

副本

平成 26 年（ヨ）第 31 号、平成 27 年（モ）第 38 号

債権者 松田 正 外 8 名（平成 26 年（ヨ）第 31 号は高橋秀典外 4 名）

債務者 関西電力株式会社

主張書面（7）兼 異議審主張書面（2）

平成 27 年 8 月 28 日

福井地方裁判所民事第 2 部 御中

債務者代理人 弁護士 小 原 正 敏



弁護士 田 中



弁護士 西 出 智 幸



弁護士 原 井 大 介



弁護士 森 拓 也



弁護士 辰 田



弁護士 今 城 智 徳



弁護士 山 内 喜

明



弁護士 中 室

祐



目 次

第1 「第1 基準地震動の策定について」について	5
1 「1」について	5
(1) はじめに（総論）	5
(2) 「①『応答スペクトルに基づく地震動評価』について	6
(3) 「②『断層モデルを用いた手法による地震動評価』について	15
(4) 「③『震源を特定せず策定する地震動』について	26
2 「2」について	29
(1) 前段について	29
(2) 後段について	35
第2 「第2 耐震安全性について」について	39
1 「1 安全余裕」について	39
(1) 「(2)」について	39
(2) 「(3)」について	45
2 「2 安全上重要な設備」について	46
3 「3 必要に応じた耐震補強等」について	49
(1) 「(1)」について	49
(2) 「(2)」について	49
第3 「第3 イベントツリーについて」について	51
1 「1」について	51
2 「2」について	51
第4 「第4 使用済燃料ピットについて」について	54
1 「1」について	54
2 「2」について	54
3 「3」について	54

4 「4」について.....	58
第5 「第5 その他」について.....	61

債務者は、御庁からの平成27年7月24日付質問事項（以下、「質問事項」という）について、以下のとおり回答する。

なお、以下では、高浜発電所3号機及び4号機を「高浜3、4号機」といい、大飯発電所3号機及び4号機を「大飯3、4号機」とい、高浜3、4号機と大飯3、4号機を総称して「本件各発電所」という。

第1 「第1 基準地震動の策定について」について

1 「1」について

（1）はじめに（総論）

債務者は、本件各発電所の基準地震動を策定するにあたって、質問事項第1の1①ないし③に列挙されたような「誤差」ないし「データのばらつき」については、債権者らが主張するようには考慮していない。

地震動評価¹に用いる各種の手法や関係式は、既往の研究が、現実の自然現象には一定のデータのばらつきがあることを認識しつつ、多数のデータとともに、地震ないし地震動の「最も確からしい姿」すなわち「標準的・平均的な姿」を追究し、もって、一般的・普遍的に（全国共通的に）適用可能な法則を見出したものである。

他方、実際の具体的な地震動評価は、特定の地点（原子力発電所敷地）に到来し得る地震動を評価するものであるから、上記のような既往の研究により見出された全国共通の一般的・普遍的な法則の適用を基礎としつつ、当該地点周辺の詳細な調査結果を踏まえ、その地域の特性、すなわち、地震動に影響を与える特性である「震源特性」「伝播特性」「地盤の增幅特性（サイト特性）」に係る、「最も確からしい姿」（「標準的・平均的な姿」）との差異の有無やその程度等を考慮することが重要なのである。

以上の総論に加えて、以下では、質問事項第1の1①ないし③に挙げられ

¹ 地震動評価とは、震源の位置や規模等を設定して特定の地点の地震動を計算することをいう。

た「誤差」ないし「データのばらつき」それぞれについて、債権者らが主張するような考慮が不要であることを個別具体的に説明する。

(2) 「①『応答スペクトルに基づく地震動評価』について

ア 「松田式が抱える誤差」について

(ア) 回答

債務者は、本件各発電所の検討用地震²につき「応答スペクトルに基づく地震動評価」を行うに際して、活断層の長さから地震の規模を求めるにあたり、債権者らが主張するような「松田式が抱える誤差」、すなわち松田式のもととなつたデータのばらつきについては、考慮していない。

もっとも、最新の知見を踏まえると、松田式のもととなつた 14 地震のマグニチュードMのデータは松田式に良く整合するのであり、債権者らが主張するように松田式が「莫大な誤差」を抱えているわけではない（下記（イ） b）。加えて、債権者らは、松田式の元データのうち、地表地震断層³の長さ L を示すデータに着目して、断層の長さに比して地震の規模が大きいデータが存在していることを理由に、松田式を用いた地震の規模の想定が過小である旨主張していると思われるが、債務者は、各種調査により震源断層³の長さを評価して、震源断層の長さ L に松田式を適用しているのであり、この点でも債権者らの主張は失当である（下記（イ） c）。

なお、債務者は、震源として考慮する活断層の長さや連動性に関して、

² 検討用地震とは、敷地周辺の地震発生状況や活断層の分布状況等を考慮し、地震発生様式による地震の分類（内陸地殻内地震、プレート間地震、海洋プレート内地震）を行った上で、敷地に大きな影響を与えると予想されるものとして選定される地震のことをいう。債務者は、本件各発電所いずれも、検討用地震として、FO-A～FO-B～熊川断層による地震及び上林川断層による地震の 2 つを選定している（債務者の平成 27 年 1 月 23 日付主張書面（1）53 頁、103 頁）。

³ 地震は、地下の断層運動（地下の岩盤が周囲から力を受けることによってある面（震源断層面）を境として破壊する（ずれる）こと）により発生するが、この地震発生の原因となる断層運動を起こした断層を震源断層という。一方、地震の発生（震源断層の断層運動）により地表に現れたずれのことは地表地震断層と呼び、震源断層とは区別される。（乙 13、14～15 頁）

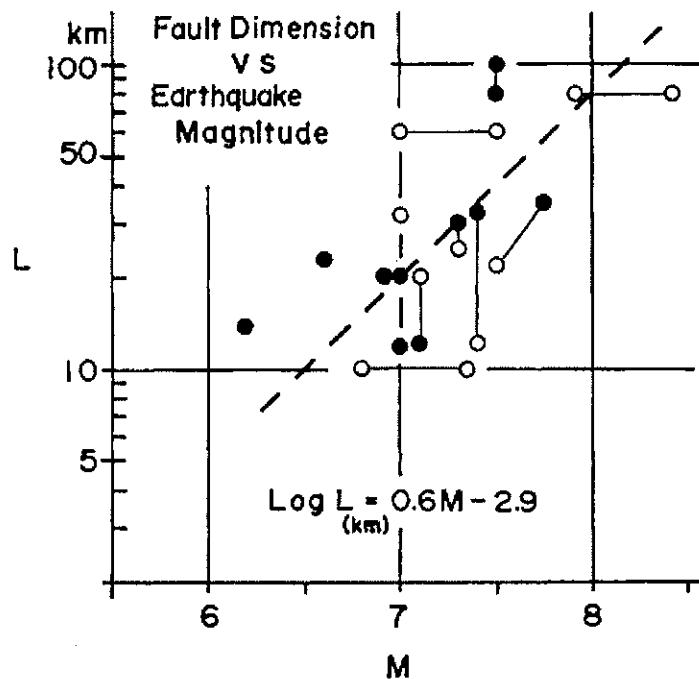
詳細な調査結果をもとに保守的な評価を行っており、本件各発電所の検討用地震の規模の想定は、十分に保守的な評価となっている（下記（イ）d）。

（イ） 詳細説明

a 松田式とは、松田時彦東京大学名誉教授が「活断層から発生する地震の規模と周期について」（1975年）で提案した、地震のマグニチュードMと活断層長さLとの関係を表す経験式のことである。松田式を用いることで、活断層の長さから、その活断層が起こす地震の規模を求めることができる。債務者も松田式を利用しておらず、債務者の平成27年1月23日付主張書面（1）（以下、「債務者主張書面（1）」という）51頁図表18、102頁図表46の「規模M」の欄の数値は、それぞれの活断層の長さから、松田式を用いて地震の規模を算出したものである。そして、このように松田式を用いて算出されたマグニチュードMの値は、距離減衰式⁴を用いて「応答スペクトルに基づく地震動評価」を行う際に利用している⁵。

⁴ 地震動は、地震によって放出されるエネルギーが大きいほど、また、震源に近いほど大きくなる。距離減衰式とは、この性質を利用し、地震の規模と震源からの距離との関係により、想定される地震動の最大加速度や周期別の速度等を経験的に求める手法をいう。

⁵ 債務者は、「断層モデルを用いた手法による地震動評価」を行う際には、松田式は用いていない。



「活断層から発生する地震の規模と周期について」(1975年) より

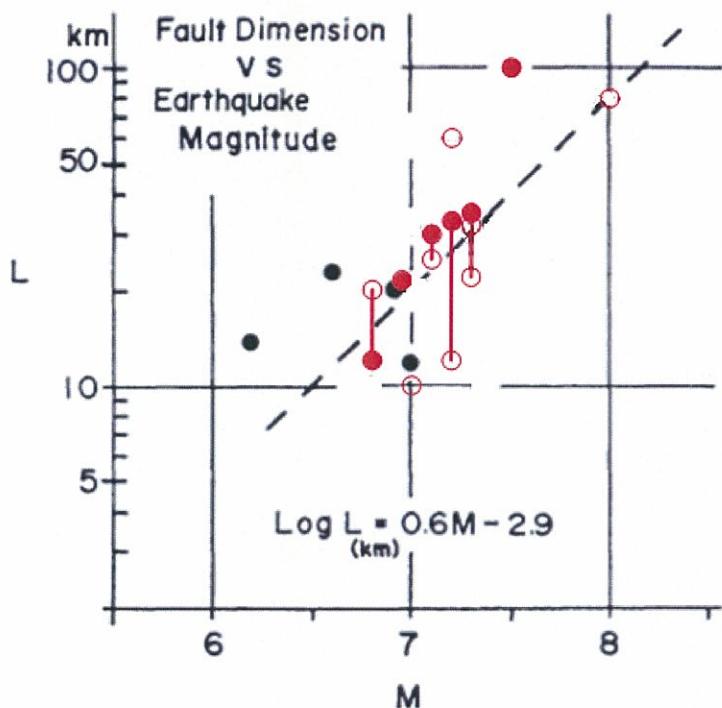
【図表1 松田式（破線）及び松田式のもととなった14地震のデータ】

b 債権者らは、松田式には「莫大な誤差」がある旨主張している（債権者の平成26年12月5日付第4準備書面（以下、「債権者ら第4準備書面」という）53～54頁）。

しかしながら、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いて見直すと、これら14地震のデータは松田式に良く整合するのである。

すなわち、平成15年に気象庁によりマグニチュードMの算出方法が改訂され、過去の地震のマグニチュードMが再評価された。そこで、松田式のもととなった14地震について、この気象庁が再評価したマグニチュードMの数値を用いて図を描き直すと、図表2のようになる（マグニチュードMが変わったデータは赤色で表現している）。このように、

最新の知見を踏まえると、14 地震のデータは松田式と良く整合していることが分かるのであり、債権者らが主張するように、松田式が「莫大な誤差」を抱えているわけではない。



【図表2 再評価されたマグニチュードMを反映した14地震のデータ】

c 加えて、一口に断層長さLと言っても、図表1及び図表2において、○印で示されたデータのLは地表地震断層の長さを示し、他方、●印で示されたデータのLは地震学的及び測地学的データ（例えば、余震分布や地殻変動のデータ）から得られた断層長さであり、これは地中の震源断層の長さと対応するものである。債務者が、債務者主張書面（1）47～50頁、99～100頁で説明したような各種調査を行って評価しているのは、●印にあたる震源断層の長さであり、震源断層の長さLから松田式を用いてマグニチュードMを求めているのである。したがって、債権者

らが、○印の（地表地震断層の長さLを示す）データに着目して、活断層の長さに比して地震の規模が大きいデータが存在していることを理由に、債務者が松田式を用いて算出しているマグニチュードMの評価が過小であるなどと主張しているのは当を得ないものである。

d なお、債務者主張書面（1）47～50頁、99～100頁で述べたとおり、債務者は、震源として考慮する活断層の評価に必要なデータ（活断層の性状や長さ等のデータ）を得るために詳細な各種調査を実施しており、震源として考慮する活断層の存在が確認されれば、それ以上延長しない場所（断層の存在を明確に否定できる場所）を確認することにより、考慮すべき長さを決定している。そして、債務者主張書面（1）51～53頁、102～103頁で述べたとおり、債務者は、活断層の長さや連動性に関して、このような詳細な調査結果を踏まえた上で、更に保守的な評価を行っている⁶。

このように断層長さを保守的に評価した結果、活断層の長さから想定される地震の規模は、FO-A～FO-B断層2連動のみ（35km）ではマグニチュード7.4であるのに対し、3連動を考慮したFO-A～FO-B～熊川断層（63.4km）ではマグニチュード7.8となり、また、上林川断層も、26kmではマグニチュード7.2であるのに対して、39.5kmではマグニチュード7.5と評価されるところとなっている（債務者主張書面（1）193頁）。したがって、本件各発電所の検討用地震の規模の想定は、十分に保守的な評価となっているのである。

⁶ FO-A～FO-B～熊川断層について、FO-A～FO-B断層と熊川断層が連続していることを示す地質構造は確認されておらず、FO-A～FO-B断層と熊川断層は約15kmの離隔を有しているので、両断層は連動しないと判断されるところであるが、より安全側に考えて、断層の存在が確認されていない区間（約15km）を含めて、FO-A～FO-B断層（約35km）と熊川断層（約14km）の連動（3連動）（63.4km）を考慮して、これを基本ケースとしている（乙13、19～26頁）。また、上林川断層についても、断層の存在が明確な範囲は約26kmであるが、西端部が不明瞭であることから、断層の存在を明確に否定できる福知山付近まで延長して、保守的に39.5kmと評価している。

イ 「耐専スペクトルの誤差（観測値のばらつきの考慮）」について

(ア) 回答

債務者は、本件各発電所の検討用地震につき「応答スペクトルに基づく地震動評価」を行うに際して、Noda et al. (2002) の方法（以下、「耐専式」という）⁷を用いるにあたり、債権者らが主張するような「耐専スペクトルの誤差」、すなわち近年の内陸地殻内地震についての、耐専式により求められる応答スペクトル（耐専スペクトル）と実際の観測記録とのばらつきについては、考慮していない。

耐専式は、豊富なデータの蓄積を活かした、信頼性の高い、また、様々な利点を有する、距離減衰式である（下記（イ）a）。しかし、耐専式は、そのように優れた距離減衰式ではあるものの、基本的には、地震の規模（マグニチュードM）、等価震源距離（Xeq）⁸、評価地点のP波速度・S波速度といった比較的限られたデータにより地震動評価を行う手法であり、甲200号証25～29頁に示された適用性確認対象地震の耐専式による地震動評価結果（耐専スペクトル）についても、地震動に影響を与える特性である「震源特性」「伝播特性」「地盤の增幅特性（サイト特性）」に係る地域性について詳細な調査が行われた上でその地域性が考慮されているわけではない。債権者らが主張するような「耐専スペクトルの誤差」が存在するのは、実際の観測記録には、上記3つの特性に関する地域性（他の地域よりも大きくなる地域性）が含まれていることによるものである。そして、

⁷ Noda et al. (2002) 「Response Spectra for Design Purpose of Stiff Structures on Rock Sites」。社団法人日本電気協会の原子力発電耐震設計専門部会（耐専）において、最新の経験的地震動評価法について審議され、その結果、岩盤における合理的な設計用地震動評価手法として取りまとめられたものであることから、一般に「耐専式」と呼ばれ、同方法により求められる、敷地での地震動の応答スペクトルは「耐専スペクトル」等と呼ばれる。

⁸ 等価震源距離とは、震源断層面の各部から放出され敷地に到達する地震波のエネルギーの総計が、特定の1点（点震源）から放出されたものと仮定した場合に到達するエネルギーと等しくなるときの点震源から敷地までの距離をいう。実際は広がりをもった震源断層面から放出された地震波を、ある1つの震源から放出されるものと仮想することで、等価震源距離という1つの数値の中に震源断層面の広がりやアスペリティ分布の効果を考慮することができる。

本件各発電所周辺では、これら 3 つの特性について、他の地域よりも大きくなるような地域性が存する可能性を示すデータは特段得られておらず、本件各発電所については、耐専式による地震動評価結果と大きな乖離を生じさせるような要因は特段存在しないと考えられる。したがって、債権者らが強調するような「耐専スペクトルの誤差」の存在は、地震動評価手法としての耐専式の信頼性を損なうものではないし、本件各発電所の検討用地震の地震動評価において、かかる誤差を考慮する必要はないのである（下記（イ）b）。そして、債務者は、上記にかかわらず、耐専式を用いた地震動評価を行うにあたって、本件各発電所敷地での地震動が大きくなるように保守的な条件設定等を行っているところである（下記（イ）c）。

（イ） 詳細説明

a 債務者主張書面（1）59～65 頁、107～108 頁で述べたとおり、債務者が「応答スペクトルに基づく地震動評価」において原則として用いているのが耐専式である。耐専式は、距離減衰式の 1 つである。

耐専式は、固い岩盤上に設置される原子力発電所の地震動評価に用いるために、20 年以上にわたり岩盤において観測された水平成分 214 個、上下成分 107 個の高精度の観測記録をもとに開発されたものである。そして、耐専式は、地震動評価を行う際に設定する「震源からの距離」として「等価震源距離」を採用したのも大きな特徴であり、これにより、耐専式を用いて地震動評価を行う際には、震源断層面の広がり（震源断層面やアスペリティと発電所敷地との位置関係）を考慮することができ、より実際の現象に近い地震動評価が可能である等の利点を有する。

加えて、耐専式は、内陸地殻内地震、プレート間地震といった地震発生様式の違いを考慮できるよう、「内陸補正係数」（内陸地殻内地震の方が地震動は全体的に小さくなるため、これを反映するために、内陸地殻

内地震の場合は、周期ごとに 0.6～1.0 の係数を乗じるもの) が設けられている。さらには、断層と発電所敷地が近い場合、その位置関係によっては地震動が大きくなる場合があることが平成7年(1995年)兵庫県南部地震(以下、「兵庫県南部地震」という)以降明らかになったため、このような震源近傍での断層破壊伝播効果(NFRD: Near Fault Rupture Directivity)を考慮できる係数も設けられている。

このように、耐専式は、豊富なデータの蓄積を活かした、信頼性の高い、また、様々な利点を有する、距離減衰式なのである。

(以上につき、乙13、50～53頁、乙75、9～12頁、乙77、9～12頁)

b もっとも、耐専式は、上記aで説明したような様々な利点を有する優れた距離減衰式ではあるものの、基本的には、地震の規模(マグニチュードM)、等価震源距離(X_{eq})、評価地点のP波速度・S波速度といった比較的限られたデータをもとに評価地点における地震動の応答スペクトルを求める地震動評価手法であり、甲200号証25～29頁に示された適用性確認対象地震の耐専式による地震動評価結果(耐専スペクトル)についても、地震動に影響を与える特性である「震源特性」「伝播特性」「地盤の增幅特性(サイト特性)」に係る地域性について詳細な調査が行われた上でその地域性が考慮されているわけではない。

債権者らは、甲200号証25～29頁に示された適用性確認対象地震(近年の内陸地殻内地震)に関して、耐専式により求めた地震動(応答スペクトル)と実際の観測記録との間に乖離があること(「耐専スペクトルの誤差」の存在)を強調する(債権者ら第4準備書面55～60頁)。

しかし、対象となっている地震には、海外のものも含めて様々な地域における地震が含まれており(甲200、25頁)，そのように各地で生じた内陸地殻内地震の実際の観測記録には、それぞれの地震の「震源特性」、震源から観測地点までの「伝播特性」及び観測地点の「地盤の增幅特性

(サイト特性)」が含まれている。耐専式による評価結果と乖離が生じている観測記録は、「震源特性」「伝播特性」「地盤の增幅特性(サイト特性)」について、他の地域よりも大きくなるような地域性が存し、これが含まれているからに外ならない。

この点、債務者主張書面(1)192頁で述べたとおり、本件各発電所敷地周辺の地震発生状況、敷地周辺における活断層の分布状況等の地質・地質構造、敷地周辺の地下構造等に関する調査・評価結果からは、本件各発電所周辺の「震源特性」あるいは地下構造による地震波の「伝播特性」や「地盤の增幅特性(サイト特性)」に関して、他の地域よりも大きくなるような地域性が存する可能性を示すデータは特段得られていない。すなわち、本件各発電所に係る「震源特性」「伝播特性」「地盤の增幅特性(サイト特性)」には、耐専式による地震動評価結果との大きな乖離を生じさせるような要因は特段存在しないと考えられる。

したがって、債権者らが強調するような「耐専スペクトルの誤差」の存在は、地震動評価手法としての耐専式の信頼性を損なうものではないし、また、本件各発電所の検討用地震の地震動評価において、かかる誤差を考慮する必要はない(耐専式による本件各発電所の検討用地震の地震動評価結果が過小なものであるとの根拠にはならない)のである。

- c なお、上記にかかわらず、債務者は、耐専式を用いて本件各発電所の検討用地震の地震動評価を行う⁹に際し、より保守的に地震動評価を行う観点から、本件各発電所敷地での地震動が大きくなるような条件設定等を行っている。

⁹ 債務者主張書面(1)108~111頁で述べたとおり、大飯発電所の検討用地震のうち、FO-A~FO-B~熊川断層による地震については、その地震動評価に耐専式を用いるのは適当ではないと判断し、耐専式による地震動評価は行っていない。

すなわち、FO-A～FO-B～熊川断層による地震及び上林川断層による地震は、いずれも内陸地殻内地震であるが、これらの地震動評価に耐専式を用いるに際して、債務者は、内陸補正係数（周期ごとに0.6～1.0の係数）を乗じていない（債務者主張書面（1）60～61頁、107頁）。内陸補正係数を乗じないことで、短周期の地震動レベルが大きくなるような評価を行っているのである。

そして、上記ア（イ）dで述べたとおり、断層長さを保守的に評価して、各検討用地震の規模を保守的に想定しているばかりでなく、断層上端深さも浅く考えて3kmと設定し、かつ、アスペリティを本件各発電所敷地に近い位置に設定することにより等価震源距離を短くするなど、保守的な条件設定¹⁰を行っている（債務者主張書面（1）62～65頁、107～108頁）¹¹。

（3）「②『断層モデルを用いた手法による地震動評価』について

ア 「『統計的グリーン関数』自体が抱える大きな誤差（不確かさ）」について

（ア）回答

債務者は、本件各発電所の検討用地震につき「断層モデルを用いた手法による地震動評価」を行うに際して、統計的グリーン関数法を用いて波形合成を行う¹²にあたり、債権者らが主張するような「『統計的グリー

¹⁰ 高浜発電所について、FO-A～FO-B～熊川断層による地震の耐専式による地震動評価を行うにあたっては、基本ケースに加えて、さらに、断層傾斜角を75°としたケース、アスペリティを敷地近傍に一塊に配置したケースも考慮している（これにより、等価震源距離が基本ケースより短くなり、より大きな地震動となる）。

¹¹ このように保守的に地震動評価を行った結果、高浜発電所については、FO-A～FO-B～熊川断層による地震（基本ケース）の耐専式による地震動評価結果は最大加速度557ガル、上林川断層による地震の地震動評価結果は最大加速度406ガルとなっており、また、大飯発電所については、上林川断層による地震の耐専式による地震動評価結果は最大加速度241ガルとなっている。

¹² なお、債務者主張書面（1）68頁脚注113で述べたとおり、債務者は、短周期側について統計的グリーン関数法を用いて計算した地震動と、長周期側について理論的方法を用いて計算した地震動

ン関数』自体が抱える誤差（不確かさ）」については、考慮していない。

統計的グリーン関数法においても、評価地点の地下構造の調査を詳細に行い、地盤をモデル化することで地盤の增幅特性（サイト特性）を反映しているのであり、統計的グリーン関数法も、経験的グリーン関数法と同様に、科学的合理性を有する手法であって、債権者らが主張するような「誤差」を考慮する必要はない。

（イ） 詳細説明

- a 統計的グリーン関数法と経験的グリーン関数法については、債務者主張書面（1）68～69頁、197～198頁で説明したとおりである。すなわち、震源断層面を細分化した小さな地震の破壊範囲（各要素断層）に対応する評価地点の地震動について、調査により得られた評価地点の特性（地盤の增幅特性（サイト特性）等）を計算によって織り込むのが統計的グリーン関数法であり、他方、評価地点における特性がもともと織り込まれた観測記録を用いるのが経験的グリーン関数法である。
- b このような手法の違いにより、両者の結果が若干異なることもあるが¹³、統計的グリーン関数法と経験的グリーン関数法はどちらが優れているといったものではなく、統計的グリーン関数法も一般に用いられている、合理的な手法である（乙13、58頁）。

実際、新規制基準においても、「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」（甲47、以下、「審査ガイド」という）で、統計的グリーン関数法・経験的グリーン関数法いずれの手法も同等に認められている（甲47、4～5頁）。

したがって、債権者らが主張するような「『統計的グリーン関数』自

とを組み合わせる、ハイブリッド合成法を用いて波形合成を行っている。

¹³ なお、債権者らが、統計的グリーン関数法による結果と経験的グリーン関数法による結果との乖離を主張するのは、中部電力株式会社浜岡原子力発電所の例に依拠したものであり、このように他の原子力発電所の例を、本件各発電所の地震動に係る議論にそのまま援用するのは不適切であることは、債務者主張書面（1）198頁で述べたとおりである。

体が抱える誤差（不確かさ）」を考慮する必要はないのである。

イ 「レシピにおいて断層破壊面積を導く際のモデルが極めて簡略化されることにより内包される誤差」について

(ア) 回答

債務者は、本件各発電所の検討用地震につき「断層モデルを用いた手法による地震動評価」を行うに際して、震源断層のモデル化を行うにあたり、債権者らが主張する「レシピにおいて断層破壊面積を導く際のモデルが極めて簡略化されることにより内包される誤差」については、考慮していない。

債務者は、震源断层面が複雑な形状をしている可能性も踏まえた上で、震源断層の長さ・幅について、詳細な調査をもとに最大限の評価を行っており、仮に実際の震源断層が（長方形ではない）複雑な形状をしているとしても、債務者が設定している長方形の震源断層モデルの内に納まることとなるため、かかる誤差を考慮する必要はないのである。

(イ) 詳細説明

a 債権者らは、「レシピでは、震源断层面を正方形もしくは長方形として想定する」「このモデルは、極めて簡略なモデルであり、モデル自体に大きな誤差が含まれている。大飯、高浜を含むどの原発でも、断層の下に四角い震源断层面を想定し、断層からはみ出して前後に続く断层面は、想定しない」（債権者ら第4準備書面66～67頁）などと述べ、債務者が検討用地震につき設定している震源断層モデルが過小であるかのように主張している。このような債権者らの主張は、地中の震源断層の長さは、地表に現れている地表地震断層の長さと必ずしも同じとは限らない、という点に着目したものと思われる。

b しかしながら、債務者主張書面(1)47～50頁、99～100頁で述べた

とおり、債務者は、震源として考慮する活断層（震源断層）の評価に必要なデータ（活断層の性状や長さ等のデータ）を得るために詳細な各種調査を実施しており、震源として考慮する活断層の存在が確認されれば、それ以上延長しない場所（断層の存在を明確に否定できる場所）を確認することにより、考慮すべき長さを決定している。そして、債務者主張書面（1）51～53頁、102～103頁で述べたとおり、債務者は、活断層の長さや運動性に関して、このような詳細な調査結果を踏まえた上で、更に保守的な評価を行っている。

このように、債務者は、単に地表に現れた地表地震断層の長さをそのまま震源断層の長さとしているわけではなく、各種の詳細な調査結果を踏まえた上で、震源断層の長さにつき、最大限の評価を行っているのである。

c 震源断層の幅（深さ）についても同様であり、債務者主張書面（1）56～58頁、105頁で述べたとおり、既往文献の調査、既存データの収集・分析による調査の結果をもとに、上端・下端ともできるだけ幅広く評価することとし、上端深さを約4km、下端深さを約18kmと評価した。しかしながら、その後の原子力規制委員会における議論も踏まえ、より一層安全側に（より浅部で地震が発生し、かつ、地震発生層の幅が広くなる方に）考えて、最終的に、上端深さを3km、下端深さを18kmと設定することとしたものである。（乙13、27～31頁、乙75、6～7頁、乙77、6～7頁）¹⁴

d 以上のように、債務者は、震源断層の長さ・幅について、詳細な調査

¹⁴ なお、債務者主張書面（1）54頁脚注80で説明したとおり、地震発生層（内陸地殻内地震が発生する領域）は、陸のプレート内部の一定の範囲に限られる。これは一般的に、地表から深さ数km程度までは比較的地盤が軟らかくひずみが蓄積されにくいこと、他方、地中深さ20km程度より深い地盤は温度が高く液体に近い振る舞いをするために、こちらもひずみが蓄積されにくいことによるものである（乙13、9頁）。

をもとに最大限の評価を行っているのであり¹⁵、債権者らの言うように「断層からはみ出して」震源断層が存在することは考えられないし、仮に実際の震源断層が（長方形ではない）複雑な形状をしているとしても、債務者が設定している長方形の震源断層モデルの内に納まることとなる¹⁶。

したがって、債権者らが主張する「レシピにおいて断層破壊面積を導く際のモデルが極めて簡略化されることにより内包される誤差」は、考慮する必要はないのである。

ウ 「断層破壊面積から地震モーメントを導くに当たってのスケーリング則が抱える誤差（ばらつき）」について

(ア) 回答

a 債務者は、本件各発電所の検討用地震につき「断層モデルを用いた手法による地震動評価」を行うにあたって、地震調査研究推進本部による最新の強震動予測レシピ¹⁷である「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（『レシピ』）」（甲 56 及び甲 202、以下、「レシピ」という）等を参照して、各種の震源断層パラメータを設定し、震源断層のモデル化を行っている（債務者主張書面（1）66～68 頁）が、その際、「断層破壊面積から地震モーメントを導くに当たってのスケーリング則が抱える誤差（ばらつき）」については、考慮していない。

¹⁵ さらに、FO-A～FO-B～熊川断層による地震について地震動評価を行うにあたっては、不確かさを考慮したケースとして、震源断层面と敷地との距離が近くなり、かつ震源断層の面積がより大きくなるように傾斜させた傾斜角 75° のケースも設定しているところである（債務者主張書面（1）63 頁、70 頁、110 頁、112 頁）。

¹⁶ 地震動評価に大きな影響を与えるアスペリティについても、これを震源断层面において敷地に近い位置に設定するなどして、敷地での地震動が大きくなるように保守的な評価を行っており、アスペリティの形状が問題になるものではない。

¹⁷ 強震動予測レシピとは、強震動の予測を目的として、各種調査結果に基づき震源断層の各パラメータを設定する方法を系統的にまとめたものをいう。

この点、震源特性に関して、若狭湾周辺地域に、他の地域よりも大きな地震動を生じさせる地域性が存するとの知見は特段得られておらず、本件各発電所の検討用地震に関して、債権者らが主張するように地震モーメント (M_0)¹⁸（地震の規模を表す指標の 1 つであり断層運動の大きさ（エネルギー）を表す値）が通常の 4 倍になるというような科学的根拠はない。

もっとも、債務者は、「不確かさの考慮」として、平成 19 年（2007 年）新潟県中越沖地震（以下、「新潟県中越沖地震」という）の知見を踏まえ、短周期の地震動レベルを基本ケースに対して 1.5 倍としたケースも設定しているところである。

そして、断層面積 (S) と地震モーメント (M_0) との関係に限って論じるならば、債務者主張書面（1）200 頁で述べたとおり、仮に同じ断層面積 (S) で地震モーメント (M_0) が 4 倍になったとしても、原子力発電所の多くの設備に影響する短周期レベル (A)¹⁹は地震モーメント (M_0) の 1/3 乗に比例するため、短周期レベル (A) も同様に 4 倍になるわけではなく、約 1.59 倍になるに過ぎず、債権者らが主張するように、地震動が 4 倍や 8 倍に大きくなったりするわけではない。

b もっとも、ここで断層面積 (S) と地震モーメント (M_0) との関係が取り上げられているのは単なる例示に過ぎないものであり、実際には、レシピにおけるその他の各パラメータ間の関係式（スケーリング則）についても同様の誤差（データのばらつき）が見られるところ、債務者が地震動評価においてかかる誤差（データのばらつき）をいずれも考慮していないことについて、全般的に回答を求められているものと考えられる。

¹⁸ 債務者主張書面（1）67 頁脚注 105 を参照。

¹⁹ 債務者主張書面（1）29 頁脚注 33 を参照。

そこで、かかる理解を前提に回答すると、まず、レシピの各関係式のもととなつた各種の既往の研究も、地震といつ一つの物理現象について、その「最も確からしい姿」（「標準的・平均的な姿」）を追究するために、データの最大値や最小値などの極端な値を採用するのではなく、全てのデータになるべく適合するような標準的な関係式を求めており、これは、地震ないし地震動の「標準的・平均的な姿」に関する知見とともに地震動評価を行うという債務者の方針の合理性を裏付けるものである（下記（イ）b）。そして、そのような既往の研究により求められた多数の関係式を組み合わせて策定された、一連の地震動評価手法としてのレシピ自体の有効性・信頼性も、現実に発生した地震との比較において確認されているところである（下記（イ）c）。

これらの点に照らせば、一連の地震動評価手法たるレシピの各パラメータに個別的に着目して、それぞれにつき、異なる地震から別々に取り出した極端なデータの値を適用して掛け合わせるべきなどとする債権者らの主張は、実現象から大きく乖離するだけの、科学的合理性を欠いた発想である（下記（イ）d）。

なお、債務者は、基礎となる震源断層の大きさ等を保守的な条件で設定する（さらには「不確かさの考慮」も行う）ことによって、本件各発電所敷地での地震動が（単なる「平均像」ではなく）大きくなるように厳しい評価を行っており、この点でも、債務者の地震動評価が過小であるかのように述べる債権者らの主張は誤りである（下記（イ）e）。

（イ） 詳細説明

- a 債権者らは、レシピが示す各パラメータ間の経験的な関係式（スケーリング則）は、平均的な関係（平均像）を求めたものに過ぎず、実際のデータにはばらつきが見られる旨主張し、その典型例として、断層面積

(S) から地震モーメント (M_0) を導く関係式について、実際には、この関係式で導かれる値（平均値）の4倍程度の地震モーメント (M_0) のデータが存在すると述べる（債権者ら第4準備書面 68～72頁）。

そして、債権者らは、このようなデータのばらつき（誤差）の存在を考慮すれば、地震動評価において、各パラメータを何倍にも大きくすべきであり、各パラメータにおいて最大のデータの値をとって掛け合わせるのが妥当であるかのように主張する（債権者ら第4準備書面 85～86頁）。

b しかしながら、レシピに示されている関係式の多くは、既往の研究成果を参照したものであり、これらの既往の研究は、過去のいくつもの地震におけるデータを統計的に分析（回帰分析²⁰）して、経験的にパラメータ間の関係式を導いており、その際、データの最大値や最小値などの極端な値を採用するのではなく、全てのデータになるべく適合するような標準的な関係式を求めている。これは地震という一つの物理現象について、その「最も確からしい姿」（換言すれば「標準的・平均的な姿」）を追究するという姿勢の現れに外ならない。つまりところ、債務者主張書面（1）190～191頁で述べた、地震ないし地震動の「標準的・平均的な姿」に関する知見をもとに地震動評価を行うという方針は、レシピの基礎となったこれらの既往の研究における発想にも合致した、極めて合理的な考え方なのである。（乙13、57頁）

c 加えて、このような既往の研究により求められた多数の関係式を組み合わせて策定された、一連の地震動評価手法としてのレシピ自体の有効性についても、レシピの冒頭（甲56及び甲202、付録3-1頁）にも記載されているとおり、現実に発生した地震との比較において、適切に

²⁰ 回帰分析とは、多数のデータをもとに統計的な分析を行い、複数のパラメータ間の最も確からしい関係式（回帰式）を導くことである。地震学・地震工学を含む自然科学においては、様々な自然現象から基本的な原理・法則・傾向を見出すにあたって、回帰分析が幅広く行われている。

確認されている（債務者主張書面（1）200頁）²¹。すなわち、レシピという一連の評価手法が実際の地震動を精度よく再現できるものとして、その有効性・信頼性が確認されているのである。（乙13、57頁）

このような一連の地震動評価手法としてのレシピの有効性・信頼性は、レシピが、新規制基準において、審査ガイド（甲47）で「震源断層のパラメータは、活断層調査結果等に基づき、地震調査研究推進本部による『震源断層を特定した地震の強震動予測手法』等の最新の研究成果を考慮し設定されていること」（甲47、4～5頁）と明瞭に位置付けられていることはもとより、国の防災計画の検討においても、実績の豊富な、信頼性の高い手法として採用されていること（乙13、57頁）からも裏付けられるものである。

- d 以上のような点に照らせば、一連の地震動評価手法たるレシピに示された各パラメータを個別的に取り上げて、それぞれにつき、異なる地震から別々に取り出した最大のデータの値を適用して掛け合わせるべきなどとする債権者らの主張が合理的でないことは明らかである。

債権者らは、債務者主張書面（1）190～191頁で述べたとおり、レシピ等を参照して行う「断層モデルを用いた手法による地震動評価」が、単なる「平均像」のみを内容とするものではなく、過去に発生した地震ないし地震動の「最も確からしい姿」、すなわち「標準的・平均的な姿」に関する知見をもとに、詳細な調査に基づき、当該地点の地震動に影響を与える特性である「震源特性」や地下構造による地震波の「伝播特性」及び「地盤の增幅特性（サイト特性）」に係る地域性を詳細に考慮して、当該地点の地震動を評価する手法であることを何ら理解していない。地震動に影響を与える上記3つの特性には地域性が存在す

²¹ レシピは、もともと兵庫県南部地震の地震動を再現できる手法として整備されたものである（乙13、57頁）。

ることは確立した科学的知見であり（債務者主張書面（1）18～20頁、債務者の平成27年5月15日付異議審主張書面（1）（以下、「債務者異議審主張書面（1）」という）35～39頁、乙13、11～13頁、乙80）、このような地域性をよく調査し、把握した上で、現実に考えられる不確かさを考慮するのが合理的なのである（乙13、65頁）。そして、本件各発電所敷地周辺の地震発生状況、敷地周辺における活断層の分布状況等の地質・地質構造、敷地周辺の地下構造等に関する調査・評価結果からは、本件各発電所周辺の「震源特性」あるいは地下構造による地震波の「伝播特性」や「地盤の增幅特性（サイト特性）」に関して、過去の多数の地震の「標準的・平均的な姿」よりも大きくなるような地域性が存する可能性を示すデータは特段得られていないことは、債務者主張書面（1）192頁で述べたとおりである。

また、レシピは、上記のとおり、既往の研究により求められた多数の関係式を、現実に生じた地震動も再現できるように組み合わせて策定された、一連の地震動評価手法である。債務者主張書面（1）198～200頁で述べたとおり、レシピに示された各パラメータは複数のパラメータと相関関係を持っているので、各パラメータを独立したものとして個々に取り上げたり、特定のパラメータの大小のみに着目したりして、地震動評価の妥当性を論じるのは適切ではない²²。地震は一つの物理現象であるから、異なる地震の極端なデータの値を別々に取り出して掛け合せたところで、実現象からは大きく乖離するだけであり、そのような発想は科学的合理性を欠くものである（乙13、65頁）。

²² 一例として、震源断層面全体に占めるアスペリティの面積（S_a）が1/2になれば、アスペリティの応力降下量（Δσ_a）（単位面積当たりの値）は2倍になるが、原子力発電所の多くの設備に影響する短周期レベル（A）（震源が短い周期の揺れを発生させる能力を表す値）の算定式においては、2倍になったΔσ_aと1/2になったS_aとが打ち消しあうことになり、したがって、アスペリティの応力降下量（Δσ_a）が2倍になったからといって、短周期レベル（A）もこれに比例して2倍になるわけではない（すなわち地震動の大きさも2倍になるわけではない）ことは、債務者主張書面（1）199～200頁で述べたとおりである。

e なお、債務者は、地震動評価を行う「基本ケース」を設定する段階から、検討用地震の震源断層の大きさ（断層長さ、断層上端深さ）等の震源断層パラメータを保守的な条件で設定していることは、債務者主張書面（1）89～91頁、130頁等²³で述べたとおりである。

これにより、「断層モデルを用いた手法による地震動評価」において、様々な震源断層パラメータを算定していく出発点となる断層面積（S）について、FO-A～FO-B断層2連動のみ（断層長さ35.3km）で断層上端深さを4km（断層幅14km）とした場合は 494.2km^2 であるのに対し、FO-A～FO-B～熊川断層の3連動を考慮して（断層長さ63.4km）断層上端深さを3km（断層幅15km）と評価することにより、その断層面積は 951km^2 と約2倍近くに大きくなっている²⁴。

その結果、地震モーメント（ M_0 ）についても、上記のように断層面積（S）を保守的に大きく評価したことにより、FO-A～FO-B断層2連動のみ（断層面積 $S = 494.2\text{km}^2$ ）の場合 $1.36 \times 10^{19}\text{N} \cdot \text{m}$ であったのに対し、FO-A～FO-B～熊川断層（断層面積 $S = 951\text{km}^2$ ）の場合では $5.03 \times 10^{19}\text{N} \cdot \text{m}$ と約3.7倍に大きくなっているのである。

このように、債務者は、過去に発生した地震ないし地震動の「最も確からしい姿」、すなわち「標準的・平均的な姿」に関する知見をもとに地震動評価を行いつつ、基礎となる震源断層の大きさ等を保守的な条件で設定する（さらには「不確かさの考慮」も行う）ことによって、本件各発電所敷地での地震動が（単なる「平均像」ではなく）大きくなるように厳しい評価を行っているのであり（債務者主張書面（1）192～196頁），かかる点に照らしても、債務者がレシピ等を参

²³ 債務者主張書面（1）51～53頁、56～58頁、69～70頁、74～75頁、102～103頁、105頁、112頁、116～117頁も参照。

²⁴ 上林川断層についても、断層長さ26kmかつ断層上端深さ4km（断層幅14km）では断層面積 $S = 364\text{km}^2$ であるのに対し、断層長さ39.5kmかつ断層上端深さ3km（断層幅15km）では断層面積 $S = 592.5\text{km}^2$ と大きくなっている。

照して行っている「断層モデルを用いた手法による地震動評価」が過小であるかのように述べる債権者らの主張は誤りである。

(4) 「③『震源を特定せず策定する地震動』について

ア 「留萌支庁南部地震には、観測地震動ではなく最大地震動を考慮し、Mwを6.5と想定すること」について

(ア) 回答

債務者は、本件各発電所の「震源を特定せず策定する地震動」の評価にあたり、「留萌支庁南部地震には、観測地震動ではなく最大地震動を考慮し、Mwを6.5と想定すること」は行っていない。

「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現実に得られた震源近傍における強震動観測記録を収集して、これをもとに評価するものであり、実観測記録ではない、シミュレーションにより検討されたに過ぎない「最大地震動」や、地震の規模（マグニチュード）を仮定して計算した仮想的な地震動をもとに策定するようなものではないのであって（下記（イ）bないしd）、「震源を特定せず策定する地震動」の評価にあたり「留萌支庁南部地震には、観測地震動ではなく最大地震動を考慮し、Mwを6.5と想定すること」は必要ない。

(イ) 詳細説明

a 債権者らは、平成16年（2004年）12月14日に北海道留萌支庁南部で発生した地震（以下、「北海道留萌支庁南部地震」という）に関して、「震源を特定せず策定する地震動」としては、同地震の最大地震動を採用すべきであり、少なくとも、債務者が評価した609ガルの1.5倍ない

し 2 倍以上の地震動を想定しなければならず、さらには、Mw²⁵5.7 であった北海道留萌支庁南部地震の規模が仮にMw6.5 であったとした場合の地震動も検討する必要がある旨主張する（債権者ら第4準備書面 115～127 頁）。

これは、債務者が、北海道留萌支庁南部地震の HKD020（港町）観測点²⁶における観測記録をもとに、解放基盤表面²⁷と評価できる固さを有する岩盤面（基盤面）（地下 41m の S 波速度 938m/s の岩盤面）での地震動を評価し（最大加速度 609 ガル），これをもとに「震源を特定せず策定する地震動」を設定している（債務者主張書面（1）84～85 頁，122 頁）ことに対して、債権者らは、HKD020（港町）観測点における地震動は同地震による地表での地震動のうちの最大地震動ではないので、「震源を特定せず策定する地震動」としては同地震の最大地震動を採用すべきであり、さらには、Mw5.7 であった北海道留萌支庁南部地震の規模が仮にMw6.5 であったとした場合の地震動も計算すべきであると主張するものである。

b しかしながら、債権者らが言う北海道留萌支庁南部地震の最大地震動とは、現実に観測された記録ではなく、いくつかのシミュレーションを実施して検討された値に過ぎない（債権者ら第4準備書面 120～122 頁）。

この点、「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」（乙 17，128 頁，甲 47，7 頁），これをもとに策定するものであり、シミュレーション等により地震動を計算したりするものではない。したがって、「震源を特定せず策定する地震動」として、シミュレーションにより検討された北海道留萌支庁南部地震に

²⁵ 債務者主張書面（1）81 頁脚注 123 を参照。

²⁶ HKD020（港町）観測点は、震源近傍の比較的軟弱な地盤の地表面上に地震計が設置されていた。

²⁷ 一般に、解放基盤表面は、S 波速度が概ね 700m/s より速い、固い岩盤に設定される。

おける最大地震動を採用すべきであるという債権者らの主張は、このようないい点を理解していないものであり、誤りである。

- c また、「震源を特定せず策定する地震動」は、上記のとおり、現実に得られた震源近傍の強震動観測記録をもとに設定するものであり、地震の規模（マグニチュード）や震源距離を設定して仮想的な地震動を計算するものではない。したがって、仮に北海道留萌支庁南部地震の規模がMw6.5であった場合の地震動も計算する必要があるなどという債権者らの主張も、上記と同様に、「震源を特定せず策定する地震動」について正しく理解しないものである。
- d なお、上記に関連して、原子力規制委員会も、高浜3、4号機に係る新規制基準適合性審査の過程において、「関西電力株式会社高浜発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書（3号及び4号発電用原子炉施設の変更）に関する審査書」（案）に対する科学的・技術的意见の募集（いわゆるパブリックコメントの手続き）に応じて寄せられた意見に対して、「『震源を特定せず策定する地震動』の策定に当たっては、その規模及び位置は事前に想定できないことから、マグニチュードや震源距離を規定する方法ではなく、国内外の震源近傍の強震観測記録に基づいて地震動レベルを直接設定することとしており、仮想的な地震動を評価することを要求しているものではありません。なお、マグニチュードと加速度とは単純な比例関係にあるものではありません。」との見解を示しているところである。

2 「2」について

(1) 前段について

ア 回答

(ア) 債権者らが主張するような「誤差」ないし「データのばらつき」について考慮する必要がないことは、上記1で述べたとおりである。

(イ) 債務者は、本件各発電所の基準地震動の策定において、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」を評価するにあたり、「応答スペクトルに基づく地震動評価」と「断層モデルを用いた手法による地震動評価」という、アプローチの異なる2つの手法を組み合わせて活用することで、検討用地震の地震動評価の信頼性を高めているが、ここでは、主として、より多くのパラメータについて「不確かさの考慮」を行っている「断層モデルを用いた手法による地震動評価」を念頭において、債務者が行っている「不確かさの考慮」の科学的合理性について述べることとする。

債務者が行っている「不確かさの考慮」については、保守的な条件設定による「基本ケース」において既に相当の不確かさを見込んでいること(下記イ(ア)), その上で、詳細な調査により地域特性を把握した上で、自然現象として現実に起こり得る可能性の検証を踏まえて、考慮する不確かさの種類を選定し、不確かさの幅(数値)を設定していること(下記イ(イ)), パラメータの特性に応じて「不確かさの考慮」の重畳の要否を分ける考え方は合理的なものであり、必ずしも常に全ての不確かさを重畳させる必要はないこと(下記イ(ウ)), 基準地震動の年超過確率の評価結果に照らしても、債務者が行っている「不確かさの考慮」が合理的かつ十分なものであること(下記イ(エ))などから、その科学的な妥当性が裏付けられる。以下、順に説明する。

イ 詳細説明

(ア) 保守的な条件設定による「基本ケース」において既に相当の不確かさを見込んでいること

債務者は、本件各発電所敷地周辺の地震発生状況や敷地周辺の活断層の分布状況等の地質・地質構造²⁸について詳細な調査を実施した上で、本件各発電所の検討用地震を選定している。そして、この検討用地震の地震動評価を行うに際しては、かかる調査結果に加え、敷地及び敷地周辺の地下構造の調査・評価結果も踏まえて、「基本ケース」の設定段階から、断層長さ、断層上端深さ、アスペリティ位置等について、本件各発電所敷地での地震動が大きくなるような、保守的な条件設定を行っている（債務者主張書面（1）89～91頁、130頁、乙13、59～61頁）²⁹。

このように、債務者が「基本ケース」の設定段階から保守的な条件設定を行っていることについて、乙75号証、乙77号証では、「関西電力が設定している『基本ケース』は既に不確かさを見込んだ厳しい設定となっている」「この『基本ケース』の時点で既に通常考えられる平均的な地震動のレベルからかなり大きいと言える」と評価されているところである（乙75、19～20頁、乙77、18～19頁）。

実際、大飯発電所を例にとると、FO-A～FO-B～熊川断層（断層長さ 63.4km、断層上端深さ 3km）による地震の「基本ケース」（断層面積（S）=951km²、地震モーメント（M₀）=5.03×10¹⁹N・m）の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果は最大加速度 606 ガルとなるのに対し、FO-A～FO-B 断層（断層長さ 35.3km、断層上端深さ 4km）が（熊川断層と連動せずに）2連動のみで地震を起こすとした場合（断層面積（S）=494.2km²、地震モーメント（M₀）=1.36×10¹⁹N・m）の地震動

²⁸ 地質構造とは、プレート運動や断層活動等によって生じた地層・岩石等の変形や変位をいう。

²⁹ 債務者主張書面（1）51～53頁、56～58頁、69～70頁、74～75頁、102～103頁、105頁、112頁、116～117頁も参照。

評価結果は最大加速度 396 ガルであり、「基本ケース」で既に相当の保守性が織り込まれていることが分かる（乙 13, 61 頁）。

(イ) 債務者は、詳細な調査により地域特性を把握した上で、自然現象として現実に起こり得る可能性の検証を踏まえて、考慮する不確かさの種類を選定し、不確かさの幅（数値）を設定していること

債務者は、かかる保守的な条件設定による「基本ケース」に加えて、さらに、数多くの震源断層パラメータについて「不確かさの考慮」を行い、本件各発電所敷地での地震動がより大きくなるケースを設定している。

本件各発電所敷地近傍に存在する F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層による地震を例にとると、①短周期の地震動レベル、②断層傾斜角、③すべり角、④破壊伝播速度、⑤アスペリティ配置、⑥破壊開始点について、不確かさを考慮した条件設定を行い、全部で 56 ケース（高浜発電所）あるいは 55 ケース（大飯発電所）につき、断層モデルを用いた手法による地震動評価を行っている（債務者主張書面（1）70~73 頁、112~115 頁、乙 13, 61~63 頁）。

このような「不確かさの考慮」は、本件各発電所周辺の地域特性を考慮した上で、自然現象として起こり得る不確かさの種類を選定し、科学的な根拠に基づきその不確かさの幅（数値）を設定して、地震動評価ケースに反映しているものである（乙 13, 61 頁）。地震動に影響を与える特性には地域性が大きく関係しているのであるから、その地域の特性をよく調査し、把握した上で、自然現象として現実に起こり得る可能性の検証を踏まえて、「不確かさの考慮」を行うのが科学的に理にかなっているのである（乙 13, 65 頁）。

ここで、不確かさの幅（数値）について具体的に述べると、①短周期の地震動レベルは、本件各発電所の検討用地震と同じ内陸地殻内地震である

新潟県中越沖地震の知見を踏まえて、②断層傾斜角は、本件各発電所周辺の逆断層の傾斜角を参考に、③すべり角は、FO-A～FO-B～熊川断層の変位に係る調査結果をもとに、④破壊伝播速度は、宮腰ほか（2003）³⁰の知見を参考に、平均的な地震の破壊伝播速度に標準偏差 1σ を考慮して、それぞれ設定している（債務者主張書面（1）70～72頁、112～114頁）。

債務者による以上のような「不確かさの考慮」に関しては、乙75号証、乙77号証においても、「これらのパラメータは、いずれも地震動評価結果に対する影響が大きいと考えられるパラメータで、また国的新規制基準においても不確かさについて考慮が必要とされており、これらのパラメータの不確かさを考慮していることは適切である」³¹「不確かさの振れ幅についても、短周期の地震動レベルは2007年新潟県中越沖地震で得られた知見から、断層傾斜角は発電所周辺の各種断層の傾斜角から、すべり角はFO-A～FO-B～熊川断層での断層変位の調査結果から、破壊伝播速度は過去の複数の地震での値の統計処理結果（宮腰ほか、2003）から、それぞれ振れ幅を設定しており、いずれも根拠に基づいた値が設定されている」と評価されているところである（乙75、20頁、乙77、19頁）。

³⁰ 宮腰研ほか「すべりの時空間的不均質性のモデル化」科学技術振興調整費成果報告書「地震災害軽減のための強震動予測マスター・モデルに関する研究」18～23頁

³¹ 新規制基準では、「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」（乙17）において、「基準地震動の策定過程に伴う各種の不確かさ（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）については、敷地における地震動評価に大きな影響を与えると考えられる支配的なパラメータについて分析した上で、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」（乙17、128頁）と定められている。

(ウ) パラメータの特性に応じて「不確かさの考慮」の重畠の要否を分ける考え方には合理的なものであり、必ずしも常に全ての不確かさを重畠させる必要はないこと

そして、上記の各パラメータのうち、①短周期の地震動レベル、②断層傾斜角、③すべり角、④破壊伝播速度については、いずれも事前の詳細な調査や経験式（地震に関する過去のデータによる経験則）等から、事前におおよそ把握できるもの（認識論的な不確かさ）であり、複数のパラメータが同時に、かつ、地震動を大きくする方へ極端にばらつくことは考えにくいことから、原則として、それぞれ独立して不確かさを考慮すれば足りる（債務者主張書面（1）91～92頁、131頁、乙13、64頁）。

一方、⑤アスペリティ配置及び⑥破壊開始点については、地震発生後の分析等により把握できるものであり、地震発生前の把握が困難（事前の詳細な調査等からは特定が困難）なもの（偶然的な不確かさ）であることから、これらについては不確かさを重畠させて考慮している（債務者主張書面（1）91～92頁、131頁）。

このように、パラメータの特性に応じて、「不確かさの考慮」の重畠の要否を分ける考え方については、乙75号証、乙77号証においても「パラメータには、詳細な調査や観測によりその不確かさの程度を小さくできるものと、本質的に予測が困難なものとがあり、それらを整理して考えていく必要がある」と述べられており、その科学的合理性が支持されているところである（乙75、19頁、乙77、18頁）³²。

なお、大飯発電所については、FO-A～FO-B～熊川断層による地震が、敷地近傍における長い断層による地震であり、不確かさが地震動に

³² 新規制基準においても、審査ガイド（甲47）において、「地震動の評価過程に伴う不確かさについては、必要に応じて不確かさを組み合わせるなど適切な手法を用いて考慮されていることを確認する」「地震動評価においては、・・・これらの不確実さ要因を偶然的不確実さと認識論的不確実さに分類して、分析が適切になされていることを確認する」と定められている（甲47、7頁）。

与える影響が大きくなる可能性があることから、更に慎重に、①短周期の地震動レベルと④破壊伝播速度について、不確かさを重畳させたケースを追加検討したことは、債務者主張書面（1）132～134頁で述べたとおりである（乙13、64頁）。

（エ）基準地震動の年超過確率の評価結果に照らしても、債務者が行っている「不確かさの考慮」が合理的かつ十分なものであること

債務者が行った以上のような「不確かさの考慮」について、乙75号証、乙77号証では、「関西電力は、・・・FO-A～FO-B～熊川断層の地震動評価に際して、不確かさについて適切にパラメータを選定し、根拠に基づきその振れ幅を設定し、適切に組み合わせた上で、十分に余裕を持った地震動評価を行っている」（乙75、20頁、乙77、19頁）と評価されている。

そして、原子力規制委員会による新規制基準への適合性審査においても、上記で述べたような債務者の「不確かさの考慮」に関する考え方も含めて、本件各発電所の基準地震動が了承されているところである（高浜発電所につき乙73、乙74、大飯発電所につき乙20）。

ここで、債務者が、社団法人日本原子力学会による「原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準：2007」³³³⁴の方法に基づいて、本件各発電所の基準地震動の年超過確率を算定したところ、いずれも 10^{-4} ～ 10^{-5} との評価結果となった³⁵³⁶。すなわち、本件各発電所の基準地震動の超過確率は、1万年～10万年に1回程度となり、本件各発電所に基準地震

³³ 新規制基準下の審査ガイド（甲47）においても、基準地震動の年超過確率は、これらに示される手法を適宜参考にして評価することとされている（甲47、10頁）。

³⁴ 後記第3の2で詳述するとおり、この評価実施基準は、複数分野の専門家による数年にわたる議論を経て策定された信頼性の高いものである。

³⁵ なお、高浜発電所における長周期側の年超過確率については、 $10^{-5} \sim 10^{-6}$ 程度と評価されている。

³⁶ この基準地震動の年超過確率の値についても、原子力規制委員会による新規制基準適合性審査において、その妥当性が確認されている（高浜3、4号機につき、乙73、20頁）。

動を超過する地震動が到来する可能性は極めて低い（債務者主張書面（1）93～94頁，138～139頁）。このような基準地震動の年超過確率の評価結果に照らしても、債務者が本件各発電所の基準地震動の策定において行っている「不確かさの考慮」が科学的に合理的で、かつ十分なものであることが分かるのである。

（2）後段について

ア 回答

（ア）米国における「安全停止地震動」（S S E）

多数の原子力発電所が設置されており、また、日本と同様に地震動評価手法が発達していると言われている米国においては、原子力発電所の安全関連機器の耐震設計に用いられる地震動として、「安全停止地震動」（Safe Shutdown Earthquake Ground Motion：S S E）が定義されている。原子力発電所の安全関連機器は、S S Eの襲来を受けてもその機能を喪失することなく、原子炉を確実に停止できることが要求される。

米国におけるこのS S Eは、基本的に、①既往の研究成果等に基づき、原子力発電所の周辺地域を、地震発生の特徴に着目して、同じ特徴を有するいくつかのエリアに区分した上で、②エリアごとに、エリア内で想定される地震の規模や発生頻度を評価し、③それらのエリアで想定される地震が起った場合の原子力発電所敷地における地震動を、距離減衰式を用いて計算する、という手順で設定されているものである。

このように、米国においては、原子力発電所敷地周辺の地震発生状況や敷地周辺における活断層の分布状況等の地質・地質構造を詳細に調査して具体的な「検討用地震」を設定する日本とは異なり、基本的に敷地周辺のエリアを区分して、各エリア内で想定される地震の規模や発生頻度を評価する手法がとられている。これは、米国の多くの原子力発電所

は、地震活動度が比較的低い（大きな地震があまり発生しない）米国中部や東部に位置しており、敷地の近くに具体的な地震を想定することが難しい場合が多いことによると言われている。また、原子力発電所敷地での地震動は、各エリア内で想定される地震の規模と敷地までの距離を基礎に、距離減衰式を用いて算出されている。

もっとも、同じ米国でも、西海岸では日本と同様に地震活動度は高く、そのため、米国の SSE の最大加速度は、 $0.1G^{37} \sim 0.75G$ （約 735 ガル）と、地域によって差が大きくなっている。

：

（イ）国際原子力機関（IAEA）が想定する「SL-2」

国際原子力機関（IAEA）は、設計用地震動の策定方法自体については米国の基準や手法を参考にしつつ、原子力発電所の設計用地震動として 2 段階の耐震レベルを想定しており、より厳しい「SL-2」（原子力発電所の設計上使用される最大の地震動で、歴史上・地質学上起こり得る最大のもの。 $0.1G$ を下限とする）は、国や地域にもよるもの、概ね年超過確率 $10^{-3} \sim 10^{-4}$ に対応するものとなっている。

そして、欧洲などの多くの国は、かかる国際原子力機関（IAEA）が提唱する内容に準じた手法で、原子力発電所周辺の地域を地震発生の特徴ごとにいくつかのエリアに区分した上で、距離減衰式を利用して、原子力発電所敷地での地震動評価を行っている。もっとも、地震活動度が比較的低い地域の加盟国も多いため、欧洲各国で設定された「SL-2」の最大加速度は、国や地域によっても異なるが、概ね $0.1G \sim 0.3G$ 程度の範囲内となっている。

³⁷ G は重力加速度の単位であり、1G は約 980 ガルに相当する。

(ウ) 国際的に見た日本の状況について

日本と米国や欧州各国とでは、原子力発電所立地地点の地震発生状況等が異なることもあり、それぞれが採用している地震動評価手法等の優劣を単純に比較することは困難である。

もっとも、上記で説明したような海外における設計用地震動に係る状況に照らしてみれば、敷地周辺の詳細な調査に基づいて具体的な「検討用地震」を選定した上で、「応答スペクトルに基づく地震動評価」及び「断層モデルを用いた手法による地震動評価」というアプローチの異なる2つの手法を組み合わせて地震動評価を行い（「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の評価）、さらに観測記録に基づき「震源を特定せず策定する地震動」をも評価して、耐震安全性評価の基準となる地震動を策定する、という日本の基準地震動の策定方針は、その精緻さ・信頼性の高さにおいて、米国や欧州各国に勝りこそすれ、決して、劣後するものではない。

このことは、本件各発電所の基準地震動の年超過確率が、いずれも 10^{-4} ～ 10^{-5} と十分に低い値となっていることからも裏付けられるものである。

(エ) 新たな科学的・技術的知見を収集する取組みについて

債務者を含む国内の原子力事業者は、平成21年5月8日付の原子力安全・保安院による指示文書「原子力施設の耐震安全性に係る新たな科学的・技術的知見の継続的な収集及び評価への反映等のための取組について」に基づき、国の機関等の報告、学協会等の大会報告・論文、雑誌等の刊行物、海外情報等を対象として、原子力施設の耐震安全性に係る新たな科学的・技術的知見の収集を継続的に行っており、平成21年以降、その成果を毎年一度、規制当局（現在は原子力規制委員会）に定期的に報告している。

この点、新規制基準において、「『基準地震動』は、最新の科学的・技

術的知見を踏まえ、敷地及び敷地周辺の地質・地質構造、地盤構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から想定することが適切なもの」とされているが（乙17、126頁），上記のような取組みは「最新の科学的・技術的知見を踏まえ」るための継続的活動の一環であり、債務者としては、かかる取組みにより常に最新の知見を収集・検討した上で基準地震動の策定を行っている。そして、原子力規制委員会による新規制基準適合性審査においても、最新の科学的・技術的知見を踏まえて基準地震動が策定されているか否かとの観点から審査が行われているところである。

第2 「第2 耐震安全性について」について

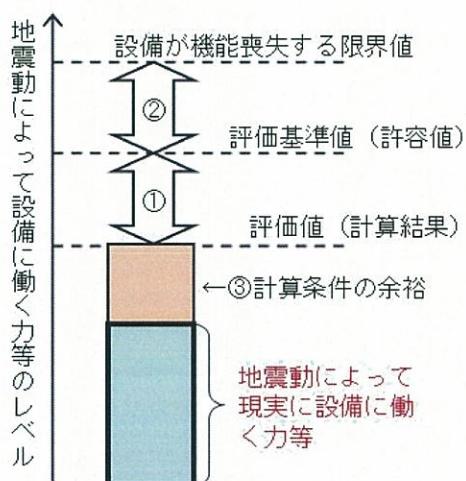
1 「1 安全余裕」について

(1) 「(2)」について

ア 回答

機器等に使われる材料の材質のばらつき等、施設の耐震安全性評価に際して、不確定要素として考慮すべきものは、評価基準値（許容値）の設定段階及び評価値を計算する段階で適切に考慮されている。したがって、評価基準値（許容値）に対する評価値の余裕である①の余裕には、材質のばらつきといった不確定要素が入り込むことはない（下記イ（ア））。

また、溶接や保守管理については、その良否がそもそも不確定要素となるよう、徹底した品質管理に基づき施工することで、施工不備等による影響の発生を極力排除している。したがって、溶接や保守管理の良否という要素が、施設の耐震安全性評価において有意な影響を与えることはおよそ考えられず、同評価における評価基準値（許容値）の設定段階及び評価値を計算する段階でかかる要素を考慮する必要はない。すなわち、溶接や保守管理の良否は考慮すべき不確定要素ではなく、その意味で、①の余裕に入り込んでこれを左右するものではないのである（下記イ（イ））。

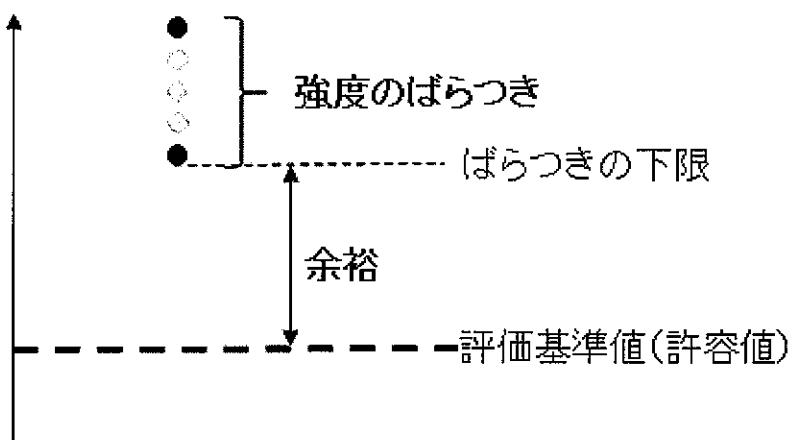


【図表3 耐震安全上の様々な余裕】

イ 詳細説明

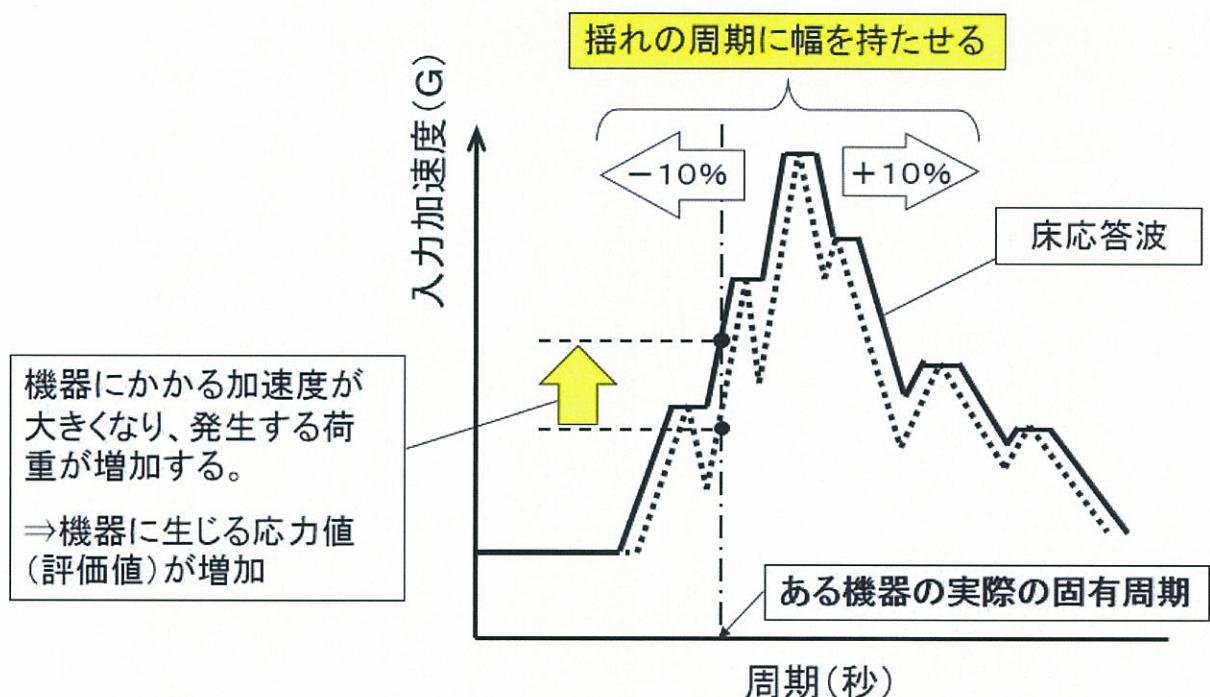
(ア) 材質のばらつきについて

- a 原子力発電所の機器等に使われる材料は、高品質のものが用いられるものの、その強度等に一定程度のばらつきが存在することから、かかる材質のばらつきは、機器等の評価基準値（許容値）や評価値に影響を与える不確定要素として、施設の耐震安全性評価を行うにあたって適切に考慮すべきものである。
- b この点、評価基準値（許容値）は、その材料の破壊実験結果をもとに、余裕を持った値が設定されている。すなわち、実験結果をもとに、実験値のばらつきや実験値の下限値を考慮した上で、これに余裕を見込んだ保守的な値が、規格等により、各機器等の評価基準値（許容値）として設定されているのである（図表4）。なお、債務者は、本件各発電所の機器等に用いられる材料については、材料メーカーが発行する材料証明書を得ており、これにより、適切に製造された材料であることや、その材料の品質が規格等により定められた範囲内であることを確認している。このように、材質のばらつきという不確定要素は、評価基準値（許容値）を設定する段階で適切に考慮されているのである。



【図表4 評価基準値（許容値）の設定における考慮】

c また、評価値（基準地震動による地震力が作用した際に機器等に生じる応力値³⁸等）を計算する過程においては、当該機器等を設置している各階床に生じる揺れ（床応答波）のスペクトル（床応答スペクトル）を全体的に大きくなるよう拡幅して、機器等にかかる荷重を保守的に見積もるようにしており（図表5），この保守的な計算方法により、材質のばらつきといった不確定要素を適切に考慮しているところである。



【図表5 評価値の計算過程における床応答スペクトルの拡幅による考慮】

d さらに、評価値の計算過程においては、材質のばらつき以外にも、機器等の寸法といった不確定要素が存在する³⁹。そこで、評価値を計算するため機器等をモデル化するにあたっては、かかる事情を踏まえ、適切な考慮を行っている。

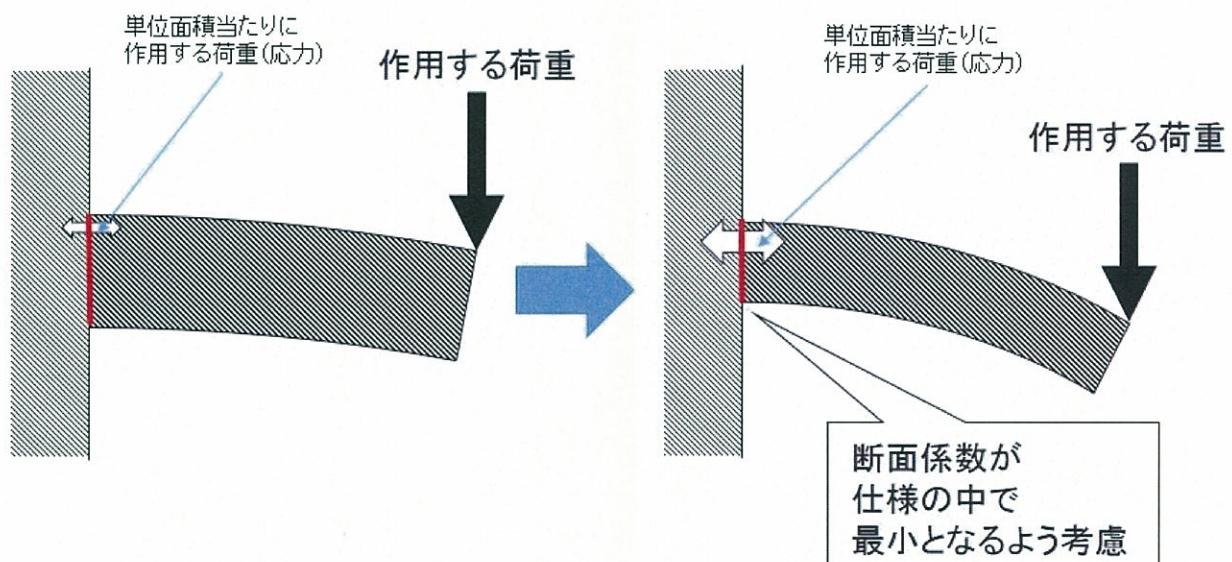
敷衍すると、地震力により機器等に作用する荷重に対して、その機器

³⁸ 物体に対して外部から力（外力）が加えられると、その物体には外力に応じた変形と外力に対抗する内力（応力）が発生する。この内力の大きさを応力値という。

³⁹ 機器等の現実の寸法は、製造上定められた仕様に対して、一定の範囲内でばらつきが存する。

等が耐えられるか否かを確認するには、機器等の単位面積当たりに作用する荷重（応力）が、機器等の材料や温度条件等によって定まる耐力を下回っているか否かで評価することになる。しかるところ、この単位面積当たりに作用する荷重（応力）は、機器等に作用する荷重を、その荷重を受ける断面の形状と面積により定まる値（断面係数）で除して求めることになるため、断面係数の値が小さくなれば、単位面積当たりに作用する荷重（応力）は大きくなり、機器等にとって厳しい条件になる。

そこで、評価値を計算するために原子炉容器等の重要な機器をモデル化するにあたっては、その寸法を、製造上定められた仕様の中で最小となるように設定し、断面係数を小さく見積もって、単位面積当たりに作用する荷重（応力）が大きくなるよう、保守的な考慮を行っているのである（図表6）。



【図表6 評価値の計算過程における機器等のモデル化に際しての考慮】

- e なお、施設の耐震安全性評価は、原子力規制委員会の「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、「設置許可基準規則」という）や「実用発電用原子炉及びその附属

施設の技術基準に関する規則」（以下、「技術基準規則」という）に適合するように実施される。その中で、各機器等の評価基準値（許容値）や評価値は、社団法人日本機械学会の「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」や社団法人日本電気協会の「原子力発電所耐震設計技術指針」等を参照しつつ算出されるが、その際に不確定要素が適切に考慮されていることは、原子力規制委員会による新規制基準適合性審査においても確認されているところである⁴⁰。

f 以上のとおり、材質のばらつきといった不確定要素については、評価基準値（許容値）の設定段階及び評価値を計算する段階で考慮されており、評価基準値（許容値）に対する評価値の余裕である①の余裕には、入り込むことがないのである。

（イ）溶接や保守管理の良否について

a 溶接の良否、保守管理の良否という要素については、施設の耐震安全性評価を行う際には考慮していない。しかしながら、本件各発電所においては、徹底した品質保証活動を行うことにより、溶接や保守管理の不備による影響を極力排除し、本件各発電所の「安全上重要な設備」の健全性を維持するようにしており、溶接や保守管理の良否という要素が、施設の耐震安全性評価において有意な影響を与えることはおよそ考えられない。したがって、施設の耐震安全性評価を行う際に、溶接や保守管理の良否を考慮する必要はないのである。

b 敷衍すると、本件各発電所における溶接は、技術基準規則の要求内容

⁴⁰ 例えば、高浜発電所3号機の工事計画認可申請に係る審査においては、「建物・構築物、機器・配管系のそれぞれの強度評価における許容限界については、安全上適切と認められる規格及び基準等に基づき、施設の機能を維持又は構造強度を確保できる設定としていることを確認した」「動的地震力の算定に当たって、建物・構築物の剛性及び地盤の剛性のばらつき等を適切に考慮していることを確認した」などと評価されており、材質のばらつきといった不確定要素が、評価基準値（許容値）や評価値の算出において適切に考慮されていると認められているところである。

を受け、社団法人日本機械学会が定める「発電用原子力設備規格 溶接規格」に基づき実施するとともに、溶接に係る施工法・施工者についての第三者認証、作業手順・施工図面の事前確認による現場作業の確認及び債務者による現場立会い等を行うことにより、溶接作業現場の品質管理を確実に実施することで、溶接不良といった欠陥等の発生を防止している。さらに、万一溶接不良があった場合にもこれを検出できるよう、溶接後に非破壊検査を実施している。これら一連のプロセスが適切に行われていることは、原子炉等規制法⁴¹に基づく溶接事業者検査の中で確認しており、その内容は規制当局による溶接安全管理検査において確認されている。

- c また、本件各発電所の供用中における設備の保守管理においては、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」（以下、「実用炉規則」という）81条を受け、社団法人日本電気協会の「原子力発電所の保守管理規程」に基づき、設備の性質に応じて定められた周期・方法により、点検や定期的な検査を実施し、必要に応じて修繕や取替え等を行うことで、上記の溶接部を含めて、設備の健全性に影響を与える劣化等がないことを継続的に確認している。
- d さらに、これら溶接や保守管理は、実用炉規則 69 条を受け、同協会の「原子力安全のためのマネジメントシステム規程」に基づく品質保証システムの中で運用しており、その運用状況は、原子力規制委員会により確認を受けている。
- e 以上のような活動により、溶接や保守管理の良否という要素が、施設の耐震安全性評価において有意な影響を与えることはおよそ考えられず、したがって、同評価における評価基準値（許容値）の設定段階及び評価値を計算する段階でかかる要素を考慮する必要はない。すなわち、

⁴¹ 正式には、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」である。

溶接や保守管理の良否は考慮すべき不確定要素ではなく、その意味で、
①の余裕に入り込んでこれを左右するものではないのである。

(2) 「(3)」について

ア 回答

(ア) 上記第2の1(1)で述べたとおり、機器等の評価基準値（許容値）や評価値は、材質のばらつきといった不確定要素を適切に考慮して算出されていることから、評価値が評価基準値（許容値）以下であれば耐震安全性は確保されていると判断され、評価基準値（許容値）に対する評価値の余裕（①の余裕）に関して、どの程度の安全余裕が必要かという基準は存在しない。

新規制基準においても、評価基準値（許容値）及び評価値が適切に算出された上で⁴²、評価値が評価基準値（許容値）以下であればよく、評価値が評価基準値（許容値）に等しい（すなわち、評価基準値（許容値）／評価値 = 1 であり、①の余裕は存在しない）場合であっても、新規制基準を満たすことになる。

(イ) もっとも、そのように①の余裕が存在しない場合（評価基準値（許容値）／評価値 = 1 の場合）であっても、上記のとおり、評価基準値（許容値）や評価値が材質のばらつきといった不確定要素を適切に考慮して算出されている結果、②評価基準値（許容値）の持つ余裕及び③計算条件の余裕が生じるところとなっている。したがって、万一、本件各発電所が基準地震動を超える地震動に襲われることがあったとしても、当該設備が直ちに機能喪失することにはならないのである。

⁴² 脚注40で述べたとおり、原子力規制委員会による新規制基準適合性審査においても、評価基準値（許容値）及び評価値の算出において、不確定要素が適切に考慮されていることが確認されているところである。

2 「2 安全上重要な設備」について

(1) 回答

債務者が用いている「安全上重要な設備」という用語は、法令等により明確に定義されている用語ではなく、便宜的・一般的に用いられているものであるが、設置許可基準規則2条2項9号の「重要安全施設」は、債務者の言う「安全上重要な設備」と同趣旨の用語であると考えられる（下記（2）アないしウ）。

各事象に係る「安全上重要な設備」の具体的な選定については、自然現象あるいは人的過誤や設備の偶発的故障といった各事象が原子力発電所に与える影響の特徴を踏まえつつ、放射線による公衆への影響を防止する観点からなされており、合理的なものであると考えられる（下記（2）エ及びオ）。

(2) 詳細説明

ア 債務者が用いている「安全上重要な設備」という用語は、新規制基準を構成する法令等により定義されている用語ではなく、原子力発電所の安全性を確保する（例えば、原子炉を「止める」「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」）ために設置されている（格段に高い信頼性を持たせた）設備のことを概括的に総称する際に、便宜的・一般的に用いられるものである。

イ 他方、設置許可基準規則2条2項9号の「重要安全施設」は、同号により「安全施設のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものをいう」と定義されている。そして、「安全施設」については、設置許可基準規則12条1項で「安全施設は、その安全機能の重要度に応じて、安全機能が確保されたものでなければならない」と定められ、具体的な重要度の分類は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」（平成2年8月30日原子力安全委員会決定）（以下、「重要度分類指針」

という)によることとされている⁴³。

ウ しかば、設置許可基準規則 2 条 2 項 9 号の「重要安全施設」とは、安全機能を有する施設（安全施設）のうち、重要度分類指針の考え方則った分類により特に重要とされるものを指すものと考えられ、つまりところ、同指針 V. 2. にいう「重要度の特に高い安全機能を有する構築物、系統及び機器」のことを指しているものと理解される。そして、この「重要度の特に高い安全機能を有する構築物、系統及び機器」は、原子力発電所の安全性を確保する（原子炉を「止める」「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」）ために設置されている設備であることから、債務者が従来から「安全上重要な設備」と位置付けてきたものと同じであると理解できるのである。もっとも、「重要安全施設」には「使用済燃料ピット」を含まないのである。債務者は「使用済燃料ピット」をも含めて「安全上重要な設備」と呼んでいるところである。

なお、地震に対して原子力発電所の安全性を確保するために必要となる設備については、設置許可基準規則 3 条及び 4 条で「耐震重要施設」という用語が特に用いられているが、これは、「重要安全施設」に加えて、「使用済燃料ピット」も含めているものである。「耐震重要施設」は、具体的には、耐震重要度分類 S クラスの施設（乙 17 及び乙 90, 122～123 頁、甲 47, 14～16 頁）である。⁴⁴

エ そして、各事象に対して、どの設備が原子力発電所の安全性確保に必要な設備であるかという「安全上重要な設備」の選定については、当該事象が原子力発電所に与える影響の特徴を踏まえてなされている。

⁴³ 設置許可基準規則については、原子力規制委員会によりその解釈が示されており（乙 90、「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」）、同解釈によって、このような趣旨が明示されている。

⁴⁴ 債務者が「安全上重要な設備」ではないとしている「主給水ポンプ」や「外部電源」は、重要度分類指針において「重要度の特に高い安全機能を有する構築物、系統及び機器」には分類されておらず、したがって、新規制基準における「重要安全施設」や「耐震重要施設」には該当しない。

例えば、地震について述べると、放射線による公衆への影響を防止する観点から、原子炉を停止し、炉心を冷却するために必要な機能を持つ施設のほか、自ら放射性物質を内蔵している施設（この施設が地震動により損壊すると内蔵している放射性物質が外部に放散される可能性が高いため）やそれに直接関係する施設、あるいは、地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設などで、かつ、当該施設が機能喪失すると影響が大きいと考えられるものが「安全上重要な設備」、すなわち新規制基準における「耐震重要施設」（耐震重要度分類Sクラスの施設）として設定されている。一方で、仮に機能喪失しても影響が小さいと考えられる施設は、耐震重要度分類BクラスないしCクラスとされており、「耐震重要施設」には該当しないこととされているのである（乙17及び乙90、122～123頁）。

オ なお、このように、原子力発電所の多様な設備は、その重要度に応じて、重要なものほどより厳格な要求がなされるところとなっているが、これは、プラント全体として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⁴⁵）が有効であるためであり、このような安全規制の方法は、国際原子力機関（IAEA）の安全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ものである。すなわち、より重要な対象により厳しい基準を適用し、より厳密にこれを確認することで、より高い安全性を確保できる、という一般的な経験則が、「安全上重要な設備」を選定する際の根底にある科学的理念となっているのである。

⁴⁵ グレーディッドアプローチ（graded approach）とは、国際原子力機関（IAEA）が策定する安全基準において用いられている用語であり、「等級別扱い」と訳される。国際原子力機関（IAEA）が発行する用語集では、「規制体系あるいは安全系のような管理又は制御するシステムに対し、適用される管理又は制御上の手段や条件の厳格さが、管理又は制御の喪失の起こり易さと起こりうる影響、及び管理又は制御の喪失に係るリスクのレベルと、実行可能な範囲で釣り合っていること」といった説明がなされている。

3 「3 必要に応じた耐震補強等」について

(1) 「(1)」について

ア 回答

耐震補強工事を実施しないことを前提とすれば、基準地震動の引上げによって、評価値（基準地震動による地震力が作用した際に機器等に発生する応力値等）は大きくなる。

一方、評価基準値（許容値）は、機器等を構成する材料や温度条件によって決定されるものであるため、基準地震動の引上げによって変化するものではない。

したがって、耐震補強工事を実施しない場合には、評価基準値（許容値）は変わらない一方で、評価値は大きくなるのであるから、評価基準値（許容値）に対する評価値の余裕（①の余裕）は、基準地震動引上げ前に比べて、相対的に小さくなる。

(2) 「(2)」について

ア 回答

耐震補強工事の実施により、評価値は一般的に小さくなるが、上記（1）で述べたとおり、機器等の評価基準値（許容値）は、機器等を構成する材料や温度条件によって決定されるものであり、これらが変化しない限り、評価基準値（許容値）は変化しない。

したがって、耐震補強工事の実施により、当該機器等の評価基準値（許容値）に対する評価値の余裕（①の余裕）は、耐震補強工事の実施前に比べて、相対的に大きくなる。

ここで、ストレステスト⁴⁶に関して述べると、債務者主張書面（1）162

⁴⁶ 正式には、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた既設の発電用原子炉施設の安全性に関する総合評価」である。

～163 頁で述べたとおり、ストレステストの地震に係るクリフェッジの値（倍率）は、起因事象に対する収束シナリオの実現に必要な機器のうちで最も耐震裕度が低いものの値から導かれている。そこで、当該機器について耐震補強工事を実施すれば、当該機器自体の耐震裕度が大きくなるため、クリフェッジの値も上昇する。しかしながら、収束シナリオの実現に必要な機器のうちで 2 番目に耐震裕度の低いものの値次第では、その値が今度はクリフェッジになることもあり得るのであって、要するに、最も耐震裕度の低い機器について耐震補強工事を行えば、クリフェッジの値は上昇するものの、当該機器の耐震裕度の上昇と同程度にクリフェッジの値が上昇するとは限らないのである。

なお、債務者主張書面（1）161～162 頁、債務者異議審主張書面（1）20～21 頁で述べたとおり、ストレステストは、そのような大きさの地震動が現実に本件各発電所に到来し得るか否かといった発生の蓋然性の問題は一切捨象した上で、基準地震動 S s に対するプラントの総合的な余裕を、一定の前提の下で定量的に評価するために、特別に実施されたものであり、本件各発電所の耐震安全性が十分か否かを判断する主要な材料にはならないものである。

第3 「第3 イベントツリーについて」について

1 「1」について

(1) 回答

イベントツリーは、プラントシステムの安全性向上につながる要素を見つけることなどを目的として使われる解析手法の一つであり、起因事象⁴⁷ごとに、その事象を収束させるためのシナリオにおいて、失敗がどのように重畠すると燃料の重大な損傷に至るかを樹形状に示したものであって、事故発生時の対応マニュアルではない。ストレステストにおいては、イベントツリーは、クリフエッジを特定するために用いられている。このイベントツリーは、新規制基準下では、設置許可基準規則37条各項に基づくそれぞれの措置に関して、その有効性評価の対象となる事故シナリオ（事故シーケンス）を網羅的に抽出する際の確率論的リスク評価（PRA）で活用されている。

他方、イベントツリーに登場する対策に係る詳細な運転手順等は、事故対応マニュアルとして別途整備しており、かかるマニュアルは、保安規定⁴⁸に基づきプラントの状態に応じた運転手順等をまとめた文書の一つに位置付けられるものである。

2 「2」について

(1) 回答

- a ストレステストにおいて、事故原因につながる事象は十分に取り上げられていると考えられる。その根拠は以下のとおりである。
- b ストレステストの目的は、燃料の重大な損傷に至る事象の過程を同定し、プラントの総合的な安全余裕を評価する（クリフエッジを特定する）もので

⁴⁷ 起因事象とは、地震や津波による機器の損傷等に起因して生じ、有効な収束手段がとられなければ燃料の重大な損傷に至る可能性のある事象のことをいう。

⁴⁸ 原子炉等規制法43条の3の24により、発電用原子炉設置者は、保安規定を策定し、原子力規制委員会の認可を受けなければならないと定められている。

あることから、炉心損傷頻度の算出を目的とした確率論的リスク評価（以下、「PRA」という）の考え方に基づき、起因事象の検討を行っている⁴⁹。

かかるPRAの考え方に基づいて起因事象を抽出する際に活用する民間規格としては、社団法人日本原子力学会の「原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準：2007」（乙91）がある。当該評価実施基準は、日本原子力学会標準委員会の下に、地震ハザード、機器・建屋、事故シナリオの各分野における学術界・産業界の専門的技術者がそれぞれ数十名の規模で参集し、国内の従前の耐震研究成果や諸外国での検討状況を踏まえ、数年にわたって議論を重ねた上で策定されたものであり、炉心損傷に至る事故シナリオや起因事象の選定において考慮すべき事項や基本的な考え方、実施例などが記載されている。

c 起因事象の選定にあたっては、上記評価実施基準における考え方に基づき、以下の観点から詳細に検討を行った。

①発電所の設計及び運転に係るプラント情報の収集・分析

許認可書類や図面類に基づく設計情報、保安規定や運転手順書等の運転管理情報、国内及び米国の運転実績等に加え、耐震安全性評価計算書や配置図、現場確認等から得られる地震固有の関連情報を収集し、各種事象に対するプラント応答を分析した。

②地震により炉心損傷に至る事故シナリオの分析

上記①により収集したプラント情報を用いて；

- ・ 地震を起因として安全機能を有する構築物、系統及び機器が損傷することにより直接炉心損傷へつながる事故シナリオ
- ・ 地震による安全機能への間接的影響、余震による安全機能への影響、

⁴⁹ ストレステストの実施に係る平成23年7月22日付の原子力安全・保安院の指示文書（乙92、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた既設の発電用原子炉施設の安全性に関する総合評価の実施について」）においても、地震PRAや津波PRAの起因事象や事象展開に関する知見を活用することは妥当とされている。

経年劣化を考慮した場合の影響を考慮した事故シナリオをそれぞれ考慮し、想定すべき事故シナリオを広く抽出した。

③起因事象の選定

原子力発電所の内部で発生する人的過誤や設備の偶発的故障等に起因する事故シナリオに加え、上記②で分析した地震特有の事故シナリオから地震時に考慮すべき起因事象を選定した。選定にあたっては；

- ・国内外で実施された既往のP R Aで考慮されている事象、原子力安全委員会が定めた「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」（平成2年8月30日原子力安全委員会決定）に記載された事象、海外文献（EPRI-NP-2230）で評価されている事象との比較
- ・運転管理年報等による過去トラブル実績の確認

をそれぞれ実施して、起因事象が漏れなく選定されていることを確認した。

d 以上のように、債務者は、複数分野の専門家による数年にわたる議論を経て策定された信頼性の高い評価実施基準に依拠して、詳細な検討を行った上で、起因事象を選定しているのであり、事故原因につながる事象は十分に取り上げられているものと考えている。

第4 「第4 使用済燃料ピットについて」について

1 「1」について

乙93号証の1「高浜発電所3号機ピット関連施設図面」及び乙93号証の2「大飯発電所3号機ピット関連施設図面」として提出する。なお、両発電所とも、4号機のピット関連施設の位置や構造は、3号機とほぼ同様である。

2 「2」について

乙94号証「耐震安全性確認結果報告書」に示すとおりである。

なお、ストレステストの報告書に記載されている耐震安全性評価結果は、従前の基準地震動Ssに対するものであるのに対し、乙94号証は、新たに策定した本件各発電所の基準地震動に対する耐震安全性評価結果を記したものである。

3 「3」について

(1) 回答

債務者が債務者異議審主張書面(1)80頁において原決定を批判した趣旨は、原決定が、単に、福島第一原子力発電所事故においてある事象が発生したとの事実のみをもって、同様の事象発生の具体的危険性が高浜3、4号機にも存するという極めて短絡的な事実認定をしたことが不当であるというものである。債務者は、福島第一原子力発電所と本件各発電所におけるピット関連施設の位置・構造の相違が、質問事項記載の①ないし③などの冠水状態が保てなくなる事態に至る危険性にもたらす違いに関して、具体的かつ詳細な知見や情報を持ち合わせているわけではないが、福島第一原子力発電所事故において発生した事象は①のようなケースであるところ、同事象を一つの例として上記の違いを説明することはできる。

すなわち、福島第一原子力発電所と本件各発電所とでは、使用済燃料ピットの設置高さの差異(前者は構内道路から約30m上方、後者は構内道路に近

接した同じ高さで建屋に燃料搬出入用の扉がある), 他号機との共用の排気ラインの差異（前者はあるが、後者はない）が見られる。これらの差異を踏まえると、本件各発電所の使用済燃料ピットは、福島第一原子力発電所4号機の使用済燃料プールに比べて、アクセスが容易であり、また、共用の排気ラインからの水素流入に伴う水素爆発のおそれもないため、使用済燃料ピットへの給水による冠水状態の維持が格段に容易である。このようにみると、本件各発電所と福島第一原子力発電所とでは、冠水状態の維持が保てなくなる事態に至る危険性に違いがあることは明らかである（下記（2）イないしエ）。

なお、本件各発電所においては、①ないし③のような事態に対処するためには、多様な水源からの様々な給水手段を整備しており、これらについては、原子力規制委員会による新規制基準適合性審査において、その妥当性が確認されているところである（下記（2）オ）。

（2）詳細説明

ア 債務者が債務者異議審主張書面（1）80頁において原決定を批判した趣旨は、原決定が、福島第一原子力発電所と高浜3、4号機との異同を具体的に摘示し、その異同について吟味検討して具体的な事実認定をするという判断過程を経ることなく、単に、福島第一原子力発電所事故においてある事象が発生したとの事実のみをもって、同様の事象発生の具体的危険性が高浜3、4号機にも存するという極めて短絡的な事実認定をしたことが不当であるというものである。

福島第一原子力発電所の設備の全容は、債務者には必ずしも詳らかでないため、債務者は、福島第一原子力発電所と本件各発電所におけるピット関連施設の位置・構造の相違が、質問事項記載の①ないし③などの冠水状態が保てなくなる事態に至る危険性にどのような違いをもたらすのかという点に関する具体的な知見や情報を持ち合わせていない。しかし、福島第

一原子力発電所事故において発生した事象は①のようなケースであるところ、同事象を前提とすれば、例えば、次に述べるような違いを指摘することができる。

イ 福島第一原子力発電所においては、答弁書 61 頁で述べたとおり、平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震に伴って発生した津波により、全交流電源を喪失し、かつ、海水冷却機能を喪失したことによって、同発電所 1 ～ 3 号機に加え、定期検査中であった同発電所 4 号機についても、使用済燃料プールの全ての冷却設備及び補給設備の機能を喪失するに至った。

しかるところ、同発電所 4 号機の使用済燃料プールは、構内道路から約 30 m 上方に設置されていたことから、車両や要員のアクセス性が悪く、屋外から、自衛隊の高圧放水車や東京電力株式会社のコンクリートポンプ車（いわゆる「キリン」）によらねば給水活動ができないなど、使用済燃料プールへの給水は困難を極めた。その間、同発電所 4 号機では、同発電所 3 号機で発生した水素が共用の排気ラインを通じて流れ込み、使用済燃料プールが設置されている原子炉建屋内で水素爆発が発生する事態も生じた。

ウ 一方、本件各発電所においては、使用済燃料ピットは、構内道路に近接して同じ高さに設置されており、また、使用済燃料ピットを内包する建屋に燃料の搬出入用の扉が設けられている。そのため、万一の事態に屋外からホース等を用いて給水する場合にも、同建屋扉を開放するだけで、特別な機器（クレーン等）や運搬経路（階段、昇降機等）等を必要とせずに、車両や要員が容易にかつ短時間で使用済燃料ピットにアクセスすることが可能である。さらに、本件各発電所においては、福島第一原子力発電所 4 号機で発生した水素爆発の要因である他号機との共用の排気ラインは存在せず、他号機で発生した水素が排気ラインから流れ込んで使用済燃料ピットの建屋内で爆発するおそれはない。

エ 以上のように、福島第一原子力発電所事故において実際に発生した事象に

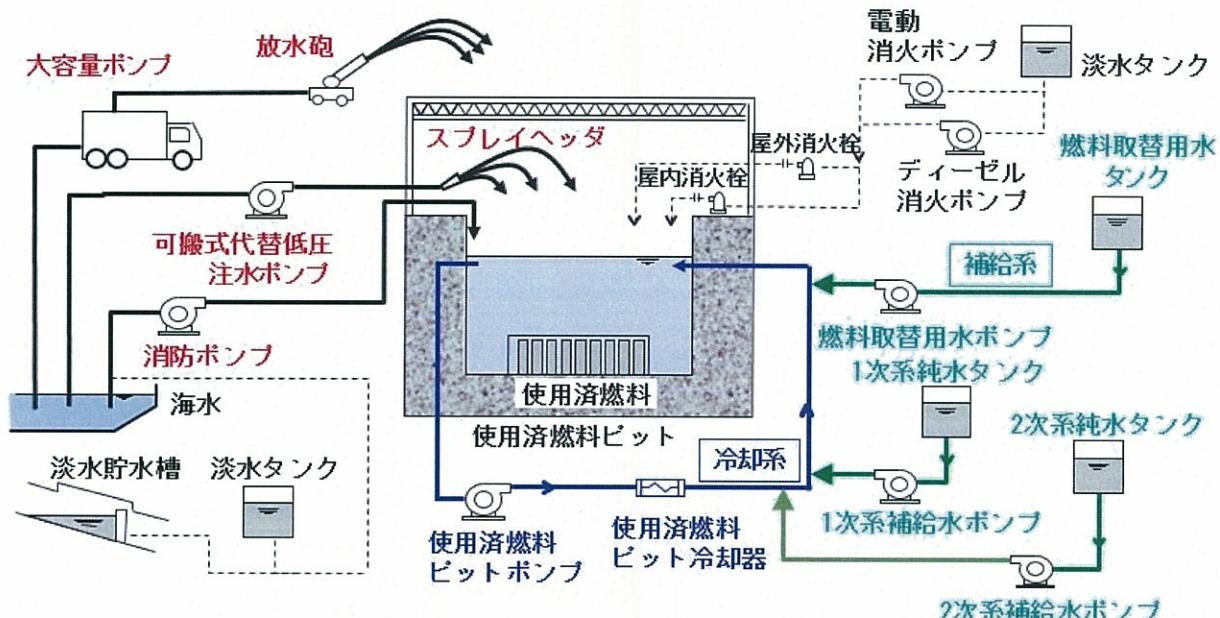
即してみると、使用済燃料ピット水の冷却設備及び補給設備が万一同時に機能喪失するような事態が発生した場合でも、本件各発電所においては、電源を必要としない（ガソリンで駆動する）消防ポンプ等を用いての使用済燃料ピットへの給水による冠水状態の維持が、福島第一原子力発電所に比べて格段に容易であり、冠水状態が保てなくなる事態に至る危険性に違いがあることは明らかである。これは、福島第一原子力発電所事故において発生した事実のみをもって、同様の事象発生の具体的危険性が高浜3, 4号機にも存するという原決定の事実認定の不当性を示す一つの顕著な例である。

オ なお、質問事項記載の①ないし③のような事態については、そもそもかかる事態の発生自体がおよそ考えられないが、いずれも、新規制基準（設置許可基準規則54条）において、その対処に必要な設備を設けることが要求されており、これを受けて債務者は、図表7のように、電源を必要としない（ガソリンで駆動する）可搬式の消防ポンプによる使用済燃料ピットへの直接注水等も含めて、多様な水源からの様々な給水手段を整備している。

その結果、高浜3, 4号機において、万一、①のような事態が発生した場合においても、使用済燃料の崩壊熱により使用済燃料ピット水が蒸発して、水位が、放射線遮へいに必要な最低レベル（使用済燃料上端から約4.5m上方）まで低下するまでの時間は約2.1日であるところ、消防ポンプによる注水開始に要する時間は約6.5時間であることから、余裕をもった対処（給水）が可能である。②のような事態においても、水位が放射線遮へいに必要な最低レベルまで低下するまでの時間は約1.4日であり、やはり余裕をもった対処（給水）が可能である。③のような事態については、何らかの理由で使用済燃料ピット水の大規模な漏えいが生じた場合でも、作業環境に応じ、使用済燃料ピットから離れた位置からのスプレイや屋外からの放水砲による放水活動を行うこととしている。

そして、債務者が整備した上記の様々な給水手段については、設置許可基準規則 54 条の要求内容であることから、原子力規制委員会による新規制基準適合性審査において、その妥当性が確認されている。

なお、大飯 3, 4 号機についても、高浜 3, 4 号機と同様の措置を講じ、同じように原子力規制委員会による審査を受けているところである。



【図表 7 使用済燃料ピットへの給水手段（高浜 3, 4 号機の例）】

4 「4」について

(1) 回答

ア 不審者の侵入や爆弾等の危険物持込みの防止について

(ア) 債務者は、本件各発電所において、核物質防護⁵⁰のため、実用炉規則 91 条 2 項の定めに基づき、防護区域、周辺防護区域及び立入制限区域という

⁵⁰ 核物質防護とは、核物質の盗難や不法な移転、又は原子力施設が破壊されて核物質が散逸すること等を物理的に防護することをいう。

三重の区域設定⁵¹を行った上で、必要な措置を講じている。

- (イ) まず、第三者の不法な接近等に対し、これを防止するため、防護区域をコンクリート壁等の強固な障壁によって区画し外部と遮断するとともに、周辺防護区域や立入制限区域の周辺にも、海側も含め、柵等や侵入検知装置等の物的障壁を設置し、また、各区域の出入口では本人確認による入退域管理を実施することで、不審者の侵入を防止している⁵²。
- (ウ) そして、上記に加えて、爆弾等の危険物の持込みを防止するため、防護区域、周辺防護区域及び立入制限区域それぞれの出入口において、持込み物品の点検を実施しており、特に、防護区域の出入口では、金属探知装置等を用いて点検を行うことで、爆弾等の危険物が持ち込まれないようにしている。
- (エ) なお、平成 18 年度から国による核物質防護検査制度が導入されており、国の検査官によって核物質防護規定⁵³の遵守状況に関する検査が行われ、物的障壁、監視装置及び入退域管理等の核物質防護対策の実施状況について確認を受けている。

イ 大規模テロ攻撃への対処について

- (ア) 航空機の衝突やミサイル等による大規模テロ攻撃については、「緊急対処事態⁵⁴」として、「武力攻撃事態等における国民の保護のための措置に

⁵¹ 原子力発電所においては、施設等の重要度に応じ、鉄筋コンクリート造の障壁によって区画された「防護区域」を設定し、その外側に柵等の障壁によって区画された「周辺防護区域」を設定し、部外者の侵入を防止している。これらの区域への部外者の侵入をより確実に防止するため、「周辺防護区域」の更に外側に設けられた区域が「立入制限区域」であり、柵等の障壁を設け、監視装置等を設置することにより、部外者の侵入を早期に察知、阻止できるようにしている。

⁵² 従来から 24 時間体制で原子力発電所の警備を実施してきたが、米国同時多発テロ以降、警備当局との連携のもと警備を強化しており、警察及び海上保安庁においても、陸上及び海上から 24 時間体制で厳重な警備が行われているところである。

⁵³ 核物質防護規定とは、原子炉等規制法 43 条の 3 の 27 に基づき、原子力規制委員会の認可を受けて、原子力発電所における核物質防護のための措置について具体的な事項を定めたものをいう。

⁵⁴ 緊急対処事態とは、武力攻撃に準ずるテロ等の事態をいい、危険性を内在する物質を有する施設等に対する攻撃が行われる事態等をいう。

する法律」に基づき、国が、対策本部を設置して、原子力災害への対処、放射性物質による汚染への対処等にあたることとなっており、債務者としては、同法に基づき定めている国民保護業務計画に則って、国と連携して対処していくこととなる。

(イ) 使用済燃料ピットが航空機の衝突等によるテロ攻撃の標的になった場合について敷衍して述べると、債務者としては、使用済燃料ピットの損傷状況に応じて、対応を検討することとなる。

具体的には、①使用済燃料ピットの水位が維持できている場合には、使用済燃料ピット周辺での作業が可能な状況であれば、可搬式設備による給水作業を行い、②使用済燃料ピットの水位が維持できない場合でも、使用済燃料ピット周辺での作業が可能な状況であれば、使用済燃料ピットへ水をスプレイして使用済燃料の冷却を行い、③使用済燃料ピット周辺での作業が不可能な状況であれば、使用済燃料ピットから離れた位置からの使用済燃料ピットへのスプレイ又は屋外からの放水砲による放水活動を行うこととしている。

これら①ないし③の方策は、実用炉規則 86 条に基づくものであり、原子力規制委員会による新規制基準適合性審査において、「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」に沿って、作業を行うための手順等について、確認を受けているところである。

ウ 国際的水準について

(ア) 上記アで挙げた実用炉規則 91 条 2 項が定める規制内容は、国際原子力機関（IAEA）の最新の勧告（INFCIRC-225 rev. 5）を反映した内容であり、国際的水準に比べ遜色ないものと言える。

(イ) また、米国においては、2001 年 9 月 11 日の同時多発テロの発生を受け、

米国原子力規制委員会（NRC）が、原子力施設に対する攻撃の可能性に備えた特別の対策を義務付ける命令（いわゆる B.5.b）を出し、その対応策を米国原子力エネルギー協会（NEI）が NEI06-12（B.5.b ガイド）としてまとめた。その後、過酷な自然災害にも対応できるよう強化を図り、同じく NEI12-06（FLEX ガイド）としてまとめた。これらのガイドラインは、NRCがエンドース（是認）している。

(ウ) そして、日本の新規制基準では、実用炉規則 86 条で、故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる発電用原子炉施設の大規模な損壊（以下、「大規模損壊」という）が発生した場合における措置を整備することが要求されるところとなり、債務者は、当該要求を受けての具体的対策として、外部注水ラインの敷設やスプレイによる冷却対応等、B.5.b と同様の対策を講じている。この点、原子力規制委員会による高浜 3, 4 号機の新規制基準適合性審査においても、大規模損壊に対する措置に係る審査の際に、上記の NEI がまとめた両ガイドラインの要求内容を満足していることにつき、逐条的に確認がなされた。したがって、高浜 3, 4 号機は、テロ攻撃による大規模損壊への対応策に関して、米国における規制要求と同様の内容を満足しているということになるのである。

なお、大飯 3, 4 号機についても、大規模損壊に関して、高浜 3, 4 号機と同様の措置を講じ、同じように原子力規制委員会による審査を受けることとなる。

第 5 「第 5 その他」について

乙 95 号証の 1「アクセスルートについて（高浜 3, 4 号機）」及び乙 95 号証の 2「アクセスルートについて（大飯 3, 4 号機）」に示すとおり、高浜 3, 4 号機、大飯 3, 4 号機いずれも、2 つのアクセスルートを設けている。

以上