

令和4年(ヨ)第15号 原子力発電所運転差止仮処分命令申立事件

債権者 田内雄司 外1名

債務者 関西電力株式会社

主張書面(10)

(地震反論について)

令和5年6月19日

福井地方裁判所民事部 御中

債務者代理人 弁護士 小原正敏



弁護士 田中宏



弁護士 西出智幸



弁護士 神原浩



弁護士 原井大介



弁護士 森拓也



弁護士 辰 田

淳



弁護士 坂 井 俊

介



弁護士 井 上 大

成



弁護士 谷 健 太 郎

代



弁護士 金 井

亨



弁護士 持 田 陽

一



弁護士 中 室 祐

代



目 次

第1 本書面の構成	4
第2 経験式の信頼性及びばらつき等に関する反論について	4
1 活断層の長さについて	4
2 松田式の信頼性について	5
(1) 債権者らの主張	5
(2) 債務者の反論	6
3 経験式のばらつきについて	8
(1) ばらつき条項について	8
(2) 債権者らの主張する「ばらつき」と「不確かさ」について	9
第3 基準地震動に対数標準偏差分の余裕を持たせるべきとの主張について	13
1 債権者らの主張	13
2 債権者らの挙げる論文や文献は根拠にならないこと	13
(1) 決定論的評価手法と確率論的評価手法	14
(2) 債権者らの挙げる論文や文献について	16
第4 本件発電所の基準地震動は不確かさを適切に考慮していることについて	19
第5 主給水ポンプ破損に関する主張等について	20
(1) 主給水ポンプ破損に関する主張について	20
(2) 求釈明について	24

第1 本書面の構成

本書面は、債権者らの令和5年1月27日付準備書面8（以下、「債権者ら準備書面8」といい、他の書面の略称もこの例による）「第2」並びに債権者ら準備書面11「第1」における「2 主給水ポンプ破損時の危険」及び「4 求釈明」、並びに「第2」における地震に関する債権者らの主張に対して、必要な範囲で反論するものである。

第2 経験式の信頼性及びばらつき等に関する反論について

1 活断層の長さについて

債権者らは、地表地震断層の長さは「過去の地震の際の震源断層が地上に変位を起こした痕跡の長さであるが、地表地震断層の長さが地下の震源断層の長さと一致するとは限らない。多くの場合は、地下の震源断層の長さの方が長いとされるが、その長さは分からぬのである」と述べ、地表地震断層を調査しても震源断層の長さは過小評価となるかのように主張する（債権者ら準備書面11、10頁）。

しかしながら、既に述べたとおり、1回の地震では、地中の震源断層と同じ長さの地表地震断層が出現するとは限らないが、震源断層は繰り返し地震を起こすことで、長い年月の間に地表に現れた地盤のずれやたわみが蓄積して、地表に明瞭な地表地震断層が生じるとされており、このため、震源断層における地震の繰り返しによって地表に明瞭に現れた、地盤のずれやたわみの蓄積による「地表地震断層」の位置や長さを調査することで、「震源断層」を把握することができると考えられている。債務者は、このような複数回の地震による地表地震断層を調査して、震源として考慮する活断層を評価しているのであり、1回の地震で出現した地表地震断層をもとに評価しているのではない。そして、高浜発電所1～4号機（以下、「本件発電所」という）敷地周辺の特性を踏まえると、地表地震断層を調査することで震源断層を把握することができる地域といえる

ところ（乙 87、9 頁、23 頁、乙 89、30 頁）、債務者は、本件発電所の敷地周辺について、陸域及び海域を問わず全域を網羅的に調査して活断層を把握し、また、活断層の端部の評価にあたっては、長さを短く見積もることのないよう、詳細な調査により活断層の活動の痕跡の無いことが明確に確認できる箇所を特定し、そこまで活断層を延長することで、活断層の長さを保守的に評価している。（債務者主張書面（1）31～59 頁、同（3）7～9 頁）

また、震源として考慮する活断層が近接して分布する場合は、それらが同時に活動する（連動する）可能性を検討するため、両断層の活動状況等の異同や、両断層間に分布する地層に断層運動の影響による変位や変形があるかなどの地層の性状を入念に確認することにより、両断層を結ぶような構造の有無を確認している。例えば、FO-A～FO-B 断層と熊川断層については、両断層が連続していることを示す地質構造は確認されていないこと等から、債務者は、両断層は連動しないものと評価したものの、原子力規制委員会における議論も踏まえ、十分に保守的な評価を行う観点から、FO-A～FO-B 断層と熊川断層は連動するものとして評価している。（債務者主張書面（1）50～57 頁、同（3）23 頁）

このように、債務者は、本件発電所敷地周辺の特性を踏まえ、詳細な調査を行い、その結果をもとに震源断層の長さが過小評価とならないように保守的に評価しているのであって、債務者が震源断層の長さを過小に評価しているかのように述べる債権者らの主張は失当である。

2 松田式の信頼性について

（1）債権者らの主張

債権者らは、「松田式はいかなる資料を用いて、いかなる手法で導き出された数式かが不明であり、・・・松田教授の感覚に基づいて導き出されたものであり、数理的な根拠を有しない」「活断層の長さが地表面に表れた断層なのか

地下の断層の長さなのかも不明である」などとして、地震動評価に際して「数理的根拠もない上に、地表断層の長さか震源断層の長さかという基本的な数式の要素（L）さえも確定できない松田式を用いることに正当性は見出しがたい」と主張して、松田式の信頼性について論難する（債権者ら準備書面11、14～18頁）。

（2）債務者の反論

この点、これまでの債権者らの主張を振り返ると、債権者らは、当初、「松田式も入倉・三宅式も科学的に間違いです」（債権者ら準備書面1、2頁）などと述べ、松田式や入倉・三宅式等の経験式が科学的に不合理なものであるかのように主張していた。ところが、その後、債権者らは、手のひらを返すように「債権者らの意図するところが十分に裁判所に伝わらず、債権者らがあたかも松田式や入倉・三宅式そのものが自然科学的に誤りであると主張しているかのように伝わってしまった」（債権者ら準備書面7、3頁）、「債権者らも、入倉氏（あるいは武村氏、あるいは松田氏）の知見そのものを誤りだと論じるものではない」（債権者ら準備書面8、5頁）などと述べ、松田式や入倉・三宅式等の科学的合理性を一転して認めた。それにもかかわらず、債権者らは、今回、またもや主張を変遷させて、上記のように松田式に科学的合理性がないかのように主張するに至っている。このように債権者らの主張は二転三転しており、明らかに一貫性を欠いている。

この点は措くとして、松田式の信頼性について改めて述べると、債務者主張書面（3）12～16頁でも述べたとおり、松田式は、「断層変位および地震発生は地殻にたくわえられた歪エネルギーの急激な解放である。その歪エネルギーの大小はその歪領域の大小による。そして歪領域の大小は断層のディメンジョンの大小に反映している」（乙34、270頁）との理論的背景を踏まえ、日本の内陸で過去に生じた地震のデータの分布を確認し、断層長さと地震規

模との間の相互関係に着目して導かれた経験式であり、科学的、専門技術的知見を背景とした理論的根拠を有している。

この松田式は、地震のマグニチュードと対応する地殻の歪領域の大きさに関する当時の研究のうち、弾性論と地殻の歪限界に基づく推定式や、余震域の大きさからの推定式等を比較し、同じ断層長さで比較した場合に松田式によって推定されるマグニチュードが大きい傾向にあるものの、他の式とも概ね整合することを確認することによって、断層長さをもって地震の歪領域の大きさとみなせることの妥当性が検証されている（乙 34、272 頁、Fig. 2.）。

さらに、松田式について、武村（1998）¹により、地震モーメント (M_0) を用いた地殻内地震のスケーリング則²との整合性も確認され（乙 142、217～219 頁、224 頁）、地震の物理的な性質からの検証も行われており、実際に発生した地震のマグニチュードと震源断層の長さとの関係をよく示しているとされている。

また、松田式の元データとなった 14 地震について、それぞれのマグニチュード (M) を最新の知見に基づき見直すと、これら 14 地震のデータは松田式に良く整合している（債務者主張書面（3）14～16 頁）。このことは、松田式が実際に発生した地震のマグニチュードと震源断層の長さとの関係をよく示しているという武村（1998）の上記見解にも符合し、断層長さ (L) と地震の規模 (M) との関係式としての信頼性が改めて確認されたことを意味する。

そして、松田式は、現在も実務で広く用いられており、文部科学省の地震調査研究推進本部が策定し、原子力規制委員会の「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」（以下、「地震ガイド」という）で最新の研究成果と

¹ 武村雅之「日本列島における地殻内地震のスケーリング則—地震断層の影響および地震被害との関連—」地震、第2輯第51巻、211～228頁

² スケーリング則とは、地震という断層面の両側の岩盤が急激にずれ動く現象（断層運動）について、地震の物理的な性質の考察を踏まえた、断層長さ (L)、震源断層面積 (S)、地震規模 (M、 M_0) 等の震源断層に関する各種のパラメータ間の相互の関係をいう。

して示されている「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（『レシピ』）」においても、地震の規模を求めるための関係式として引用されていることは既に述べたとおりである（債務者主張書面（1）92頁、同（3）13～16頁）。

上記に関して、債権者らが令和4年5月2日に申し立てた美浜発電所3号機運転差止仮処分命令申立事件（令和4年（ヨ）第335号）に関する大阪地裁令和5年3月22日決定（乙238）は、「松田式・・・は、・・・レシピにおいて地震規模・・・を求める関係式として示され、実際の地震における震源パラメータの相関関係と整合することが他の専門家の研究において確認されているほか、松田式については、気象庁が平成15年のマグニチュード算出方法の改訂に伴い再評価した元データ（14個の地震データ）と照らし合わせると元データとより整合することが債務者において確認され・・・ていることが認められる。これらによれば、松田式・・・は、強震動予測の際に使用することのできる経験式として一般的な信頼性を有するものであるといえる」と判示しており（乙238、38頁）、松田式に信頼性があることが示されているといえる。

このように、松田式は、科学的、専門技術的知見を背景とした理論的根拠を有する経験式であり、地震規模（M）と震源断層の長さ（L）との関係をよく示しているとの評価を得ており、実務で広く用いられるなど、活断層と地震の規模との関係式として信頼性を有するものであるから、債権者らの主張は失当である。

3 経験式のばらつきについて

（1）ばらつき条項について

債権者らは、本件発電所の基準地震動に関し、大阪地裁令和2年12月4日判決（判例時報2504号5頁。以下、「大阪地裁判決」という）を挙げるなどし、地震ガイドの文言を根拠に、基準地震動の策定にあたっては、「不確かさ」

の考慮とは別に「ばらつき」の考慮として地震規模を上乗せすべきであるかのように主張する（債権者ら準備書面 11、18～27 頁）。

しかしながら、債務者主張書面（5）8～35 頁でも述べたとおり、「不確かさ」の考慮とは別に、「ばらつき」の考慮として、算出された地震規模に上乗せして大きく設定するべきという債権者らの主張は、科学的・専門技術的知見や原子力規制委員会の見解を踏まえると不合理であり、地震ガイド³がそのような手法の採用を求めるものとは解し得ない。そして、債務者が、入倉・三宅式等の経験式の有する「ばらつき」を前提としつつ、経験式に当てはめるパラメータを保守的に設定した上で「不確かさ」を考慮して本件発電所の基準地震動を保守的に策定していることは、既に述べたとおりであり（債務者主張書面（1）87～136 頁、同（3）19～28 頁、同（5）34～35 頁等）、本件発電所の基準地震動が過小評価であるという債権者らの批判は当を得ない。

（2）債権者らの主張する「ばらつき」と「不確かさ」について

債権者らは、「不確かさの問題とバラツキの問題とは明らかに異なるものである」と述べた上で、「活断層の長さが 20 キロメートルにとどまるか、30 キロメートルまで伸びているかは不確かさの問題である」一方、経験式の 1 つである松田式において「活断層の長さが 20 キロメートルに対応する地震規模がマグニチュード 7 だとしても、実際の地震規模がマグニチュード 6.7 から 7.3 までありうるというのがバラツキの問題である」と主張する（債権者ら準備書面 11、21～22 頁）。

債権者らの上記主張は、地震動評価にあたって経験式を用いて活断層の長さから地震規模を設定する際の、経験式に入力する断層長さと実際の断層長

³ 本書面作成時点における最新版の地震ガイドは令和4年6月8日改正版（乙80）である一方、債権者ら準備書面 11（19～21 頁）にて引用されている地震ガイドの条文は、令和4年6月8日の改正前のものである。令和4年6月8日に行われた地震ガイド改訂の趣旨及び内容は、債務者主張書面（5）（27～33 頁）で述べたとおり。

さとの違いを「不確かさ」といい、経験式に入力した断層長さから導かれる地震規模の値と真値（予測値として最も適した値）⁴との差を「ばらつき」というものと解される。そして、そのような経験式の「不確かさ」と「ばらつき」に係る債権者らの理解を前提に、債権者らは、「基準地震動がその活断層から合理的に推定できる最強の地震動を基礎に設定されるべきものであるならば、不確かさの考慮をした後に、更に、バラツキの問題をも考慮して基準地震動を定めることにこそ合理性や科学性が認められる」（債権者ら主張書面11、23頁）などと主張していると解される。

しかしながら、このような「不確かさ」と「ばらつき」に関する債権者らの理解は、地震学等の科学的、専門技術的知見による理解と明らかに異なるものであり、失当である。

債務者主張書面（5）8頁以下で述べたとおり、地震学や地震工学等の科学的、専門技術的知見による理解では、地震という自然現象を対象とする経験式のもととなったデータセットに含まれる個々の観測データはばらついているところ、経験式に対するこれらデータの「ばらつき」は、こうした自然現象を対象とするものであるがゆえの各種の「不確かさ」によってもたらされるといえる（乙166、5頁）。このような経験式の特性を踏まえると、将来の地震動を想定するにあたって、ある値を経験式に代入して何らかの別の値を予測する場合、当該経験式から得られる値は、「不確かさ」により、真値（予測値として最も適した値）と乖離する可能性があることになる。言い換えれば、経験式から算出される値からの偏差は、観測値としてみると「ばらつき」であり、他方、基準地震動の策定過程において経験式を用いてパラメータ設定をする際に検討すべきものと考えれば「不確かさ」である（乙146、1～2頁、乙147、3～4頁、乙166、5～10頁、）。

⁴ 真値とは全く誤差のない「真の値」の意味で使われることが多いが、本書面では将来予測の場面における真値として、予測値として最も適した値のことを指す。

このように、科学的、専門技術的知見によると、「ばらつき」とは経験式とそのもととなったデータセットの個々の観測データとの乖離をいうものであり、「不確かさ」とは「ばらつき」をもたらす要因をいうのである。経験式に入力する断層長さと実際の長さとの差異を「不確かさ」といい、経験式に入力した断層長さから導かれる地震規模の値と真値との差異を「ばらつき」という債権者らの主張は、科学的、専門技術的知見に整合しない債権者ら独自の見解に過ぎず、失当である。

そして、経験式を用いるにあたっては、「不確かさ」を適切に考慮するのが合理的であり、基準地震動策定の実務においては、「ばらつき」は「不確かさ」を考慮することによって解決するという関係にあるものと理解されている。原子力規制委員会も、経験式に対するデータが「ばらつき」を有することを前提に、新規制基準においては、支配的なパラメータの「不確かさ」を考慮することで保守的な地震動評価を行うべきものとしている（設置許可基準規則解釈別記2第4条5項2号⑤、乙33、136頁、乙82、137頁、乙167）。このように、経験式に対するデータの「ばらつき」については、「不確かさ」の考慮によって対応するのが基準地震動策定の実務であり、原子力規制委員会の策定した新規制基準の考え方でもある。（債務者主張書面（5）、9～10頁）

そして、債務者は、経験式に対するデータが「ばらつき」を有することを前提に、断層長さや震源断層面積等の各種パラメータについて、断層の運動等を考慮したり（断層長さを長く設定したり）、地震発生層の上端深さを浅く（断層幅を大きく）評価したりする⁵など、十分に保守的に評価していることから、これらの断層長さや震源断層面積から経験式によって求まる地震規模は十分に大きなものとなることは、既に主張したとおりであり、単なる「平

⁵ 上端深さが浅く、下端深さが深いほど、断層の幅が大きくなることで震源断層面積が大きくなるとともに、上端深さが浅いほど、断層から敷地までの距離も短くなることから、敷地での地震動がより大きくなり、保守的な評価となる。

均値」ではないのである（債務者主張書面（1）、39～59頁、87～136頁等、同（5）16～18頁）。

上記で述べた債務者の主張に関しては、大阪地裁令和5年3月22日決定（乙238）においても、以下のとおり、債務者の主張と同旨の判示がなされている。

「経験式は、過去の地震の観測データに基づき、複数の物理量の相関関係を経験的、帰納的に分析して式として表現するものであり、多数の地震の平均的な姿を明らかにしたものであるから、当該経験式により算出した値と、その元となった個々の観測データとの間に偏差（ばらつき）が生ずることになるが・・・債務者は、本件発電所の敷地周辺の特性を踏まえ、地盤の詳細な調査を行った上で・・・検討用地震の一部につき連動の可能性を考慮して断層の長さを設定し、各断層についての上端深さ、地震規模・・・面積を不確かさを考慮して保守的に設定・・・して、地震動評価を行ったことが認められるのであって、松田式や入倉・三宅式を用いる際に入力するパラメータの設定を含め、支配的パラメータについて各種の不確かさを考慮した条件設定を行った上で、地震動を評価しているものといえる」「原子力安全委員会の『原子力安全基準・指針専門部会地震・津波関連指針等検討小委員会』や地震等基準検討チームに関与した専門家らが提出した意見書（引用者注：本件乙144、乙146、乙166）には、経験式の元となる観測データのばらつきは地震動評価における不確かさとして考慮するものである旨が記載されており、債務者の地震動評価における経験式の有するばらつきの考慮の仕方は、これらの意見書の内容に沿った手法であると認められる」（乙238、38～39頁）。

このように、債権者らの主張は、「ばらつき」や「不確かさ」に関する基準地震動策定の実務かつ地震学等の科学的、専門技術的知見をおよそ正解しないものであり、このような理解を前提とした「不確かさの考慮をした後に、更に、バラツキの問題をも考慮して基準地震動を定めることにこそ合理性や科学性が認められる」などといった主張も、根拠が無いのは明らかである。

第3 基準地震動に対数標準偏差分の余裕を持たせるべきとの主張について

1 債権者らの主張

債権者らは、債権者ら準備書面8第2において、「基準地震動が『平均値+標準偏差』・・・に達していないのであれば、社会通念上不合理であることは明白である」「平均値から標準偏差の2.58倍以内の幅を持った地震動であれば大いに起こりうる・・・ことであり、そのような地震動を容認するような社会通念など、どのような社会においても存在しない」などと述べて、本件発電所の基準地震動が過小評価であるかのように批判し、その根拠として建築関係の論文や文献を挙げている（債権者ら準備書面8、6～10頁）。

また、債権者らは、債権者ら準備書面11第2の5において、標準偏差と対数標準偏差を説明した上で、種々の論文や文献を根拠に、「建築の設計や地震の研究においては、・・・基準地震動に対数標準偏差2つ分・・・の余裕をもたせることが広く行われて」おり、「原発について、対数標準偏差2つ程度の余裕を持たせるのは当然のこと」であって、「基準地震動の設定に上記の余裕を持たせないことは、建築や地震学の領域において広範に採用されている科学的知見に反する」と述べ、本件発電所の基準地震動が不合理であるかのように主張する（債権者ら準備書面11、27～38頁）。

2 債権者らの挙げる論文や文献は根拠にならないこと

債権者らの上記主張は、基準地震動の「平均値」というものがいかなる値で、その「平均値」から対数標準偏差2つ程度の余裕をどのようにして持たせるべきと主張しているのか判然としない。債権者らは、一方で、基準地震動の策定過程において経験式を用いるにあたって、「不確かさ」の考慮とは別に、「ばらつき」の考慮として、経験式から算出された地震規模に上乗せが必要であるかのようにも主張しているが、かかる主張と上記主張との関係もまた判然としない。

いずれにしても、債権者らが根拠として挙げる論文や文献は、次に述べるとおり、決定論的評価手法を用いて十分な不確かさを考慮して保守的に策定した原子力発電所の基準地震動に、対数標準偏差 2 つ分の余裕をもたせるべきという根拠にはならず、債権者らの上記主張は、科学的、専門技術的知見を適切に踏まえない債権者ら独自の見解にすぎない。

(1) 決定論的評価手法と確率論的評価手法

原子力発電所における基準地震動を策定するにあたっては、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の評価を行うところ、この評価に際しては、震源断層の面積や断層長さ等といった各種のパラメータを設定し、これをもとに基準地震動という特定の波形を策定する。このような評価は、原子力規制委員会の地震ガイドを踏まえて、決定論的評価手法に基づくものとされる（乙 146、1 頁、乙 147、2 頁、乙 166、1～2 頁）⁶。

決定論的評価手法とは「予測する際に用いる理論やモデルはその時点で最善のものを用いることとし、モデル・パラメータは科学的根拠をもって 1 つの値に定められているものとして」（乙 166、1 頁）評価する手法である。そして、決定論的評価手法を用いる原子力発電所の地震動評価において、経験式に対するデータの「ばらつき」については「不確かさ」の考慮によって対応するのが基準地震動策定の実務であり、原子力規制委員会の策定した新規制基準の考え方でもあることは、上記で述べたとおりである。

なお、地震ガイドにおいて最新の研究成果として引用されているレシピ（乙 35）も決定論的評価手法を用いるものである（乙 147、2 頁）。また、決定論的評価手法を用いた地震調査研究推進本部の「震源断層を特定した地震

⁶ なお、設置許可基準規則解釈及び地震ガイドは、決定論的評価手法を用いて基準地震動を策定した上で、超過確率を「参照」することを求めており、この際に行う地震ハザード解析では確率論的評価手法が用いられる（乙 33、137 頁、乙 80、12 頁）。

動予測地図（シナリオ地震動予測地図）」⁷においては、ある特定の断層破壊（破壊シナリオ）が発生した場合にある特定の地域に生じる地震動を、震源モデルを設定し高度に評価することができるとされており、主な利用例として、地域的特徴を反映した各種構造物の耐震設計が挙げられている（乙 283、「全国地震動予測地図 2020 年版 地震動予測地図の手引編・解説編」32 頁、51 頁）。原子力発電所における地震動評価は、原子力発電所というある特定の地点における地震動をその地域の特性を踏まえて評価して耐震設計を行うことが目的であるから、決定論的評価手法を用いることの合理性はこのことからも明らかである。

一方で、債権者らが、原子力発電所の基準地震動に対数標準偏差を考慮すべき根拠として挙げる論文や文献は、その多くが、決定論的評価手法に関するものではなく確率論的評価手法に関するもので、決定論的評価手法に基づき評価した基準地震動に対数標準偏差 2 つ分の余裕をもたせるという根拠にはならない。

確率論的評価手法とは、「目的がある事象（例えばある応答スペクトル・レベルを超える事象）が発生する確率はどれくらいか・・・を見積もることにあり、すべてのモデル・パラメータは生起確率（発生確率）を持つ値（確率変数）として扱」い評価する手法であり（乙 166、1 頁）、確率論的評価手法において、ばらつきは標準偏差等の統計的な測定基準によって表現される（乙 166、2 頁）。確率論的評価手法を用いた地震本部の「確率論的地震動予測地図」では、多数多種の地震の発生とそれによる地震動の強さを確率論的に処理してまとめたハザードカーブに基づいて、各地点の強さ・期間・確率の分布が地図上に示されており、主な利用例として、広域防災計画や地震保険料率算定等が挙げられており（乙 283、32 頁）、地震ハザード評価もこれに含まれる。

⁷ 「震源断層を特定した地震動予測地図」は、決定論的評価手法に基づいている（乙 147、2 頁）。

このように、決定論的評価手法と確率論的評価手法とでは、その目的や用途、評価過程等が異なる。

(2) 債権者らの挙げる論文や文献について

債権者らがその主張の根拠として挙げる論文や文献は、その多くが、上記(1)で述べたとおり、原子力発電所の地震動評価で用いられている決定論的評価手法とは目的や用途の異なる確率論的評価手法に関するものであるか、そうでないとしても、決定論的評価手法により評価した基準地震動に対数標準偏差を考慮することを求めているわけではないものであり、債権者らは、そのような論文や文献をもとに、基準地震動の策定にあたって対数標準偏差を考慮すべきと論難するに過ぎない。

以上を踏まえて、債権者らが根拠として挙げる論文や文献についてみると、

- ①「地域增幅特性を考慮した建築物ポートフォリオの地震リスク評価手法」
(甲 73)、②「全国を対象とした確率論的地震動予測地図作成手法の検討」
(甲 79)、③「『全国を概観した地震動予測地図』報告書」(甲 80) の「3. 確率論的地震動予測地図」、④「宮城県地震被害想定調査に関する報告書」(甲 82)、
⑤「地震ポートフォリオ解析による多地点に配置された建物群のリスク評価」
(甲 83)、⑥「地盤增幅を考慮した一様ハザードスペクトルに基づく建築構造物の地震リスク評価手法」(甲 84)、⑦「地震危険度の高い地域の建物を対象とした地震リスク・マネジメント」(甲 86)、及び⑧「地震リスク解析におけるフラジリティ曲線と地震損失関数」(甲 87) は、いずれも確率論的評価手法の一つである確率論的地震ハザード評価に基づく地震動評価や建物リスク評価に関するものであり、決定論的評価手法により評価した基準地震動について対数標準偏差の余裕を持たせることを求めているものではない。

すなわち、上記①は、「本論文では、・・・建築物ポートフォリオの地震リスク評価手法を提案する」とした上で、その評価手法の計算手順の中で、「対

象期間と確率論的震源モデルを設定し、個々の震源の地震発生確率を算定する」（甲 73、512～513 頁）などと記載されていることからもわかるように確率論的評価手法を用いて地震動を評価し、検討している。

上記②及び③は、その表題や内容から、確率論的評価手法を説明していることは明らかである。

上記④について、債権者ら準備書面 11、32～33 頁において引用する部分は、確率論的評価手法を用いている箇所であるうえ、ここで対数正規分布を用いて作成しているのは被害率曲線であって、基準地震動ではない。

上記⑤は、「・・・本研究では、図 4 に示した評価手法（引用者注：地震動強さの確率分布、所与の地震動強さに対する損失の大きさから求める個別建物のリスクカーブの評価）との連続性を考え、地震ハザード解析ベースの手法・・・を提案する」「原則は上記の確率論的手法に、マグニチュードと破壊面の分布を取り込むものである」（甲 83、172 頁）などと記載されていることからもわかるように、決定論的評価手法ではなく確率論的評価手法を基礎とした地震ハザード解析ベースの手法を提案するものである。

上記⑥は、債権者ら準備書面 11、33～34 頁で引用されている箇所からも明らかなように、地表における応答スペクトルを確率論的に評価する手法を示した上で、地表の一様ハザードスペクトルを入力として応答スペクトル法による建築構造物の地震リスク評価手法を示すものであり（甲 84、23 頁）、これも決定論的評価手法による基準地震動評価とは異なる。

上記⑦で債権者らの引用する部分もまた確率論的評価手法を用いている箇所であるうえ、当該箇所は地震動評価に関する記載ではなく、建物リスク評価の中で、部材の強度を確かめる際に、確率論的評価手法を用いていることが示されているに過ぎない。

上記⑧では地震リスク解析について述べられているが、この解析には、「地震の発生確率と資産喪失の規模を確率・統計的手法」によって評価するため

に、「地震発生の確率論的評価（hazard）」が必要とされている（甲 87、26 頁）ことからも明らかのように、確率論的評価手法により評価されている。

このほか、債権者らは、⑨「鉄筋コンクリート造超高層住宅の強風時の居住性に関する設計法」（甲 72）、⑩「鉄筋コンクリート建物の耐震診断における形状指標」（債権者ら準備書面 8、9 頁）、⑪「平成 14 年度 仙台市地震被害想定調査報告書（概要）」（甲 81）、⑫「台湾集集地震記録に基づく地震動のマクロ空間相関特性」（甲 85）も根拠として挙げるが、これらもまた決定論的評価手法により評価した基準地震動について対数標準偏差の余裕を持たせるべきとする債権者らの主張の根拠になり得ない。

すなわち、上記⑨は、超高層住宅の風揺れによる居住性の評価方法に係る検討を行ったものであり、地震動評価と無関係である。なお、念のために付言すると、上記⑨における標準偏差の取扱いについては、風のようなランダムな揺れに対する応答を適切に評価するため、「標準偏差の 2 倍とする」（甲 72、4 頁）との記載があるが、居住性の評価に用いる風速（15.4m/s。甲 72、6 頁）はそもそも耐風設計で用いる基準風速（30m/s～46m/s。建築基準法施行令第 87 条 2 項）と異なるし、それよりも小さいものであるから、上記⑨は、通常の耐風設計において対数標準偏差が考慮されたものであるともいえない。

また、上記⑩も、決定論的評価手法により評価した基準地震動について対数標準偏差の余裕を持たせることを求めているものではない。

さらに、上記⑪についても、債権者らの引用する「政府の地震調査研究推進本部による地震動予測結果」やその「注釈」（甲 81、51 頁）は出典が明らかにされておらず、趣旨が不明であるが、この点を措くとしても、地震被害の想定に必要な地震動を決定論的評価手法により導くため経験式を用いる際に、対数標準偏差を考慮する必要性についてはどこにも述べられていない。

そして、上記⑫は、確率論的地震ハザード評価等の確率論的評価手法の精度を高めることを目的に 2 地点の地震における空間相関モデルを構築する手法

の説明であり（甲 85、41～42 頁）、これも決定論的評価手法における基準地震動の策定において、対数標準偏差の考慮を求めているものではない。

以上のとおり、債権者らの挙げている論文や文献はいずれも、決定論的評価手法を用いて策定した基準地震動について、対数標準偏差 2 分程度の余裕を考慮することを求める論旨が示されているとは到底いえない。

したがって、決定論的評価手法を探る本件発電所の基準地震動について、対数標準偏差 2 分程度の余裕を持たせるべきであるという債権者らの主張は、当を得ない。

第 4 本件発電所の基準地震動は不確かさを適切に考慮していることについて

債権者らは、経験式により得られる値について「結局は平均値ないし中央値にすぎないため、これを大きく超える地震動が到来しうる」（債権者ら準備書面 1 1、18 頁）、「経験式をそのまま適用して地震規模を設定したということは、現実にその活断層が地震を引き起こした場合、現実の地震規模は、2 分の 1 の確率で設定を超えることになる」（同 20 頁）などと述べるが、債務者主張書面（1）87～136 頁、同（3）22～28 頁及び同（5）34～35 頁等で繰り返し述べたとおり、本件発電所の基準地震動は、震源断層の長さ・面積や深さ、アスペリティの配置、破壊開始点等の各種パラメータについて、十分に保守的な条件で「基本ケース」を設定し、その基本ケースに加えて更に「不確かさを考慮したケース」を設定することで、それぞれのパラメータについて相当な保守性を持たせた値、又は科学的・専門技術的知見から合理性のある値を超えた値を設定して不確かさの考慮を行っている。かかる債権者らの主張は、債務者が経験式に代入する値を保守的に設定するなどといった不確かさの考慮を十分に行っている事実を看過しており、失当である。

そして、不確かさを考慮して保守的に設定した各種の震源断層パラメータが、実際の地震動において、全て同時に、（地震動が大きくなるような）非安全側の値となり、基準地震動を超える地震動が到来することはまず考えられず、債務者が

策定した基準地震動は十分に保守的なものとなっている。この点に関連して、地震工学の専門家である川瀬博氏（京都大学防災研究所特任教授）は、「コントロール・パラメータがたくさんある強震動計算手法において、あらゆるパラメータに対して全て平均+1 標準偏差のような安全側の評価を適用すると、その最終評価結果の平均的予測値からの変動幅は実際の観測記録のそれと整合しなくなる⁸。従つて、各パラメータ間の独立性（無相関性）が明確にしめされていないパラメータに関して無定見に重畠考慮することには、科学的合理性がないと言わざるを得ない」（乙 166、14 頁）と述べている。

このような点からも、策定した基準地震動に対数標準偏差 2 つ分程度の余裕を持たせるべきであり、本件発電所の基準地震動が過小評価であるかのように述べる債権者らの主張は、当を得ない。

第5 主給水ポンプ破損に関する主張等について

債権者らは、債権者ら準備書面 1 1 「第1 基準地震動以下の地震動による事故の危険性について」の中で「2 主給水ポンプ破損時の危険」及び「4 求釈明」の項目に関する主張を展開しており（債権者ら準備書面 1 1、3~6 頁、8~9 頁）、以下では、これらの主張に対し、必要な範囲で反論する。なお、債権者ら準備書面 1 1 「第1」のうち高経年化に関する主張に対する反論は、本件発電所の高経年化に関する債務者主張書面（1 2）の中で述べる。

（1）主給水ポンプ破損に関する主張について

債権者らは、「主給水ポンプの耐震性はS クラスとされていないため、基準地震動に満たない地震動によって損壊又は故障する可能性があり、「その場

⁸ 川瀬氏は、「単純に考えて個々の経験式の『ばらつき』が1標準偏差で1.5倍あるいは1/1.5だったとし、そのような経験式が10個あったとすると」、ばらつきを全て評価した場合には1標準偏差に相当する変動幅は「58倍/58分の1」にもなると述べている（乙166、14頁）。

合には複数の工程を踏まなければ冷却に成功しない」ところ、「余震が予想される状況下において従業員は強い精神的緊張を伴う作業を強いられる」のであり、「加圧水型原子炉はこのような基本的な弱点を抱えて」おり、「そのような事態が基準地震動を下回る地震によってさえ生じる」旨主張する（債権者ら準備書面11、3~4頁）。

この点、耐震重要度分類の合理性については債務者主張書面（1）162~163頁でも述べたとおりであるが、以下再論するに、原子力発電所全体の安全性を確保するためには、重要度に応じて要求の程度を変化させる方法（グレーディッドアプローチ）が有効であり、かかる安全規制の方法は、国際原子力機関（IAEA）の国際基準や米国の安全規制等、多くの国で広く採用されている。我が国の原子力規制においてもこの考え方は採用されており、①設計基準対象施設を耐震重要度分類により分類し（設置許可基準規則解釈別記2第4条2項）、②耐震重要施設（耐震重要度分類Sクラスに属する。設置許可基準規則解釈別記1第3条1項）は、基準地震動による地震力に対して機能喪失しないこと（設置許可基準規則第4条3項）等を求めている。

「主給水ポンプ」は、所定の電気出力を生むために必要な蒸気を発生させるための水を蒸気発生器に送ることを主な役割とする設備であり、発電のために（発電所の通常運転には）不可欠な設備であるが、原子炉の安全性を確保するための冷却機能の維持に必要な「安全上重要な設備」ではない。そのため、耐震重要度分類Cクラスに分類されている。他方で、「補助給水設備」は、原子炉を停止した後、炉心から崩壊熱を除去（冷却）するための設備であり、主給水とは別の水源から蒸気発生器に水を送る役割を担っているため、安全上の観点から、耐震重要度分類Sクラスに分類されている（乙30の1⁹、添

⁹ 乙30号証の1は、高浜発電所発電用原子炉設置許可申請書（3、4号炉完本）の抜粋である。以下、本件発電所を代表して、高浜発電所発電用原子炉設置許可申請書のうち高浜3、4号機に係る乙30号証の1を引用する。

付書類八、8-1-999頁)。

同様に、「外部電源」も、「安全上重要な設備」ではなく、原子炉の安全性確保のために必要な電力の供給は、発電機や外部電源とは別の「非常用ディーゼル発電機」がその役割を担うこととされており、「外部電源」は耐震重要度分類Cクラス、「非常用ディーゼル発電機」は耐震重要度分類Sクラスに分類されている(乙30の1、添付書類八、8-1-999～8-1-1001頁、8-10-1頁)。

このように、原子炉の安全性確保に係る冷却水・電源の供給について、それぞれ補助給水設備・非常用ディーゼル発電機がその役割を担うこととし、これらの設備に特に高い信頼性を持たせることにより原子炉の安全性を担保するということが、本件発電所の設計上予定された姿である。現実には、「主給水ポンプ」や「外部電源」が使用可能な場合に、それらを用いて冷却や電力供給を行うことはあり得るが、そうであるからといって、「主給水ポンプ」や「外部電源」が「安全上重要な設備」であるというわけではない。

また、債権者らは「主給水ポンプの損壊又は故障時においても確実に冷却に成功するという高い信頼性を保持することが必要である」とし、債権者ら準備書面11、9頁にあるイベントツリーのチャート図に記載の各工程の信頼性保持の必要性を強調する(債権者ら準備書面11、4頁)。

この点、「主給水ポンプ」が損壊・故障した場合に、原子炉を停止し、炉心を冷却して安全性を確保するための設備として当該チャート図に示されている設備は、新規制基準の施行に伴って債務者が新たに策定した基準地震動に対する耐震安全性を有することを確認しており(乙30の1、添付書類八、8-1-963頁、8-1-982頁、8-1-999～8-1-1001頁)、その上で、「安全上重要な設備」においては多重性又は多様性及び独立性を備えた格段に高い信頼性を有し(答弁書93頁)、さらに、共通要因によって「安全上重要な設備」と同時に機能が損なわれない対策として、重大事故等対処施設を設置している(答弁書104～112頁)。そして、これらについて債務者は、適切な保守管理により安全

な状態を維持している。

加えて、本件発電所においては、重大事故等発生時や大規模損壊発生時をはじめとして、火災発生時、内部溢水発生時、火山影響等発生時、その他自然災害発生時等における人員の配置、教育訓練等を実施し、多種多様な状況に対応するための体制を構築している（乙284、「高浜発電所原子炉施設保安規定」、「高浜発電所第18条-1/1」～「高浜発電所第18条-6-2/2」頁）ため、万が一、本件発電所において事故が発生した場合でも、当該事故の内容に即して臨機応変に対応することは十分に可能である。

債権者らは、このような原子力発電所の設計上各設備に期待されている役割や機能、体制構築等を理解せずになされた批判に過ぎず、失当である。

また、債権者らは、イベントツリーのチャート図（債権者ら準備書面11、9頁）を示した上で、「一番上の経路によって補助給水設備に切り替わることができたならそれに越したことはないが、それに失敗したことを念頭に安全性を論じなければならない」、「この構造や考え方は・・・深層防護の理念と同じであり、この理念によれば、「一番目の工程に失敗することを前提にフィードアンドブリードシナリオが有効に機能するかを検討し、次にフィードアンドブリードシナリオの工程に失敗することを前提に緊急安全対策シナリオの有効性について検討しなければならない」旨主張する（債権者ら準備書面11、4～6頁）。

しかし、債権者らのこれら主張は、いずれか一つに失敗したとの仮定を置いた上での危険性の摘示であり、その仮定が現実に生じる蓋然性については、何ら具体的に言及されていない。そもそも、イベントツリーは、炉心の冷却成功に至る過程（収束シナリオ）を特定するために作成されたものであって、「失敗」の分岐はその発生の蓋然性如何にかかわらず記載されたものである。

また、債務者は、債権者らが参照したイベントツリーのチャート図に登場する機器が、適切な保守管理により安全な状態を維持していることに加え、

新規制基準の施行に伴って債務者が新たに策定した基準地震動に対して耐震安全性を有することも確認している。したがって、必要な機器が機能喪失して事態を収束させる一連の作業が失敗に至ることはないのである。

債権者らは、このような事実を踏まえないまま、失敗を当然の前提として主張を展開しており、その誤りは明らかである。

なお、債権者らは、主給水ポンプに関して「これらの有効性、信頼性の問題とは別に老朽化の問題がある。老朽化するということは、これらの機器の起動不能、誤作動、誤発信の事態が原発の稼働期間40年内に比べて格段に多くなるということにほかならない」などとし、あたかも高経年化により主給水ポンプが損壊・故障する危険が格段に高まるかのように繰々主張する（債権者ら準備書面11、4~6頁）が、本件発電所の高経年化対策については主張書面（12）で述べるとおりであるため、ここでは反論しない。

（2）求釈明について

債権者らは、「主給水ポンプの破損後、冷却に成功しなかった場合において炉心損傷が開始するのは破損してから何時間後か債務者において明らかにされたい（諸ケースがあるというのなら、最悪のケースの場合の炉心損傷までの時間を明らかにされたい）」と求めている（債権者ら準備書面11、8頁）。

しかしながら、主給水ポンプの破損から炉心損傷するまでの時間は、一定ではなく、炉心の冷却状況、すなわち、炉心燃料の崩壊熱・残留熱の除去状況により変動しうる。そのため、必要となる操作が途中まで成功していれば、その間、炉心燃料の崩壊熱・残留熱の除去に成功したことになり、最初から操作に失敗するよりも、炉心損傷までの時間は延びる。そうすると、重要なのは、炉心損傷までの時間が何時間なのかではなく、整備した各種炉心損傷防止対策が有効であって炉心損傷に至ることがないと評価できるかどうかであり、債務者は、炉心冷却が厳しくなるような条件を設定の上で、対策

の有効性を解析により確認している。債権者らの挙げるイベントツリーのチャート図（債権者ら準備書面11、9頁）は、新規制基準の施行に伴い本件発電所においてより一層の安全性向上対策を充実させる前のものであり、設備構成が現在のものと異なる。以下では、現在の本件発電所における対策について述べる。

まず、当該チャート図の一番上の工程については、第3の防護レベルに該当する事故防止に係る安全対策として新規制基準の施行前から整備している（答弁書98～99頁）。この対策に用いる非常用ディーゼル発電機等の「安全上重要な設備」は全て、重要度の高い設備として設計されることから、多重性又は多様性及び独立性を持つなど高い信頼性を有している（答弁書93頁）。また、地震に対しても、耐震重要度分類Sクラスとして設計し、基準地震動に対する耐震安全性を確保している（債務者主張書面（1）、22頁）。そして、この工程に示される事故想定（主給水喪失+外部電源喪失）については、「主給水流量喪失」事象として、外部電源の喪失等を解析条件とした解析評価を行い、事故初期において運転員の操作なくしてプラントを安定状態に保持可能であることを確認するなど、対策の妥当性を確認している（乙30の1、添付書類十、10-2-24～10-2-27頁）。

また、当該チャート図の「フィードアンドブリードシナリオ」と「緊急安全対策シナリオ」は、いずれも第4の防護レベルに該当するより一層の安全性向上対策（重大事故等対策）として、それぞれ相当するシナリオを整備している。前者の「フィードアンドブリードシナリオ」の事故想定については、主給水ポンプが機能喪失し、更に補助給水ポンプ（これも高い信頼性を有する「安全上重要な設備」である）の機能をも喪失した場合をあえて想定したものであるところ、このような場合に、高圧注入系や余熱除去系等を用いて、炉心の著しい損傷を防止する対策を整備している（乙30の1、添付書類十、10-7-3～10-7-6頁）。有効性評価にあたっては、フィードアンドブリードをよ

り早く開始しなければならず厳しい条件となる、外部電源がある状況を想定したり¹⁰、炉心への注水量が少なくなるよう充てん／高圧注入ポンプの注水量を少なくするなどの設定をしている（乙30の1、添付書類十、10-7-7～10-7-8頁）。また、フィードアンドブリード開始を蒸気発生器ドライアウトの5分後としているところ、これが仮に10分後となっても対策が有効であることを確認している（乙30の1、添付書類十、10-7-16頁）。

後者の「緊急安全対策シナリオ」の事故想定については、「フィードアンドブリードシナリオ」とは別に、外部電源が機能喪失し、更に非常用電源設備（これも高い信頼性を有する「安全上重要な設備」である）の機能をも喪失した場合（全交流動力電源喪失）をあえて想定したものであるところ、「全交流動力電源喪失」事象（SBO）対策として整備していることは債務者の答弁書126～130頁で述べたとおりである。有効性評価にあたっては、冷却水の注入量がより多く必要となる点で厳しい条件設定となるよう、1次冷却水の漏えい量が最大となる値としたり、蓄圧タンクからの注入時期が遅くなるよう蓄圧タンクの保持圧力を最低とした上で注入量も少なくなるよう保有水量を最低にするなどしている（乙30の1、添付書類十、10-7-51～10-7-54頁）。また、主蒸気逃がし弁からの蒸気放出開始操作を事象発生後30分¹¹時点としているところ、これが仮に事象発生後60分時点の操作となっても対策が有効であることを確認している（乙30の1、添付書類十、10-7-66頁）。

そして、「フィードアンドブリードシナリオ」や「緊急安全対策シナリオ」に相当する対策の有効性は、原子力規制委員会による新規制基準適合性審査

¹⁰ 外部電源がある場合、1次冷却材ポンプ（答弁書58頁、図表1-2参照、ピンク色の系統の中の薄橙色のポンプ）の運転が継続されることになるため、蒸気発生器における1次冷却材から2次冷却材への熱伝達（同図表1-2、ピンク色の1次冷却材から緑色の2次冷却材への熱伝達）が促進されて、主蒸気逃がし弁からの蒸気放出も促進されて蒸気発生器における2次冷却材の水位低下が早くなることから、蒸気発生器ドライアウトが早くなる（早期に、2次冷却材による除熱に期待できなくなる）。このため、炉心崩壊熱が大きい状態でフィードアンドブリードを開始することから、炉心冷却が厳しくなる。（乙30の1、添付書類十、10-7-8頁）

¹¹ 高浜3、4号機の場合。高浜1、2号機の場合は40分。

において確認されている（乙39、134～147頁）。

また、債務者は、上記対策に限らず、炉心の著しい損傷に至る可能性のある事故シーケンス¹²を想定し、各事故シーケンスに対する炉心損傷防止対策を検討し、解析によりその有効性を確認している。そして、かかる債務者の有効性評価については、原子炉設置変更許可に係る審査において原子力規制委員会によって新規制基準への適合性が確認されている（乙39、148～178頁）。

なお、債権者らは、債務者に対し「深夜の事故対策に充てることができる人数（宿直職員のうち、事故対策に当たることができる職員数）」を明らかにするよう求めている（債権者ら準備書面11、8頁）。債務者は、本件発電所においても、福島第一原子力発電所事故を踏まえて実施・充実した安全対策において、重大事故等発生時等における人員の役割分担や要員配置等の体制を整備し、手順を確立したのはもちろんのこと、実際に設備や資機材を配置して電源供給、給水活動を行う訓練を夜間、休日を含めて実施している（乙284、「高浜発電所第18条-5-1/2」～「高浜発電所第18条-5-2/2」頁、「高浜発電所添付3-1/241」～「高浜発電所添付3-241/241」頁）。これら整備された体制において、重大事故等対策時の要員につき128名を確保し、高浜1～4号機全ての原子炉容器に燃料が装荷されている場合でも、速やかに対応できるようにしている（128名のうち、100名は常時確保、28名は被災後6時間以内を目指とした発電所外からの参集とし確保）（乙30の1、本文、382～383頁）。

以上

¹² 事故シーケンスとは、起因事象、安全設備や緩和操作の成功・失敗などの組合せとして事故の進展を表したものという。