

丙第150号証

平成28年(ヨ)第38号伊方原発3号機運転差止め仮処分命令申立事件（以下「第1事件」という。）

平成28年(ヨ)第109号伊方原発3号機運転差止め仮処分命令申立事件（以下「第2事件」という。）

決 定

別紙当事者目録記載のとおり

主 文

- 1 第1事件及び第2事件の各債権者らの申立てをいずれも却下する。
- 2 申立て費用は、第1事件及び第2事件の各債権者らの負担とする。

理 由

第1 申立ての趣旨

1 第1事件

債務者は、愛媛県西宇和郡伊方町九町コチワキ3番耕地40番地3において伊方発電所3号機の原子炉を運転してはならない。

2 第2事件

第1事件と同旨

第2 事案の概要

1 本件は、第1事件及び第2事件の各債権者ら（両者をまとめて以下「債権者ら」という。）において、債務者が設置、運転している発電用原子炉施設である伊方発電所（以下「本件発電所」という。）3号炉（以下「本件原子炉」という。）及びその附属施設（本件原子炉とまとめて以下「本件原子炉施設」という。）は、地震、火山の噴火、津波等に対する安全性が十分でないために、これらに起因する過酷事故を生じる可能性が高く、そのような事故が起これば外部に大量の放射性物質が放出されて債権者らの生命、身体、精神及び生活の平穀等に重大かつ深刻な被害が発生するおそれがあるとして、債務者に対し、人格権に基づく妨害予防請求権に基づき、本件原子炉の運転の差止めを命じる

仮処分を申し立てた事案である。

なお、第1事件及び第2事件は、当審において併合審理された。

- 2 前提事実（争いのない事実又は疎明資料等により容易に認定できる事実（特に認定根拠を掲記しないものは、争いがないか、審尋の全趣旨により容易に認定できる事実である。））

(1) 当事者

ア 債権者らは、広島市西区、広島市安佐南区、広島市中区又は松山市に居住する者である。債権者らのうち松山市に居住する者の肩書住所地と本件原子炉施設の距離は約60km、その他の債権者らの肩書住所地と本件原子炉施設との距離は約100kmである。

イ 債務者は、一部地域を除く四国4県へ電力供給を行う一般電気事業者であるとともに、愛媛県西宇和郡伊方町九町コチワキ3番耕地40番地3所在の本件発電所において、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（以下「原子炉等規制法」という。）2条5項所定の発電用原子炉を3機（1号炉ないし3号炉）設置している発電用原子炉設置者（同法43条の3の8第1項）である。

(2) 本件発電所の概要等

ア 本件発電所は、佐田岬半島の瀬戸内海側に位置している。

イ 本件発電所1号炉は、債務者において昭和47年11月29日に内閣総理大臣から原子炉設置許可処分を受けた上、昭和52年9月30日に営業運転を開始した発電用原子炉であり、同2号炉は、債務者において同年3月30日に内閣総理大臣から原子炉設置変更（増設）許可処分を受けた上、昭和57年3月19日に営業運転を開始した発電用原子炉である。もっとも、同1号炉は、平成23年9月4日に定期検査に入ったまま、平成28年5月10日付けで廃止され、同2号炉は、平成24年1月13日に定期検査に入った後、現在まで稼働していない。

本件発電所3号炉（本件原子炉）は、債務者において昭和59年5月24日、通商産業大臣（当時）に対し、原子炉設置変更（増設）許可申請を行い、昭和61年5月26日、同許可処分を受けた上、同年11月1日に建設工事を開始し、平成6年12月15日に営業運転を開始した発電用原子炉である。本件原子炉の定格電気出力は、89万キロワットである。

その後、本件原子炉は、平成23年4月29日に定期検査に入った（その後の経過については後記(9)のとおり。）。

(3) 原子力発電所の仕組み

ア 核分裂の仕組み

全ての物質は元素（原子）からなっており、原子の中心には原子核（陽子と中性子の集合体）がある。

1個の原子核が複数の原子核に分裂する現象を核分裂という。ウラン235の原子核は、核分裂の際に、大きなエネルギーとともに、核分裂生成物（放射性物質であるヨウ素131、キセノン133等）及び2個又は3個の中性子を発生させる。ウラン235は、核分裂性核種の一つとされ、中性子を吸収すると2個（まれに3個）に核分裂しやすい性質を有し、その核分裂によって発生した中性子の一部が別のウラン235の原子核に吸収されて次の核分裂を起こす（核分裂が次々と繰り返されることを核分裂連鎖反応という。）。

もっとも、ウラン235の原子核は、速度の遅い中性子（いわゆる熱中性子）に対する場合に核分裂しやすいところ、ウラン235の原子核の核分裂の際に生じる中性子は速度が速いため（いわゆる高速中性子），効率的にウラン235の核分裂を起こすには、核分裂によって生じた中性子の速度を熱中性子のそれにまで減速させる必要がある。また、核分裂を安定的に持続させていくためには、核分裂を起こす中性子の数を調整することも必要である。このため、原子炉では、前者の目的を達するために減速材

を、後者の目的を達するために制御材を、それぞれ用いている。

イ 原子力発電の仕組み

原子力発電は、核分裂連鎖反応によって持続的に生じるエネルギーを熱エネルギーとして取り出し、この熱エネルギーによって発生させた蒸気でタービンを回転させて行う発電である。

ウ 原子炉の種類

減速材を用いる原子炉のうち、減速材として軽水を用い、かつ、減速材を冷却材（炉心を冷却するとともに、原子炉で発生したエネルギーを取り出すための媒介となるもの）と兼用するものを軽水炉という。また、軽水炉のうち、冷却材を原子炉内で沸騰させ、その蒸気をタービンに直接送つて発電するタイプのものを沸騰水型原子炉といい、一次冷却系と二次冷却系を有し、原子炉で発生させた高温高圧の一次冷却材の持つ熱エネルギーを蒸気発生器を介して二次冷却系に伝達し、二次冷却系で発生した蒸気をタービンに送つて発電するタイプのものを加圧水型原子炉という。

本件原子炉は、加圧水型原子炉である。

(4) 本件原子炉施設の基本構成

ア 本件原子炉

(ア) 原子炉容器

原子炉容器は、燃料集合体等を収納する、胴部の厚さが約20cmの容器であり、内部は一次冷却材である軽水で満たされている。原子炉容器の材料は低合金鋼（鉄にマンガン、モリブデン、ニッケル等の合金元素を加えた金属材料）であるが、内面の一次冷却材と接触する部分には、腐食を防ぐためにステンレス鋼（鉄にクロム等を含有させた金属材料）を内張りしている。

(イ) 燃料集合体

燃料集合体は、原子力発電の燃料を成型し、焼き固めたペレットを燃

料被覆管の中に詰めた燃料棒を束ねたものである。

本件原子炉の燃料集合体は、二酸化ウラン又はウラン・プルトニウム混合酸化物を用いた燃料（いわゆるMOX燃料）からなる直径及び高さとも約10mm円柱状のペレットを、長さ約3.9mのジルコニア基合金製の管（燃料被覆管）に入れて密封溶接して燃料棒とし、これを17行17列の正方格子状に束ねた燃料集合体を157体装荷している。

(イ) 制御材

a ホウ素

ホウ素は、中性子を吸収しやすい性質を利用し、一次冷却材に添加して一次冷却材中のホウ素濃度を調整することによって、原子炉内の中性子の数を調整する目的で用いられる。一次冷却材中のホウ素濃度の調整は、平常運転時においては、体積制御タンク、充てんポンプ、ホウ酸タンク、ホウ酸ポンプ等の設備から構成される化学体積制御設備において濃度を調整したホウ酸水を一次冷却設備に注入するなどして行われる。

ホウ素を用いた制御は、主に、燃料集合体の取替えやその後の核分裂の進行に伴い原子炉中のウラン235の濃度が変化することによる比較的ゆっくりした反応度の変化に対する制御に用いられる。

b 制御棒

制御棒は、本件原子炉においては、燃料集合体の上部から挿入できるよう組み込まれており、制御棒の先端（下端）は、常に燃料集合体の中に入った状態となっている。また、1つの燃料集合体に挿入される制御棒の全ては上部で束ねられており、これを制御棒クラスタと呼ぶ。この制御棒クラスタを制御棒クラスタ駆動装置によって保持するとともに、原子炉内で上下に駆動させることで、原子炉内の中性子の数を調整し、核分裂の連鎖を安定した状態に制御する。通常運転時に

は、ほぼ全ての制御棒が引き抜かれた状態で原子炉内の核分裂反応は安定しているが、タービン出力が変化するなど急な原子炉出力調整の必要が生じた際には自動で上下駆動し原子炉出力を安定的に制御する。

また、緊急時には、原子炉トリップ遮断器（制御棒クラスタ駆動装置と電源を接続又は切断するための設備）が開放されて制御棒クラスタ駆動装置への電源が遮断され、制御棒クラスタを保持する力がなくなることにより、制御棒クラスタが自重で落下する仕組みとなっている（この仕組みを用いて緊急に制御棒を炉心に挿入し核反応を停止させることを、原子炉トリップという。）。

イ 一次冷却設備

一次冷却設備は、原子炉内で核分裂によって生じた熱エネルギーによって高温となった一次冷却材を蒸気発生器に送り、蒸気発生器内において一次冷却材と二次冷却材との間で熱交換を行い、その結果低温になった一次冷却材を、再び原子炉に戻し循環させる設備である。

一次冷却設備は、主に加圧器、蒸気発生器及び一次冷却材ポンプから構成されており、原子炉及びこれらの設備は、一次冷却材管によって接続され循環回路を形成している。本件原子炉はこの回路を3組有している（ただし、加圧器は3組で一つ設置）。このような一次冷却設備による循環回路は、放射性物質を閉じ込めるために全体として一つの障壁を形成しており、この障壁となる範囲のことを原子炉冷却材圧力バウンダリと呼称している。

ウ 二次冷却設備

二次冷却設備は、蒸気発生器内で熱交換を行って一次冷却材を除熱するとともに蒸気となった二次冷却材をタービンに送り、発電した後の蒸気を水に変えた後で、再び蒸気発生器に戻すための設備であり、主蒸気逃がし弁、タービン、復水器、主給水ポンプ、補助給水設備等から構成されて

いる。なお、二次冷却材は、放射性物質を含む一次冷却材とは隔離されているため、放射性物質を含んでいない。

エ 電気設備

(ア) 発電機

発電機は、二次冷却設備のタービンに同軸で直結され、タービンが回転するエネルギーをもとに電気を発生させる設備である。発生した電気は、需要家への供給だけでなく、本件発電所内の機器に供給されることになっている。

(イ) 外部電源

外部電源は、本件発電所とは別の発電所で発電した電気を本件発電所に供給するための設備であり、発電機の停止中に本件発電所内の機器を運転するのに必要な電気の供給源として位置づけられている。本件原子炉においては、外部電源として、川内変電所からの1ルート2回線、大洲変電所からの2ルート4回線の送電線及び亀浦変電所からの配電線が用意されている。

(ウ) 非常用ディーゼル発電機

非常用ディーゼル発電機は、発電機が停止しつつ外部電源が喪失した場合に、発電所の安全を確保するために必要な設備を起動するための設備である。非常用ディーゼル発電機は、本件原子炉においては、1台で必要な容量を有するものを2台、各々建屋内の別の部屋に備え、それぞれ7日間にわたって必要な電力を供給することができるだけの燃料を備蓄している。また、本件発電所においては、各原子炉をケーブルで接続して相互に電力を融通できるようにしており、例えば、本件原子炉の非常用ディーゼル発電機が2台とも使えない場合に他の原子炉の非常用ディーゼル発電機を本件原子炉の電源として使用することができる。

(エ) 直流電源設備

直流電源設備は、2組のそれぞれ独立した蓄電池、充電器、直流コントロールセンタ等で構成され、発電機が停止し、かつ、外部電源及び非常用ディーゼル発電機からの交流電源を全て喪失した場合であっても、原子炉の温度、圧力等を監視・制御するために必要な機器に電気を供給することを目的としている。

才 工学的安全施設

(ア) 原子炉格納容器

放射性物質を閉じ込める施設として、原子炉格納容器及びコンクリート遮へい壁を設けている。

原子炉格納容器は、原子炉及び一次冷却設備等を囲っている気密性の極めて高い密封容器で、炭素鋼を材料としている。その内容量は、約6万7400m³であり、胴部の厚さは約4.5cmである。原子炉格納容器は、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管の破損により一次冷却材喪失事故 (Loss of Coolant Accident。以下「LOCA」という。) 等が発生した場合に圧力障壁となり、放射性物質の放出に対する障壁となる。

また、コンクリート遮へい壁は、原子炉格納容器のさらに外側をコンクリートで囲んでおり、胴部の厚さは最大で約140cmである。

原子炉格納容器とコンクリート遮へい壁の間には密閉された円環状空間であるアニュラス部を設け、二重格納の機能を持たせている。

(イ) 非常用炉心冷却設備

非常用炉心冷却設備は、仮にLOCA等が発生して一次冷却材が減少し原子炉を冷却する機能が低下した場合であっても、原子炉にホウ酸水を注入することで、燃料の重大な損傷を防止するための設備である。非常用炉心冷却設備には、蓄圧注入系、高圧注入系及び低圧注入系があり、それぞれ複数の系統を設けている。

蓄圧注入系は、LOCA等が発生し、一次冷却系の圧力が低下すると、自動的に、ホウ酸水を原子炉容器内に注入する。ホウ酸水は蓄圧タンク内に封入した窒素ガスの圧力によって注入されるため、外部電源等の駆動源は必要としない。

高圧注入系及び低圧注入系は、電動ポンプにより、ホウ酸水を原子炉容器内に注入する。高圧注入系で用いるポンプは高圧注入ポンプ、低圧注入系で用いるポンプは余熱除去ポンプ（低圧注入系は、通常の原子炉停止時において原子炉の崩壊熱等を除去し一次冷却材の温度を下げる機能も有しております、余熱除去系の役割の一部を担う。）であり、系統ごとに1台ずつ設置されている。

(ウ) 原子炉格納容器スプレイ設備

原子炉格納容器スプレイ設備は、格納容器スプレイポンプ、スプレーリング等で構成されている。LOCA等が発生した場合に、核分裂により生成された放射性ヨウ素を吸収しやすくなる薬剤を添加しながら原子炉格納容器内にホウ酸水を噴霧することで、原子炉格納容器内の水蒸気を凝固させて圧力上昇を抑えるとともに、原子炉格納容器内に浮遊する放射性ヨウ素等を除去する機能を持つ。

(エ) アニュラス空気再循環設備

アニュラス空気再循環設備は、アニュラス排気ファン、アニュラス排気フィルタユニット等で構成されている。LOCA等が発生した場合に、アニュラス部を負圧に保つ一方、原子炉格納容器からアニュラス部に漏えいした空気を浄化しながら再循環させ、もって、上記漏えいに係る空気に含まれる放射性物質が外部へ放出されることを抑制するための設備である。本件原子炉においては、アニュラス排気フィルタユニットは、ヨウ素除去効率95%以上、粒子除去効率99%以上の性能を有する。

カ 使用済燃料ピット

使用済燃料ピットは、原子炉から取り出された使用済燃料を貯蔵する設備である。本件原子炉においては燃料取扱棟内に設置されており、壁面及び底部を鉄筋コンクリート造とし、その内面にステンレス鋼板を内張りした構造物である。

使用済燃料ピットは、通常、水位12mのホウ酸水で満たされており、使用済燃料から発生する崩壊熱を除去するために冷却設備により継続的に冷却され、水温約40°C以下に保たれている。使用済燃料ピット内では、長さ約4mの使用済燃料を燃料ラックに垂直に立てた状態で収納し、使用済燃料からの放射線を遮へいするべく、使用済燃料の上端から水面までの水位は約8m確保されている。そして、使用済燃料ピットの水位等は常時監視されており、蒸発等によって失われる使用済燃料ピット水を補給するための設備を備えている。また、使用済燃料ピットは、外部からの注水を想定し、その水面の高さを構内道路面と同レベルとし、かつ、構内道路に近接した場所に配置されている。

(5) 本件原子炉における耐震設計（2011年東北地方太平洋沖地震まで）

ア 従来、原子力安全委員会は、発電用原子炉施設の耐震設計に関する安全審査を行うに当たり、昭和53年11月8日付け決定に基づき、同年9月29日に原子力委員会が安全審査の経験をふまえ、地震学、地質学等の知見を工学的に判断して策定した「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」を用いてきた。

そして、原子力安全委員会は、昭和56年6月12日付けで原子炉安全基準専門部会から提出のあった報告書の内容を検討した結果、静的地震力の算定法等について、新たな知見により見直すことが妥当であると考えられたため、静的地震力の算定法等について見直しを行うこととし、同年7月20日付で、上記指針に代わるものとして、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（乙19。ただし、平成18年に改訂される前の

もの。以下「旧耐震指針」という。)によるべき旨を決定した。旧耐震指針は、平成13年3月に一部改訂された。

旧耐震指針においては、過去の地震から見て原子炉施設の敷地に影響を与えるおそれのある地震及び近い将来敷地に影響を与えるおそれのある活動度の高い活断層による地震のうち、最も影響の大きいものを、工学的見地から起こることを予期することが適當と考えられる地震として「設計用最強地震」を設定すること、また、敷地周辺の活断層の性質、地震地体構造及び直下地震を考慮し、設計用最強地震を超える地震の発生が地震学的見地から否定できない場合には、これを「設計用限界地震」として設定することが求められていた。

債務者は、本件原子炉を新設するに当たり、旧耐震指針に基づいて耐震設計を行い、設計用最強地震によってもたらされる地震動を基準地震動S1（最大加速度221ガル）とし、設計用限界地震によってもたらされる地震動を基準地震動S2（最大加速度473ガル）と策定した。

イ その後、原子力安全委員会は、平成18年9月19日、旧耐震指針の策定から上記時点までにおける地震学及び地震工学に関する新たな知見の蓄積並びに発電用軽水炉施設の耐震設計技術の改良及び進歩を反映し、旧耐震指針を全面的に見直した結果として、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（乙21。以下「改訂耐震指針」という。）によるべき旨を決定した。

改訂耐震指針においては、基準地震動を基準地震動S_sに一本化することとし、これを「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」と「震源を特定せず策定する地震動」とに分けて策定することとした。敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の地震動評価は、応答スペクトルに基づく地震動評価において設定した設計用応答スペクトルと、断層モデルを用いた手法による地震動評価において検討対象とする地震ごとに設定した応答ス

ペクトルとを基に、それらを比較して策定することとされた。また、震源を特定せず策定する地震動は、旧耐震指針の基準地震動 S 2 における直下地震の考慮に対応し、敷地近傍において発生する可能性がある内陸地殻内地震の全てを事前に評価し得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づけられた。

ウ 原子力安全・保安院は、平成 18 年 9 月 20 日、原子力事業者に対し、稼働中又は建設中の発電用原子炉施設等につき、改訂耐震指針に照らした耐震安全性評価（以下「耐震バックチェック」という。）の実施と、そのための実施計画の作成を求めた（甲 C 10）。これを受け、債務者は、改訂耐震指針に基づき、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち、応答スペクトルに基づく地震動評価において求めた検討対象地震による地震動の応答スペクトルを包絡させるなどして設定した設計用応答スペクトルを基に基準地震動 S s - 1（最大加速度 570 ガル）を策定し、断層モデルを用いた地震動評価の結果、基準地震動 S s - 1 の応答スペクトルを一部の周期で超えた地震動を基準地震動 S s - 2（最大加速度 413 ガル）として策定した。なお、債務者は、震源を特定せず策定する地震動については、全ての周期において基準地震動 S s - 1 の応答スペクトルに包絡されるとして、基準地震動として設定しなかった。

(6) 2011 年東北地方太平洋沖地震及び東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故

平成 23 年 3 月 11 日、2011 年東北地方太平洋沖地震（以下「東北地方太平洋沖地震」という。）が発生した。同地震は、三陸沖の太平洋海底を震源とする海溝型のプレート間地震（M_w（モーメントマグニチュード）9.0）であった。

その当時、東京電力株式会社（以下「東京電力」という。）福島第一原子

力発電所（以下「福島第一原発」という。）には、いずれも沸騰水型軽水炉である発電用原子炉1号機ないし6号機が設置されていた。このうち、運転中であった1号機ないし3号機は、地震を感じた直後に自動的に緊急停止したものの、地震による外部からの送電設備の損傷や津波等により、結果的に、1号機、2号機は全電源を、3号機は全交流電源を、いずれも喪失した。このため、1号機ないし3号機は、冷却機能を失い、相次いで炉心溶融を起こした。そして、原子炉建屋の水素爆発（1号機及び3号機）、ブローアウトパネルの脱落による原子炉建屋内部と外気との連絡（2号機）及びベント（原子炉格納容器内の圧力を下げるために放射性物質を含む空気をあえて排出する措置。1号機及び3号機）等により、放射性物質が大量に外部に放出された。（福島第一原発において上記のとおり生じた一連の事象をまとめて以下「福島第一原発事故」という。甲C10）

福島第一原発事故の結果、避難区域指定は福島県内の12市町村に及び、避難した人数は、平成23年8月29日の時点において、合計約14万6520人に達した（甲C10）。また、東京電力福島原子力発電所事故調査委員会法に基づいて設置された東京電力福島原子力発電所事故調査委員会（以下「国会事故調査会」という。）の調査によれば、福島第一原発を中心とする半径20km圏内にある7つの病院と介護老人保健施設に入院し又は入所していた者で、平成23年3月末までに死亡した者は、合計で少なくとも60人に上った（甲C10）。

(7) ストレステストの実施

福島第一原発事故の後、原子力安全委員会は、経済産業大臣に対し、既設の発電用原子炉施設について、設計上の想定を超える外部事象に対する頑健性について総合的に評価することなどを要請した。そこで、内閣官房長官、経済産業大臣及び内閣府特命担当大臣は、平成23年7月11日、新たな安全評価を実施することとした。これを受け、原子力安全・保安院は、同月2

2日、債務者を含む各電力会社等に対し、福島第一原発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（各発電用原子炉施設において想定した基準地震動 S s を超える地震が発生したときに、安全上重要な施設や機器等がどの程度まで安全性を確保できるか（どの程度まで燃料の損傷が生じずに耐えられるか）という発電用原子炉施設の総合的な余裕を定量的に評価するもの。以下「ストレステスト」という。）の実施を行い、その結果について報告をするよう求めた。

債務者は、上記求めに応じて本件原子炉施設につきストレステストを実施し、当時の基準地震動 S s （最大加速度 570 ガル）に対するクリフエッジ（燃料が重大な損傷に至る状態等、事象が進展、急変し状況が大きく変わる境）を求め、本件原子炉については、1.50 倍の安全裕度を有していることを確認した。

(8) 福島第一原発事故を受けた規制の強化

ア 原子力安全委員会は、平成24年3月、東北地方太平洋沖地震によって得られた知見等を踏まえ、約9か月に渡る公開の場での検討を行い、津波に関わる安全設計方針の明確化をはじめ、プレート間地震、プレート内地震の震源領域や地震規模等の不確かさ（ばらつき）の考慮に関する規定の追加などを内容とした耐震指針等の見直しを行った（乙125）。

イ 平成24年6月27日、原子力規制委員会設置法（平成24年法律第47号。以下「設置法」という。）が新たに施行された。

（ア）設置法附則に基づき、原子力基本法及び原子炉等規制法がそれぞれ次のとおり改正された（以下「本件改正」という。）。

a 原子力基本法

同法の基本方針として、原子力利用は「安全の確保を旨として」行われることがもともと規定されていたところ（同法2条1項），その安全確保については、「確立された国際的な基準を踏まえ、国民の生

命、健康及び財産の保護、環境の保全並びに我が国の安全保障に資することを目的として、行うものとする」との規定が追加された（同条2項）。

b 原子炉等規制法

同法の目的として、「原子炉の設置及び運転等」に関し、「大規模な自然災害及びテロリズムその他の犯罪行為の発生も想定した必要な規制」を行うこと、「もって国民の生命、健康及び財産の保護、環境の保全並びに我が国の安全保障に資することを目的とする」ことが追加され（同法1条），原子力規制委員会が設置許可基準に係る規則を定めること（同法43条の3の6第1項4号），保安措置に重大事故対策を含めること（同法43条の3の22第1項等），当該基準に適合していない場合には、発電用原子炉の設置者に対して、使用停止等の処分を行うことができる旨規定すること（同法43条の3の23第1項），40年の運転期間の制限の原則を設けること（同法43条の3の32）などが新たに定められた。

(イ) 設置法は、福島第一原発事故を契機に明らかとなった原子力の研究、開発及び利用（以下「原子力利用」という。）に関する政策に係る縦割り行政の弊害を除去し、並びに一の行政組織が原子力利用の推進及び規制の両方の機能を担うことにより生ずる問題を解消するため、原子力利用における事故の発生を常に想定し、その防止に最善かつ最大の努力をしなければならないという認識に立って、確立された国際的な基準を踏まえて原子力利用における安全の確保を図るために必要な施策を策定し、又は実施する事務を一元的につかさどるとともに、その委員長及び委員が専門的知見に基づき中立公正な立場で独立して職権を行使する原子力規制委員会を設置し、もって国民の生命、健康及び財産の保護、環境の保全並びに我が国の安全保障に資することを目的とするものである（同

法1条)。

原子力規制委員会は、設置法に基づいて設置された機関であって、国家行政組織法3条2項の規定に基づく環境省の外局として位置づけられる(設置法2条)。そして、原子力規制委員会は、国民の生命、健康及び財産の保護、環境の保全並びに我が国の安全保障に資するため、原子力利用における安全の確保を図ることを任務とし(同法3条)、同任務を達成するために原子力利用における安全の確保に関することなどの事務をつかさどる(同法4条)。その組織は、委員長及び委員4人からなり(同法6条1項)，独立してその職権を行うこととされているところ(同法5条)，委員長及び委員は、人格が高潔であって、原子力利用における安全の確保に関して専門的知識及び経験並びに高い識見を有する者のうちから、両議院の同意を得て、内閣総理大臣が任命するものとされている(同法7条1項)。また、原子力規制委員会は、その所掌事務について、法律若しくは政令を実施するため、又は法律若しくは政令の特別の委任に基づいて、原子力規制委員会規則を制定することができるものとされている(同法26条)。

原子力規制委員会には、その事務を処理させるため、事務局として原子力規制庁が置かれ、原子力規制庁長官は、原子力規制委員会委員長の命を受けて庁務を掌理する(同法27条)。なお、原子力規制庁の職員は、幹部職員のみならず、それ以外の職員についても、原子力利用の推進に係る事務を所掌する行政組織への配置転換を認めないこととされる(いわゆる「ノーリターンルール」。同法附則6条2項)。

ウ 原子力規制委員会の発足に伴い、原子力安全委員会は廃止された。

このため、原子力安全委員会が策定した原子炉設置変更許可における基準等を原子力規制委員会規則等として定めることが必要となった(原子炉等規制法43条の3の6第1項4号参照)。そこで、原子力規制委員会は、

同委員会の下に「発電用軽水型原子炉の新規制基準に関する検討チーム」（以下「新規制基準検討チーム」という。）、「発電用軽水型原子炉施設の地震・津波に関わる規制基準に関する検討チーム」（以下「地震津波基準検討チーム」という。）等を置き、検討を行った。

このうち、新規制基準検討チームは、平成24年10月以降、国際原子力機関（以下「IAEA」という。）等の国際機関の安全基準、米国、英国等の主要国の各規制内容のほか、福島第一原発事故を踏まえた各事故調査委員会の主な指摘事項の内容に関するものを整理し、これらと安全設計審査指針等とを比較した上で、国や地域等の特性に配慮しつつ、我が国の規制として適切な内容を検討した。また、上記の頃、新規制基準検討チームは、原子力安全委員会の下で取りまとめられた耐震指針等の改訂案のうち、地震及び津波に関わる安全設計方針として求められている各要件について改めて分類、整理し、必要な見直しを行った上で基準骨子案の構成要素とする方針を示した。地震津波基準検討チームは、この方針に基づき、平成24年11月以降、地震及び津波について、IAEA安全基準、米国、フランス及びドイツの各規制内容のほか、福島第一原発事故を踏まえた各事故調査委員会の主な指摘事項のうち耐震関係基準の内容に関するものを整理し、これらと改訂耐震指針とを比較した上で、国や地域等の特性に配慮しつつ、我が国の規制として適切な内容を検討した。また、地震津波基準検討チームは、発電用原子炉施設における安全対策への取組みの実態を確認するため、電気事業者に対するヒアリングを実施するとともに、東北電力株式会社（以下「東北電力」という。）女川原子力発電所の現地調査を実施し、これらの結果も踏まえ、安全審査の高度化を図るべき事項についての検討を進めた。（以上につき、乙124～127）

エ 上記ウの各検討チームは、原子力規制委員会担当委員、多様な学問分野の外部有識者をはじめ、原子力規制庁及び旧独立行政法人原子力安全基盤

機構の職員らが出席して検討を重ねた。このうち、新規制基準検討チームは平成24年10月から翌25年6月までに23回、地震津波基準検討チームは平成24年11月から翌25年6月までに13回、それぞれ会合を開いた。

原子力規制委員会は、上記検討に先立ち、平成24年10月、電気事業者等に対する原子力安全規制等に関する決定を行うに当たり、その参考として、外部の有識者（以下「外部有識者」という。）から意見を聞く場合において検討会等の中立性を適切に確保することを目的として、利益相反に関連する可能性のある情報として、外部有識者の電気事業者等との関係に関する情報の公開を行うための運用等を定め、上記各検討チームを構成する外部有識者についても、上記運用に従って電気事業者等との関係について自己申告させるとともに、その申告内容を同委員会のウェブサイト上で公開した。また、原子力規制委員会は、上記各検討チームが開いた会合については、当該会合に供された資料及び議事録も同様の方法により公開した。（以上につき、乙75、124～126、131、132）

オ 原子力規制委員会は、上記検討の過程で、平成25年4月から同年5月にかけ、原子力規制委員会規則等に加え、同委員会における審査基準に関する内規等について、意見公募手続（この種の手続を以下「パブリックコメント」ということがある。）に付した。地震津波基準検討チームは同年6月6日に開いた第13回会合において地震に関する審査基準を定めた内規について、新規制基準検討チームは同月3日に開いた第23回会合において地震を除く各種審査基準を定めた内規や原子力規制委員会規則等について、それぞれ同手続で募った意見を踏まえて各自その検討を遂げた。その結果、そのころ、後記カ(ア)の一連の規制基準をめぐる法令が整備されるとともに（以下「新規制基準」という。），それを受けた内規である同(イ)の各審査基準の策定に至った。設置法、設置許可基準規則等は、同年7月

8日に施行された。（以上につき、乙68、131、132）

カ(ア) 発電用原子炉を設置しようとする者は、政令で定めるところにより、原子力規制委員会の許可（原子炉設置許可）を受けなければならず（原子炉等規制法43条の3の5第1項），原子力規制委員会は、上記許可の申請があった場合においては、その申請が同法43条の3の6第1項各号所定の基準に適合していると認めるとときでなければ、上記許可をしてはならない（同法43条の3の6第1項）。そして、原子炉設置許可を受けた者が、使用の目的、発電用原子炉の型式、熱出力及び基数、発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備等の事項（同法43条の3の5第2項2ないし5号又は8ないし10号に掲げる事項）を変更しようとするときは、政令で定めるところにより、原子力規制委員会の許可（原子炉設置変更許可）を受けなければならないが（同法43条の3の8第1項），この場合にも同法43条の3の6第1項が準用される（同法43条の3の8第2項）。

ところで、上記原子炉設置許可及び原子炉設置変更許可の基準の一つである「発電用原子炉施設の位置、構造及び設備が核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物又は発電用原子炉による災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準に適合すること」（原子炉等規制法43条の3の6第1項4号、43条の3の8第2項）にいう「原子力規制委員会規則」が「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（平成25年6月28日原子力規制委員会規則第5号。以下「設置許可基準規則」という。）である。

(イ) そして、設置許可基準規則の解釈を示したものが「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」（原規技発第1306193号（平成25年6月19日原子力規制委員



会決定）。以下「設置許可基準規則解釈」という。乙68）である。

また、原子力規制委員会は、平成25年6月19日、原子炉設置許可及び原子炉設置変更許可の審査に活用するため、「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。乙39）、「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」（以下「津波ガイド」という。乙156）及び「原子力発電所の火山影響評価ガイド」（以下「火山ガイド」という。乙147）等の内規を策定した。

(9) 本件原子炉の運転再開

ア 債務者は、平成25年7月8日、原子力規制委員会に対し、本件原子炉に係る原子炉設置変更許可を申請するとともに（以下「本件申請」という。），工事計画認可及び保安規定変更認可の各申請をした。

本件申請については、平成27年5月21日から同年6月19日までの間、原子力規制委員会が作成した本件原子炉施設の変更をめぐる審査書案に対する科学的・技術的意見の公募手続（パブリックコメント）が実施された上、同年7月15日に開催された平成27年度第19回原子力規制委員会において、「四国電力株式会社伊方発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書（3号原子炉施設の変更）に関する審査書」の案が了承され、同申請に対する原子力規制委員会の許可処分がなされた（乙13、77）。また、工事計画認可申請については平成28年3月23日に、保安規定変更認可申請については同年4月19日に、それぞれ原子力規制委員会の認可処分がされた（乙78、79）。

イ その後、本件原子炉については、同年9月7日、安全対策工事の内容が認可を受けた工事計画どおりであることなどを確認する検査（使用前検査）が終了し、その頃、通常運転を再開した。

(10) 本件原子炉施設の耐震設計等（東北地方太平洋沖地震後－基準地震動）

ア 新規制基準等の内容について（乙39、68）

設置許可基準規則4条3項は、「耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（以下「基準地震動による地震力」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない」と定めているところ、同規則解釈別記2第5項は、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し、次の方針により策定することと定めている（なお、基準地震動の妥当性を厳格に確認するため、設置許可基準規則及び同規則解釈をさらに敷衍した内容の地震ガイドが定められている。）。

- (ア) 基準地震動は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定すること。
- (イ) 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」は、内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震について、敷地に大きな影響を与えると予想される地震（以下「検討用地震」という。）を複数選定し、選定した検討用地震ごとに、不確かさを考慮して応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価を、解放基盤表面までの地震波の伝播特性を反映して策定すること。なお、上記の「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」については、次に示す方針により策定すること。
- a 内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震について、活断層の性質や地震発生状況を精査し、中・小・微小地震の分布、応力場、及び地震発生様式（プレートの形状・運動・相互作用を含む。）に関する既往の研究成果等を総合的に検討し、検討用地震を複数選定すること。

- b 内陸地殻内地震に関しては、次に示す事項を考慮すること。
- (a) 震源として考慮する活断層の評価に当たっては、調査地域の地形・地質条件に応じ、既存文献の調査、変動地形学的調査、地質調査、地球物理学的調査等の特性を活かし、これらを適切に組み合わせた調査を実施した上で、その結果を総合的に評価し活断層の位置・形状・活動性等を明らかにすること。
- (b) 震源モデルの形状及び震源特性パラメータ等の評価に当たっては、孤立した短い活断層の扱いに留意するとともに、複数の活断層の運動を考慮すること。
- c プレート間地震及び海洋プレート内地震に関しては、国内のみならず世界で起きた大規模な地震を踏まえ、地震の発生機構及びテクトニクス的背景の類似性を考慮した上で震源領域の設定を行うこと。
- d 上記aで選定した検討用地震ごとに、後記(a)の応答スペクトルに基づく地震動評価及び(b)の断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施して策定すること。なお、地震動評価に当たっては、敷地における地震観測記録を踏まえて、地震発生様式及び地震波の伝播経路等に応じた諸特性（その地域における特性を含む。）を十分に考慮すること。
- (a) 応答スペクトルに基づく地震動評価
- 検討用地震ごとに、適切な手法を用いて応答スペクトルを評価のうえ、それらを基に設計用応答スペクトルを設定し、これに対して、地震の規模及び震源距離等に基づき地震動の継続時間及び振幅包絡線の経時的变化等の地震動特性を適切に考慮して地震動評価を行うこと
- (b) 断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価
- 検討用地震ごとに、適切な手法を用いて震源特性パラメータを設

定し、地震動評価を行うこと。

- e 上記 d の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。
 - f 内陸地殻内地震について選定した検討用地震のうち、震源が敷地に極めて近い場合は、地表に変位を伴う断層全体を考慮した上で、震源モデルの形状及び位置の妥当性、敷地及びそこに設置する施設との位置関係、並びに震源特性パラメータの設定の妥当性について詳細に検討するとともに、これらの検討結果を踏まえた評価手法の適用性に留意の上、上記 e の各種の不確かさが地震動評価に与える影響をより詳細に評価し、震源の極近傍での地震動の特徴に係る最新の科学的・技術的知見を踏まえた上で、さらに十分な余裕を考慮して基準地震動を策定すること。
 - g 検討用地震の選定や基準地震動の策定に当たって行う調査や評価は、最新の科学的・技術的知見を踏まえること。また、既往の資料等について、それらの充足度及び精度に対する十分な考慮を行い、参照すること。なお、既往の資料と異なる見解を採用した場合及び既往の評価と異なる結果を得た場合には、その根拠を明示すること。
 - h 施設の構造に免震構造を採用する等、やや長周期の地震応答が卓越する施設等がある場合は、その周波数特性に着目して地震動評価を実施し、必要に応じて他の施設とは別に基準地震動を策定すること。
- (ウ) 「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。なお、上記の「震源を特定せず策定する地震動」については、次に示す方針により策定すること。

- a 解放基盤表面までの地震波の伝播特性を必要に応じて応答スペクトルの設定に反映するとともに、設定された応答スペクトルに対して、地震動の継続時間及び振幅包絡線の経時的変化等の地震動特性を適切に考慮すること。
- b 上記の「震源を特定せず策定する地震動」として策定された基準地震動の妥当性については、申請時における最新の科学的・技術的知見を踏まえて個別に確認すること。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、確率論的な評価等、各種の不確かさを考慮した評価を参考すること。

(エ) 基準地震動の策定に当たっての調査については、目的に応じた調査手法を選定するとともに、調査手法の適用条件及び精度等に配慮することによって、調査結果の信頼性と精度を確保すること。また、上記の「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」の地震動評価においては、適用する評価手法に必要となる特性データに留意の上、地震波の伝播特性に係る次に示す事項を考慮すること。なお、上記の「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」については、それぞれが対応する超過確率を参照し、それぞれ策定された地震動の応答スペクトルがどの程度の超過確率に相当するかを把握すること。

- a 敷地及び敷地周辺の地下構造（深部・浅部地盤構造）が地震波の伝播特性に与える影響を検討するため、敷地及び敷地周辺における地層

の傾斜、断層及び褶曲構造等の地質構造を評価するとともに、地震基盤の位置及び形状、岩相・岩質の不均一性並びに地震波速度構造等の地下構造及び地盤の減衰特性を評価すること。なお、評価の過程において、地下構造が成層かつ均質と認められる場合を除き、三次元的な地下構造により検討すること。

b 上記 a の評価の実施に当たって必要な敷地及び敷地周辺の調査については、地域特性及び既往文献の調査、既存データの収集・分析、地震観測記録の分析、地質調査、ボーリング調査並びに二次元又は三次元の物理探査等を適切な手順と組合せて実施すること。

イ 債務者による基準地震動の策定について

債務者は、次のとおりの調査、検討に基づき、基準地震動を策定した（乙11、13、31、35、40、42）。

(ア) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

a 検討用地震の候補とする地震の選定

(a) 被害地震の調査

債務者は、本件原子炉施設の敷地（以下「本件敷地」ということがある。）周辺の被害地震について、地震史料及び明治以降の地震観測記録を基に、地震の震央位置、規模等をまとめた地震カタログ（「最新版 日本被害地震総覧」、「宇津カタログ（1982）」、「気象庁地震カタログ」等）による調査を行った。この調査によって抽出した地震について、規模及び位置等に関する最新の知見とともに本件敷地に影響を及ぼす地震として、本件敷地の震度が5弱（1996年以前は旧気象庁震度階級でV）程度以上であったと推定される地震を以下のとおり選定した。

・ 土佐その他南海・東海・西海諸道の地震（684年、M8

- ・ 日向灘の地震（1498年，M7.1/4）
- ・ 安芸・伊予の地震（1649年，M6.9）
- ・ 宝永地震（1707年，M8.6）
- ・ 安政南海地震（1854年，M8.4）
- ・ 伊予西部の地震（1854年，M7.0）
- ・ 豊後水道の地震（1968年，M6.6）

(b) 国の機関等による知見

地震調査研究推進本部（以下「地震本部」という。）は、長期的な観点から、南海トラフ沿いの地震について、四国沖から浜名湖沖までの領域を震源域とする地震を想定し、その評価のとりまとめを行っているところ、平成13年に、南海トラフ沿いの地震の発生位置（領域）及び震源域の形態を、既往の調査結果から総合的に判断して一定のモデルを提案し（想定南海地震（地震本部，M8.4）），また、平成17年には、日向灘のプレート間地震についても、1968年日向灘地震及び1662年の日向灘の地震に係る強震動評価を実施して断層モデルを示した（日向灘の地震（地震本部，M7.6））。

中央防災会議は、平成15年、「東南海・南海地震等に関する専門調査会」を設置し、東南海・南海地震などの過去の地震発生例を参考にして、東海地震、東南海地震及び南海地震をさまざまに組み合わせたケースを想定した検討を行い、想定南海地震として一定のモデルを設定した（想定南海地震（中央防災会議，M8.6））。

内閣府の「南海トラフの巨大地震モデル検討会」（以下「内閣府検討会」という。）は、南海トラフの巨大地震を対象として、過去に南海トラフで発生した地震の特徴やフィリピン海プレートの構造等に関する特徴などの現時点の科学的知見に基づきあらゆる可能性

を考慮した最大クラスの巨大な地震として、駿河湾から日向灘までを震源断層域とするM 9クラスを想定した検討を行った。そして、南海トラフの巨大地震として4ケースのモデルを設定している。本件敷地に最も影響があると考えられるのは、強震動生成域が最も敷地の近傍に配置されている「陸側ケース」（内閣府検討会、M 9.0）である。

(c) 本件敷地周辺の地震発生様式及び地震発生状況

本件敷地周辺の地震活動は、太平洋側沖合の南海トラフから陸側へ沈み込む海洋プレートと陸域プレートとの境界付近で発生するプレート間地震、海洋プレート内で発生する地震、陸域及び沿岸で発生する内陸地殻内地震の3つに大きく分けることができる。気象庁一元化震源のうち本件敷地周辺で発生したM 5未満の地震（微小地震）の分布状況の調査、本件敷地周辺で発生した過去の地震に関する知見等を踏まえると、本件敷地周辺で発生する地震の主な特徴は概ね次のとおりであった。

- ① プレート間地震 南海トラフ沿いでM 8程度の大地震が約100年から150年の間隔で発生し、日向灘周辺ではM 7程度の地震が十数年から数十年に一度の割合で発生していること
- ② 海洋プレート内地震 安芸灘や伊予灘など瀬戸内海の西部から豊後水道付近のやや深いところ（約30～70kmの深さ）でM 7程度の地震が発生しており、過去に本件敷地周辺の沿岸地域に被害をもたらした地震が知られていること
- ③ 内陸地殻内地震 本件敷地近傍ではほとんど発生しておらず、発生が認められるものもM 2未満のものである一方、大分県別府付近でM 7程度の地震が発生していること

(d) 活断層の分布状況

債務者は、本件敷地周辺の活断層の分布を把握するため、文献調査、地形調査、地表地質調査、海域地質調査、地球物理学的調査等の調査を行った。この結果、本件敷地の北方には敷地前面海域の断層群（4.2 km）、伊予セグメント（2.3 km）、川上セグメント（3.6 km）などから構成される中央構造線断層帯が四国陸域から佐田岬半島西端部の北方まで分布し、本件敷地の沖合約8 kmを通過すること、さらにその西方には、別府湾一日出生断層帯（7.6 km）が豊予海峡から別府市西方まで分布すること、これら以外にも、伊予灘北方には上関断層（F-15）、上関断層（F-16）等の活断層が、本件敷地の南方には、八幡浜の五反田断層（2 km）、宇和海のF-21断層（2.2 km）が、それぞれ分布することが分かった。

このうち、中央構造線断層帯は、近畿地方の金剛山地の東縁から淡路島南部の海域を経て四国北部を東西に横断し、伊予灘に達する断層帯で全体としての長さは約360 kmとされ、過去の活動時期の違いなどから、①金剛山地東縁（長さ約23 km）、②和泉山脈南縁（長さ約4.4～5.2 km）、③紀淡海峡～鳴門海峡（長さ約4.3～5.1 km）、④讃岐山脈南縁～石鎚山脈北縁東部（長さ約13.0 km）、⑤石鎚山脈北縁（長さ約3.0 km）及び⑥石鎚山脈北縁西部～伊予灘（長さ約13.0 km）の6つの区間に区分されている（乙33）。そして、地震本部では、中央構造線断層帯の将来の活動について、上記6つの区間が個別に活動する可能性、複数の区間が同時に活動する可能性、これら6つの区間とは異なる範囲が活動する可能性、さらには、断層帯全体が同時に活動する可能性も否定できないとしている（乙33）。

また、別府一万年山断層帯は、ほぼ東西方向の多数の正断層から構成されているが、断層の走向や変位の向きから、別府湾一日出生

断層帯（76km），大分平野一由布院断層帯（40km）等に区分されている（乙34）。本件敷地に最も近い別府湾一日出生断層帯は、東部と西部で最新活動時期が異なり、それぞれが単独で活動すると推定されているが、全体が同時に活動する可能性、さらには、その東端が中央構造線断層帯に連続している可能性があると指摘されている（乙34）。

一方、債務者は、本件敷地周辺において地質調査を実施し、断層の分布形態、活動様式等の性状を特定した結果、中央構造線断層帯を構成する活断層として、北東方向から南西方向へ順に、①川上断層（断層の長さ約36km），②伊予断層（同約23km），③敷地前面海域の断層群（断層群の長さ約42km、本件敷地の沖合約8kmに分布），④豊予海峡断層（同約23km）が存在すること、さらに上記各断層間には、断層破壊の末端（ジョグ）を示唆する地質構造が分布すること（上記①と②の断層の間には重信引張性ジョグ（長さ約12km），同②と③の断層の間には串沖引張性ジョグ（同約13km），同③と④の断層の間には三崎沖引張性ジョグ（同約13km））が確認された。

(e) 地震の分類

債務者は、以上で示した地震について、地震発生様式ごとに整理・分類し、検討用地震の候補とする地震を選定した。

i 内陸地殻内地震

上記(d)で示した活断層の分布状況に基づき、本件敷地周辺において考慮すべき活断層による内陸地殻内地震として、以下のとおり選定した。

- ・ 中央構造線断層による地震

敷地前面海域の断層群（54km。両端のジョグのそれぞ

れ中間まで延伸したもの)

伊予断層（33km。上記と同じ）

金剛山地東縁－伊予灘（360km）

石鎚山脈北縁西部－伊予灘（130km）

- ・ 別府湾－日出生断層帯による地震
- ・ F-21断層による地震
- ・ 五反田断層による地震（15km。長さが短く、孤立した断層であることから、地表で認められる活断層の長さが必ずしも震源断層の長さを示さない可能性を考慮したもの）
- ・ 上関断層（F-15につき48km, F-16につき32km）

ii プレート間地震

上記(a)及び(b)を考慮し、南海トラフ沿いの地震及び日向灘における地震として以下の地震を選定した。

- ・ 土佐その他の南海・東海・西海諸道の地震（684年, M 8.1/4）
- ・ 宝永地震（1707年, M 8.6）
- ・ 安政南海地震（1854年, M 8.4）
- ・ 想定南海地震（地震本部, M 8.4）
- ・ 想定南海地震（中央防災会議, M 8.6）
- ・ 南海トラフの巨大地震（陸側ケース）（内閣府検討会, M 9.0）
- ・ 日向灘の地震（1498年, M 7.1/4）
- ・ 日向灘の地震（地震本部, M 7.6）

iii 海洋プレート内地震

南海トラフから安芸灘～伊予灘～豊後水道海域へ西北西の方向

に沈み込むフィリピン海プレートで発生する海洋プレート内地震について、上記(a)及び(b)の検討結果を踏まえ、以下の地震を選定した。

- ・ 安芸・伊予の地震（1649年、M6.9）
- ・ 伊予西部の地震（1854年、M7.0）
- ・ 豊後水道の地震（1968年、M6.6）
- ・ 九州の深い地震（M7.3）
- ・ 日向灘の浅い地震（M7.4）
- ・ アウターライズ地震（M7.4）

b 検討用地震の選定

債務者は、上記 a (e)のとおり選定した地震から、本件敷地に特に大きな影響を与えると予想される地震を地震発生様式の分類ごとに検討用地震として選定することとし、検討用地震の選定にあたっては、応答スペクトルに基づく地震動評価を行い、以下のとおり検討用地震を選定した。

(a) 内陸地殻内地震

中央構造線断層帯による地震は、敷地前面海域の断層群を含む区間として複数の断層長さを考慮するケースを検討用地震の候補として選定しているが、検討用地震の選定にあたっては、敷地前面海域の断層群（54km）で代表させて検討を行った。その結果、候補となる各地震（上記 a (e)①）のうち、本件敷地への影響が最も大きいと考えられる地震は、敷地前面海域の断層群による地震となった。

なお、敷地前面海域の断層群は、中央構造線断層帯の一部であり、地震本部において中央構造線断層帯の敷地前面海域の断層群を含む複数区間の連動の可能性及び中央構造線断層帯と別府－一万年山断層帯との連動の可能性が言及されていることを踏まえ、検討用地震と

しては、これらの運動を含む区間を考慮した断層群による地震を選定した。

(b) プレート間地震

候補となる各地震のうち、応答スペクトルによる地震動評価の結果、本件敷地への影響が最も大きいと考えられる地震は、内閣府検討会による南海トラフの巨大地震（陸側ケース）となったことから、これを検討用地震として選定した。

(c) 海洋プレート内地震

候補となる各地震のうち、応答スペクトルによる地震動評価の結果、本件敷地への影響が最も大きいと考えられる地震は、1649年安芸・伊予の地震となったことから、これを検討用地震として選定した。

c 地震動評価のための敷地地盤の評価

債務者は、本件敷地地盤の増幅特性の有無を把握すべく次のとおりの地下構造評価を実施した。

(a) 地震観測記録を用いた評価

債務者は、本件敷地地盤において、昭和50年から地震観測（強震及び微小地震）を実施しているところ、これまでに観測された比較的振幅の大きな地震は、全て海洋プレート内地震であり、内陸地殻内地震、プレート間地震について振幅の大きな記録は得られていない。債務者は、本件発電所で観測した地震のうち、距離減衰式の一つである Noda et. al(2002)（以下「耐専式」という。なお、以下において略称されている文献の表題等については、いずれも別紙文献等目録記載のとおりである。）との比較が可能な比較的規模の大きい内陸地殻内地震を用いて、観測記録の応答スペクトルと耐専式により推定した応答スペクトルの比をとって増幅特性の検討を行つ

た。その結果、本件敷地の岩盤が耐専式の想定する地盤よりも硬いこと、どれも遠方の地震であり観測記録の振幅が小さいことなどから、どの地震についても短周期側では観測値が予測値よりも小さい傾向を示しており、特に顕著な增幅特性を示す地震はなかった。

次に、債務者は、対象とする地震の規模をM2程度にまで広げて、地震波の到来方向によって特異性が見られないかの検討を行ったが、到来方向によって増幅特性が異なるような傾向はなかった。

(b) 深部ボーリング等による評価

債務者は、本件発電所建設当時、最深深度500mのボーリング調査を実施済みであったが、平成22年から深部ボーリング調査を実施し、本件敷地のさらに地下深部までの地質及び地盤物性を把握するとともに、深部の地下構造に起因する地震動の増幅特性がないことを確認した。深部ボーリング調査は、本件敷地の南西部（荷揚岸壁付近）において、深度2000m、500m、160m、5mの4孔のボーリング孔を掘削するもので、深度2000mまでの連続したボーリングコアを採取し、これを観察して地質柱状図を作成するとともに、深部ボーリング孔内において物理検層やオフセットVSP探査を実施した。そして、従来のボーリング調査の結果と合わせて地下構造の検証を行った。また、地下深部における地震動を観測し、地表で観測した地震動との比較を行うことにより実際に地震動が増幅しないことを検証することなどを目的に、各ボーリング孔底部に地震計を設置し、地震観測を開始した。深部ボーリング調査の結果は次のとおりであり、本件敷地の地盤は速度構造的に特異性を有する地盤ではないことを確認した。

i 地質構造

深部ボーリング調査の調査地点では、地表付近に埋立土や風化

岩が薄く分布するものの深度約50mで新鮮な岩盤となり、深度約50mから深度約200mまで堅硬かつ緻密な結晶片岩が連続する。本件敷地の地盤を構成する緑色片岩の下位に三波川変成岩類のうち主に泥質片岩が分布し、緑色片岩、珪質片岩及び砂質片岩の薄層を挟む。地表部の緑色片岩を主体とする地層とその下位の泥質片岩を主体とする地層の境界面は緩く北へ傾斜していると推定され、本件原子炉の炉心位置では深度約350m以深が泥質片岩主体となっている。

ii 速度構造

深部ボーリング孔内での物理検層の結果によると、P波速度及びS波速度は地下深部に至るにつれて漸増し、地盤の密度は岩種に応じてやや変化するものの、深度方向への大きな増減傾向は認められない。

また、オフセットVSP探査（地表に震源を設置して地震波を人工的に発生させ、地下の地層境界面（反射面）で反射した地震波をボーリング孔内の受振器で観測することにより、ボーリング孔周辺の地下構造を調査する手法）の結果によると、地下深部まではほぼ水平な反射面が連続し（オフセットVSP探査による反射面と反射法探査による反射面とを比較しても連続性に問題はない。）、大規模な断層を示唆する不連続、地震動の特異な増幅の要因となる低速度域及び褶曲構造は認められず、本件敷地地盤の速度構造（地震波の速度分布）は、乱れがなく、均質である。

(c) 解放基盤表面の設定

債務者は、以上のような本件敷地地盤に係る状況を総合的に判断し、原子炉建屋及びその周りの地盤は、約2600m／秒のS波速度を持つ堅固な岩盤が十分な広がりと深さを持っていることが確認

されていることを踏まえ、敷地高さと同じ標高10mを解放基盤表面として設定した。

d 地震動評価

(a) 内陸地殻内地震

i 基本震源モデル

債務者が内陸地殻内地震の検討用地震として選定したのは敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の地震であった。債務者は、その基本震源モデルを設定するに当たり、断層長さにつき、中央構造線断層帯と九州側の別府一万年山断層帯が全区間（480km）において連動するケース（以下「480kmケース」という。）と設定する一方、上記区間の中で部分破壊による地震が起こることを想定することとし、四国西部のセグメント（130km）が連動するケース（以下「130kmケース」という。）及び敷地前面海域セグメント（54km）が単独で活動するケース（以下「54kmケース」という。）をも設定し、それぞれ不確かさを考慮した解析を行うこととした。

また、断層モデルを用いた手法による地震動評価において必要なパラメータ（地震モーメント、平均応力降下量、アスペリティの応力降下量等）を設定する上で用いるスケーリング則については、壇ほか(2011)を基本として採用した。さらに、480kmケース及び130kmケースではFujii and Matsu'ura (2000)のスケーリング則を、54kmケースでは入倉・三宅(2001)によって算出される地震モーメントにFujii and Matsu'ura (2000)の平均応力降下量を組み合わせて用いる手法（以下「入倉・三宅の手法」という。）をそれぞれ基本震源モデルに織り込むこととした。債務者が、480kmケース及び130kmケースにつきFujii and

Matsu'ura (2000) を採用したのは、現在提案されている主要なスケーリング則のうち、同手法が壇ほか(2011)と並び長大断層を含んだデータに基づいて開発された手法の一つであり、地震本部が作成した平成21年12月21日改訂に係る「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）」（以下「レシピ」という。乙3-8）においても長大断層の知見としてこの手法による平均応力降下量を用いる手法が提案されていることを踏まえたもの、54kmケースにつき入倉・三宅の手法を採用したのは、レシピにおいてこれらを用いる手法が提案されていることを踏まえたものであった。

ii 不確かさの考慮

債務者は、応答スペクトルに基づく地震動評価において、480km、130km及び54kmの3ケースそれぞれについて、不確かさの考慮として、断層傾斜角が鉛直のモデルと北傾斜のモデルを考慮することとした。さらに、債務者は、応答スペクトルに基づく地震動評価の過程で、断層長さを69kmとするケース（以下「69kmケース」という。）を設定し、これについても、不確かさの考慮として断層傾斜角が鉛直のモデルと北傾斜のモデルとをそれぞれ評価し、基準地震動Ssの策定において考慮することとした。

なお、債務者は、69kmケースは、ジョグで破壊が停止せずさらに長い区間で運動することを意味するが、もともと、ジョグは、断層の破壊が停止し、乗り移る領域のため、変位量は低減するはずであって、科学的には考え難い運動ケースであると考えており、新規制基準が定められる以前の地震動評価においては不確かさの一つとして考慮していたが、新規制基準実施後においては、69

kmケースを包含する480kmケース及び130kmケースを基本震源モデルとして設定することにより、69kmケースの評価はそれに含まれるものと理解していた。もっとも、債務者は、平成26年9月12日の原子力規制委員会の審査会合において、69kmケースの地震動評価についても応答スペクトル法での評価を求められたことから、平成26年11月7日付けコメント回答においてその評価を示すことにしたものであった。

また、債務者は、断層モデルで用いた地震動評価における不確かさの考慮にあたり、①破壊開始点につき、地震動評価への影響が大きくなるように断層東下端、中央下端及び西下端の3か所又は5か所に設定し、②アスペリティ深さにつき、上記①と同様の趣旨で断層上端にアスペリティを配置した上、③断層長さにつき、480kmケースに加え、130kmケース、54kmケースでも評価することとし、上記①ないし③の不確かさを、いずれも基本震源モデルに織り込むこととした。その一方、債務者は、④短周期レベルの応力降下量、⑤断層傾斜角（北傾斜）、⑥断層傾斜角（南傾斜）、⑦破壊伝播速度及び⑧アスペリティの平面位置については、基本震源モデルの不確かさに重畠させる、独立した不確かさとして考慮することとした。

債務者は、具体的には、上記④ないし⑧の不確かさを次のとおり考慮した。

- 上記④について 2007年新潟県中越沖地震（以下「新潟県中越沖地震」という。）の震源特性として、短周期レベルが平均的な値の1.5倍程度大きかったという指摘があるところ、これは、ひずみ集中帯に位置する逆断層タイプの地震という地域性によると考えられるため、本来ならば、過去

の地震観測記録に基づいて本件原子炉施設周辺で発生する地震の震源特性の分析を行うべきところであるが、本件原子炉施設周辺では規模の大きい内陸地殻内地震は発生していないことを踏まえ、新潟県中越沖地震の知見を反映し、短周期レベルと相関関係のある応力降下量を基本震源モデルの1.5倍又は20 MPaとした場合の評価を行う。

- ・ 上記⑤について 敷地前面海域の断層群の震源断層は横ずれ断層と推定されるため傾斜角が高角度である可能性が高いが、活断層としての中央構造線が北へ傾斜する地質境界と一致する可能性を完全には否定できないことから、横ずれ断層については、傾斜角90度の場合（以下「鉛直モデル」という。）のみならず、北に30度傾斜させた場合（以下「北傾斜モデル」という。）の評価を行う。
- ・ 上記⑥について 断層傾斜角のばらつきを踏まえ、敷地側に傾斜する場合を考慮し、横ずれ断層について南に80度傾斜させた場合（以下「南傾斜モデル」という。）の評価を行う。
- ・ 上記⑦について 海外の長大な活断層の破壊伝播速度がS波速度を超える事例があるとの知見を踏まえ、480 km及び130 kmの各ケースについては破壊伝播速度 $V_r = V_s$ （ V_s は地震発生層のS波速度）の場合の評価を行い、54 kmケースについては、平均的な破壊伝播速度の不確かさに関する知見を踏まえ破壊伝播速度 $V_r = 0.87V_s$ の場合の評価を行う。
- ・ 上記⑧について 基本的にはジョグにアスペリティは想定されないものの、完全には否定できないことから、敷地正面

のジョグにアスペリティを配置する場合の評価を行う。

なお, Fujii and Matsu'ura (2000) を用いた 480 km 及び 130 km の各ケースでは, 壇ほか (2011) による検討結果から, 影響が比較的大きかった応力降下量と破壊伝播速度を考慮することとした。

ちなみに, 各基本震源モデルを解析したところ, 断層長さの基本となる 480 km から断層長さを変えても地震動レベルはほぼ変わらない結果が得られた。したがって, 130 km 及び 54 km の各不確かさケースの地震動レベルについても, 断層長さ 480 km における各不確かさケースの地震動レベルとほぼ等しいと推定される。このため, 54 km ケースで入倉・三宅の手法を用いる場合の各不確かさケース (480 km ケースでは入倉・三宅の手法を用いていない。) と, 54 km ケースで壇ほか (2011) を用いる場合における破壊伝播速度の不確かさケース (480 km の不確かさケースとは設定値が異なる。) とを除き, 130 km 及び 54 km の各不確かさケースの評価結果については, 480 km の各不確かさケースの評価結果で代表させることとした。

iii 応答スペクトルに基づく地震動評価

応答スペクトルに基づく地震動評価においては, 480 km, 130 km 及び 54 km の 3 ケースに加え, 敷地前面海域の断層群 (42 km) の両端にあるジョグ (各 13 km) のさらに両端まで連動することを想定した 69 km ケースのそれぞれについて, 断層傾斜角が鉛直のモデルと北傾斜のモデルを考慮した。

また, 適用する手法 (距離減衰式) については, 耐専式を基本とするものの, 130 km ケース, 69 km ケース及び 54 km ケースのうち, それぞれ断層傾斜角を鉛直とする 3 つのケースについて

は、耐専式による評価結果が過大となるとして、耐専式以外の複数の距離減衰式を用いた評価を行った。上記3ケースを除くケースについては、耐専式を含む複数の距離減衰式によって評価を行った。

そして、債務者は、地震規模の設定については、断層長さに基づいて、松田(1975)で紹介されている断層長さ(L)と地震のマグニチュード(M)との関係を示す経験式(以下「松田式」という。)により設定することとした。

iv 断層モデルを用いた手法による地震動評価

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は、まず、中央構造線断層帯及び別府一万年山断層帯の連動を考慮した480kmの基本震源モデルについて、統計的グリーン関数法及び経験的グリーン関数法により評価し、両者を比較した。なお、経験的グリーン関数法に用いる要素地震は、2001年芸予地震(以下「芸予地震」という。)の余震である安芸灘の地震($M5.2$)の本件敷地における観測記録を用いた。適用にあたっては、当該地震がスラブ内地震であるため、内陸地殻内地震の評価に用いることができるよう、距離及びパラメータ(地震モーメント、応力降下量等)を補正した。上記比較の結果、統計的グリーン関数法及び経験的グリーン関数法のいずれによった場合も整合的であることが確認されたものの、原子炉施設に影響の大きい周期0.1秒付近の地震動については経験的グリーン関数法の結果の方が厳しい結果を与えるものであったことから、断層モデルを用いた手法による地震動評価においては、経験的グリーン関数法を採用した。

(b) プレート間地震



i 基本震源モデル

基本震源モデルとしては、検討用地震として選定した、内閣府検討会の南海トラフの巨大地震（陸側ケース）（M 9.0）を採用することとした。

ii 不確かさの考慮

南海トラフの巨大地震（陸側ケース）に設定された強震動生成域に加え、さらに本件敷地直下にも強震動生成域を追加配置する不確かさの考慮を行った。

iii 応答スペクトルに基づく地震動評価

応答スペクトルに基づく地震動評価では、パラメータとしてM 8.3を採用し、耐専式に基づき評価を行った。

iv 断層モデルを用いた手法による地震動評価

プレート間地震については適切な要素地震が得られていないことや、内閣府検討会が統計的グリーン関数法を用いていることを踏まえ、統計的グリーン関数法及びハイブリッド合成により評価を行った。

(c) 海洋プレート内地震

i 基本震源モデル

海洋プレート内地震については、1649年安芸・伊予の地震（M 6.9）を検討用地震として選定したが、基本震源モデルの設定にあたっては、地震発生位置と規模の不確かさをあらかじめ織り込むこととし、本件敷地下方に既往最大規模（1854年伊予西部地震のM 7.0）の地震を仮定するなどし、「想定スラブ内地震」として地震動評価を行った。

ii 不確かさの考慮

不確かさの考慮においては、1649年安芸・伊予の地震（M

6. 9) を再現したモデルをM 7. 0 に較正したケース、本件敷地の真下に想定する地震規模をM 7. 2としたケース、アスペリティの位置を断層上端に配置したケース、本件敷地東方の領域に水平に近い断層面を考慮したケース (M 7. 4) を設定した。

iii 応答スペクトルに基づく地震動評価

応答スペクトルに基づく地震動評価では、耐専式に基づき評価を行った。

iv 断層モデルを用いた手法による地震動評価

断層モデルを用いた手法による地震動評価では、本件敷地で得られた芸予地震の余震である安芸灘の地震の観測記録を要素地震とした経験的グリーン関数法により評価を行った。

(イ) 震源を特定せず策定する地震動

債務者は、震源を特定せず策定する地震動について、次のとおり評価した。

a 加藤ほか(2004)の知見

震源を特定せず策定する地震動に関する代表的な知見として、加藤ほか(2004)がある。震源を特定せず策定する地震動は、改訂耐震指針で規定されていたものとその考え方において違いはないため、従来同様に、加藤ほか(2004)が提案する「地震基盤における地震動」を震源を特定せず策定する地震動として考慮することとした。

b 震源近傍の観測記録の収集・検討

(a) 債務者が観測記録の収集対象として検討した地震は、地震ガイドが例示する次の16地震である。

No. 1 2008年岩手・宮城内陸地震 Mw 6. 9

No. 2 2000年鳥取県西部地震 Mw 6. 6

No. 3 2011年長野県北部地震 Mw 6. 2

No. 4 1997年3月鹿児島県北西部地震 Mw 6.1
No. 5 2003年宮城県北部地震 Mw 6.1
No. 6 1996年宮城県北部（鬼首）地震 Mw 6.0
No. 7 1997年5月鹿児島県北西部地震 Mw 6.0
No. 8 1998年岩手県内陸北部地震 Mw 5.9
No. 9 2011年静岡県東部地震 Mw 5.9
No. 10 1997年山口県北部地震 Mw 5.8
No. 11 2011年茨城県北部地震 Mw 5.8
No. 12 2013年栃木県北部地震 Mw 5.8
No. 13 2004年北海道留萌支庁南部地震 Mw 5.7
No. 14 2005年福岡県西方沖地震の最大余震 Mw 5.4
No. 15 2012年茨城県北部地震 Mw 5.2
No. 16 2011年和歌山県北部地震 Mw 5.0

(b) 債務者は、地震ガイドがいう「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」として上記No. 3ないし16を対象に、これらの地震の観測記録を収集したところ、No. 13の2004年北海道留萌支庁南部地震（以下「留萌支庁南部地震」という。）では信頼性の高い観測記録が得られたものの、その他の観測記録は、加藤ほか（2004）による応答スペクトルを下回るものであったり、観測記録が観測地点の地盤の影響を受けた信頼性の低いものであったりしたとして、考慮の対象から除外した。

留萌支庁南部地震は、震源近傍の観測点において1127ガルという大きな加速度を観測したものである。当初、観測記録は、地表のものしか得られず、既存の地盤情報も十分ではなかったが、観測地点の地盤についてボーリング調査等が行われ、佐藤ほか（2013）によって信頼性の高い地盤モデルが得られたものである。佐藤ほか

(2013)は、S波速度が938m／秒となる深さ41mを基盤層に設定した上で解析評価を行い、基盤地震動の最大加速度は585ガルで地表観測記録の約1／2となる（観測記録の加速度は地盤の影響によって増幅している）ことを明らかにした。また、佐藤ほか(2013)以降の追加調査によって得られた試験データを用いて解析を行ったところ、基盤地震動の最大加速度は561ガルとなり、佐藤ほか(2013)よりもやや小さめに評価された。本件敷地地盤のS波速度が2600m／秒である（より硬い地盤である）ことを考慮すれば、この観測記録を本件原子炉の地震動評価に用いればさらに小さい評価となるところ、不確かさを保守的に考慮した結果として、留萌支庁南部地震の基盤地震動を620ガルに引き上げた地震動を震源を特定せず策定する地震動として考慮した。

- (c) 一方、債務者は、地震ガイドがいう「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」として上記No. 1の2008年岩手・宮城内陸地震（以下「岩手・宮城内陸地震」という。）及びNo. 2の2000年鳥取県西部地震（以下「鳥取県西部地震」という。）を対象に、本件原子炉の立地地点と岩手・宮城内陸地震及び鳥取県西部地震の震源域との地域差等について検討を行った。その結果、岩手・宮城内陸地震の震源域には新第三紀以降の火山岩、堆積岩が厚く分布しているのに対し、本件原子炉の立地地点には堅硬かつ緻密な結晶片岩が少なくとも地下2kmまで連続している点で地域差が顕著であり、鳥取県西部地震の震源域については、地震テクトニクスが異なり、活断層の成熟度及びこれに寄与する歪み蓄積速度や地下の均質性において地域差が認められること、両地震の震源域と本件原子炉の立地地点では地震地体構造が異なっていることから、地震の起り方

も異なるとして、両地震のいずれも検討対象地震として選定する必要はないと考えた。

さらに、債務者は、鳥取県西部地震については、大局的には本件原子炉の立地地点と同じく西南日本の東西圧縮横ずれの応力場にあることから、地震が発生する地下深部の構造について検討を加え、その結果、深部地下構造に違いがあって、本件原子炉の立地地点と鳥取県西部地震の震源域とでは地震ガイドにいう「活断層の成熟度」に地域差が認められ、やはり、鳥取県西部地震を震源を特定せず策定する地震動の評価において考慮する必然性はないと考えた。しかし、債務者は、上記の検討にかかわらず、大局的にはいずれも西南日本の東西圧縮横ずれの応力場であることを踏まえ、保守的に、鳥取県西部地震の観測記録を震源を特定せず策定する地震動として考慮することとした。

鳥取県西部地震については、鳥取県にある賀祥ダムの監査廊（以下「賀祥ダム」という。）に設置された地震計による信頼性の高い観測記録が得られている。国立研究開発法人防災科学技術研究所の強震観測網によっても信頼性の高い観測記録が得られているが、賀祥ダムの観測記録がこれを概ね上回ることなどから、震源を特定せず策定する地震動による基準地震動 S_s の検討においては賀祥ダムの観測記録で代表させることとした。

(ウ) 基準地震動 S_s の策定

a 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち、応答スペクトルに基づく手法による地震動評価において求めた応答スペクトル及び基準地震動 S_2 （本件原子炉建設時の基準地震動）の応答スペクトルを包絡するように、設計用応答スペクトルを設定し、水平方向の基準地

震動 S s – 1 H を設定するとともに、鉛直方向については、S s – 1 H に対して、耐専式の鉛直方向の地盤増幅率を乗じて基準地震動 S s – 1 V を設定した。

また、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち、断層モデルを用いた手法による地震動評価の結果、本件原子炉の施設に与える影響が大きいケースとして、内陸地殻内地震（中央構造線断層帯による地震）における検討ケースのうち、①断層長さ 480 km で壇ほか（2011）のスケーリング則を用いて応力降下量の不確かさを考慮したケース、②断層長さ 480 km で Fujii and Matsu'ura (2000) のスケーリング則を用いて応力降下量の不確かさを考慮したケース及び③断層長さ 54 km で入倉・三宅の手法を用いて応力降下量の不確かさを考慮したケースを選定し、経験的グリーン関数法と理論的手法によるハイブリッド合成を行った。その結果、上記の基準地震動 S s – 1 を一部の周期帯において超えた 7 ケースを基準地震動 S s – 2 – 1 ないし S s – 2 – 7 とした。

また、債務者は、中央構造線断層帯に係る経験的グリーン関数を用いた評価では、東西方向の地震動の周期 0.2 ~ 0.3 秒で基準地震動 S s – 1 を超過する結果が得られているが、仮に、要素地震の南北方向の地震動が東西方向の地震動と同程度のレベルであったとすれば、南北方向でも基準地震動 S s – 1 を超過する可能性も否定できないとして、東西方向の周期 0.2 ~ 0.3 秒で基準地震動 S s – 1 を超過するケースのうち、基準地震動 S s – 1 を超過する度合いが大きく、かつスケーリング則として基本に考えている壇ほか（2011）に基づいて評価した断層長さ 480 km で応力降下量の不確かさ（20 MPa）を考慮したケースについて、東西方向と南北方向の地震波を入れ替えたケースを仮想して S s – 2 – 8 として設定した。

なお、プレート間地震及び海洋プレート内地震では $S_s - 1$ を下回ることから、いずれの地震も基準地震動 $S_s - 2$ としては設定しなかった。

b 震源を特定せず策定する地震動

震源を特定せず策定する地震動のうち、加藤ほか(2004)は基準地震動 $S_s - 1$ に包絡されることから、 $S_s - 1$ を一部の周期帯で超える留萌支庁南部地震の基盤地震動及び鳥取県西部地震の際の賀祥ダムの観測記録を基準地震動 $S_s - 3$ として選定することとした。

c 基準地震動 S_s の最大加速度

以上の結果、基準地震動 S_s として基準地震動 $S_s - 1$ では 1 ケース、基準地震動 $S_s - 2$ は 8 ケース、基準地震動 $S_s - 3$ は 2 ケースをそれぞれ設定した。これらの最大加速度の一覧は、次のとおりである（なお、単位はガル。また、「H」は水平動、「V」は鉛直動、「NS」は水平動 NS 成分、「EW」は水平動 EW 成分、「UD」は鉛直動 UD 成分を示す。）。

(a) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

i 応答スペクトルに基づく地震動評価による基準地震動

- $S_s - 1$ H : 650, V : 377

ii 断層モデルを用いた手法による地震動評価による基準地震動

（なお、いずれも中央構造線断層帯によるものである。）

- $S_s - 2 - 1$ (480 km, 壇ほか(2011), 20 MPa, 西破壊)
NS : 579, EW : 390, UD : 210
- $S_s - 2 - 2$ (480 km, 壇ほか(2011), 20 MPa, 中央破壊) NS : 456, EW : 478, UD : 195
- $S_s - 2 - 3$ (480 km, 壇ほか(2011), 20 MPa, 第 1 アスペリティ西破壊) NS : 371, EW : 418, UD :

263

- Ss-2-4 (480km, Fujii and Matsu'ura (2000), 1.5倍, 西破壊) NS : 452, EW : 494, UD : 280
- Ss-2-5 (480km, Fujii and Matsu'ura (2000), 1.5倍, 中央破壊) NS : 452, EW : 388, UD : 199
- Ss-2-6 (480km, Fujii and Matsu'ura (2000), 1.5倍, 東破壊) NS : 291, EW : 360, UD : 201
- Ss-2-7 (54km, 入倉・三宅の手法, 1.5倍, 中央破壊) NS : 458, EW : 371, UD : 178
- Ss-2-8 (480km, 壇ほか(2011), 20MPa, 中央破壊, 入替) NS : 478, EW : 456, UD : 195

(b) 震源を特定せず策定する地震動

- Ss-3-1 (留萌支庁南部地震を考慮した地震動) H : 620, V : 320
- Ss-3-2 (鳥取県西部地震賀祥ダムの観測記録) NS : 528, EW : 531, UD : 485

(エ) 基準地震動Ssの年超過確率

a 年超過確率の算定方法

年超過確率の算定は、一般社団法人日本原子力学会（以下「日本原子力学会」という。）が定めた「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」（以下「原子力学会(2007)」という。）に基づき、「特定震源モデルに基づく評価」及び「領域震源モデルに基づく評価」を実施した。

「特定震源モデルに基づく評価」は、一つの地震に対して、震源の

位置、規模及び発生頻度を特定して扱うモデルで、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」に対応する。債務者は、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）による地震、その他の活断層で発生する地震及び南海地震を考慮した。

「領域震源モデルに基づく評価」は、ある拡がりを持った領域の中で発生する地震群として取り扱うモデルで、「震源を特定せず策定する地震動」に対応する。債務者は、活断層の存在が知られていないところで発生し得る内陸地殻内地震、南海地震以外のフィリピン海プレートで発生する地震（プレート間地震及び海洋プレート内地震）を考慮した。

そして、両モデルにおける年超過確率を足し合わせて、全体としての年超過確率を算定した。

b 年超過確率の算定結果

債務者は、上記aにより年超過確率を算定した結果として、基準地震動Ss-1の年超過確率は、 $10^{-4} \sim 10^{-6}$ /年（1万年～10万年に1回）程度であり、基準地震動Ss-2及び基準地震動Ss-3の年超過確率も同程度であるとした。

ウ 原子力規制委員会の審査結果

原子力規制委員会による債務者の基準地震動策定の審査の結果は次のとおりである（乙13）。

(ア) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

原子力規制委員会は、審査の過程において、①敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）による地震動評価に当たっては、当該断層群が長大であるため、部分破壊も考慮するとともに、スケーリング則の適用性を検討すること、②破壊伝播速度につき、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）が長大な横ずれ断層であることを考慮し、最新の知見を

考慮して検討することを求めた。

この点に関して債務者がした上記地震動評価は、原子力規制委員会による上記求めに応じて補正された結果である。

(イ) 震源を特定せず策定する地震動

原子力規制委員会は、審査の過程において、①震源を特定せず策定する地震動の評価で収集対象となる内陸地殻内の地震の例として地震ガイドに示している全ての地震について観測記録等を収集し、検討することを求め、このうち鳥取県西部地震については、鳥取県西部地震震源域と本件原子炉立地地点との間に地質学的背景に大きな地域差が認められない旨指摘し、②留萌支庁南部地震については、その地震観測記録について、既往の知見である微動探査等に基づく地盤モデルによるはぎとり解析のみならず、適切な地質調査データに基づく地盤モデルによるはぎとり解析等を求めた。

この点について債務者がした上記地震動評価は、原子力規制委員会による上記求め又は指摘を踏まえた結果である。

(ウ) 原子力規制委員会は、上記(ア)及び(イ)を経た上で、債務者が策定した基準地震動が設置許可基準規則解釈別記2の規定に適合しているとした。

(11) 本件原子炉施設の耐震設計等（東北地方太平洋沖地震後一地すべり）

ア 新規制基準等の内容について

耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対し安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない（設置許可基準規則4条3項、4項）。

そして、同規則の定めるところは、設置許可基準規則解釈別記2第8項において、耐震重要施設の周辺斜面について、基準地震動による地震力を作用させた安定解析を行い、崩壊のおそれがないことを確認するとともに、

崩壊のおそれがある場合には、当該部分の除去及び敷地内土木工作物による斜面の保持等の措置を講じることにより、耐震重要施設に影響を及ぼすことがないようにすることをいうものである旨具体化されており、上記の安定解析の際の方針として、次の方針によるべき旨を定めている（乙68）。

(ア) 安定性の評価対象としては、重要な安全機能を有する設備が内包された建屋及び重要な安全機能を有する屋外設備等に影響を与えるおそれのある斜面とすること

(イ) 地質・地盤の構造、地盤等級区分、液状化の可能性及び地下水の影響等を考慮して、すべり安全率等により評価すること

(ウ) 評価に用いる地盤モデル、地盤パラメータ及び地震力の設定等は、基礎地盤の支持性能の評価に準じて行うこと。特に地下水の影響に留意すること

また、上記設置許可基準規則及び同規則解釈に基づく安全審査において周辺斜面等の安定性評価の妥当性を確認する際に用いられる審査ガイド（地盤ガイド）には、上記(イ)のすべり安全率の評価基準値としてこれを「1. 2」とする旨定めている（審尋の全趣旨）。

イ 債務者は、本件原子炉施設の周辺斜面の安定性について、次のとおり評価した（乙11、270）。

(ア) 債務者は、本件原子炉施設の周辺斜面を構成する岩盤について解析用物性値を設定するにあたり、一般的に広く用いられている、いわゆる「電中研方式」の分類法を参考に、地質調査結果に基づき、堅い岩盤から順に、CH級、CM級、CL級及びD級の4段階に岩盤分類を行った。その上で、同一の岩盤分類においても、風化の程度、割れ目の状態等によって強度特性等に幅があることを考慮し、解析用岩盤分類として、I級①～③（CH級）、II級（CM級）及びIII級（CL級、D級及び表土

等。評価対象の地盤に応じてより詳細にⅢ級①及び②を設定) に分類した。そして、それらの解析用岩盤分類に応じて、強度特性のばらつきを考慮した上で解析用物性値を設定した。また、敷地内にみられる断層の解析用物性値については、断層内部に粘土状の軟質部を介さず岩石相当の物性を有していると判断できる断層とそれ以外の断層とに分けて設定した。

- (イ) そして、債務者は、耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設と周辺斜面との離隔距離や崩壊した場合のすべりの向きを考慮して、安定性評価の対象とする斜面として、本件原子炉施設の原子炉建屋の周辺斜面、空冷式非常用発電装置の周辺斜面及び海水ピットの周辺斜面をそれぞれ抽出した。その上で、各評価対象斜面について、周辺斜面の岩級、勾配、高さ、敷地内断層の性状等を考慮して、斜面の高さが高い断面、斜面の勾配が急な断面等、最も厳しい評価となると想定される断面を選定し、評価対象断面とした。
- (ウ) 次に、債務者は、原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1 – 2 0 0 8。乙108）を参考に、評価対象断面に対して簡便法を用いた絞り込みを行い、すべり安全率が最も厳しくなる1断面をそれぞれ選定した上で解析モデルを作成した。もっとも、債務者は、上記評価対象斜面のうち、重油タンクの東側斜面については、斜面の高さ（約30m）に対して重油タンクと上記斜面の法尻との離隔距離が約90mであったことから、仮に斜面崩壊を生じても重油タンクに影響を及ぼさないものとして、詳細な解析評価の対象から除外した。
- (エ) 債務者は、基準地震動Ssとして策定した全11波（Ss-1（1波）、Ss-2（8波）及びSs-3（2波））を用いて、本件原子炉の原子炉建屋の周辺斜面、空冷式非常用発電装置の周辺斜面及び海水ピットの周辺斜面の想定すべり面におけるすべり安全率を解析・評価した。

想定すべり面としては、簡便法により抽出したすべり面、断層沿いのすべり面及び応力状態を考慮したすべり面（局所安全係数やモビライズド面を考慮したすべり面）についてそれぞれ検討した。

その結果、上記各想定すべり面について得られたすべり安全率の最小値は、いずれも地盤ガイドが定める評価基準値（1.2）を上回った。

また、全体で最もすべり安全率が小さくなるすべり面（すべり安全率は1.3）に対し、更なる地盤物性のばらつき等を考慮した場合でも、すべり安全率は上記評価基準値を上回ることに変わりはなかった。

(オ) なお、債務者は、最も小さなすべり安全率を示したすべり面を含む斜面である本件原子炉の南側斜面を含む原子炉建屋の周辺斜面については、斜面表面に保護工（ロックアンカー、ロックボルト、鉄筋コンクリート製の擁壁・格子枠）を施している（乙270）。

ウ 原子力規制委員会の審査

原子力規制委員会は、耐震重要施設の周辺斜面について、債務者が基準地震動による地震力を作用させた適切な動的解析を行い、崩壊のおそれがないことを確認していることから、設置許可基準規則解釈別記2の規定に適合していること及び地盤ガイドを踏まえているとした（乙13）。

(12) 本件原子炉施設の耐震設計等（東北地方太平洋沖地震後－液状化）

ア 新規制基準等の内容について

耐震重要施設は、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない（設置許可基準規則3条2項）。

そして、同規則の定めるところは、設置許可基準規則解釈別記1第2項において、「変形」とは、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化及び搖すり込み沈下等の周辺地盤の変状をいうものである旨具体化されている（乙68）。

イ 債務者による評価について

債務者は、本件原子炉の耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設は、全て堅硬な岩盤に支持させていることから、本件原子炉の敷地において、仮に埋立部が液状化したとしても、耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設が損壊することは考えられないと評価した（乙11）。

ウ 原子力規制委員会の審査

原子力規制委員会は、地盤の変形について、債務者の耐震重要施設の支持地盤の変形に係る設計方針、地殻変動による傾斜に関する評価が適切であり、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に当該施設を設けるとしていることから、設置許可基準規則解釈別記1の規定に適合していること及び地盤ガイドを踏まえていることを確認した（乙13）。

（13）本件原子炉施設の耐震設計等（東北地方太平洋沖地震後一津波）

ア 新規制基準等の内容について

設計基準対象施設は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない（設置許可基準規則5条）。

そして、設置許可基準規則解釈別記3は、基準津波は、「最新の科学的・技術的知見を踏まえ、波源海域から敷地周辺までの海底地形、地質構造及び地震活動性等の地震学的見地から想定することが適切なものを策定すること。また、津波の発生要因として、地震のほか、地すべり、斜面崩壊その他の地震以外の要因、及びこれらの組合せによるものを複数選定し、不確かさを考慮して数値解析を実施し、策定すること。また、基準津波の時刻歴波形を示す際は、敷地前面海域の海底地形の特徴を踏まえ、時刻歴波形に対して施設からの反射波の影響が微少となるよう、施設から離れた

沿岸域における津波を用いること。なお、基準津波の策定に当たっての調査については、目的に応じた調査手法を選定するとともに、調査手法の適用条件及び精度等に配慮することによって、調査結果の信頼性と精度を確保すること」とした上で、基準津波を次の方針により策定することと定めている（乙68）。

(ア) 津波を発生させる要因として、次に示す要因を考慮するものとし、敷地に大きな影響を与えると予想される要因を複数選定すること。また、津波発生要因に係る敷地の地学的背景及び津波発生要因の関連性を踏まえ、プレート間地震及びその他の地震、又は地震及び地すべり若しくは斜面崩壊等の組合せについて考慮すること。

- ・ プレート間地震
- ・ 海洋プレート内地震
- ・ 海域の活断層による地殻内地震
- ・ 陸上及び海底での地すべり及び斜面崩壊
- ・ 火山現象（噴火、山体崩壊又はカルデラ陥没等）

(イ) プレート形状、すべり欠損分布、断層形状、地形・地質及び火山の位置等から考えられる適切な規模の津波波源を考慮すること。この場合、国内のみならず世界で起きた大規模な津波事例を踏まえ、津波の発生機構及びテクトニクス的背景の類似性を考慮した上で検討を行うこと。また、遠地津波に対しても、国内のみならず世界での事例を踏まえ、検討を行うこと。

(ウ) プレート間地震については、地震発生域の深さの下限から海溝軸までが震源域となる地震を考慮すること。

(エ) 他の地域において発生した大規模な津波の沖合での水位変化が観測されている場合は、津波の発生機構、テクトニクス的背景の類似性及び観測された海域における地形の影響を考慮した上で、必要に応じ基準津波

への影響について検討すること。

- (オ) 基準津波による遡上津波は、敷地周辺における津波堆積物等の地質学的証拠及び歴史記録等から推定される津波高及び浸水域を上回っていること。また、行政機関により敷地又はその周辺の津波が評価されている場合には、波源設定の考え方及び解析条件等の相違点に着目して内容を精査した上で、安全側の評価を実施するとの観点から必要な科学的・技術的知見を基準津波の策定に反映すること。
- (カ) 耐津波設計上の十分な裕度を含めるため、基準津波の策定の過程に伴う不確かさの考慮に当たっては、基準津波の策定に及ぼす影響が大きいと考えられる波源特性の不確かさの要因（断層の位置、長さ、幅、走向、傾斜角、すべり量、すべり角、すべり分布、破壊開始点及び破壊伝播速度等）及びその大きさの程度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十分踏まえた上で、適切な手法を用いること。
- (キ) 津波の調査においては、必要な調査範囲を地震動評価における調査よりも十分に広く設定した上で、調査地域の地形・地質条件に応じ、既存文献の調査、変動地形学的調査、地質調査及び地球物理学的調査等の特性を活かし、これらを適切に組み合わせた調査を行うこと。また、津波の発生要因に係る調査及び波源モデルの設定に必要な調査、敷地周辺に襲来した可能性のある津波に係る調査、津波の伝播経路に係る調査及び砂移動の評価に必要な調査を行うこと。
- (ク) 基準津波の策定に当たって行う調査及び評価は、最新の科学的・技術的知見を踏まえること。また、既往の資料等について、調査範囲の広さを踏まえた上で、それらの充足度及び精度に対する十分な考慮を行い、参考すること。なお、既往の資料と異なる見解を採用した場合には、その根拠を明示すること。
- (ケ) 基準津波については、対応する超過確率を参照し、策定された津波が

どの程度の超過確率に相当するかを把握すること。

また、新規制基準に基づいて行う発電用軽水型原子炉施設の設置許可段階の基準津波策定に係る安全審査において、審査官等が設置許可基準規則及び同規則解釈の趣旨を十分踏まえ、基準津波策定の妥当性を厳格に確認するために活用することを目的として津波ガイドが策定されている（乙156）。

イ 債務者による評価について

債務者は、次のとおりの調査、検討に基づき、基準津波を策定した（乙11, 155）。

（ア）既往津波に関する調査

債務者は、本件敷地に影響を及ぼしたと考えられる既往津波に関し、文献調査及び津波堆積物に関する調査を行った。

文献調査の結果、債務者は、瀬戸内海地域を震源とする地震による津波記録として1596年慶長豊後地震（以下「慶長豊後地震」という。）の記録があるものの、これによる被害の記録は別府湾沿岸に限られ、本件敷地周辺において被害があったという記録には接しなかった。また、太平洋側で発生する南海トラフ沿いのプレート境界地震に伴う津波については、過去の津波痕跡高さに関する既存の評価から、瀬戸内海沿岸における津波高さは最大で3m程度と考えられた。一方、地震以外に起因する津波については、文献調査によつては、本件敷地周辺に被害をもたらしたという記録は認められなかった。

債務者は、敷地前面海域である伊予灘をはじめ、別府湾、周防灘及び豊後水道の沿岸部を調査対象とし、当該地域における津波堆積物の報告事例を調査した。その結果、豊後水道沿岸では比較的顕著な津波の痕跡が残されているものの、佐田岬西端の調査地点ではこれらの痕跡は残つておらず、太平洋側から本件原子炉施設が立地する伊予灘側に入り込ん

でくる津波の影響は小さいと考えられた。また、瀬戸内海側においても、正断層型の海底活断層が分布する別府湾では津波の痕跡が見られるものの、横ずれ型の海底活断層が分布する伊予灘での津波の痕跡を報告したものはなかった。

(イ) 津波発生要因の検討（対象津波の選定）と津波評価

債務者は、上記の調査結果等を踏まえ、津波発生要因ごとの検討を行い、数値シミュレーションによる評価の対象とする津波（対象津波）の選定を行った。そして、対象津波について、不確かさを考慮した数値シミュレーションを実施して津波による水位変動を評価した。

a 地震に起因する津波の検討

本件原子炉施設に影響を与える可能性がある地震に起因する津波として、次のとおり、海域の活断層に想定される地震に伴う津波及びプレート境界付近に想定される地震に伴う津波について検討した。なお、債務者は、海洋プレート内地震に伴う津波については、フィリピン海プレートがユーラシアプレートに潜り込む境界（南海トラフ）よりも本件原子炉施設から見て遠方で発生することが想定されるものの、想定される津波の規模及び本件敷地とプレート境界との位置関係から、プレート境界付近に想定される地震に伴う津波と比較して影響が有意に小さいため、その影響は、プレート境界付近に想定される地震に伴う津波に包含されるものとして、個別の検討は必要ないと判断した。

(a) 海域の活断層による地震に伴う津波の検討

債務者は、本件敷地に最も近い海域の活断層が敷地前面海域の断層群であること、同断層群は、地震に伴って大きな津波が生じる可能性が低いとされる横ずれ断層ではあるが、仮に縦ずれとなるすべり成分を加味して津波を想定した場合には、本件敷地との距離から見て当該断層群に想定される地震による津波が本件原子炉施設に影

響を及ぼす可能性が高いと考えられたことから、海域の活断層については当該断層群の地震による津波を対象津波として選定することとした。

そして、敷地前面海域の断層群（長さ 54 km）は、中央構造線断層帯を構成する活断層であることから、地震動評価と同様、中央構造線断層帯（長さ約 360 km）及び別府一万年山断層帯が連動するケースを想定し、このうち、海域の区間として伊予セグメント（断層長さ約 33 km），敷地前面海域の断層群及び別府一万年山断層帯（以下「本件海域部断層群」という。）を対象として波源の基準断層モデルを設定することとした。

地震規模の設定は、伊予セグメント及び敷地前面海域の断層群については、各断層長さの合計 87 km を地震規模想定区間として、土木学会原子力土木委員会津波評価部会「原子力発電所の津波評価技術」（以下「土木学会(2002)」という。）に記載の武村(1998)の手法（以下「武村式(1998)」という。）によることとし、別府一万年山断層帯については、別府湾沿岸に甚大な津波被害を及ぼしたとされる慶長豊後地震に対して大分県がその痕跡高を精緻に再現した「大分県津波浸水予測調査報告書」（以下「大分県(2013)」という。）の断層モデル（以下「大分県モデル」という。）を用いることを基本とし、豊予海峡断層を佐田岬西端まで延伸することで、地震規模が大きくなるように設定することとした。

数値シミュレーションの実施にあたっては、不確かさを考慮し、断層傾斜角、すべり角、すべり量等、計算に必要なデータをそれぞれ複数設定した。具体的には、基準断層モデルとして、本件海域部断層群のうち、「敷地前面海域の断層群+伊予セグメント」については、断層傾斜角鉛直、すべり角 180 度、すべり量 7.59 m な

どと設定した上で、これに断層傾斜角の不確かさ等を考慮した複数のパラメータスタディモデル（いずれも「敷地前面海域の断層群＋伊予セグメント」の全域にわたってすべり量が7～8mで一様であると仮定したモデル。以下、これを「一様すべり量モデル」という。）を設定した。また、一様すべり量モデルに加え、原子力規制委員会から、基準地震動策定における震源モデルと整合的なモデルを想定するよう求められたことから、壇ほか（2011）の知見に基づいて、「敷地前面海域の断層群＋伊予セグメント」につき、平均すべり量を2.67mと仮定した上で、すべり量の不確かさを複数考慮することで断層の不均質な破壊を考慮したモデル（以下「不均質モデル」という。）を設定した。

その結果、津波による水位上昇は最大で東京湾平均海面（T.P.）+7.56m（=5.94m+1.62m、評価地点：本件原子炉敷地前面）であり、水位下降はT.P.-4.08m（=-2.39m-1.69m、評価地点：本件原子炉海水取水口）であった。

(b) プレート間地震に伴う津波の検討

南海トラフ沿いのプレート境界における地震に伴う津波のモデルについては、過去の地震津波に基づくものがあるほか、過去の津波の波高を包絡するように設定された中央防災会議の「想定東南海・南海津波」、東北地方太平洋沖地震を踏まえて想定された内閣府検討会の「南海トラフの巨大地震に伴う津波」がある。債務者は、上記のうち、地震規模が最も大きく、本件敷地に対して最も影響が大きいと考えられる津波である「南海トラフの巨大地震に伴う津波」を対象津波として選定した。

また、津波ガイドでは、プレート間地震に起因する津波波源を設定する対象領域として3つの領域を例示しており、南海トラフにつ



いては、南海トラフから南西諸島海溝まで含めた領域が対象領域として区分されている（乙156）。そして、南海トラフの海域は、テクトニクス的背景が2004年スマトラ島沖地震が発生したスマトラ島～アンダマン諸島の領域と類似しているとの指摘があること等を踏まえ、「南海トラフから南西諸島海溝までの領域を対象とした津波」についても、対象津波として選定した。

i　南海トラフの巨大地震に伴う津波

内閣府検討会は、東北地方太平洋沖地震を契機として中央防災会議の下に設置された「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」により示された「あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震・津波を検討していくべきである」との考え方に基づき、発生し得る最大クラスの地震・津波を検討し、公表している。

このうち、内閣府検討会は、想定津波波源域については、東側（駿河湾側）は駿河湾における南海トラフのトラフ軸から、南西側（日向灘側）は九州・パラオ海嶺の北側付近でフィリピン海プレート境界面の深さ約30kmからそれよりもやや深い深部低周波地震が発生している領域まで（日向灘の領域はプレート境界面の深さ約40kmまで）としている。

また、内閣府検討会は、津波波源モデルの設定にあたっては、南海トラフで発生した過去の地震に加えて、世界の海溝型地震の震源断層モデルの調査結果も踏まえて、地震規模（Mw 9.1）を設定するとともに、津波水位への影響が大きい断層のすべり量に関して、「大すべり域（約20m）」、「超大すべり域（約40m）」の設定を行うとともに、波源が広大で、「大すべり域」等の設定位置により地域ごとの影響度合いが異なることから、

「大すべり域」等の位置を複数想定し、全11ケースの検討を実施している。

債務者は、内閣府検討会が公表した全11ケースのうち、本件原子炉施設への影響が大きいと考えられる四国沖から九州沖に大すべり域及び超大すべり域が設定されているケースの中から「四国沖～九州沖」に「大すべり域+超大すべり域」を設定したケースによる津波を対象津波として選定した（南海トラフの巨大地震に伴う津波）。

南海トラフの巨大地震に伴う津波の数値シミュレーションの結果、水位上昇は最大でT.P.+2.45m(=0.83m+1.62m、評価地点：本件原子炉敷地前面)であり、水位下降は最大でT.P.-2.55m(=-0.86m-1.69m、評価地点：本件原子炉海水取水口)であった。

ii 南海トラフから南西諸島海溝までの領域を対象とした津波

債務者は、南海トラフから琉球海溝において、プレート境界面における固着域に関する分析を実施し、その分析結果に基づき、すべり量等の不確かさを考慮した津波波源を設定し、数値シミュレーションを実施することとした。

そして、南海トラフから琉球海溝について、垣見ほか(2003)の地震地体構造区分等を参考に、南海トラフ、琉球海溝北部、琉球海溝中部及び琉球海溝南部の4つに区分し、各領域での固着域に関する分析及び領域境界を越えて固着域が破壊する可能性の検討を行った。債務者は、上記の分析・検討の結果に加え、現在の知識・データを超えることがあり得るとの観点から、琉球海溝の海溝軸付近での固着域が東北地方太平洋沖地震と同様のMw 9.0の大きさで破壊する場合を想定し、琉球海溝北部から琉球海溝中

部までの範囲を断層面積とした津波波源を設定することとした。

また、債務者は、大すべり域の位置を、本件発電所に近い北東部の領域に設定し、破壊様式につき、瞬時破壊及び破壊伝播を想定した合計3つのケースを想定した検討を行うこととした。

そして、南海トラフから南西諸島海溝までの領域を対象とした津波数値シミュレーションの結果、水位上昇は最大でT.P.+2.02m(=0.40m+1.62m, 評価地点：本件原子炉敷地前面)であり、取水口における水位下降はT.P.-2.05m(=-0.36m-1.69m, 評価地点：本件原子炉海水取水口)となった。

b 海底及び陸上での地すべりに伴う津波の検討

(a) 海底地すべりに伴う津波

債務者は、本件敷地が外洋からの津波の影響が小さい上、海底地形が極めて平坦な瀬戸内海の伊予灘に面しており、本件敷地周辺において海底地すべりによる津波被害があったという記録も見当たらないこと、本件敷地周辺の海底地形判読及び音波探査記録を用いた検討によつても、本件敷地周辺に海底地すべりの痕跡が認められなかつたことから、仮に海底地すべりを要因とする津波があつたとしても、本件原子炉施設に与える影響は、他の要因による津波に比べ小さいものであると判断した。

(b) 伊予灘沿岸部の地すべりに伴う津波

本件敷地周辺の陸域には、三波川帯の塩基性片岩が広く分布し、地すべりの痕跡が点在している。地すべりを引き起こす「きっかけ」としては地震又は降雨が考えられる。

このうち、地震に伴う地すべりについては、日本地すべり学会「地震地すべり」によって総括されており、慶長豊後地震の際に大

分県で発生した事例を含め、過去の地震に伴う地すべりの発生箇所が整理されているところ、債務者は、本件敷地周辺において地震に伴う10万m³を超える地すべりの報告には接しなかった。また、四国における三波川帯の大規模崩壊は、剣山北東から石鎚山南方の四国山地部で多く、中央構造線沿いではむしろ少ないとの知見もあることから、債務者は、本件敷地周辺において地震に伴う地すべりが発生し、同敷地に影響を与えるような津波を生じる可能性は極めて低いものと判断した。

一方、三波川変成岩類分布域においては、古い地すべり地が部分的に降雨地すべりを発生した事例の報告があることなどから、本件原子炉の敷地周辺で見られる地すべりの痕跡は降雨に伴う地すべりによるものであると考えられた。しかし、債務者は、その多くは地形の開析状況等から形成時期が非常に古く、地すべり土塊の大部分は山腹に残って長年にわたって安定していること、一般に四国の大規模崩壊（深層崩壊）は高度500m以上の地域に分布するとの知見があるところ、本件敷地は標高300m程度の細長い半島に位置するから、地すべりの規模もおのずと制限されるものと考えられること、同敷地周辺に深層崩壊の報告事例も認められないことなどの事情から、降雨に伴う地すべりによって本件原子炉の敷地に影響を与えるような津波を生じる可能性は低いものと判断した。もっとも、債務者は、津波に対する備えに万全を期し、津波に対する安全余裕を十分に確保する観点から、沿岸部の自然斜面で降雨に伴う地すべりが発生して岩屑流（地すべり土塊）が海面に突入することで生じる津波について影響を検討することとした。

検討の対象とする地すべり地点の選定に当たっては、防災科学技術研究所の地すべり地形分布図に示された地すべり地形及び1万分

の 1 空中写真を用いた独自の地形判読によって敷地付近の伊予灘沿岸部に分布する地すべり地形を抽出し、地表踏査等によって地すべりの認定、さらには地すべり範囲の確認を行い、縮尺 5 千分の 1 の地形図に整理した。認定した地すべり地について、その規模と敷地までの距離等を勘案し、立神岩、小島、海岬西、海岬及び亀浦の 5 地点において発生する地すべりに伴う津波を対象津波として選定した。

そして、上記のとおり選定された各地点について数値シミュレーションをした結果、水位上昇は最大で T. P. + 6. 35 m (= 4. 73 m + 1. 62 m, 評価地点：本件原子炉敷地前面) であり、水位下降は最大で T. P. - 3. 36 m (= - 1. 67 m - 1. 69 m, 評価地点：本件原子炉海水取水口) であった。

c 火山の山体崩壊に伴う津波の検討

本件敷地前面海域である伊予灘沿岸において将来の活動性を考慮する火山としては、伊予灘西方の別府湾沿いに位置する鶴見岳が存在する。別府湾沿岸では、鹿鳴越などの古い第四紀火山が過去に大規模な山体崩壊を発生させた痕跡が岩屑なだれ堆積物として残っている。また、歴史時代にも、慶長豊後地震に伴って内陸の水口山北斜面で津江岩屑なだれが発生している。この地震の際には沿岸の高崎山で崖崩れが発生したとされ、津波の二次的な要因となった可能性も指摘されている。

このようなことから、債務者は、本件原子炉施設への影響を考慮すべき津波として、別府湾沿岸の火山の山体崩壊に起因する津波を考慮することとし、中でも活火山であり山体規模も突出して大きい鶴見岳（伽藍岳含む。）の山体崩壊に伴う津波を検討することとした。検討にあたっては、鶴見岳の地形、過去の崩壊規模等を考慮し、山体が大

きく別府湾への崩壊物の流入量も大きい鶴見岳東麓の崩壊を想定することとし、①既往最大規模の山体崩壊（崩壊土砂の体積：2000万m³）及び②仮想的に山頂を含む大規模な山体崩壊（同5億4000万m³）に起因する津波を対象津波として選定した。

上記のとおり選定された各対象津波につき数値シミュレーションをした結果、最も厳しいケースとなったのは水位上昇側及び水位下降側のいずれも仮想的なケースである上記②であり、水位上昇は最大でT.P.+2.56m (=0.94m+1.62m, 評価地点：本件原子炉敷地前面) であり、水位下降は最大でT.P.-2.40m (= -0.71m-1.69m, 評価地点：本件原子炉海水取水口) であった。

なお、津波の要因となる火山現象としては、山体崩壊以外にも、海底火山の噴火、火碎流等が考えられるが、債務者は、本件原子炉施設において活動を考慮すべき火山には海底火山は存在せず、また、これらの火山の火碎流堆積物の分布も内陸部に限定されることから、これらを要因とする津波の発生は想定されないと判断した。

(ウ) 重畠の検討

債務者は、上記の各津波発生要因（海域の活断層に想定される地震に伴う津波、プレート境界付近に想定される地震に伴う津波、地すべりに伴う津波及び火山の山体崩壊に伴う津波）のそれぞれ二つずつの津波発生要件ごとに、重畠する必要性を具体的に検討した。その結果、債務者は、これら各津波発生要因相互の関連性は低いことから、基本的にはこれらの組合せを考慮する必要はないと考えた。

もっとも、債務者は、本件海域部断層群の地震によって上記で評価対象とした各地すべり地点において小規模な地すべり又は斜面崩壊が発生する可能性は否定できることなどから、さらなる安全性向上を図るべく、敷地前面海域の断層群による地震に伴う津波と地すべりに伴う津波

(地震に伴う小規模な地すべり又は斜面崩壊はこれに包含される。) を重畠させた津波(以下「重畠津波」という。)につき、数値シミュレーションによる評価を行うこととした。

数値シミュレーションの実施にあたっては、地震発生後、地すべりが発生するタイミングを調整するなどの不確かさを考慮し、十分に安全側の結果が得られるよう複数の検討ケースで評価を行った。数値シミュレーションの結果、水位上昇は最大でT.P.+8.12m(=6.50m+1.62m、評価地点：本件原子炉施設敷地前面)であり、水位下降は最大でT.P.-4.60m(=-2.91m-1.69m、評価地点：本件原子炉海水取水口)であった。

(エ) 基準津波の策定

債務者は、上記各津波発生要因及び重畠津波についてした数値シミュレーションによる評価を踏まえ、本件原子炉施設に最も大きな影響を与える津波を基準津波として策定することとした。

そして、施設からの反射波の影響が微小となるよう、敷地から沖合へ約2.5km離れた水深約47mの地点を定義地点として選定し、5波の基準津波を策定した。

(オ) 超過確率

債務者は、日本原子力学会「日本原子力学会標準 原子力発電所に対する津波を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準：2011」(以下「原子力学会(2012)」という。)及び土木学会原子力土木委員会津波評価部会「確率論的津波ハザード解析の方法」(以下「土木学会(2011)」という。)を参考に、確率論的津波ハザード評価を行い、基準津波による水位の超過確率を参照した。その結果、基準津波定義地点における基準津波の最高水位及び最低水位の年超過確率は、それぞれ $10^{-7} \sim 10^{-8}$ 程度及び $10^{-5} \sim 10^{-6}$ 程度であった。なお、債務者は、

地すべり津波については、発生頻度を設定することが困難であるとして、評価に含めないこととした。

ウ 原子力規制委員会の審査結果

原子力規制委員会による債務者の基準津波の審査の結果は次のとおりである（乙13）。

（ア）地震に伴う津波

原子力規制委員会は、審査の過程において、敷地前面海域の断層群について連動を考慮した波源を基本ケースとして評価すること、すべり量に關係する剛性率の妥当性を検討すること、津波シミュレーション計算で設定する渦動粘性係数の影響を検討することを求めた。

そこで、債務者は、伊予セグメント、敷地前面海域の断層群及び別府一万年山断層帯（すなわち、本件海域部断層群）が連動するケースを基本ケースとともに、剛性率、渦動粘性係数の値を見直して津波の評価を示した。上記のとおり見直した後の評価が上記イ（イ）aである。

原子力規制委員会は、債務者が実施した地震に伴う津波の評価（ただし、上記イ（イ）aのとおり見直した後のもの）につき、波源モデルの設定等に必要な調査を実施するとともに、行政機関が行った津波シミュレーションも適切に反映し、不確かさを考慮して波源の特性や位置等から考えられる適切な規模の津波波源を設定して適切な手法で評価を行っており、設置許可基準規則解釈別記3の規定に適合しているとした。

（イ）地震以外の要因による津波

原子力規制委員会は、債務者が実施した地震以外の要因による津波の評価については、波源モデルの設定等に必要な調査を実施するとともに、不確かさを考慮して波源の特性や位置等から考えられる適切な規模の津波波源を設定して適切な手法で評価を行っており、設置許可基準規則解釈別記3の規定に適合しているとした。

(ウ) 地震に伴う津波と地震以外の要因による津波の重畠

原子力規制委員会は、債務者が実施した地震に伴う津波と地震以外の要因による津波の重畠の評価については、敷地の地学的背景及び津波発生要因の関連性を踏まえて波源を適切に組み合わせ、適切な手法で評価を行っており、設置許可基準規則解釈別記3の規定に適合しているとした。

(エ) 基準津波の策定等

原子力規制委員会は、債務者が、適切な位置で基準津波の時刻歴波形を策定するとともに、基準津波による水位変動に伴う砂移動の評価を適切に行っており、設置許可基準規則解釈別記3の規定に適合しているとした。

(14) 本件原子炉施設の耐震設計等（東北地方太平洋沖地震後一火山現象）

ア 新規制基準等の内容について

安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならないとされているところ（設置許可基準規則6条1項），設置許可基準規則解釈によれば、ここに「想定される自然現象」とは、敷地の自然環境を基に、洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象又は森林火災等から適用されるものをいうものとされている（乙68）。

火山ガイドは、新規制基準を受け、上記各自然現象のうち「火山の影響」について、原子力発電所への火山影響を適切に評価するため、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出、抽出された火山の火山活動に関する個別評価、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価のための方法と確認事項をとりまとめ、もって、新規制基準が求める火山の影響により原子炉施設の安全性を損なうことのない設計であることの

評価方法の一例として定められた（乙147）。

火山ガイドは、火山影響評価を立地評価と影響評価の2段階で行うこととしている（乙147）。

(ア) 立地評価では、まず原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出を行い、影響を及ぼし得る火山が抽出された場合には、抽出された火山の火山活動に関する個別評価、すなわち、設計対応不可能な火山事象（火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ・地滑り及び斜面崩壊、新しい火山の開口並びに地殻変動の5事象）が原子力発電所の運用期間中に影響を及ぼす可能性の評価を行う。

影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価された場合は、火山活動のモニタリングと火山活動の兆候把握時の対応を適切に行うことを条件として、個々の火山事象に対する影響評価を行う。一方、設計対応不可能な火山事象が原子力発電所運用期間中に影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価されない場合は、原子力発電所の立地は不適と考えられる。

(イ) 影響評価では、個々の火山事象への設計対応及び運転対応の妥当性について評価を行う。

イ 立地評価に関する火山ガイドの定め（乙147）

(ア) 火山影響評価が実施される原子力発電所周辺の領域（原子力発電所から半径160kmの範囲の領域。以下「地理的領域」という。）に対して、文献調査等で第四紀（約258万年前以降）に活動した火山（以下「第四紀火山」という。）を抽出する。

(イ) 地理的領域にある第四紀火山から、文献調査並びに地形・地質調査及び火山学的調査により、将来の活動の活動可能性のある火山を抽出する。すなわち、上記各調査の結果、完新世（約1万1700年前以降）に活動を行った火山は、将来活動の可能性のある火山とし、後記(ウ)の個別評価の対象とする。一方、上記各調査の結果、完新世に活動を行っておら

ず、過去の活動を示す階段ダイヤグラムにおいて、火山活動が終息する傾向が顕著であり、最後の活動終了からの期間が過去の最大休止期間より長いなど、将来の活動可能性がないと判断できるものは後記(ウ)の個別評価の対象外とするが、それ以外の火山は、将来の火山活動性が否定できない火山として、後記(ウ)の個別評価の対象とする。

(ウ) 将来の活動可能性があると評価した火山については、原子力発電所の運用期間中において設計対応が不可能な火山事象を伴う火山活動の可能性の個別評価を行う。この際、検討対象火山の活動を科学的に把握する観点から、過去の火山活動履歴とともに、必要に応じて、地球物理学的調査（マグマ溜まりの規模や位置、マグマの供給系に関連する地下構造等についての分析）及び地球化学的調査（火山噴出物等についての分析）を行い、現在の火山の活動の状況も併せて評価する。

上記個別評価の結果、検討対象火山の活動の可能性が十分小さい場合には、過去の最大規模の噴火により設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達したと考えられる火山を抽出し、火山活動のモニタリングを実施し、運用期間中において火山活動を継続的に評価する。

(エ) 上記個別評価の結果、検討対象火山の活動の可能性が十分小さいと判断できない場合は、調査結果から噴火規模を推定し（推定できない場合は過去最大の噴火規模とする。）、設定した噴火規模における設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達する可能性が十分小さいかどうかを評価する（類似の火山における影響範囲又は検討対象火山の痕跡等によって判断できない場合は設計対応不可能な火山事象の国内既往最大到達距離を影響範囲とする。）。そして、設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達する可能性が十分小さいと評価できない場合は、原子力発電所の立地は不適であると考えられる。

一方、設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達する可能性が

十分小さいと評価できる場合には、過去の最大規模の噴火により設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達したと考えられる火山についてはモニタリング対象とし、事業者において火山活動のモニタリングを実施し、運用期間中に火山活動の継続的な評価を行う。

(オ) 火山活動のモニタリングは、過去の最大規模の噴火により設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達したと考えられる火山を監視対象火山とし、噴火可能性が十分小さいことを継続的に確認することを目的として運用期間中のモニタリングを行う。監視項目としては、地震活動の観測（火山性地震の観測）、地殻変動の観測（G P S等を利用し地殻変動を観測）、火山ガスの観測（放出される二酸化硫黄や二酸化炭素量などの観測）が挙げられる。

そして、モニタリング結果を定期的に評価し、当該火山の活動状況を把握し、状況に変化がないことを確認する。事業者が実施すべきモニタリングは、原子炉の運転停止、核燃料の搬出等を行うための監視であり、火山専門家のみならず、原子力やその関連技術者により構成され、透明・公平性のあるモニタリング結果の評価を行う仕組みを構築する。

また、モニタリングにより火山活動の兆候を把握した場合の対処方針等を定めるものとする。具体的には、「対処を講じるために把握すべき火山活動の兆候と、その兆候を把握した場合に対処を講じるための判断条件」、「火山活動のモニタリングにより把握された兆候に基づき、火山活動の監視を実施する公的機関の火山の活動情報を参考にして対処を実施する方針」、「火山活動の兆候を把握した場合の対処として、原子炉の停止、適切な核燃料の搬出等が実施される方針」を定めるものとする。

ウ 影響評価をめぐる火山ガイドの定め（乙147）

火山ガイドが定める影響評価の総論は概ね後記アのとおりであり、影響

評価の対象となる火山事象のうち、降下火砕物による原子力発電所への影響評価の方法に関する火山ガイドの定めの内容は、概ね後記(イ)のとおりである。

(ア) 原子力発電所の運用期間中において設計対応不可能な火山事象によつて原子力発電所の安全性に影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価される火山について、それが噴火した場合、原子力発電所に影響を与える可能性のある火山事象を抽出し、その影響評価を行う。影響評価では、個々の火山事象への設計対応及び運転対応の妥当性について評価を行う。

ただし、降下火砕物に関しては、火山抽出の結果にかかわらず、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積あたりの質量と同等の火砕物が降下するものとする。なお、敷地及び敷地周辺で確認された降下火砕物で、噴出源が同定でき、その噴出源が将来噴火する可能性が否定できる場合は考慮対象から除外する。また、降下火砕物は浸食等で厚さが低く見積もられるケースがあるので、文献等も参考にして、第四紀火山の噴火による降下火砕物の堆積量を評価すること。

(イ) 降下火砕物は、最も広範囲に及ぶ火山事象で、ごくわずかな火山灰の堆積でも、原子力発電所の通常運転を妨げる可能性があり、降下火砕物により、原子力発電所の構造物への静的負荷、粒子の衝突、水循環系の閉塞及びその内部における磨耗、換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的及び化学的影响、並びに原子力発電所周辺の大気汚染等の影響が挙げられることから、降雨・降雪などの自然現象は、火山灰等堆積物の静的負荷を著しく増大させる可能性がある。火山灰粒子には、化学的腐食や給水の汚染を引き起こす成分（塩素イオン、フッ素イオン、硫化物イオン等）が含まれていることも踏まえ、降下火砕物の直接的影響を検討する。

また、降下火砕物は広範囲に及ぶことから、原子力発電所周辺の社会

インフラに影響を及ぼすものであり、この中には、広範囲な送電網の損傷による長期の外部電源喪失や原子力発電所へのアクセス制限事象が発生し得ることも考慮する必要があることから、これらを間接的影響として評価する。

(ウ) 降下火碎物の影響評価では、降下火碎物の堆積物量、堆積速度、堆積期間及び火山灰等の特性などの設定、並びに降雨等の同時期に想定される気象条件が火山灰等特性に及ぼす影響を考慮し、それらの原子炉施設又はその付属設備への影響を評価し、必要な場合には対策がとられ、求められている安全機能が担保されることを評価する。なお、原子力発電所内及びその周辺敷地において降下火碎物の堆積が観測されない場合は、次の方法により堆積物量を設定する。また、堆積速度、堆積期間については、類似火山の事象やシミュレーション等に基づいて、原子力発電所への間接的な影響も含めて評価する。

- a 類似する火山の降下火碎物堆積物の情報を基に求める。
- b 対象となる火山の噴火量、噴煙柱高、全体粒度分布、及びその領域における風速分布の変動を高度及び関連パラメータの関数として、原子力発電所における降下火碎物の数値シミュレーションを行うことにより求める。数値シミュレーションに際しては、過去の噴火履歴等の関連パラメータ及び類似の火山降下火碎物堆積物等の情報を参考とすることができる。

(エ) 直接的影響（上記(イ)前段）については、次の事項を確認するものとする。

- a 降下火碎物堆積荷重に対して、安全機能を有する構築物、系統及び機器の健全性が維持されること。
- b 降下火碎物により、取水設備、原子炉補機冷却海水系統、格納容器ベント設備等の安全上重要な設備が閉塞等によりその機能を喪失しな

いこと。

c 外気取入口からの火山灰の侵入により、換気空調系統のフィルタの目詰まり、非常用ディーゼル発電機の損傷等による系統・機器の機能喪失がなく、加えて中央制御室における居住環境を維持すること。

d 必要に応じて、原子力発電所内の構築物、系統及び機器における降下火碎物の除去等の対応が取れること。

(オ) 間接的影響（上記(イ)後段）については、原子力発電所外での影響（長期間の外部電源の喪失及び交通の途絶）を考慮し、燃料油等の備蓄又は外部からの支援等により、原子炉及び使用済燃料プールの安全性を損なわないように対応が取れることを確認する。

エ 債務者は、次のとおり、本件発電所の立地評価をした（乙11，146）。

(ア) 本件発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

本件発電所は、四国北西部に細長く延びる佐田岬半島の付け根付近の瀬戸内海側に位置する。山口県の内陸部から大分県の国東半島、別府湾沿岸へと火山フロン트が連なるが、本件敷地は、火山フロントから南東に大きく離れており、本件敷地を中心とする半径50km内に第四紀火山や第四紀火山岩類は分布しない。本件敷地の地理的領域内には42の第四紀火山が分布し、これらのうち完新世に活動を行った火山は、本件敷地との距離が近いものから順に、鶴見岳（本件敷地との距離85km）、由布岳（同89km）、九重山（同108km）、阿蘇（同130km）、阿武火山群（同130km）である。これらの5火山は本件発電所に影響を及ぼし得る火山であることから、本件発電所の運用期間中の活動可能性を考慮することとした。

また、完新世に活動を行っていない火山については、文献調査結果を基に、当該火山の第四紀の噴火時期、噴火規模及び活動の休止期間を示

す階段ダイヤグラムを作成し、将来の活動可能性の有無を評価した。完新世に活動を行っていない火山のうち、姫島（本件敷地との距離 6.5 km）及び高平火山群（同 8.9 km）は活火山ではないものの、火山活動が終息する傾向が明確ではなく、将来の火山活動の可能性が否定できないため、本件発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した。残りの 35 火山は、いずれも活動年代が古く、最新活動からの経過期間が過去の最大休止期間より長いことなどから、将来の活動可能性はないものと評価し、個別評価の対象外とした。

(イ) 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

a 鶴見岳

鶴見岳は大分県の別府湾西岸に位置する標高 1,375 m の成層火山であり、約 9 万年前以前から活動を開始し、現在も噴気活動が認められる。南北 5 km にわたり連なる溶岩ドームの最南端に位置する鶴見岳は厚い溶岩流の累積からなり、北端の伽藍岳には強い噴気活動がある。完新世で最大規模の噴火は 1 万 0,600 ~ 7,300 年前の鶴見岳山頂溶岩噴火（溶岩主体の噴火と推定される。）で噴出量は 0.15 km³ とされている。鶴見岳を起源とする大規模火砕流は知られておらず、本件発電所に影響を及ぼす可能性はない。

b 由布岳

由布岳は大分県の鶴見岳西方に位置する標高 1,583 m の成層火山であり、約 9 万年前より古い時代から活動を開始し、最新噴火は 2000 ~ 1900 年前とされている。由布岳は数個の溶岩ドーム及び山頂溶岩からなり、約 2000 年前に規模の大きな噴火活動（以下「2 ka 噴火」という。）が発生したが、その後有史から現在に至るまで噴火活動は起きていない。完新世以前の噴火規模についての報告はなく、完新世で最大規模の噴火は 2 ka 噴火で噴出量は 0.207 km³ と

されている。由布岳の山麓には2 k a噴火に伴う火碎流堆積物が分布するが、由布岳を起源とする大規模火碎流は知られておらず、本件発電所に影響を及ぼす可能性はない。また、2 k a噴火に伴う火山灰（以下「由布岳1火山灰」という。）は、厚さ数cmで別府湾に降下・堆積しており、その体積は0. 0 5 km³とされている。

c 九重山

九重山は由布岳と阿蘇山の間の大分県西部に東西1 5 kmにわたって分布する20以上の火山の集合であり、最高峰は中岳（標高1 7 9 1 m）である。約20万年前以降に活動し、最新噴火は1 9 9 6年である。火山の多くは急峻な溶岩ドームで山体の周囲を主に火碎流から成る緩傾斜の裾野が取り巻く。九重山を起源とする最大規模の火碎流は、約8～7万年前に噴出したと推定される飯田火碎流であり、その堆積物は、大分県から熊本県にかけての地域に分布し、最大層厚約2 0 0 m、推定分布面積約1 5 0 km²、推定体積は約5 km³と見積もられている。これらの火碎流堆積物の分布は九州内陸部に限られ、本件発電所に影響を及ぼす可能性はない。また、九重山は、完新世にも頻繁にマグマを噴出しており、マグマを出した最後の活動として約1 7 0 0 年前に溶岩ドームが形成されているが、本件敷地から遠く離れており、本件発電所に影響を及ぼす可能性はない。

d 阿蘇

阿蘇カルデラは熊本県東部で東西約1 7 km、南北約2 5 kmのカルデラである。阿蘇カルデラ周辺の火山としては、カルデラの中央部に阿蘇山が、東側に根子岳が位置し、縁辺部に先阿蘇の火山岩類が分布する（阿蘇山、根子岳及び先阿蘇をまとめて以下「阿蘇」ということがある。）。阿蘇山は、高岳（標高1 5 9 2 m）、中岳（標高1 5 0 6 m）等の東西方向に連なる成層火山からなる火山群であり、根子岳

(標高 1433m) は、開析の進んだ成層火山である。

阿蘇カルデラでは、約27万～約25万年前、約14万年前、約12万年前及び約9万年前～約8.5万年前にそれぞれ火碎流及び降下火碎物を噴出した噴火が認められる（古いものから順に、以下「阿蘇1噴火」、「阿蘇2噴火」、「阿蘇3噴火」及び「阿蘇4噴火」という。）。現在の阿蘇カルデラは、阿蘇1噴火から阿蘇4噴火までの4回の大噴火によって形成されたものとされている。阿蘇1ないし4噴火のうち、阿蘇4噴火の噴火規模が突出して大きく、その際の噴出物の体積は600km³とされている。

阿蘇1噴火及び阿蘇2噴火による火碎流堆積物は、大分県西部並びに熊本県北部及び中部の広い範囲に、阿蘇3噴火による火碎流堆積物は、大分県西部及び中部並びに熊本県北部及び中部の広い範囲に、阿蘇4噴火による火碎流堆積物は、九州北部及び中部並びに山口県南部の広い範囲に分布する。

ところで、日本第四紀学会編「日本第四紀地図」(1987)及び町田・新井(2011)は、阿蘇4噴火による火碎流堆積物の到達範囲を推定し、本件敷地の位置する佐田岬半島まで到達した可能性を示唆しているが、その分布（実際に堆積物が確認される範囲）は方向によって偏りがあり、佐田岬半島において阿蘇4噴火による火碎流堆積物を確認したとの報告はない。また、地表踏査結果によると、佐田岬半島に点在するM面（中位段丘面）の段丘堆積物を覆う風成層は阿蘇4噴火によるテフラが混在するものの阿蘇4噴火による火碎流堆積物は確認されず、中位段丘に阿蘇4噴火による火碎流堆積物が保存されている山口県とは状況を異にする。さらに、佐田岬半島西端部の阿弥陀池、佐田岬半島中央部の伊方町高茂、佐田岬半島付け根部の八幡浜市川之石港は、堆積条件のよい低地あるいは盆地であって、阿蘇4噴火による火碎流

堆積物が保存されやすいと考えられるのに、上記各地でのボーリング調査によっても、阿蘇4噴火による火碎流堆積物は確認されない。本件発電所と阿蘇カルデラの距離（約130km），その間の地形的障害（佐賀関半島，佐田岬半島）により、阿蘇4噴火による火碎流は本件敷地まで到達していないものと考えられる。なお、債務者が、本件審査の過程で、阿蘇カルデラから東方（本件敷地方向）への火碎流のシミュレーション評価を実施し、本件敷地への影響を検討したところ、阿蘇4噴火による火碎流堆積物の想定体積 200 km^3 を上回る 320 km^3 を本件発電所に近いカルデラ東縁のみに配置したシミュレーションの結果においても、火碎流堆積物が四国までは到達しないとの結果が得られている。

また、各種文献による現在のマグマ溜まりや噴火活動の状況は巨大噴火直前の状態ではないことなどから、阿蘇において本件発電所の運用期間中に阿蘇4噴火のような巨大噴火が発生することはないと考えられる。したがって、阿蘇の巨大噴火が本件発電所の運用期間中に本件発電所に影響を及ぼすことはない。

巨大噴火の最短の活動間隔（阿蘇2噴火と阿蘇3噴火の間の約2万年）は、最新の巨大噴火である阿蘇4噴火からの経過時間（約9万年前～約8.5万年前）よりも短い。

阿蘇4噴火以降の活動としては、約9万年前以降に阿蘇山が噴火活動を開始し、溶岩や火碎物を噴出する小規模噴火の繰り返しにより形成された火山体とともに、降下軽石を主体とする噴火が複数回認められ、現在の阿蘇山の活動は、多様な噴火様式の小規模噴火を繰り返していることから、後カルデラ火山噴火ステージと判断される。

また、阿蘇カルデラの地下構造に関する知見から考えられる現在のマグマ溜まりは、巨大噴火直前の状態のものとは認められない。

以上のことから、本件発電所運用期間中の噴火規模としては、後カルデラ火山噴火ステージである阿蘇山での既往最大噴火規模を考慮するが、阿蘇山での既往最大噴火は阿蘇草千里が浜噴火であり、その噴出物量は約 2 km^3 であって、阿蘇山起源の火碎流堆積物の分布は阿蘇カルデラ内に限られ、本件発電所に影響を及ぼす可能性はない。

なお、先阿蘇は約80万年前～約40万年前の間に、根子岳は約14万～約12万年前の間に活動が認められるが、活動年代が古いこと等から、いずれの火山も本件発電所に影響を及ぼすことはない。

e 阿武火山群

阿武火山群は山口県の日本海側に位置する約40の小火山体から構成される火山群である。約80万年前～約1万年前まで活動し、最新噴火は8800年前であり、190万年前～150万年前には先阿武火山活動があったとされる。

阿武火山群における約80万年前以降の火山活動の噴出量は約 2.9 km^3 、噴火規模（溶岩の体積）は $0.001 \sim 0.75\text{ km}^3$ とされているところ、阿武火山群は小規模な溶岩噴出を主体とし、阿武火山群を起源とする大規模火碎流や広域火山灰は知られていないし、本件敷地から遠く離れていること也有って、本件発電所に影響を及ぼす可能性はない。

f 姫島

姫島は、大分県北東部国東半島の北方約4km沖の周防灘に位置する東西約7km、南北約3kmの細長い島であり、標高267mの矢筈岳を最高峰とする火山群である。姫島を起源とする大規模火碎流は知られておらず、本件発電所に影響を及ぼすことはない。

また、姫島の活動時期は約30万年前～10万年前とされている。全活動期間の約20万年間に7回以上の活動があり、平均活動間隔は



数万年程度であるのに対して、最新活動から約10万年が経過していることなどを踏まえれば、本件発電所の運用期間中に噴火する可能性はない。

g 高平火山群

高平火山群は鶴見岳と同じ位置にある古い火山群であり、新しい鶴見岳によって覆われている。少なくとも約9万年前以降は鶴見岳が活動している。したがって、その活動は鶴見岳に包含されているものと評価する。

(ウ) 立地評価

「火碎物密度流」については、個々の火山における過去の火碎流堆積物の分布が九州又は山口県の内陸部に限定されていることから、本件発電所に影響を及ぼす可能性はない。「溶岩流」及び「岩屑なだれ・地滑り及び斜面崩壊」については、いずれの火山も本件敷地から50km以遠に位置すること、「新しい火口の開口」及び「地殻変動」については、本件敷地は山口県から別府湾に至る火山フロントから十分な離隔があることから、いずれも問題となるものではない。

したがって、本件発電所に影響を及ぼし得る火山による設計対応不可能な火山事象は、本件敷地への到達はないから、その立地に問題はない。

オ 債務者は、鶴見岳、由布岳、九重山、阿蘇及び阿武火山群の5つの火山について、これらの火山が噴火した場合、原子力発電所に影響を与える可能性のある火山事象ごとに影響評価をした。

そして、「火山性土石流、火山泥流及び洪水」、「火山から発生する飛来物（噴石）」、「火山ガス」、「津波及び静振」、「大気現象」、「火山性地震とこれに関連する事象」及び「熱水系及び地下水の異常」につき、いずれも原子力発電所への影響はない評価した。

また、債務者がした「降下火碎物」の影響評価の内容は、概ね次のとお

りである。

(以上につき、乙11、13)

(ア) 降下火砕物の最大層厚について

降下火砕物については、上記エ(ア)で抽出した5火山の発電所運用期間中の活動可能性を考慮し、発電所の安全性に影響を与える可能性について検討することとしたが、その際、地理的領域外の火山も含めて検討することとした。

本件敷地付近では、阿蘇カルデラを起源とする降下火砕物のほか、地理的領域外にある加久藤カルデラ、姶良カルデラ、阿多カルデラ及び鬼界カルデラを各起源とする降下火砕物も降下したとされている。もっとも、本件敷地南東にある宇和盆地中心部におけるボーリング調査の結果、厚さ5cmを超える降下火山灰は、いずれも九州のカルデラ火山（阿蘇、加久藤、姶良、阿多、鬼界）を起源とする広域火山灰であるところ、地下構造に関する文献調査によると、現在の九州のカルデラ火山のマグマだまりは巨大噴火直前の状態にはないため、これらを起源とする降下火砕物が本件敷地に影響を及ぼす可能性は十分に小さい。

一方、地理的領域内にある火山による降下火山灰の等層厚線図としては、九重山を給源とする九重第一軽石（約5万年前）と阿蘇山を給源とする草千里ヶ浜軽石が示されているところ、前者については火山灰の堆積物が四国南西端の高知県宿毛市で確認されているのに対し、後者については四国における堆積の報告は見られない。

そして、①九重第一軽石の四国における堆積をめぐる文献調査によると、高知県宿毛市で確認された九重第一軽石そのものの層厚を10cmとし、その噴出量を2.03km³と見積もられることが示されていること、②上記ボーリング調査の結果、宇和盆地中心部には九重第一軽石と対応する火山灰層が認められること、③九重第一軽石は東南東方向に細長

い分布を示す旨の報告があることなどから、本件敷地における九重第一軽石の火山灰の降下厚さはほぼ0cmと評価される。

また、九重第一軽石と同等の噴火（噴出量を上記のとおり2.03km³とする。）が起こったときに、現在の気象条件を考慮して本件敷地にどのような降灰が想定されるかを降下火山灰シミュレーションにおいても検討したところ、偏西風がほぼ真西で安定する季節は本件敷地における降下厚さはほぼ0cmと評価され、風向きによっては本件敷地において降下火山灰が想定されるものの、その厚さは数cmにとどまる。

もっとも、債務者は、審査の過程において、原子力規制委員会から、シミュレーションによる降下火砕物の厚さと既往文献による火山灰等層厚線図との整合性を検討して評価することを求められたことから、噴出量の想定を6.2km³として改めてシミュレーションを行った。その結果、偏西風がほぼ真西で安定する季節は降下厚さは0cm～数cmと評価されるものの、風向きによっては降下厚さが最大14cmとなつた。

以上のことから、債務者は、影響評価の前提となる降下火砕物の層厚を15cmと想定することとした。

債務者は、火山ガイドを踏まえた評価とは別に、平成20年頃より四国北西部における降下火山灰の厚さに関する研究を独自に進めており、その一環である降下火山灰厚さの確率論的評価に係る研究結果を踏まえても、本件発電所で想定する降下火砕物の厚さは妥当であることを確認した。すなわち、債務者は、平成20年に本件敷地から南東方向約15kmに位置する愛媛県宇和盆地において実施したボーリング調査により、長さ120mのコアを取得して、過去約70～80万年間に堆積した地層中に、九州地方の火山を起源とする主要な広域火山灰を含む60枚以上の火山灰層を確認した。また、このボーリングコアには、四国西部に降下したとされるKk t火山灰（約33万年前の加久藤カルデラの噴火

による火山灰) 以降の主要な広域火山灰層 12枚が全て含まれており、Kk t 火山灰以降に 40枚の火山灰層が含まれることから、独自の研究によって把握したこれまで知られていない多数の火山灰層を含めても四国北西部への火山灰の降下頻度が 1.2枚／万年と低頻度であることを確認した上で、VEI 6 クラスや VEI 7 クラスの噴火による降下火山灰を含めた解析を行い、ある層厚以上の火山灰が今後 1 年間に降下する確率（年超過確率）を算出した結果、宇和盆地において、年超過確率 10^{-4} に相当する火山灰層厚は 2 cm 以上であり、本件発電所において考慮する降下火碎物の厚さ 15 cm の年超過確率は $10^{-4} \sim 10^{-5}$ であるが、これは、原子力規制委員会によって設計基準事故の定義が 10^{-3} / 年～ 10^{-4} / 年程度の発生頻度の状態との考えが示されていることを踏まえれば、設計上考慮すべき火山事象として妥当な水準であることを確認した。

(イ) 降下火碎物の大気中濃度について

債務者は、アイスランド南部のエイヤヒヤトラ氷河で平成 22 年 4 月に発生した火山噴火地点から約 40 km 離れたヘイマランド地区における大気中の降下火碎物濃度（24 時間観測ピーク値）の観測値から $3241 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を大気中濃度として想定した。これは、当該試算に用いる降下火碎物の大気中濃度については、①噴火の規模がある程度大きいこと、②火口から観測点までの距離が本件発電所と評価対象となる九重山との距離（約 108 km）と比較的似ていること、③地表レベルで観測されていることなどが条件として考えられるところ、上記観測値は、①VEI 4 以上の大規模噴火であること、②噴火口より約 40 km 程度離れたヘイマランド地区での観測値であり、本件発電所と評価対象となる九重山との距離に比べると近くなるため、保守的な値として用いることが可能であること、③地表レベルで観測された大気中濃度であることから、これ

らの条件に照らして適切であると評価した。

(ウ) 降下火砕物に対する安全性の確保

債務者は、降下火砕物の特徴等を踏まえ、降下火砕物による直接的影響と間接的影響を考慮し、本件発電所の安全性が損なわれないよう安全対策を講じた。

このうち、直接的影響については、次の対策を講じている。

- a 降下火砕物の荷重に対しては、降下堆積物が堆積し難い設計、もしくは施設の許容荷重が、降下火砕物による荷重に対して安全裕度を有することにより、構造健全性を失わず安全機能を損なわない設計としていること
- b 降下火砕物による化学的影響（腐食）、水循環系の閉塞、内部における摩耗等により安全機能を損なわない設計としていること
- c 外気取入口からの降下火砕物の侵入による機械的影響（閉塞）を考慮して、非常用ディーゼル発電機及び換気空調設備の外気取入口については、開口部を下向きの構造にするとともに、フィルタを設置して降下火砕物が内部に侵入しにくい設計とすること
- d 降下火砕物を含む空気の流路となる配管や弁については形状等により降下火砕物が流路に侵入しにくい設計とし、また、侵入した場合でも閉塞しにくい設計としていること

一方、間接的影響については、降下火砕物が送電設備の絶縁低下を生じさせることによる広範囲にわたる送電網の損傷による外部電源喪失及び発電所外での交通の途絶によるアクセス制限に対し、原子炉の停止並びに停止後の原子炉及び使用済燃料ピットの冷却に係る機能を担うために必要となる電源の供給が非常用ディーゼル発電機により継続できる設計とすることにより、安全機能を損なわない設計としている。

カ 原子力規制委員会による審査結果（乙13）

原子力規制委員会は、債務者が実施した本件発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出は、階段ダイヤグラムの作成等により過去の火山活動履歴を評価して行われていることから、火山ガイドを踏まえていること、債務者が実施した本件発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価は、活動履歴の把握、地球物理学的手法によるマグマ溜まりの存在や規模等に関する知見に基づいており、火山ガイドを踏まえていることを確認するとともに、債務者が本件発電所の運用期間に設計対応不可能な火山事象が本発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価していることは妥当であると判断した。

また、原子力規制委員会は、審査の過程において、九重山を対象とした降下火山灰シミュレーションによる降下火砕物の厚さと既往文献による火山灰等層厚線図との整合性を検討して評価するよう求め、これに応じた債務者から、噴出量を 6.2 km^3 とするケースで行った降下火山灰シミュレーションに基づく影響評価を受けた。その結果、原子力規制委員会は、債務者が実施した設計対応不可能な火山事象以外の火山事象の影響評価につき、文献調査、地質調査等により、本件発電所への影響を評価するとともに、数値シミュレーションによる降下火砕物の検討も行っており、火山ガイドを踏まえているとした。

3 爭点

- (1) 司法審査の在り方（争点1）
- (2) 新規制基準の合理性（争点2）
- (3) 基準地震動策定の合理性（争点3）
- (4) 耐震設計における重要度分類の合理性（争点4）
- (5) 使用済燃料ピット等の安全性（争点5）
- (6) 地すべりと液状化現象による危険性（争点6）
- (7) 制御棒挿入に係る危険性（争点7）

- (8) 基準津波策定の合理性（争点 8）
- (9) 火山事象の影響による危険性（争点 9）
- (10) テロリズム対策の合理性（争点 10）
- (11) シビアアクシデント対策の合理性（争点 11）
- (12) 保全の必要性（争点 12）
- (13) 担保金の額（争点 13）

第3 争点に関する当事者の主張

1 争点1（司法審査の在り方）について

（債権者らの主張）

(1) 原子力発電所でひとたび重大事故が起こると、その被害がいかに取り返しのつかないものであるかは、何より福島第一原発事故が如実に物語っているのであり、その被害が他の科学技術の利用に伴う被害と異なることは、①不可逆・甚大性（放射線による被害は、DNA鎖の切断などによって引き起こされるものであり、身体的影響の発がん又は遺伝的影響のリスクとなり、これは基本的に回復不能なもので、子孫に至るまで悪影響を及ぼす。），②広範囲性（福島第一原発事故の際には、最悪シナリオとして、最大で半径170km以遠にまで強制移転地域が、半径250km以遠にまで自主避難地域が広がる可能性すら指摘されていたのであり、また、放射性物質は、風や海流に乗って、日本のみならず地球規模で大気・海洋を汚染するというように被害規模が極めて広範囲である。），③長期連續性（放射性物質の中には半減期が長期間にわたるものも多く、特に燃料棒の反応によって生じるプルトニウム 239 は、2万4000年という極めて長期間の半減期を持ち、核廃棄物の問題も含め、自己決定のできない将来世代に対してこのようなリスクや負担を負わせることになる。），④コミュニティ全体の破壊（原子力発電所事故は、単に個人の生命や身体・健康だけでなく、その地域を全面的に汚染することから、コミュニティや社会的関係性を丸ごと全面的に破壊する。）と

いう4つの視点から整理することができる。

福島第一原発事故によって、原子力発電所事故がいかに多くの人権を侵害するか、我が国の存立そのものにも影響を及ぼしかねないような広範囲に、長期間継続して、不可逆的かつ全面的な被害を引き起こすのかということが明白となったのであり、司法が人権の砦としての職責を果たすためには、仮に福島第一原発事故以前に同原発に対する差止訴訟が提起された場合に差止が認められないような判断枠組みは採用されてはならない。

(2) 原子力発電所に求められる安全性は、原子力発電所のリスクを社会が受容できるか否かという観点で判断されるべきであるが、この社会による受容性判断に当たっては、法律の規定や趣旨を踏まえつつ、原子力発電所事故被害の特殊性、原子力発電所の公益性の有無及び程度、世論調査等の結果、具体的な規制体制の変化の有無及び程度など諸般の事情を考慮して決すべきである。そして、これらの事情を考慮すれば、原子力発電所のリスクを社会が受容できるというためには、少なくとも「確立された国際的な基準」を踏まえていること、事故が起こることを常に想定し、その防止に最善かつ最大の努力をしたといい得ることが必要であり、このような基準を満たしていない以上、原子力発電所のリスクを社会は受容できないというべきである。換言すれば、福島第一原発事故後は、原子力発電所には、従前の「社会通念」という用語で表現された緩やかな安全性ではなく、極めて高度な安全性が要求されるというべきである。

(3) そして、原子力発電所の運転差止訴訟（仮処分）においては、最高裁平成4年10月29日判決・民集46巻7号1174頁に基づき、立証（疎明）責任を事実上転換させ、債務者側において本件原子炉が安全であることを立証（疎明）すべきである。

(債務者の主張)

(1) 人格権に基づく妨害予防請求として原子力発電所の運転差止めを求める訴

訟では、当該原子力発電所の安全性に欠けるところがあるって、原告の人格権、すなわち、生命、身体が侵害される具体的危険性の存在についての主張立証責任は、人格権に基づく差止訴訟の一般原則どおり、原告が負うものである。したがって、その保全処分としての原子力発電所の運転差止めを求める仮処分においても、債権者が、被保全権利としての上記の具体的危険性の存在及び保全の必要性について主張、疎明責任を負う。

(2) 仮に債務者において安全性に欠ける点のないことについて主張立証（疎明）する必要があるとしても、発電用原子炉の設置及び運転等については、重大事故等対策が強化されるとともに、段階的な規制の各段階において、専門性、独立性を有する原子力規制委員会による安全審査が行われるものとされており、さらに、既に許認可等を受けている場合であっても、設置許可基準に適合していない場合には原子炉の使用停止等の処分をすることができることなど、段階的かつ網羅的な体系により厳格な規制が行われている。原子力規制委員会による厳格な規制によって、当該発電用原子炉の安全性に欠けるところがないことが担保されていることを踏まえると、原子炉設置者は、原子力規制委員会から所要の許認可を受けるなどして現在の安全規制の下でその設置及び運転等がされていることを主張立証（疎明）すれば足りるというべきである。

2 爭点2（新規制基準の合理性）について

（債権者らの主張）

(1) 新規制基準の手続的問題点

ア 原子力規制委員会の専門性、独立性の欠如

原子力規制委員会の実態は従前の組織と大きく変わることろがなく、安全規制に関する独立性と専門性を備えた機関となっていない。すなわち、設置法7条7項3号・4号は、委員長及び委員については原子力事業者等の役員、従業者等であったことを欠格事由としているが、委員である更田

豊志は、委員候補者となった当時、独立行政法人日本原子力研究開発機構の副部門長の職にあり、設置法の欠格事由に該当することは明らかであるし、委員長である田中俊一（以下「田中委員長」という。）は、平成19年に政府の原子力推進機関である原子力委員会の委員長代理に就任するなど原子力推進行政の中心を担ってきた人物である。そのような人物をもつて構成されている原子力規制委員会が策定した新規制基準は、手続上の瑕疵があるというほかなく、不合理性が推認されるべきである。

また、旧原子力安全委員会においても、委員長と委員は両議院の同意と内閣総理大臣の任命という民主的な手続を経て選任されていた（原子力安全委員会設置法5条1項）。そうであるにもかかわらず規制当局は事業者の虜になってしまったのであるから、現在の原子力規制委員会における委員長、委員の選任の仕組みが、規制の独立性を担保することにもならない。

イ 原子力規制庁の職員の多くが原子力推進にかかる官庁の職員であること

原子力規制庁の実態は、平成24年9月同庁発足時の職員（455名）のうち経済産業省出身者が315名、文部科学省出身者が85名、環境省出身者が11名と、多くの職員がいわゆる原子力推進官庁の出身者であり、幹部職員7名についても、警察官僚の2名を除いた5人がいずれも原子力発電を推進してきた原子力安全・保安院、文部科学省（旧科学技術庁）、環境省の出身者であった。設置法附則6条2項ではいわゆる「ノーリターンルール」が定められたが、「原子力利用の推進に係る事務を所掌する行政組織」と抽象的文言にすることで、経済産業省、文部科学省等へ復帰することは禁止されなかつたし、他の省庁へ異動した後は原子力規制庁の人事権は及ばないため、原子力推進機関へ復帰する道は事実上確保されているなど、その実態は原子力利用の推進側が規制を担ってきた従来と大きく変わっておらず、国会事故調査会の求めた「高い独立性」を備えていると

は到底いえない。

新規制基準を策定しその適合性を審査するのは名目上、原子力規制委員会であるが、その事務局として原子力規制庁が実務の大半を担っているところ、かかる旧規制当局ないし原子力推進官庁出身の職員によって新規制基準が策定され、その適合性審査が行われるということは、設置法等福島第一原発事故後の原子力関係法令の趣旨に反する。

ウ 福島第一原発事故の原因究明は途上にあること

福島第一原発事故のような深刻な事故を万が一にも繰り返さないための新規制基準は、福島第一原発事故の原因が明らかになってこそ、初めて有効な規制内容となり得る。しかし、原子力規制委員会は、福島第一原発事故が未だ完全には収束せず原因が判明していないにもかかわらず、新規制基準を策定した。真に福島第一原発事故の教訓を踏まえた安全な規制基準を策定するのであれば、同事故の原因について徹底的な調査が不可欠であり、事故原因の調査が不十分なままに新たな規制基準を策定しても、災害の防止上支障がないものとは到底いえない。

エ 検討期間が短すぎること

平成24年9月19日に原子力規制委員会が発足し、新規制基準は平成25年7月8日から施行されているが、規則類の策定作業に着手してからの期間は、パブリックコメント実施まで約6か月、施行まで約8か月であって余りにも短すぎる。このような新規制基準策定の拙速さからしても、原子力規制委員会は、設置法が求める、事故防止のための最善かつ最大の努力をしていないことは明らかであって、新規制基準は災害の防止上支障がないものとは到底いえない。

オ パブリックコメントも形だけのものであること

パブリックコメントは、一般市民の意見や感覚を取り入れ、民主的な手続の下に適正な基準を策定するためになされるものであるところ、これは

どの大量の基準類に対するものとしてはパブリックコメントの期間が極端に短く、また、規制の根本に関わるような重要な指摘を傾聴しさらに検討を重ねることをしておらず、単にパブリックコメントをしたという体裁を整えただけのものである。

カ 「世界で最も厳しい基準」という虚構

内閣総理大臣安倍晋三は、新規制基準について、「世界で最も厳しい基準」と国会等で繰り返し言及し、田中委員長は、当初は「世界最高」ということについて言葉を濁していたが、現在の原子力規制委員会は世界で最も厳しい基準であると公言している。しかし、新規制基準が欧米先進各国の基準と比べて緩やかであることは明白であり、上記の各発言内容はいずれも虚偽であって、新たな安全神話の流布というよりほかない。日本政府と規制当局は、またも虚偽の風説を流布することにより、国民を錯誤に陥らせて、民主的議論を誤導し、世界的水準に後れた本件原子炉施設のリスクを無理矢理受け入れさせようとしている。かかる事実についても、新規制基準策定及び適合性審査の手続的な瑕疵として十分に考慮されるべきである。

(2) 新規制基準の実体的問題点

ア 基準の不明確性

原子力発電所の安全性の評価について海外では確率論的リスク評価を行うことが主流となっており、IAEAでは平成11年から、技術的安全目標として、既設炉の炉心損傷頻度を 10^{-4} /炉年、早期大規模（放射性物質）放出頻度を 10^{-5} /炉年と定めていた。日本でも福島第一原発事故の反省を踏まえ、真に「国際的な基準」に適った審査を追求するのであれば、当然これを規制基準に盛り込むべきであったが、新規制基準にはほとんど盛り込まれていない。

また、原子炉等規制法1条では、原子炉等による災害を防止して公共の

安全を図るために、「大規模な自然災害及びテロリズムその他の犯罪行為の発生も想定した必要な規制を行う」ことにより「国民の生命、健康及び財産の保護、環境の保全並びに我が国の安全保障に資することを目的とする。」と規定されたが、一般に地震や津波、火山などの自然災害は、頻度が低くなればなるほど大規模なものが想定されるところ、この「大規模な自然災害」の明確な定義付けはなされていない。「適切」、「適正」といった曖昧で不明確な基準が数多く列記されている新規制基準の規定ぶりは、安全審査指針類の規定が不明確であったことが、事業者及び規制当局の主観的、恣意的な解釈を許し、ひいては福島第一原発事故を招來した反省を何ら踏まえていない。我が国の規制当局において、事業者の「虜」となっていたことを真摯に踏まえるならば、新規制基準は、主観的、恣意的な解釈を許さない、客観的で明確なものでなければならない。新規制基準は、曖昧、不明確に過ぎて、「国際的な基準を踏まえ」た「災害の防止上支障がないものとして定める基準」とはいえない不合理なものである。

イ 立地審査指針違反

原子炉等規制法第43条の3の6第1項4号は、文言上、「発電用原子炉施設の位置、構造及び設備が核燃料物質、核燃料物質によって汚染された物又は発電用原子炉による災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準」とされており、立地審査を行うことは法律上の要請である。原子力関係法令改正の趣旨からすれば、福島第一原発事故前よりも緩やかな基準による審査は許容されるべきではない。そして、立地審査指針が改定されていない以上、従前の立地審査指針（「原子炉立地審査指針及びその適用に関する判断のめやすについて」（昭和39年5月27日原子力委員会決定））は現在も有効であるというべきである。

債務者は重大事故等対処施設を備えることによって代用している旨主張しているが、IAEAの基準等によれば、立地は重大事故対策が機能しな

い場合にも周辺住民の被曝を最小限に抑えるための最後の壁であり、重大事故対策の審査があればこの点の審査が不要になるというものではない。立地審査を経ないでよいとすることは、国際的な基準に反し、ひいては国際的な基準を踏まえて安全確保を図るべきことを規定した原子力基本法2条2項にも反する。

ウ 防災審査の不存在

IAEAは、原子力安全対策において、5層の深層防護という考え方を提示しているところ、原子力規制委員会は、新たに原子力災害対策指針を定め、原子力災害に備えた防災計画を作成すべき市町村は各原子力発電所から半径30km圏まで拡大し、各周辺自治体は新たに地域防災計画を作成することを迫られたが、原子力防災体制の整備は、「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」等に何ら触れられていないため規制対象となっていない。しかし、IAEAの安全基準No. GS-R-2「原子力又は放射線の緊急事態に対する準備と対応」では、いかなる緊急事態においても、人への影響を最小にとどめることが意図され、事前の準備が確実に実行されることを求めているのであって、新規制基準は、確立した国際基準を踏まえるべきという原子力基本法2条2項に悖る状態となっている。

エ 放射性廃棄物処理方法審査の不存在

憲法11条は将来世代の国民の基本的人権をも保障しており、国家権力が原子力発電所の稼働という一時的な経済的便益のために、これによる廃棄物の管理や危険をほとんど未来永劫将来世代に対し押しつけるのは、憲法13条及び25条に違反する。原子炉等規制法は、環境の保全等に資するため、43条の3の5第2項8号で「使用済燃料の処分の方法」を設置許可申請書に記載することを要求し、43条の3の6第1項4号では「核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物…による災害の防止上

支障がないもの」として原子力規制委員会規則で定めることを要求しているのであり、福島第一原発事故後の法改正により環境基本法が放射性物質による環境汚染に適用されるようになったこと、環境基本法4条は環境の保全につき、「環境への負荷の少ない健全な経済の発展を図りながら持続的に発展することができる社会が構築されることを旨とし、及び科学的知見の充実の下に環境の保全上の支障が未然に防がれることを旨として、行われなければならない」と規定していること等からすると、法は、現在はもとより将来の国民の生命、健康及び財産の保護のみならず、生態系全体への長期的な影響をも考えて、必要な規制を行うことを原子力規制委員会に要請しているとみるべきである。そして、使用済核燃料その他の放射性廃棄物が将来にわたって環境に影響を与えないための方策について新規制基準に盛り込みます、したがってその点に関する審査を行わないまま再稼働を許可し新たな放射性廃棄物を生み出すことを認めるることは、原子炉等規制法に違反する。

オ 環境基準等の設定欠如

原子力発電所は、平常時においても放射線及び放射性物質を環境中へ放出している。そして、玄海原子力発電所や泊原子力発電所等の周辺地域では、白血病や癌の確率が他の地域よりも有意に高いこと等が報告されており、平常運転時に放出された放射線や放射性物質の環境に対する影響は無視できない状況となっている。それなのに、これについては事業者の自主的対応に委ねられており、国としての規制は行われていない。したがって、この点について考慮されていない新規制基準は合理性がない。

(債務者の主張)

(1) 新規制基準及び適合性審査の手続的問題点について

ア 原子力規制委員会の専門性、独立性の欠如等の主張について

設置法上、原子力規制委員会は、国家行政組織法3条2項に基づく、い

わゆる 3 条委員会として高度の独立性が保障されている（設置法 2 条）。原子力規制委員会の委員長及び委員に福島第一原発事故以前に原子力発電を推進する立場にあった者が含まれていること自体は否定しないが、福島第一原発事故以前に原子力行政に関わっていた者は基本的には原子力を推進する中で各種業務に従事していたのであり、原子力規制委員会の委員長及び委員の人選にあたっては、この点を踏まえた上で、原子力の安全規制に対する高い問題意識と責任感のある人物が選ばれ、両議院の同意と内閣総理大臣による任命という民主的な手続を経て選任されているのであるから、原子力発電を推進する立場にあった者が含まれていることをもって独立性が欠如しているということにはならないし、むしろ、そういった人物を選任することによって委員の高度な専門性が確保されている。

また、原子力規制庁の職員を指揮命令監督する原子力規制庁長官は、原子力規制委員会委員長の命を受けて府務を掌理する仕組みとなっており（設置法 27 条），規制当局としての独立性や専門性が確保されることとなる。

イ 福島第一原発事故の原因究明が途上であるとの主張について

福島第一原発事故については、国会、政府、民間、東京電力の 4 つの事故調査委員会がそれぞれ原因究明等を行って事故調査報告書を取りまとめているところ、新規制基準は、原子力規制委員会の下に新規制基準検討チーム、地震津波基準検討チーム等が置かれ、これらの検討結果を踏まえた検討がなされた上で制定されたものである。債権者らは、福島第一原発事故において地震動による安全上重要な機器の損傷の可能性があると述べるが、その可能性を指摘している報告書は国会の事故調査報告書のみであり、他の事故調査委員会等の報告書においては、地震動による福島第一原発の安全上重要な設備の損傷は認められておらず、福島第一原発事故の原因究明がなされていない中で新規制基準が制定されたということはできない。

ウ 新規制基準策定の検討期間が短い等の主張について

新規制基準検討チーム、地震津波基準検討チーム等の会合に、原子力規制委員会担当委員、多様な学問分野の外部専門家をはじめ、原子力規制庁及び旧独立行政法人原子力安全基盤機構の職員らが出席し、それぞれ約8か月間、多数回にわたる会合において議論が重ねられたこと、外部専門家については、透明性・中立性を確保するため、電気事業者等との関係について自己申告を行うことが求められ、申告内容は同委員会のウェブサイト上で公開されたこと、新規制基準の検討にあたっては、意見公募手続（パブリックコメント）が2度にわたって行われ、原子力規制委員会規則等に加え、同委員会の内規（審査基準に関する内規、規制基準に関する内規及び許認可等の手続に関する内規）についても、同手続の対象とされたことなどの新規制基準の検討経緯は、専門性、透明性、中立性を確保しつつ、迅速な制度整備が行われたことを示している。

これに鑑みれば、検討期間が約8か月間であることは、直ちに新規制基準の不合理性を基礎付けるものとはならない。また、パブリックコメントについても、多数の意見が寄せられ、これらが新規制基準を策定する過程で議論の素材とされているのであるから、パブリックコメントが形式的なものであったともいえない。

エ 新規制基準が欧米先進各国の基準と比べて緩やかである等の主張について

新規制基準は、IAEA等の国際機関の定める安全基準を含む海外の規制動向等をも踏まえて策定されているのであるから、新規制基準は欧米先進各国の基準と比べて緩やかであることは明白であるとする債権者らの主張には理由がない。

(2) 新規制基準の実体的問題点について

ア 「基準の不明確性」について

自然的立地条件や原子炉の型式等が原子力発電所ごとに異なることに鑑みれば、画一的な基準を定めることはそもそも困難であることに加え、原子力規制委員会における新規制基準適合性審査においては、高度の独立性が担保された科学的、専門技術的知見を有する委員等によって厳格な審議、検討がなされることとなるため、「適切」「適正」といった表現は、むしろ極めて保守的かつ厳格な審査をもたらすものである。実際、本件原子炉施設に係る原子力規制委員会による審査の過程においては、福島第一原発事故の反省等を踏まえ、地震動評価、重大事故等対処設備を用いた対策の有効性評価等における不確かさの考慮が十分なものであるかが厳しく審査された結果、債務者は多種多様な不確かさを考慮することとなっている。

イ 「立地審査指針違反」について

設置許可基準規則解釈においては、従前の審査において用いられていた安全審査指針類の一部等を引用するとされており、例えば、同解釈15条7項によると、原子炉に装荷する燃料の設計手法について、「発電用軽水型原子炉の燃料設計手法について」（昭和63年5月12日原子力安全委員会了承）に基づいて確認することとされている一方で、立地審査指針については、同解釈において引用されていない。設置許可基準規則解釈において立地審査指針が引用されていないのは、新規制基準においては、設計基準を超える事故の発生に対して原子炉施設と公衆との離隔を確保することによって影響を回避するのではなく、重大事故等対処施設を備えることによって、放射性物質が異常な水準で外部に放出されることを防ぎ、周辺の住民及び環境を保全することとしたためであると考えられる。

ウ 「防災審査の不存在」について

原子力防災については、原子力災害対策特別措置法が定めるとおり、同法、原子炉等規制法、災害対策基本法等が相まって、かかる法体系全体を通じて、避難計画策定を含む原子力防災対策が講じられることとなってい

る。そして、原子力防災対策については、福島第一原発事故以降、 I C R P（国際放射線防護委員会）の勧告、 I A E Aの安全基準の制定・改定等の国際的な動向を踏まえ、中央防災会議により防災基本計画（原子力災害対策編）が改正されるとともに、原子力規制委員会により原子力災害対策指針が策定されるなどして、新たな制度枠組みが設定され、この制度枠組みの下で、国、地方公共団体及び原子力事業者は、仮に原子力災害が生じた場合にも住民等の被曝防護措置に向けた役割を適切に果たすべく、防災組織の構築、情報連絡体制の整備、資機材の確保、計画等の策定等の準備を行い、緊急事態発生時においては、連携して原子力防災対策を実施し、住民等に対する防護措置を行うこととしている。

債権者らは、原子力防災対策について原子力規制委員会が審査する構造となっていないことをもって新規制基準が不十分なものであるかのように主張するが、このような債権者らの主張は、上記で述べた原子力防災対策の枠組み、内容、関係者の取組みを理解しないまま行われた、一種の立法論であって、適切ではない。

エ 「放射性廃棄物処理方法審査の不存在」について

債務者は、法に基づく指定を受けた国内再処理事業者において再処理を行うことを原則とし、再処理されるまでの間、適切に貯蔵・管理することとしており、この方針については国による確認を受けるなどしている。なお、高レベル放射性廃棄物の処分について、現時点で最終処分地の選定まで至っていないのは事実であるが、国が前面に立って最終処分に向けた取組を進めることとしていることに加え、そもそも高レベル放射性廃棄物の処分方法等が債権者らの人格権侵害を理由とする本件原子炉施設の運転差止請求権との関係性は不明であって、債権者らの主張は失当である。

オ 「環境基準等の設定欠如」について

原子力発電所の平常運転に伴って周辺の一般公衆が受ける放射線量については、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則及びこれを受けた原子力規制委員会告示により、いわゆる線量限度値が定められているし、それとは別に線量目標値指針により線量目標値が策定されている。したがって、債権者らの主張は前提を欠いている。

なお、そもそも平常運転時における微量の放射性物質の放出が、本件原子炉から相当遠方に居住する債権者らの人格権侵害とどう関係するのか不明である。

3 爭点3（基準地震動策定の合理性）について

(1) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動（内陸地殻内地震）について (債権者らの主張)

ア 応答スペクトルに基づく地震動評価

(ア) 地震規模の推定について

a 地震規模の推定方法が不適切であること

債務者は、応答スペクトルに基づく地震動評価において、地震本部の「『活断層の長期評価手法』報告書」（以下「長期評価手法」という。）に従い、480km及び130kmの各ケースについては、長さが80km以下になるようにセグメント区分し、セグメント毎に松田式を用いて地震規模を算出して合計し、480kmケースはMw 7.9 (M 8.5), 130kmケースはMw 7.5 (M 8.1) としている。

しかし、日本で長さ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 (M 8.0。以下「濃尾地震」という。) に限られており、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、現段階において、480km又は130km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いないのであり、100km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く、過小評価のおそれは大きいといわざるを得ない。松田式を100kmを超える長大な断層に適用することは必ずしも一般的な手法ではないかもしれないが、世界の観測記録上100kmの長さの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いし、松田式を提唱した東京大学名誉教授・松田時彦（以下「松田名誉教授」という。）も中央構造線四国断層帯（180km）に松田式を適用しているなど、その適用性が全く否定されているわけではない。そして、断層長さ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になるのであるから、この程度の地震規模を想定しない債務者の基準地震動の策定は不合理である。

この点、債務者は、断層幅（地震発生層の厚さ）や断层面におけるすべり量の飽和に伴い、スケーリング関係が変化する（3段階に折れ曲がる）から、松田式を480kmと130kmの各ケースにそのまま当てはめることはできないと主張する。しかし、中央構造線断層帶のような日本の長大な活断層においてもすべり量が飽和するとの確立した見解はない。地震本部が平成28年6月に作成した「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（『レシピ』）（以下「改訂レシピ」という。）には、震源断層の面積と地震モーメントについて3つのスケーリング則が掲載されているが、長大な断層に適用される3つ目のスケーリング則（Murotani et al. (2015)）は、断層幅と平均すべり量の両方が飽和している場合に用いることが望ましいとの注意書きが付されており、すべり量が飽和してスケーリング則が3段階に折れ曲がるのか、折れ曲がるとしてどの辺で折れ曲がるのかについて、少なくとも観測例がほとんどない日本の長大な活断層については、確立された知見はない。

本件では確立された知見がない中で、いずれのモデルを採用すれば万が一の事故を防ぐことができるかという問題であり、そういう発想に立つ限り、130kmケースや480kmケースにも松田式を適用すべきである。債務者の手法は、一定の学術的な裏付けがあるとはいえ、認識論的不確定性を十分に踏まえ「最大潜在マグニチュード」を算出することが要請されている原子力発電所の耐震設計においては、不適切、不合理というほかない。

b 不確かさの考慮について

(a) 松田式等のばらつきを考慮していないこと

震源モデルの長さと地震規模を関連付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、地震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と地震規模を関連付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、地震ガイドの同規定に違反することとなる。

債務者は、気象庁マグニチュードと地震モーメントとは相関関係にあり、地震モーメントと震源断層面積とが相関関係にあると述べた上、断層幅の違いによって松田式にばらつきが生じることは認め、さらにそれ以外の地域特性によってもばらつきが生じる可能性も認めている。また、気象庁と地震モーメントとの間に正確な比例関係はなく、これについての代表的な関係式である武村(1990)において提示された経験式（以下「武村式(1990)」という。）も大きなばらつきのある経験式であり、比較的データが豊富なM7あたりでも、同じ気象庁マグニチュードに対し地震モーメントの最大値と最小値とで10倍以上のばらつきがある。さらに、仮に震源断層の面積を事前に正確に特定できたとしても地震モーメント予測の上ではばらつきが生じるのであり、同じ震源断層面積当たりでみると、地震モ

ーメントの最大値と最小値とでは概ね10倍程度のばらつきがある。

このように敷地前断層群から発生する地震につき、松田式による地震規模の推定に誤差が生じる可能性は十分にあるから、敷地前面海域の断層群から生じる最大規模の地震を想定するためには、松田式のばらつきを定量的に予測結果に上乗せしなければならない。

(b) 断層長さの認識論的不確定性の考慮が不十分であること

地震発生前に地下の震源断層の長さは正確には分からないので、地表地震断層の長さを松田式に当てはめざるを得ないところ、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おらず、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。このような震源断層長さの認識論的不確定性という観点からすると、債務者の資料や考え方を前提としても、本件原子炉の敷地前面海域の断層群から地震が発生する場合に活動する断層長さについて、想定できるパターンは多い。応答スペクトルに基づく地震動評価では、69kmケースの北傾斜モデルが最大の地震動評価となっているが、松田式をそのまま適用することを前提とすれば、90kmケースや103kmケースがそれ以上の地震動評価になる可能性は高い。こういったケースをも想定しなければ、想定し得る最大の地震動を想定したことにはならない。

c 地震本部による評価と比較して過小評価であること

地震本部が作成した「中央構造線断層帯（金剛山地東縁－伊予灘）の長期評価（一部改訂）について」（以下「中央構造線の長期評価」という。）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」（ $L=130\text{ km}$ ）において $Mw 7.4 - 8.0$ と、「断層帯全体 当麻断層－伊予灘西部断層」（ $L=360\text{ km}$ ）において $Mw 7.9 - 8.4$

と算定されている。ここからしても、130kmケースではMw 7.5, 480kmケースではMw 7.9という債務者の想定は、明らかに過小である。

債務者は、中央構造線の長期評価は地表変位量（7m）が平均すべり量と同じという仮定や平均すべり量が全長（約130km）にわたって同一であるという仮定のもと算出されたものであるが、これは中央構造線断層帯の地表変位量が2～3mと確認したとする堤・後藤（2006）の知見や、地表最大変位量は平均すべり量の概ね2～3倍であるなどとする室谷ほか（2009）及び室谷ほか（2010）の知見に反するなどと主張する。しかし、中央構造線の長期評価は、堤・後藤（2006）を前提とした上で、トレンチ調査によっては各区間の最大のずれを確認できない場合も多々あり、また最新の活動以外のずれの量を確認することも困難であるため、「川上断層－伊予灘西部断層」でも同じ中央構造線断層帯に属する他の区間と同じだけの変位を起こした可能性は十分に考えられるとし、讃岐南縁で確認された7mのずれを「川上断層－伊予灘西部断層」でも最大値に設定したものであるなど、上記各知見を踏まえても、その内容は何ら不合理ではない。債務者は中央構造線の長期評価においても当然の前提とされている不確実性を殊更に取り上げて、その価値を不当におとしめ、自身の過小評価を正当化しようとしているに過ぎない。

なお、地震本部はずれの量を全ての区間で7mと仮定しない場合のモーメントマグニチュードも算出し、当麻断層－伊予灘西部断層まで約360km区間につきMw 7.9－8.3としている。この数値からしても、債務者の想定（480kmケースでMw 7.7－8.0）はやはり過小である。

(イ) 距離減衰式の適用について

a 耐専式の適用排除が恣意的であること

債務者は、54km, 69km及び130kmの各鉛直ケースについて、耐専式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9つのその他距離減衰式の適用結果と大きく乖離することを理由に、その適用を排除している。債務者の資料上、これらのケースについても北傾斜と同じく耐専式を適用すれば、650ガルはおろかクリフェッジの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つており、これらのケースで耐専式の適用を排除してよいのかは慎重に検討されなければならない。

そうであるところ、耐専式が経験式である以上、観測記録との整合性は重要であるが、耐専式の適用限界である極近距離より等価震源距離が短い鳥取県西部地震・賀祥ダムの観測記録（M7.3, 等価震源距離6km）などの、本件で債務者が適用を排除した各ケースと大きく条件が異なるケースについても、耐専式と観測記録は通常のばらつきの範囲で概ね整合していることが確認できるのであり、等価震源距離の短さから適用性が否定されるほど観測記録と再現記録とに大きな乖離があるデータは見当たらない。

また、もともと耐専式は、本件原子炉の解放基盤表面のような硬い岩盤（本件原子炉は $V_s = 2600\text{ km/s}$ ）上の耐震設計のために作成された距離減衰式である、中央構造線断層帯から発生する可能性がある破壊伝播効果を考慮できるなどの利点があり、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その他距離減衰式においては、破壊伝播効果は考慮できず、元データの地盤条件も本件原子炉敷地の解放基盤表面までは対応していない。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のであり、債務者が選び出した距離減衰式であれば上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、上記のような事情を比較衡量した形跡はなく、「その他の距離減衰式」の方が耐専式よりも精度の高い地震動予測ができるとは到底考えられない。債務者が耐専式の適用結果との乖離を示し、その適用を排除するため恣意的に9つの「その他の距離減衰式」を選定した疑いはますます濃い。

b 不確かさの考慮について

(a) 耐専式のばらつきの考慮が不十分であること

債務者が応答スペクトルに基づく地震動評価において基本として用いている耐専式は、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）が発生するものであり、国内観測記録から、地震の種類、地震規模や震央距離、震源深さを限定して、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で2倍程度であるとされている。仮に債務者が本件敷地の地域特性の把握に努めていたとしても、いかなる要因が地震動を大きくさせることになるかについて、十分なデータや知見の集積もなければ、地下深くにある震源断層を精度良く調査する技術も存在しないため、これをゼロにすることは不可能である。債務者は、国内各地の原子力発電所において基準地震動を超える地震動が観測されたことがこの約10年間で5回あったという事実等を踏まえた上で、既往の研究成果を活用して偶然的不確定性によるばらつきを定量的に評価し、基準地震動評価に取り込むべきであるが、これを怠っている。

(b) 不確かさの考慮が不十分であること

設置許可基準規則解釈別記2第4条5項二⑤には、応答スペクトルに基づく地震動評価についても、基準地震動の策定過程に伴う各種の不確かさを考慮すべきことが規定されているところ、債務者が不十分ながらも考慮したのは、具体的には、①断層長さの約480km、約130km及び約54kmに加え約69kmのケースを設定したこと、②それぞれのケースについて断層傾斜角が鉛直と北傾斜のケースを考慮したこと、③内陸補正を行わなかったことである。

しかし、上記①及び②について、耐専式のばらつきは、マグニチュードと等価震源距離を固定したときでも生じるものであるのに対し、債務者が不確かさとして考慮したのは、①敷地前面海域の断層群が活動する際にどこまでが活動するのか分からぬことに起因するマグニチュード等の不確定性及び②調査技術の限界により断層傾斜角が確定できないことによる等価震源距離の不確定性であって、耐専式の本来のばらつきとは別のものであるから、債務者が適切に不確かさの考慮をしたとはいえない。

上記③について、債務者は、本件原子炉において、内陸地殻内地震の補正係数を乗じなかつ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、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、これをもって殊更に余裕を確保していると見ることはできない。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できるが、債務者はこれさえ行っていないようである。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をとても補えない。

(c) 南傾斜モデルを考慮しなかったことなどについて

債務者は、断層モデルを用いた地震動評価においては南傾斜モデルを考慮しているが、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」として、これを考慮していない。しかし、敷地前面海域の断層群が南傾斜となっている可能性は現実的に考えられる。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く、このときの影響は、耐専式のような等価震源距離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をパラメータとするその他距離減衰式では考慮できない。

また、債務者は北傾斜モデルについては、54km, 69km, 130km, 480kmの各ケースにつき耐専式を適用しているが、地震動がもっとも大きく評価されているのは69kmケースであり、次いで54km, 130kmとなり、480km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ほど地震動を小さくさせてしまうからである。しかし、480kmケースは130kmケースを、130kmケースは69kmケースを、69kmケースは54km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り、この点を不確かさとして考慮すべきである。

イ 断層モデルを用いた地震動評価

(ア) 基本震源モデルの設定について

a レシピ改訂による見直しの必要性

地震本部は、改訂レシピにおいて、断層幅と平均すべり量が飽和している場合は、Murotani et al. (2015)の提案による「地震モーメント $M_o = \text{震源断層面積 } S \times 10^{17}$ 」の式を用いることが望ましいとしつつ、原理的には断層幅と平均すべり量が飽和しているかどうかでスケーリング則が変わるとした上で、利便性に配慮して機械的に値が求められるように、Murotani et al. (2015)の適用下限値を $M_o = 1.8 \times 10^{20} \text{ N} \cdot \text{m}$ としている。この適用下限値は、改訂レシピに記載されている Murotani et al. (2015) 又は入倉・三宅(2001)に適用して震源断層面積に直すと 1800 km^2 を意味する。また、改訂レシピは、長大な断層について、アスペリティ面積比を 22%，静的応力降下量の暫定値として Fujii and Matsu'ura (2000) を参照して 3.1 MPa を与える取扱いは、暫定的に、断層幅と平均すべり量とが飽和する目安となる $M_o = 1.8 \times 10^{20} \text{ N} \cdot \text{m}$ を上回る断層の地震を対象とするとしている。

しかし、債務者は、① 5.4 km ケースに Fujii and Matsu'ura (2000) の静的応力降下量 3.1 MPa を適用しているが、その地震モーメントは、 2.74×10^{19} (鉛直モデル)， 2.83×10^{19} (南傾斜モデル)，又は 1.10×10^{20} (北傾斜モデル) であって、いずれも改訂レシピが静的応力降下量として 3.1 MPa を与えてよい閾値を下回る。また、② 1.30 km ケースでは、その震源断層面積の設定は 1638 km^2 であって、面積を基準とする限り、Murotani et al. (2015) の適用下限値に達しない。上記①、②の取扱いは、いずれも改訂レシピで示された閾値に達しないにもかかわらず、断層幅と平均すべり量が飽和している場合に適用することが許される静的応力降

下量やスケーリング則を適用している点で合理性を欠いている。

b 長大な断層に用いる手法が未検証であることについて

(a) 債務者の手法は一つの仮説にすぎないこと

債務者が用いた壇ほか(2011)や Fujii and Matsu' ura (2000)を含む長大な横ずれ断層に対する強震動評価の現時点での体系は、仮定の上に仮定を重ねたものとなっており、実際の強震記録によって検証されていない。債務者は、アスペリティ応力降下量を1.5倍又は20 MPaにする等の「不確かさ考慮」も行っているが、現時点では480 kmに及ぶような長大断層の地震のデータが得られていないため、不確かさを考慮した場合でも真値の平均値にさえ届いていない可能性がある。

(b) すべり量が飽和しない可能性を考慮すべきこと

壇ほか (2011) では、震源断層長さが約80 kmを超えると平均すべり量はほぼ3 mで一定という結論を導くことになっている。しかし、すべり量は、断層が運動しても変わらないという考え方と、断層の運動が長くなれば大きくなるという考え方があって、中央構造線地震帯がどちらなのかは分からぬのであり、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。地震本部は当麻断層－伊予灘西部断層において、最大の想定として、ずれの量を全ての区間で7 mと仮定して各区間においてモーメントを算出しているが、原子力発電所の耐震設計においては最低限、この地震本部の評価を用いるべきである。

(c) 断層幅と応力降下量の設定が不合理であること

壇ほか(2011)に引用されている Irie et al. (2010)では、断層幅(W_{max})を15 kmと仮定したシミュレーションにより各地震の平

均動的応力降下量が算出されている（平均動的応力降下量と W_{max} は反比例する関係にある）ところ、壇ほか(2011)で用いられている関係式から導出すると、国内9地震の平均断層幅は1.2kmとなることから、 W_{max} を1.5kmから1.2kmに設定し直すと、平均動的応力降下量は4.3MPaに引き上げなければならない。平均動的応力降下量を4.3MPaとした上でレシピに記載されたアスペリティ面積比2.2%を採用すると、アスペリティ動的応力降下量は19.5MPaとなる。壇ほか(2011)で短周期レベルが記載されている1995年兵庫県南部地震（以下「兵庫県南部地震」という。）、鳥取県西部地震及び2005年福岡県西方沖地震（以下「福岡県西方沖地震」という。）については、それぞれ、アスペリティの動的応力降下量が31.9MPa、6.7MPa及び18.9MPaと算定されており、この3つの数値の算術平均は19.2MPaとなることからしても、債務者の設定する1.2, 2MPaというのは過小評価のおそれがあり。

c 4.80kmと1.30kmケースへの入倉・三宅(2001)の適用可能性

(a) Fujii and Matsu'ura (2000)の問題点

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 and Matsu'ura (2000)による評価も行っているが、この手法には壇ほか(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。応力降下量約3~1MPa、アスペリティ応力降下量約14.4MPaというのは、断層幅を1.5km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定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子力発電所の耐震

設計に適用できるものにはならない。

(b) 入倉・三宅(2001)を適用すべきこと

債務者は、 130 km と 480 km の各ケースにつき、レシピに記載された入倉・三宅(2001)を適用していない。しかし、レシピでは入倉・三宅(2001)によって地震モーメントを推定する場合の上限を、 $M_o = 1.0 \times 10^{21}\text{ N} \cdot \text{m}$ としている(入倉・三宅(2001)によれば、震源断層面積 4240 km^3 に相当する。)のに対し、債務者は 480 km ケースにつき、壇ほか(2011)により、震源断層面積を 6124 km^3 としながら、地震モーメントは上記閾値を下回る 5.30×10^{20} と算出していることからすれば、壇ほか(2011)では、レシピにおける入倉・三宅(2001)の適用上限を超える震源断層面積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ことが分かる。原子力規制委員会は、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質さなければならなかつたのに、そのような審査が行われた形跡はない。

d 54kmケースでの入倉・三宅(2001)による過小評価

(a) 入倉・三宅(2001)には過小評価のおそれがあること

債務者は、 54 km ケースのスケーリング則として、基本として壇ほか(2011)を採用するほか、入倉・三宅(2001)を基本震源モデルに織り込んでいる。しかし、入倉・三宅(2001)については、原子力規制委員会の元委員長代理島崎邦彦(以下「島崎元委員長代理」という。)が、断層傾斜角が $60 - 90$ 度で、断層のずれが大きい場合には、地震モーメントが過小評価される可能性があり、慎重な検討が必要であることを明らかにしているほか、平成18年の中央防災会議等も地震規模を過小評価するおそれを指摘している。したがって、債務者が 54 km ケースに入倉・三宅(2001)を採用したことは、

入倉・三宅(2001)の過小評価の問題を看過したものであって、瑕疵が著しい。

(b) 松田式等他の式も用いるべきこと

入倉・三宅(2001)は、地震本部が平成17年3月に公表した時点での強震動予測手法において地震規模を求める唯一の式として紹介され、その後の強震動評価で用いられてきたが、活断層の情報から地震規模を想定する上では、入倉・三宅(2001)よりも松田式等の方が妥当と判断されたことから、平成20年4月11日に改訂された強震動予測手法から、入倉・三宅(2001)と並んで松田式が地震規模を求める関係式として採用されるに至っている。したがって、漫然と入倉・三宅(2001)で算出した地震規模は、想定し得る最大の地震規模とはいえないのはもちろん、その平均値すら大きく下回るおそれが強い。特に敷地前面海域の断層群のように地震発生層が比較的薄いところにある高角の活断層については、入倉・三宅(2001)だけでなく松田式等他の式をも用いた地震規模の想定を行い、いずれか大きい方を採用した上でばらつきを考慮するという方式を採用しなければ、保守性に欠けることは明らかである。

(イ) 不確かさの考慮について

a スケーリング則のばらつきについて

(a) スケーリング則にばらつきがあること

断層モデルを用いた地震動評価では、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、壇ほか(2011)、Fujii & Matsu'ura (2000)、入倉・三宅(2001)がそれぞれ用いられている。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、ばらつきを内包するものであるため、地震ガイドやIAEAの基準に従う限り当然これを考慮しなければならないのに、債務者及び原

子力規制委員会はこれを考慮していない。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、アスペリティ総面積と総断層面積との関係式のばらつきは1.34倍であるとされており、ばらつきの定量的評価は十分可能であるはずなのに、債務者はそれを怠っている。

(b) 地域特性にすぎないと債務者の主張について

債務者は、入倉・三宅(2001)でばらつきが生じるのは個々の観測記録の地域特性のためであり、それは本件発電所の地域特性とは異なるから、入倉・三宅(2001)に記載されたばらつきを地震動評価に用いるのは適切ではないと主張する。仮に債務者が主張するとおり、入倉・三宅(2001)のばらつきが個々の観測記録の地域特性の反映によるものであるとしても、ばらつきを生じさせている地域特性が具体的にどのようなもので、そのような特性が本当に本件発電所にはないといえるのか、債務者は明らかにしていない。ばらつきを生じさせる地域特性というものが仮にあるとしても、それを漏れなく抽出するようなことは不可能である。結局、実際に敷地前面海域の断層群が活動したとき、その地震規模が入倉・三宅(2001)による推定値よりも大きくなるか、小さくなるかは、誰も分からぬ。入倉・三宅(2001)に記載された元データのばらつきは、その誤差を定量的に評価する際に十分参考できるものであり、これを用いることが適切ではないという債務者の主張は根拠を欠く。

b グリーン関数法のばらつき等について

経験的グリーン関数法は、レシピでは、「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、平成13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ケース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、少なくとも南北方向の周期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、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、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、地震ガイド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。

c 不確定性の考慮の不十分さ

断層モデルに基づく強震動予測手法は、もともと地震現象の物理的記述を目的としたところから出発した技術であり、その出自から、震源のモデル化を中心に、予測時には決定困難なパラメータを多数設定しなければならないという難点を抱えている。このような断層モデルを用いた手法の特質を踏まえるならば、年超過確率を1万分の1から100万分の1という極めて低頻度に抑えることを前提とした原子力発電所の基準地震動の策定の上でこれを用いるためには、予測される地震動のばらつきや発生確率をできるだけ正確に見積もった上で、各経験式のばらつき、認識論的不確定性と偶然論的不確定性等を十二分

に考慮に入れたパラメータスタディを行わなければならない。

しかし、債務者の不確かさの考慮は、そのような緻密さも慎重さも著しく欠けており、設置許可基準規則解釈等の要請に応えているとは到底いえない。債権者らは、地震動の予測結果には一部の偶発的不確定性に起因するものだけで倍半分程度のばらつきが生じることを示したが、これに対し、債務者は、なぜ債務者の不確かさの考慮で十分といえるのかについての具体的な根拠もないまま「不確かさの考慮は十分」と主張しているに過ぎない。債務者は、応力降下量、断層傾斜角、破壊伝播速度及びアスペリティの平面位置という各パラメータにつき、事前の調査、経験式等によってモデルを特定することが可能な不確かさであるとして、これらを重畳させて考慮することはしていないが、これらのパラメータについても債務者は事前に特定できていないことは疑いなく、同時に不利な方向へばらつくことは十分に考えられる。その点で債務者が基本震源モデルに織り込むこととした偶然的な不確かさ及び事前にモデルを特定することが困難な不確かさと変わりがなく、これらの重畳を考慮しないのは不適切である。

(債務者の主張)

ア 応答スペクトルに基づく地震動評価

(ア) 松田式による地震規模の推定

a 松田式の適用方法について

(a) 債務者の手法の合理性

債務者は、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の地震規模については、松田式の適用が長さ80km以下の断層に限られると考えられていることから、概ね80km以下になるように断層長さを区分し、区分した断層長さごとに算出した地震規模を合計することにより、断層全体の地震規模を求めた。この手法は、地震本部によ

る長期評価手法でも断層長さが断层面の幅の4倍を超える場合には長さが4倍を超えないように区分した区間が連動するモデルを設定して地震規模を算出する手法が示されており、改訂レシピでもこの長期評価手法が参考とすべき知見として示されている。このように、債務者が評価した中央構造線断層帯の地震規模は、合理的なものであり、債権者らの主張には理由がない。

(b) 松田式がすべり量飽和の考え方に基づいていないこと

債務者は、地震規模の推定に用いる松田式がすべり量飽和の考え方に基づいていないため、その適用条件の制約のために概ね80km以下の断層に区分しているものである。債権者らは、長大断層の地震モーメントと震源断層のスケーリング則を示したMurotani et al. (2015)の知見を確立された知見ではないかのように主張するが、レシピでも採用されているとおり、債務者が、長大な断層においてはすべり量が飽和するという知見を、長大断層である中央構造線断層帯に係る地震動評価において用いることは至って合理的である。

b 不確かさの考慮について

(a) 松田式のばらつきについて

債権者らは、松田式にばらつきがあることを問題視するが、経験式は、観測記録を基に、その平均的な値を求めるものであることから、経験式の基となる観測記録と経験式から算出した結果にばらつきが生じるのは当然である。むしろ、松田式については、非常に誤差が小さく、震源断層長さと地震規模の間に強い相関関係があることを示している。また、そのようなばらつきは、基となるデータの地域特性が反映されたものであるので、これをそのまま本件発電所での地震動評価に用いるのは適切ではない。なお、債務者は、本件発電所の地域特性を反映して、断層長さにつき、480km, 130

km, 6.9 km及び5.4 kmの各ケースで評価することによって、マグニチュードは7.7～8.5, 地震モーメントでは 8.71×10^{19} N・m～ 8.47×10^{20} N・mと想定することで、約9.7倍のばらつきを考慮している。また、松田式は、震源断層長さから評価すると観測記録よりも大きなマグニチュードを導く、保守的な値を求める式であり、債務者は、震源断層長さから松田式を用いて中央構造線断層帯のマグニチュードを求めているから、松田式の基となつたデータのばらつきを考慮しても、債務者が想定する中央構造線断層帯の地震規模が、債権者らが主張するような過小評価となることはない。

(b) 断層長さの認識論的不確定性について

中央構造線断層帯は、長大な活断層として、非常に多くの研究者らによって調査が行われており、債務者自身も入念な調査を行い、その性状を詳細に把握してきた。また、中央構造線断層帯のように、過去に繰り返し活動している非常に成熟した断層においては、震源断層が地表断層として表れていると考えられている。債務者が中央構造線断層帯において設定する約480 kmという断層長さは、そうした研究成果や調査の結果に係る最新の知見を踏まえ、最大規模を想定するとの観点で震源断層を設定したものであり、震源断層長さの設定において、地震規模を過小に評価するような不確かさは存在しない。したがって、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、松田式には地表地震断層の長さを当てはめざるを得ないとの債権者らの主張は誤りである。

c 中央構造線の長期評価との比較について

中央構造線の長期評価と比較して、そもそも「明らかに過小評価」とする指摘も当たらないが、債務者と地震本部とで地震規模の評価が

多少異なる主な理由としては、設定しているすべり量が異なることなどにある。

中央構造線の長期評価における地震規模は、地表変位量（7 m）が断層の平均すべり量と同じという仮定や、一部区間の断層の幅や平均すべり量が全長（約130 km）にわたって同一であるという仮定のもと算出されたものであるところ、室谷ほか（2009）及び室谷ほか（2010）によれば、長大断層に限れば、地表最大変位量は平均すべり量の概ね2～3倍であり、地表最大変位量は断層長さがほぼ100 kmで約10 mに飽和するとされている。これらの知見に基づくと、地震本部の想定する断層の平均すべり量7 mでは、地表最大変位量は14～21 mとなり、堤・後藤（2006）が四国西部の中央構造線断層帯で確認したとする地表の変位量2～4 mと整合しない。債務者はこうした点を踏まえ、敷地の強震動評価を行う観点から、適切な平均すべり量を設定し、地震規模を評価したものであり、債務者の評価したモーメントマグニチュードと中央構造線の長期評価のモーメントマグニチュードとを単純に比較するのは適切ではない。

(イ) 耐専式等距離減衰式の適用について

a 耐専式適用結果の排除について

債権者らは、債務者が54 km, 69 km及び130 kmの各ケースの鉛直モデルについて耐専式の適用を排除したのは恣意的であると主張する。しかし、480 kmケースは鉛直モデル、北傾斜モデルとともに耐専式が適用できる範囲にあるものの、130 km, 69 km及び54 kmの各ケースは、いずれも等価震源距離が耐専式の適用範囲を示す「極近距離」よりも短くなり、基本的には適用外の範囲にある。特に、各鉛直モデルは耐専式の検証に用いた観測記録がない範囲であり、適用にあたっては慎重な検討が必要である。そこで、耐専式の適用性の検証に

において、①評価対象となる断層の距離及び地震規模と基となるデータの範囲とを比較して適用性を吟味した上で、②その他距離減衰式及び断層モデルによる評価から導かれる地震動レベルとも対比して適用性を検討したところ、上記各鉛直モデルについては、①等価震源距離及び地震規模の観点からは、耐専式の本来の適用範囲からも外れており、さらには、②その他距離減衰式及び断層モデルによる評価から導かれる地震動レベルからも大きく乖離していることから、その他の距離減衰式を採用することとしたものであり、排除が恣意的であるとの主張は失当である。

b 不確かさの考慮について

(a) 耐専式のばらつきについて

債権者らは、耐専式の基となるデータにはばらつきが多く、このばらつきの幅を地震動評価の結果にも反映すべきであると主張するが、耐専式のばらつきは、ある観測地点における地震動に地域特性、すなわち、「震源特性」、地震波の「伝播特性」、地盤の「增幅特性」が反映されることにより生じるものである（つまり、データベースのばらつきは、各データが観測された地点の地域特性そのものである。）。本件敷地に係る地震動評価において反映すべきは当該敷地の地域特性であるのは当然であるところ、債権者らの主張は、これを無視して、他地点の地域特性を妥当性の検証を行うとともになく本件敷地に係る地震動評価に適用するよう求めるものであり、極めて不合理である。

(b) その他不確かさの考慮について

債務者は、応答スペクトルに基づく地震動評価では断層長さ及び断層傾斜角の不確かさを考慮するなどしているが、より詳細な不確かさについては、断層モデルを用いた手法による地震動評価におい



て考慮した。そもそも、原子力発電所の地震動評価では、応答スペクトルに基づく地震動評価は少ないパラメータを用いる簡便な手法であることから、精緻な不確かさの考慮については断層モデルを用いた手法による地震動評価に反映することが予定されている。このことは、地震ガイドにおいて、断層モデルを用いた手法による地震動評価に係る不確かさの考慮に関する規定にのみ、不確実さの要因を偶然的不確実さや認識論的不確実さに分類・分析することを求めていることからも明らかである。

もっとも、債務者は、応答スペクトルに基づく地震動評価の手法に伴う不確かさについて、耐専式の適用性を慎重に検討する過程において、耐専式以外の距離減衰式による評価結果及び断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価の結果と比較して、内陸補正を行わなければ過大な結果になるケースであっても、あえて内陸補正を反映せずに耐専式による評価を行うことで、十分に保守的な評価を行っている。その結果、債務者が行った応答スペクトルに基づく地震動評価において、十分なばらつきが反映されていることは、その評価結果を示す応答スペクトルが、幅広く分布していることからも明らかである。

(c) 南傾斜モデルを考慮しないことなどについて

債権者らは、耐専式の適用にあたり、断層の南傾斜の可能性を考慮する必要がある旨主張するが、債務者が南傾斜モデルを考慮しなかつたのは、耐専式の適用において断层面の南傾斜を想定すると、断层面が本件敷地により近くなり、耐専式の適用範囲からさらに外れることになるからであって、合理性がある。

また、債権者らは、耐専式を用いた場合、パラメータとして用いる等価震源距離の影響で6.9kmケースで最大となり、13.0km及び

480kmの各ケースがこれを下回ることを問題視するが、耐専式という手法に等価震源距離を用いることによる特性が存在することは公知の事実である。そこで、債務者は、等価震源距離の特性に伴う不確かさを考慮するために、54km, 130km及び480kmの各ケースの評価に加えて69kmケースの評価を行い、その結果、保守的な結果が得られたものである。また、中央構造線断層帯に係る断層モデルを用いた手法による評価結果からは、54km, 130km及び480kmの各基本ケースからもたらされる地震動はほぼ同じであり、断層長さを変えてより実像に近い地震動としては違いが生じないということが確認できているため、仮に耐専式の特性により、130km及び480kmの各ケースが69kmケースと比べると若干小さめの評価になっていたとしても、69kmケースの評価を代表させることで、適切に基準地震動を策定することができるのであり、債権者の主張は理由がない。

イ 断層モデルを用いた地震動評価

(ア) 基本震源モデルの設定について

a 改訂レシピについて

債権者らは、改訂レシピによれば、54km及び130kmの各ケースでは、Fujii and Matsu'ura (2000)のスケーリング則から導かれた応力降下量 (3.1 MPa) が適用できる閾値 (地震モーメント $1.8 \times 10^{20} \text{ N} \cdot \text{m}$) を下回るとして、これを用いる債務者の評価が不合理であると主張する。

しかしながら、改訂レシピにおいて、上記応力降下量を用いるにあたっての閾値が示されたものの、これはあくまで目安に過ぎない。地震の発生には地域性が存在することから、一律の数値でその適用性を判断するのではなく、対象とする断層に対して、個別に、長大断層に

該当するか否か、つまり、すべり量が飽和する領域にある断層であるか否かという観点で評価すべきである。そして、中央構造線断層帯の場合には、断層幅（13 km）に対して断層長さが十分に長く（例えば、54 kmケースにおいても、断層長さは幅の4倍以上ある。），長大断層に該当すると評価できるので、上記応力降下量を用いた評価を行うことが適切であると判断されるのであり、債務者が上記応力降下量を適用したのは合理的である。

b 長大断層に用いる手法について

(a) 仮説にすぎないと主張について

債権者らは、壇ほか(2011)の手法の正確性が検証不可能であるなどと主張する。

しかし、壇ほか(2011)は壇ほか(2012)によって、長大断層の観測記録とも整合することが検証されている。また、藤堂ほか(2012)でも、壇ほか(2011)を用いて中央構造線断層帯の断層長さ360 kmのモデルによる強震動評価を行い、その評価結果と司・翠川(1999)の距離減衰式による推定値及び2002年Denali地震の断層近傍の観測記録とを比較し、よく対応していることが確認されている。さらに、壇ほか(2016)は、1999年トルコKocaeli地震を対象として検証を行い、壇ほか(2011)による長大横ずれ断層の評価手法の妥当性が示された旨述べている。債務者自身も、壇ほか(2011)を用いた中央構造線断層帯の地震動評価結果と上記地震や2008年四川地震の岩盤上の観測記録とを比較して整合的であることを確認しており、原子力規制委員会の審査でも確認を受けている。このとおり、壇ほか(2011)の妥当性については適切な検証が行われており、長大断層の地震動予測を正しく行うことができるのか検証が不可能であるとする債権者らの主張には理由がない。

(b) すべり量の飽和について

債権者らは、壇ほか(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3mで一定という結論を導くことになるが、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、長くなればなるほど大きくなるという考え方があり、中央構造線断層帯がどちらなのかは分からぬ旨主張する。しかし、長大断層の断層長さと地震規模とのスケーリング則については、段階的に変化するという知見が一般的であり、断層が長くなればすべり量も飽和することが指摘されており、内陸地殻内地震の場合、長さが100km程度を超えるような断層になると、地表の最大変位量が10m程度で飽和するというのが一般的に認識されている知見である（室谷ほか(2010)）。壇ほか(2011)は上記知見等にも整合しており、これを債務者が採用したことは不合理ではない。

(c) 壇ほか(2011)が妥当であること

債権者らは、壇ほか(2011)では、震源断層幅を15kmと仮定したシミュレーションによって強震動予測に用いる平均動的応力降下量やアスペリティの応力降下量を求めており、債務者による中央構造線断層帯の480kmケースの平均断層幅は12.2kmであり、これをそのまま適用するのは合理的ではないと主張する。

債務者は、壇ほか(2011)が震源断層幅を15kmと仮定して平均動的応力降下量、アスペリティ応力降下量を設定していることについて、幅約13kmの中央構造線断層帯に適用しても問題ないことを検証・確認しており、壇ほか(2011)が設定するデータを用いて評価を行うことは不合理ではない。具体的には、断層長さと断層幅の関係、短周期レベル、地震モーメント、すべり量等、壇ほか(2011)のスケーリング則の回帰に用いた実地震の断層パラメータと本件発電所の

地震動評価で設定した断層パラメータの比較を行っており、設定したパラメータが回帰に用いたデータと概ね対応することを確認している。この点については、原子力規制委員会も確認している。

- c 480kmと130kmの各ケースへの入倉・三宅(2001)の適用可能性
- (a) Fujii and Matsu' ura (2000)について

債務者は、Fujii and Matsu' ura (2000)は、いくつかの条件下で導出された値であり暫定値に過ぎないとして、当該手法を適用することによる不確定性を十分に見込まなければ、原子力発電所の耐震設計に適用できない旨主張する。

Fujii and Matsu' ura (2000)に基づく応力降下量の設定が、レシピでは暫定値と記載されているとしても、この設定を用いることにより求まるアスペリティの応力降下量が、内陸の長大な横ずれ断層に関する既往の調査・研究成果とおおよそ対応するのは事実である（だからこそ当該手法がレシピに採用されているのである。）。また、債務者は、そういったスケーリング則の不確定性を踏まえ、基本的には壇ほか(2011)を用いて震源モデルを構築するものの、異なる観点から震源モデルを構築するために、Fujii and Matsu' ura (2000)を採用した。したがって、この目的に鑑みれば、Fujii and Matsu' ura (2000)自体の不確定性をさらに考慮する必要はなく、ましてや原子力発電所の耐震設計に適用できないという主張は誤りである。

- (b) 入倉・三宅(2001)の適用可能性について

債権者らは、壇ほか(2011)を適用すると、レシピが入倉・三宅(2001)を適用する上限とする地震モーメントの半分程度しか算出されず、レシピよりも大幅に過小評価となるなどと主張する。

しかし、地震規模のスケーリング則は、断層の破壊に応じて変化

することが知られている。つまり地震規模が、幅・長さ・すべり量に比例する領域（地震モーメントが $7.5 \times 10^{18} \text{ N} \cdot \text{m}$ 以下）, 長さ・すべり量に比例する領域（同 $7.5 \times 10^{18} \text{ N} \cdot \text{m}$ 以上かつ $1.8 \times 10^{20} \text{ N} \cdot \text{m}$ 以下）, 長さに比例する領域（同 $1.8 \times 10^{20} \text{ N} \cdot \text{m}$ 以上）の 3 ステージが知られているところ、債務者が壇ほか(2011)に基づき算出した地震モーメント $5.3 \times 10^{20} \text{ N} \cdot \text{m}$ を上記知見に照らせば、地震規模が長さに比例する Murotani et al. (2015) の領域に該当しており、地震規模が長さ・すべり量に比例する領域に適用される入倉・三宅(2001)と比較して過小評価と主張することは意味を持たない。Murotani et al. (2015) で評価する領域においては、同スケーリング則と壇ほか(2011)のスケーリング則はよく対応しており、債務者が壇ほか(2011)を採用して地震規模の評価を行ったことが妥当であることを示している。

d 5 4 km ケースでの入倉・三宅(2001)による過小評価

(a) 過小評価との主張について

債権者らは、島崎元委員長代理が、入倉・三宅(2001)を用いて地震モーメントを求めるとき過小評価となる場合があることを指摘しているとして、債務者が入倉・三宅(2001)を適用して求めた 5 4 km ケースの地震動評価が過小評価であるおそれがある旨を主張する。

しかし、島崎元委員長代理の指摘については、関西電力株式会社（以下「関西電力」という。）大飯発電所（以下「大飯発電所」という。）の地震動評価について同様の指摘を受けた原子力規制庁が検証を行った結果、原子力規制委員会が基準地震動を見直す必要はない結論付けているのであるから、島崎元委員長代理の指摘をもって 5 4 km ケースの地震動評価が過小であるとする債権者らの主張は適切ではない。また、そもそも島崎元委員長代理が入倉・三宅

(2001)を用いた場合に地震モーメントが過小評価となると主張しているのは、断層傾斜角が「垂直な断層や垂直に近い断層」を対象とした場合であるとされているところ、債務者は、入倉・三宅(2001)を適用する5.4kmケースについて、断層傾斜角を北傾斜30度とする不確かさを考慮していることから、島崎元委員長代理の指摘は、本件原子炉の地震動評価には当たらない（5.4kmケースの鉛直モデルでは地震モーメントが $2.74 \times 10^{19} \text{ N} \cdot \text{m}$ であるのに対し、北傾斜30度のモデルでは約4倍の $1.10 \times 10^{20} \text{ N} \cdot \text{m}$ となっている。）。さらに、鉛直モデルについても、入倉・三宅(2001)以外にも、壇ほか(2011)を適用して地震モーメントを算出し、入倉・三宅(2001)で求まる地震モーメントよりも保守的な値を設定して地震動評価を行っており、過小評価という指摘は当たらない。

(b) 松田式等他の式も用いるべき旨の主張について

債権者らは、平成20年4月11日改訂の強震動予測手法から、地震規模（地震モーメント）を求める手法として、従来から記載されていた入倉・三宅(2001)に加えて、松田式を用いる手法が記載されることとなり、中央構造線の長期評価でも松田式を用いる手法が採用されているとして、これは地震本部が入倉・三宅(2001)よりも松田式を用いる手法が妥当だと判断したものである旨を主張する。

しかしながら、その経緯については、平成21年7月21日に公表された「全国地震動予測地図」の技術報告書において、レシピは、断層帯を個別に取り上げて、詳細に強震動評価を行うことを目的としてまとめられてきた一方で、多くの断層帯を対象として一括して計算するような場合や、対象とする断層帯における詳細な情報に乏しい場合であっても強震動の時刻歴を計算できるようにするために、従来のレシピに基づきながらも一部の断層パラメータの設定を簡便

化した方法がレシピに追加されたものである旨説明されている。この説明等からすれば、入倉・三宅(2001)を用いた債務者の評価を非難する債権者らの主張は、レシピにおける松田式の位置付けを理解しないものであり、失当である。

(イ) 不確かさの考慮について

a スケーリング則のばらつきについて

債権者らは、ばらつきの定量的評価は十分可能であるにもかかわらず、債務者がこの評価を怠っているなどと主張する。

しかし、経験式とその基となるデータ（さまざまな地点や地震に関する観測値）のばらつきが生じるのは、個々の観測記録の地域特性が反映されているからである。そして、債務者は、スケーリング則を示す経験式にこのようなばらつきがあることを当然認識しており、だからこそ、複数の経験式を用い、本件発電所の地震動評価において考慮すべき地域特性を踏まえ、様々な不確かさを考慮した評価を行っている。例えば、債権者らが指摘する短周期レベルでいえば、壇ほか(2011)を用いる場合で、54kmの基本ケースでは $1.56 \times 10^{19} N \cdot m/s^2$ であるところ、480kmの基本ケースでは $4.54 \times 10^{19} N \cdot m/s^2$ (54kmの基本ケースの約2.9倍)となり、同じく480kmケースのうち応力降下量の不確かさを考慮したモデルでは $7.45 \times 10^{19} N \cdot m/s^2$ (同約4.7倍)となっており、十分に大きなばらつきを考慮しており、債権者らの主張は当たらない。また、債権者らは、債務者が個々の観測記録の地域特性が具体的にどのようなものかを明らかにしていないとして論難するが、経験式に則って地震モーメントを求めることにより平均的な値を得ることができるのであるから、その際に、債務者が考慮すべき地域特性を加味することにより、必要なばらつきを考慮することができる所以あり、個々の観測記録の

地域特性を明らかにする必要はない。

b グリーン関数法のばらつき等について

債権者らは、債務者が中央構造線断層帯の評価に用いたグリーン関数（要素地震）が適切ではないとし、グリーン関数のばらつきを評価すべきであると主張する。

しかし、まず、グリーン関数の適切性について、債務者は、海洋プレート内地震を要素地震として採用するにあたり、適切に媒質や応力降下量の補正を行っており何ら問題はなく、過小評価となるおそれもない。また、債務者はグリーン関数法による評価を行うに先立って、経験的グリーン関数法と統計的グリーン関数法とによる評価をそれぞれ実施して両者の比較を行っている。その結果、原子炉容器、蒸気発生器等の主要な設備の固有周期と重なる周期0.1秒付近以下に着目すると経験的グリーン関数法による評価の方が厳しい評価となつたため、債務者は経験的グリーン関数法を評価に用いることとしたものである。債権者らは、南北方向の0.3秒以上では経験的グリーン関数法では過小評価だと指摘するが、債務者の評価は、重要施設の耐震安全性を確保するという観点から妥当な評価である。さらに、債権者らが指摘する南北方向の周期0.3秒以上については、基準地震動Ss-1によってカバーされており、耐震安全性は担保されているのであり、過小評価との指摘は全く当たらない。

c 不確かさの考慮が不十分との主張について

債権者らは、債務者による不確かさの考慮が十分ではないかのように指摘するが、債務者は、次のとおり、多岐にわたる不確かさを考慮しており、債権者らの主張は誤りである。

すなわち、断層モデルを用いた地震動評価において、断層の性状に関する不確かさ、スケーリング則に関する不確かさ、地震動評価手法

に関する不確かさといった各種の不確かさについて、不確かさの要因を分類するとともに、適切に分析を行った上で、これらの不確かさを必要に応じて組み合わせて考慮している。例えば、中央構造線断層帯の性状に関する不確かさに関しては、そもそも地震発生時の環境に左右されて定まらない性状や、調査、検討を尽くしても平均的なモデルを特定しきれない性状があること、一定の性状を評価できたとしてもこの評価結果に不確実さを伴っているかもしれないことを勘案している。このうち、地震発生時の環境に左右される偶然的な不確かさ（破壊開始点等）及び事前に平均的なモデルを特定することが困難な不確かさ（アスペリティ深さ、断層長さ（運動）等）については、480km、130km及び54kmの各基本ケースに、アスペリティ深さの不確かさとして保守的に断層上端にアスペリティを配置し、破壊開始点の不確かさとして地震動評価への影響が大きくなるよう断層東下端、中央下端及び西下端の3か所に設定（ただし、特に厳しい評価となる応力降下量に係る不確かさを考慮するケースでは5か所に設定）することで適切に考慮している。また、一定の性状を評価できたとしてもこの評価結果に不確実さを伴う可能性を勘案して、事前の調査、経験式等によって平均的なモデルを特定することが可能な不確かさ、すなわち、①応力降下量、②地質境界断層の傾斜角（北傾斜）、③断層傾斜角（南傾斜）、④破壊伝播速度及び⑤アスペリティの平面位置については、基本震源モデルに重畠させる不確かさ、換言すれば独立した不確かさとして考慮している。

(2) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動（プレート間地震）について
(債権者らの主張)

ア 南海トラフから琉球海溝までの連動を想定すべきこと

債務者は、南海トラフの巨大地震（陸側ケース）を検討用地震として選

定し、基本震源モデルとしている。しかし、そもそも南海トラフの巨大地震を検討用地震として選定することの妥当性をめぐり、確率論的なモデルの構築も、定量的な評価も、安全目標との照合も、何も行っていない。その点を指くとしても、南海トラフの巨大地震は、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、南海トラフから琉球海溝までが連動することを想定されていない点で南海トラフ地震として考え得る科学的に最大規模の地震というわけではないから、原子力発電所の耐震安全性を確保する上で十分な想定とはいえない。南海トラフから琉球海溝連動による超巨大地震は、津波ガイドにおいて、最大Mw 9.6程度の地震として参考すべき波源とされている南海トラフから南西諸島海溝よりも若干小さいものであるが、設置許可基準規則解釈別記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の要請でもあることからすれば、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子炉において、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。

イ 応答スペクトルに基づく地震動評価

(ア) 地震規模Mw 8.3は過小であること

債務者は、内閣府検討会において、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がMw 8.3と設定されたことから、南海トラフの巨大地震はM 9.0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、この想定は原子力発電所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、南海トラフの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。しかし、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」の震度分布等を検討しているに過ぎず、原子力発電所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わけではない。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・津波の推計が改めて必要であることは、内閣府検討会も認めている。

また、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。」と記載されているが、この東北地方太平洋沖地震の強震動記録とともに、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。しかし、債務者はそのような論証を行っていない。

(イ) 耐専式のばらつき等について

耐専式の元データにはM7.0以下の地震しか含まれていないから、Mw 9クラスのケースに耐専式を適用するには、その適用可能性が検証されなければならない。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、等価震源距離が131kmないし126kmと、かなり大きく評価されてしまっており、震源域の中に本件敷地が

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。 Mw 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つ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や認識論的不確定性の考慮は、IAEAの基準（SSG-9）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。

ウ 断層モデルを用いた地震動評価

(ア) ばらつき、不確かの考慮の不十分さ

a 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、設置許可基準規則解釈別記2第4条5項二⑤で定められている。ところが、債務者は、南海トラフの巨大地震につき強震動生成域を敷地近傍に配置するケース（陸側ケース）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。まるで上記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、同モデルでは科学的に最大のケースを考慮したとはいえないのであり、強震動生成域の位置を動かしただけで設置許可基準規則が要請する不確かさの考慮を行ったとはいえない。

b 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、地震ガイドでは、「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地震ガイドに反する。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。特に既往の研究によって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。

(イ) 強震動パルス生成域モデルの考慮が必要であること

一辺が数十km程度の強震動生成域では、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である野津厚（以下「野津チームリーダー」という。）らは、京都大学名誉教授・入倉考次郎（以下「入倉名誉教授」という。）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強震動生成域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、「強震動パルス生成域」（以下「S P G A」という。）という概念を提唱している。野津チームリーダーらは、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S P G A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。野津チームリーダーによると、東北地方太平洋沖地震では強いS P G Aが仙台市から見ても150kmも沖合に配置されていたため、最悪の事態こそ免れたものの、現代の地震学では、強いS P G Aの破壊が陸域の近傍で生じなかつた理由を説明できない。したがって、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 S P G A 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。

エ 摆れの継続時間について

債務者は、揆れの継続時間を算定するに当たり、耐震式に M 8.5 を当てはめ、109.7 秒という継続時間しか想定していないようである。しかし、東北地方太平洋沖地震の際には主たる破壊の継続時間は 3 分程度続いたのであるから、東北地方太平洋沖地震と同様の地震が南海トラフで発生しただけで、揆れの継続時間は債務者の想定を超える可能性が高い。特に琉球海溝まで連動して Mw 9.6 程度の地震が発生する場合、債務者が想定している揆れの継続時間（109.7 秒）を 2～3 倍超過する危険があるから、債務者の揆れの継続時間の想定は過小である。

オ 南海トラフの巨大地震以外の事象について

(ア) 地震による他の事象の誘発について

M 9 クラスの南海トラフの巨大地震が誘発し本件原子炉を危機的状態に陥れる可能性がある事象は、甚大な被害により周辺からの支援が期待できない、原子力発電所作業員の離脱が続出する、海洋プレート内地震や火山噴火を誘発するなどいくらでも考えられ、とても全てを列挙できないほどである。しかし、近い将来の発生が懸念される M 9 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、全て列挙した上で、火山灰と地震動との重畠による被害の可能性など、一つ一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。

(イ) 繰り返し地震について

債務者は、債務者の想定によても弾性設計用地震動 S d - 1 を若干超える周期帯があると認めているところ、このことからすれば、南海トラフ地震により本件発電所を襲う地震動が債務者の想定の範囲内に収ま

るとともに、同地震によって塑性変形を許してしまう施設があるということになる。例えば、本件発電所の蒸気発生器伝熱管の基準地震動 S_s による 1 次応力（膜応力 + 曲げ応力）の発生値は 440 MPa であり、この値は基準地震動 S_s に関する評価基準値 481 MPa を辛うじて満足しているが、弾性設計用評価基準値 263 MPa を約 1.7 倍上回っているのであり、基準地震動 S_s ないしそれ未満の揺れに襲われた場合でも、弾性範囲を超えて塑性変形が生じている可能性がある。そこに再度基準地震動あるいはそれ未満でも激しい地震動に見舞われれば、その健全性が維持出来ず、周辺公衆に放射線被曝を与える事故につながるおそれがある。南海トラフ地震については、1854 年安政南海地震（M8.4）がその 40 時間後に海洋プレート内地震である豊予海峡地震（M7.4）を誘発したことが知られており、特に本件発電所については高い確率で南海トラフ地震とプレート内地震に襲われる可能性が指摘されているのであるから、本件発電所においてプレート間地震と海洋プレート内地震とによる繰り返し起こる強い揺れを想定しなくてもよい理由はない。さらに、南海トラフの巨大地震が本件敷地近傍において内陸地殻内地震を誘発させることも、経験的に十分あり得ることとして想定すべきである。

（債務者の主張）

ア 南海トラフから琉球海溝までの連動について

債務者が想定するプレート間地震の地震動評価は、東北地方太平洋沖地震等の知見に基づいて想定される最大級の強震断層モデルを採用している。すなわち、内閣府検討会は、東北地方太平洋沖地震を契機として、南海トラフの巨大地震を対象として、これまでの科学的知見に基づき想定すべき最大クラスの対象地震の設定方針を検討することを目的として設立されたものであり、その推計結果に関しては、「決して、南海トラフ沿いにおいて次に起こる地震・津波を予測して検討したものではない」、「現在の科

学的知見の下で、今回推計し設定する最大クラスの地震・津波の発生確率、そしてその発生時期の予測をすることは不可能に近い」とされているのである。南海トラフの巨大地震については、「最近のMw 8クラスの地震及び2011年東北地方太平洋沖地震の解析結果を基に、海溝型地震の強震断層モデルにおいて特に強い地震波を発生させる強震動生成域の面積とそのすべり量等に関する特徴、平均応力降下量等を調査し活用した」ものであり、「強震断層モデルについては、巨大地震の中でも最大級のものであることが確認され」ているところであり、南海トラフで発生する地震に係る最新の検討状況を踏まえても、最大クラスの地震を想定するためのモデルとして妥当である。

なお、琉球海溝は南海トラフよりも長いため、琉球海溝を含めた震源断層の中心はサイトから遠くなるから、地震規模が大きくなってもその影響は限定的であることは自明である。

イ 応答スペクトルに基づく地震動評価

(ア) 地震規模Mw 8. 3が妥当であること

債権者らは、内閣府検討会において、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がMw 8. 3と設定されたことから、M 9. 0でも地震動評価上はMw 8. 3でよいとするのは誤りと主張する。しかし、内閣府検討会は、「2011年東北地方太平洋沖地震において、経験的手法である距離減衰式から求められる、地震規模であるパラメータMwは8. 2～8. 3程度であり、すべり量や応力降下量など断層運動から求められる地震の規模Mw 9. 0と比べると相当小さな値となっている」こと、「中央防災会議(2003)の東海・東南海・南海地震に関する検討においても同様の関係が見られ、東海・東南海・南海地震の距離減衰式による震度分布の推計で用いたパラメータMwは8. 0である」ことを踏まえて、Mw 8. 3を導き出しているのであり、債務者のパラ

メータの設定は適切である。

(イ) 耐専式の適用可能性に関する主張等について

債権者らは、Mw 9.0 クラスの地震に耐専式を当てはめることができるか疑問であるなどと主張する。しかし、そもそも耐専式は、「M=8.5までの地震の地震動評価に供するようにしている」とされているところ、債務者は、南海トラフの巨大地震をめぐる内閣府検討会の知見を参照して、地震規模をMw 8.3として地震動評価を行っているものであり、耐専式を適用できないとする債権者らの主張は失当である。さらに、耐専式は、①解放基盤表面の地震動として評価できること、②水平方向及び鉛直方向の地震動が評価できること、③震源の広がりを考慮できること、④敷地における地震観測記録を用いて地域特性等が考慮できるのに対し、断層最短距離を用いる距離減衰式では必ずしも上記①ないし④の全てを考慮することができるものでないことから、債務者は耐専式を用いるのが合理的と判断したものであるし、断層モデルを用いた手法による評価を行って、地震動評価の精度向上を図っているから、債務者の想定は合理的である。

また、債権者らは、耐専式には倍半分程度のばらつきがあるため、このような不確定性を考慮した上で余裕を持った応答スペクトルにしなければならないと主張するが、不確かさの考慮については、南海トラフの巨大地震自体が、東北地方太平洋沖地震を踏まえたあらゆる可能性を含めた、最大クラスの地震・津波を想定したものであることから、距離減衰式による評価を行うにあたり、改めて二重三重に不確かさを考慮する必要はない。

ウ 断層モデルを用いた地震動評価

(ア) ばらつき、不確かさの考慮について

a 債権者らは、南海トラフの巨大地震の断層モデルに強震動生成域を

敷地近傍に配置するケース（陸側ケース）のみを「不確かさの考慮」としただけであり、設置許可基準規則が要請する不確かさの考慮を行ったとはいえない旨を主張する。

しかし、債務者は、プレート間地震の評価にあたって、あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震として想定された南海トラフの巨大地震のうち、敷地への影響が最も大きい陸側ケースを基本震源モデルとして評価を行っており、このモデル自体で地震規模及び震源要素の不確かさを考慮できているものと考えられる。債務者は、さらに安全側の評価となるよう十分に不確かさを考慮して、敷地に最も近い日向灘域の強震動生成域を敷地の直下に追加配置した断層モデルによる評価も行っていることから、不確かさの考慮が不十分とする債権者らの指摘は当たらない。

b 債権者らは、ハイブリッド合成法の誤差を考慮しないのは地震ガイドに反する旨を主張する。

しかし、そもそも本件発電所では、プレート間地震の地震動評価を行うにあたり、南海トラフの巨大地震を採用しており、十分不確かさを考慮しているのである。そして、その評価結果は、基準地震動 S s - 1 を十分に下回るものであり、ハイブリッド合成法の適否が基準地震動 S s の適正さを左右するものではない。なお、地震ガイドにおいては、「必要に応じて不確かさを組み合わせる」と記述されているものであり、ハイブリッド合成法の不確かさを考慮する必要はないと判断されたものである。

(イ) S P G A モデルについて

債権者らは、南海トラフ地震についても野津チームリーダーらの提唱に係る S P G A が本件発電所直下ないし近傍にあることを想定しなければならない旨を主張する。

しかし、S P G A モデルについては、主に 1. 0 秒～ 5. 0 秒の周期帯（0. 2～ 1 Hz の周波数帯域）における強震動の特性に着目した検討であり、この帯域ではカバーできないような工学上重要な施設も存在するが、同研究の主眼は上記の帯域にあるとされている。一方、原子力施設における主要な設備の固有周期は 0. 1 秒以下であり、野津チームリーダーらが対象とする周期帯とは異なることから、原子力施設に想定する地震動評価として想定しなければならない必然性はない。

また、海溝型の地震（プレート間地震及び海洋プレート内地震）において、太平洋プレートとフィリピン海プレートとでは、プレートの形成年代、厚さ、形状等に起因して、発生する地震動の強さが異なる（太平洋プレートの方が大きい）と考えられることから、東北地方太平洋沖地震の記録から特定された S P G A を、プレートの異なる本件敷地周辺地域で発生する地震にそのまま想定するのは合理的とはいえない。

さらに、内閣府検討会は、強震動生成域を配置するにあたり、深部低周波地震の発生領域を考慮して、強震動生成域を「可能性がある範囲で最も陸域側（プレート境界面の深い側）の場所に設定したもの」として陸側ケースを設定しているところ、内閣府検討会は、深部低周波地震の深い側の境界付近にあたる本件敷地直下において、特に強い地震を発生させるような断層すべりが起きる可能性は低いと判断して強震動生成域を配置していない。このように、本件敷地直下には、本来、強震動生成域は想定されないことから、当然ながら、「強震動生成領域の中で局所的に応力降下量の高い」とされる S P G A は想定されるものではない。債務者による本件発電所の地震動評価は、敷地直下には強震動生成域が想定されるものではないものの、不確かさを考慮することとして、敷地直下に強震動生成域を配置した検討を行ったものであるが、これに対してさらに不確かさを考慮して、強震動生成域に強度の高い破壊（S P G



A) を設定した評価を行うのは、極めて可能性の低い現象で、現実的な想定とはいえず、合理的ではない。

エ 摆れの継続時間について

債権者らは、南海トラフの、東海、東南海、南海地震の3つの地震セグメントが数分から數十分の時間差で順番にズレ動く時間差連動の検討が必要である旨主張する。

しかし、地震規模の大小と地震動の大小は必ずしも一致せず、南海トラフや琉球海溝沿いの地震では規模が大きくなっても距離が遠くなるため、影響は限定的である。債権者らは、時間差連動の検討の必要性を述べるが、3つの地震セグメントが、仮に3分割されて時間差連動した場合にも、東海、東南海セグメントは敷地から離れていることから、これらのセグメントから敷地にもたらされる地震動はかなり小さいものと推察される。したがって、仮に3つのセグメントが時間差で動いて長時間の揺れをもたらしても、南海セグメントによる影響が最も大きく、大きな影響が生じることはない。

オ 基準地震動以外の影響について

債権者らは、南海トラフの巨大地震が発生した場合、サイト内外の被害状況により事故対応が困難になるおそれがあり、余震、他の地震又は火山活動を誘発するおそれがあるとも主張する。

しかし、債務者は、南海トラフの巨大地震に対する耐震安全性を確保しており、同地震によって事故対応が必要となることはないし、仮に中央構造線断層帯等による地震が誘発されたとしても、施設の安全性が損なわれないことも確認している。さらには、火山が噴火する可能性にも言及しているが、債権者らの単なる憶測にすぎない。もっとも、仮に火山活動が誘発されたとしても、本件原子炉の安全性が損なわれないことについては、後記9債務者の主張欄記載のとおりである。

また、債権者らは、南海トラフの巨大地震によって安全上重要な施設が塑性変形してしまう可能性は否定できないと主張するが、南海トラフの巨大地震による地震動の応答スペクトルは、やや長周期側で弾性設計用地震動 $S_d - 1$ を若干超える周期帯があるものの、大半の安全上重要な施設の固有周期となる短周期側では、大きく $S_d - 1$ を下回っている。本件原子炉は、弾性設計用地震動 S_d に対して施設全体として概ね弾性範囲に留まることとしているため、短周期側の地震動レベルが十分に小さいことを踏まえると、本件原子炉の安全上重要な施設については、南海トラフの巨大地震による地震動に対して弾性範囲内で挙動し（地震力によって一時的に変形しても、地震力を取り除くと元どおりになる。）、塑性変形（弾性範囲を超えて元に戻らなくなる変形）に至ることはない。

さらに、債権者らは、「地震と火山活動が同時期に発生することは通常考えられる」とも主張するが、債務者は、自然現象などにより本件原子炉に対して加わる様々な力（荷重）を適切に組み合わせて、施設の強度を確保している。

(3) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動（海洋プレート内地震）について

(債権者らの主張)

ア 最大マグニチュード 8.0 を想定すべきこと

そもそも、債務者が 1649 年安芸・伊予の地震を検討用地震として採用したこと自体が、その妥当性をめぐる確率論的なモデルの構築、定量的な評価、安全目標の照合のいずれも経ていない点で相当でない。また、本件原子炉施設がある安芸灘～伊予灘～豊後水道は、M 7 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り、地震本部の平成 16 年 2 月 27 日付け「日向灘および南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価について」（以下「日向灘長期評価」

という。）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。そうすると、本件原子炉の耐震設計としてM7.4の直下地震を想定したのでは、明らかな過小評価である。そして、地震本部の「全国地震動予測地図2014年版～全国の地震動ハザードを概観して～付録一」（以下「2014予測地図」という。）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8.0であり、また、地震本部が作成した資料からすれば、フィリピン海プレートにおいてM8.0以上のプレート内地震は2000年に1回程度発生するとみられる。地震本部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。また、設置許可基準規則解釈別記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。

さらに、広島県、広島市とともに、安芸灘～伊予灘～豊後水道の領域における海洋プレート内地震については、日向灘長期評価に記載された最大のM7.4を元に地震被害の想定を行っている。債務者の想定であるM7.0又は7.2というのは、広島県及び広島市が一般防災目的で行っている地震規模想定をも下回る。かかる債務者の想定は、社会通念上許容されるものではない。

以上からすると、本件原子炉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8.0を基本ケースとすべきである。

イ 耐専式の適用について

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、耐専式を用いているようである。しかし、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、補正係数の妥当性も疑われる。さらに、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で倍半分以上のばらつきが認められ、このばらつきを考慮しなくてもよい理由はない。

(債務者の主張)

ア M8.0を想定すべきとする債権者らの主張について

債権者らは、少なくともM8.0を基本ケースとすべきである旨を主張するが、次に述べるとおり、同主張は合理的根拠に乏しい。

まず、地震本部が2014年予測地図で設定しているM8.0という値はあくまで暫定的な位置づけであると解されるところ、その値の根拠は、「1911.06.15 奄美大島近海と同程度の地震が発生し得ると仮定」されたものである。この地震は、地震本部の長期評価においては、被害の大きさや津波がそれほど高くなかったことなどから、やや深いプレート内地震と推測されているのであるが、最新の研究ではプレート間地震と評価されているものであるから、本件敷地周辺の海洋プレート内地震に想定されるものではない。仮に海洋プレート内地震であった場合でも、琉球海溝の北部と南部では発震機構やテクトニクスが異なっているとともに、琉球海溝のプレートと本件敷地周辺（西南日本）のプレートは生成年代が

異なっており、プレートの厚さに差が見られる（年代の新しい本件敷地周辺のプレートは、年代の古い琉球海溝付近と比べて薄く、想定される地震規模も小さい）ことから、琉球海溝で発生する地震は本件敷地周辺に想定されるものではない。この評価については、原子力規制委員会の審査で承認されている。

また、地震本部は、プレート内に $80\text{ km} \times 80\text{ km}$ の水平の矩形断層面を想定しているのであるが、敷地周辺のフィリピン海プレートの厚さは $30\sim 35\text{ km}$ 程度であることから、九州下方に斜めに沈み込むフィリピン海プレートに対して、このように大きな水平矩形断層面を設定することは不可能であるから、地震本部による検討は、仮想の震源モデルに基づく、まさに確率論的な観点に立った地震動評価というべきである。この点、債務者は、本件発電所周辺地域における地震の発生状況、地質・地質構造等に係る詳細な評価を行い、地域特性を十分に踏まえた上で、海洋プレート内地震として、1649年安芸・伊予の地震（M6.9）を検討用地震として選定し、基本震源モデルの設定にあたっては、地震発生位置と規模の不確かさをあらかじめ織り込み、敷地下方に既往最大規模（1854年伊予西部地震のM7.0）の地震を仮定するなどして、決定論的な観点から地震動評価を行っている。

イ 耐専式の適用について

債権者らは、耐専式の適用可能性やばらつきの考慮等を問題にする。しかし、耐専式はM8.5まで適用可能であるし、また、補正係数も敷地周辺における比較的規模の大きい観測記録があることから、これら観測記録を基に適切に算出している。そして、債務者が海洋プレート内地震の地震動評価にあたり、1649年安芸・伊予の地震を再現したモデルをM7.0に較正したケース、敷地の真下に想定する地震規模をM7.2としたケース、アスペリティの位置を断層上端に配置したケース、敷地東方の領域

に水平に近い断層面を考慮したケース（M7.4）を設定しているのであり、適切に不確かさを考慮している。

(4) 震源を特定せず策定する地震動について

(債権者らの主張)

ア 観測記録から合理的に導かれる最大の応答スペクトルを考慮すべきこと

(ア) 不確かさの考慮について

債務者は、留萌支庁南部地震のK-NET港町観測点等の地震観測記録を「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が、同じ応答スペクトルの地震が全く異なる場所で再度発生するはずがないことや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少ないという限界があることを踏まえると、設置許可基準規則解釈や地震ガイドにおける「各種不確かさの考慮」をはぎとり解析の過程のものに限局して、実観測記録をほぼそのまま設計用基準地震動とするのではなく、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というべきである。しかし、債務者は、そのような最大の応答スペクトルを想定しておらず、その基準地震動の策定は不合理である。

(イ) 財団法人地域地盤環境研究所や原子力安全基盤機構による解析結果

財団法人地域地盤環境研究所が、改訂耐震指針の「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た「震源を特定せず策定する地震動 計算業務報告書」によると、留萌支庁南部地震の地表での地震動のうち、K-NET港町観測点よりも大きな地表最大加速度が発生したと推測される部分がその東側に広がっており、K-NET港町観測点の地震動が同地震の最大地震動ではないことは一目瞭然である。同報告書によると、破壊開始点を変化させた上、破壊伝播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、最大200ガルに達すること

が分かるが、債務者の計算方法に従うと、導かれる基準地震動は約1038ガルとなり、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子力発電所にふさわしい地震動想定となり得ない。

また、独立行政法人原子力安全基盤機構（以下「JNES」という。）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1340ガルの地震動が生じることを明らかにしている。M6.5はMw6.2相当に過ぎないから、上記解析結果を参考する限り、Mw6.5未満の地震から1340ガルを超える地震動が発生することも十分あり得る。

(ウ) IAEA基準違反であること

債務者の手法は、確立した国際基準にも反する。すなわち、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おり、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、どこにも規定されていない。IAEAの基準に従うのであれば、地震本部の見解によるM7.3か、少なくとも地震ガイドの規定に従った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。

(イ) 債務者が収集した観測記録について

地震ガイド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のは、1996年3月宮城県北部（鬼首）地震から、2013年栃木県

北部地震までわずか17年間の16地震の観測記録だけである。このように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」を決めようというのは無理がある。それにもかかわらず、債務者がこの16地震から岩手・宮城内陸地震等を検討対象から排除し、又はリストに例示されていない新潟県中越沖地震等を考慮せずにした地震動評価は不合理というべきである。

(ア) 鳥取県西部地震（日野）等の排除について

まず問題となるのは、鳥取県西部地震のKIK-net日野観測点を除いたことである。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、解放基盤表面はぎとり波に換算しても、少なくとも一部周期帯では本件原子炉の基準地震動を上回る可能性が高い。また、Mw 6.5未満の地震のうち、2011年長野県北部地震のK-NET津南観測点と2013年栃木県北部地震のKIK-net栗山西観測点の応答スペクトルは、加藤ほか（2004）のスペクトルを有意に上回っており、これらを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。

(イ) 岩手・宮城内陸地震の排除について

債務者は、地中で1000ガル以上という極めて大きな地震動を記録した岩手・宮城内陸地震につき、軟岩・火山岩・堆積層の厚さの観点等を挙げ、地域差が顕著であるとして、観測記録収集対象外としている。しかし、そもそも債務者は、将来本件敷地直下ないし近傍で発生する可能性がある地震と、ガイドに例示された地震とでは、多かれ少なかれ地域差があることを前提としながらも、本件原子炉の敷地直下に震源断層

モデルを設定する等して理論的に「震源を特定せず策定する地震動」を評価するという手法を探らず、地震ガイドに例示された地震の観測記録を直接用いるという手法を用いている以上、地域差を理由として貴重な観測記録を排除するのは背理である。地震本部において、「陸域で発生する地震のうち活断層が特定されていない場所で発生する地震」の最大マグニチュードは、最低で、鳥取県西部地震と同じM 7. 3とされているのも、地域差によっては震源断層をあらかじめ特定できない地震を限定できないことの現れである。

また、債務者は、岩手・宮城内陸地震の観測記録を採用しない根拠となる本件敷地との地域差について、①変位地形・リニアメント、②第四紀火山との位置関係、③地質、④応力場、⑤微小地震の発生状況、⑥地震地体構造について地域差を挙げているが、債務者は、鳥取県西部地震クラスの地震（M 7. 3、Mw 6. 6）が本件発電所直下等で生じることは認めているし、鳥取県西部地震クラスの地震については起こり得るが、岩手・宮城内陸地震クラスの地震は起こり得ないという論拠を債務者は示していないことからすれば、上記④以外の地域差は、岩手・宮城内陸地震を考慮しない理由にならない。上記④の応力場については、本件発電所立地地点では横ずれ型、岩手・宮城内陸地震震源域では逆断層型の地震が発生し易いという趣旨であると思われ、確かに、横ずれ断層と逆断層とでそこから発生する地震動の違いを指摘する見解はある。しかし、岩手・宮城内陸地震では、震源近傍のK i K-n e t 一関西の地中観測点において、NS成分で1036ガルの地震動が観測されており、これは露頭基盤波（解放基盤はぎとり波相当）に変換すれば1850ガル程度に相当すると考えられるところ、本件原子炉に係る震源を特定せず策定する地震動のうち最大の基準地震動S s - 3 - 1 (620ガル)とは約3倍もの乖離がある。債務者は本来、横ずれ断層と逆断層とで約

3倍の乖離があることを正当化する論拠を示す必要があるが、そのような研究結果は皆無である以上、応力場の違いをいうだけでは岩手・宮城内陸地震の観測記録を排除することはできない。

(ウ) 新潟県中越沖地震等を考慮しなかったことについて

2007年能登半島地震（M6.9。以下「能登半島地震」という。）や、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も、極めて問題がある。東京大学教授・纏纏一起（以下「纏纏教授」という。）によると、地震ガイドの16地震以外に新潟県中越沖地震、能登半島地震、福岡県西方沖地震の本震もいわゆる「隠れ断層」から発生した地震とみなすことができるとされる。新潟県中越沖地震については、はぎとり解析が行われ、柏崎刈羽原子力発電所1号機で当時東京電力が想定した4倍の1699ガルの地震動を観測したことが明らかになっているところ、これは電力会社が「詳細な調査」を実施しても事前に活断層の存在が指摘できなかつた場所でも、このように大きな地震動が発生し得ることを示しており、このような地震動観測記録を安易に排除すべきではない。また、新潟県中越沖地震については、地表地震断層が認められたか否かにつき、地震本部の中でも意見が割れたことが窺われることなども踏まえれば、この地震についても事前に震源を特定できないものの1つとして考えるべきである。

(債務者の主張)

ア 最大の応答スペクトルを想定すべきとの主張について

(ア) 不確かさの考慮について

債務者は、留萌支庁南部地震を考慮した地震動については、K-NET港町観測点の記録からはぎとり解析を行い、基盤地震動を評価したところ水平最大加速度は561ガルと求まったものではあるが、表層地盤

の減衰定数に不確かさを考慮して算出したところ同609ガルと求まり、さらにこれに安全余裕を考慮して、同620ガルの地震動として策定したものであり、不確かさを考慮している。また、鳥取県西部地震賀祥ダムの観測記録についても、本件発電所立地地点と鳥取県西部地震震源域では地震ガイドに示された「活断層の成熟度」に地域差が認められ、地震が発生する深部地下構造にも違いがあると考えられるものの、自然現象の評価と将来予測には不確かさが残るため、大局的にはいずれも西南日本の東西圧縮横ずれの応力場であることを踏まえ、更には原子力安全に対する信頼向上の観点から、より保守的に基準地震動として採用することとしたものであり、不確かさを加味している。債務者が策定した震源を特定せず策定する地震動は、「観測記録から直接導かれる応答スペクトル」をそのまま採用したものではなく、上記のような不確かさや保守性を考慮し、適切に策定したものである。

(イ) 財団法人地域地盤環境研究所等の解析結果について

震源を特定せず策定する地震動は、観測記録を基に策定するものであり、債権者らが主張するような仮想的な震源モデル（断層面）を構築して地震動を評価するものではない。また、そもそも、震源を特定せず策定する地震動は、詳細な調査を前提とした敷地ごとに震源を特定して策定する地震動に最大限の努力を払った上で、それでも評価し損なう可能性を埋める補完的な位置付けであり、プラントに考慮すべきミニマムリクワイアメントとして導入されたもので、最大規模の地震を想定すべきものでもない。

債権者らが引用する計算業務報告書は、財団法人地域地盤環境研究所が留萌支庁南部地震における地震動について検討した Maeda and Sasatani (2009)に基づく断層モデルを用いて地震動評価を行ったものであるが、原子力規制委員会が「断層モデルを介さずに策定する」との

考え方を示していることに照らせば、当該評価結果が震源を特定せず策定する地震動の対象とはなり得ないことは明らかである。さらには、Maeda and Sasatani (2009)は、債務者がはぎとり解析に用いた佐藤ほか(2013)の知見を踏まえていないこと、つまり詳細な調査に基づく地盤情報を踏まえずに断層モデルを構築したものであること、財団法人地域地盤環境研究所による評価が Maeda and Sasatani (2009)の断層モデルのパラメータを仮想的に変更して仮想的な評価を行ったものであることを踏まえると、この評価から得られた地震動は、震源を特定せず策定する地震動の対象として相応しい観測記録とはおよそいい難い。

また、債権者らが主張する J N E S の報告書は、J N E S が震源を特定しにくい地震による地震動に確率論的な観点から検証を加えたもの、つまり、震源を特定しにくい断層による地震動強さの年超過確率を評価したものである。このため、J N E S による検討においては、発生確率の低いケースも想定する必要があることから、仮想的な断層モデルに仮想的な条件をいくつも重畠させた数多くの組合せによる地震動が解析評価されており、そのうちの1つで、最大加速度が約 1 3 4 0 ガルとなる結果が得られたものであり、その地震動をすぐさま基準地震動に採用すべきという主張自体、発生確率や地域特性を無視したものであり、科学的合理性に欠けるものである。

(ウ) I A E A 基準違反について

そもそも、地震の発生頻度の少ない欧米 (I A E A の基準も含む。) では確率論的な手法が主流なのに対し、日本では地震の発生状況や活断層の評価を踏まえた決定論的な手法が主流となっている。地震動のように自然現象を対象とした評価では、地域的な事情を考慮し、それに適した手法が採用されるべきであり、これを無視して、I A E A や他国の基準に照らして、日本で採用されている手法の妥当性を議論するのは適切

ではない。また、我が国における規制内容は、IAEAの安全基準と概ね良好に整合するものであるが、そもそも、IAEAの安全基準はその全てを加盟各国の規制内容に採用するよう義務付けるものではなく、加盟各国の判断により取り入れるものである。したがって、IAEAの安全基準の全てをそのままに採用せずとも、これを踏まえ、専門的技術的知見に基づいて、取り入れるべき要件を判断した上で定めることは何ら不合理なものでもない。

イ 債務者が収集した観測記録について

債権者らは、地震ガイドが例示するのは16地震にすぎず、不確かさの考慮が義務付けられていることからしても、16地震のみに依拠して評価すべきではない旨を主張するとともに、能登半島地震や新潟県中越沖地震などの観測記録を評価に含めないことは著しく不合理であるなど主張するが、次のとおり、債務者が当該観測記録を評価に含めなかつたことは合理的である。

(ア) 鳥取県西部地震（日野）等の排除について

震源を特定せず策定する地震動を評価する上では、確かな地盤情報が得られていること、はぎとり解析が可能であることが不可欠であるけれども、鳥取県西部地震のKik-net日野観測点等は詳細な地盤情報が得られていないから、当該観測記録を評価に含めなかつたことは合理的である。なお、債務者は、地盤情報が得られていないなど、十分なはぎとり解析が現時点できかない観測記録についても、今後、観測点の地盤に関する調査等が進み、新たな知見が得られれば、それを基に改めて評価を行う考えである。

(イ) 岩手・宮城内陸地震の排除について

Mw 6.5以上の地震（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であり、活断層や地表地震断層の出現要因の可能性として、地盤の上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布する場合、活断層の密度が少なく活動度が低い場合などの地域差が存在すると考えられているため、Mw 6.5 以上の地震の観測記録を収集対象とするか否かを判断するにあたり、地域差の検討を行うのが合理的である。そうであるところ、岩手・宮城内陸地震については、当該地域に火山岩や堆積岩が厚く分布するため、地表が火山噴出物に覆われているとともに侵食速度も速く、この地震を事前に特定することが難しかったのに対し、本件敷地周辺は、火山岩や堆積岩が厚く分布する地域ではないため、仮に岩手・宮城内陸地震のような地震が想定されるとするならば、事前の地質調査で特定が可能と考えられることなどからすると、同地震のような地震が本件発電所の立地地点において発生することは考え難く、地震ガイドの規定に照らしても、震源を特定せず策定する地震動として評価する必要ないと判断したものであり、何ら不合理ではない。

(ウ) 新潟県中越沖地震等の不考慮について

能登半島地震や新潟県中越沖地震については、地震ガイドの策定にあたり、地震津波基準検討チームの第10回会合において、震源を特定せず策定する地震動について議論がなされた結果、詳細な地質調査を実施すれば事前に震源の特定が可能との判断がなされたため、リストに含まれていないものであり、債務者が上記各地震の観測記録を評価に含めなかつたことに何ら不合理な点はない。

(5) 年超過確率について

(債権者らの主張)

ア 債務者のした年超過確率の評価は、原子力学会(2007)に準拠しており、

最新の知見である「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：2015」（以下「原子力学会（2015）」という。）を踏まえられておらず、その信頼性は失われている。また、これまでの国内の原子力発電所における基準地震動の超過実績を踏まえると年超過確率の算出方法が IAEA が定める国際的な基準に合致していないことは明白である。

イ 債務者が年超過確率を算定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えたものに過ぎず、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。

（債務者の主張）

債務者が評価した年超過確率は、原子力学会（2015）で実施された原子力学会（2007）からの改定内容を適宜取り込んだ評価となっている。したがって、仮に原子力学会（2015）を反映したとしても、その影響は限定的であり、債務者がした年超過確率の評価の信頼性は否定されない。また、原子力学会（2007）は、学識者、実務者の長年にわたる議論と公正な手続を経て作成されたものであって十分な信頼性を有するから、これにのっとって債務者が算出した年超過確率も合理的である。

4 爭点4（耐震設計における重要度分類の合理性）について

（債権者らの主張）

福島第一原発事故の教訓を踏まえた政府の反省と対策の表明からすれば、外部電源の信頼性を高め、耐震性を向上すること、及び計装系が事故時に機能しないことがないようにすること、そのために重要度分類、耐震重要度分類を見直し、計装系に関する基準を見直した設置変更許可基準を規定し、いずれも設置変更許可申請において審査されるべき事項となっていなければならないのであり、次のとおり、原子力規制委員会は、災害の防止上支障がないものとして

規則を定める義務を怠っているといわざるを得ない。

(1) 外部電源について

外部電源は、全交流電源喪失を免れ、炉心損傷を防ぐために極めて重要な設備である。福島第一原発事故を経てもこれをCクラスのままに留めておくのは、周辺住民の安全性よりも経済性（コスト）を優先しようという動機に基づくものといわざるを得ず、審査基準として不合理であるし、地震のリスクが高い本件原子炉においては特に不合理な対応であって人格権侵害のおそれが否定できない。

(2) 計測制御系統施設について

設置許可基準規則23条2号では、通常運転時のみならず運転時の異常な過渡変化時においても、原子炉水位や原子炉冷却材の圧力、温度及び流量、原子炉格納容器内の圧力、温度等を、想定される範囲内で監視できる計測制御系統施設を設けることが義務付けられている。福島第一原発事故では、水位基準面気器が加熱され、蒸発により基準水面が低下してしまうという問題から、水位計などの数値がまったく信用できず、運転員たちは原子炉の状態が十分に把握できないまま過酷事故対応に当たらなければならなかつた。

債務者は、電源喪失時に計装制御系がダウンすることについての対策はある程度行ったようであるが、原子炉の温度、圧力が上昇し基準水面が低下してしまうことによる水位計の誤表示等の問題については、解決することなく放置している。少なくとも福島第一原発事故で実際に生じた状況は、上記規則における「想定される範囲内」というべきである。この問題を放置することは現行法令上不合理であって、計装制御系統の誤表示によって過酷事故対応を誤るおそれがある。

(3) 非常用取水設備について

非常用取水設備を構成する海水ピット堰、海水取水口、海水取水路、海水ピットスクリーン室、海水ピットポンプ室のうち、海水ピット堰はSクラス

であるが、その他の設備の耐震重要度分類はいずれもCクラスとされている。しかし、海水ピット堰以外の非常用取水設備を構成する設備が地震で破壊されれば、原子炉補機冷却海水設備としての機能が失われ、原子炉停止後の原子炉冷却に失敗することになるから、非常用取水設備は全てSクラスにしなければならないというべきである。

(債務者の主張)

(1) 外部電源について

債務者が外部電源についてCクラスの位置付けをしているのは、本件原子炉の外部電源による電力が、本件発電所以外の発電所から変電所を経て送電線により供給されるものであるところ、他の発電所から本件原子炉に至る間に存在する全ての設備をSクラスの設備と位置付け、それらに対して人的、物的資源を投じることはおよそ現実的ではなく、「グレーデッドアプローチ」の考え方に基づき最も高い安全性を確保するという観点から不合理であるからである。

原子炉の安全確保に係る電源供給については非常用ディーゼル発電機がその役割を担うこととし、非常用ディーゼル発電機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、原子力発電所の設計上予定された姿であって、外部電源に、非常時における原子炉の安全を確保するための電源供給の役割を担わせているものではない。したがって、外部電源がSクラスの耐震安全性を備えなくても安全性に欠けるところはない。

(2) 計測制御系統施設について

債務者は、本件原子炉の計測設備について、設置許可基準規則23条を踏まえ、通常運転時及び異常な過渡変化時においては、炉心中性子束、中性子束分布、原子炉水位、原子炉冷却材圧力、温度及び流量、原子炉格納容器内圧力及び温度等の重要なパラメータを監視できるようにしている。また、設計基準事故が発生した場合においては、状況を把握して対策を講じるために

必要な、原子炉格納容器内の圧力、温度等のパラメータについて、設計基準事故時に想定される環境下において十分な測定範囲及び期間にわたり連続して監視、記録できるようにしている。これに加えて債務者は、設置許可基準規則58条を踏まえて、重大事故等発生時において原子炉の状態を把握するために特に監視することが重要となる「重要監視パラメータ」（原子炉容器圧力・温度・水位、原子炉格納容器内圧力・温度・水位等）を選定し、本来これらを監視するための計測設備が故障等した場合にも原子炉施設の状況を把握することができるよう、重要監視パラメータを推定するための「重要代替監視パラメータ」を計測する設備を重大事故等対処設備（常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備）と位置付けて整備するとともに、可搬型計測器、電源（空冷式非常用発電装置）等も新たに整備している。

(3) 非常用取水設備について

非常用取水設備を構成する海水取水口、海水取水路、海水ピットスクリーン室、海水ピットポンプ室及び海水ピット堰は、いずれも基準地震動S_sに対する耐震安全性が要求される常設重大事故緩和設備として位置付けられており、それぞれ基準地震動S_sに対する耐震安全性が確保されている。また、基準津波に対しても、引き波時において海水ポンプの機能を維持できるよう、開閉式のフラップゲートを有する海水ピット堰を設置しており、原子炉補機冷却海水系の冷却に必要な海水を確保することができる。

5 爭点5（使用済燃料ピット等に係る安全性）について

(債権者らの主張)

使用済燃料は、原子炉から取り出された後もなお崩壊熱を出し続けているので、水と電気で冷却を継続しなければならないのであり、その危険性は極めて高い。

しかし、債務者が福島第一原発事故後に本件原子炉に講じた対策は、可搬式の消防ポンプによる使用済燃料プールへの直接注水等の対策に限られ、いずれ

も人為的な作業を伴うものであり、次のとおり、深刻な災害が万が一にも起こらないというために必要な対策は講じられていない。

(1) 堅固な施設で囲い込まれていない点について

原子力発電所の安全確保の最も主要な部分は、核分裂生成物の拡散を防止するための「壁」の健全性を、平常時にも事故時にも、いかにして維持するか、すなわち「閉じ込めるか」ということであるが、本件原子炉において、使用済燃料は、原子炉内の核燃料よりも核分裂生成物をはるかに多く含むにもかかわらず、建屋という極めて脆弱な「壁」によってしか囲われていない。そして、福島第一原発事故において水素爆発により同4号機の建屋の屋根が吹き飛び、使用済燃料プールがむき出しになったことも踏まえれば、①外部からの脅威により使用済燃料の冠水状態が維持できなくなるような事態が生じないようにし、また、②使用済燃料の冠水状態が維持できなくなった場合に放射性物質の放出を防ぐため、堅固な施設によって防御を固められる必要があるというべきである。本件原子炉の使用済燃料プールを囲んでいる燃料取扱建屋の外壁及び屋根は、100m／秒の竜巻が襲来した場合、鋼製材の飛来物の衝突によって貫通が生じるという程度の強度しかないのであり、本件原子炉で、深刻な災害を万が一にも起こらないというために必要な対策が講じられているとはいえない。

(2) 使用済燃料プールの耐震安全性について

ア 冷却設備について

使用済燃料は、その燃料の崩壊熱を燃料プールの水で長期間冷却しなければならず、燃料プールには何回分もの取り換えられた使用済燃料が保管されているのであるから、その冷却が失敗した場合の危険性は高い。これほど安全上重要な施設であるにもかかわらず、使用済燃料プール（ピット）の一部が重要度分類クラス2、耐震重要度分類Bクラスとされたままである。本件原子炉の設置変更許可申請書においても、使用済燃料ピット水淨

化系、使用済燃料ピット水冷却系はいずれもBクラスとして申請され、補正されないまま設置変更許可処分がなされている。

かかる審査基準と債務者の措置は福島第一原発事故において使用済燃料プールの水位を保てたのは単なる幸運によるものであるという貴重な教訓を無視するものであり、大地震のリスクが特に高い本件原子炉においては明らかに不合理であって、使用済燃料ピットの燃料が損傷し広島市を含む広い範囲が強度に汚染されるおそれがある。これらは、クラス1、Sクラスに分類し直して審査がなされる必要があり、それをしないままでは基準地震動に対する耐震安全性が確認されていないから、深刻な災害が万が一にも起こらないというために必要な対策が講じられているとはいえない。

イ 計測設備について

水位計や温度計の計測装置が脆弱で破損する可能性があるということは、使用済燃料プールの水位が低下し温度が上昇した場合に、正確な状況の把握が困難になることを意味する。国会事故調査会は、福島第一原発事故では電源喪失による計装系の機能喪失が大きな問題であったが、仮に電源があっても炉心溶融後は、設計条件を遥かに超えており、計測器そのものがどこまで機能するか、既設原子力発電所での計器類の耐性評価を実施し、設備の強化及び増設を含めて検討する必要があると提言している。本件原子炉の使用済燃料プールの計測装置も、Sクラスとして審査されておらず、基準地震動に対する耐震安全性が確認されていないから、深刻な災害が万が一にも起こらないというために必要な対策が講じられているとはいえない。

(3) 緊密化された使用済燃料プールの危険性について

本件原子炉施設に係る使用済燃料プールも、リラッキング、本件発電所1、2号炉との共用化等により使用済燃料の緊密化が行われているのであり、乾式貯蔵等の導入により使用済燃料の密度を下げる必要性がある。深刻な災害



が万が一にも起こらないようにするという立場に立つならば、乾式貯蔵等の導入により使用済燃料の密度を下げる対策は、将来の対策として先送りが許されるものではなく、直ちに実施されなければならないものである。

(4) 重量物落下による危険性について

本件原子炉の使用済燃料プールにおいては、地震時にクレーン本体、移送中のキャスク等の重量物が落下し、使用済燃料プール又は使用済燃料が破損する危険性があるから、深刻な災害が万が一にも起こらないというために必要な対策が講じられているとはいえない。また、本件原子炉の使用済燃料プールクレーンには、免震・制振装置が設置されていない。直接基礎に固定されていないというクレーンの特殊性、クレーンや移送中のキャスクが落下した場合の危険性に鑑みれば、同クレーンにおける免震・制振装置の設置は、耐震安全性を向上させるための付加的な対策ではなく、万が一にも深刻な災害を起こさないために必要不可欠な対策と位置付けるべきである。

(債務者の主張)

(1) 堅固な施設で囲い込まれていない点について

そもそも原子炉格納容器は、外部からの不測の事態に備えた炉心の防護をその目的として設計されているものではなく、債権者らは原子炉格納容器の機能に係る理解を誤っている。原子炉格納容器は、原子炉冷却材の喪失等が発生した場合に、内部から放射性物質を含む高温、高圧の水蒸気が周辺環境へ放出されることを万が一にも防止するために設けられているものであり、耐圧性能を備えているのもそのためである。

(2) 使用済燃料プールの耐震安全性について

ア 冷却設備について

使用済燃料ピット水冷却設備が機能を喪失し、使用済燃料ピット水を冷却することができなくなった場合でも、Sクラスの設備である使用済燃料ピット水補給設備により使用済燃料ピット内にホウ酸水を供給することで

使用済燃料の冠水状態は保たれる。そして、冠水さえしていれば使用済燃料の健全性が維持されるため、放射性物質を環境に異常に放出する危険はない。また、使用済燃料ピット水冷却設備は、Sクラスの設備ではないものの、使用済燃料ピット水冷却設備のうち、通常時において使用済燃料ピット水の冷却に用いる使用済燃料ピット冷却器、使用済燃料ピットポンプ及び配管については、波及的影響の観点から評価を行い、Sクラスと同じく基準地震動 S s に対する耐震安全性を有していることを確認している。

イ 計測設備について

使用済燃料ピットの状態を確認するために重要な計装設備（水位計、温度計及び監視カメラ）を常設重大事故緩和設備として設置するとともに、可搬型重大事故等対処設備として可搬式の水位計も配備している。常設重大事故緩和設備及び可搬型重大事故等対処設備については基準地震動 S s に対する耐震安全性の確保が要求されることから、これらの計装設備及び可搬式の水位計についても S クラスと同じく基準地震動 S s に対する耐震安全性を確保している。したがって、使用済燃料ピットの状態を把握するための計装設備も高い耐震安全性を有している。

(3) 稠密化された使用済燃料プールの危険性について

債務者は、本件原子炉の使用済燃料ピットにおける使用済燃料の保管にあたって、全炉心燃料及び 1 回の燃料取替えに必要とする燃料集合体数等を考慮して、それに十分に余裕を持たせた設備容量を確保した上で、崩壊熱の除去及び放射線の遮へいに十分な量のホウ酸水により使用済燃料を冠水させた状態で保管している。使用済燃料ピット水を継続的に冷却するための使用済燃料ピット水冷却設備は使用済燃料ピットに貯蔵した使用済燃料の崩壊熱を十分除去できる能力を有している（万一、使用済燃料ピット水の漏えいが生じた場合には、使用済燃料ピット水補給設備によりホウ酸水を補給できる。）。また、仮に設備容量一杯まで燃料を貯蔵した時にホウ素を含まない

純水で満たされるという厳しい条件を想定しても、使用済燃料ピットの未臨界性を確保できることを確認している。

(4) 重量物落下による危険性について

落下時に使用済燃料ピットの機能に影響を及ぼす重量物については、使用済燃料ピット周辺の状況、現場における作業実績、図面等を確認の上、影響を及ぼす重量物として、燃料取扱棟の構造物、使用済燃料ピットクレーン及び燃料取扱棟クレーンを抽出した。債務者は、抽出したそれぞれの重量物に対して、燃料取扱棟の構造物については、基準地震動 S_s により使用済燃料ピット内へ落下する事がないよう、使用済燃料ピットクレーンについては、基準地震動 S_s による地震力によってクレーン本体、転倒防止金具及び走行レールに発生する荷重が許容応力以下となること、すなわち、基準地震動 S_s により転倒、破損等して使用済燃料ピット内へ落下する事がないよう、燃料取扱棟クレーンについては、使用済燃料ピットの上部に走行レールを敷設せず、仮に走行レールから脱落したとしても、建屋の構造上、クレーン本体及び吊荷が使用済燃料ピットに落下しないよう対策を講じている。

6 爭点6（地すべりと液状化現象による危険性）について

（債権者らの主張）

(1) 地すべりについて

本件原子炉の敷地及び周辺斜面は、いずれも 25～60 度という地すべりが発生するのに十分な傾斜がある上、地すべりを起こす素因を相当に有しており、地震を引き金として地すべりを引き起こす可能性が極めて高い。それにもかかわらず、次のとおり、債務者の調査検討は不十分であるから、地すべりによる人格権侵害の具体的危険性が認められる。

ア 本件原子炉周辺の地質等

本件原子炉の原子炉建屋の南側斜面は、高さが地上約 8.2 m、そのうち地上から 3.2 m 付近までは傾斜が 60 度もある急斜面であり、そこから上

の部分も傾斜が約45度の斜面となっている。また、佐田岬半島は、一般に著しい片理が発達し、薄く板状又は小片状に割れやすいという性質を持つ片岩類（緑色片岩、黒色片岩、珪質片岩、砂質片岩、石灰質片岩及び礫質片岩）が分布する三波川帯に属しており、日本でも有数の地すべり発生地帯で、破碎帶地すべりの多発地帯として知られている。

債務者は、本件原子炉の周辺斜面の安定性について、解析モデルを作成し、基準地震動Ssを用いた解析を行うことにより評価した旨述べ、その解析モデルの作成にあたって、「斜面の高さ（約30m）に対して、重油タンクと東側斜面の法尻との離隔距離（約90m）が十分に確保できて」いるために、「詳細な解析評価の必要性はない」と判断し、解析モデルすら作成していない。しかし、地すべりの移動現象は、自然的誘因や斜面勾配等の地形的要因、さらには地質時代や岩相などの地質的要因が複雑に関係しており、未だ完全なメカニズムの解明には至っていないのであるから、斜面の高さに対し法尻からどれほどの離隔距離があれば、地すべりにより崩れてきた土塊が到達しないかなどということは、不明な事柄である。また、重油タンクの東側斜面において地すべりが発生した場合に、土塊の全部又は一部が北西方向に移動し、斜面を流れ落ち、その下にある本件原子炉の原子炉建屋に衝突する可能性も否定できない。加えて、重油タンクの東側斜面上に設置された鉄塔が倒壊し、これが土砂により運ばれる危険性も指摘できる。それにもかかわらず、債務者は、単に重油タンクと法尻との離隔距離のみをもって解析モデルすら作成しなかったのであり、詳細な調査を怠っていることは明白である。

イ 三波川帯にあること

三波川緑色片岩は海溝付加帯において、沈み込む海洋プレートの上部がはぎ取られ、陸側に付加したものとされているところ、この海洋プレート上部層は、海嶺で生産された玄武岩層よりなるが、この玄武岩層は均質で

はなく、枕状溶岩、ガラス状の玄武岩破片の堆積したハイアロクラスタイルト、枕状溶岩の大小のかけらを含むハイアロクラスタイルト・ブレッチャからなり、これらは場所により量的にも広がりの面でも極めて不均質である。そして、枕状溶岩やその岩片は押しつぶされる度合いが小さいが、ハイアロクラスタイルトは著しく片状化するなど、緑色片岩層の脆弱面となる。この種の面がどう連続し変化するかということは、地盤及び周辺斜面の安定性にとって極めて重要な事項であり、債務者のように、ボーリング調査によって柱状にどれくらいの長さで回収されるかを基準に形状観察を行うだけでは全く不十分である。コアとして回収された新鮮な状態では原岩に関わらず一定の強度を持っていても、長期的には強度に著しい違いを生じることになり、地震の震動に対して弱い面を与える結果を招来することから、コアとして回収された緑色片岩の「原岩」を観察、記載する必要があるにもかかわらず、債務者は、コアとして回収された緑色片岩の原岩が何かを全く考慮していない。

ウ 生越忠の鑑定

松山地方裁判所昭和48年(行ウ)第5号事件の鑑定人生越忠は、同事件における鑑定(以下「別件鑑定」という。)において、①本件敷地岩盤の岩質は、決して堅硬なものではなく、むしろ脆弱なものであり、本件敷地及びその周辺における地すべり発生の可能性は、地質上の諸特徴から見ると、決して少なくないと判断される、②本件敷地及びその周辺は、急峻な山岳が屹立していて、しかも、高角度の断層・破碎帯が少なからず存在する場所では、当然、地すべりの発生する可能性がある、③破碎帶地すべりでは、台風期や梅雨期に多量の降雨が破碎帶に沿って地下に滲透し、岩石の固結力が低下することによって起こりやすいところ、現地調査の結果、試掘横坑内に多量の水がたまっていることが認められたことなどから、地下水水面がかなり高い位置に存在するものと予想されたとした上、M7クラ

スの地震が発生する可能性のある本件敷地及びその周辺では地震の可能性も考慮しなければならないところ、基礎岩盤にこれらのすべり面があり、とりわけ地下水水面が存在していて、これらのすべり面が湿潤になっている場合には、地震時に際してすべり面が滑動する可能性が多分にあると考えられるとしている。

エ 検討すべき課題等について

債務者が、従来の資料に加え、平成22ないし24年に新たに行った深部ボーリング調査の結果を踏まえて作成した断面図によれば、緑色片岩層(約470メートル)の下位は、主として泥質片岩層とされているところ、泥質片岩層は、海溝で沈み込む海洋プレートの上面に堆積した泥砂層が海溝で陸側に付加したものであって、特に泥質片岩は鱗片状化が強く、片岩層中では最も脆弱な層である場合が多い。そのため、本件敷地地盤の下部には、物性の異なる緑色片岩層と泥質片岩層との境界及び泥質片岩層中の無数の脆弱層が存在すると考えなければならず、これらの弱面は、南海トラフのM9クラスの地震が発生した場合に、四国全体が水平ずれを起こすと想定したとき、大きなリスク要因となり得る。それにもかかわらず、債務者は、敷地地盤の下部に存在すると考えられる脆弱層について、何ら検討を行っていない。

さらに、本件敷地周辺には、佐田岬半島の南北圧縮による緩やかな背斜構造に伴う軸面破断及び東西伸長によるものなどの破断面が存在しており、これらの破断面は、水の浸透を促進し、緑色片岩層の脆弱層(ハイアロクラサイト由来の強片理層)へ水を運ぶことによって風化を促進し、すべり面の成長を準備する可能性があることから、節理ないし破断面が深さ方向及び側方へどう連続しどう変化するかといった、節理周辺の岩相変化(変質)などの観察・記載が必要である。それにもかかわらず、債務者は、こうした観察・記載を行っていない。

(2) 液状化について

ア 液状化の危険性について

液状化は、緩い砂質土層と地下水による飽和という二つの条件の組み合わせがある場所で生じる。そして、海岸埋立地は、造成されて間もない締まりのゆるい地層であり、海辺にあるので地下水で完全に飽和し、埋立材料は海底砂であることが多いので、液状化が最も起こりやすい地形であるところ、本件敷地にも埋立地が多数ある。また、過去の地震では、液状化が発生した震度は、概ね震度5程度以上といわれている。本件敷地においては南海トラフのM9クラスの超巨大地震や中央構造線断層帯においてM8クラスの巨大地震が発生する危険性があり、内閣府検討会においても本件原子炉がある伊方町の想定震度は「6強」との報告がなされている。したがって、本件原子炉の敷地は、液状化の発生の危険性が極めて高い。

イ 液状化の影響について

本件敷地においては、各原子炉建屋と、原子炉に通ずる各配管やタービン発電機、復水器、給水加熱器、給水ポンプなどを収納するタービン建屋、発電機と送電系統の連絡や切り離しを行う機器類が設置されている特別高圧開閉所、貯水口、冷却用海水の出入り口となる放水口が散在している。敷地が液状化すれば、それぞれの建屋ごと不等沈下し、死活的役割を担っている一次冷却水を通水する配管を初めとする各配管類が破断し、原子炉が冷却不能な事態を発生させる恐れが極めて高い。さらに、敷地の不等沈下により、道路が陥没等を起こし、シビアアクシデント対策として用意されている可搬性の非常用設備や人員の移動ができず、結果的にシビアアクシデント対策を実施することが不可能となり、破滅的な事故が発生する危険性がある。

(債務者の主張)

(1) 地すべりについて

ア 本件原子炉周辺の地質等について

債権者らは、斜面の高さに対して法尻からどれほどの離隔距離があれば、地すべりにより崩れてきた土塊が到達しないかなどということは不明であると主張し、債務者が重油タンクの周辺斜面についての評価を怠ったとして非難する。しかし、債務者が詳細な解析を行わなかつたのは、本件原子炉の重油タンクとその東側斜面の法尻との距離は約90m、東側斜面の高さは約30mであるところ、斜面の高さと地すべり土塊の到達距離との関係について、地すべり土塊の到達距離は斜面の高さの1.4倍（50m未満の場合は50m）に収まるとする知見や、土砂災害による被害影響範囲として急傾斜の高さの2倍（概ね50mを限度）とする知見に照らして、重油タンクと東側斜面の法尻との距離及び東側斜面の高さとの関係は、十分に余裕があると考えられるためであり、合理的な判断である。

イ 三波川帯等について

債権者らは、本件敷地が地すべり地帯とされる三波川帯に位置することから、本件原子炉においても地すべりが発生する危険性が高いかのように主張するが、債権者らのこの主張自体、結局のところ、三波川帯には結晶片岩が分布するため地すべりが多いという一般論的、抽象的、定性的な情報に基づき、本件発電所に地すべりが発生する危険性をいうものに過ぎない。

この点、債務者は、本件発電所の建設時において、詳細な調査により地形・地質・地質構造について十分に把握するとともに、ボーリング調査、試掘坑内の試験等を通じて、敷地地盤を構成する岩盤の性状、物理的・工学的特性等に係るデータを収集して、ボーリングコアの観察による地質柱状図を作成し、地質断面図を作成した上で、敷地の地質・地質構造の面的な広がりも踏まえて解析を実施し、本件原子炉が地盤に係る安全性を有していることを確認している。なお、債務者は、本件発電所を新設した際、風化した地盤を切り取った上で、S波速度として2600m／秒を有する

非常に堅硬で、十分な地耐力を有している新鮮な岩盤上に各施設を設置し、周辺斜面についても同様に、地すべりの可能性のある表土や風化した岩盤を削り取るなどの対策を講じている。

ウ 別件鑑定について

債務者は、詳細な調査に基づき、本件敷地の地盤の岩盤について、まずは「電中研方式」による分類を行い、さらに同じ分類であっても風化の程度や割れ目の状態等によって強度等に幅があることを踏まえた解析用物性値の分類を行っており、総じて堅硬な岩盤ではあるものの、全く一様なものとして扱っているわけではなく、局所的に岩盤の物性が異なるような場合には、それを適切に評価に反映している。また、債務者は、本件発電所の地下水位の観測結果によると、地下水位はCL級岩盤上端より深い位置にあることが分かったが、すべり安全性に係る評価においては、これを保守的に、斜面部についてはCL級岩盤上端に、建屋部については建屋底面に、その他の箇所については地表面にそれぞれ地下水位を設定しているところ、これは、実質的に地下水で地盤が飽和している状態を想定しているのと同じことになるのであって、債権者らが指摘する地下水や降雨の影響は、債務者が行うすべり安全性に係る評価に既に織り込まれている。その上、地震についても基準地震動Ssによる地震力が作用した場合を想定した評価を行っているなど、安全性の確保に問題はない。

エ 検討すべき課題等について

債務者は、本件原子炉の基礎地盤及び周辺斜面において、地すべりに関する解析評価を行うにあたり作成した解析モデルにおいて「岩盤は全体として均質のものと考え」た事実はない。債務者は、本件原子炉の地盤の安定性を評価するにあたり、詳細な調査の結果に基づき、基礎地盤を構成する岩盤の解析用物性値を設定し、解析モデルを作成している。

(2) 液状化について

ア 液状化の危険性について

本件敷地の一部には埋立部があるものの、本件原子炉の耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設は、全て堅硬な岩盤に支持させているため、本件敷地において、仮に埋立部が液状化したとしても、耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設が損壊することは考えられない。また、本件敷地の埋立部は、地下水位の平均は地表面から約10mの深さで飽和はしておらず、埋立部の土全体が粒が大きいものから小さいものまで幅広い土粒子で構成されており、埋立部のS波速度は300m／秒以上と良く締まった地盤であることを確認しているのであって、債権者らの主張はいずれも事実に反する。

イ 液状化の影響について

債務者は、新潟県中越沖地震の際には、東京電力柏崎刈羽原子力発電所において液状化現象が発生し、構内道路にも変状が生じたことを踏まえ、災害時におけるアクセスルートを確保する観点から、仮に埋立部において液状化現象が発生したとしても、主要構内道路の通行性が確保できるよう、種々の対策を行っている。

また、埋立部にある道路で若干の段差が発生することも想定される大型埋設物が地中を横断する箇所について、ジオテキスタイル補強工法による耐震性向上工事を実施した。そのため、補強路盤下部の支持地盤に仮に段差が発生したとしても、ジオテキスタイルが引張補強材として機能し、セメント安定処理を施した土層に作用する曲げモーメントに抵抗することで、補強路盤が緩やかに変形し、道路面に段差が生じることなく、車両の走行が可能な状態を維持できる。

7 爭点7（制御棒挿入に係る危険性）について

（債権者らの主張）

（1）制御棒で「止める」ことが困難であること

原子力発電所の安全確保策は、「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」という標語で喧伝されている。「止める」とは、制御棒を燃料棒の間に挿入することによって、中性子を吸収して核分裂の進行を抑えることをいうところ、本件原子炉では、基準地震動 S s による激しい揺れの中で、制御棒が安全に挿入されることが確認されておらず、安全確保策の第一段階である「止める」こと自体が極めて困難というべきである。すなわち、債務者は、鉛直動により制御棒挿入経路の機器が上方に移動した場合には、上向きの摩擦力が作用し、制御棒の挿入を遅らせる効果が生じる。一方、鉛直動により制御棒挿入経路の機器が下方に移動した場合には、下向きの摩擦力が作用し、制御棒の挿入を早める効果が生じる(相殺する)旨主張するが、これは誤りである。論理的には、上下振動が加わる場合、制御棒と制御棒案内管の間で、相対移動距離を増やし、各種の抗力を合計した全体の抗力が大きくなるのであり、制御棒の挿入を遅らせる方向に作用するものである。地震外力による抗力として水平動の影響のみならず、上下動の影響を考慮して制御棒挿入時間を計算しなければならないが、債務者はこれを考慮していない。

また、下方向振動位相のずれ(制御棒が、より早く挿入される方向のずれ)の場合、債務者の期待とは異なり、制御棒挿入時間の減少につながるわけではないから、これも考慮しなければ、制御棒挿入が安全に挿入されることの確認がされたとはいえないが、債務者はこれを考慮していない。

(2) 解析コードの問題

債務者は、新規制基準を踏まえて制御棒挿入性の評価を行った際には、応答倍率法に代えて、基準地震動 S s による時々刻々の揺れを基に解析コードを用いて制御棒挿入時間を算定している。しかし、当該解析コードは、基準地震動 S s の代表的な時刻歴モード(例えば、エルセントロ波など)を用いているものと推測されるが、その代表的な時刻歴モードが、本件原子炉に将来生じる地震時刻歴全てをカバーしているわけではないため、決して安全を確

保しているとはいえない。

(債務者の主張)

(1) 制御棒挿入時間の想定が合理的であること

制御棒が落下中に制御棒挿入経路の機器に接触すると、制御棒に摩擦力が生じる（この摩擦力により制御棒の挿入を遅らせる効果が生じる。）。この摩擦力については、地震時以外の通常の挿入時に生じるものは「メカニカル抗力」として、地震時に追加で生じるものは「地震外力による抗力」として、計算上考慮している。「地震外力による抗力」としては、水平動により制御棒が制御棒挿入経路の機器に接触する時間が長くなることや接触の強度が強くなることで摩擦力が増加するため、債務者はこれを考慮して制御棒挿入時間を算定している。これに対して、鉛直動の影響については、鉛直動により制御棒挿入経路の機器が上方に移動した場合には、摩擦力が増加し、制御棒の挿入を遅らせる効果が生じる一方で、鉛直動により制御棒挿入経路の機器が下方に移動した場合には、摩擦力が減少し、制御棒の挿入を早める効果が生じるところ、地震による鉛直動は、上下の揺れが交互に訪れるものであることから、地震による鉛直動が作用した場合、制御棒の挿入を遅らせる効果及び早める効果が同程度作用することになる。これらの力は、相殺されるため、「地震外力による抗力」として鉛直動の影響を考慮する必要はない。

(2) 解析コードの問題について

債務者は、本件発電所における基準地震動 S s を用いて制御棒挿入性の評価を行っており、債権者らが挙げるようなエルセントロ波等の一般の耐震評価に用いられる代表的な地震波を用いて評価を行っているわけではない。また、債務者は、落下開始時刻の想定を 0. 1 秒ずつ（挿入時間が大きくなる時間帯については 0. 01 秒ずつ）変更しながら、各時刻で落下を開始した場合（全部で約 1200 ケース）の挿入時間を繰り返し算定している。すなわち、債務者による制御棒挿入性評価は、基準地震動 S s において最も厳し

いタイミングで挿入が開始される場合を想定したものであるから、十分に安全が確保されている。

8 爭点8（基準津波策定の合理性）について

（債権者らの主張）

（1）プレート間地震による津波について

債務者は、南海トラフから琉球海溝沿いの領域については、南海トラフの巨大地震（Mw 9.1）と琉球海溝北部から中部における波源（Mw 9.0）の2つ設定するだけで、南海トラフと琉球海溝が同時に連動するようなモデルを設定していないが、次のとおり、津波ガイドに沿って、南海トラフから琉球海溝までの連動（Mw 9.6）を想定すべきであったというべきである。

ア 津波ガイドについて

内閣府検討会は、「今回の検討は、一般的な防災対策を検討するための最大クラスの地震・津波を検討したものであり、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・津波の推計が改めて必要である」と表明しているところ、「より安全性に配慮する必要のある個別施設」の代表格が原子力発電所であり、津波ガイドはその「個別の設計基準等」に当たることは疑いない。つまり、内閣府検討会は、自身が検討した最大クラスの地震・津波はあくまで一般防災用であり、原子力発電所の対策としては不十分であるとしているのである。

そして、津波ガイドは、「3.3 津波波源の設定」の「3.3.1 国内外の津波事例の考慮」において、「(2) 近地津波や遠地津波を対象とした津波波源の設定に当たっては、国内のみならず世界で起きた大規模な津波事例を踏まえ、津波の発生機構やテクトニクス的背景の類似性を考慮していることを確認する」、内閣府検討会では、「2011年東北地方太平洋沖地震及び世界の巨大地震の解析事例の調査に基づいて、駿河湾から日向灘までの範囲を対象とした南海トラフにおける最大クラスの津波波源

モデル（Mw 9. 1）を設定している」とした上で、「ただし、この海域のテクトニクス的背景は2004年スマトラ沖地震と類似していることから、津波波源の領域は、南海トラフから南西諸島海溝まで含めた領域が対象となる。」としている。このような記載を踏まえると、津波ガイドは、原子力発電所の安全確保のためには、内閣府検討会の想定する富士川から日向灘までの約750kmを震源域とする南海トラフの波源モデル「Mw 9. 1」の想定では不十分であり、南海トラフから琉球海溝までを含めたより大きな波源域を想定することを求めているというべきである。

イ 国際基準について

平成27年8月31日にIAEAが公表した、福島第一原発事故について検証した技術文書からすれば、遅くとも1970年代の国際基準（国際慣行はもっと以前から。）では、再来期間が1万年単位の確率で発生する津波データを考慮することとなっているところ、福島第一原発では、そのデータがないことを埋め合わせるために、歴史記録のある最大の震度又は規模に上乗せし、震源をサイトから最短距離に置くべきであった。また、IAEAは、日本海溝がチリやアラスカと同様、環太平洋帯に位置することから、地体構造上の類似性があるとし、1960年チリ地震（Mw 9. 5）や1964年アラスカ地震（Mw 9. 2）と同程度の地震が日本海溝で発生することを福島第一原発設計当初から考慮すべきであった旨述べている。このIAEAの技術文書の記載は、福島第一原発事故の原因を分析したものとしてIAEAに加盟する世界の専門家が認めるものであり、我が国において厳粛に受け止めるべきものである。しかし、債務者は、南海トラフの巨大地震により発生する津波波源について、内閣府検討会のモデル（Mw 9. 1）をそのまま採用し、歴史時代に同領域で発生した最大規模のものと見られている1707年宝永地震（Mw 8. 6）よりもマグニチュードで0. 5上乗せしたものを想定しているに過ぎない。宝永地震タイ

の地震は300ないし600年間隔で発生すると推定されており、マグニチュードを0.5上乗せする程度では1万年単位の再来期間の地震像になるとは到底いえないであり、債務者の想定は国際基準に反するものである。

(2) 海域の活断層による津波について

ア 歴史記録の考慮を除外したことについて

津波ガイドでは、「歴史記録については、震源像が明らかにできない場合であっても、規模が大きかったと考えられるものについて十分に考慮されていることを確認する」と記載されている。

そして、慶長豊後地震がM7.6程度の中央構造線を構成する複数の活断層の連動した地震であったこと、そして、本件原子炉の所在地にも6ないし10m程度の大きな津波をもたらしたことは、古文書から合理的に推測することができる。しかるに、債務者は、単に「記録がない」との理由だけで慶長豊後地震を基準津波策定の考慮要素から除外した。そのような経過で策定された基準津波は、債務者に都合の悪い数値を排除したものであり、津波ガイドに違反するばかりでなく、原子力発電所の安全性を全く確保しないものである。

イ 債務者の想定の問題点について

(ア) 債務者は、海域の活断層について中央構造線断層帯と別府一万年山断層帯の運動による400kmを超える長大な断層を考慮するとしながらも、結局は100km未満に区分された活断層について地震規模やすべり量を検討しているに過ぎない。しかし、長大断層については、断層の運動が長くなればすべり量が大きくなるという考え方もあり、どのような活断層につきどの程度ですべり量が飽和するかについては、確立した知見はない。本件原子炉については、敷地前面に最長480kmにわたって運動することが想定される中央構造線断層帯が走っているが、中央構造線断

層帯が活動した際、すべり量は飽和するかもしれないが、飽和しないかもしれない。原子力発電所の持つ潜在的危険性の大きさからすれば、一か八か、すべり量が飽和するモデルに賭ける、というような危険な選択は許されない。また、中央構造線の長期評価では、当麻断層－伊予灘西部断層の360km連動ケースで最大Mw 8.4と想定されているところ、債務者はこれよりも長大な断層の運動を想定しながら、セグメントごとにMw 7.1－7.6程度を想定するのみであり、これで十分な津波想定ができるとは考え難い。

(イ) 債務者は7ないし8mの平均すべり量について、長大断層の過去のデータと比して十分保守的な値を設定している旨主張する。しかし、中央構造線の長期評価では、川上断層－伊予灘西部断層のずれにつき、最大値を讃岐南縁の数値と同じと仮定して2－7mとされている一方で、敷地前面海域の断層群＋伊予セグメントのすべり量は、基本的に最大7.59mと設定されている。一般防災を想定している中央構造線の長期評価の最大値と同程度では、想定外の極小化が求められる原子力発電所の津波想定として十分保守的といえない。

また、債務者は、断層の不均質な破壊を考慮した津波評価の際、なぜか壇ほか(2011)によって敷地前面海域＋伊予セグメントの平均すべり量を2.67mに引き下げ、アスペリティのすべり量を3ないし6m、アスペリティ上部のすべり量を最大8mに設定しているが、一様すべり量モデルでは平均すべり量を基本的に7.59mとしている上、債務者の採用する室谷ほか(2009)でも地表最大変位量は10mまで飽和しないことになっている。ところが債務者は、すべりの不均一を想定する際には平均すべり量を約3分の1に切り下げるモデルを採用し、地表最大変位量10mを考慮した不均一すべり分布モデルを検討していないため、不均質な破壊を考慮したケースの方が、これを考慮しないケースよりも想

定津波が小さくなってしまっている。これは矛盾した設定であり、基準津波の引き上げによって防潮堤等による対策を避けるために、恣意的に行われている疑いがある。

(3) 津波予測の精度について

津波を数値予測するとき、誤差の要因は、①地震発生場所の誤算、②海底隆起量の誤算、③津波伝播過程の誤算の3つあると考えられるところ、津波予測の精度には2倍程度の誤差がある、換言すれば最小値と最大値との間には4倍もの開きが生じるとされている。債務者の基準津波策定過程では、パラメータスタディをしても津波の予測は所詮「倍半分」に過ぎないという観点を計算に入れていないのであり、この点でも科学的安全性を備えたものとは到底いえないといわざるを得ない。

債務者は、土木学会(2002)によるパラメータスタディによって波源の不確定性によるばらつき等が十分に評価できる旨主張するが、土木学会の津波評価部会主査として土木学会(2002)をとりまとめた東北大学名誉教授首藤伸夫自身が、津波予測精度は倍半分であり、これはパラメータスタディでもカバーできない旨述べていることを無視している。福島第一原発事故後においては、同じような事故を二度と起こさないために、ばらつきや予測精度の誤差を定量的に考慮できる基準津波の策定が求められているというべきであるが、債務者による基準津波の策定過程ではそのような考慮がなされていない。

(債務者の主張)

(1) プレート間地震による津波について

ア 津波ガイドについて

津波ガイドは、プレート間地震に起因する津波波源の設定について、「対象海域における既往地震の発生位置や規模を参考に、プレート境界面の領域区分（以下「セグメント」という。）を設定し、セグメントの組合

せにより、津波波源の位置、面積、規模を設定していること」、「セグメントの組合せに応じた津波波源の総面積に対し、地震の規模に関するスケーリング則に基づいてモーメントマグニチュード及び平均すべり量を設定していること」を求めているが、想定すべき地震規模を具体的な数値で定めてはいない。

確かに、津波ガイドは、プレート間地震に起因する津波波源を設定する対象領域の1つとして南海トラフから琉球海溝沿いの領域を例示し、当該領域の規模の最大値として「Mw 9.6程度」と記述しているが、その「地震規模は参考値である。」と明記している。つまり、津波ガイドは、基準津波を策定するにあたっては、南海トラフから琉球海溝沿いの領域にプレート境界面のセグメントを設定し、その組合せにより波源の位置、面積、規模を想定しているかどうか、当該セグメントを組み合わせて設定した波源の総面積に相応のMwが設定されているかどうかを確認すると定めているにすぎず、Mw 9.6の地震を想定するよう求めるものではなく、債権者らは、津波ガイドの理解を誤っている。

また、債務者は、南海トラフから南西諸島海溝沿いの領域において、南海トラフ、琉球海溝北部、琉球海溝中部及び琉球海溝南部の各セグメントを設定し、固着域及び構造的な境界に関する分析結果から、南海トラフから琉球海溝までの領域において、各領域を横断するような破壊伝播を考慮する必要はないと考えた上で、琉球海溝北部から琉球海溝中部までの範囲にMw 9クラスの津波波源を設定した。そして、その総面積に対して、地震の規模に関するスケーリング則に基づいてMw及び平均すべり量を設定しており、津波ガイドを踏まえた適切な評価を行っている。

よって、債務者の評価を過小であるとする指摘は当たらない。

イ 国際基準について

債権者らは、IAEAの文書等から、Mw 9.6を想定すべきであると

主張する。しかし、債権者らの主張は、南海トラフの地域的な特徴等について詳細な検討を行うことなく、単純に世界の既往最大クラスの地震と比較して、Mw 9.1 の地震規模の想定では過小であると非難するものであり、科学的に合理性を有する主張とはいひ難い。

南海トラフの巨大地震は、内閣府検討会が、「あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震・津波を検討していくべきである」との考え方に基づき、発生し得る最大クラスの地震・津波として想定したものであり、「巨大地震の中でも最大級のものであること」が確認されている。また、内閣府検討会は、「今回の推計結果は、決して、南海トラフ沿いにおいて次に起こる地震・津波を予測して検討したものではない」、「現在の科学的知見の下で、今回推計し設定する最大クラスの地震・津波の発生確率、そしてその発生時期の予測をすることは不可能に近い」とも述べており、この点からも、発生し得る最大規模の巨大地震・津波であることが読み取れる。

したがって、南海トラフの巨大地震を想定した債務者の津波評価が過小であるかのように述べる債権者らの主張は当を得ない。

(2) 内陸地殻内地震による津波について

ア 慶長豊後地震について

別府湾沿岸地域には慶長豊後地震に伴う津波の記録が残されているものの、本件敷地周辺地域において、慶長豊後地震に伴う津波高さを推定できる記録は残っていない。そうであるところ、豊後地震に伴う津波を含め、別府湾沿岸地域の津波に最も大きな影響を及ぼすと考えられる別府一万年山断層帯が正断層であるのに対し、本件敷地前面の伊予灘に位置する中央構造線断層帯は横ずれ断層であり、本件敷地における津波高さを、別府湾沿岸地域における津波の記録と同程度なものとして推定するのは合理性に欠ける。さらに、大分県には津波被害を記す古文書が数多く残っているの

に対し、伊予灘沿岸の、愛媛県、山口県及び広島県には残されていないことなども踏まえると、実際に伊予灘沿岸には津波被害は発生しなかつたと考えるのが合理的である。

イ 海域の活断層について

(ア) 債務者は、地震規模を算出するのに用いる経験式（武村式(1998)）の適用範囲が最大で断層長さ 8.5 km とされており、津波波源を想定する断層長さ全長に対して適用するのは適当ではないことから、当該経験式の適用範囲等を踏まえ、断層長さが概ね 8.0 km を超えない範囲で地震規模を想定する断層を区分することとし、地震学・地質学的見地から区分の仕方について検討した。そして、別府湾一日出生断層帯と敷地前面海域の断層群との間で地震環境が異なること（前者が正断層であるのに対し、後者は横ずれ断層であることなど）から、別府湾一日出生断層帯と四国側の中央構造線断層帯（敷地前面海域の断層群+伊予セグメント）とを地震規模を想定する上で区分することとし、断層長さを区分してモデルを設定する手法を用いた。このように長さを区分して地震規模を求める手法自体は、中央構造線の長期評価が採用する方法を踏まえたものであり、手法として何ら合理性を欠くものではない。

(イ) 債権者らは、債務者が断層長さ 13.0 km の区間において設定した波源モデルは、地震本部が示す 3.60 km 連動ケースで最大 Mw 8.4 を想定していることと比較して、過小評価であると主張する。しかし、債務者は、中央構造線断層帯について、地震動評価においては、400 km を超える連動を想定するが、津波評価においては、津波の波源となり得ない陸域を除く海域の活断層部分の断層長さ約 13.0 km の区間を想定するものであり、両者の地震規模を単純に比較するのは適切ではない。また、津波評価においてはすべり量（変位量）の観点が重要であるところ、室谷ほか(2010) 及び室谷ほか(2009) の知見からは 3 ないし 5 m の平均すべ

り量を設定すべきと考えられ、四国西部の中央構造線断層帯の1回あたりのすべり量は、堤・後藤(2006)の知見から2ないし4mとされているところ、債務者は7ないし8mの平均すべり量を設定しており、長大断層の過去のデータと比して十分保守的な値を設定している。そして、室谷ほか(2010)等の知見が十分な信頼性を有するものであることは原子力規制委員会における審査でその妥当性が認められていることなどから、債権者らの過小評価という指摘は当たらない。

また、債権者らは、債務者が、断層の不均質な破壊を考慮した津波評価を行うにあたって壇ほか(2011)の手法を用いたことについて、「恣意的」であると非難する。しかし、断層の不均質な破壊を考慮した津波評価とは、本件原子炉の津波評価に係る原子力規制委員会による審査において、地震動評価と津波評価とで断層モデルの設定に違いがあることによる影響（すなわち、地震動評価と整合的なモデルを設定した場合の津波の大きさ）を評価するよう求められたことを受け、地震動評価と整合するようアスペリティの分布等を考慮したモデルを設定して評価を行ったものであるところ、そのようなモデルを設定する際に、債務者の地震動評価において基本として用いている壇ほか(2011)の手法を用いたのは自然なことであり、何ら恣意的なものではない。

そもそも、債務者が津波評価（断層の不均質な破壊ではなく一様なすべり面を想定する評価）においてすべり量の想定に用いている武村式(1998)は、断層長さという線的な情報に基づいてすべり量を設定する手法であり、断層の不均質な破壊を考慮した評価に必要な断層パラメータを設定する際には用いることができない。債権者らの主張は、これらの点を理解せずになされたものであり、失当である。

(3) 津波予測の精度について

債務者は、土木学会(2002)の手順に基づいて敷地の津波評価を行っている

ところ、「後述するパラメータスタディによって設計想定津波の評価を行えば、既往津波の痕跡高を上回る十分な高さの津波が設定されるものと考えられる。」とされ、さらには、「本手法により得られる最大水位上昇量は、波源の不確定性によるばらつき等が考慮できる十分大きな津波高として評価ができると考えられる。」とされるように、土木学会(2002)の手法は、津波予測精度の誤差を考慮した評価を行うことが可能なものであり、同手法に基づいて計算される設計想定津波は、平均的には既往津波の痕跡高の約2倍となっていることが確認されている。したがって、土木学会(2002)が示す適切な手法に基づき津波評価を行うことによって、債務者らの評価はばらつきを考慮した評価となっているといえる。その上で、債務者は、そうした誤差やばらつきをカバーするよう、津波評価において、海底隆起量を保守的に想定するなど、評価精度を向上させる努力や不確かさの考慮を行っている。

9 爭点9（火山事象の影響による危険性）について

(債務者らの主張)

(1) 立地評価に関する火山ガイドの合理性について

現在の科学的技術的知見をもってしても原子力発電所の運用期間中に検討対象火山が噴火する可能性やその時期及び規模を的確に予測することは困難であるにもかかわらず、立地評価に関する火山ガイドの定めは、噴火の時期及び規模が相当前の時点での的確に予測できることを前提としている点において、その内容が不合理である。したがって、火山ガイドを前提とする本件原子炉の立地評価も不合理というべきである。

(2) 立地評価について

ア 立地不適であること

町田・新井(2011)によれば、設計対応不可能な火山事象である約9万年前に阿蘇カルデラで発生した阿蘇4噴火による火碎物密度流が豊後水道を越え、佐田岬半島の根本付近まで到達したと考えられるから、本件原子炉

は立地不適というべきである。

イ 町田・新井(2011)は信頼できること等

そもそも大規模な火碎流は、ジェットコースターのように斜面を乗り越えながら流動する厚さ数百m、温度600°C以上、時速100kmにもなる高温・高速の粉体流であるところ、大規模カルデラ噴火の場合、火碎流は噴出口から概ね同心円状に広がることが知られており、ある程度の地形を乗り越えて斜面なども覆い尽くしたとされる。現在確認できる分布範囲が平坦地又は谷間にあるのは、尾根や斜面部分は風化・浸食等によって削られてしまい、平坦地又は谷間部分だけが浸食されずに残ったためである。また、火碎流にとっては、海域・水域は障害とならないから、火碎流のうち、密度が大きい部分には沈む部分もあるが、比較的密度が小さい部分は海面を滑るように走ったと考えられている。さらに、一般に、温暖な地域ほど火山ガラスや斑晶鉱物は粘土化、風化しやすく、本件原子炉敷地周辺については、佐田岬半島が急斜面からなる山地の連続であり、海水や風雨で浸食されやすいことなどからすれば、本件原子炉敷地に火碎流が到来したが、風化・浸食によって火碎流堆積物が残存していないという可能性も多分に存在する。このような可能性を考慮していない点は、本件原子炉が災害の防止上支障がないといえるか否かにとって看過し難い過誤・欠落といえる。

ウ 債務者のシミュレーションは過小評価があること

債務者の想定の極めて重大な問題点の一つは、余りにも的外れなシミュレーション結果を信頼しているという点である。債務者は、阿蘇カルデラから本件敷地方向への火碎流シミュレーション評価を実施し、保守的な火碎流シミュレーションの結果でも敷地まで火碎流が到達しないとしている。しかし、債務者が解析に用いたTITAN2Dという解析ソフトは、阿蘇4噴火のようなカルデラ噴火による大規模火碎流に用いることを全く想定

しておらず、これを阿蘇4噴火による火砕流の解析に用いるのはあまりにも不適切であるから、そのシミュレーション結果は全く信用するに足りない。

(3) 降下火砕物の最大層厚について

ア V E I 7 及びV E I 6 クラスについて

債務者は、阿蘇カルデラにおける「後カルデラ噴火ステージ」最大の噴火たる草千里ヶ浜軽石（噴出物量 $2\cdot39\text{ km}^3$ ），九重山における九重第一軽石（噴出物量 5 km^3 ）といった過去の噴火を検討し、本件原子炉敷地における降下火砕物の最大層厚を 15 cm と想定している。しかし、姶良カルデラや鬼界カルデラにおけるV E I 7 クラスの破局的噴火の活動可能性はもとより、阿蘇カルデラ、加久藤・小林カルデラ、阿多カルデラがV E I 7 クラスの噴火をする可能性も否定できない。債務者がこれらの火山のV E I 7 クラスの噴火の可能性について検討した経過は、九州電力株式会社（以下「九州電力」という。）が川内原子力発電所について行ったものとほとんど同じであり、その評価が不合理であることは明白である。債務者は、九州の5つのカルデラにおけるV E I 7 クラス又は阿蘇山におけるV E I 6 クラスの噴火の可能性がないこと、又はこれらが起きるとしても降下火砕物の想定が 15 cm で足りることについて主張、疎明を尽くしていない。

イ V E I 5 クラスについて

債務者は、V E I 5 クラスの噴火についても、噴出量 5 km^3 の九重山の約5万年前の噴火を検討したとする。しかし、V E I 5 クラスにも噴出量 1 km^3 から 10 km^3 までの幅があり、噴出量が 5 km^3 でとどまるという保証はない。確かに、九重山は 5 km^3 程度の噴出量であったが、阿蘇山においてはV E I 7 の噴火が起こっているのであり、V E I 5 クラスの中でも最大級である噴出量 10 km^3 の噴火が起こる可能性は十分に存在する。九重

山と本件原子炉の距離は約110km、阿蘇山と本件原子炉の距離は約130kmで、阿蘇山で九重山の噴火の倍の規模の噴火が起これば、本件原子炉に15cmを上回る火山灰が降下する可能性が存在するというべきである。

(4) 降下火砕物の大気中濃度について

ア 大気中濃度の想定が過小であること

(ア) 10倍以上の過小評価があること

債務者は、非常用ディーゼル発電機の吸気フィルタの閉塞までに要する時間を算出するに当たり、降下火砕物の大気中濃度を $3241\mu\text{g}/\text{m}^3$ として、閉塞所要時間を19.8時間としている。この $3241\mu\text{g}/\text{m}^3$ という数値は、アイスランド南部のエイヤヒヤトラ氷河にある火山噴火において、約40km離れたヘイマランド地区における大気中降下火砕物濃度（24時間観測ピーク値）とされる。

しかし、このアイスランド南部のエイヤヒヤトラ氷河にある火山噴火で、ヘイマランド地区で観測された数値は、①層厚がわずか約5mmにすぎず、②大規模噴火のあった4月からは3か月ほど、最後の噴火から見ても3週間以上経過した後の再飛散値であり、③降下火砕物中直径10μm以下の浮遊粒子（PM10）のみの濃度の観測値である点で、極めて過小に評価するものである。

また、1980年の米国西部のセントヘレンズ火山の噴火（VEI5）における同火山から135km離れた地表付近地点における24時間平均総浮遊粒子状物質濃度の観測値は、債務者の想定値を10倍以上回っているし、アイスランド南部2010噴火のデータを用いて債権者らが試算したところ、同様の噴火によって150mm/日の降灰が本件原子炉に降り積もった場合には、大気中火山灰濃度は、債務者の主張の84倍以上となると想定される。

しかるに、債務者は、上記の想定にもかかわらず吸気フィルタが閉塞

しないこと、非常用ディーゼル発電機が損傷しないこと等について正しい科学的な認識に基づいて具体的に主張、疎明を尽くしていない。

(イ) 一般財団法人電力中央研究所の報告について

一般財団法人電力中央研究所（以下「電中研」という。）が平成28年4月に発表した報告「数値シミュレーションによる降下火山灰の輸送・堆積特性評価法の開発（その2）－気象条件の選定法およびその関東地方での堆積量・気中濃度に対する影響評価」によれば、富士山の宝永噴火を素材として降下火砕物の大気中濃度に関するシミュレーションをすると、横浜で最大 1000 mg/m^3 に達するとされている。この数値は、ハイマランド地区における上記観測値の約300倍、セントヘレンズ火山の噴火における上記観測値の約30倍に当たる。このことから、従来の大気中濃度の想定がいかに著しい過小評価であったかが分かる。

イ 非常用ディーゼル発電機への影響について

(ア) 降下火砕物によるフィルタ閉塞について

a 債務者は、非常用ディーゼル発電機のフィルタ閉塞までに要する時間について約19.8時間とした上で、仮にフィルタが目詰まりを起こしたとしても、吸気フィルタは2系統あり、片方の系統を停止した上で、要員3ないし5名で約1時間で交換できるとする。そして、仮に大気中火山灰濃度に10倍の過小評価があり、閉塞までの時間が10倍速くなるとしても閉塞までの時間は約2時間であるため、フィルタが目詰まりを起こす前に交換を行うことができるとしている。

しかし、債務者が指摘する過小評価の程度が「10倍」にとどまるという合理的な根拠はないばかりか、少なくとも80倍以上の過小評価があると考えられる。そして、約80倍の過小評価ということになれば、フィルタ閉塞時間は0.25時間程度（15分程度）となるのであり、フィルタ交換は間に合わず、目詰まりを起こすことになる。ま

た、電中研の上記報告を前提とすると、大気中濃度は従来の想定の約300倍以上となるから、フィルタ閉塞までの時間はわずか4分弱の時間しかないこととなる。要するに、ひとたび降灰が始まれば、間もなく非常用ディーゼル発電機はフィルタ目詰まりを起こして機能喪失するのである。

さらに、国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下「産総研」という。）の地質調査総合センター研究報告によると、 $70\text{ mg}/\text{m}^3$ では178分、 $700\text{ mg}/\text{m}^3$ では26.3分、 $7000\text{ mg}/\text{m}^3$ ではわずか3.5分でフィルタが機能喪失したというのであり、実際の吸気設備、設置状況等の違いがあるとはいえ、このような計算結果が得られた以上、これらの結果を踏まえてもなお原子力発電所が安全であることの確証がない限り、本件原子炉を稼働させるべきではない。

- b 債務者は、火山灰の落下に伴う作業の困難性を全く考慮に入れずにフィルタ交換に要する時間を1時間と見積もっている。

しかし、気象庁も、降雨時にはわずか5mmの降灰で、降雨がなくとも5cmの降灰で、道路は通行不能となると想定しているし、6mmの降灰によって自動車のエンジンが故障した例も報告されている。したがって、そもそもフィルタ交換のために現場にたどり着ける保証すらない。また、防塵マスクを装着しての作業は、視界部分に火山灰が付着し、これを除去するために何度も作業中断を余儀なくされる可能性があるし、非常用ディーゼル発電機のフィルタ交換を行う必要が生じるのは外部電源が喪失した場合であるから、夜間ともなれば暗中での作業を強いられる可能性もある。債務者はこのような現実のリスクを考慮しておらず、仮に、フィルタの閉塞時間を2時間と仮定しても、フィルタ交換が間に合うかは疑問である。

- (イ) 降下火砕物による閉塞・摩耗について

a 相当量の火山灰の侵入が想定されること

火山灰は風や吸気による流れなどの影響を受けて容易に舞い上がったり、吸い寄せられたりする性質を持っている。特に、粒径の小さい浮遊性粒子については、たとえ吸気口が下向き構造になっていたとしても、相当量が吸い込まれて非常用ディーゼル発電機の機関内に侵入する可能性が十分にある。本件原子炉には、VE I 7クラス以上の超巨大噴火により、債務者が想定する厚さ15cmをはるかに上回る降下火碎物が到来する危険がある。

なお、債務者は「粒径120μm以上において約90%捕獲」としているが、これは、裏返せば、120μm以上の降下火碎物の約10%は吸気フィルタに捕獲されないということであるし、粒径120μmより小さい降下火碎物についてはそれ以上に侵入するという意味である。

b 間隙への侵入可能性について

債務者は、シリンダライナとピストンリングとの間隙（数μm～十数μm）は非常に狭いため、ここに降下火碎物が入り込むことはほとんどない旨主張する。しかし、侵入を想定すべき間隙として、上記間隙のほか、ピストンに掘ってあるピストンリングのはまるべきピストンリング溝と、そこにはめられているピストンリングそのものとの間の間隙（サイドクリヤランス）も存在する。サイドクリヤランスは、新品時においても、100ないし数十μm以上の間隙となっているところ、この間隙に降下火碎物が侵入する可能性は十分に存在し、その場合には摩耗や焼付きなど、非常用ディーゼル発電機の故障（機能喪失）の原因となる。債務者の反論は不十分である。

c 降下火碎物の硬度について

債務者は、仮に間隙に降下火碎物が入り込む場合であっても、降下火碎物は破碎し易いため、ピストンリングとシリンダライナとの接触

により破碎されると主張する。しかし、この点について、債務者は、「降下火砕物は破碎し易く、硬度が小さい（モース硬度で5程度）のに対し、シリンダライナ及びピストンリングはブリネル硬さ230程度の耐摩耗性を有する鉄鋼材である」とするところ、モース硬度5をブリネル硬さに換算すれば370程度であり、シリンダライナ及びピストンリングのブリネル硬さ230よりも硬いことからすれば、破碎し易いとはいえない。

また、債務者は、黄砂と降下火砕物とを比較して前者の方が硬度が大きいにもかかわらず、実際上黄砂によりディーゼル発電機が故障することはないと主張するが、両者は科学的に見れば大気中濃度が余りにも異なり、到底比較できない。債務者は、大気中濃度が数十～数百mg/m³となるような場合でも固着が起こらないという実験も実証もしておらず、降下火砕物による摩耗・固着からの安全性を確認できていない。

d 焼付きの可能性について

債務者は、シリンダは常時冷却されていることに加え、膨張行程は0.075秒にすぎないことなどから、シリンダ内の温度上昇は極めて短時間かつ燃料噴射部近傍の局所的な現象にすぎず、焼付きは生じないと主張する。しかし、ディーゼル発電機のシリンダ内は、膨張行程において瞬間最高温度2000°Cにも達するのであり、仮にそれが債務者の主張するように一瞬のことであったとしても、それが連續して起こるうちに降下火砕物の融点である1000°Cを上回り、降下火砕物が溶融することが十分に起こり得る。また、大気中火山灰濃度が債務者の想定よりもはるかに濃いことから、債務者が想定するよりもはるかに多量の降下火砕物がシリンダ内に侵入する結果、降下火砕物の隙間に侵入、溶融の量も極めて多量となり、多量に溶融した降下

火碎物が固化すれば、容易に破碎されないものとなり得るのであり、
焼付きの危険性がある。

(債務者の主張)

(1) 立地評価について

ア 火碎流到達の可能性がないこと

債権者らは、本件発電所についても、火山ガイドの定めに沿った立地評価がなされているとして、当該評価が不合理だと主張する。しかし、そもそも、本件発電所の立地評価では、阿蘇4噴火の際にも、当該噴火による火碎物密度流は本件敷地に到達していないことを詳細な調査によって確認している。すなわち、債務者は、本件敷地に阿蘇4火碎流が到達した可能性を確認するため、佐田岬半島の中で、堆積物が保存されやすい、すなわち風化・浸食の影響を受けにくいと考えられる地点を選定した上で、地表踏査又はボーリング調査を行い、阿蘇4火碎流堆積物がないことを確認している。債務者は、このような地表踏査、ボーリング調査に加えて、本件敷地と阿蘇カルデラの間には、佐賀関半島、佐田岬半島等の地形的な障害があること及びこの地形的な障害に関する火碎流シミュレーションによる検証を踏まえ、本件敷地に阿蘇4火碎流が到達していないと判断したものである。

イ 阿蘇4噴火のような破局的噴火の可能性がないこと

そもそも阿蘇4噴火のような甚大な被害をもたらす超巨大噴火は、日本列島の火山においては数万年から十数万年に1回程度の極めて低い頻度の火山事象であるところ、阿蘇カルデラの地下のマグマ溜まりの状況からも、阿蘇カルデラにおいて阿蘇4噴火と同規模の噴火が本件発電所の運用期間中に生じる可能性は十分に小さいと考えられる。すなわち、阿蘇カルデラの地下には、深さ2ないし3kmの浅部にマグマ溜まりがあるものの、当該マグマ溜まりは小規模であって、阿蘇4噴火と同規模の噴火を起こすよう