橋克彦神戸大学名誉教授からもなされている(甲B73・192頁)。南傾斜の場合、震源が敷地直下に近づくため、より大きな地震動が敷地を襲う可能性が高い。このときの影響は、耐専式のような等価震源距離(X_{eq})をパラメータとしている距離減衰式であれば考慮できる一方、債務者が採用した断層最短距離(R)をパラメータとする9つの「その他距離減衰式」では考慮できない。

債務者は、断層モデルにおいて南傾斜を考慮しているので問題ないと主張するかもしれないが、後記の通り、断層モデルではあらゆる手段によって地震動が過小評価されるため、地震動の保守的な評価のためには全く役に立たない。応答スペクトルに基づく手法において可能な限り厳しい想定を盛り込める距離減衰式の適用を考慮してはじめて十分に保守的な評価が期待できる。

この点からしても、債務者が多くのケースで耐専式の適用を排除し「その他距離減衰式」を適用したのは恣意的といわざるを得ない。

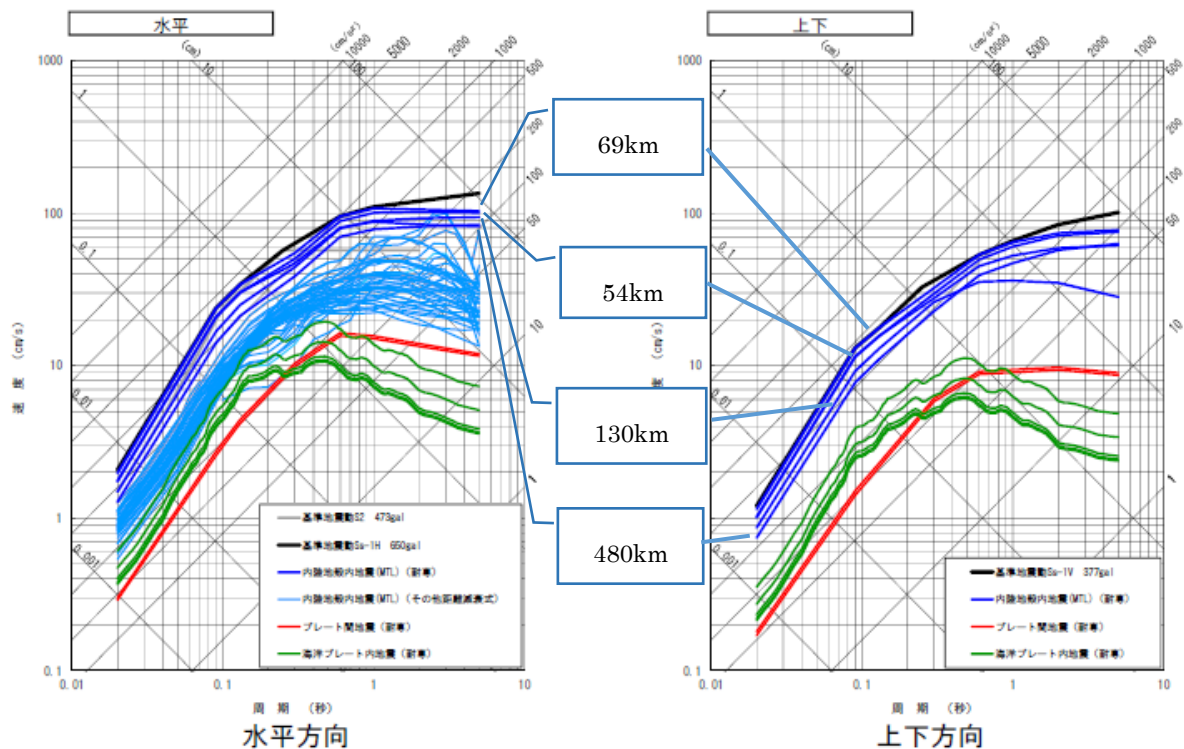
また敷地前面海域の断層が南傾斜の場合、本件原発は逆断層の上盤側となってしまうことも大変重要である。岡村教授も、「逆断層の上盤側は、下盤側に比べて、より大きな加速度、変位量、速度を発生させることが1999年に台湾で起きた

集集地震((注)MW7.7), 2005年のパキスタン北部地震((注)MW7.6)の被害実態から明らかになっており, 伊方原子力発電所においても, 上盤側は, 下盤側に比べてより大きな加速度, 変位量, 速度を想定しなければならない。」(甲B72・8頁)と指摘している。SSG-9(甲A96)5.6でも距離減衰式で上盤効果を考慮すべきことが明記されており, 地震調査研究推進本部は2013年の報告書で, 「平成16年(2004年)新潟県中越地震でも指摘されたように, 逆断層の上盤効果を考慮出来るように震源近傍での距離減衰式を補正すること」(甲A116・210頁)と, 逆断層の上盤効果の考慮の必要性を述べている。

だが債務者はこのような補正をしておらず, その地震動評価には著しい過誤, 欠落があるというべきである。

4 断層が敷地から遠ざかる方向に延びる場合の過小評価

債務者は北傾斜のケースについては, 54km, 69km, 130km, 480kmそれぞれにつき耐専式をあてはめているが, 地震動がもっとも大きく評価されているのは69kmのケースであり, 次いで54km, 130kmとなり, 480kmのケースが地震動は最も小さく評価されている。これは, 耐専式が等価震源距離というパラメータを用いているためであり, 断層が敷地から遠ざかる方向に長くなると等価震源距離が長くなり, 松田式で地震規模が多少大きく評価されてもその効果を打ち消してさらに余りある程, 地震動を小さくさせてしまうからである。



【甲A98の1 平成26年11月7日付け適合性審査資料
「伊方発電所 地震動評価 震源を特定して策定する地震動（中央構造線断層帯地震動評価）と
基準地震動の策定（コメント回答）222頁】

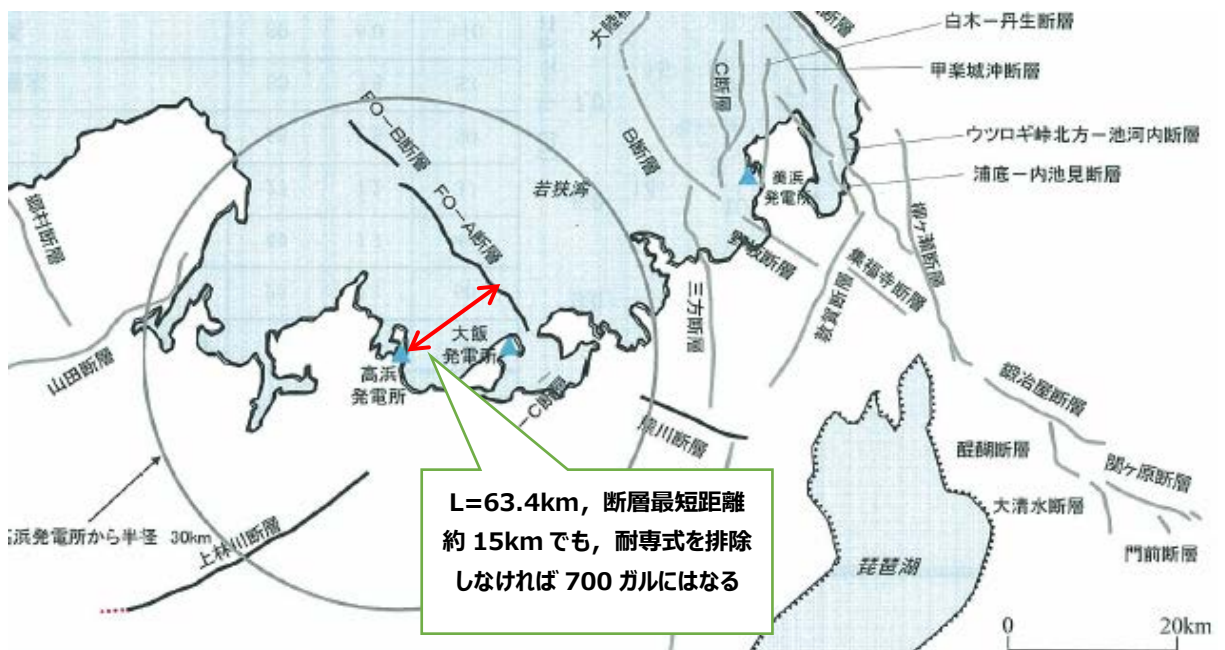
しかし、480kmのケースは130kmのケースを、130kmのケースは69kmのケースを、69kmのケースは54kmのケースを、それぞれ包含しているのであり、断層が短い方が地震規模は小さく評価されているにもかかわらず地震動が大きくなるという地震動予測結果を科学的に正当化することは、不可能である。

これは、耐専式が抱える大きな欠点である。債務者は、耐専式を用いて130kmや480kmのケースを評価するのであれば、この点の問題を解決する方法を提示すべきであり、これを行わないままでは不合理な地震動評価という他ない。

ところで、本件原発につき最終的に基準地震動 Ss-1H（650ガル）を導く上で、もっとも影響を与えたケースは、耐専式を用いた69km北傾斜のケース（M=7.9, Xeq=20.4km）ということになっている。一方、関西電力が

高浜原発につき基準地震動 $S_s - 1$ (700ガル) を導く上で最も影響を与えたのは、FO-A~FO-B~熊川断層 (L=63.4 km, M=7.8, $X_{eq}=18.6$ km) につき、高浜原発に近づくよう傾斜角を変えた傾斜角 75° ケースに耐専式を当てはめたものであった。

債務者において傾斜角を変える等により等価震源距離が短くなるケースを適切に評価していないことや、長大な断層から発生する地震動を適切に評価していないことが、より近くに長くて危険な活断層がある本件原発の基準地震動の方が小さいという、不合理な結果を導く原因となっていることが明らかである。



↑ 関西電力の適合性審査資料から抜粋。

基準地震動にもっとも影響を与えた FO-A~FO-B~熊川断層 (3連動) は、高浜原発敷地から 15 km 程離れており、断層の長さも 60 km 余りであるが、計算の妙で本件原発よりも基準地震動が大きくなっている。

藤原広行氏は、高浜原発が基準地震動を超える確率は 1~2 割と話している (甲 A 1 2) が、敷地前面の中央構造線断層帯が動くケースでは、本件原発で基準地震

動を上回る確率は1～2割を遙かに超えるであろう。

5 その他の距離減衰式のばらつき

債務者は、「応答スペクトルに基づく手法」において、耐専式 (Noda et al. (2002) の方法) 以外にも9つの「その他距離減衰式」を用いているが、距離減衰式は基本的に地震規模と震源からの距離という簡便なパラメータ設定で平均的な応答スペクトルを導くものに過ぎないから、耐専式と同様、標準偏差で倍半分程度の誤差は避けられない。

例えば翠川三郎・大竹雄著「地震動強さの距離減衰式にみられるバラツキに関する基礎的分析」(甲A117・59頁)には、「距離減衰式は簡便に地震動強さを予測できるが、既往の式の標準偏差は常用対数で0.2～3 (自然対数で0.4～0.7) 程度の値をとる場合が多く距離減衰式からの予測値と観測値との間にはかなりの大きさのバラツキがある」と記載されている。「常用対数で0.2～3 (自然対数で0.4～0.7)」は真数に直すと、おおむね1.6から2を意味する。

内山泰生・翠川三郎著「距離減衰式における地震間のばらつきを偶然的・認識論的不確定性に分離する試み」(甲A118・38頁)では、「距離減衰式の標準偏差が自然対数で0.7～0.8」と記載されている。これは真数でおおむね2.0～2.2を意味する。

債務者が、基準地震動の策定に距離減衰式を用いる場合、少なくとも 2σ のばらつきを考慮すべきことを先に述べたが、距離減衰式の一般的なばらつきが標準偏差で2倍程度であるなら、 $2\sigma = 4$ 倍程度のばらつきを考慮しなければならないことになる。

しかも、債務者が採用した「その他距離減衰式」では、耐専式では考慮されたNFRD効果も考慮されていないため、その分過小評価となるおそれがある。

だが、債務者は「その他距離減衰式」について、何らばらつき(不確かさ)を

考慮した形跡がない。これらの不確かさを適切に考慮すれば、少なくとも一部周期帯では基準地震動 Ss-1H を超えると考えられ、これを考慮しない基準地震動の評価にはやはり看過し難い瑕疵がある。

第6 「断層モデルを用いた手法」について

1 「レシピ」の精度は「倍半分」

「断層モデルを用いた手法」では、一般に地震調査研究推進本部が作成した「震源断層を特定した地震の強震動予測手法」（「レシピ」）（甲A119）と言われる多数の関係式にパラメータを当てはめて応答スペクトルを導くことになる。

「レシピ」の適用のためには、「応答スペクトルに基づく手法」である距離減衰式による地震動評価よりも多くのパラメータ設定をしなければならず、距離減衰式等が「簡便法」と呼ばれるのに対して「詳細法」といわれることもある。しかし、この「詳細法」たる「レシピ」には根本的なモデルの設定の問題があり、精度は決して十分でない。

武村雅之氏は、2000年（平成12年）の段階で、「こと強震動予測に関しては、賢明な実務者ならば、最近の煩雑な断層モデルによる評価を行っても、観測記録をもとに経験的に作成した従来の距離減衰式による評価以上に予測精度が向上しないことをすぐに見抜かれるに違いない」「現状での断層モデルによる強震動予測は決して距離減衰式による予測を精度的に上まわるものではなく、実務者から見れば唯々煩雑にしか見えない」「学問の成果が社会で利用されるためには、モデルの信頼性が相当程度保証される必要がある。強震動予測技術はまだその手前の段階」「スケーリング則は言うまでもなく断層面上で応力降下量一定を仮定した結果であるが、将来ある地域で発生する地震の応力降下量が、同じ内陸地殻内地震といえども、異なる地域で発生した過去の地震の平均値に一致していなければならないという必然性はない」「震源パラメータや強震動に関する成果も、あ

くまで過去の現象を整理し解釈したに過ぎず、将来発生する地震がそれらの延長線上にあるという思いこみが無ければ、強震動予測に必要な震源のモデル化はできないのが現状である」等とこれを実用化することについては強い懸念を示していた（甲A120「日本列島における震源断層のスケーリングと近傍での強震動および被害」82頁）。

「レシピ」が推本に採用された後の2008年（平成20年）にも武村氏は、「予測技術のレベルは未だ研究段階にあり、普遍的に社会で活用できる域に達しているとは言い切れない」「内陸地殻内地震に関してはどのように震源域の周辺に歪が集中してゆくのか、その原因は未だによく分からない」「レシピが作られても、内陸地震の震源の理解には不十分な面があり、モデル設定に関し不確定さが残っている」と指摘した上、「活断層の調査結果をもとに強震動予測をストレートに耐震設計に結び付けているのは原子力発電所のみ」と述べている（甲A99）。原発以外で活断層の調査結果に基づく強震動予測が耐震設計に利用されていないのは、その精度や信頼性が十分ではないからである。

最新の推本の「レシピ」でも、冒頭に、「『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」（甲A119・付録3-1）と述べられている。裏を返せば、未だ「レシピ」は「標準的な方法論」として確立されたものではなく、解析者が違えば違う答えが得られるような不完全なものに過ぎないので、随時の修正・改訂が必要だということである。入倉氏（推本の強震動評価部会元部会長）も、平成21年に「地震動予測研究の到達点と次世代型への脱皮」という論文で、「現状ではいまだ開発途上」と述べている（甲A121・2頁）。

瀨瀬一起東京大学地震研究所教授（地震調査研究推進本部地震調査委員会強震動評価部会部会長）は、「『レシピ』は）実際に起きた地震の地震動について、

地震後判明したパラメータを用いても観測記録を完璧には再現出来ず、倍半分程度の誤差が生じるのが通常です。」（甲A70）と述べている。

「レシピ」は推本によって作成され、断層モデルの中ではもっとも信頼度の高い手法とされているものだが、それでも倍半分以上の予測誤差がある。本件で債務者はほとんど「レシピ」にない手法を採用しており、その信用性はさらに低い。

以上の通り、「断層モデルを用いた手法」は、現在も開発途上であり、地震後判明したパラメータを用いても観測記録を再現できず倍半分程度の誤差が生じるのが通常というのであるから、精度よく強震動が予測できると期待できるようなものではない。「断層モデルを用いた手法」の精度は、たとえ詳細な調査や適正な経験式の適用を前提としても、「応答スペクトルに基づく地震動評価」（松田式+距離減衰式による地震動評価）と同じかそれ以下であるから、十分に余裕を持って誤差評価をしなければ、原発の耐震設計に用いることはできない。「断層モデルを用いた手法」が詳細なパラメータ設定を必要とするからといって、この精度や信頼性を過大に評価すべきではない。

しかし「断層モデルを用いた手法」では、元々適用するパラメータの数や経験式、理論式等の選択肢が多く、「応答スペクトルに基づく手法」よりも恣意的な地震動評価が容易であり、しかも長大断層については知見の集積が乏しくスタンダードといえるような手法はほとんどない。債務者はこの状況を悪用している。その結果、債務者が「断層モデル」によって導いた地震動は、「応答スペクトルに基づく手法」によって導かれたものよりも、さらに大きく過小評価されている。

2 選出されたスケーリング則の妥当性

(1) 長大な断層のスケーリング則

現段階で活断層の長さが100kmを超えるような長大な断層の評価については、観測例や研究成果が少ないため「レシピ」にも具体的な記載が少なく、信頼度の低いスケーリング則による断層モデルしか構築できない。

債務者は、断層モデルのスケーリング則に壇・他(2011)(甲A106)を基本的に採用し、これによって480km, 130km, 54kmのそれぞれのケースについて地震モーメント, 平均応力降下量及びアスペリティ応力降下量を算定している。しかし、この手法を本件原発の基準地震動策定の基本的手法として採用するためには、いくつかの問題がある。

まず、壇・他(2011)に従う限り、平均的応力降下量は一律34bar,アスペリティ応力降下量は一律122barとなる(甲A106・2048頁表2)が、これはIrie et al.(2010)において震源断層の幅 W_{max} を15kmと仮定した動学的断層破壊シミュレーションによって導かれた数値に過ぎない。壇・他(2011)で取り上げられた国内9地震の平均断層幅12.0kmとも、本件原発の「480km・90度」の基本ケースの平均断層幅12.2kmとも異なるため、これを本件に直接当てはめるべきではない。大阪府立大学名誉教授の長沢啓行氏の意見書によると、 $W_{max}=12$ kmとするのであれば、平均的応力降下量は43barとしなければ壇・他(2011)のスケーリング則と矛盾することとなる(甲B57・32頁, 甲B66・21頁)。壇・他(2011)において採りあげられた日本国内における横ずれ断層による内陸地震の断層パラメータ(甲A106・2045頁表1)上、平均動的応力降下量は、9地震で平均約51bar, 最大は1930年北伊豆地震の102barである。これを一律34barとすることについては、少なくとも十分な保守性の確保を要する原発の基準地震動評価の上では合理性を有するとは言いがたく、過小評価のおそれ大きい。

また、壇・他(2011)では、震源断層の長さが約80kmを超えると平均すべり量はほぼ300cmで一定という結論を導くことになっている(甲A106・2048頁)。しかし、東京大学地震研究所の瀬戸一起教授が指摘する通り、すべり量は、断層が連動しても変わらないという考え方と、断層の連動が長く

なれば大きくなるという考え方⁸があり、中央構造線地震帯がどちらなのかは分からない(甲B74)。どちらの見解もあり得る以上は、認識論的不確定性の問題としてより大きな地震動評価をもたらす方法を採用すべきである。推本は当麻断層-伊予灘西部断層において、最大の想定として、ずれの量をすべての区間で7mと仮定して各区間においてモーメントを算出している(甲B47・78頁)が、原発の耐震設計においては最低限、この推本の評価を用いるべきである。債務者は経済性を重視して特段の合理的理由なく危険な想定をしていると断ずる他ない。

壇・他(2011)は未だ新しい研究成果であり、十分な学術的検討や検証を経たものではない。この妥当性については、今後の専門家による検証を経て判断されるより他ないが、この論文の執筆者である壇一男他3名は、原子力施設のコンサルタント会社である株式会社大崎総合研究所に所属しており(甲A123)、壇らが依頼者である原子力事業者の便宜のために地震動評価が小さくなるような研究を行った疑いは拭えない。中立公正な第三者によってこの手法の妥当性が十分に確認されない限り、かかる手法を本件原発の耐震設計に用いるべきではない。

債務者は、スケーリング則の違いによる影響評価を行うため、Fujii&Matsu'ura(2000)による評価も行っているが、この手法には壇・他(2011)とほぼ同じ問題があり、地震動の過小評価の問題を解消することになっていない。確かにFujii&Matsu'uraのスケーリング則の一部は「レシピ」で紹介されている手法である(甲A119付録3-10)が、「レシピ」にも記載されている通り、応力降下量3.1Mpa、アスペリティ応力降下量約14.4Mpaというのは、

⁸ 栗山雅之ほか「地震規模予測の考え方の違いが長大活断層で発生する地震の強震動予測結果にもたらす影響の評価-糸魚川-静岡構造線活断層帯北部・中部を震源断層として」(甲A122)ではt-L model とs-L model として強震動予測結果を比較しているように、長大活断層の変位量と地震モーメントについては異なる2つの考え方がある。

W=15kmと設定する等いくつかの条件下で導出された値であり、その適用範囲等については今後十分に検討されなければならない暫定値に過ぎない。当該手法を適用することによる不確実性を十分に見込まなければ、万が一の深刻な事態を考慮しなければならない原発の耐震設計に適用できるものにはならない。

SSG-9に従う限り、まず最大潜在マグニチュードを評価するのが本来の手法である筈が、債務者は断層モデルにおいても、最大マグニチュードを評価しようという姿勢が欠如している。債務者は、130kmと480kmの各ケースにつき、「レシピ」に記載された入倉・三宅(2001)の式を適用していないが、「レシピ」では入倉・三宅(2001)の式によって地震モーメントを推定する場合の上限を、 $M_0=1.0 \times 10^{21}$ (N・m)としている(甲A119・付録3-4)。これを入倉・三宅(2001)の式を使って震源断層の面積に直すと、 4240 km^3 である。ところが、債務者は480kmで壇の手法を用いた際、基本ケースで断層面積を 6124 km^3 としながら、地震モーメントは上限を下回る 5.30×10^{20} と算出している(甲A98の2・8頁)。つまり、壇・他(2011)では、「レシピ」における入倉・三宅(2001)の上限を超える震源断層を当てはめた場合でも、上限の半分程度の地震モーメントしか算出されないのである。「レシピ」よりも大幅に地震モーメントを過小評価していることを、規制委員会は正さなければならなかったが、そのような審査が行われた形跡はない。

例えば、松島信一ほか「内陸地殻内の長大断層で発生する地震に関するスケールリング則」(甲A124・120頁)では、入倉・三宅(2001)の式も長大断層について適用除外とはなっておらず、地震モーメントの上限を与えるものであって、長大断層の地震モーメントを推定することは可能とされている(同旨・甲A125)。無論この見解についても認識論的不確実性の問題は検討されなくてはならないが、長大断層の最大マグニチュードを算出する上では十分参考にな

る見解である。

長大な断層に適用する上で十分に保守的と考えられるスケーリング則を採用しない限り、債務者の基準地震動評価は著しい過小評価となることを避けられない。

(2) 54kmケースでのスケーリング則

債務者は54kmケースについて壇・他(2011)のみならず入倉・三宅(2001)の式(甲A126)を用いて地震モーメントを算出しているが、入倉・三宅(2001)の式については、島崎邦彦・前規制委員会委員により、昨年から再三にわたって地震規模を過小評価するおそれが学会で指摘されている(甲A105の1~3)。入倉・三宅(2001)による過小評価のおそれは、平成18年に中央防災会議でも指摘されている(甲A127)。長大断層については地震モーメントの上限を与えると考えられることが松島・他(2010)により指摘されたが、それより短い54kmの断層については、平均値すら導けないおそれがある。そうであるにもかかわらず、債務者はこの点を考慮しておらず、また、原子力規制委員会はこの重大な問題を看過しており、その瑕疵は著しい。

さらに、債務者は130kmと480kmのケースのみならず、54kmのケースにもFujii&Matsu'uraのスケーリング則を用いて応力降下量を3.1MPaに過小評価している。「レシピ」ではFujii&Matsu'uraによる応力降下量3.1MPaは長大な断層についてのみ暫定的に適用が認められている(甲A119・付録3-10)ものであり、これを54kmケースに適用することは明らかに「レシピ」の誤用である。

3 「断層モデル」のばらつきについて

(1) 総論

「断層モデル」に用いられている各種経験式についても、基本的に地震の平均像を示すことを意図するもので、当然ばらつきがある。

SSG-9 (甲A96) では、地震源シミュレーションを使用してサイトでの地震動を確定させる場合でも、関係式のばらつき、震源モデルシミュレーションのばらつき、サイト固有の条件によるばらつきを考慮すべきことが規定されている (7.1(4)(iv))。これについて、不確実性を二重に数えることは避けるべきとされている (同(5)) が、偶然的な不確実性及び認識論的不確実性の考慮の問題とは別に、ばらつきの考慮が規定されていることに留意しなければならない。

「原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準：2015」(甲A86・362頁) でも、「断層破壊シナリオ作成のレシピで用いられている経験的關係は、あくまで平均的なものであり、現実にはばらつきをもった経験量である。地震ハザード評価にあたっては、それぞれのパラメータのばらつきを考慮する必要がある」とされており、今後発生し得る最大の地震動を想定しなければならない基準地震動の策定においては、「レシピ」の適用においても、その各経験式が有するばらつきが十分考慮されているかどうかの問題となる。

しかし債務者は関係式等のばらつきの考慮は行っておらず、その「不確かさの考慮」でも偶然的な不確実性・認識論的不確実性の捕捉は不十分である。

(2) 震源パラメータに係る経験式が抱えるばらつき

「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」(甲B62) 3.2.3 (2) では、「震源モデルの長さ又は面積、あるいは1回の活動による変位量と地震規模を関連づける経験式を用いて地震規模を設定する場合には、…経験式は平均値としての地震規模を与えるものであることから、経験式が有するばらつきも考慮されている必要がある」と規定されている。

断層モデルを用いた手法では、震源断層の面積から地震規模(地震モーメント)を求める式として、壇・他(2011)、Fujii&Matsu'ura(2000)、入倉・三宅(2001)の式がそれぞれ用いられているが、これらの経験式は平均値とし

ての地震規模を与えるべく提案されたものであって、ばらつきを内包するものであるため、前記ガイドの規定や I A E A の基準に従う限り当然これを考慮しなければならない。しかし債務者ないし原子力規制委員会はこれを考慮していない。

入倉氏らによると、震源断層面積から地震モーメントを求める式のばらつきは 1.6 倍 (標準偏差 $\sigma = \log_{10}1.6$)、アスペリティ総面積と総断層面積との関係式 ($S_a(\text{km})=0.215 \times S(\text{km}^2)$) のばらつきは 1.34 倍 (標準偏差 $\sigma = \log_{10}1.34$) である (甲 A 1 2 8 「強震動予測のための修正レシピとその検証」 5 6 4 頁)。

「断層モデルを用いた手法」はこういったばらつきのある関係式の組み合わせであり、その定量的評価は十分可能であるはずが、債務者はこの評価を怠っている。

強震動の予測手法としてスケーリング則を用いるとしても、十分なばらつきの考慮をしなければ、将来の大地震において本件原発の安全性を確保することはできない。

(3) グリーン関数法のばらつき

「レシピ」では、工学基盤上面までの強震動の計算方法として幾つかの手法が提案されており (甲 A 1 1 9 ・付録 3-2 4)、債務者はこのうち半経験的手法の 1 つである「経験的グリーン関数法」を用いている。

経験的グリーン関数法は、「レシピ」上、「想定する断層の震源域で発生した中小地震の波形を要素波 (グリーン関数) として、想定する断層の破壊過程に応じて足し合わせる方法」とされているが、債務者は、中央構造線断層帯から発生する内陸地殻内地震とはまったく性質が異なる、2001年3月26日に安芸灘で発生した海洋プレート内地震 1 つだけを要素地震として採用しており、「レシピ」に記載されている方法にさえ明らかに反している。海洋プレート内地震は内陸地殻内地震よりも応力降下量が大きくなる性質を有するが、グリー

ン関数法では応力降下量の比によって強震動計算が行われることになるため、海洋プレート内地震を要素地震とすると過小評価のおそれが高い。

債務者は、480kmモデルについて統計的グリーン関数法による応答スペクトルと比較し、経験的グリーン関数法と整合的であると述べているが、少なくとも北東方向の周期0.3秒以上では経験的グリーン関数法が統計的グリーン関数法よりも大幅に地震動を過小評価する結果が示されており（甲A98の1・154頁）、これを「整合的」というのはあるべき慎重さに欠ける。

債務者のグリーン関数法については再検討を行った上、そのばらつきを評価することが行われない限り（グリーン関数法のばらつきについては甲A73「強震動予測レシピに基づく予測結果のバラツキ評価の検討～震源パラメータのバラツキについて～」53頁を参照）、SSG-9が要求する震源モデルシミュレーションのばらつきを考慮したことにはならず、審査ガイド3.3.2（4）②1）が要求する経験的グリーン関数法の要素地震の設定の妥当性にも欠ける。

（4）認識論的・偶然的な不確定性の考慮の不十分さ

債務者は断層モデルにつき、断層の長さやスケーリング則の他、アスペリティ深さ、破壊開始点、応力降下量、断層傾斜角、破壊伝播速度、アスペリティ平面位置といったパラメータを変動させた「不確かさの考慮」を行っているが、なぜそのような「不確かさの考慮」で十分と言えるのか、これによりどの程度の余裕が設けられたのかは、定かではない。

株式会社ニュージェック（原発関係の仕事を請け負う土木系コンサルタント会社）所属の山田雅行氏らは、レシピに基づいた強震動予測のばらつきの研究として、認識論的不確定性と位置づけられる巨視的震源パラメータ（地震モーメントや平均応力降下量など。）やアスペリティの数、アスペリティの面積、破壊形態といったパラメータは除外した上で、アスペリティの位置、アスペリティの強度（アスペリティの地震モーメントなど）、 f_{\max} （高域遮断周波数）、破

壊伝播速度，破壊開始点という一部の偶然的な不確定性に係るパラメータのみを対象とし，森本・富樫断層帯をモデルにして，短周期帯域の統計的グリーン関数法を用いて $V_s = 3,000 \text{ m/s}$ の地震基盤における強震動予測をし，強震動予測結果のばらつき評価を行った（甲A130「強震動予測レシピに基づく予測結果のバラツキ評価の検討～逆断層と横ずれ断層の比較～」，甲A70も参照）。

その結果，PGA（最大地表加速度）の常用対数標準偏差（ばらつき）は，横ずれ断層で全周期平均0.276，最も値が大きい0.5秒と1.0秒の応答スペクトルで0.33～0.36と算出されている。真数に直すと，ばらつきは全周期平均約1.89倍，周期0.5秒と1.0秒では約2.14～2.17倍である。つまり，アスペリティの位置，アスペリティの強度，破壊伝播速度，破壊開始点という，偶然的な不確定性に係る一部の微視的震源パラメータに限定しても，標準偏差レベルで倍半分程度のばらつきがあるということである。アスペリティの数，アスペリティの面積， f_{\max} ，破壊形態といった，除外された偶然的な不確定性にも係るパラメータも考慮するならば，「レシピ」における微視的震源パラメータの偶然的な不確定性に係るばらつきは，標準偏差で2倍を超えることになる。

債務者が行っている「不確かさの考慮」によって導かれる最大加速度は，考慮するパラメータの少なさ，パラメータを変動させる幅の狭さ，ばらつきの重畳考慮の不足等が原因となり，概ね基本ケースの2倍以下となっている。これでは断層モデルを用いた手法に伴う標準偏差（ 1σ ）レベルのばらつきさえ十分に補うことはできない。

また，アスペリティ面積比（アスペリティの大きさ）も地震動評価に大きな影響を与えるパラメータであることが既往の研究によって報告されている（甲A130「強震動予測レシピに基づく予測結果のバラツキ評価の検討～逆断層と横ずれ断層の比較～」108頁，甲A129「強震動予測レシピに基づく予測結果のバラツキ評価

の検討～震源パラメータのバラツキについて～」53頁，甲A131「地震動シミュレーションにより評価した地震動強さのバラツキ」34-5)。規則の解釈別記2第4条5項二⑤では，アスペリティの大きさについても「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すること」と規定されているが，債務者はこれを「予め震源モデルに織り込む不確かさ」としており，適切な考慮を行っているとは言えない。

強震動予測のバラツキの評価については研究が進展しているのであり，債務者は本来，既往の研究成果を活かして，可能な限り根拠を明確にした定量的な「不確かさの考慮」を行うべきであるが，この義務を怠っている。

特に重要性が高いパラメータであるアスペリティ応力降下量につき，入倉孝次郎教授は新聞社のインタビューで，「(恣意的な部分があるとしたら)(断層がずれた時のエネルギーを示す)応力降下量だ。評価に最も影響を与える値で，(四電が不確かさを考慮して)1.5倍にしているがこれに明確な根拠はない」(甲A21)と述べている通り，アスペリティ応力降下量が1.5倍ないし20MPaでなければならない根拠はない。「強震動予測レシピに基づく予測結果のバラツキ評価の検討～逆断層と横ずれ断層の比較～」(甲A130・109頁)によると，横ずれ断層の場合，アスペリティ応力降下量が地表最大加速度(PGA)に与える影響の標準偏差(σ)は常用対数で約0.245となる。これは真数で約1.76である。こういった研究成果を根拠にすれば，応力降下量を1.5倍した程度では， 2σ はおろか 1σ 程度の地震動のばらつきを補うことにもならないことが分かるはずである。しかも近時の地震では，アスペリティ応力降下量が20Mpaを超える例は珍しくない⁹。債務者は「不確かさの考慮」でようやく20～21.6MPaを考慮する状況であるが，実際に敷地前の活

⁹ 2000年鳥取県西部地震(M7.3)では2アスペリティで平均応力降下量は28.0MPaと14.0Mpa(甲A76)，2007年能登半島地震(M6.9)では3アスペリティで20MPa,20MPa,10MPa(甲A77)，新潟県中越地震(M6.8)では3アスペリティで23.7MPa,23,7MPa,19,8MPa(甲A78)と評価されている。

断層が動いた場合はこれを超える可能性が十分にある。

なお、応力降下量を1.5倍するようになった経緯は、新潟県中越沖地震において震源特性により地震動が1.5倍となったことの教訓からである。審査ガイド3.3.2(4)①2)では、「不確かさの考慮」とは別に「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」と規定されており、審査ガイドを素直に解釈する限り、基本ケースとして短周期レベルを1.5倍することが求められている。

(5) 小括

債務者は、「断層モデルを用いた手法」において、壇・他(2011)等の本件への適用性、信頼性、妥当性が不十分な手法を用いており、地震動を過小評価していると断じざるを得ない。

また、債務者は、IAEAの基準を無視して最大の地震規模を求めようとはせず、関係式等のばらつきも無視し、その「不確かさの考慮」も、偶然的不確定性によるばらつきの標準偏差程度しか補えておらず、原子力基本法等が要求する確立された国際基準も踏まえていない。

第7 専門家からの警告

地震学者、地震工学者らは、中央構造線断層帯から発生する地震動について債務者が過小評価していることを、以下のように異口同音に発している。それぞれの立場に応じて言葉のニュアンスは違っているが、多くの専門家が債務者の評価に疑問を抱き警告を発している事実は変わらない。債務者はこれらの警告をもっと真摯に受け止めるべきであり、少なくともそれまでは本件原発の稼働は認められるべきではない。

・石橋克彦・神戸大学名誉教授(甲A135)

「敷地の全面に国内最大級の断層帯（中央構造線）があるにもかかわらず、基準地震動を最大650ガルとしたのは信じ難いほどの過小評価だ」

・岡村眞・高知大学総合研究センター防災部門特任教授（甲B72・9頁）

「少なくとも1000ガル，2000ガル以上も当然ありうるものとして想定しなければなりません」

・都司嘉宣・元東京大学地震研究所准教授（甲B75・24頁）

「現在17カ所ほどある日本の原発の内、『ここだけは地震学者としてやめてくれ』と言いたい場所が3カ所ある…浜岡原発がワーストワンならば，愛媛県の伊方原発はワースト2位であろう。すぐ5km前面の海域を中央構造線が走る伊方原発は，1000年に一度，震度6強から7の揺れと，6～10mの津波の来襲は免れない。しかも，震源にごく近い位置にあるため，短周期振動成分を多く含むハンマーで殴られたような衝撃性の強い揺れの直撃はまぬがれない」

・入倉孝次郎・京都大学名誉教授（甲A21）

「資料を見る限り，570ガルじゃないといけないという根拠はなく，もうちょっと大きくてもいい。」「570ガルはあくまで目安値」

・瀬瀬一起・東京大学地震研究所教授（甲B74）

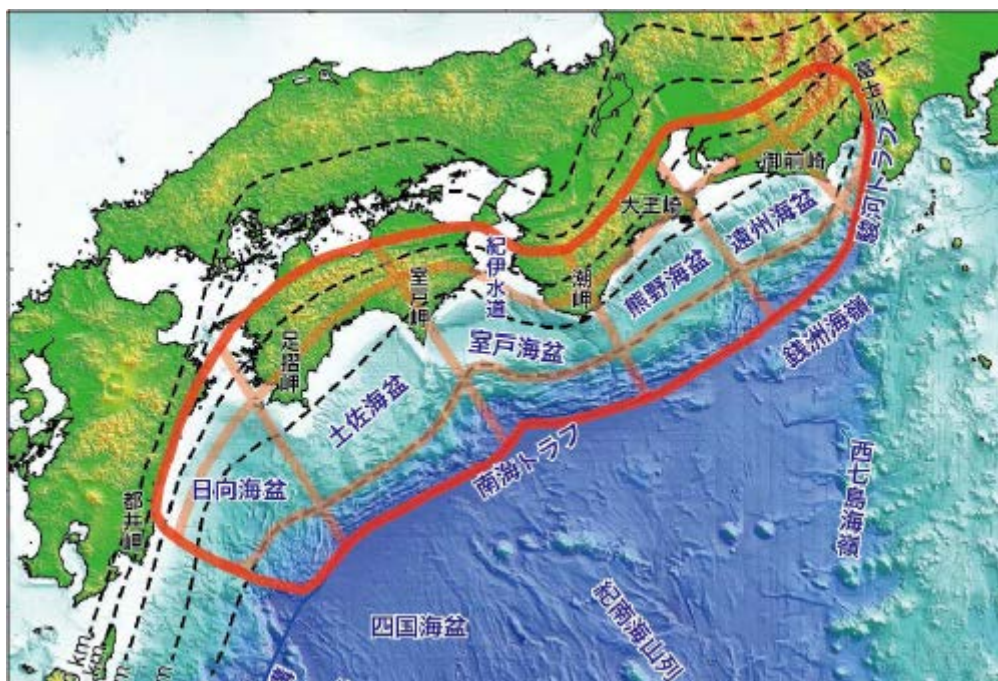
「印象だが，中央構造線断層帯があれだけ近いのに，この程度で済むのかなという気はする。54キロから480キロに延ばして，これだけ（基準地震動が570ガルから最大650ガル）しか変わらないのは違和感がある。（基準地震動が）もう少し大きくなってもいい気はする。」

第8 プレート間地震

1 高確率で予想されている巨大地震

地震調査研究推進本部地震調査委員会（甲A136の1～3）及び内閣府（甲C15）は，平成25年，南海トラフ地震につき，M8～M9クラスが30年以内に

60%～70%という高確率で発生すると発表した。単純計算で、1年間の発生確率は2%以上になる。これは、本件原発がこの先再稼働を果たし稼働し続けるならば、確実に襲来することを前提としなければならないと言える程の高確率である。このうちMw 9.0の最大クラスについては、震源域の北西端が本件原発敷地にまでかかることが想定されている（甲A136の3・40，63頁）。

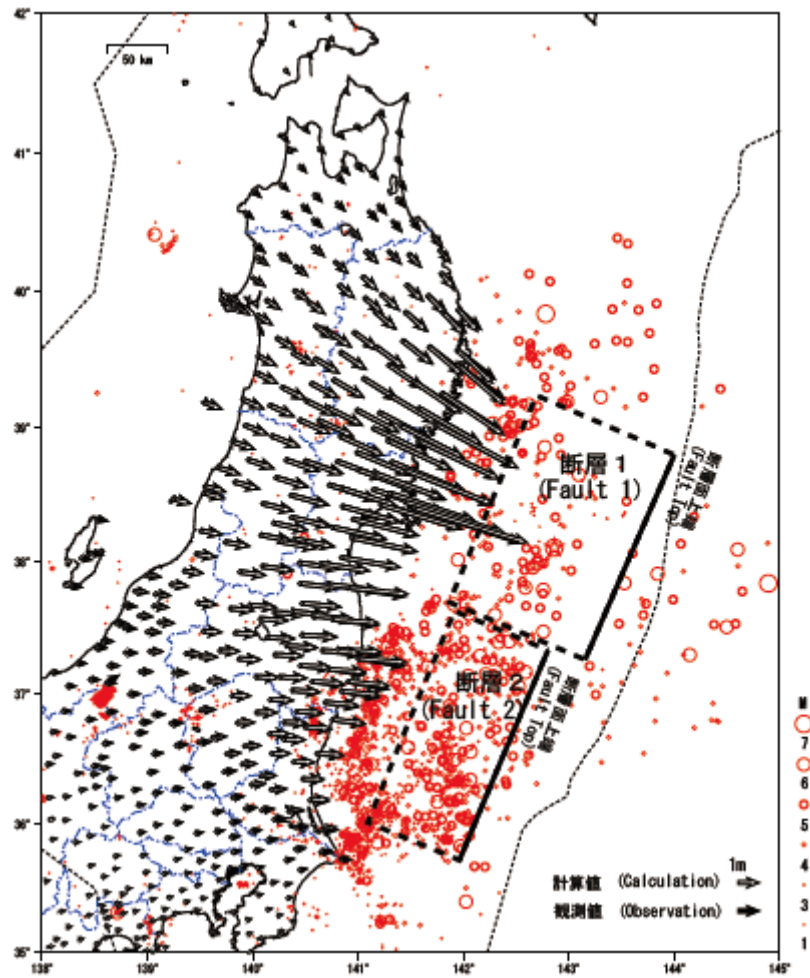


【甲A80の2「南海トラフの地震活動の長期評価（第二版）について」 9頁
赤線は最大クラスの地震の震源域】

過去の事例から見て、南海トラフの地震の発生には多様性がある（甲A136の2・7頁，甲A136の3・37頁，甲A137「南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性について」7頁）。基準地震動の年超過確率を1万年分の1以下にするためには、将来起こりうる南海トラフ地震にばらつきがある中、何百回とこれが発生することを想定しても、基準地震動を超過しないと言えるほどの余裕がなければならぬが、本件原発の基準地震動にそのような余裕があるとは考えられない。

次の図は、国土地理院が、Mw 9.0を記録した東北地方太平洋沖地震の震源

域を「断層1」「断層2」という形で示したものである。



【甲A188 国土地理院作成

「東北地方太平洋沖地震（2011年3月11日）の震源断層モデル」】

東北地方太平洋沖地震の場合は、震源域が海上にあったにもかかわらず、はざとり波は女川原発では636ガル（東西方向）（甲A139「女川原子力発電所における平成23年東北地方太平洋沖地震時等に取得された地震観測記録のはざとり解析結果（概要）」）、福島第一原発では675ガル（東西方向）（甲B4「国会事故調」200頁）となり、それぞれ当時の基準地震動 S_s （女川原発580ガル、福島第一原発600ガル）を超過した。なお、K-NET・KiK-netで記録された最大加速度は、宮城

県内陸部に位置する MYG004(K-NET 築館)観測点の2933ガル(三成分合成値)である(甲A140)。

東北地方太平洋沖地震の例を考えれば、M9クラスの南海トラフ巨大地震が、その震源域にある本件原発を襲うと、基準地震動650ガルを超える事態も十分に考えられる。

そうであるにもかかわらず、債務者はこの最大クラスの地震が発生した場合でも、地震動は最大でも概ね180ガル程度(水平方向)と想定している(甲A97の1・93, 94)。しかも、南海地震が基準地震動を1年間に超過する確率は、100万分の1(10^{-6})程度と見積もっている(甲A97の1・136)。あまりにも常識からかけ離れた楽観的評価である。

瀨瀬教授は、新聞社のインタビューで、「東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)は震源が沖合で、陸上の揺れはそれほど大きくなかった。一方、南海トラフ巨大地震は震源域が一部で陸の下にかかっており、東北地方と同じ規模の地震が起きれば、もっと強く揺れるはずだ」とコメントした。

石橋教授は著書の中で、「伊方も南海トラフ巨大地震の震源域の上にあるといつてよく、ここで原発を運転するのは無謀」「3・11東北沖地震の震源域の外縁の上(プレート境界面の深さは60km以上)にあった福島第一原発が675ガルを記録した(S_s は600ガル)から、最大クラスの南海トラフ巨大地震が起これば、その震源域の北限の真上(プレート境界面の深さは約35km)に位置する伊方原発の地震動が570ガルを大きく越える可能性を否定できない」と述べている(甲B73「南海トラフ巨大地震—歴史・科学・社会」191頁)と述べている。

また石橋教授は新聞社のインタビューでも、「(債務者と規制委員会が)南海トラフ巨大地震の影響を軽視してしまった」「伊方原発は震源域の北西端の直上にあり、影響は甚大」とコメントしている。

規制委員会の活断層の評価を厳しすぎると批判する奥村晃史広島大学大学院教

授ですら、「(南海トラフ地震によって) 650ガルを超える地震が起きる可能性は低いが、リスクがゼロとは言えない」との懸念を表明している(甲A141)。

債務者は、南海トラフ地震についても、こういった地震の専門家の重要な警告を無視している。

2 南海トラフ地震の最大クラスはMw 8.3?

債務者は、内閣府検討会において、東北地方太平洋沖地震の震度分布に適用されている経験式のパラメータMwは8.2~8.3とされ、南海トラフの巨大地震の検討に用いる経験的手法のパラメータMw 8.3と設定されたことから、南海トラフ巨大地震はM9.0であっても地震動評価に用いる地震規模はMw 8.3でよいとしている。しかしこの想定は、原発の基準地震動評価としては明らかに誤りである。

なぜ内閣府検討会が、南海トラフ巨大地震の地震規模と地震動の関係について、東北地方太平洋沖地震と同じ関係が当てはまると考えたのか、その理論的根拠は定かではない。だが内閣府検討会は、基本的には一般防災のために、「東北地方太平洋沖地震と同様な地震が、もし南海トラフで起きた場合」(甲A142「南海トラフ巨大地震モデルと地震科学の限界」162頁)の震度分布等を検討しているに過ぎず、原発のように一たび重大事故が起きれば極めて深刻な被害が広範囲、長期間に及ぶ建造物の耐震安全性を検討している訳ではない。より安全性に配慮する必要のある個別施設については、個別の設計基準等に基づいた地震・津波の推計が改め必要であることは、内閣府検討会も認めている(甲A143「南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について」)。

東北電力の資料でも、「東北地方太平洋沖地震の地震観測記録は、Mw 8.3の距離減衰式とよく一致している。」「M9程度の巨大地震だが、地震動としては、M8前半で頭打ちの可能性が示唆される。」と記載されている(甲A144「女川原子力発電所 基準地震動策定のうちプレート間地震について」15頁)。しかし、この東

北地方太平洋沖地震の強震動記録をもとに、南海トラフM9クラスの地震もそうなるというためには、相応の理論的根拠を示す必要がある。仮に東北地方太平洋沖地震がMw 8.3相当の地震動しか発生させていないというのが事実であるとするならば、それが東北地方の地域性や偶然的な不確定性等によるものでもなく、南海トラフにおけるM9程度の地震にも、必然的に、ないしそれに近い確率で伴う性質のものであることを論証しなければ、債務者の主張の正当性は裏付けられない。だが債務者はそのような論証を行っていない。

M9クラスの巨大地震が発生する可能性が科学的に否定出来ないことから、M9クラスの巨大地震が来るという想定をするのであれば、地震動を導くための関係式でも、少なくともM9.0を前提とするのが、万が一の事態を想定すべき原子力事業者としてのあるべき姿である。Mw 9.0を想定すると言いながら強震動予測の際の経験的手法のパラメータをMw 8.3とするのは明らかに不合理であり、信義則にも悖ると言わねばならない。

3 内閣府の想定は科学的な最大規模ではない

推本や内閣府検討会の最大クラスMw 9.0（強震断層モデル）というのは、確かに従前の既往地震を基にした想定よりは保守的になったものの、南海トラフ地震として科学的に最大規模の地震というわけではなく、原発の耐震安全性を確保する上で十分な想定とは言えない。

名古屋大学大学院環境学研究科の古本宗充教授は、地震予知連絡会会報（2007年8月）において、「東海から琉球にかけての超巨大地震の可能性」と題する論文を発表している（甲A145, 146）。

古本教授は、「少なくとも御前崎から喜界島にかけての、距離1000kmを越える領域を大きく変位させるような、M9クラスの西日本超巨大地震が、平均して約1700年の間隔で発生した可能性がある」と推測する。その場合、震源断層の長さは、内閣府の想定していた「最大クラス」の2倍近くになり、本件原発

は震源域の中央部分北西寄りにすっぽりと入ってしまうことになる。



第2図 想定される超巨大地震の震源域
Fig.2 The source region of the presumed hyper earthquake.

【甲A146 「東海から琉球にかけての超巨大地震の可能性」】

同論文を重視しなければならないのは、2007年時点において、「地震予知連絡会会報」という権威のある学術誌で「日本付近でいえば、ここで取り上げられる西南日本から琉球にかけての地域はもちろん、東北日本弧や千島弧、場合によっては伊豆一小笠原弧ですら対象とすべき」としていた事実である。すなわち、東日本大震災の発生可能性を指摘していたとも受け取れる。

古本教授は、2012年の学会でも、縄文海進（約6000年前）以降に形成された河岸段丘に基づき、西南日本に超巨大地震が存在した可能性が高いこと、通常の巨大地震よりもさらに大きな変異量をもった超巨大地震が1000～2000年間隔で発生しているとみられることを発表している（甲A147「西南日本における超巨大地震の可能性」）。

瀨瀬教授は、この古本氏の説をもって、「南海トラフの巨大地震の震源モデルを、

完璧に科学的な最大モデルとするのは明らかに間違い」と指摘する(甲A148)。

橋本学・京都大学防災研究所教授(南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性に関する調査部会委員・副座長)も、「南海トラフで始まった破壊が、日向灘の構造不均質を乗り越えて琉球海溝へ伝わる可能性は残る」「現在の科学的知見では、内閣府(2011b)のような地震の発生可能性を排除することはできず、さらに琉球海溝まで破壊が及ぶ、より大きい地震の発生可能性すら排除できない」(甲A142・162頁)と指摘している。

この東海～琉球海溝連動による超巨大地震は、「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」(甲A150・4頁)において、最大Mw9.6程度の地震として参照すべき波源とされている南海トラフ～南西諸島海溝(甲A153)よりも若干小さい。規則の解釈別記2第4条5項二③でも、プレート間地震では世界で起きた大規模な地震を踏まえて震源領域の設定を行うべきことが規定され、最大潜在マグニチュードの評価はSSG-9の要請でもある。南海トラフ巨大地震の発生が迫っており、その震源域に含まれる本件原発において、複数の専門家から指摘され科学的に十分考えられるこの超巨大地震による地震動を想定しなくてよい理由はない。

4 セグメントの時間差連動

古村孝志・東京大学大学院情報学環境総合防災情報研究センター教授らの研究発表によると、南海トラフでは、東海、東南海、南海地震の3つの地震セグメントを分けて活動を議論することが多いが、南海トラフ地震の連動発生の影響評価では、3つのセグメントが数分から数十分の時間差で順番にズレ動く時間差連動についても検討が必要である(甲A151「東北地方太平洋沖地震を踏まえた、南海トラフ地震の時間差連動による長周期地震動の再評価」)。

古村教授らによると、特に、名古屋や大阪など、3つの地震セグメントからほぼ等しい距離にある平野では、時間差連動による2・3回の大揺れに加え、強い

揺れの継続時間が2～3倍長くなる危険がある。そして、3つの地震セグメントが数分の時間差で連動して発生した場合には、継続時間が20～30分以上に長くなる。「東海・東南海・南海地震の連動性評価研究プロジェクト②連動性を考慮した強震動・津波予測及び地震・津波被害予測研究（平成20～24年度）成果報告書」（甲A152・58頁以下）にも同旨の記載がある。大連動は、揺れの増幅よりも継続時間の増長に大きな影響を与える（甲A152・67頁）。

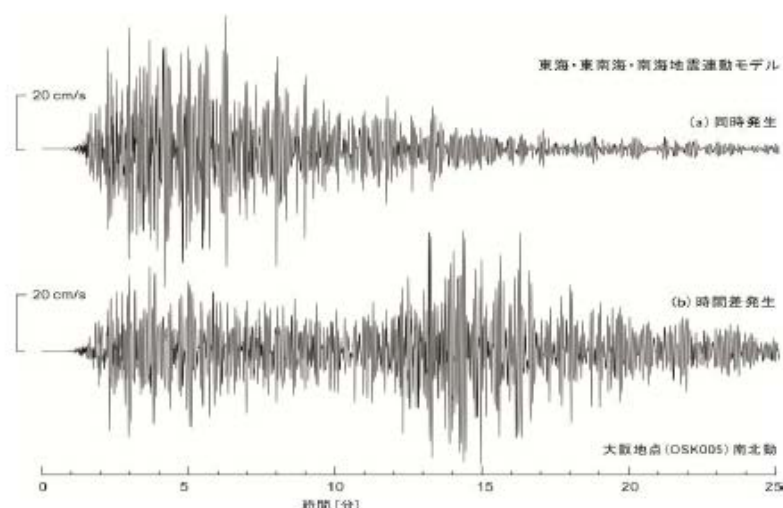


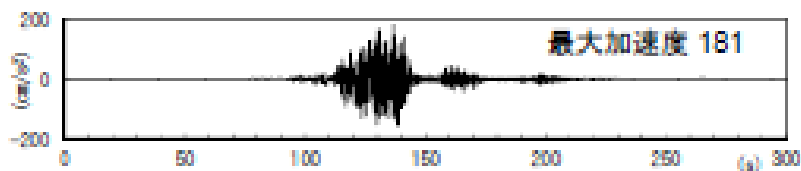
図 52 (a)東海・東南海・南海地震の同時発生と、(b)時間差発生シナリオ2（東南海地震が先行、東海地震が5分後、南海地震が10分後に遅れ破壊した場合）による揺れの継続時間の違い（大阪地点）。

【甲A152・60頁】

下の波形では大阪で20分以上の強震動が想定され、継続時間は約2倍になっている】

同じような想定をした場合、本件原発で強い揺れが30分以上ということはないかもしれないが、セグメントがズレ動く時間差次第では10分以上ということも十分考えられる。さらに前記琉球海溝までの連動を想定するならば、揺れの最大継続時間は30分を大きく越えるであろう。しかし債務者は、揺れの継続時間を109.7秒としか評価していない（甲A97の1・115頁）。南海トラフ地

震に限ってみると、下記加速度が最大と思われるケースの波形を見る限り、債務者は強い揺れの継続時間を僅か1分程度と見ているようである。



【甲A153・平成26年5月23日付け資料1-3・7頁

(陸側+直下 SMGA 追加ケース EW方向)】

古村教授らは、「長時間の揺れは減衰の小さな建物に長時間にわたって共振を起こし、材料疲労の蓄積など大きな影響を与えるものと考えられる。しかしながら、応答スペクトルや震度は最大値により規定され、揺れの継続時間の問題はここから読み取ることができないことに注意が必要である。さらに、時間差連動による継続時間の長大化が平野部の液状化に及ぼす影響も検討が必要であろう。巨大地震の発生とその時間差連動による長時間の地震動継続の問題は、たとえば震動の累積エネルギーなど別の指標を用いて評価する必要がある」(甲A151)と警告を発しているが、債務者がセグメントのずれの時間差により強い揺れの継続時間が長くなるケースを考慮した形跡はない。

原発の基準地震動評価においても揺れの継続時間の評価は重要であり、規則の解釈別記2第4条5項二④i)でも、地震の規模及び震源距離等に基づき地震動の継続時間等を適切に考慮すべきことが定められている。これを過小評価している本件原発は、金属疲労による耐震重要施設の損壊、排気塔や免震棟などの長周期建造物の損壊、敷地の液状化などによって深刻な事態に至る可能性を否定できない。

5 断層モデルの不確かさの考慮の不十分さ 特にSPGAについて

断層モデルに基づく手法については、「各種の不確かさ（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及び解釈の違いによる不確かさ）」を考慮すべきことが、規則の解釈別記2第4条5項二⑤で定められている。ところが債務者は、内閣府検討会による断層モデル（M9.0）にSMGA（強震動生成域）を敷地近傍に配置するケースのみを「不確かさの考慮」としただけで、その他のケースを一切考慮していない。まるで内閣府検討会による断層モデルを考慮すればそれ以外のケースを考慮する必要がないと言わんばかりであるが、同モデルが科学的に最大のケースを考慮したとは言えないことは前記3の通りであり、SMGAの位置を動かしただけで規則が要請する不確かさの考慮を行ったとは言えない。

石橋克彦・神戸大学名誉教授は、推本と内閣府の報告は「いまだ十分とはいえない知見のもとで仮定を重ねた部分も少なからずあり、あくまでも1つの目安ないし試算」「最大クラスの地震でなくてもこの図（推計震度の最大値の分布図）の震度以上に強く揺れる地域が生ずることがあり得る」「強震動・地殻変動・大余震・続発大地震に起因しては、想定と同様か、それ以上の災害も起こりうる」（甲B73・148, 146, 183頁）等と述べ、巨視的な震源断層面の不確かさや分岐断層、計算手法と地下構造モデルの不完全さといった問題を指摘している。少なくとも、SMGAの位置を一部変更しただけでは、十分な不確かさの考慮をし本件原発にもたらす最大の揺れを想定したとは言えないことは明らかである。

また、一辺が数十km程度のSMGAでは、最大加速度に大きな影響を与える時間幅1～2秒程度の強震動パルスを再現するには、サイズが大き過ぎる。

港湾航空技術研究所のチームリーダー、野津厚氏らは、山田氏、入倉教授らとともに、東北地方太平洋沖地震等で実際に観測されている強震動パルスを説明す

るためにはSMGA内部によりコンパクトな領域を考える必要があるとして、SPGA（強震動パルス生成域）という概念を提唱している（甲A154「海溝型巨大地震における強震動パルスの生成とその生成域のスケーリング」、甲A59・64頁「福島第1原子力発電所周辺の強震動とSPGAの関係」、甲A155「強震動パルスの生成に着目した2011年東北地方太平洋沖地震の特性化震源モデル」）。これは従前、「スーパーアスペリティ」と呼ばれていたものと同じものである。野津氏らは、東北地方太平洋沖地震を対象として、一辺が数km程度の9つのSPGAを設定した震源モデルを作成し、強震動シミュレーションを実施した結果、各地で実際に観測された強震動、特に工学上重要性の高い0.2-2Hzの帯域の速度波形（強震動パルス）を精度良く再現できることを示している。この他、1978年宮城県沖地震、1968年十勝沖地震、2005年宮城県沖地震でも、SPGAを用いた震源モデルにより、強震動パルスが精度良く再現できることを確認している。

野津氏によると、東北地方太平洋沖地震では強いSPGAが仙台市から見ても150kmも沖合に配置されていたため、決してworst case scenarioではなかった（甲A156「福島第1原子力発電所周辺の強震動とSPGAの関係について」、甲A157「不況中の幸いであった東方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」）。現代の地震学では強いSPGAの破壊が沖合で生じ陸域の近傍で生じなかった理由を説明できないため、強いSPGAの破壊が陸域の近傍で生じなかったのは不幸中の幸いと言うほかない。原子力発電所のように、一旦事故が起これば国民生活全般を脅かしかねない重要施設の耐震性の検討のために、大規模なプレート境界地震を対象として基準地震動を策定する場合においては、強いSPGAの破壊が対象施設の近傍で生じるような条件を設定することが必要である。

基準地震動の策定の上では最新の科学的知見を踏まえるべきことは、規則にも記載されているところである。南海トラフ地震について、強いSPGAが本件原

発敷地直下ないし近傍にあることを想定しなければ、最大限の地震動を想定して不確かさの考慮を行ったことにはならない。

6 距離減衰式に係る不確定性の考慮の欠如

債務者は、応答スペクトルに基づく手法につき $M_w = 8.3$ と仮定して耐専式を用いているが、 M_w は少なくとも 9.0 として評価しなければならないことは前記2の通りである。

耐専式の前データには $M 7.0$ 以下の地震しか含まれておらず（甲A86・337頁）、基準地震動審査ガイド 3.3.1（1）①1（甲C117）に記載されている通り、 $M_w 9$ クラスのケースに耐専式を当てはめることが出来るのか検証されなければこれを地震動評価に用いるべきではない。

仮に耐専式が使えるとしても、本件敷地の位置は震源域の北西端にある関係で、 X_{eq} が 131 km ないし 126 km と、かなり大きく評価されてしまっており、震源域の中に本件原発が含まれているにもかかわらず地震動が過小評価されているように見受けられる。この点を補うためにも、断層最短距離によって地震動を評価できる距離減衰式も適用すべきであるが、債務者にはそのような慎重さが欠けている。

また、耐専式にはプレート間地震でも標準偏差で倍半分程度のばらつきがあるのは前記第5・1(3)の通りである。 $M_w 9.0$ 以上の巨大地震は世界的にも稀であるが、これらのデータを含めて検討し、この点の不確定性を考慮した上で余裕をもった応答スペクトルにしなければならない。距離減衰式におけるばらつきの考慮はSSG-9の7.1(4)(iv)に、認識論的不確定性の考慮は同5.12にも記載されている。しかし債務者はこの点の検討も怠っている。

これらの結果、応答スペクトルに基づく手法により算出された地震動は著しい過小評価となっている。

7 ハイブリッド合成法における誤差の考慮の欠如

債務者は、断層モデルを用いた手法でハイブリッド合成法を使用しているが、審査ガイド 3.3.3 (2) ②2) では、「伝播特性」「サイト特性」における各種の不確かさの分析を適切に行うことを求めており、ハイブリッド合成法の誤差を考慮しないのは当該審査ガイドに反する。

既往の研究において、「統計的グリーン関数法(全パラメータ)のバラツキは(引用者注：常用対数標準偏差) 0.06~0.15 の範囲で分布しており、平均値は 0.094¹⁰ である」「差分法(引用者注：一般的な理論的手法の1つ)(全パラメータ)のバラツキは、0.10~0.30 の範囲で分布し平均値は 0.189¹¹となっている。これは統計的グリーン関数法のバラツキよりも大きく、平均値が 2 倍程度、バラツキの値がとりうる範囲も 2 倍程度となっている。」(甲A129「強震動予測レシピに基づく予測結果のバラツキ評価の検討」53頁)と述べられている。

M9 クラス地震の観測例は少ないとはいえ、ハイブリッド合成法のばらつきについての定量的評価は不可能ではない。特に理論的手法のばらつきは標準偏差で最大 2 倍程度の可能性が指摘されている以上、無視することは到底許されない。

8 基準地震動以外の影響—余震・誘発地震、誘発噴火

M9 クラスの南海トラフ巨大地震が発生した場合、その影響は様々に波及し、事故対応を著しく困難にすることが想定される。それらにつき、債務者が適切に考慮できているとは思えない。

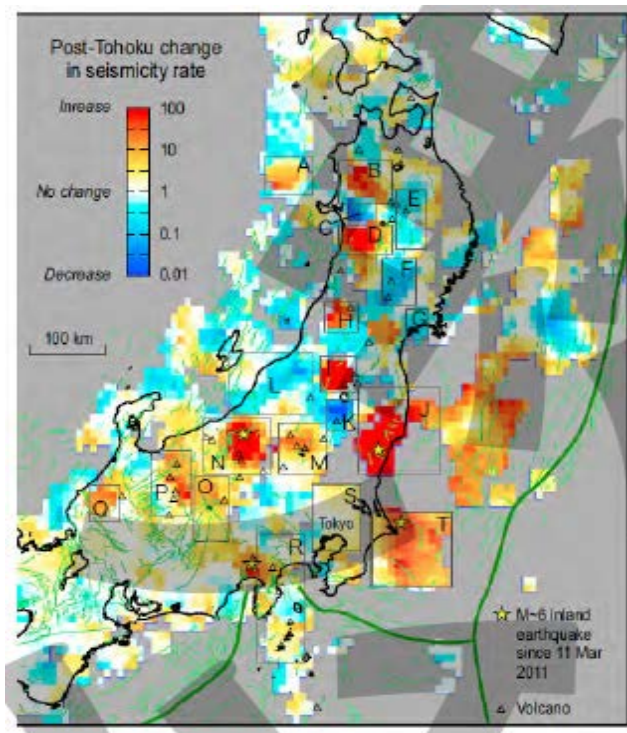
南海トラフ巨大地震が起きた場合、愛媛県でも広島県でも震度 5 から 7 の強い揺れが発生し(甲A158「市町村別最大震度」)、東海地方から九州地方まで 10 m を越えるような津波が襲うと想定されている。死者・行方不明者の数は最大で約 32 万 3000 人、全壊する建物は 238 万 6000 棟と予想されている(甲A159「被害想定と比較」)。東北地方太平洋沖地震をはるかに上回るような、我が

¹⁰ 真数では「約 1.15~1.41 の範囲で分布し平均値は約 1.24」に相当

¹¹ 真数では「約 1.26~2.00 の範囲で分布し平均値は約 1.55」に相当

国の歴史上経験した事がないような甚大な被害が本件原発周辺地域に及ぶことになる。オフサイトがこのような状態となれば、南海トラフ地震を機に本件原発が危機的状态に陥っても周囲からの支援が期待できない。家族の安否を気にして現場を離れる原発作業員が続出することもあり得る。

また、次の地図は、「日本原子力学会標準原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準：2015」（甲A86・295頁）に掲げられた東北地方太平洋沖地震後の誘発地震の発生状況である。強震断層域の近くでもから100km以上離れた地域でも、地震発生確率は100%程度上昇した地域（下記地図の赤い部分）が見られる。本震から数日のうちに、長野・新潟県境付近の地震（2011年3月12日、M6.7）や秋田沖の地震（同日、M6.4）、静岡県東部の地震（同月15日、M6.4）といった大きな誘発地震が発生した（甲A86・36頁）。最大余震はM7.7とされている。



南海トラフ地震においても、M9クラスの本震の後、大規模な余震や誘発地震が頻繁に発生することは必至である。余震の度に事故対応が中断させられれば、

福島原発事故がそうだったように、過酷事故対策が間に合わないままメルtdownを招くこともある。

特に懸念されるのが、本件原発直下での海洋プレート内地震が誘発されることである。1854年には、東海地震、南海地震に引き続き、本件原発敷地近傍の地域において、海洋プレート内地震である豊予海峡地震（M7.4）が発生している。東北地方太平洋沖地震の後も、平成23年4月7日、女川原発から約50km沖合で、M7.1の海洋プレート内地震が発生した。南海トラフ巨大地震後はこれよりもさらに大規模な海洋プレート内地震が本件原発敷地直下で発生してもまったく不思議ではない。石橋克彦教授も、「本震では大事に至らなくても、1854年のような直下の大余震が追い打ちをかけるかもしれない」と述べている（甲C123・192頁）。

さらには、藤井敏嗣東京大学名誉教授によると、M9以上の巨大地震は例外なく火山噴火を誘発すると考えられている（甲A160「噴火誘発」）。本件原発にとって特に憂慮されるのが、九州に連なるカルデラからの巨大噴火である。九州のカルデラで巨大噴火が起きれば、偏西風の影響で、債務者が想定する15cmを優に超える火山灰が本件原発に積もる可能性がある。そうなった場合、極めて短時間で全交流電源が喪失してしまうおそれさえもある。

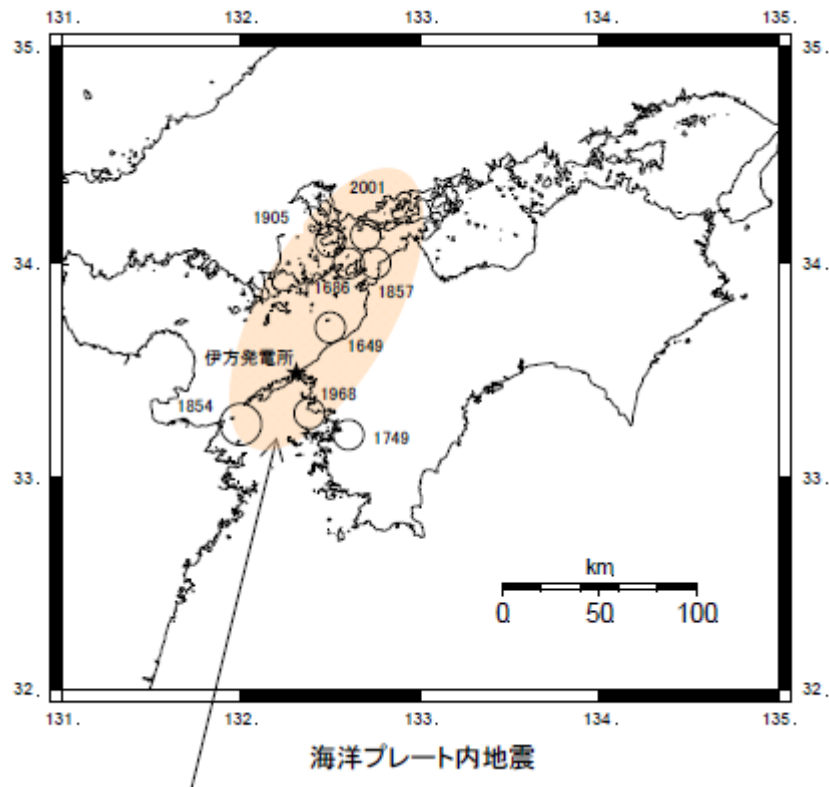
こういったM9クラスの巨大地震が誘発し本件原発を危機的状態に陥れる可能性がある事象は、幾らでも考えられ、とてもすべてを列挙できない程である。しかし近い将来の発生が懸念されるM9の震源域内で原子炉を稼働しようという原子炉設置者であれば、こういった事象は本来、すべて列挙した上で、1つ1つについて慎重な検討と十分な対策が練られているべきである。しかし債務者がそのような検討等を行った様子はない。

第9 海洋プレート内地震

1 海洋プレート内地震も要注意

本件原発が所在する、安芸灘～伊予灘～豊後水道は、M7前後の海洋プレート内地震が、最近400年間で6回という、かなり高い頻度で発生してきた地域でもある。地震調査研究推進本部地震調査委員会が平成16年2月27日に発表した「日向灘および南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価」(甲A161・4, 8, 12, 23頁)によると、安芸灘～伊予灘～豊後水道のどこかで、M6.7～M7.4の規模のプレート内地震が、今後30年以内に40%程度の確率で発生するとされている。これは約12年前に公表された予測であり、その後予測されたような地震は発生していないことから、現在はこれよりさらに確率が上がっているはずである。南海トラフ地震に準じるような高確率である。

さらに注意すべきであるのは、本件原発の敷地近傍では最近400年の間にM7前後の海洋プレート内地震は発生しておらず、本件原発はこの規模の地震に係る地震空白地帯に位置するということである(下図参照)。次の大規模海洋プレート内地震が近い将来、本件原発直下ないしその近傍で起きても何ら不思議ではない。



【甲A162「平成26年3月12日付け適合性審査資料

伊方発電所 地震動評価 海洋プレート内地震（コメント回答）」12頁】

2 最大マグニチュードは8.0と想定すべき

地震調査研究推進本部は、以下のようにスラブ内地震について述べている（甲A92「全国地震動予測地図2014年度版～全国の地震動ハザードを概観して～付録-1」386頁）。

「スラブ内地震については、周期特性がプレート境界地震と異なり短周期成分が多いこと、応力降下量が高いことなどが知られ、プレート境界地震とは別に扱う必要があると考えられる。しかしながら、プレート境界地震に比べると観測事例が少なく、これまでに得られたデータや知見が限られており、その発生様式も十分には明らかにされていない。」

かかる記述からすると、スラブ内地震については認識論的不確実性がプレート間地震よりもさらに大きい上、短周期成分が多いことや、応力降下量が高いことから、原発に甚大な被害をもたらすおそれがあり、地震規模の想定についても十分に余裕をもった慎重な配慮が求められるというべきである。

然るに、前記長期評価のM6.7～M7.4という地震規模は、当該領域における過去400年ほどの歴史記録から導かれたものに過ぎない。年発生確率が1万分の1以下という低頻度の大地震に備えなければならない本件原発の耐震設計としては、M7.4の直下地震の想定では過小評価というべきである。

地震調査研究推進本部作成の「全国地震動予測地図2014年版 付録—1」（甲A86・119, 120頁）によると、安芸灘～伊予灘～豊後水道の領域における、プレート内地震の最大マグニチュードは、長期評価を設定根拠として、「8.0」となっている。推本の長期評価は我が国の地震予測でもっとも権威があるものであることからすれば、これを否定してより小規模な地震を基本ケースとすることは、認められるべきではない。

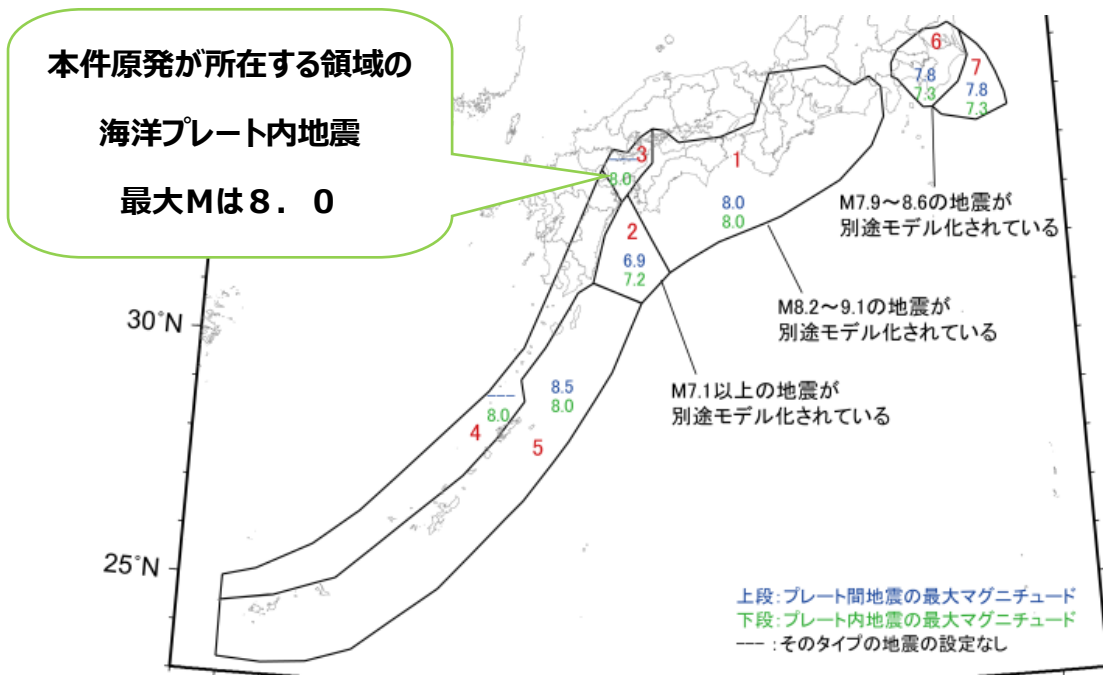


図 5.2.3-6 フィリピン海プレートの震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大マグニチュード

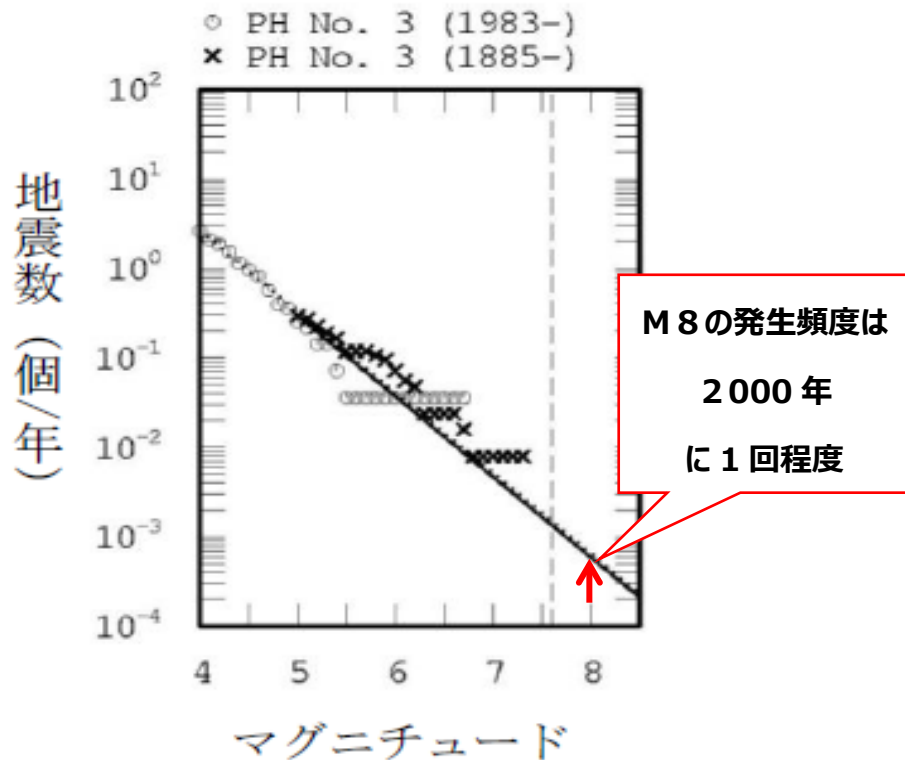
表 5.2.3-1 地域区分ごとの最大マグニチュードとその設定根拠

No.		最大 M	設定根拠
1	プレート間	8.0	長期評価の改訂に伴い変更
	プレート内	8.0	奄美大島近海と同程度の地震が発生し得ると仮定
2	プレート間	6.9	M7.0 以上は別途モデル化（日向灘のプレート間地震）。
	プレート内	7.2	長期評価の記載に基づき設定
3	プレート内	8.0	長期評価（安芸灘～伊予灘～豊後水道）
4	プレート内	8.0	1911.06.15 奄美大島近海
5	プレート間	8.5	1938.6.10 宮古沖
	プレート内	8.0	仮定
6	プレート間	7.8	M8 クラス
	プレート内	7.3	
7	プレート間	7.8	M8 クラス
	プレート内	7.3	長期評価の記載に基づき設定

**M8.0 の設定根拠は
「長期評価」とされている**

注：No. に示す数字は、図 5.2.3-1 に示す地域区分を示す番号

下記ゲーテンベルグ・リヒター（G-R）式のグラフは、推本が、本件原発が所在する領域であるフィリピン海プレート No. 3 における M7.6 以上の地震の規模別発生頻度を求めるために作成したものである。○は過去約 30 年間で、×は過去約 130 年間の地震データであるため、特定の地震数の部分に多くのデータが横並びになっているが、観測期間が長ければ実線上に並んでいくことが想定される。このグラフを読み取ると、同領域における M8.0 以上のプレート内地震は、2000 年に 1 回程度発生すると見られる。2000 年に 1 回程度の地震規模であれば、最大マグニチュードとして当然考慮されなければならない。



さらに、規則の解釈別記2第4条5項二③では、海洋プレート内地震に関しても、国内のみならず海外で起きた大規模な地震を踏まえるべきことが規定されているところ、国内における観測史上最大のプレート内地震（ただし海洋プレート内地震は20世紀以降の記録しかない。）は1994年の北海道東方沖地震（M8.2）であり、1911年奄美大島近海の地震（M8.0）についても海洋プレート内地震とする説が従前からの通説である（これをプレート間地震とする説もあるが決着はついていない）。

IAEAの安全指針たるSSG-9（甲A96）4.12には、”For sites in intraplate settings, the largest observed earthquake may not be a good estimate of m_{max} .”（訳：プレート内領域のサイトにおいて、観測史上最大の地震では、適切な最大マグニチュードの評価とは言えないだろう。）と規定されている。我々の地震観測期間は余りに短いため、低頻度で発生する巨大地震の規模を想定する上でこれに依存してはならないことが規定されている。同指針

において“ m^{\max} ”は“the maximum potential magnitude”（訳：最大潜在マグニチュード）と定義されていることは、このことの表れである。

以上からすると、本件原発の基準地震動策定上、海洋プレート内地震のマグニチュードは、少なくともM8.0を基本ケースとすべきである。

3 債務者の地震規模の評価は疑わしい

債務者は、海洋プレート内地震の地震規模につき、基本震源モデルでは既往最大を考慮してM7.0、不確かさの考慮でM7.2、共役断層を考慮してM7.4と評価している（甲A97の1・87頁）。

長期評価において当該領域の既往最大の地震は1854年の豊予地震（M7.4）とされていたにもかかわらず、債務者が既往最大をM7.0と主張するのは、神田克久ほか「豊後水道近傍で発生した歴史的被害地震の地震規模」（2008）（甲A163）という論文において、点震源による方法及び震度インバージョン解析によって、地震規模がM7.0と推定されたからである。しかしこの論文は、7人の共著者のうち4人までが債務者の従業員である上、残りの3人も原子力事業者と縁が深い研究者であり、内容からしても、論文発表の4年前に出された前記長期評価が本件原発の基準地震動の評価に影響を与えないよう、恣意的に作成されたものであることが強く疑われる。豊予地震がM7.0であるという見解ないしこれを導くための手法についても、一般的な信頼性が高いものとは言い難い。

この地震がM7.4なのかM7.0なのかは、地震学者らによる長期的な検証を経なければ明らかにならないであろうが、原発では万が一を考えて耐震設計を行わなければならない以上、現段階では、前記神田ほか（2008）によって、より保守的な評価をもたらす推本のM8.0ないしM7.4という見解を否定すべきではない。

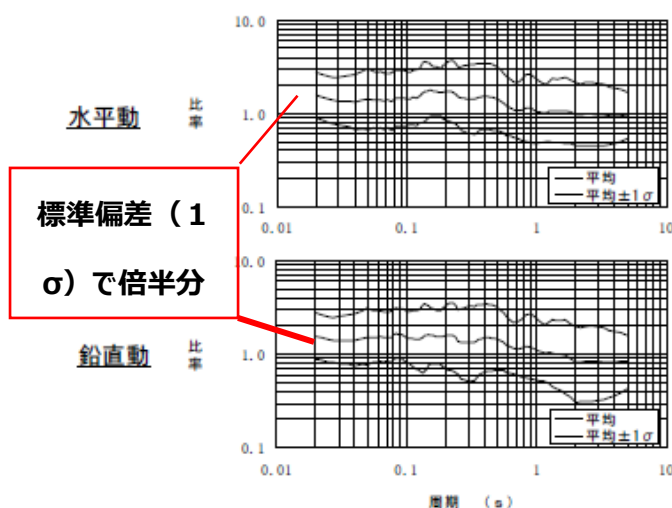
債務者が考慮した東方共益断層の応答スペクトルは申請時応答スペクトル（570ガル）と一部周期帯でほぼ重なっている（甲A97の1・90頁）ことからする

と、基本ケースをM8.0とした場合はもとより、M7.4とした場合でも、債務者が行ったものと同様の不確かさの考慮をすれば、基準地震動650ガルの応答スペクトルを上回る可能性が高いと言える。

4 耐専式のばらつき等の考慮の欠如

債務者は、海洋プレート内地震につき、応答スペクトルに基づく地震動評価として、耐専式（Noda et al.(2002)）を用いているようである（甲A97の1・88頁）。

だがそもそも耐専式はM7.0までの地震を元データとした経験式であり、M7.4ないし8.0といった規模の海洋プレート内地震への適用妥当性は確認されていないと思われる。仮に適用できるとしても、債務者が補正係数に用いた本件原発敷地周辺の10の海洋プレート内地震は、耐専式の適用下限であるM5.5を下回る規模の地震が半数を占めている上、深さの上限である60kmを超える地震も3つあり（甲A86・337, 339頁参照）、補正係数の妥当性も疑われる。さらに、債務者によると、これら補正係数を導くための元データの平均から標準偏差（1σ）で倍半分以上のばらつきが認められる。このばらつきを考慮しなくてもよい理由はない。



60 km 以深が3つ

補正係数の算定に用いたM5.1以上の海洋プレート内地震

番号	震央位置 または地震名	発生日時	M	深さ (km)	震央 距離 (km)
1	周防灘	1979年7月13日	6.0	70	47
2	大分県北部	1983年8月26日	6.6	116	66
3	愛媛県南予	1985年5月13日	6.0	39	61
4	伊予灘	1988年7月29日	5.1	53	28
5	伊予灘	1991年1月4日	5.3	58	6
6	愛媛県南予	1993年8月14日	5.3	47	27
7	伊予灘	1993年8月31日	5.1	62	19
8	2001年芸予地震	2001年3月24日	6.7	46	80
9	安芸灘	2001年3月26日	5.2	46	78
10	豊後水道	2001年4月25日	5.7	39	77

M5.5 未満が半数

【平成27年3月20日付け適合性審査資料（甲A97の1・88頁）】

仮に 2σ 上方にばらつくことを前提に評価するならば、M7.4とした場合の応答スペクトルは、基準地震動 $S_s - 1H$ （650ガル）を上回ると考えられる。

プレート内地震についても、断層モデルにおける関係式等のばらつきの考慮の欠如、認識論的・偶然的な不確定性の考慮不足の問題はあるが、内陸地殻内地震やプレート間地震について述べてきたところとほぼ重なるので、ここでは繰り返さない。

第10 基準地震動の年超過確率

1 日本地震学会での議論

(1) 浜田信生「原発の基準地震動と超過確率」

日本地震学会会員の浜田信生氏は上記の表題にて、2013年9月、「過去10年間に、基準地震動を上回る地震動が4つの地震で観測されたということになる」「それぞれの場所で1万年に1回以下の頻度でしか期待できない希有の地震動が10年間に4回も起きるとはいったいどういうことだろうか」等述べて問題提起を行い、この文書は日本地震学会のニュースレターに掲載された（甲A164）。

浜田氏は、長年気象庁に勤務して地震に携わってきた経歴があり、K-NE TやK i K - n e tでの観測記録も参照しながら、「基準地震動の値が1万年に1回以下の頻度でしか観測されない希な値とは筆者には思えない。実際の超過確率はせいぜい1000年から100年に1回程度でしかないと思われる」と述べた。そして特に、基準地震動の策定に関わった学会員には説明責任があると呼びかけた。

浜田氏はこの文書を作成する直前まで独立行政法人原子力安全基盤機構(2

014年に原子力規制庁に統合)に勤務しており(甲A165),福島原発事故後の原子力規制の内情を知る者でもある。その者が「実際の超過確率」は10倍から100倍以上と言っているのであり,この問題提起の意味は重い。

(2) 泉谷恭男「浜田信生『原発の基準地震動と超過確率』に関連して考えたこと」

信州大学工学部教授の泉谷恭男氏(地震学,地震工学)は,この問いかけを受けて,基準地震動そのものについてより厳しい批判を行った(甲A166)。泉谷氏は,雨量についてはせいぜい100年に1度の頻度の大雨の雨量の予測しか行われておらず(甲A167),1万年に1回の雨量を予測するのは暴挙だと言った専門家の話を引き,これとの対比で1万年に1回の地震動の予測は「乏しい数のデータから分布関数を決定してその端っこの部分を使うという神業的な仕事」で「『科学』とはとても呼ぶことが出来ない」「そういうものを科学的に真か偽か論じることは不毛」と切り捨てた。同じ自然現象である,地震と降雨のそれぞれの予測の背景を次の表(【基準地震動の超過確率の推定と,百年雨量予測手法の対比】)のように対比しまとめてみると,同氏の主張が説得力を持つことが分かる。

【基準地震動の超過確率の推定と、百年雨量予測手法の対比】

推定量	基準地震動の大きさの強震動が観測される出現確率	百年に一度の確率で期待される降水量
基礎となる観測資料	機械式加速度計による観測は1960年代から、精密な電磁式加速度計による観測は1990年代以降、30年弱の歴史しかなく、観測点密度の時間的変化大	50年以上の観測データが多数ヶ所で得られ、長い所では百年以上の期間のデータがある。
観測データの質	機械式、電磁式では加速度波形の品質に大きな差がある。時間的、空間的にも波形の品質の変化が大きい。	雨量杯こたまった水の量を量るものであり、測定原理、観測データの精度は長期間不変である。
学問の発展段階の違い	地震学は、地震の発生場所、発生日時、地震の規模の予測については、いずれも大きな地震が発生した後に緊急地震速報で警告を発する他、余震の発生確率の予想など限られた予測しか出来ない。現象の予測という点ではまだまだ実用面で役に立つ段階には達していない。	気象学は天気予報など実用の段階あり、特に最近の進歩はめざましく、直前に、帯状の降水帯の位置や、50年に一度の豪雨の可能性まで予想されたことは報道された通りであり、実用的な予測が実現している。
確率の推定手法	基準地震動の超過確率は、複雑なロジックツリーに色々な回帰式、経験式が埋め込まれている。ロジックツリーの組み方に任意性が含まれる上、途中で数多くの仮定と誤差要因を含んだ複雑な算出方法になっており、確率の推定誤差が大きく信頼性も評価が困難	百年に一度の雨量は、過去の雨量の頻度分布から単純な統計則と最少の仮定を使った手順で計算される。また用いる頻度の分布関数の種類を変えても結果は大きく変わることはなく推定結果は安定している。

泉谷氏は、「現在の原発審査の手続きでは、科学者が基準を決め、その基準さえ満たしていれば原発は稼働可能ということになっている。事故が起きた場合にはどんなに悲惨な災害が起きるかなどについて考慮されることはない」、基準地震動を決めるというのは「国の政策との関連においてなされる仕事」であり、「自分たちにとって都合の良い予測値になるように恣意的にデータを選んだり分布関数を選んだりするから、解析者（原発推進派か脱原発派か）が違えば予測値が違うのは当たり前」と述べる。泉谷氏は平成20年頃に「総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会」の委員を務めた経験があり（甲A168）、事業者が恣意的に基準地震動を決めてきたことや規制当局がこれを抑止できなかったことを知って、ほとんど公然と批判しているのである。

そして同氏は、基準地震動の決定には、科学者ばかりでなく色々な価値観を持った人が開かれた公共空間で議論を行って「社会的判断」によって行われるべきものであると主張した。

(3) 増田徹「基準地震動と超過確率と安全」

浜田氏及び泉谷氏の問題提起に対し、地質地震関係のコンサルティング業務では最大手の企業として知られている応用地質株式会社の従業員であった増田徹氏（地震学、地震工学）が、2014年1月の日本地震学会のニュースレターにコメントを寄せた（甲A170）。増田氏は、基準地震動の策定にもっとも深く関わった有識者の一人である。

同氏は、基準地震動の策定手順や超過確率の計算方法に誤りはない旨を述べた。しかし一方で、明治以来日本では80回余りの大地震による大きな被害があったことを挙げ、基準地震動を越える強震動が原子力発電所で観測されることはそれほど稀有ではなく、計算結果が間違っていないくともこれを越える事実が観測されるのが「地震発生の自然」と述べている。基準地震動の定義に照らすとこの説明は「基準地震動は、極めてまれではあるが稀有ではなく発生する可能性がある強震動」となる。その上で「改めるべきは基準地震動と超過確率を結びつけた方針そのもの」とも述べている。基準地震動を作った張本人とも言えるような人物が、基準地震動と超過確率を結びつけることを否定したのである。

これらの意味深な言葉を敢えて解釈するならば、「基準地震動を越える地震動の発生は、実際にはまれではないことは分かっていたが、世間向け（あるいは脱原発派向け）に『極めてまれ』ということにしていた。定性的基準でしかないならばある程度誤魔化すことが出来た。しかし『超過確率』という定量的な基準を持ち出すと、欧米の水準に合わせた数字にしなければならず、観測記録によって早々に矛盾が露呈してしまう。だから基準地震動に『超過確率』を

結びつけたことは間違いだった」ということだと思われる。

さらに増田氏は「揺れが基準地震動を超え、あるいは超えていなくとも、施設に損傷が生じる可能性は否定されない」「地震学的知見は、観測記録の解析からは評価地点に影響する地震の発生する時期と場所及び規模を正確に予測することは困難であることを示している」と、責任逃れとも受け取れる記述ではあるが、大飯判決とほぼ同じ趣旨のことを述べていることも特筆すべき点である。

(4) 浜田信生「『原発の基準地震動と超過確率』に寄せられた意見についての感想」

泉谷氏及び増田氏の前記意見に対し、さらに浜田信生氏は、2014年7月、「『原発の基準地震動と超過確率』に寄せられた意見についての感想」という題でコメントを公表している（甲A171）。

浜田氏は、泉谷氏の見解について、基準地震動や超過確率が科学ではなく「議論する価値もない」と断定しているが、実際に基準地震動策定に関わっている関係者の多くは、科学的と信じており、これを「すり替えて一般社会に説明してきた」ことは問題があると述べている。

増田氏の見解については、「禅問答」とした上で、「超過確率と観測事実は両立するというのは、計算上の超過確率と観測事実がもはや関係がないからという意味では正しい。以上の文脈からすれば、『基準地震動を越える強震が観測されることは、希有ではない』というの、真の超過確率は1万年に1回のような低いものではないということを主張していると解される」と皮肉を交えて論評している。その上で、「浜田(2013)も泉谷(2013)も増田(2014)も、その表現は異なるが、基準地震動の超過確率に関する精度や信頼性についての認識には、大差はない」との認識を述べている。つまり、原子力に関わってきた3人の専門家全員が、基準地震動の超過確率の精度は極めて低く、まったく信頼で

きないと認識しているということである。

また増田氏が、基準地震動と超過確率は切り離すべきである旨主張したことに関連して、「基準地震動と計算上の超過確率を結びつけ、それを確率論的安全評価や残余のリスク評価に用いることはもはや不可能」と断言し、現状では安全評価を国際的な指針に合わせることは困難であるとの見通しを示した。

(5) 泉谷泰男「『日本地震学会の改革に向けて：行動計画2012』の社会的意義」

泉谷氏は、2014年5月21日の大飯判決や前記浜田(2013)、泉谷(2013)、増田(2014)、浜田(2014)などの議論を踏まえ、総括的なまとめとして「科学的に曖昧な事柄に関してある基準を定めなければならないという問題は、科学ではありながら科学だけでは解決できないトランスサイエンスの領域(例えば、川勝、2012)に属する問題で、多様な価値観を持つ人たちによって開かれた場での議論を通じて解決されなければならない」「判決内容は社会的判断であって、地震学者として立ち入るべき領域ではない。ただ、判決の翌日の朝日新聞に掲載された東大地震研究所の瀧川一起教授の『地震動予測の精度は判決が述べる程度のもの』というコメントが示しているように、今の地震学における等身大の知見に基づいて社会的判断がなされたという事実、それ自体については、高く評価すべきである」と所感を述べている(甲A172)。

(6) その後の議論状況

その後、浜田信生氏の基準地震動と超過確率に関する問題提起について、学会員からの反応はない。

この現状について、浜田氏は債権者ら代理人に対し、「他の会員、特にこれまで原子力に関わってきた会員から反論がないのは、反論材料が見つからないということの他に、基準地震動の詳細な内容を理解していないので、反論が出来ないということもあるのではと思います。つまり基準地震動とその超

過確率は、そもそも地震学者の間で広く理解され、支持されてきたものではないということです。」（甲A172）と述べている。

なお浜田氏は、平成28年2月10日に新聞社のインタビューに答え、「（基準地震動の年超過確率は）もっともらしい数字で社会を欺いている」とコメントしている（甲A73）。

2 基準地震動は信用できない

以上の議論を以下に改めて整理する。

(1) 超過実績は想定の300倍以上

大飯判決は、10年足らずの間に想定した地震動（基準地震動）を超える地震が4サイト5回にわたり到来した事実を重要な事実として認定した。

なお厳密には、平成23年3月11日には福島第二原子力発電所と東海第二原子力発電所、同年4月7日には女川原子力発電所でも、各1度ずつ一部の周期帯で基準地震動を超えているので、6サイト8回であるが、大飯判決等に合わせて4サイト5回ということにする。

この超過事実には2006年（平成18年）に耐震設計審査指針が改訂される前の事実も含まれているが、基本的には基準地震動の形式は現在まで概ね踏襲されており、超過確率は、それが算出されるようになった当時からほとんどすべての原子炉で、 $10^{-4} \sim 10^{-5}$ /年、場合によっては 10^{-6} /年ということになっていた（甲A164）ため、一括して評価することも十分可能である。また超過確率は炉年単位で表されるため、前記サイト単位での5回の超過回数を原子炉の数に直すと、18回になる。全国の商業用原子炉の数は福島第一原発事故前は50基であった（廃炉のものを除く）。

以上の前提で超過実績値を計算すると、50基の原子炉が約10年間運用されている間に、のべ18基の原子炉で基準地震動を超過したので、

$$50 \text{ (原子炉)} \times 10 \text{ (年)} / 18 \div 27.8 \text{ (炉年)}$$

となる。つまり1つの原子炉当たり、30年弱に1回は超過する計算となり、想定と300倍から3000倍以上も差異が生じていたということである。

1万年から10万年（炉）に1回の想定が正しければ、我が国に原子炉50基が継続的に存在するとしても、基準地震動の超過は人が一生の間に1度お目にかかることさえ相当希な事象となる。仮に超過確率が1000年炉に1回とされていたとしても、20年間で平均1基しか超過しない計算となるから、これでも相当珍しい事象である。それが10年で18回もあるとなれば、偶然ということは考えられない。基準地震動の設定自体が「極めてまれ」ではない、誤ったものであったことは明らかである。

本件原発については、基準地震動は新指針策定後ないし福島原発事故後若干引き上げられたため、今は30年弱に1回ということはないのかもしれないが、基準地震動の策定方法自体は新指針とほとんど変化はなく、基準地震動の絶対値として若干引き上げられただけで、全国の原発の中では相対的に低い水準にとどまる。300倍から3000倍以上という実観測記録との差が、新規制基準後の見直しによって解消されたということはある得ない。浜田氏は100年から1000年に1回程度の超過確率と述べているが、実観測記録を正しく踏まえれば、本件原発の現在の基準地震動年超過確率は100年に1回以上の頻度という評価になっても不思議ではない。

(2) 地震学者の支持を得られていない

基準地震動は、新指針において、地震学及び地震工学的見地から「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る」地震動として定められていなければならないとされており（耐震設計審査指針「3. 基本方針」）、とりわけその「超過確率」については、基準地震動の「極めてまれ」という定義上本質的なものであって、純粋な地震学ないし地震統計学的な見地から見解が示されるべきものである。

この点、前記1の議論を行った浜田氏、泉谷氏及び増田氏は、全員、基準地震動の超過確率は実際には1万年に1回以下ではなく、それ以上の頻度で発生することを認めている。

瀨瀨教授は、債権者ら代理人に対して以下のように述べている（甲A70）。

基準地震動の超過確率を考慮すれば、上記3（注：予め想定できない断層による地震動）の問題は解決するとする議論が行われていると仄聞しています。しかし、想定できない活断層や海溝型震源による地震動の確率を計算できるわけはありませんから、こうした議論は馬鹿げたことだと思います。現在、算出されている超過確率には想定外の地震の影響は含まれていません。

瀨瀨氏が指摘する通り、「想定外の地震」を発生する確率は年超過確率の中に含まれていない。しかし、新潟県中越沖地震や東北地方太平洋沖地震等が発生したことから明らかなように、「想定外の地震」の可能性は確実に存在する。瀨瀨教授が述べる通り、「想定外を想定する」（甲A77）ことを目指さない限り、年超過確率は意味のあるものにならない。

日本原子力学会で揺れの確率の算出などを手がけてきた高田毅士・東京大学大学院教授（耐震工学）は、新聞社のインタビューで、以下のようにコメントしている（甲A73）。

年超過確率の「1万分の1」は「1万年に1回」と説明されがちだが、違う。不正確な説明をするから、現実と合わないと批判される。

…各原発とも超過確率の算出仮定は非公表で判断しにくい。1万年に1回より大きい場合も考えられる。算出法の改良が必要だろう。

平成24年（2012年）5月付の論文集「地震学の今を問う」（甲A78）には、決定論的にも確率論的にも地震の予測は困難という趣旨の論文が幾つも掲載されたとおり、多くの地震学者は、「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る」最大の地震動の大きさも、基準地震動の年超過確率も、一般的に信頼するに足る精度で算出することはできないと考えている。

年超過確率は地震学者から否定され、実際は1万年に1回よりも確率が高いことを指摘されているのであるから、改正原子力基本法上、基準地震動及び年超過確率については根本的な見直しを要するというべきである。

(3) 観測記録が少なすぎる

泉谷氏、増田氏を始め多くの地震学者が異口同音に述べることは、1万年に1回以下という低頻度の地震の規模や地震動の大きさを探る上で、数百年分の地震記録や数十年分の地震動の観測記録では、余りに少な過ぎるということである。

この点、雑誌「科学」2012年6月号（甲B53「地震の予測と対策：『想定』をどのように活かすのか」）に掲載された瀨瀨教授の発言の通り、地震は複雑系の問題で、実験もできない。仮に地震が複雑系ではなく、地震ないし地震動について単純で完全な法則性が明らかだとしたら、比較的短い観測期間で低頻度の現象も予測することが出来るかもしれない。実験が可能な場合も同様であろう。しかし実際はそうではないため、低頻度の現象からコツコツとデータを集積して少しずつ知見を進展させるしか方法がない。結果として学問としての成熟度は低く、予測の精度はなかなか向上しない。

この「観測記録の短さ」の問題について、津波学者の首藤伸夫氏は、以下のように人体にたとえて述べる（甲B59「原発と大津波 警告を葬った人々」42頁）。

地球の歴史をざっと50億年と考えて、人間の50年の人生に比較したとすると、地球にとって30年というのは、人間にとっての10秒ほどにすぎない。地震の観測が詳しくなったここ30年の期間なんてそんなものですよ。10秒の診察では、人間の病気は分からない。

泉谷氏は、「もしも科学的真理に近いと評価できるような1万年に1回以下の基準地震動を得たければ、例えば100万年間くらいの地震観測をしなければならぬ」（甲A166）と述べる。少なくとも30年程度ではあまりに短いことは明白であり、そのことは、地震学者の間でも異論がないものと思われる。

1万年に1回以下の巨大地震を合理的に予測することは現在の地震学では不可能であり、基準地震動ないし基準地震動の超過確率は、まったく信用するに値しない。

(4) 恣意的な操作がされている

泉谷氏は、1万年に1回の地震動の予測は「乏しい数のデータから分布関数を決定してその端っこの部分を使うという神業的な仕事」であり、「これは非常に危ない」と述べる（甲A166）。何が危ないかと言うと、「自分たちにとって都合の良い予測値になるように恣意的にデータを選んだり分布関数を選んだりするから、解析者（原発推進派か脱原発派か）が違えば予測値が違う」ということだと述べる。泉谷氏は「総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会」の委員を務めていたことからすると、実務経験に基づいた言葉であると考えられる。

超過確率は科学的根拠に基づいた合理的な算出が不可能であることが影響し、恣意的な算出が比較的容易である。したがってこれを絶対に利害関係者に行わせてはならず、中立公正な第三者が基準を作成し、算出しなくてはならないものである。

ところが現在も使われている2007年の基準は、原子力産業の利益共同団体である日本原子力学会が、電力会社の社員や大手建設会社の社員等の利害関係者とともに、福島原発事故前に作成したものであり（甲A175・xi, xiiを見ると、「地震PSA分科会」や「地震ハザード評価部会」の委員の多くが電力関係会社やプラントメーカー、大手建設会社の社員等利害関係者で占められている）、電力会社と大手建設会社の利益優先で作られている。そのことは、10年足らずで5回もの超過事実を現に発生させていることからしても明らかである。

しかもこれに当てはめて数字を算出しているのは、当該原子力発電所の事業者たる債務者自身である。初めから高い頻度を算出するはずもない。そして、TIという取り纏め役を誰が務めたのか、専門家ないし科学者集団を選定したとして誰を選んだのかを始め、誰がどのような手順で何を根拠に $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 以下という数字を算出したのか、重要な部分はすべてブラック・ボックスの中であり、透明性は極めて低い。本件原発では、債務者の資料上、距離減衰式のばらつきの打ち切り範囲や、G-R則のb値も不明である。

原子力規制委員会では規則の解釈別記2第4条5項4号②で「参照」扱いとされ、規制委員会でもほとんど踏み込んだ審査はなされていない。データや関数の選出に、電気事業者の恣意が入り込むおそれが非常に大きく、実際に恣意的に算出されていたからこそ、実事象との矛盾が表出しているのである。SSG-9（甲A96）の11.18-20では、複数の専門家から構成されるピアレビュー団によるピアレビューが行われるべきことが規定されているが、日本では基準地震動評価の年超過確率についてまったくIAEAの基準を満たしていない。

平成15年以降、東京電力株式会社は自社に都合のいいように津波の発生頻度を算定し、福島第一原発に想定を上回る高さの津波が到達する頻度は数

千年分の1と見積もっていたことが大事故を招いた。事故後、JNESが事故前の地震学的な情報に基づいて計算をし直したところ、約330年に1回という結果になっている（甲B4「国会事故調」91頁）。事故前の東京電力が行ったことと同じことを債務者が本件原発における基準地震動の年超過確率算定手続においても行っていると疑わざるを得ない。

(5) 最新の知見の反映がない

2007年の原子力学会基準（甲A175）は、2007年3月の能登半島地震、同年7月の中越沖地震、2011年3月の東北地方太平洋沖地震といった数々の「想定外」を生んだ基準であり、最新の観測記録や知見が反映されたものではなく、信頼性は失われている。「震源を特定せず策定する地震動」において参照されている原子力安全基盤機構(2009)及び同(2005)も同様である

日本原子力学会は、これら最新の知見を踏まえて、2007年基準を見直し、その結果は、「原子力発電所に対する地震を起因として確率論的リスク評価に関する実施基準：2015」（甲A86）としてまとめられ、2014年3月19日から同年5月18日まで、公衆審査（パブリックコメント手続）に付されていた。

この点2015年基準（甲A96）は、中越沖地震や駿河湾の地震の反映として、サイト周辺の深部地下構造のモデル作成や浅部地下構造モデルの作成が求められている（56頁以下）。

また、震源断層の位置、長さ、傾斜等の全体像が事前に把握されていない伏在断層の特性に留意することを義務づけている（43頁）。

本件原発にとって明確に影響があるのは、2015年基準では東北地方太平洋沖地震等巨大地震からの知見の反映について記載されていることである。特に誘発地震の発生頻度や発生確率について、不確実さ要因としてロジックツリ

一の分岐と重みで扱う（甲A86・294頁）とされており、この点の反映は必須である。

さらには、距離減衰式の打ち切り範囲について、例として標準偏差の5倍までという記載がされたのも変わった点であろう（甲A29・86頁）。債務者が適合性審査に提出した資料上、ばらつきの打ち切り範囲は明記されていないようだが、標準偏差の3倍までしか考慮していないと思われる。

これら最新の知見を取り入れることは重要かつ十分に可能であるから、これを取り入れていないことは瑕疵と言うべきである。

3 超過確率の国際水準について

(1) 国際基準について

基準地震動の実際の年超過確率がどの程度なのかは、人格権侵害の具体的危険性の有無を判断する上で重要な点であるが、福島第一原発事故後、原子力基本法2条に確立された国際的な基準を踏まえて安全の確保を行うことが基本方針と定められた以上、民事訴訟においても、国際基準に適合していると言えるかどうかを十分に考慮に入れなければならない。

2003年に国際原子力機構（IAEA）が発行した「原子力発電所の耐震設計と認定」と題する安全指針（NS-G-1.6）では、設計基準の地震規模として、発生頻度が 10^{-3} ～ 10^{-4} （平均）、 10^{-4} ～ 10^{-5} （メジアン）と設定する考え方が示されている（甲A176、177）。

2011年の福島原発事故をきっかけに、欧州原子力規制者グループ（ENSREG）の主導および助言によってヨーロッパで実施された「ストレス・テスト」の報告書でも、ほとんどの国々が「10,000年に1回」以下を選んでいる。

以上からすれば、基準地震動の年超過確率は、 10^{-4} 以下でなければ、原

子力基本法が求める国際的な基準を踏まえているとは言えない。

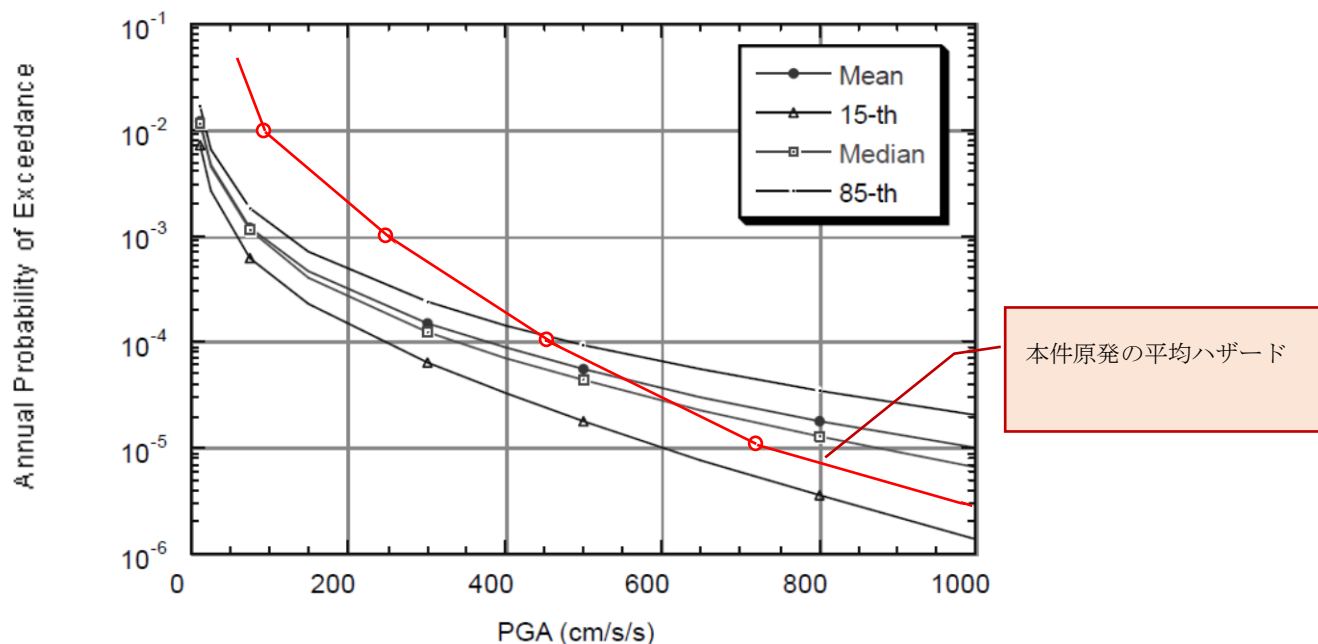
しかし、日本のこれまでの超過実績は、前記2(1)の通り、30年弱に1回であった。これ程頻繁に設計基準地震動を超過している国はほかにない。5回の超過事実のうち2005年宮城県沖地震と2007年能登半島地震がそれぞれ原子力発電所にもたらした地震動は、現在の本件原発の基準地震動（ S_s 1H650ガル）からすれば低いものだったことを踏まえても、本件原発の基準地震動の年超過確率は、100年に1回程度か、最大限債務者に有利に見積もってもせいぜい1000年に1回以下と言うべきである。

国際的な基準に合致していないことは明白であり、かかる観点からも差し止めが認められるべきである。

(2) 低頻度の想定が甘い

次のグラフは、佐藤暁意見書分冊Ⅱ（甲A64の2・40頁）に引用されているアメリカ・テネシー州のワッツバー原子力発電所の一様ハザードスペクトル（地震ハザード）に、本件原発の平均ハザード曲線（水平方向）を青線で重ねて描いたものである。縦軸は年超過確率を示し、横軸は最大加速度を示している。

WATTS BAR
Composite GM model and Rates
Bollinger Maps, Mo=5



ここから分かることは、本件原発のハザード曲線は、 10^{-1} から 10^{-2} というレベルではワッツバーのハザード曲線とそれなりに離れているものの、超過確率が低い方に行けば行く程近接し、 10^{-4} ではワッツバーの85パーセンタイル¹²値を示す曲線を越え、 10^{-5} では平均 (Mean) やメジアン (最頻値) をも突破してしまう。つまり、本件原発について債務者は、1万年に1回から10万年に1回の低頻度で発生する地震動は、ワッツバーとほぼ同じかそれ未満の大きさでしかないと評価しているということである。

ここで気を付けなければならないのは、ワッツバーと本件原発とでは、過去の記録上、立地地域において大地震が発生するリスクが顕著に異なるということである。

¹² パーセンタイルとは、計算値の分布 (ばらつき) を小さい数字から大きい数字に並べ変え、パーセント表示することによって、小さい数字から大きな数字に並べ変えた計算値においてどこに位置するのかを測定する単位。

例えば、計算値として100個ある場合、5パーセンタイルであれば小さい数字から数えて5番目に位置し、50パーセンタイルであれば小さい数字から数えて50番目に位置し、95パーセンタ

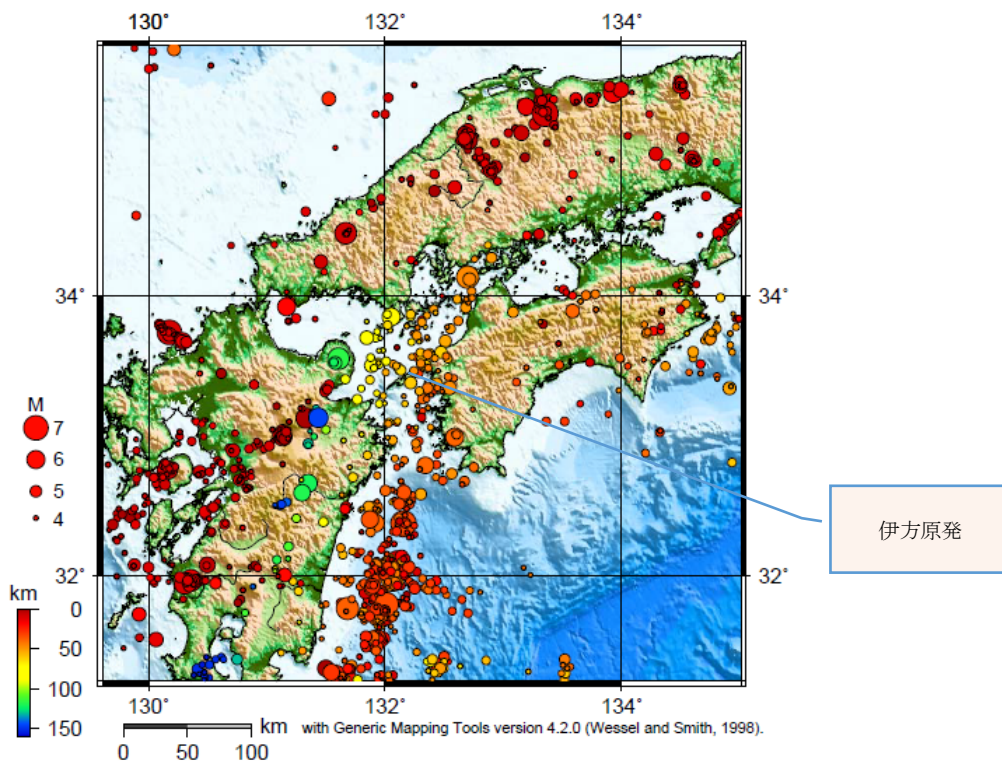
次の図は、本件原発の周辺地域と、ワッツバーの周辺地域につき、日本の気象庁とUSGS（米国地質研究所）の各ホームページ¹³における地震カタログに基づいて、概ね最近45年間の周辺の地震活動をプロットしたものである。震源の色は深さ（赤は浅く、黄、緑、青は深い）、点の大きさはマグニチュードの違いを示す。

これを見ると、マグニチュード4以上の地震が起こる頻度は、本件原発周辺とワッツバー原発周辺を比較すると2桁程度は異なることが分かる。

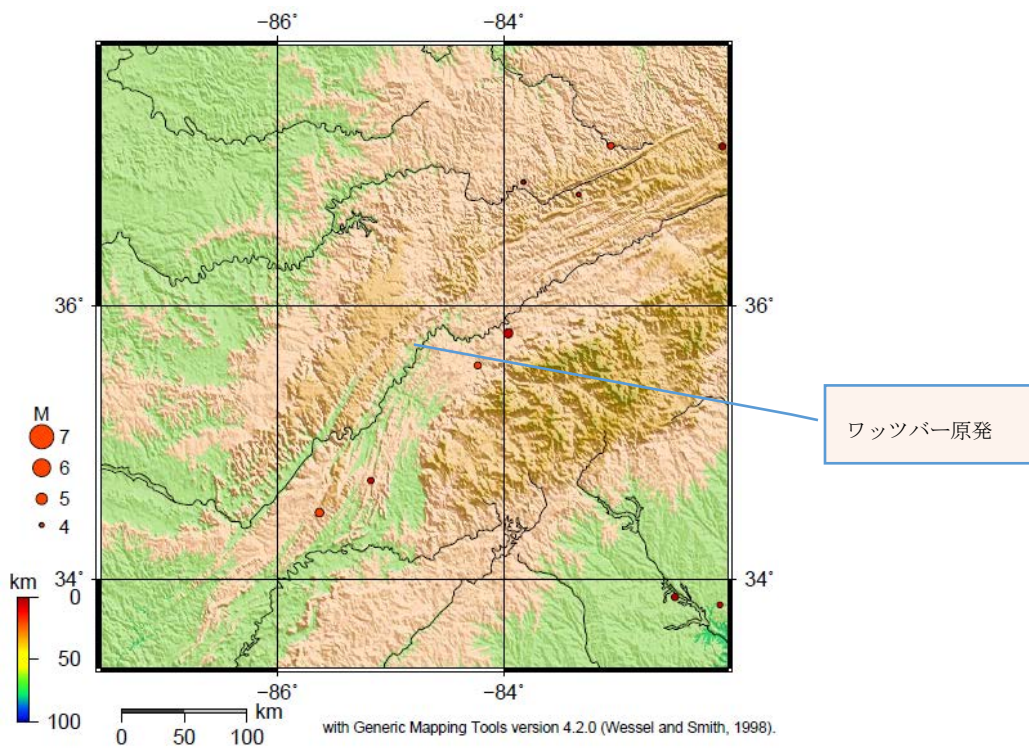
イルであれば小さい方から数えて95番目に位置する。

¹³ USGS : <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>

気象庁 : <http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/bulletin/hypo.html>



【↑ 気象庁ホームページ 震源カタログより作成】



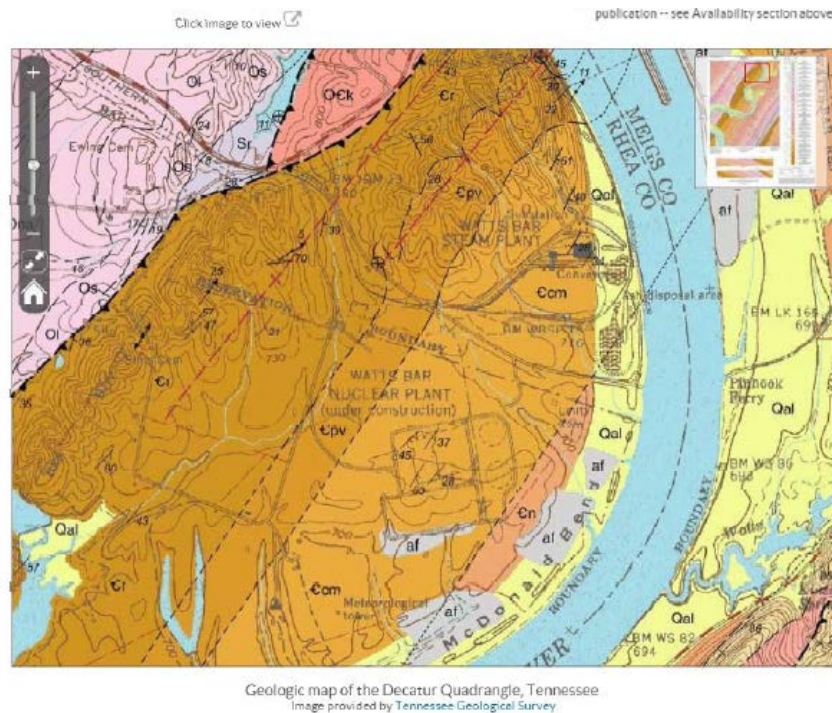
【↑ USGSホームページ Search Earthquake Archives より作成】

アメリカ合衆国の過去の地震のリストを見ると、テネシー州において過去数百年の間に発生したそれなりの大きさの地震として確認できるのは、1973年のノックスビル地震（M4.6）**だけ**である（甲A178）。ちなみにワッツバーとノックスビルとは100km程度離れており、同地震がワッツバーの立地地域に揺れをもたらしたとしても、震度1か2程度であったと思われる。テネシー州では、M3.5未満の地震でもそれなりに大きなニュースになる（甲A179）。

一般的に、北アメリカ大陸中東部は古くからある安定した硬い地盤で、地質構造は比較的単純であり、地殻変動が激しい日本の地盤に比べれば、地震動を増幅させる特性は少ない。同じ規模の地震であれば、サイトにもたらされる揺れは日本よりも小さくなるのが通常と考えられる。

次の図は、ワッツバー原発周辺のテネシー州地質調査所¹⁴のものである。ワッツバー原発は、古生代のカンブリア紀（約5億年前）の硬い頁岩の分布する地域に立地しており、周辺に活断層もほとんど認められない。

¹⁴ <https://www.tn.gov/environment/topic/geo-maps-and-publications>



以上の通り、ワッツバーは、アメリカ東部の原子力発電所の中ではもっとも地震のリスクが高いと思われるが、それでも本件原発とは、地震のリスクは比較にならない程低い。そうであるにもかかわらず、本件原発において、1年に 10^{-4} から 10^{-5} という頻度（低頻度ではあるが原発の設計基準地震動策定の上では極めて重要な頻度）で発生する地震動がワッツバーとほぼ同じかそれ以下というのは、明らかに不合理である。

この事実は、泉谷氏が言う「乏しい数のデータから分布関数を決定してその端っこの部分を使うという神業的な仕事」(甲A166)を行う上で、債務者がいかに恣意を働かせたかを物語っており、債務者が主張する基準地震動の超過確率はまったく信用するに値しない。

また米国の原子力発電所の地震ハザードは、NRC（米国原子力規制委員会）、DOE（米国エネルギー省）、EPRI（米国電力研究所）による共作として、膨大な地質調査や人工衛星を使って得たデータに基づく約3000頁におよぶ報告

書, NUREG-2115 “Central and Eastern United States Seismic Source Characterization for Nuclear Facilities” (甲A180) に基づいて震源特性を評価し作成されている。手法の精緻さからしても日本の事業者の水準は米国の水準に遠く及ばない。

4 債務者の超過確率算定手法の具体的問題

債務者が本件原発の基準地震動年超過確率を算出するために作成したロジック・ツリーは、基本的に、債務者が基準地震動策定の際に行った不確かさの考慮に、発生確率と距離減衰式等のばらつきの考慮を加えたものに過ぎない。低頻度の現象の確率を計算するための真摯さに著しく欠ける。地震を巡る自然の摂理とは、地震学者が思いつく程単純な物理法則だけで支配されておらず(甲A78・91頁掲載 宮澤理稔「地震学のコンセンサス」), 地震学者が予想していなかった事象が次々と観測されるこの日本では、専門家が可能な限り「科学的想像力」(津波審査ガイド 3.2(2)) を働かせなければ実際の超過確率に近いものを導くことはできないはずである。しかし債務者のロジックツリーの組み方はシンプルで重み付け(W)も単純であり、「想定外に備える」(甲A77・額額一起氏) ことを考えて真摯に専門家を活用したとは考え難い。

高田毅氏も指摘した通り(甲A73), 債務者の年超過確率の算定経過はブラック・ボックスになっている部分が多いが、分かる範囲で主な問題を幾つか指摘する。

(1) 地震規模(マグニチュード)の不確定性の無視

債務者は、内陸地殻内地震の特定震源モデルにおいて、各断層の断層長に松田式を当てはめて地震規模(マグニチュード)を算出し、このばらつきを一切考慮していない。

南海地震の考えられる最大ケースは、内閣府検討会が掲げたモデルが起こりうる最大のケースではないことは前記第8・3の通りである。ところが債務者

は、地震動評価としてはM8.3に過ぎない内閣府検討会の最大ケースのほか、M8～8.6までしか考慮してない。

さらに債務者は領域震源モデルにおいて、「震源を特定せず策定する地震動」に当たる内陸地殻内地震と海洋プレート内地震を同一のロジックツリーで検討しているようだが、これを同じロジックツリーとするのは検討の方法として粗雑に過ぎる。そして最大マグニチュードについては、「地震調査研究推進本部（2013）に基づく」ものに1/2の重み付けをした他、「既往最大に基づく」ものにも1/2の重み付けをしている。「地震調査研究推進本部（2013）に基づく」という方は内容が不明であるため批判はできないが、「既往最大に基づく」方は神田ほか（2008）に基づいてM7.0としていると思われる。これが最大マグニチュードになり得ないことは前記第9の通りである。

SSG-9においては、まずいかなる手法においても最大潜在マグニチュードの評価をしなければならず、しかもこれについての不確定性の表示も要求されている（4.12）。ところが債務者はそもそも最大潜在マグニチュードを評価していない上、この不確定性を超過確率算定手続きにおいてすら考慮していないのは、明らかに国際的な基準に反するというべきである。

(2) 断層モデルのばらつき、不確かさの無視

債務者はロジックツリーに断層モデルを取り入れているが、その評価はスクーリング則に壇・他（2011）（甲A106）のみを採用している。基準地震動策定の際には、Fujii&Matsu'ura や入倉・三宅なども採用していたはずだが、超過確率算定の際にはこれらを排除している。壇・他（2011）では地震動を過小評価してしまうおそれがあることは前記第6・2(1)の通りであるが、そのような可能性を考慮する慎重さは欠落している。

断層モデルでは、アスペリティ深さを2ケース、破壊開始点を3ケース、短周期レベルのばらつきを5ケース設定しているようだが、考慮するパターンが

不足している。規則解釈別記 2 第 4 条 5 項二⑤では基準地震動策定過程に伴う各種の不確かさとして、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、アスペリティの大きさ、応力降下量等の不確かさ、並びにそれらに係る考え方及び解釈の違いによる不確かさを考慮するよう規定されているが、債務者は超過確率の算定においても参照されるべきこの規定を無視している。

(3) 距離減衰式のばらつきの過小評価

債務者は距離減衰式のばらつきとして、「0.5」に $W=1/2$ 、「0.4」と「0.6」にそれぞれ $W=1/4$ の重み付けをしている。この「0.4」ないし「0.6」には何も単位が付されていないが、想像するに、自然対数標準偏差であろう。

前記第 5・1(2)の通り、耐専式のばらつきは、自然対数標準偏差で、元データとは 0.53、異なるサイトとは約 0.7 ある。また Zhao et al.のばらつきは自然対数標準偏差で 0.723 である（甲 A 1 8 1 「準備書面(12)(2016 年 3 月 9 日付け)への反論」9 頁）。債務者のばらつきの想定は何を根拠にしているのか不明だが、自然対数標準偏差の平均 0.5 というのは過小評価であろう。

(4) 地震発生確率の問題

債務者は、中央構造線断層帯による地震の発生確率につき、130 km 連動ケースと 480 km 連動ケースにおいて、最新活動時期を一律 16 世紀として断層の活動間隔は 1000 年から 2900 年としている。

全国地震動予測地図 2014 年版付録-1（甲 A 9 2・2 2 6 頁）では、地表の証拠からは活動の痕跡が認めにくい地震の発生確率が記載されているが、債務者はこれを無視している。

第11 まとめ

本件原発は、国内でも有数の活断層である中央構造線断層帯の近傍に位置する上、南海トラフ巨大地震の震源域にも当たり、しかも海洋プレート内地震のリスクも高いことをこれまで縷々述べてきた。ここまで地震のリスクがある原発であれば、立地不適とするのが、立地審査の本来の姿であろう。

ところが債務者は、本件原発の再稼働をあきらめないどころか、審査ガイドを無視し、国際基準を無視し、専門家や推本の見解も無視し、種々の手法を駆使して地震動を著しく過小評価した。その結果、全国の原発の中でも最低クラスである650ガルという驚くべき評価で適合性審査を通過した。担当者は素晴らしい業績をあげたと社内で賞賛されたかもしれないが、周辺住民の安全性は軽んじられてしまった。規制委員会は何の正当な理由もなく立地審査を停止し、地震動の議論は専門性が高いため事業者に太刀打ち出来ず、未だに事業者の「虜」のままである。

日本はいつどこでどのような地震が発生するのか分からない国である。だからこそ原子炉設置者は、地震について根拠のある予測や想定に対しては常に謙虚でなければならない。地震考古学者の寒川旭氏は、16世紀の豊後地震と状況が似ていることから、平成28年熊本地震から波及して近い将来中央構造線沿いのどこで地震がおきてもおかしくないと話す（甲A182 2016年4月18日付け福島民友）。本件原発を稼働したその日に大地震が発生する可能性もある。債務者にはそのような想像力と謙虚さが著しく欠けている。

日本の原子炉が地震について何度も「想定外」を経験しながら、福島第一原発1号機以外で地震動のために重大事故を発生させたと言える原子炉がないことは、むしろ幸運というべきであろう。今度こそ本当に認識を改めなければ、本件原発で第二の原発震災が起きてしまう可能性は、決して低くはない。

御庁には本件原発の再稼働を差し止める裁判を望む。

以上