

グ調査の結果と併せて地下構造の検証を行った。また、地下深部の地震動と地表での地震動の比較を行うことができるよう、各ボーリング孔底部に地震計を設置し、地震観測も行った。

その結果、地質構造は、深度約50mから約2000mまで堅硬かつ緻密な結晶片岩が連続しており、地下浅部数百mまでは主に塩基性片岩が、数百m以深では主に泥質片岩が分布していることが確認された。

そして、地盤の速度構造について、深部ボーリング孔内での物理検層(P S 検層)の結果により、P波速度及びS波速度(地盤及び岩盤中を伝わる弾性波のうち、縦波をP波、横波(せん断波)をS波といい、P波の伝播する速度をP波速度、S波の伝播する速度をS波速度という。)は地下深部に至るにつれて漸増し、地盤密度は、岩種に応じてやや変化するものの、地震動増幅の要因となるインピーダンス比は小さいなど、深度方向への大局的な増減傾向は認められないと評価した。また、オフセットVSP探査及び反射法探査(地表で発振した地震波を地表の受振器で観測する方法)により、地下深部まではほぼ水平な反射面が連続し、地震動の特異な増幅の要因となる褶曲構造及び低速度域は認められなかったことから、敷地の地盤の速度構造は成層かつ均質と評価した。

以上より、債務者は、敷地の地下構造は特異な地盤増幅を示すものではないと判断した。

そして、債務者は、これらの評価・判断に基づき、一次元地下構造モデルを設定した。

c 解放基盤表面の設定

債務者は、以上のような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がS波速度2600m/sの堅固な岩盤が十分な拵がりと深さを持っていることを確認し、敷地標高と同じ標高10mの位置に解放基盤表面を設定した。

(イ) 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なる地震の選定

(a) 債務者は、伊方原発敷地周辺における過去の被害地震を調査し、その規模、位置等に関する最新の知見を基に、同敷地における震度が、地震によって建物等に被害が発生するとされる震度5弱（1996年以前は震度V）程度以上であったと推定される地震を選定し、これらの地震に、活断層の分布状況及び国の機関等による知見から敷地周辺において想定される地震を加え、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以下のとおり選定した。

(b) 内陸地殻内地震

債務者は、内陸地殻内地震における検討用地震の候補として、中央構造線断層帯に属する、敷地前面海域の断層群（断層長さは、両端の引張性ジョグ（断層破壊の末端（セグメントの境界）を示唆する地質構造）の中まで延伸するものとし約54 kmとする。）、伊予断層（敷地前面海域の断層群と同様の方法で延伸するものとし約33 kmとする。）、金剛山地東縁－伊予灘区間（約360 km）及び石鎚山脈北縁西部－伊予灘区間（約130 km）による地震を候補とするとともに、別府湾－日出生断層帯による地震、宇和海F－21断層（約22 km）による地震、五反田断層（約15 km）による地震、上関断層F－15（約48 km）による地震及び上関断層F－16（約32 km）による地震を選定した。

(c) 海洋プレート内地震

債務者は、海洋プレート内地震における検討用地震の候補として、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（1909年の地震をスライドさせたもの、M7.3）、日向灘の浅い地震（1769年の地震をスライドさせたもの、M7.4）及びアウターライズ地震（2004年紀伊半島沖地震をスライドさせたもの、M7.4）を選定した（なお、九州の深い地震、日向灘の浅い地震及びアウターライズ地震は、いずれも伊方原発からは震央距離が離れているものであるが、地震調査委員会（2009）の地域区分の観点も踏まえ、過去にフィリピン海

プレートで発生したと考えられる比較的規模の大きい海洋プレート内地震についても、保守的に検討を加えることとしたものである。)

(d) プレート間地震

債務者は、プレート間地震における検討用地震の候補として、土佐その他南海・東海・西海諸道の地震（684年，M8.1/4），宝永地震（1707年，M8.6），安政南海地震（1854年，M8.4），想定南海地震（推進本部，M8.4），想定南海地震（中央防災会議，Mw8.6），南海トラフの巨大地震（内閣府検討会（陸側ケース），Mw9.0），日向灘の地震（1498年，M7.1/4），日向灘の地震（推進本部，M7.6）を選定した。

b 検討用地震の選定

(a) 内陸地殻内地震

債務者が、上記 a (b) のとおり抽出した検討用地震の候補となる地震について、Zha et al. (2006) の距離減衰式を用いて求めた応答スペクトルの比較を行った結果、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であった。債務者は、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、地震調査委員会（2011，2005）において、中央構造線断層帯全体が同時に活動する可能性や別府一万年山断層帯の東端が中央構造線断層帯に連続している可能性が言及されていることを踏まえ、これらの連動を含む区間を考慮した断層群（以下「敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）」という。）による地震を検討用地震として選定した。

なお、債務者は、申請当初、地震調査委員会が指摘した中央構造線断層帯と別府一万年山断層帯の連動の可能性よりも断層長さの短い断層群による地震を検討用地震としていたところ、原子力規制委員会からより長い連動ケースを検討するよう求められたことから、中央構造線断層帯と隣接する別府一万年山断層帯も含めた連動性を考慮して、上記検討用地震の選定を行ったものである。

(b) 海洋プレート内地震

債務者は、上記 a (c) のとおり抽出した検討用地震の候補となる地震について、Zhaohao et al. (2006) の距離減衰式を用いて求めた応答スペクトルの比較を行い、また世界で起きた大規模な地震に関する知見も踏まえ、敷地への影響が最も大きいと考えられる地震として、安芸・伊予の地震（1649年、M6.9、以下「1649年安芸・伊予の地震」という。）を検討用地震として選定した。

(c) プレート間地震

債務者は、上記 a (d) のとおり抽出した検討用地震の候補となる地震について、Zhaohao et al. (2006) の距離減衰式を用いて求めた応答スペクトルの比較を行った結果、敷地への影響が最も大きいと考えられる地震として、南海トラフの巨大地震（内閣府検討会（陸側ケース）、Mw9.0）を検討用地震として選定した。

c 地震動評価－内陸地殻内地震（敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）による地震）

(a) 基本震源モデルの設定

債務者は、地震調査委員会（2011，2005）における長期評価から、中央構造線断層帯と別府－万年山断層帯とが連動する断層長さ約480kmを基本震源モデルとした。また、部分破壊するケースも考慮し、中央構造線断層帯石鎚山脈北縁西部－伊予灘区間（断層長さ約130km）及び敷地前面海域の断層群（断層長さ約54km）についても基本震源モデルとして評価を行った。

基本震源モデルにおける主なパラメータとして、伊方原発敷地及び敷地周辺の屈折法地震探査結果等から、断層上端深さを2km、断層下端深さを15kmと設定した。断層位置（敷地からの距離）については、各種音源を用いた音波探査等の物理探査の結果から約8kmと想定した。また、断層傾斜角・すべり様式については、地震調査委員会（2011，2005）及び調査結果に基づき、主たる敷地前面海域の断層群等は鉛直（90度）の右横ずれ断層と設定した。

そして、断層モデルを用いた手法による地震動評価において、必要な震源パラメ

ータを設定する上で用いるスケーリング則については、地震モーメント (M_0) 規模、平均応力降下量、アスペリティの応力降下量の3つのパラメータを一連で設定できること、異なる長さの断層 (約480 km, 約130 km, 約54 km) に対して適用可能であり、断層長さの影響を同一の手法で評価できることから、壇ほか (2011) を基本として採用した。

ただし、スケーリング則として、壇ほか (2011) の手法に加え、断層長さ約480 kmケース及び約130 kmケースについては、Fuji and Matsu'ura (2000) の手法、断層長さ約54 kmケースについては、入倉・三宅 (2001) の手法で算定した地震モーメント (M_0) とFuji and Matsu'ura (2000) の平均応力降下量を組み合わせて用いる手法を併用することとした。なお、壇ほか (2011) の手法では、平均応力降下量は3.4 MPa、アスペリティの応力降下量は12.2 MPaとし、Fuji and Matsu'ura (2000) の手法及び入倉・三宅 (2001) の手法では、平均応力降下量はFuji and Matsu'ura (2000) により3.1 MPaとし、アスペリティの面積はレシピにおける断層面積の21.5%とし、アスペリティの応力降下量は平均応力降下量及びアスペリティ面積比から14.4 MPaと設定した。

(b) 不確かさの考慮

i 基本震源モデルに織り込む不確かさの考慮

債務者は、基本震源モデルを定めるに当たって、地震発生時の環境に左右されて地震のたびに变化する偶然的な不確かさ (破壊開始点) 及び調査精度や知見の限界を要因とする認識論的な不確かさのうち平均モデルを事前に特定し難いもの (アスペリティ深さ、断層長さ (連動)) は、基本震源モデルに織り込むこととし、上記のとおり、断層の長さを、考えられる最大限の長さである約480 kmとし、破壊開始点については、事前の特定が困難なため、影響がある方向として3箇所を設定し、アスペリティ深さについても、最も保守的な評価となるよう断層上端に配置することと

した。

また、応答スペクトルに基づく地震動評価に用いる基本震源モデルに織り込む断層長さについて、平成26年9月12日に原子力規制委員会の審査会合において指摘を受けたことから、断層長さを約6.9 kmとするケースについても、基本震源モデルに織り込むこととした。もつとも、同ケースは、断層モデルを用いた手法では、四国西部の区間（石鎚山脈北縁西部－伊予灘区間、約130 km）で連動するケースに包含されているとして、別個に評価しないこととした。

ii 独立した不確かさの考慮

債務者は、調査精度や知見の限界を要因とする認識論的不確かさのうち、事前の調査や経験式等に基づいて平均モデルを特定できる①アスペリティの応力降下量（短周期レベル）、②北傾斜モデル、③南傾斜モデル、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、次のとおり、独立した不確かさとして、基本震源モデルに重畳させて考慮することとした。

上記①（アスペリティの応力降下量）については、新潟県中越沖地震の震源特性として、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知見があるところ、この知見は、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ものと考えられ、本来であれば、過去の地震観測記録に基づいて伊方原発敷地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、伊方原発敷地周辺では、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、アスペリティの応力降下量につき基本震源モデルの1.5倍又は20 MPaのいずれか大きい方の値をとった場合（これによれば、壇ほか（2011）を用いるケースについては20 MPa、Fuji and Matsu'ura（2000）に示された応力降下量を用いるケースについては21.6 MPa（14.4 MPa×1.5）となる。）の評価を行うこととした。

上記②（北傾斜モデル）については、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、傾斜角90度のみならず、北に30度傾斜させた場合の評価も行うこととした。

上記③（南傾斜モデル）については、断層傾斜角のばらつきを踏まえ、伊方原発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度傾斜させた場合も評価することとした。

上記④（破壊伝播速度）については、破壊伝播速度 $V_r = 0.72V_s$ （ V_s は地震発生層のS波速度）を基本値としながら、Bouchon et al. (2002), Robinson et al. (2006), Asano et al. (2005) 及びDunham and Archuleta (2004) による長大な活断層の破壊伝播速度に関する知見を踏まえ、断層長さ約480kmケース及び約130kmケースについては、 $V_r = V_s$ の場合の評価を行い、断層長さ約54kmケースについては、宮腰ほか(2003)の知見を踏まえて、標準偏差1 σ を考慮し、 $V_r = 0.87V_s$ の場合の評価を行うこととした。

上記⑤（アスペリティの平面位置）については、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、伊方原発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こととした。

(c) 応答スペクトルに基づく地震動評価

債務者は、上記のとおり設定した各ケースについて、応答スペクトルに基づく地震動評価に用いる経験式（距離減衰式）について、①解放基盤表面における地震動評価ができること、②水平及び鉛直方向の地震動評価ができること、③震源の拡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諸特性（地域特性等）が考慮できること等から、基本的には耐専式を用いることとした。

また、耐専式を用いるに当たって入力する地震規模の設定については、断層長さに基づいて設定される松田(1975)において提案された経験式（以下「松田式」という。）により地震規模（気象庁マグニチュード(M))を算出することとしたが、断層長さ約480kmケース及び約130km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を区分し、セグメントごとに、断層長さから松田式により気象庁マグニチュード (M) を算出し、これを武村 (1990) において提案された経験式 (以下「武村式」という。) で地震モーメント (M_0) に変換し、各セグメントの地震モーメント (M_0) を合算した上で、再度武村式を用いて気象庁マグニチュード (M) に再変換する方法で地震規模を設定した。

地震ガイドは、「応答スペクトルに基づく地震動評価において、用いられている地震記録の地震規模、震源距離等から、適用条件、適用範囲について検討した上で、経験式 (距離減衰式) が適切に選定されていること」を求めているところ、債務者は、伊方原発敷地が敷地前面海域の断層群 (中央構造線断層帯) から約 8 km と断層近傍にあることから、検討ケースごとに距離や地震規模の適用性を吟味した。

その結果、まず、断層長さ約 480 km ケースについては、鉛直モデル、北傾斜モデルのいずれも耐専式が適用できる範囲であり、耐専式による評価結果は、内陸地殻内地震に対する補正 (以下「内陸補正」という。) を考慮した場合にその他の距離減衰式 (9式) と整合的であり、内陸補正を考慮しない場合でも、その他の距離減衰式の地震動レベルとの乖離は比較的大きくないこと、また、その他の距離減衰式の結果は、断層モデル (経験的グリーン関数法) の結果ともほぼ整合的であったことから、鉛直モデル、北傾斜モデルともに内陸補正は適用しない形で、耐専式で評価することとした。

次に、断層長さ約 130 km ケース及び約 54 km ケース並びに約 69 km ケースについて、各北傾斜モデルの場合、耐専式の適用範囲外ではあるが、震源近傍における耐専式の適用性の検証に用いたデータがある領域であることから、その適用性を検討することとした。そして、内陸補正を考慮した場合は、その他の距離減衰式の地震動レベルと比較的整合的であるが、内陸補正を考慮しない場合は、その他の距離減衰式の地震動レベルとの乖離が大きく、過大評価となったことから、債務者としては、内陸補正を考慮した場合の評価が適切であると考えたものの、保守的に評価するという観点から、内陸補正を見込まない形で、耐専式で評価することと

した。他方、断層長さ約130kmケース及び約54kmケース並びに約69kmケースの各鉛直モデルの場合、耐専式の適用範囲外であるのみならず、耐専式の適用性の検証に用いたデータもない領域であり、内陸補正を考慮してもその他の距離減衰式と大きく乖離したことから、これらについては、耐専式の適用はできないと判断し、その他の距離減衰式による評価結果を採用することとした。

(d) 断層モデルを用いた手法による地震動評価

債務者は、上記のとおり、基本震源モデル及び基本震源モデルに各種不確かさを考慮したそれぞれのケースについて、地震動を評価することとした。その際、震源から伊方原発敷地直下までの地震波の伝播過程の評価に用いられるグリーン関数法について、経験的グリーン関数法と統計的グリーン関数法による評価結果を比較することとした。債務者は、経験的グリーン関数法における要素地震の選定において、伝播特性を勘案し、伊予灘側に震源がある地震であり、長周期信頼限界が周期5秒まで確保できる記録があるかとの観点から選定を行い、その結果、芸予地震の余震である安芸灘の地震（2001年、M5.2）の伊方原発敷地における観測記録を用いることとしたが、同地震は、検討用地震である敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）による地震とは媒質の異なるスラブ内地震（海洋プレート内地震に分類される地震）であることから、内陸地殻内地震の評価に用いることができるよう、パラメータ等の補正を行った。このようにして得られた経験的グリーン関数法による評価と統計的グリーン関数法による評価を比較した結果、両者は整合的であるとされたが、発電用原子炉施設の評価という工学的観点から、主要な機器の固有周期である0.1秒付近の地震動に着目すると、経験的グリーン関数法の地震動レベルの方が大きかったことから、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用いて地震動評価を行った。

d 地震動評価－海洋プレート内地震（1649年安芸・伊予の地震を考慮した想定スラブ内地震）

(a) 基本震源モデルの設定及び不確かさの考慮

債務者は、上記のように選定した検討用地震である1649年安芸・伊予の地震を基に、基本震源モデルを設定するに当たって、地震発生位置と地震規模の不確かさをあらかじめ織り込むこととし、当該地域の既往最大規模であるM7.0（1854年伊予西部の地震）相当の断層面を伊方原発敷地下方に設定した想定スラブ内地震を基本震源モデルとした。そして、震源モデルの位置については、松崎ほか（2003）に示されるフィリピン海プレート上面を参照して設定し、震源特性パラメータは、笹谷ほか（2006）等に基づき設定した。

さらに、債務者は、基本震源モデルに対して、不確かさの考慮として、2001年芸予地震（M6.7）の知見を考慮して、同地震を再現したモデルをM7.0に較正したケース、アスペリティ位置の不確かさを考慮して、アスペリティ上端を海洋性地殻上端に配置したケース、地震規模の不確かさを考慮して、地震規模をM7.2としたケース、断層傾斜角の不確かさを考慮して、伊方原発敷地周辺で発生したスラブ内地震の知見から想定される高角度層と共役の断層面を持つ低角度層（傾斜角30度）を伊方原発敷地直下のやや東方に想定したケース（M7.4）といった様々なケースを設定した。

(b) 応答スペクトルに基づく地震動評価

債務者は、上記のとおり設定した各ケースについて、距離や地震規模が耐専式の適用範囲内にあることから、耐専式に基づき評価を行った。

また、伊方原発敷地周辺における比較的規模の大きい観測記録を基にして求めた応答スペクトルを耐専式で求めた応答スペクトルで除して算出された補正係数を適用した。

(c) 断層モデルを用いた手法による地震動評価

債務者は、断層モデルを用いた手法による地震動評価では、上記安芸灘の地震の伊方原発敷地での観測記録を要素地震として適切なものと評価した上で、経験的グリーン関数法により評価した。

e 地震動評価ープレート間地震（南海トラフの巨大地震（陸側ケース））

(a) 基本震源モデルの設定及び不確かさの考慮

債務者は、基本震源モデルとして、内閣府検討会（2012）の南海トラフの巨大地震（陸側ケース）（ M_w 9.0）を採用し、震源モデル及び震源特性パラメータを設定した。同地震は、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、過去最大規模の宝永地震（ M 8.6）や中央防災会議（2003）の想定南海地震モデル（ M_w 8.6）の規模を上回るとともに、世界の海溝型巨大地震の震源断層モデルに関する知見も踏まえて作成されたモデルであるところ、債務者は、断層モデルを用いた手法による地震動評価においては、不確かさの考慮として、伊方原発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ケースも設定した。

(b) 応答スペクトルに基づく地震動評価

債務者は、応答スペクトルに基づく地震動評価をするに当たって、まず、上記南海トラフの巨大地震の地震規模について、内閣府検討会（2012）が距離減衰式用に設定している地震規模（ M_w 8.3）を用いることとした。そして、この場合、距離や地震規模の観点から耐専式の適用範囲内にあるといえることから、耐専式に基づき評価を行った。

(c) 断層モデルを用いた手法による地震動評価

債務者は、断層モデルを用いた手法による地震動評価では、適切な要素地震が得られていないことや内閣府検討会（2012）において統計的グリーン関数法が用いられていることを踏まえ、統計的グリーン関数法で評価を行うとともに、長周期領域で理論地震動を求め、ハイブリッド法による評価を行った。

(ウ) 震源を特定せず策定する地震動

債務者は、加藤ほか（2004）が、我が国及びアメリカ・カリフォルニア州における震源近傍で得られた観測記録を収集し、詳細な地質学的調査によっても震源位置と地震規模を事前に特定できない地震の地震動を複数設定していることから、これを本件原発における震源を特定せず策定する地震動として用いるのに適切であ

ると考えた。そして、これを踏まえ、債務者は、独自の調査を行った結果、地震ガイドにおいて例示された16地震以外に震源を特定せず策定する地震動の評価において考慮すべき地震はないと判断し、観測記録の収集対象として同16地震を検討することとした。

a 地表地震断層が出現しない可能性がある地震（震源の位置も規模も推定できない地震（ M_w 6.5未満の地震））

債務者は、地震ガイドに例示された16地震のうち、 M_w 6.5未満の地震観測記録（14地震）を収集した結果、2004年北海道留萌支庁南部地震では信頼性の高い観測記録が得られたのに対し、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ため、これらを考慮対象から除外した。

2004年北海道留萌支庁南部地震は、震源近傍のK-NE T港町観測点（HK D020）の地表において最大加速度1127ガルを観測したが、佐藤ほか（2013）が、観測地点の地盤についてボーリング調査等を行い、同観測地点の地盤モデルを把握し、S波速度が938m/sとなる深さ41mを基盤層に設定した上で解析評価を行ったところ、基盤地震動の最大加速度は585ガルであって、地表観測記録の約1/2であることが明らかとなり、同観測記録における加速度は地盤の影響によって増幅していると考えられた。また、その後の電力中央研究所（以下「電中研」という。）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結果、基盤地震動の最大加速度は561ガルであった。

債務者は、伊方原発の敷地地盤のS波速度は2600m/sであり、上記で設定した基盤層より硬い地盤であることを考慮すれば、伊方原発敷地においてはより小さな地震動評価となると考えたが、保守的に評価するため、以上の検討に加え、減衰定数による不確かさの考慮を行い、2004年北海道留萌支庁南部地震における基盤地震動の最大加速度を609ガルと評価し、さらに、原子力発電所の耐震性に求められる保守性も考慮して、震源を特定せず策定する地震動としては、最大加速

度を620ガルと評価した。

b 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（震源の規模が推定できない地震（Mw 6.5以上の地震））

債務者は、地震ガイドに例示された16地震のうち、Mw 6.5以上であった2008年岩手・宮城内陸地震と2000年鳥取県西部地震を検討対象とした。

2008年岩手・宮城内陸地震については、伊方原発立地地点と2008年岩手・宮城内陸地震震源域では、地形、第四紀火山との位置関係、地質、応力場、微小地震の発生状況等において特徴が大きく異なり、特に、軟岩・火山岩・堆積層の厚さの観点から、堅硬かつ緻密な結晶片岩が少なくとも地下2kmまで連続する伊方原発立地地点と新第三紀以降の火山岩、堆積岩が厚く分布する2008年岩手・宮城内陸地震震源域とでは地域差が顕著であることから、観測記録収集対象外とした。

2000年鳥取県西部地震については、伊方原発立地地点と2000年鳥取県西部地震震源域では地震テクトニクス（地震地体構造）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た。その一方で、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から、地震が発生する地下深部の構造について、更に慎重な検討を行った。その結果、主に中央構造線や第四紀火山との位置関係に関連して両地域の深部地質構造、地震波速度構造及び微小地震の発生状況に違いがあると考えられるものの、一方で重力異常に有意な地域差は認められないと評価した。債務者としては、以上のように、伊方原発立地地点と鳥取県西部地震震源域では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たものの、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ということを踏まえ、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2000年鳥取県西部地震を観測記録収集対象として選定することとした。その上で、収集された2000年鳥取県西部地震の観測記録に基づき、地震

動レベル及び地盤物性を評価した結果、震源近傍に位置する賀祥ダム（S波速度1200～1300m/s程度）の観測記録を、それが伊方原発の解放基盤表面のS波速度2600m/sに対してやや速度の遅い岩盤での記録ではあるが、保守的に地盤補正を行わずにそのまま震源を特定せず策定する地震動として採用した。

なお、検討の過程において、債務者は、申請当初、上記2つの地震のいずれも観測記録の収集対象とする地震としなかったものであるが、原子力規制委員会から、2000年鳥取県西部地震を除外できる理由について再整理するよう指摘を受けたことから、地下深部の構造について再検討を行った上、上記のとおり判断したものである。

(エ) 基準地震動の策定

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 （本件原発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-1H} を設定するとともに、鉛直方向については、 S_{s-1H} 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-1V} 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、本件原発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、断層長さ約480km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、断層長さ約480kmでFuji and Matsuura（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断層長さ約54kmで入倉・三宅（2001）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} として選定した。

債務者は、断層モデルを用いた手法による地震動評価では経験的グリーン関数法を適用しているが、経験的グリーン関数法は、実際に発生した比較的小さな地震の観測記録（地震波）を足し合わせて想定する断層による大きな地震による揺れを計算する方法であるため、その結果には採用した観測記録（要素地震）の特徴が反映されることになる。債務者が実施した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秒付近で基準地震動 S_{s-1} を超過する結果が得られているが、南北方向の地震動の長周期側では比較的小さく評価される傾向が見られた。これは中央構造線断層帯と同様に伊方原発敷地の北方に震源を持つ要素地震の地震波の伝播特性等を反映した結果であるものの、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ことから、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、スケール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約480kmで応力降下量の不確かさ（20MPa）を考慮したケースについて、工学的判断として、東西方向と南北方向の地震動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。

そして、プレート間地震及び海洋プレート内地震では S_{s-1} を下回ったことから、いずれの地震も基準地震動 S_{s-2} として設定しなかった。

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 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2004年北海道留萌支庁南部地震の基盤地震動及び2000年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-3-1} 及び S_{s-3-2} として選定した。

c 基準地震動の設定

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」は水平動南北成分，「EW」は水平動東西成分，「UD」は鉛直動上下成分を示す。）。

(a) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動—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

(b) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動—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（いずれも中央構造線断層帯によるもの）

i S_{s-2-1} (480 km, 壇ほか (2011), 20 MPa, 西破壊)

NS: 579, EW: 390, UD: 210

ii S_{s-2-2} (480 km, 壇ほか (2011), 20 MPa, 中央破壊)

NS: 456, EW: 478, UD: 195

iii 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

iv S_{s-2-4} (480 km, Fujii and Matsu'ura (2000), 1.5倍, 西破壊)

NS: 452, EW: 494, UD: 280

v S_{s-2-5} (480 km, Fujii and Matsu'ura (2000), 1.5倍, 中央破壊)

NS: 452, EW: 388, UD: 199

vi S_{s-2-6} (480 km, Fujii and Matsu'ura (2000), 1.5倍, 東破壊)

NS : 291, EW : 360, UD : 201

vii S s - 2 - 7 (54 km, 入倉・三宅 (2001), 1.5倍, 中央破壊)

NS : 458, EW : 371, UD : 178

viii S s - 2 - 8 (480 km, 壇ほか (2011), 20MPa, 中央破壊, 入
替え)

NS : 478, EW : 456, UD : 195

(c) 震源を特定せず策定する地震動

i S s - 3 - 1 (2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動)

H : 620, V : 320

ii S s - 3 - 2 (2000年鳥取県西部地震賀祥ダムの観測記録)

NS : 528, EW : 531, UD : 485

(オ) 年超過確率

a 算定方法

債務者は、基準地震動 S s の年超過確率を評価するに当たり、本件原発に将来の一定期間内にもたらされる地震動の強さ・頻度（確率）（確率論的地震ハザード）を評価し、その結果に基づき一様ハザードスペクトルを作成し、これと基準地震動 S s の応答スペクトルを比較することにより、基準地震動 S s の年超過確率を評価した。一様ハザードスペクトルの作成に際しては、2007原子力学会基準を用い、「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、1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取り扱うモデルで、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」に対応するところ、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」に対応するところ、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 算定結果

その結果、債務者は、基準地震動 $S_s - 1$ 及び基準地震動 $S_s - 2$ の年超過確率が、水平動及び鉛直動ともに $10^{-4} \sim 10^{-6}$ / 年程度となり、基準地震動 $S_s - 3$ の年超過確率が $10^{-4} \sim 10^{-7}$ / 年程度となることを確認した。

ウ 原子力規制委員会の審査結果

原子力規制委員会は、債務者が行った地震動評価の内容について審査した結果、債務者の再稼働申請における基準地震動は、各種の不確かさを考慮して、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適切に策定されていることから、設置許可基準規則解釈の規定に適合していると判断した(乙13)。

(2) 基準地震動についての新規制基準の内容の合理性

ア 基準地震動についての新規制基準の内容が合理的であること

新規制基準の策定上の手続等及び基本的な規定内容等について、それ自体合理性に欠ける旨の債権者らの主張を採用できないことは、前記争点1における説示のとおりである。

そして、上記(1)アによれば、新規制基準は、基準地震動を策定するに当たって、発電用原子炉施設の敷地及び敷地周辺について、最新の科学的、技術的知見を踏まえた調査を十分行うことを前提に、「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」を策定して相補的に考慮することとし、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」については、応答スペクトルに基づく地震動評価と断層モデルを用いた手法による地震動評価を併用して設定することを求め、「震源を特定せず策定する地震動」については、敷地周辺の状況等を十分考慮した

詳細な調査を実施しても、なお敷地近傍において発生する可能性のある内陸地殻内地震の全てを事前に評価し得るとはいい切れないことから、その評価を行うことを求めている。そして、各手法による地震動評価過程においては、考慮の対象とすべき各種不確かさ等を例示し、その影響の分析や不確かさの組合せによる考慮を行うことを具体的に求めるなどしている。

このような基準地震動策定に係る新規制基準の内容は、最新の科学的、技術的知見を踏まえた厳しい評価結果を基準地震動として採用することを想定するものといえるから、それ自体合理性に欠けるところはないというべきである。

なお、このような基準地震動策定の基本的な枠組み自体は、新指針において既に採用されていたものであり（前提事実(5)イ(イ)b、審尋の全趣旨）、新規制基準はこれを基本的に踏襲するものといえるが、新規制基準は、福島第一原子力発電所事故を踏まえた各事故調査委員会の指摘事項や、国際機関及び海外の規制内容を踏まえ、有識者の意見も聴いた上で策定されたものであり、その内容も、最新の科学的、技術的知見に基づく評価を行うことを明確化し、不確かさについては、その影響の分析や不確かさの組合せによる考慮等を具体的に求め、基準地震動を策定するに当たって行う調査についても、詳細な調査や確認を具体的に求めるなど、新指針と比較してより具体化されたものといえるから、福島第一原子力発電所事故以前から存在した新指針の基本的な枠組みを踏襲しているからといってその合理性が否定されるものではない。

イ 債権者らの主張について

(ア) 既往の日本最大又は世界最大の地震に備えるべきとの指摘

a 債権者らは、現在の地震学ないし地震工学には将来発生する地震動を予測する力はなく、地震動を予測する各種の手法も、基本的には平均像を求めるものにすぎないのであるから、原子力発電所の耐震性は、既往の日本最大か世界最大の地震に対する備えができていないものでなければならず、直近の、しかも決して多数とはいえない地震の平均像を基にして基準地震動を策定することを想定する新規制基準

の内容に合理性はない旨主張する。

b 確かに、疎明資料（甲C17，D65ないし69）によれば、地震という自然現象が本質的に複雑系の問題であり、理論的に完全な予測をすることは原理的に不可能である上、地震についての実験ができず、過去の事象に学ぶしかないところ、地震は低頻度の現象であって学ぶべきデータも少ないといった事情から、その予測には科学的な限界があり、原子力発電所の敷地に影響を及ぼす地震動を確定的に予測することは不可能であることが認められる。

しかしながら、前記1において説示したとおり、福島第一原子力発電所事故を踏まえた我が国の原子炉等規制法の規制の在り方及び運用方針は、その時々における最新の科学的、技術的知見を踏まえて、合理的に予測される規模の自然災害を想定し、それに対する安全性の確保を求めるものと解されるのであるから、地震の予測に科学的な限界があることを踏まえても、震源からの距離や発生様式、地域特性も異なる既往の日本最大や世界最大の地震をそれらと無関係に想定しなければ、我が国の社会が容認しないものとして安全性に欠けることになるとはいえない。また、新規制基準においては、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を実施し、活断層の位置・形状・活動性等を明らかにすることを求め（上記(1)ア(イ)b(a)）、過去の地震のデータの不足を補うこととするなど予測の精度を高めるための方策を具体的に規定した上で、上記のとおり、複数の手法を併用し、それぞれの手法において、不確かさをも考慮して地震動評価を行うことを求めているのであるから、その規制内容は、上記地震予測の困難性を織り込んだものであるといえるし、単に既往地震の平均像を基にした耐震設計で足りるとするものでもない。

そうすると、上記債権者らの指摘を踏まえても、新規制基準の内容が合理性に欠けるということにはならないというべきである。

(イ) 基準地震動の具体的な算出ルールが不明確であるとの指摘

a 債権者らは、地震ガイド等の基準地震動に係る新規制基準には、不確かさの考慮の方法など、どの程度の保守性、余裕を見込むべきかが明確になっておらず、



これは、具体的な算出ルールが時間切れで作成できずに事業者の裁量次第になってしまったものであって不合理である旨主張する。

b 確かに、疎明資料（甲D12）によれば、新規制基準策定に関与した藤原広行防災科学技術研究所社会防災システム研究領域長（以下「藤原」という。）から、「基準地震動の具体的な算出ルールは時間切れで作れず、どこまで厳しく規制するかは裁量次第になった。」との指摘がされていることが認められ、新規制基準の定めを見ても、最新の科学的、技術的知見の具体的な内容、調査の信頼性や精度を確保する具体的な方法、不確かさの具体的な考慮方法等について、抽象的な記述にとどまっている。

しかしながら、前記2(3)アにおいて説示したとおり、原子炉等規制法は、適合性審査において、各専門分野の学識経験者等から構成され、専門性、独立性が確保された原子力規制委員会の委員が、総合的、専門技術的見地に基づく中立公正な立場で独立した職権を行使することを求め、このような原子力規制委員会が、各発電用原子炉施設について、精度の高い調査と最新の科学的、技術的知見を踏まえた地震動の評価がされているか、不確かさについても適切に考慮されているかといった点を個別具体的に審査することとされているのであるから、この点に係る原子力規制委員会の適合性判断が合理的か否かの問題は生じるとしても、具体的な考慮方法等が抽象的な記述にとどまっていることをもって直ちに、基準地震動に係る新規制基準の内容が合理性に欠けるとはいえない。

(ウ) 三次元地下構造調査の潜脱を許す例外規定の不合理性及び三次元探査を二次元探査と同列に規定する不合理性との指摘

a(a) 債権者らは、新規制基準は、発電用原子炉施設の敷地及び敷地周辺の地下構造の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」、「地下構造が水平成層構造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されていることを確認する」としており、これらは、地下構造が成層、均質ないし水平と認められる場合には、三次元的な地

下構造の検討をしなくてもよいという一種の例外であるように読めるところ、三次元的な地下構造を明らかにすることなく地下構造が成層、均質等と判断することはできないはずであり、また、「成層」、「均質」、「水平」といった基準は曖昧であって、詳細な地下構造の調査、検討の懈怠につながるから、このような例外規定は不合理である旨主張する。

(b) また、債権者らは、新規制基準は、地下構造の評価に当たって必要な敷地及び敷地周辺の調査について、「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で実施すること」、三次元地下構造モデルを設定するに当たり、「地震観測記録（鉛直アレイ地震動観測や水平アレイ地震観測記録）、微動アレイ探査、重力探査、深層ボーリング、二次元あるいは三次元の適切な物理探査（反射法・屈折法地震探査）等のデータに基づき、ジョイントインバージョン解析手法など客観的・合理的な手段によってモデルが評価されていることを確認する」（地震ガイド）として、三次元探査を二次元探査と同列に規定しているが、二次元探査と比較して三次元探査は、その得られるデータの質、量の点ではるかに優れているから、三次元探査を二次元探査と並列的かつ択一的に規定することは不合理であり（新規制基準は、三次元的な地下構造の検討に基づく三次元地下構造モデルの設定を原則として義務付けているのであるから、適切な三次元地下構造の把握のための三次元探査を原則として義務付ける審査基準とすべきである。）、二次元又は三次元の物理探査「等を適切な手順と組合せで実施する」との規定自体曖昧で不合理である旨主張する。

b(a) しかしながら、新規制基準は、発電用原子炉施設の敷地及び敷地周辺の地下構造が成層、均質等と認められる場合には、三次元的な地下構造の検討をしなくてもよいというものではなく、三次元的に敷地及び敷地周辺の地下構造を把握した上で、地震動の評価上、地下構造が成層、均質等と認められる場合（地震動の著しい増幅がなく、比較的短周期領域における地震動を高い精度で評価可能と認められ

る場合（原子力規制委員会による平成25年6月19日制定の「敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド」（乙441（24頁）））には、地下構造モデルを一次元又は二次元のものとする事ができるとする趣旨と解されるから（甲D916（5～6頁））、債権者らの主張する上記新規制基準の読み方は適当ではなく、これによれば新規制基準が合理性に欠けるということとはできない（なお、平成29年改訂レシピにおいても、「水平成層構造が想定可能なことがあらかじめ分かっている場合には、水平成層構造に対する強震動の理論計算はるかに容易であるから、三次元的に不均質なモデルをあえて作ることは適切でない。」とされており（乙301（26頁））、新規制基準と同様の考え方によっているものである。）。また、「成層」、「均質」、「水平」といった基準が曖昧で、詳細な地下構造の調査、検討の懈怠につながるということもできない。

(b) また、必ずしも債権者らが主張するような三次元探査をしなければ三次元地下構造の把握ができないという根拠はなく、二次元又は三次元の物理探査「等を適切な手順と組合せで実施する」との規定が曖昧で不合理であるということもできない。

(c) 上記のとおり、債権者らの指摘を踏まえても、基準地震動についての新規制基準の内容が不合理であるとはいえない。

ウ まとめ

以上によれば、基準地震動についての新規制基準の内容に不合理な点のないことが相当の根拠、資料に基づき疎明されたというべきである。

(3) 本件原発の基準地震動についての原子力規制委員会の適合性判断の合理性

ア 審査体制

(ア) 債権者らは、原子力規制委員会には強震動の専門家がおらず、このような原子力規制委員会の強震動に係る専門性の欠如は、本件原発の安全性確保にとって致命的である旨主張する。

(イ) 確かに、疎明資料（甲F17、乙182）及び審尋の全趣旨によれば、本件

原発の基準地震動についての適合性審査を行っていた際の原子力規制委員会の委員の中に強震動を専門分野とする者はいないことが認められるが、前記2(2)アにおいて説示したとおり、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ており、原子力規制庁を含めた事務処理体制をとることにより、科学的、専門技術的な審査等の体制が担保されているのであるから、原子力規制委員会の委員の中に強震動を専門分野とする者がいないからといって直ちに、審査の専門性が欠如し、その判断内容が不合理ということにはならない。

イ 地下構造モデル

債権者らは、以下のとおり、債務者の設定する地下構造モデルが不合理である旨主張する。

まず、債権者らは、オフセットVSP探査の結果について、多くの解釈上の問題があり、債務者による「水平成層」や「均質」といった評価が誤りである旨主張し、これに沿う芦田譲の意見書（甲D912）を提出する。そして、この主張等においては、債務者の地盤モデルの深度350m～2000mは、本件原発の南西側約1kmの深部ボーリング孔におけるPS検層の結果に一定の深度（220m）を加算した上でスライド（斜め平行移動）させることによって設定されているところ、そもそも、この斜め平行移動の合理性を裏付けるためには、オフセットVSP探査の反射面は水平であってはならないはずであるが、実際には水平としており、債務者の地下構造の調査と結果モデルとの間に根本的な矛盾があるとする。しかしながら、上記斜め平行移動モデルは、地層境界面（岩相）の傾斜を考慮した地盤モデルであり、塩基性片岩主体層と下位の泥質片岩主体層との境界面が北傾斜していると推定されることを反映したものであるのに対し、オフセットVSP探査で検知できるのは、速度構造であって、塩基性片岩主体層と泥質片岩主体層とのS波速度が大差ないために速度構造の違いがほとんど確認されないものと考えられるから、両者はそれぞれ異なるものを評価しているというべきであり、両者が一致していないとしても、地下構造の調査と結果モデルとの間に矛盾があるということとはできない。また、

この主張等においては、偽りの地層間繰り返し波等を真の反射波と誤解釈しているとするが、偽りの地層間繰り返し波が含まれているかは必ずしも明らかではなく、偽りの反射波（重複反射あるいは多重反射（本来は境界面で反射した最初の波を観測すべきところを、境界面や地表面で複数回反射した波を地表で受振したもの））については、その特性として、緩い傾斜角が強調される性質のあることが認められるところ（乙450（305頁））、オフセットVSP探査の結果がいずれもほぼ水平な反射面を描いていることからして、仮に偽りの地層間繰り返し波が含まれているとしても、真の反射波が水平な反射面を描いており、これによれば、水平な速度構造が存在するということができる。

また、債権者らは、防災科学技術研究所が公開しているJ-SHIS MAPを参照すると、本件原発敷地内の表層地盤の増幅率はおおむね0.5～2.0、敷地近傍の範囲での地震基盤の深さは300～1200mとなっており、本件原発敷地の地下構造は「均質」でも「水平」でもない旨主張する。しかしながら、上記MAPにおける表層地盤の増幅率の評価に当たっては、約250mメッシュの微地形区分が基礎データとして用いられ、250mメッシュよりも細かい微地形の変化は捉えられないとされていること、地震地盤の深さについては、信頼性・精度は必ずしも全国一律ではないとされていることが認められ（乙451（39～40頁）、452）、これに対し、債務者による評価は、本件原発敷地及び敷地周辺で実際に行った各種の調査を総合したものであることからすると、上記MAPの内容から直ちに、本件原発敷地の地下構造が「均質」でも「水平」でもないということとはできない。また、上記MAPの増幅率は表層地盤のものであり、表層地盤を取り除いた敷地の増幅率が大きいことを示すものではない。

以上のとおり、債務者の設定する地下構造モデルが不合理であるということではできず、このことは、そのほかに債権者らが本件原発敷地及び敷地周辺の地下構造の調査等について主張することによっても変わりはない。

ウ 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）

(ア) 基本震源モデルにおける地震規模等の想定

a 断層から敷地までの距離及び断層傾斜角・すべり様式の想定

(a) 債務者は、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）について、断層から伊方原発敷地までの距離を約 8 km と想定し、断層傾斜角・すべり様式については、鉛直（90度）の右横ずれ断層と設定している（上記(1)イ(イ)c(a)）。

これについて、債権者らは、実際の震源断層はこれより伊方原発敷地側に存在する可能性があり、地震動の評価において断層の距離の違いが大きな影響を与えることからすると、債務者の断層の距離の想定は不十分である、また、断層傾斜角についても、伊方原発周辺の地質条件を見ると、断層より南側の地盤がやや高くなっているのは明らかであるから、断層傾斜角・すべり様式については、南傾斜で南側上がりの逆断層成分を持つ横ずれ断層を基本震源モデルとして想定しなければ、想定として不十分である旨主張する。

(b) この点、疎明資料（乙31, 168, 248, 258, 259）及び審尋の全趣旨によれば、債務者による断層から敷地までの距離及び断層傾斜角・すべり様式についての具体的な設定経過は、以下のとおりと認められる。

債務者は、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）について、震源断層を把握するため、地形調査（DEMデータという詳細な地形のデジタルデータを取得し、地形の標高を把握した上で、変動地形に着目した地形判読を行うもの）、深部ボーリング調査・地表地質調査、海上音波探査（音波の発振源と受振源の双方を有する船を走らせ、音波が反射して戻ってくる時間を計測することで海底地下の構造を調べるもの）、エアガン海上音波探査・屈折法探査（エアガンを音源として用いて、海上音波探査と同様の手法で比較的海底下の深い部分の構造を調査するもの）、重力測定（地下に重いもの、すなわち硬く重い岩石があれば重力は大きくなり、地下に軽いもの、すなわち比較的軟らかい岩石があれば重力が小さくなるという特性を踏まえ、ヘリコプターを用いて地下の重力測定を行い、重力の分布図を作成することで、地下深部の地層構造を推定するもの）、陸域の中央構造線断層帯を対象とする地形

調査 (DEMデータ取得, 地形判読), 地表地質調査 (地表調査, ボーリング調査, トレンチ調査), 地球物理学的調査 (反射法地震探査, 重力測定, MT探査) といった各種の調査を行い, その調査結果によれば, 敷地前面海域の断層群 (中央構造線断層帯) は, 地下2 kmよりも浅い比較的軟らかい堆積層に活断層が分布し, これらの活断層が地下深部に向かうにつれて, 三波川変成岩類と領家花崗岩類との会合部 (伊方原発敷地の沖合約8 kmの地点) へ収斂していることが判明したことから, 上記会合部の下に震源断層があると推定し, 断層から敷地までの距離を約8 kmと設定した。

断層傾斜角・すべり様式については, 全国的な地震発生傾向として, 西日本では横ずれ断層型の地震が多く発生するとされていること (地震調査委員会 (2011, 2005)), 推進本部作成の「基盤的調査観測対象活断層の評価手法」報告書について」に, 正断層の地震が一部九州地方で発生しているものの, 中央構造線断層帯は横ずれ断層と記載されていること, 防災科学技術研究所が公表している広域地震観測網のデータ (F-net) によれば, 1997年から2014年にかけて伊方原発敷地周辺で発生した地震の多くは横ずれ断層型であったこと, 敷地前面海域の断層群 (中央構造線断層帯) の分布域を見ると, 更新世 (約260万年前から約1万年前の地質時代) の地層上面には南北方向で顕著な高低差は認められず, 横ずれ断層変位に伴って形成された地溝やバルジが交互に並び (一般に, 成熟した横ずれ断層では, 断層の直上に地溝やバルジが交互に連続的に並び, 他方, 逆断層型断層であれば, 地溝はほとんど見られずバルジが連続して並ぶ地形となるとされる。), その長軸方向が非常に直線的な配列を示していること, 上記音波探査の結果に対してアトリビュート解析 (地震探査データからアトリビュート (地震波形の振幅, 卓越周波数など地震波形に対して何らかの数学的な変換を適用して得られる数値) を用いて地中の物性などを推定する解析手法) を行ったところ, 堆積層中に見られる高角度の活断層の下方で, 北傾斜する地質境界断層が高角度の断層によって変位を受けている可能性を示唆する結果が得られたこと (北傾斜する地質境界断層よりも

高角度の断層が後の時代に活動していること、すなわち、現在、震源断層として活動しているのは高角度の断層であることを示す。)等を総合し、敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯)は、鉛直(90度)の横ずれ断層であると評価した。

(c) 債務者は、以上のような各種の調査を行った結果を踏まえ、震源断層の位置を、伊方原発敷地から約8kmと設定し、断層傾斜角・すべり様式については、地震学的な観点、変動地形学的な観点、地球物理学的な観点を総合して、その断層傾斜角を鉛直(90度)と評価しているのものであって、そのいずれにおいても、活断層の状況に関する知見や調査結果に基づいて、合理的に想定したものと評価することができる。

なお、債権者らは、断層傾斜角について、中央構造線断層帯の南側(D層上面)が隆起しており、佐田岬半島沿いに中位及び高位の断丘面が配列しているため、敷地前面海域の断層群は南側が上盤となる(南側が隆起する)逆断層成分を含むとの意見書(甲C90, D255, 480, 542, F110)を提出する。しかしながら、同知見が必ずしも上記のような詳細な地質に関する調査結果を網羅した結果によるものとまでいえるかについては疑問なしとはいえないし、他方、推進本部が平成26年12月に作成した「全国予測地図別冊 震源断層を特定した地震動予測地図」(乙213)には、敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯)が含まれる石鎚山北縁西部-伊予灘の約130kmの区間について、傾斜角を鉛直(90度)とする旨記載されているなど債務者の想定に沿う知見が存在するところである。加えて、債務者は、南傾斜の可能性については、断層モデルを用いた手法による地震動評価における不確かさの考慮において南傾斜モデル(80度)として考慮している。そうすると、上記債権者ら提出の意見書の記載内容を踏まえても、債務者が設定した断層傾斜角が不合理とはいえない。

b 地震規模の想定

(a) 断層長さ約480kmケース及び約130kmケース(長大な活断層)についてのセグメント区分の可否等

i 債務者は、上記(1)イ(イ)c(c)のとおり、応答スペクトルに基づく地震動評価における距離減衰式である耐専式を用いるに当たって設定する地震規模（気象庁マグニチュード）に関し、断層長さ約480kmケース及び約130kmケースについて、長さが80km以下になるようにセグメントを区分し、セグメントごとに、断層長さから松田式により気象庁マグニチュード（M）を算出し、これを武村式で地震モーメント（ M_0 ）に変換し、各セグメントの地震モーメント（ M_0 ）を合算した上で、再度武村式を用いて気象庁マグニチュード（M）に再変換する方法で地震規模を設定した。

これについて、債権者らは、長大な断層における観測記録は少なく、観測記録による裏付けが乏しい現段階において、約480kmないし約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って、また、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かさが大きいことも踏まえると、より保守的に評価して断層長さ約480kmケース及び約130kmケースにおいても、そのまま松田式を適用して地震規模を想定すべきであり、それをしないことは不合理である旨主張する。

ii この点につき、後掲の疎明資料及び審尋の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

松田式は、日本の内陸部において発生した1891年濃尾地震から1970年秋田県南東部地震までの14地震のデータに基づいて作成された経験式であり、断層長さ（km）と地震規模（気象庁マグニチュード）との関係を表す経験式である（乙139）。

推進本部の地震調査委員会長期評価部会が平成22年に策定した「活断層の長期評価手法」報告書（暫定版）（以下「活断層の長期評価手法」という。）においては、

「長さ100km以下の断層帯については、現時点でも松田（1975）が主に20kmから80kmの断層長の地震データから経験的に得た推定式（松田式）を用いて地震規模を評価することが最も確からしいと考えられる。」、「ただし、長さが100kmを超えるような長大な活断層については、活動時のずれの量が飽和する可

能性が指摘されているため、複数の断層が連動して地震を発生させると考えるカスケードモデルの採用について検討した。しかし、ずれの量の算出方法については今後も検討する必要があることから、新手法においては、W. G. C. E. P (1995) の定義によるカスケードモデルを採用することは見合わせ、長さが断層面の幅の4倍に満たない場合には松田 (1975) のL-M式に基づき地震規模を想定し、それ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た。」と記載されている (甲F27, 乙145)。

平成28年改訂レシピ以降のレシピでは、地震規模の推定に関して松田式を用いる場合について、活断層長さがおおむね80kmを超える場合は、松田式の基となったデータの分布より、松田式の適用範囲を逸脱するおそれがあるため、上記活断層の長期評価手法などを参考にしながら、適宜適切な方法でマグニチュード (地震モーメント) を算定する必要があるとしている (甲D679, F26, 乙38, 234, 301)。

iii 以上によれば、活断層の長期評価手法や平成28年改訂レシピ以降のレシピは、松田式の基となったデータの分布からその適用範囲を吟味し (新規制基準においても、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、経験式の適用範囲が十分に検討されていることを確認すべきとされている (上記(1)ア(イ)b(a))。), その上でセグメントごとに区分するなどして長大断層における地震規模の算出を行うことを想定しているのであって、債務者の上記手法もこの考え方に沿うものであるといえるから、債権者らの指摘を踏まえても、なお債務者の手法は合理性を有するものであるといえる。

なお、債権者らは、松田 (1975) の著者である松田時彦 (以下「松田」という。) 自身が中央構造線四国断層帯 (断層長さ180km) に松田式を適用しているなどと指摘し、「最大地震規模による日本列島の地震分帯図」 (甲C34) を提出するが、同論考において、松田は、中央構造線四国断層帯のように例外的に大きな断層長さを持つ「特定断層」については、当該地帯の最大地震規模を決める際には一

応考慮外とした旨述べているのであって、断層長さの如何を問わずに松田式を適用することを肯定しているものではないから、上記の債権者らの指摘をもつても、約480kmや約130kmといった長大な断層に対してそのまま松田式を適用すべきということにはならない。

また、債権者らは、債務者の手法によるとしても、同手法によって将来中央構造線断層帯から発生する最大の地震規模が求められるという目途は、元の松田式以上に立ちにくく、認識論的不確かさの幅が大きいのであって、推進本部も活断層の長期評価手法の策定の翌年に策定した中央構造線断層帯の長期評価（地震調査委員会（2011）、甲C14、乙33）において上記手法を採用しなかったことからすれば、上記手法の信頼性は不明であるといえ、これを補うには、各セグメントに松田式を適用するごとに、松田式の基となったデータ程度の上乗せをする必要があるなどと主張する。しかし、中央構造線断層帯の長期評価（地震調査委員会（2011））には、80kmを超える活動区間の地震規模の算出方法について、「松田（1975）がこれらの経験式を求める際に用いた最大長さ（80km）とその時の気象庁マグニチュード（8.0）をもとに、「マグニチュード8.0程度もしくはそれ以上」とした。」との記載があるのみであり、上記手法を否定したものとは解し難く、むしろ、そこに記載された約360kmケース（断層帯全体（当麻断層－伊予灘西部断層））の地震規模の算定の手法は、セグメントごとに地震モーメントを算出し合算するという点で上記手法に親和的であると認められるのであり、また、上記のとおり、推進本部作成のレシピにおいても上記手法は採用されているのであるから、上記手法が合理性に欠けるということにはならないし、債権者らが主張する方法を採用しなければ、地震規模の想定として不十分であるとはいえない。

なお、債権者らは、債務者のセグメントの区分の方法について、根拠が不確実なセグメント区分に基づくものであるとも主張するが、債務者による中央構造線断層帯の地質・地質構造調査や既往文献の評価の結果を踏まえたセグメント区分自体についての合理性を否定するに足りる的確な疎明資料はなく、セグメント区分の方法

によって地震動評価に有意な差異が生じることをうかがわせる疎明資料もない。

(b) 松田式のばらつき

i 新規制基準（地震ガイド）は、震源モデルの長さ（断層長さ）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要求しているところ（上記(1)ア(イ)b(a)）、債権者らは、債務者が応答スペクトルに基づく地震動評価において地震規模（気象庁マグニチュード）を求めるために用いた松田式は、断層の長さから気象庁マグニチュードを推定するという同経験式の性質上、ばらつきの大きい経験式であるといえ、少なくとも松田式を導き出す際に用いられたデータに含まれる程度の不確かさは当然に予測され、また、地震発生前には地下の震源断層の長さを正確に把握することができない以上、その分のばらつきも生じるのであるから、松田式の内包する誤差を考慮しないことは、新規制基準（地震ガイド）に反し不合理である旨主張する。

ii この点、松田式は、上記のとおり、過去の一定数の観測記録を基に経験的に構築された関係式という性質上、そこから導き出される地震規模（気象庁マグニチュード）は、実際に起こる地震の平均像であるから、実際にはこの平均像からのばらつきが生じることはそのとおりである。このことについては、地震ガイドにも、「経験式は平均値としての地震規模を与えるものであることから、経験式が有するばらつきも考慮されている必要がある」と指摘されている。

しかしながら、松田式が、上記のとおり、断層長さから地震規模（気象庁マグニチュード）を導き出す経験式であることからすれば、地震規模の過小評価を生じさせる主な要因は、震源断層の長さの推定に関するもの（地震発生前には、震源断層の長さが必ずしも明らかでないことから生じるばらつき）にあると考えられるところ、債務者は、中央構造線断層帯の長期評価等（地震調査委員会（2011、2005）を踏まえ、最大約480kmで連動する可能性も考慮して基本震源モデルを策定しており、震源断層の長さが過小評価される具体的なおそれは考えにくいというべきである。なお、震源断層が約480kmまで連動する可能性を考慮している

とはいっても、上記のとおり、債務者は、セグメントごとに区分した上でそれぞれ算出した地震規模を合算するという方法によって地震規模を設定しているのであって、その点では、断層長さに関する不確かさを全て考慮し尽くしているとはいい難いが、債務者の同手法が最新の科学的、技術的知見を基にした合理性を有するものであることは既に説示したとおりである。

これに加え、疎明資料（乙140）及び審尋の全趣旨によれば、松田式は、気象庁マグニチュードがM6～6.5以上の比較的大きい地震でデータをよく満足すること、松田（1975）作成後に収集された1970年から1995年（兵庫県南部地震）までの地震データにもこれを適用したところ、日本列島における地殻内地震の震源断層に対し適用性が高いとされたこと、松田式の基となった14地震についても、平成15年に気象庁によって再評価された気象庁マグニチュードを用いると、そのデータは松田式の構築当時よりも震源断層の長さのデータがよく整合するとされ、特に、断層長さが約20kmよりも大きいものについては、いずれも松田式により求まる気象庁マグニチュードの方が大きな値を示す結果となったことが認められ、これらによれば、長大断層における地震規模の想定における松田式のばらつきは大きいものとはいえない（むしろ、実像よりも過大な地震規模を示す）と解される。

以上によれば、松田式が内包するばらつきを算出結果の幅をとるなどの方法で考慮することまでしていないからといって、そのことから地震規模（気象庁マグニチュード）の算定、また、それを前提として算出した地震動評価が直ちに合理性に欠けるということにはならないというべきである。

なお、債権者らは、松田式は気象庁マグニチュードを推定する式であって、気象庁マグニチュードを地震モーメントに変換する武村式も大きなばらつきを有する経験式であるから、モーメントマグニチュードで考えると更にばらつくとも主張するが、債務者が松田式によって地震規模（気象庁マグニチュード）を算出したのは、応答スペクトルに基づく地震動評価を行うに当たり、耐専式がそのパラメータとし

て気象庁マグニチュードを用いているからであり，基本的にはこの気象庁マグニチュードからモーメントマグニチュードに変換することを想定しておらず，ただ，断層長さ約480 km ケース及び約130 km ケースの気象庁マグニチュードを算定するに当たり，セグメントごとの地震規模を合算する過程で武村式を用いているにすぎないところ，ここにおける武村式の有するばらつきは，合算した地震モーメントを気象庁マグニチュードへ再変換する過程において相当程度解消されるものとみることができるから，上記債権者らの主張は理由がない。

(c) 中央構造線断層帯の長期評価（地震調査委員会（2011））との関係

i 債務者は，断層モデルを用いた手法による地震動評価の前提となる地震規模（モーメントマグニチュード）について，約130 km ケースでMw 7.4～7.8と，約480 km ケースでMw 7.7～8.0と算定している（乙31）。

他方，中央構造線断層帯の長期評価（地震調査委員会（2011））は，Kanamori（1977）において提案された，断層長さ，断層面の幅及び平均すべり量を乗じて地震モーメントを算出する式等を用いて，約130 km ケース（石鎚山脈北縁西部－伊予灘（川上断層－伊予灘西部断層））ではMw 7.4～8.0と，約360 km ケース（断層帯全体（当麻断層－伊予灘西部断層））ではMw 7.9～8.4と算定している（約360 km ケースでは，6つの活動区分ごとに推定したずれの量を基に算出した地震モーメントの総和から求めたケース（Mw 7.9～8.3）及び最大の想定として，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地震モーメントを算出し，その総和から求めたケース（Mw 8.1～8.4）の2つのケースから推定している。乙33）。

債権者らは，中央構造線断層帯の長期評価（地震調査委員会（2011））は，地震の専門家が検討を重ね，政府の公式見解として出されているものであって信頼性が高いことに加え，原子力発電所のように低頻度大規模地震を想定するものではなく，一般防災のために最も起こりやすい地震を想定しているものであることからすると，中央構造線断層帯の長期評価（地震調査委員会（2011））より非保守的な

想定をする債務者設定の地震規模は不合理である旨主張する。

ii この点、両者のモーメントマグニチュードの算定過程における設定値の主な違いを見ると、上記のように異なる想定となったのは、断層幅（傾斜角）の値と平均すべり量の値が要因と考えられる。

すなわち、断層幅について、債務者による算定では、約130kmケースでそれぞれ、13.0km（鉛直）、26.0km（北傾斜）、13.2km（南傾斜）と、約480kmケースでそれぞれ、12.7km（鉛直）、20.2km（北傾斜）、12.9km（南傾斜）と設定しているところ、中央構造線断層帯の長期評価（地震調査委員会（2011））は、約130kmケースで20～30kmと、約360kmケースで20～60km又は20～30km（活動区分ごとにモーメントマグニチュードを算定するのに用いた断層幅の想定値）と設定していること、平均すべり量について、債務者による算定では、約130kmケースで2.6m程度（ただし、壇ほか（2011）の鉛直、南傾斜モデルの場合の設定であり、壇ほか（2011）の北傾斜モデルでは5.1m程度、Fuji and Matsu'ura（2000）の手法を用いたケース（鉛直）では4.2m程度と設定している。）、約480kmケースでも2.6m程度（ただし、壇ほか（2011）の鉛直、南傾斜モデルの場合の設定であり、壇ほか（2011）の北傾斜モデルでは4.1m程度、Fuji and Matsu'ura（2000）の手法を用いたケース（鉛直）では5.8m程度と設定している。）と設定しているところ、中央構造線断層帯の長期評価（地震調査委員会（2011））は、約130kmケースで2～7m（最大値は、断層長さが同じ「讃岐山脈南縁－石鎚山脈北縁東部（鳴門断層及び鳴門南断層－石鎚断層）」の平均すべり量（6～7m）の最大値と同様と仮定の上設定している。）、約360mケースで7m（最大の想定として、全ての区間で7mと設定している。）と設定していることが認められる（乙31、33）。

まず、断層幅についてみると、断層幅は、地震発生層の厚さ（深さ）及び断層傾斜角から算定され、地震発生層の厚さを算定するための地震発生層の上端深さ及び

下端深さについては、微小地震の深さ分布から決定するという手法がレシピにおいて提案されているところ（甲D119, 679, F26, 乙38, 234, 301）、債務者は、基本震源モデルの設定に当たり、伊方原発敷地周辺における内陸地殻内地震の発生状況（敷地周辺では深さ2～12kmで発生しているとされる。）に加え、PS検層及び三波川変成岩類と領家花崗岩類との会合部（地質境界としての中央構造線）の深さに係る屈折法地震探査の結果を踏まえ、地震発生層の上端深さについて、浅くとも2km程度と推定した上で、安全側に評価してこれを上端深さを2kmとし、下端深さについても、伊方原発敷地周辺における内陸地殻内地震の発生状況に加え、地殻内の温度分布について、敷地周辺のP波速度とS波速度の比が大きい領域の上端深さ（15km）、キュリー一点深度に関する知見（約11km）、D90%（地殻内で起こり得る地震数の90%が入る深さ）の推定深度（15km）、中央構造線断層帯の長期評価（地震調査委員会（2011））も断層全域にわたっておおむね15km程度であるとしていること等を参照してこれを15kmとしたこと、それを踏まえて地震発生層の厚さ（深さ）を13km（15km－2km＝13km）と設定したことが認められる（乙11）。このように、債務者は、伊方原発敷地周辺における内陸地殻内地震の発生状況に加え、PS検層、屈折法地震探査の結果及びその他の科学的知見を踏まえて地震発生層の厚さを設定し、これに基づいて上記のとおり断層幅を想定している（鉛直モデルでいえば、地震発生層と同じ13km）のであって、このような債務者の断層幅の想定は相応の根拠を持った合理的なものであるということが出来る。

次に、平均すべり量についてみると、債務者は、断層モデルを用いた手法による地震動評価におけるスケーリング則として壇ほか（2011）を用い、これによれば、震源断層長さが約80kmを超えるとほぼ3mで一定となるとされていること（乙37）を前提に、室谷ほか（2009）及び室谷ほか（2010）によれば、長さ約80kmを超えるような長大断層に限れば、地表最大変位量は平均すべり量のおおむね2～3倍であり、地表最大変位量は震源断層長さが100kmで約10

mに飽和するとされていること（乙90，91）を踏まえ，上記のとおり平均すべり量を設定（壇ほか（2011），鉛直モデルで2.6m程度）したものといえる。このような債務者の想定は，上記のとおり，これと整合する知見があり，また，中央構造線断層帯の長期評価（地震調査委員会（2011））を策定している推進本部自身，讃岐山脈南縁－石鎚山脈北縁東部（約130km）の強震動モデルを設定するに当たっては，平均すべり量として2～7mや7mではなく，3.4mと上記室谷ほか（2009）及び室谷ほか（2010）の知見に整合するような設定をしていること（乙146）等からすれば，相応の根拠があるものといえる。

他方で，債権者らが指摘するように，室谷ほか（2009）及び室谷ほか（2010）の前提となった断層長さ100kmを超える長大な地震は主に海外のデータであり（乙90，91），北西アメリカの地殻内地震と比較し，日本の地震は平均すべり量が大きいとされていること（甲D322）や，室谷ほか（2009）の基データにおいて，1999年集集地震（Chichi）で地表最大変位量が10m超となっているほか，Stirling et al.（2002）の基データの中には平均すべり量が6m超となるものが見受けられ，室谷ほか（2009）と整合しないデータも存すること（甲F96，乙90，91）を踏まえれば，上記室谷ほか（2009）及び室谷ほか（2010）の知見が日本における長大断層に関して確立した知見であるとまでは直ちにいい難く，債務者による平均すべり量の設定が十分な保守性を有したものであるかは疑問なしとはいえない。しかしながら，中央構造線断層帯の長期評価（地震調査委員会（2011））は，約360kmケースにおいて，平均すべり量を全区間で7mと仮定しない場合においても，Mw7.9～8.3としていること（最大Mwで0.1小さな値となっている程度であること），債務者による平均すべり量の設定も，全てのケースにおいて2.6m程度としたわけではなく，例えば，約480kmケースにおけるFuji and Matsuura（2000）の手法を用いたケース（鉛直）では5.8m程度としていること等からすれば，債務者の想定と中央構造線断層帯の長期評価（地震調査委員会（2

011))における想定に差異が生じた主な理由は断層幅の想定の方にあると考えられることができる。債務者による断層幅の想定に合理性があることは上記のとおりである。そうすると、中央構造線断層帯の長期評価(地震調査委員会(2011))と比較し、地震規模(モーメントマグニチュード)の想定が若干小さなものとなっているとしても、それは、新規基準が要求する最新の科学的、技術的知見に基づき、地下構造等の把握に努めた結果にほかならないと考えられ、この点に係る債権者らの指摘を踏まえても、債務者の地震規模(モーメントマグニチュード)の想定が合理性に欠けるとはいえない。

(イ) 応答スペクトルに基づく地震動評価

a 距離減衰式の選択

(a) 耐専式の適用排除

i 債務者は、上記(1)イ(イ)c(c)のとおり、応答スペクトルに基づく地震動評価に用いる経験式(距離減衰式)として、基本的には耐専式を用いているが、断層長さ約130kmケース及び約54kmケース並びに約69kmケースの鉛直モデルについては、耐専式の適用範囲外であること、耐専式の検証に用いた観測記録もない領域であること、内陸補正を考慮してもその他の距離減衰式と大きく乖離したこと、以上の理由から耐専式の適用を排除している。

これについて、債権者らは、上記各ケースと大きく条件が変わらない震源近傍の実観測記録において、耐専式は観測記録と通常のばらつきの範囲内でおおむね整合しており、また、等価震源距離が短いからといって適用性が否定されるほど観測記録と再現記録との乖離があるデータは見当たらないのであるから、検証データが少なくても適用性を肯定し得るし、また、債務者が、耐専式との比較に用いた9つのその他の距離減衰式は、その選定過程及び選定理由が不明確であるから、これとの比較結果から耐専式の適用を安易に排除することは不相当であり、上記理由で耐専式を排除したのは地震動を過小評価させるための恣意的なものである旨主張する。

ii この点、まず、疎明資料(甲D112, 乙36, 135)及び審尋の全趣旨

によれば、耐専式とは、より具体的には以下のとおりの経験式であると認められる。

耐専式は、主として関東、東北地方に所在する107地点での観測記録を基に回帰分析を行って提案された地震動の距離減衰式であり、気象庁マグニチュード、等価震源距離（面的な拡がりを持つ震源断層から受けるエネルギーと同じエネルギーを放つ仮想の点震源までの距離をいい、特定の1点（点震源）から全ての地震波のエネルギーが放出されたと仮定し、実際に拡がりのある断層面全体から観測点に到達するエネルギーと点震源から到達するエネルギーとが等しくなる点震源から観測点までの距離を求めるもの）及び評価地点の地盤のP波、S波速度から、評価地点の水平方向及び鉛直方向の応答スペクトルを評価するものである。具体的には、耐専式では気象庁マグニチュード（最大でM8.5）と等価震源距離が入力されると、特定の8つの周期に対する応答値が求められ、8つの周期とその周期に対する応答値を、横軸を周期、縦軸を速度応答としたグラフの上にプロットし、それら8つの点を結ぶことにより地震基盤での応答スペクトルが得られる。この8つの周期に対する応答値は「コントロールポイント」と呼ばれ、各コントロールポイントの値（擬似速度応答スペクトルの絶対値）は、あらかじめマグニチュードと等価震源距離の組合せによって定められる。

耐専式の特徴として、一般的な距離減衰式では、NFRD効果（震源断層の近傍において、破壊の進行方向で地震波の振幅が大きくなる現象）を考慮することができないところ、耐専式ではNFRD効果を応答スペクトルに反映することができるという点が挙げられる。また、耐専式は主にプレート間地震の観測記録を基に作成された回帰式であることから、内陸地殻内地震において耐専式を用いる場合には、その評価結果が観測記録と比較して過大となる傾向があるため、内陸補正係数（応答スペクトルの短周期側のコントロールポイントの応答値に乘じる係数0.6）を設定することとされている。

iii 上記のとおり、耐専式は、過去の地震観測データを回帰分析することによって得られた経験式であるところ、新規制基準（地震ガイド）にも、経験式（距離減

衰式)の選定においては、用いられる地震記録の地震規模、震源距離等から、適用条件、適用範囲について検討した上で、経験式(距離減衰式)が適切に検討されていることを確認するとされているように(上記(1)ア(イ)c(a)),その評価対象となる地震の規模、観測点との距離等が基となったデータの範囲を外れるような場合には、その適用範囲についての慎重な検討を要するものと考えられる。

そして、疎明資料(乙135,137)によれば、耐専式は、観測記録に基づくデータベースから「遠距離」、「中距離」、「近距離」、「極近距離」のコントロールポイントが設けられ、各コントロールポイントで定義したスペクトルの妥当性は近くの地震観測記録との比較により検証されているところ、「極近距離」よりも更に近傍については、観測記録もなく、コントロールポイントが設けられておらず、現時点ではそのような近傍で発生した地震への適用は想定されていないこと、原子力安全委員会において平成21年5月に開催された「応答スペクトルに基づく地震動評価」に関する専門家との意見交換会において、「極近距離」より近傍の地点での耐専式の適用の可否は、その他の距離減衰式や断層モデルでの評価結果との対比を行った上で、個別に適用性を検証する必要があると指摘されていたことが認められる。

その上で、債務者は、上記意見交換会における指摘も踏まえ、断層長さ約480kmケースについては、鉛直モデル、北傾斜モデルのいずれも耐専式が適用できる範囲であるとしたが、断層長さ約130kmケース及び約54kmケース並びに約69kmケースについては、その地震規模(気象庁マグニチュード)に相当する等価震源距離がいずれも「極近距離」よりも近傍となることから、耐専式の適用性を総合的に検討することとし、その他の距離減衰式(全9式)による評価結果との比較も踏まえ、約130kmケース及び約54kmケース並びに約69kmケースの各北傾斜モデルは、震源近傍の耐専式の適用性を検証したデータがある領域内であり、内陸補正を行った場合には、その他の距離減衰式と整合的な結果が得られたことから、耐専式を用いて評価することにしたのに対し、約130kmケース及び約54kmケース並びに約69kmケースの各鉛直モデルについては、耐専式の適用

性の検証に用いたデータもない領域であり、内陸補正を考慮してもその他の距離減衰式と大きく乖離したことから、耐専式の適用は適切でないと判断したものである（上記(1)イ(イ)c(c)）。

以上のとおり、耐専式においては、想定する地震規模に相当する等価震源距離が「極近距離」よりも近傍にあるような地点における適用性には疑義が示されているところ、債務者は、「極近距離」より近傍で発生した地震という理由のみから耐専式の適用性を排除するということはせず、上記専門家からの指摘内容をも踏まえ、その他の距離減衰式での評価結果との比較等を行った上でその適用性を個別に吟味したものと見えるから、債務者による耐専式の適用に関する検討内容に、合理性に欠けるところは見られない。

なお、債権者らが主張するとおり、「極近距離」よりも近傍で発生した地震のうち、2000年鳥取県西部地震（M7.3，賀祥ダム，等価震源距離6 km）や1995年兵庫県南部地震（M7.3，神戸大学，等価震源距離16 km）等、耐専式の適用に際し内陸補正を施すことで観測記録と整合的なものはある（甲D112，乙135，136）。しかしながら、このような結果も踏まえ、上記意見交換会は、上記のとおりその他の距離減衰式や断層モデルでの評価結果との対比を行った上で、個別に適用性を検証する必要があるとの結論に至っており、直ちに耐専式の適用を肯定すべきとするものではない。また、債務者においても、内陸補正を施すことでその他の距離減衰式と整合的な結果が得られたケースについては、「極近距離」よりも近傍のケースでも耐専式の適用を肯定している。そうすると、上記債権者ら主張のデータがあるからといって、債務者の耐専式の適用に関する検討内容が不合理であるということとはできない。

また、債権者らは、その他の距離減衰式として選定した9つの距離減衰式の選定過程及び選定理由が不明確であり、地震動を過小評価させるために恣意的にそれを選定したものであるなどとも主張するところ、債務者が選定したその他の距離減衰式の中には、本件原発に関して適用する地震規模及び断層最短距離が、当該距離減

衰式を導き出す基となったデータベースの範囲から外れ、外挿評価となるものがあるなど、その適用が無条件に合理性を有するとまでは断定できないものがあることは否定できない(乙31)。しかしながら、債務者が選定したその他の距離減衰式は、いずれも国内外で汎用的に用いられている経験式であると認められ(審尋の全趣旨)、また、耐専式の適用性吟味に資するよう、複数の評価結果を相互に比較検討するため9つの式を選定しているのであって、実際にそれらの評価結果を相互に比較検討し、断層モデルを用いた手法による地震動評価の結果とも照合して整合的な地震動レベルを示すことを確認したことが認められるから(乙31)、債務者によるその他の距離減衰式の選定過程及び選定理由が地震動を過小評価させるための恣意的なものということとはできず、その他かかる事実を示す的確な疎明資料も存しない。

(b) 断層が敷地から遠ざかる方向に延びる場合の耐専式の評価

i 債権者らは、耐専式においては、等価震源距離というパラメータを用いていることから、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ってしまい、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結果になるところ、このような地震動予測結果を科学的に正当化することは不可能であるから、耐専式を用いて約480kmケースや約130kmケースを評価するのであれば、この点の問題を解決する方法を提示すべきであり、これを行わないまま地震動評価を行うのは不合理である旨主張する。

ii 確かに、債務者による応答スペクトルに基づく地震動評価において最も地震動が大きな値となったのは、約69kmケースの北傾斜モデルであり(乙31、審尋の全趣旨)、それよりも断層長さが長く地震規模も大きいケースの方が地震動が小さくなるということは、一見すると考えにくいことのようにも思われる。しかしながら、債務者が行った距離及び地震規模による耐専式の適用性の検証の際、債務者が耐専式を適用したケースの中で最も等価震源距離が「極近距離」と乖離(より近傍にある)していたケースが約69kmケースの北傾斜モデルであることからすると(乙31(111頁(図11))), 上記のように最も地震動が大きな値となった

のが同ケースであるのは、本来の適用範囲からの乖離が影響していると考えられることができる。そうすると、耐専式のパラメータの特性やその適用範囲からの乖離の程度等と無関係に、最終的な地震動の評価結果において、断層が短い方が地震動が大きく評価されているからといって直ちに不合理なものということとはできず、むしろ、上記影響も考慮すると、債権者らの指摘を踏まえても、債務者の応答スペクトルに基づく地震動評価が合理性に欠けるということとはできない。

b 不確かさの考慮

(a) 南傾斜モデルの考慮の不存在

i 債権者らは、伊方原発敷地周辺の中央構造線断層帯は、南側が上盤となる逆断層成分を含むという知見が存在するところ、このように南傾斜している場合、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なり、また、逆断層の上盤側は、下盤側に比べ、より大きな加速度、変位量、速度を発生させることから、このような上盤効果を考慮すべきとされているが；債務者は、応答スペクトルに基づく地震動評価において、南傾斜モデルの場合を考慮しておらず、不合理である旨主張する。

ii まず、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の断層傾斜角を基本的に鉛直と想定することに合理性があることは、上記(ア)aにおいて既に説示したとおりである。

そして、疎明資料（乙31）及び審尋の全趣旨によれば、債務者が、南傾斜モデルを応答スペクトルに基づく地震動評価において考慮しなかったのは、耐専式との関係では、約130kmケース及び約54kmケース並びに約69kmケースについては、鉛直モデルにおいても、その地震規模に相当する等価震源距離がいずれも「極近距離」よりも近傍となっているから、南傾斜モデルを想定する場合は更に近傍となってしまう適用範囲を更に外れること、約480kmケースについては、南傾斜モデルの場合はその地震規模に相当する等価震源距離が「極近距離」よりも近傍となり得、また、同ケースでは、想定する地震規模が大きい分等価震源距離が大

きな値になっており、その値が多少変わったとしても地震動に与える影響は少ないと考えられること、その他の距離減衰式との関係については、債務者が選定したその他の距離減衰式はいずれも断層最短距離を用いた経験式であることから、そもそも断層傾斜角によって地震動評価に影響を与えないこと、以上の理由によるものと認められる。

債務者が、約130kmケース及び約54kmケース並びに約69kmケースの鉛直モデルにおいて耐専式を適用できないと判断したことについて合理性に欠けるところのないことは既に説示したとおりであり、約480kmケースについても、南傾斜を想定した場合、等価震源距離の観点からして耐専式の適用範囲を外れるということにも相応の合理性があるといえ、その他の距離減衰式については、いずれも断層最短距離を用いている以上南傾斜モデルを想定したとしても、パラメータが変わらないのは同経験式の性質上当然である。

したがって、債務者が応答スペクトルに基づく地震動評価に当たり、不確かさとして南傾斜モデルを考慮していないからといって不合理であるということとはできない。

(b) 耐専式のばらつき

i 債権者らは、債務者が応答スペクトルに基づく地震動評価を行うに当たって適用した経験式である耐専式は、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が生じる場所、国内観測記録から、地震の種類、地震規模や震央距離、震源深さを限定し、解放基盤上や地震基盤上の記録と比較しても、耐専式のばらつきは標準偏差2倍程度あり、倍半分程度のばらつきを不可避免的に内在しているといえ、地震前の予測の際のパラメータの不確かさも考慮に入れると更にばらつきは大きくなるのであるから、この点を考慮しないことは不合理である旨主張する。

ii 耐専式においては、過去の一定数の観測記録を基に回帰分析を行って経験的に構築された関係式という性質上、そこから導き出される応答スペクトルにばらつ

きが生じることはそのとおりである。

しかしながら、新規制基準は、「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」することとしているなど（上記(1)ア(イ)c）、それぞれの地域で発生する地震の特性（地域特性）を踏まえて地震動を評価するものとし、経験式から導き出された平均像だけを用いて地震動を策定することを予定しておらず、経験式から導き出される平均像を用いることによって生じるばらつきを考慮するに当たり、地域特性を踏まえることを要求しており、地域特性と無関係に直接かつ定量的に上乘せをすることは求めている。

地域特性として、具体的には、震源の大きさやマグニチュード等に関する震源特性、震源からの距離や地震波が伝播する過程にある地盤の構造や物的特性など地震波が震源から評価対象地点に到達するまでの特性である伝播特性、評価対象地点の地盤の硬さ等に関する地盤の増幅特性が指摘される場所、債務者は、震源断層について、上記(1)イ(イ)c(a)、(b)のとおり、基本震源モデルとして、中央構造線断層帯と別府一万年山断層帯とが全区間連動する約480kmまで断層長さを設定し、アスペリティ深さについても最も保守的になるよう断層上端に設定し、また、断層傾斜角及び地震発生様式については鉛直の横ずれ断層であるとした上で北傾斜・南傾斜モデルも考慮し、伝播特性及び地盤の増幅特性についても、上記(1)イ(ア)a、bのとおり、伊方原発敷地内で得られた地震観測記録を用いて増幅特性の検証を行い、伝播の過程における増幅がないこと、到来方向によっても同様であることを確認し、地盤の増幅についても深部ボーリング調査等を行い、伊方原発敷地の地質構造は、堅硬かつ緻密な結晶片岩が連続しており、地震動の特異な増幅の要因となる褶曲構造等は認められず、地盤による増幅を示す特性がないことを確認している。

このような債務者の評価結果によれば、伊方原発敷地周辺は、内陸地殻内地震としては全国的な平均像よりも小さな地震動となる地域的な特性が認められるのであって、そうである以上、債権者らが主張するような評価結果に対する定量的な上乘

せをする必然性はないものと考えられる。

そして、債務者は、耐専式を用いるに当たり、本来必要な内陸補正を行っておらず（上記(1)イ(イ)c(c)。周期0.6秒以下で内陸補正係数0.6を乗じない場合、約1.67倍の余裕が生じる。）、これによって、上記地域特性を踏まえた不確かさの考慮を行っているものと評価することができる。

以上のとおり、債務者は、伊方原発敷地において、地震動を大きくするような地域特性がないことを踏まえつつ、認識論的不確かさ及び偶然的な不確かさが否定できないことも考慮し、内陸補正を行わないなどしているのであって、このような債務者の耐専式を用いるに当たっての考慮は、新規制基準の要求に沿ったものといえ、債務者が、耐専式が有するばらつきの定量的な上乘せを行っていないからといって、その地震動評価が不合理であるということとはできない。

(c) その他の距離減衰式のばらつき

i 債権者らは、債務者が耐専式以外に用いている9つの距離減衰式は、基本的に地震規模を震源からの距離という簡便なパラメータ設定で平均的な応答スペクトルを導くものにすぎないから、耐専式と同様、標準偏差で倍半分程度のばらつきは避けられず、また、これらの距離減衰式は、耐専式では考慮されたNFRD効果も考慮されていないため、その分過小評価となるおそれがあるから、その他の距離減衰式について、これらのばらつきを考慮しない地震動評価は不合理である旨主張する。

ii しかしながら、上記(b)の検討は、その他の距離減衰式のばらつきの考慮の必要性についても妥当するのであって、その他の距離減衰式がもたらすばらつきについて、それらを定量的に考慮していないからといって、その地震動評価が不合理であるということにはならない。

また、NFRD効果については、その他の距離減衰式ではこれを考慮していないことは債権者らの指摘するとおりであるが、上記のとおり、伊方原発敷地においては、地震動を大きくするような地域特性はうかがわれず、これに加え、債務者は、

その他の距離減衰式の評価結果を相互に比較検討し、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果とも照合して整合的な地震動レベルを示すことを確認したと認められるのであって、NFRD効果を、当然にその他の距離減衰式の適用結果に上乗せして考慮しなければ、地震動評価として過小となるおそれがある、不合理であるとまではいえない。

(ウ) 断層モデルを用いた手法による地震動評価

a 債務者の採用した手法

(a) 債権者らは、レシピは、強震動予測手法の中では信頼度が高いとされているが、地震発生前には分からないものを含めて多数のパラメータを設定しなければならないことから、倍半分以上の予測誤差が生じるところ、債務者が用いている手法は、レシピにない手法か、レシピにあっても信頼性が低い手法であるから、不合理である旨主張する。

(b) まず、新規制基準は、その内容からして、必ずしもレシピに記載された手法のみを用いて震源断層のパラメータを設定することまで求めているとは解されないから、債務者がレシピに記載されていない手法を用いているからといって直ちに、債務者の地震動の設定が合理性を欠くということにはならない。

次に、レシピは、上記(1)ア(イ)c(b)のとおり、推進本部に設置された地震調査委員会が、断層モデルを用いた手法による地震動評価について、震源断層を特定した地震を想定した場合の強震動を高精度に予測するための「誰がやっても同じ答えが得られる標準的な方法論」を確立することを目指して策定したものであり、平成21年改訂レシピ、平成28年改訂レシピ、平成28年改訂後修正レシピ、平成29年改訂レシピと順次科学的知見の蓄積を踏まえた改訂がされるなどしている。そうすると、レシピに記載された手法には地震動評価に関する最新の科学的、技術的知見が集積されているものと評価することができる。新規制基準が、震源モデルの設定に当たって、震源断層のパラメータは、活断層調査結果等に基づき、レシピ等の最新の研究成果を考慮し設定されていることを求めている(上記(1)ア(イ)c(b))のも、

このようなレシピの位置付けを踏まえたものと解される。このことからすると、レシピに記載された手法の中に信頼性の特段に低い手法が存在するということはない。

もともと、このような位置付けを有するレシピにおいても、既に述べたとおり、地震の予測には科学的な限界があることから、確定的な予測は困難であり、一定のばらつきが生じることは否定できない（平成28年改訂後修正レシピにも「断層とそこで将来生じる地震およびそれによってもたらされる強震動に関して得られた知見は未だ十分とは言えないことから、特に現象のばらつきや不確かさの考慮が必要な場合には、その点に十分留意して計算手法と計算結果を吟味・判断した上で震源断層を設定することが望ましい。」との追記がされ、この点は平成29年改訂レシピにおいても変更はない（乙234, 301)。）。

そこで、レシピの上記位置付けを踏まえつつ、債務者が採用したスケーリング則の内容及びそれによって算出された各パラメータの設定等が合理性を有するかは検討を要するというべきであるから、以下、この点について検討する。

b スケーリング則の適用

(a) 壇ほか（2011）の手法

債務者は、上記(1)イ(イ)c(a)のとおり、断層モデルを用いた手法による地震動評価において、必要な震源パラメータを設定する上で用いるスケーリング則について、地震モーメント (M_0)、平均応力降下量、アスペリティの応力降下量を一連で設定できること、異なる長さの断層（約480 km, 約130 km, 約54 km）に対して適用可能であり、断層長さの影響を同一の手法で評価できることから、基本的に壇ほか（2011）を採用している。

この壇ほか（2011）について、債権者らは、以下のとおり、非保守的なスケーリング則であって、これに基づいて地震動評価を行うことは不合理である旨主張する。

i 平均動的応力降下量及びアスペリティの動的応力降下量を既定値として設定

することについて

壇ほか(2011)は、平均動的応力降下量3.4MPa、アスペリティの動的応力降下量12.2MPaを既定値として設定しているところ、債権者らは、①これは震源断層の幅を15kmと仮定した動学的断層破壊シミュレーションによって得られた結果にすぎず、本件原発の地震動評価に用いることは適切ではなく、また、日本の活断層から発生する地震動を予測する以上、日本の地震データのみを用いるべきであって、壇ほか(2011)で取り上げている国内9地震の平均断層幅12kmを前提に算定すれば、平均動的応力降下量は4.3MPaとなるから、壇ほか(2011)の平均動的応力降下量の設定は過小である、②壇ほか(2011)に掲げられた国内9地震の平均動的応力降下量の算術平均は5.09MPa、海外13地震のデータを含めても4.27MPaであるところ、壇ほか(2011)は、特段の理由を示すことなく、算術平均よりも明らかに値の小さくなる幾何平均(相乗平均)を採用しており、過小評価につながる、③上記既定値からアスペリティ面積比を求めると27.9%となるところ($\Delta\sigma/\Delta\sigma_a=3.4/12.2\div 27.9\%$)、レシピにおいては、アスペリティ面積比は平均22%とされ、長大断層では22%を適用することとされていることからすれば、分母となるアスペリティの動的応力降下量の値を過小設定していることが明らかであるとして、上記平均動的応力降下量及びアスペリティの動的応力降下量を既定値として設定することが不合理である旨主張する。

この点、後掲の疎明資料及び審尋の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

断層モデル解析で地震動評価を行う際に必要となる、断層面積、アスペリティの面積、平均応力降下量、アスペリティの応力降下量、地震モーメント、短周期レベル(加速度震源スペクトルの短周期領域における振幅レベル)という主なパラメータについて、既往の手法によって解析を行おうとすると、入倉・三宅(2001)等の関係式により断層面積から地震モーメントを定め、その後平均応力降下量及びアスペリティの応力降下量を設定するという手順になるところ、壇ほか(2011)

は、このような手法で内陸地殻内地震のうち特に横ずれ断層に起因する長大な断層を想定する場合は、アスペリティの面積が断層面積の50%を超え背景領域のすべり量が負となって断層モデルが設定できないなどの問題が生じ、課題となっていたことから、このような課題に対処するため、Irie et al. (2010)の動力学的断層破壊シミュレーションから導かれた平均動的応力降下量、震源断層面積(断層幅は15 kmと設定している。)及び地震モーメントとの関係式を、国内外の計22の横ずれ断層による内陸地震(国内9地震、国外13地震)に当てはめて平均動的応力降下量を算出し、その相乗平均から断層全体の平均動的応力降下量3.4 MPa、アスペリティの動的応力降下量12.2 MPaを算出し、これを既定値として設定することを提唱するものである(乙37)。

この壇ほか(2011)の手法を用いた評価結果は、海外の地震のみならず、国内の2000年鳥取県西部地震の観測記録や既往の距離減衰式である司・翠川(1999)による評価結果と整合することが確認され(乙141, 142)、IAEAの安全基準のうちの1つであり、原子力発電所施設の地震ハザード評価に関する内容を規定したSSG-9を補完する目的で平成27年11月に策定されているSafety Reports Series No. 85においても、壇ほか(2011)の経験式が、長大断層の断層パラメータの新たな設定方法として開発されていることが紹介されている(乙243)。

壇ほか(2011)は、平均動的応力降下量及びアスペリティの動的応力降下量を既定値として定めるに当たり、断層幅を15 kmと仮定の上計算しているが、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、同委員会から、異なる断層幅に対しても壇ほか(2011)の上記既定値が適用できることの説明をするよう求められたことから、断層幅を約13 km(鉛直の基本モデルの場合)と設定している敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯)について、長さ約480 kmケース、約130 kmケース及び約54 kmケースでその適用性を検証したところ、約480 kmケースの基本モデル及び北傾斜モデル並びに約130



k m ケースの基本モデルのいずれにおいても、壇ほか（2011）が用いた平均動的応力降下量と地震モーメントとの関係式で地震モーメントに乘じる係数は変わらず、断層幅の差異は地震動評価において影響がないことが確認され、他方、約130 k m ケースの北傾斜モデル並びに約54 k m ケースの基本モデル及び北傾斜モデルでは、上記係数の値がやや大きくなり、地震モーメントがやや小さくなることが確認されたものの、短周期レベルにおいては、上記の断層幅による影響がないとされた約480 k m ケースとほとんど差が出ないことが確認された（乙151, 152）。

以上の事実によれば、断層幅を約13 k m と設定している敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）に壇ほか（2011）の手法を用いても、地震動評価において問題のないことが確認されていること、壇ほか（2011）の手法を用いた評価結果は、国内の地震の観測記録等と整合することが確認されているとともに、I A E A においても、壇ほか（2011）の経験式が、長大断層の断層パラメータの新たな設定方法として開発されていることが紹介されていること、また、これに加えて、平成28年改訂レシピ以降のレシピにおいては、断層幅及び平均すべり量が飽和する断層の地震の場合には、暫定的に、F u j i i a n d M a t s u ' u r a （2000）を用いるとされているところ（甲D679, F26, 乙38, 234, 301）、同スケーリング則における平均動的応力降下量3.1 M P a 及びこれを基にした場合にレシピ上求められるアスペリティの動的応力降下量約14.1 M P a （3.1 / 0.22（レシピには、アスペリティ面積比約22%とするとある。）。甲D679, F26, 乙38, 234, 301）と比較しても、壇ほか（2011）が既定値として設定しているパラメータが過小であるとはいえないことからすると、上記債権者らの主張の①は、当を得ないものというべきである。なお、疎明資料（甲D327）によれば、壇ほか（2011）の共著者の1人である入江紀嘉が、入江（2014）において、「本来、日本で発生する地震の断層パラメータを想定するには、日本の地震データのみを用いるべきである」とし、参考として「日本で発生し

た内陸横ずれ地震のデータのみを用いて、平均動的応力降下量とアスペリティの動的応力降下量の各相乗平均を求めてみたところ、平均動的応力降下量 3.8 MPa 、アスペリティの動的応力降下量 15.2 MPa となった」としていることが認められるが、他方で、「日本の地震データでは1891年濃尾地震（地震モーメント $1.5 \times 10^{20} \text{ N} \cdot \text{m}$ ）が最大であり、長大断層の規模のデータがやや不足しているため、本研究では、日本以外の地震も含めた動的応力降下量（平均動的応力降下量 3.4 MPa 、アスペリティの動的応力降下量 12.2 MPa ）を、……提案する断層パラメータの算定に用いる」こととしたことが認められるのであり、このほかに、1891年濃尾地震でさえ断層長さ約 80 km にすぎないこと、国内の観測記録は9地震のみであり、長大断層の規模のデータ量として十分とはいえないこと等を考慮すれば、国外の地震データも考慮してパラメータを設定したことには合理性が認められる。

また、壇ほか（2011）の基となったデータの平均像を捉える上で幾何平均を用いることが不合理な手法であることを認めるに足る疎明資料は存在せず、アスペリティ面積比との関係についても、必ずしもレシピの記載によらなければならないものでないことは、既に説示したとおりであるから、上記債権者らの主張の②及び③も、当を得ないものというべきである。

以上によれば、壇ほか（2011）において、平均動的応力降下量 3.4 MPa 、アスペリティの動的応力降下量 12.2 MPa を既定値として設定していることが不合理であるとはいえない。

ii すべり量の設定について

債権者らは、壇ほか（2011）が震源断層長さが約 80 km を超えると平均すべり量はほぼ 3 m で一定となるとしていること（設定上は約 60 km で飽和することとなっている。）について、断層が長い地震は、すべり量が大きくなるという知見があり、かつ、壇ほか（2011）の基データを見ても同じ震源断層の長さに対してデータが10倍以上ばらつくなどしているのであるから、原子力発電所の潜在的

危険性を考慮し、平均的な想定によるのではなく、基データ分布上の各上限値を用いて平均すべり量を設定すべきであり、そうすると、平均すべり量は7m程度としなければならない旨主張する。

この点、債務者が、壇ほか(2011)において、震源断層長さが約80kmを超えるとほぼ3mで平均すべり量が一定となるとされていることを前提に、室谷ほか(2009)及び室谷ほか(2010)の知見を踏まえ、平均すべり量を設定したこと、このような債務者の平均すべり量の設定が地震規模(モーメントマグニチュード)の過小評価に直結するわけではないことは、既に上記(ア) b(c)において説示したとおりである。

そうすると、壇ほか(2011)に基づいて平均すべり量を設定することが、地震動評価において合理性に欠けるとはいえない。

(b) レシピの改訂に伴うFuji and Matsu'ura(2000)の静的応力降下量の適用性及び壇ほか(2011)の適用性

i 債務者は、上記(1)イ(イ)c(a)のとおり、断層モデルを用いた手法による地震動評価に用いるスケーリング則について、基本として採用した壇ほか(2011)に加え、断層長さ約54kmケースについては、入倉・三宅(2001)の手法で算定した地震モーメント(M_0)とFuji and Matsu'ura(2000)の静的応力降下量を組み合わせて用いる手法を、断層長さ約480kmケース及び約130kmケースについては、Fuji and Matsu'ura(2000)の手法を用いている。

債権者らは、推進本部が平成28年6月10日付けで改訂した平成28年改訂レシピによれば、長大な断層における平均応力降下量の暫定値として、Fuji and Matsu'ura(2000)を参照して3.1MPaとすることの適用下限値及び断層幅と平均すべり量が飽和することを前提としたスケーリング則の適用下限値が、いずれも $M_0 = 1.8 \times 10^{20} \text{ N} \cdot \text{m}$ (震源断層の面積に換算すると 1800 km^2)とされたことから、債務者が、約54kmケースでFuji a

nd Matsu'ura (2000) に示された静的応力降下量を用いること、同ケースで平均すべり量が飽和することを前提とした壇ほか (2011) を適用すること、約130km鉛直ケースでFuji and Matsu'ura (2000) に示された静的応力降下量を用いること、約130kmケースの鉛直モデル及び南傾斜ケースで壇ほか (2011) を適用することは、いずれも地震モーメントや震源断層の面積の点から平成28年改訂レシピに示された下限値に届かず不適切である旨主張する。

ii まず、疎明資料 (甲D119, 乙38, 234) によれば、レシピのスケールリング則の適用に関する部分及び平均応力降下量の設定に関する部分の改訂経緯につき、以下の事実が認められる。

平成21年改訂レシピは、震源断層の面積と地震モーメントの経験的關係式の適用に関して、①過去の地震記録などにに基づき震源断層を推定する場合や詳細な調査結果に基づき震源断層を推定する場合と、②地表の活断層の情報をもとに簡便化した方法で震源断層を推定する場合とで、異なる設定方法を用いることとし、①における手順として、⑤入倉・三宅 (2001) に示された経験的關係から断層幅と断層長さを求め、⑥そこから、地震規模を、基本的にはSomerville et al. (1999) の地震モーメントと震源断層の面積との關係式 (以下「Somervilleの式」という。) により算出することとしつつ、同式には、M8クラスの巨大地震のデータが含まれていないことから、震源断層の面積が大きい地震については、入倉・三宅 (2001) の提案によるWells and Copper smith (1994) 等のデータに基づいた式 (このような入倉・三宅 (2001) に示された手法のうち、特に地震モーメント算出に係る同式を、以下「入倉・三宅式」という。) を用いて算出することとしており (ただし、 $M_0 = 7.5 \times 10^{18} \text{ N} \cdot \text{m}$ (モーメントマグニチュードMw6.5相当) 以上の地震に適用するものとし、入倉・三宅式の基となったデータの分布より $M_0 = 1.0 \times 10^{21} \text{ N} \cdot \text{m}$ を上限とするとされている。)、②における手順として、⑤断層長さによって気象庁マ

グニチュードを算出する松田式を用いて気象庁マグニチュードを算出し、これを武村式で地震モーメントに変換して地震規模を算出し、⑥そこから、震源断層の面積を、地震モーメントが $7.5 \times 10^{18} \text{ N} \cdot \text{ m}$ を下回る場合は、Somervilleの式に従い、地震モーメントが $7.5 \times 10^{18} \text{ N} \cdot \text{ m}$ 以上の場合、入倉・三宅式に従って算出することとしている。また、平成21年改訂レシピは、応力降下量の算出方法に関し、震源断層の長さが震源断層の幅に比べて十分に大きい長大な断層に関しては、円形破壊面を仮定して導かれた式を用いて算出する方法では問題があるため、暫定的に、内陸の長大な横ずれ断層に対する関係式であるFuji and Matsu'ura (2000)の静的応力降下量 3.1 MPa を用いることとしている。

平成28年改訂レシピは、上記①②いずれの場合においても、震源断層の面積と地震モーメントとの経験的關係式の適用範囲について、地震モーメントが $7.5 \times 10^{18} \text{ N} \cdot \text{ m}$ を下回るときはSomervilleの式、 $7.5 \times 10^{18} \text{ N} \cdot \text{ m}$ 以上 $1.8 \times 10^{20} \text{ N} \cdot \text{ m}$ 以下のときは入倉・三宅式、 $1.8 \times 10^{20} \text{ N} \cdot \text{ m}$ を上回るときはMurotani et al. (2015)の式を用いることとした。なお、注記として、上記閾値は利便性に配慮し、機械的に値が求められるように定めているものであり、原理的には断層幅や平均すべり量が飽和しているか否かでスケールリング則が変わるため、断層幅が飽和していない場合にはSomervilleの式を、断層幅が飽和している場合には入倉・三宅式又はMurotani et al. (2015)の式を用いる方が合理的であり、また、断層幅と平均すべり量の両方が飽和している場合にはMurotani et al. (2015)の式を用いることが望ましいとしている。また、平成28年改訂レシピは、応力降下量に関し、長大な断層に関して、暫定的にFuji and Matsu'ura (2000)の静的応力降下量 3.1 MPa を用いることについて、これを変更していないものの、注記として、円形破壊面を仮定せずアスペリティ面積比を22%、静的応力降下量を 3.1 MPa とする取扱いは、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し、断層幅のみが飽和するような規模の地震に対する設定方法に関しては、今後の研究成果に応じて改良される可能性があるとしている。

平成28年改訂レシピに修正を施した平成28年改訂後修正レシピは、上記①②の表題を、それぞれ①過去の地震記録や調査結果などの諸知見を吟味・判断して震源断層モデルを設定する場合、②長期評価された地表の活断層長さ等から地震規模を設定し震源断層モデルを設定する場合と変更しているものの、震源断層の面積と地震モーメントとの経験的關係式の適用範囲についての内容に変更はない。もっとも、平成28年改訂後修正レシピは、応力降下量に関し、平成28年改訂レシピの上記注記の内容に修正を加え、円形破壊面を仮定せずにアスペリティ面積比を22%、静的応力降下量を3.1MPaとする取扱いは、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 $M_o = 1.8 \times 10^{20} \text{ N} \cdot \text{m}$ を上回る断層又は $M_o = 1.8 \times 10^{20} \text{ N} \cdot \text{m}$ を上回らない場合でも、アスペリティ面積比が大きくなったり、背景領域の応力降下量が負になったりするなど、非現実的なパラメータ設定になり、円形クラックの式を用いてアスペリティの大きさを決めることが困難な断層等のいずれかの断層の地震を対象とするとした。

iii 上記認定事実に基づき、債権者らの主張について検討する。

まず、約54kmケース及び約130kmケースの鉛直モデルでFuji and Matsu'ura (2000) に示された静的応力降下量を用いることの合理性について検討するに、確かに、上記各ケースは、レシピにおいて断層幅と平均すべり量が飽和する目安となる $M_o = 1.8 \times 10^{20} \text{ N} \cdot \text{m}$ を下回っているものといえるが(審尋の全趣旨)、平成28年改訂後修正レシピによれば、アスペリティ面積比が大きくなったり、背景領域の応力降下量が負になったりするなど、非現実的なパラメータ設定になり、円形クラックの式を用いてアスペリティの大きさを決めることが困難な断層等の場合にもFuji and Matsu'ura (2000) に示された静的応力降下量を用いるとされている。そして、平成28年改

訂後修正レシピ以前から、震源断層の長さが震源断層の幅に比べて十分に大きい長大な断層に関しては円形破壊面を仮定して導かれた式を用いて算出する方法では問題があるとされ、この問題意識から暫定的な値としてFuji and Matsu'ura (2000) に示された静的応力降下量を用いるとされていたことからすれば、ここにいう円形クラックの式を用いてアスペリティの大きさを決めることが困難な断層等には、震源断層の長さが震源断層の幅に比べて十分に大きい場合も当たるものと考えられる。

その上で、債務者の想定についてみると、債務者は、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の断層幅について、基本震源モデルとして13 km（鉛直）と想定しており、このような想定に合理性があることは既に上記(ア) b (c)において説示したとおりであるところ、このような断層幅と比較すると、約54 kmケース及び約130 km鉛直ケースのいずれも、震源断層の長さが震源断層の幅に比べて十分に大きいと評価できるのであるから、債務者が、上記両ケースでFuji and Matsu'ura (2000) に示された静的応力降下量を用いることについて合理性に欠けるところはないというべきである（債権者らは、債務者が約130 kmケースに包含されると判断して基本震源モデルに設定していない約69 kmケースについて、別途評価する必要がある旨主張するが、上記説示によれば、約69 kmケースについて、別途評価する必要性があるとはいえない。）。もっとも、約54 kmケースの北傾斜モデルの場合は、断層幅について26 kmと想定しており、この場合は、基本震源モデル（鉛直）の場合のように震源断層の長さが震源断層の幅と比べて十分に大きいと言い切れるかは疑問なしとしないが、北傾斜モデルは、債務者が不確かさの1つとして考慮したモデルであって、仮に、この場合のみFuji and Matsu'ura (2000) に示された静的応力降下量を用いることを否定した場合、北傾斜の場合に影響を与えるパラメータ以外のパラメータも種々変わることとなり、不確かさの考慮として適切なものとならない可能性が想定されるから、この場合について、上記疑問が存するからといってFuji a

nd Matsu'ura (2000) に示された静的応力降下量を用いることを否定すべきとは直ちにいえぬ。

なお、債権者らは、平成28年改訂後修正レシピにおいて、 $M_0 = 1.8 \times 10^{20} \text{ N} \cdot \text{m}$ を上回らない場合でも、Fuji and Matsu'ura (2000) に示された静的応力降下量を用いることができるような記載が追加された経緯に関し、原子力事業者の関与が疑われるとし、氏名不詳者と文部科学省研究開発局地震・防災研究課調査員との間のやりとりが記載された電子メール（甲D671ないし674）を提出するが、同電子メールの内容を見ても、これによって不当な働きかけがあったとみることはできない上、円形クラックの式を用いてアスペリティの大きさを決めることが困難な断層の場合に備えて暫定的にFuji and Matsu'ura (2000) に示された静的応力降下量を用いるという方針は平成21年改訂レシピ以来一貫していたことからすれば、上記電子メールをもって上記説示が左右されるものではない。

次に、債務者が、約54kmケース並びに約130kmケースの鉛直及び南傾斜モデルで断層幅と平均すべり量が飽和することを前提とした壇ほか(2011)を適用することの合理性について検討するに、確かに、平成28年改訂レシピ以降のレシピによれば、壇ほか(2011)と同様に断層幅と平均すべり量が飽和することを前提とする経験式であるMurotani et al. (2015)の式は、断層幅と平均すべり量が飽和する目安となる $M_0 = 1.8 \times 10^{20} \text{ N} \cdot \text{m}$ を上回る場合に適用するものとされ、債権者らが指摘するケースは、いずれもこれを下回っているものといえる（審尋の全趣旨）。しかし、新規制基準は、必ずしもレシピに記載された手法のみを用いて震源断層のパラメータを設定することまで求めているとは解されないこと、壇ほか(2011)をスケールリング則として用いること自体に合理性があることは既に説示したとおりである。そして、壇ほか(2011)は、設定例として、25km、50km、100km、200km及び400kmのケースを示しているように(乙37)、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の

約54 kmケース及び約130 kmケースのいずれもその適用範囲に含んでいるといえる。そうすると、平成28年改訂レシピ以降のレシピにおいて断層幅と平均すべり量が飽和する場合に用いるとされているMurotani et al. (2015)の式に適用下限値があり、その適用下限値を下回るケースであるからといって、債務者が壇ほか(2011)をこれらのケースに適用したことが不合理であるということとはできない。

以上によれば、債務者が、約54 kmケース並びに約130 kmケースの鉛直及び南傾斜モデルで壇ほか(2011)を適用することについて合理性に欠けることはないというべきである。

(c) 入倉・三宅式の適用

i 債務者は、上記(1)イ(イ)c(a)のとおり、断層モデルを用いた手法による地震動評価に用いるスケーリング則について、基本として採用した壇ほか(2011)に加え、断層長さ約54 kmケースについては、入倉・三宅式で算定した地震モーメントとFuji and Matsu'ura(2000)の平均応力降下量を組み合わせて用いる手法を用いている。

債権者らは、入倉・三宅式は、断層の傾斜角が60～90度で、断層のずれが大きい場合に、地震モーメントが他の式と比較して過小評価されるという島崎元委員長代理等からの指摘があり、これによれば、債務者の想定する基本震源モデルの鉛直モデル及び南傾斜(80度)モデルにおいて地震モーメントの過小評価のおそれが高いから、松田式等の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法を採用しなければ保守性に欠ける旨主張する。

ii まず、疎明資料(甲D126, 675, 乙238, 239)及び審尋の全趣旨によれば、入倉・三宅式について、以下の事実が認められる。

入倉・三宅式は、強震動記録や遠地地震記録に基づき、断層面でのすべり分布を線形波形インバージョンで解析し、断層面でのすべり分布が不均質であることを確

認し、これを前提として、震源断層の面積等の活断層の情報から地震モーメントを導き出す経験式であり、上記(b)のとおり、レシピにおける、過去の地震記録などにに基づき震源断層を推定する場合や詳細な調査結果に基づき震源断層を推定する場合（平成28年改訂後修正レシピにおいては、過去の地震記録や調査結果などの諸知見を吟味・判断して震源断層モデルを設定する場合）に地震モーメントを算出する経験式として採用されているものである。

そして、入倉・三宅式の適用結果は、宮腰ほか（2015）によって、入倉・三宅式が発表された平成13年以降に国内で発生した地震の観測データも含めた検証において、調和的であると確認され、平成28年に発生した熊本地震についても、入倉ほか（2016）によって、不均質なすべり分布を想定した震源断層モデルに基づいて算定された結果においては、実際の観測値と整合的であると確認されている。また、熊本地震における検証は、瀬瀬一起東京大学地震研究所教授（以下「瀬瀬」という。）も行っているところ、入倉・三宅式自体に問題はないとされている。

iii 以上のとおり、入倉・三宅式は、震源断層の面積等の活断層の情報から地震モーメントを導き出す経験式であり、その適用結果としても実際の観測値と整合的な結果が得られていて、現在においても、レシピにおける、過去の地震記録などにに基づき震源断層を推定する場合や詳細な調査結果に基づき震源断層を推定する場合（平成28年改訂後修正レシピにおいては、過去の地震記録や調査結果などの諸知見を吟味・判断して震源断層モデルを設定する場合）に用いることとされている経験式であることからすると、入倉・三宅式自体に合理性に欠けるところはないというべきである。

もっとも、債権者らが主張するとおり、島崎元委員長代理等から、入倉・三宅式は、高角度の断層で発生する地震の場合には地震モーメントを過小評価してしまうとの指摘がされているところ（甲C107, D105の1, 2, D311, 312, 314）、入倉・三宅式を提唱した入倉孝次郎も、「地震の揺れの予測に使う場合には、断層面が垂直（鉛直）に近いと地震規模が小さくなる可能性はある」などと述

べていること（甲D418）からすれば、同指摘の内容は入倉・三宅式に内在する問題であるといえることができる。そして、同指摘を行っている中心的な人物である島崎元委員長代理が、平成29年4月24日、名古屋高等裁判所金沢支部で行われた証人尋問において、その過小評価の原因として、断層の面積や長さは事前に推定できる値よりも大きくなってしまふことが多いと述べていること（甲D694。なお、島崎元委員長代理は、従前、高角度の断層で発生する地震に関する入倉・三宅式の地震モーメントの過小評価の原因として、断層の幅を14kmと仮定して、入倉・三宅式を変形して得られる式（地震モーメントを断層長さの2乗に係数を乗じて求める形の式）の係数が、武村（1998）やYamanaka and Shimazaki（1990）の係数の4分の1程度となっていることも挙げていたが（甲D105の1, 2, D311, 312）、これは、事前推定に関する問題と切り離すことができるものではなく、正に事前推定の問題点を表すものとして意味があるとし、それぞれの経験式自体が誤っているというわけではないことを同証人尋問において明らかにしている。）、纏纏も、熊本地震の実例の検証を通して、大地震の震源断層の下端は地震発生層から更に深い部分に及ぶことが多く、また、震源断層の長さは、地表地震断層よりも長いことが多いという傾向があり、事前推定として断層幅や断層長さを短く予測した結果、震源断層の面積を過小評価してしまう旨述べていること（甲D675）からすれば、このような過小評価につながり得る事前推定の問題を踏まえ、断層幅や断層長さを保守的に設定するなどしていない限り、入倉・三宅式から算出された地震モーメントが過小評価となる可能性が存するものと考えられる。

その上で、債務者の断層幅の想定についてみると、債務者は、伊方原発敷地周辺における内陸地殻内地震の発生状況、PS検層、屈折法地震探査の結果及びその他の科学的知見を踏まえて断層幅を設定しており、これが合理的なものであることは上記(ア) b (c)で既に説示したとおりであるし、断層長さについても、約54kmケースにつき、上記(イ)イ(イ) a (b)のとおり、敷地前面海域の断層群について、両端の引張

性ジョグ（断層破壊の末端（セグメントの境界）を示唆する地質構造）の中まで延伸するものと想定して、断層長さ約5.4 kmと想定していることからすると、債務者の想定において、入倉・三宅式が有する上記問題点が実際の地震モーメントの算定過程で発現する可能性は低いものといえる。そうすると、債務者が断層長さ約5.4 kmケースについて、入倉・三宅式を用いて地震モーメントを算定したことが直ちに合理性に欠けるということにはならない。

さらに、債権者らは、上記のとおり、入倉・三宅式における地震モーメントの過小評価のおそれの高さに鑑み、松田式等の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法を採用しなければ保守性に欠ける旨主張するところ、より具体的には次のとおり主張するものである。平成28年改訂後修正レシピが、上記(b)のとおり、震源断層の面積と地震モーメントとの経験的關係式の適用方法につき、従前のレシピにおいては、①過去の地震記録などにに基づき震源断層を推定する場合や詳細な調査結果に基づき震源断層を推定する場合と、②地表の活断層の情報をもとに簡便化した方法で震源断層を推定する場合とで使い分けるとしていたものを、①過去の地震記録や調査結果などの諸知見を吟味・判断して震源断層モデルを設定する場合と、②長期評価された地表の活断層長さ等から地震規模を設定し震源断層モデルを設定する場合というように表現を変更したことについて、その変更の趣旨は、従前のレシピの記載では、詳細な活断層の調査を行えば、①の手法を用いることができ、②の手法はあくまで簡便化した方法にすぎないとの誤解を招いたので、①の方法を用いる場合には併せて②の方法についても検討して比較する必要があることを示すことにあるから、基準地震動策定のように、特に不確かさの考慮が必要な場合には、①のみならず、②の手法、具体的には、断層長さによって気象庁マグニチュードを算出する松田式を用いて気象庁マグニチュードを算出し、これを武村式で地震モーメントに変換して地震規模を算出する手法をも用いなければ保守性に欠け、不合理である旨主張する。

この点、確かに、疎明資料（甲D675ないし678、乙234）によれば、推

進本部地震調査委員会強震動評価部会の部会長である額瀨が、熊本地震の実例の検証を通して、精度よく推定することが困難な震源断層の面積から予測を始める①の手法より、地表地震断層の長さ等から予測を始める②の手法の方が安定的である可能性が高いとして問題提起したことがきっかけとなり、平成28年改訂後修正レシピによる上記表現の変更に至っていることが認められ、また、内容としても、①の手法と②の手法の比較検討を行う方がより保守的な想定を行うという観点から望ましいこと自体は否定できない。しかしながら、上記強震動評価部会の議論の内容や平成28年改訂後修正レシピの内容を見ても、①の手法を用いる前提として②の手法による検証をすることを必要条件としているとは解されないし、結局は、レシピにおいて従前から記載されていた、活断層で発生する地震は、海溝型地震に比べて最新活動時の観測記録が少なく、不確かさが大きくなる傾向にあるため、その不確かさを考慮し、複数の特性化震源モデルを想定することが望ましいという内容、すなわち、複数の震源モデルを検討して不確かさを考慮すべきということと異なった方針を示すものではないと解される。そして、既に説示したとおり、額瀨の問題提起の原因となった事前推定の問題が、債務者の想定における実際の地震モーメントの算定過程で発現する可能性は低いといえることに加え、債務者は、断層長さ約54 kmケースにおいて、入倉・三宅式で算定した地震モーメントを用いるケースのほかに、スケーリング則として壇ほか(2011)を基本としていること、債務者は、断層長さだけを見ても、約480 kmケース、約130 kmケース及び約54 kmケースと複数の震源モデルを検討していること等からすると、約54 kmケースにおける入倉・三宅式で算定した地震モーメントを用いるケースについて、松田式及び武村式を用いた方法との比較検討を行っていないからといって、これのみから債務者による地震動評価が保守性に欠けるということとはできない。

そうすると、債務者が、約54 kmケースについて入倉・三宅式を適用したことに合理性に欠けるところはないというべきである。

c 不確かさの考慮

(a) スケーリング則に内在するばらつき

i 債権者らは、債務者が断層モデルを用いた手法による地震動評価を行うに当たり用いているスケーリング則である壇ほか(2011), Fujii and Matsu'ura (2000), 入倉・三宅式は、いずれも平均値としての地震規模を与えるべく提案された経験式であって、必然的にばらつきを内包するものであり、また、断層モデルを用いた手法は、こういったばらつきのある関係式の組合せによるものである以上、各種パラメータが地震動に与える影響を定量的に評価すべきであるが、債務者は、これを怠っており、十分なばらつきの考慮がされておらず不合理である旨主張する。

ii しかしながら、既に説示したとおり、新規制基準は、経験式から導き出される平均像を用いることによって生じるばらつきを考慮するに当たり、必ずしも経験式が有するばらつきを直接かつ定量的に考慮することを求めるものではない。

そして、債務者は、上記(1)イ(イ)c(a), (b)のとおり、破壊開始点やアスペリティの深さ、断層長さ等については、基本震源モデルに織り込んで保守的な想定をした上で、複数のスケーリング則を併用して地震動評価を行っており、そこで用いた各スケーリング則について合理性に欠けるものでないことも上記のとおりである。加えて、債務者は、スケーリング則適用の過程で用いられるアスペリティの応力降下量等につき、独立した不確かさの考慮を行っている(その程度については、後記(b)において検討する。)

そうすると、債務者においても、震源特性パラメータ等につき、相応の保守的な考慮をしているものといえ、断層モデルを用いた手法による地震動評価を行うに当たり用いているスケーリング則に内在するばらつきにつき、債権者らが主張するような各種パラメータへの定量的な上乘せを行っていないからといって、そのことをもって直ちに債務者による地震動評価が不合理であるということにはならない。

(b) 不確かさの考慮の充分性

i 債務者は、上記(1)イ(イ)c(b)のとおり、地震発生時の環境に左右されて地震の

たびに变化する偶然的な不確かさを有すると考えられる破壊開始点及び調査精度や知見の限界を要因とする認識論的不確かさのうち平均モデルを事前に特定し難いアスペリティの深さや断層長さについては、基本震源モデルに織り込む不確かさとして基本震源モデル設定の段階から保守的な設定をすることとし、他方で、上記認識論的不確かさのうち事前の調査や経験式等に基づいて平均モデルを特定できるとした①アスペリティの応力降下量、②北傾斜モデル、③南傾斜モデル、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、基本震源モデルにそれぞれ独立して重畳させる形で考慮している。

これについて、債権者らは、債務者が事前の調査や経験式等に基づいて平均モデルを特定できるとするパラメータのいずれについても、事前に特定できていないことは疑いがなく、同時に不利な方向にばらつくことは十分に考えられるのであるから、これらの重畳を考慮しないのは、不確かさの考慮としては不十分である旨主張する（なお、上記②北傾斜モデルとの重畳については、後記(エ)との関係で主張するので、後記(エ)において検討する。）。

ii この点、新規制基準（設置許可基準規則解釈及び地震ガイド）は、「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」とし、また、必要に応じた不確かさの組合せによる適切な考慮を行っているかについて、「地震動評価においては、震源特性（震源モデル）、伝播特性（地殻・上部マントル構造）、サイト特性（深部・浅部地下構造）における各種の不確かさが含まれるため、これらの不確かさ要因を偶然的な不確かさと認識論的不確かさに分類して、分析が適切になされていることを確認する」としている（上記(1)アイ) d、乙39）。

これによれば、新規制基準は、地震動評価に際し、不確かさの要因となり得るものについて、全てを重疊的に考慮することを求めるものではなく、各種不確かさの要因を分類、分析して、各種不確かさごとにそれらが重疊して生じる可能性やその程度がどれほどであるかを明らかにし、その上で不確かさの考慮として必要なものを組み合わせて評価することを求めるものと解される。

そうすると、債務者による不確かさの考慮についての上記方針自体は、不確かさの重疊する可能性や程度等に応じた考慮を行おうとするものであって、合理性に欠けるところはないといえる。

もっとも、不確かさの要因となるパラメータそれぞれについて、債務者による分類や考慮の程度が不確かさの考慮として十分であるといえるかは、別途検討すべきであるから、これについて、債権者らの指摘を踏まえて以下検討する。

iii アスペリティの応力降下量（債務者が基本震源モデルに独立して重疊させた不確かさ①）について

債務者は、アスペリティの応力降下量について、独立した不確かさの考慮として、基本震源モデルの1.5倍又は20MPaのいずれか大きい方の値をとった場合（これによれば、スケーリング則として壇ほか（2011）を用いるケースについては20MPa、Fuji and Matsu'ura（2000）に示された応力降下量を用いるケースについては21.6MPa（14.4MPa×1.5）となる。）の評価を行うこととしているところ（上記(1)イ(イ)c(b)ii），債権者らは、アスペリティの応力降下量の不確かさの考慮の程度として1.5倍又は20MPaで足りるとする根拠はなく、債務者によるアスペリティの応力降下量に関する不確かさの考慮は、不十分である旨主張する。

この点、債務者が上記のような考慮を行ったのは、新潟県中越沖地震の震源特性として、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知見（乙25）に基づくものであるところ（上記(1)イ(イ)c(b)ii），これは、新規制基準（地震ガイド）において、アスペリティの応力降下量（短周期レベル）については、新潟県中越沖

地震を踏まえて設定することとしていること（上記(1)ア(イ)c(b)）とも整合するものといえる。そのほかにも、逆断層型の内陸地殻内地震の短周期レベルは横ずれ断層型の内陸地殻内地震に比べて大きくなりやすいとの知見（乙235）や、同知見を踏まえた検討を行った上で、横ずれ断層は逆断層よりも短周期レベルが小さいとして、横ずれ断層では1.5倍を考慮する必要がない可能性があると結論付ける知見（乙237）が存在することも踏まえれば、債務者が鉛直の横ずれ断層であると評価している敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）について、1.5倍という不確かさの考慮が考慮の程度として不合理であるとは直ちにいい難い。

債権者らは、不確かさの考慮として、1.5倍とすることで十分であるか否かについて、複数の専門家によって懸念が示されているとした上で、逆断層型の地震と横ずれ断層型の地震とで短周期レベルに明瞭な違いがないとする知見や、同じ地震モーメントで比較すると、横ずれ断層が逆断層よりも短周期レベルが大きくなるとする知見があると指摘するところ、確かに、疎明資料（甲A21、D302、480、555、557、616）によれば、これに沿う発言や知見が存在する。しかしながら、前者の知見については、逆断層型の地震と横ずれ断層型の地震とで短周期レベルに明瞭な違いがないと指摘するのみで、逆断層型の方が短周期レベルが大きくなりやすいとの知見自体を否定するものではないし、後者の知見についても、同論文の執筆者の1人である佐藤智美自身が、その後の研究において逆断層型の内陸地殻内地震の短周期レベルは横ずれ断層型の内陸地殻内地震に比べて大きくなりやすいとの上記研究結果を発表していること（乙235）からすれば、上記債権者らの指摘を踏まえても、債務者の不確かさの考慮の程度が不十分であるとはいえない。

また、債権者らは、近時の地震では、アスペリティの応力降下量が20MPaを超える地震も珍しくなく、藤原が1.5倍又は25MPaのいずれか大きい方の値を採用すべきと提案していることを踏まえるならば、少なくとも25MPaは不確かさとして考慮すべきと主張し、確かに、疎明資料（甲D132ないし134、5

66, 567の1, 880ないし882)及び審尋の全趣旨によれば, アスペリティの応力降下量が20MPaを超える地震が複数存在すること, 藤原が, 原子力規制委員会発足前の原子力安全・保安院の第2回「地震・津波に関する意見聴取会」において, 新潟県中越沖地震の経験からアスペリティの応力降下量の不確かさとして基本震源モデルの1.5倍とする対応の妥当性について疑問を呈し, 第4回の同聴取会において, 1.5倍又は25MPaのいずれか大きい方の値を採用するという形で不確かさを考慮することを提案したことが認められる。しかしながら, 債務者が基本として用いているスケーリング則である壇ほか(2011)においては, 当然, その基となった地震の中には壇ほか(2011)が既定値として設定するアスペリティの応力降下量を上回る地震も存在すると考えられるところ(乙37), その点も含めて, 壇ほか(2011)のアスペリティの応力降下量の設定に合理性があるといえることは既に上記b(a)iにおいて説示したとおりであり, 不確かさとしてどの程度考慮するかについても, 実際に20MPaを超えるケースが存在するからといって, そこから直ちに20MPa以上の値をもって不確かさとして設定していなければ合理性に欠けることとなるということとはできない(Fujii and Matsu'ura(2000)に示された応力降下量を用いるケースについても同様のことがいえる。)。加えて, 藤原の上記提案についてみても, 疎明資料(甲D550の1, 乙307, 310)及び審尋の全趣旨によれば, 同提案を受けた第5回の同聴取会において, 事務局案として, 1.5倍又は「〇〇MPa」の大きい方の値とし, 「〇〇MPa」とする部分については断層のずれのタイプや地域特性等を考慮した検討が必要との案が示されるなどしたこと, その後, 第7回の同聴取会において, 応力降下量について1.5倍又は20MPaの大きい方という内容の整理案が示されたこと, 以上の事実が認められるのであり, 同聴取会の総意として1.5倍又は25MPaの大きい方の値を不確かさの考慮として採用するのが相当とされたとはいいい難く, その検討結果を引き継いだ上で策定された新規制基準においても, 具体的な数値の明記はされずに, アスペリティの応力降下量については, 新潟

県中越沖地震を踏まえて設定されていることを求めるにとどまっていることからすれば、藤原の提案する値を下回っているからといって直ちに合理性を欠くものということはできない。そして、逆断層型の内陸地殻内地震の短周期レベルは横ずれ断層型の内陸地殻内地震に比べて大きくなりやすいという上記知見を踏まえるならば、債務者が横ずれ断層である敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の地震の不確かさの考慮の下限として2.0MPaと設定したことについては、新潟県中越沖地震を踏まえた相応の合理性を有するものといえることができる。

そうすると、債務者がアスペリティの応力降下量について、不確かさの考慮として1.5倍又は2.0MPaのいずれか大きい方の値をとるとしたことが合理性に欠けるといえることはできない。

iv 南傾斜モデル（債務者が基本震源モデルに独立して重畳させた不確かさ③）

債務者は、断層傾斜角について、独立した不確かさの考慮として、南に80度傾斜させた場合の評価を行うこととしているところ（上記(1)イ(イ)c(b)ii）、債権者らは、横ずれに逆断層成分が混じった南傾斜80度については、その可能性が十分高いと考えられるから、少なくとも他と重畳させる不確かさ、すなわち、基本震源モデルと考える必要がある旨主張する。

この点、債務者が、断層傾斜角の想定について、各種の調査の結果や推進本部による知見を踏まえ、地震学的な観点、変動地形学的な観点、地球物理学的な観点を総合して鉛直（90度）と評価したこと、その評価に合理性が認められることは、上記(ア)aにおいて説示したとおりである。そうすると、債務者が南傾斜の可能性が有意に小さいと考え、これを基本震源モデルに独立して重畳させた不確かさとし、不確かさの考慮の程度としても、南傾斜80度としたことが合理性に欠けるとはいえない。

v 破壊伝播速度（債務者が基本震源モデルに独立して重畳させた不確かさ④）

債務者は、破壊伝播速度について、独立した不確かさの考慮として、基本震源モデルにおける $V_r = 0.72 V_s$ を、断層長さ約480kmケース及び約130k

mケースについて $V_r = V_s$ ，断層長さ約54 kmケースについて $V_r = 0.87 V_s$ とした場合の評価を行うこととしているところ（上記(1)イ(イ)c(b)ii），債権者らは，債務者が基本震源モデルにおいて設定している $V_r = 0.72 V_s$ も，レシピにおいて，近年の研究では，これよりも大きめの値が得られるなどと指摘され，専門家の一致を得ていないこと，また，長大断層で V_s を超える事例があるとされていることからすると，債務者による上記不確かさの想定は不十分である旨主張する。

この点，債務者は，レシピに従って，基本震源モデルにおける破壊伝播速度を $V_r = 0.72 V_s$ と設定しているところ（乙31），レシピにおいては，破壊伝播速度は，特に震源域の詳しい情報がない限り， $V_r = 0.72 V_s$ の経験式により推定するとされ，注記として，近年の研究では，同経験式よりも大きめの値が得られており， $V_r =$ 約 $0.8 V_s$ という結果を示す知見の存することが指摘されているが，これは，平成21年改訂レシピの頃には既に付されていたものであり，平成29年4月27日に策定された最新の改訂版である平成29年改訂レシピにおいても，基本として $V_r = 0.72 V_s$ を用いるとすることに変更を加えていない（甲D679，乙38，234）。

そうすると，債務者が，レシピを基に，破壊伝播速度が実際に $0.72 V_s$ を超える可能性が有意に小さいと考え，これを基本震源モデルに独立して重畳させた不確かさとして考慮したことが合理性に欠けるとはいえない。また，不確かさの考慮の程度としても，債務者は，長大断層で破壊伝播速度が V_s を超える事例報告があることを踏まえ，断層長さ約480 kmケース及び約130 kmケースについては，波が重なって厳しい評価となると考えられる $V_r = V_s$ を，断層長さ約54 kmケースについては，宮腰ほか（2003）の知見を踏まえた標準偏差 1σ を考慮した $V_r = 0.87 V_s$ を用いるとしているのであって（乙31（24頁）），これらは，レシピの注記で示されている知見よりも厳しい想定をするものであることからすれば，債務者による不確かさの考慮が合理性に欠けるものとはいえない。

vi アスペリティの平面位置（債務者が基本震源モデルに独立して重畳させた不

確かさ⑤)

債務者は、アスペリティの平面位置について、独立した不確かさの考慮として、伊方原発敷地正面のジョグにアスペリティを配置した場合の評価を行うこととしているところ(上記(1)イ(i)c(b)ii), 債権者らは、基本震源モデルにおける配置を含め、断層上端の地質調査結果を基に敷地への影響も考慮して配置するか、敷地正面のジョグに配置するかの僅か2パターンしか設定しておらず、検討として不十分である、また、アスペリティの平面位置について詳細な地質調査を行えば信頼性の高い情報が得られるというのは誤りであるから、敷地近くにアスペリティを配置するケースを基本震源モデルとすべきである旨主張する。

この点、債務者は、敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯)が属する四国北西部の中央構造線断層帯では、活断層の屈曲、分岐、雁行などの形状の上での非単調な構造であるジョグが各所に見られること、伊方原発の敷地のほぼ正面にも伊方沖引張性ジョグというジョグが存在することを確認し、Elliott et al. (2009), 岩城ほか(2006)(乙317), 杉山(2003)(乙318)等の知見に基づき、ジョグでは横ずれ変位量が減少するといえること、また、地表変位量とアスペリティ分布に密接な関係がある(変位量が大きい範囲にアスペリティが分布している)といえることを踏まえ、基本的にはジョグ以外の部分にアスペリティがあると考えられるとして、基本震源モデルにおいては、ジョグ以外の部分で保守的な、敷地に近い箇所にアスペリティを設定することとしている(乙245)。

このようなことからすると、債務者は、複数の知見を基に、ジョグでは横ずれ変位量が少なく、アスペリティの存在が想定し難いと評価したものといえ、債務者が、アスペリティが伊方沖引張性ジョグに存在する可能性が有意に小さいと考え、伊方原発敷地から最も近い位置となる敷地正面のジョグにアスペリティを配置することにつき、基本震源モデルに織り込む不確かさではなく、独立して重畳させた不確かさとして考慮したことが、不合理であるとはいえない。

確かに、ジョグ又はその周辺で変位量が高い事例があることを指摘し、ジョグに

アスペリティがある可能性があるという知見（甲F110）も存するところであるが、同知見は、その可能性の方が高いとまでは指摘するものではないこと、債務者による基本震源モデルも、ジョグ以外の区間で敷地に厳しい（近い）位置又は地表変位量の大きい位置に配置していること（乙31）、また、債務者は、上記のようにジョグにアスペリティは存在しないと評価しながらも、伊方沖引張性ジョグのある敷地正面にアスペリティを配置するケースを独立した不確かさとしてではあるが考慮することとしていることからすると、上記知見によっても、債務者による不確かさの考慮の合理性が欠けるとまではいえない。

d 地震動評価

(a) 債務者は、上記(1)イ(イ)c(d)のとおり、地震動を評価するに当たって、震源から伊方原発敷地直下までの地震波の伝播過程の評価に用いるグリーン関数について、経験的グリーン関数法における要素地震として海洋プレート内地震である安芸灘の地震（2001年、M5.2）を選定し、これを基に経験的グリーン関数を設定し、統計的グリーン関数法と比較の上、経験的グリーン関数法を地震動評価に用いている。

これについて、債権者らは、経験的グリーン関数の要素地震として敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）から発生する内陸地殻内地震とは全く性質が異なるスラブ内地震（海洋プレート内地震）である安芸灘の地震（2001年、M5.2）1つのみを選定していることは、レシピが経験的グリーン関数法について「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」としていることに明らかに反しており、過小評価を導くおそれが高く不合理である旨主張する。

(b) この点、上記(1)イ(イ)c(d)及び疎明資料（乙31）によれば、債務者は、要素地震として、伝播特性を勘案し、伊予灘側に震源がある地震であり、長周期信頼限界が周期5秒まで確保できる記録があるかとの観点から安芸灘の地震（2001年、M5.2）を選定し、同地震と検討用地震である敷地前面海域の断層群（中央構造

線断層帯)による地震との発生位置の違いを踏まえ、本来の震源位置から想定する断層面内に幾何減衰と内部減衰を考慮して距離の補正をし、さらに、同地震が敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯)による地震とは媒質の異なるスラブ内地震(海洋プレート内地震)であることから、密度やせん断波(S波)速度を考慮して壇・佐藤(1998)によりスラブ内から内陸地殻内の媒質への補正を行った上で、経験的グリーン関数を設定したこと、また、地震動評価を行うに先立ち、上記のようにして得られた経験的グリーン関数法と統計的グリーン関数法による評価を比較した結果、原子炉压力容器、蒸気発生器等の主要な設備の固有周期が属する周期0.1秒付近の地震動に着目すると、経験的グリーン関数法による評価の方が厳しかったことから、経験的グリーン関数法を地震動評価に用いることとしたこと、以上の事実が認められる。

上記のような債務者の要素地震の選定及び補正は、レシピの「経験的グリーン関数法は、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である。……ただし、予め評価地点で適当な観測波形が入手されている必要がある。」との記載(乙38、乙234)に反しているとはいえ、むしろ、上記補正を行うことで、適当な観測波形を入手したと評価することができ、債務者が安芸灘の地震(2001年、M5.2)を要素地震として経験的グリーン関数を設定したことは、レシピの趣旨にも沿うものといえる。また、このようにして得られた経験的グリーン関数を用いて地震動を評価したことについても、原子炉压力容器、蒸気発生器等の主要な設備の固有周期付近において厳しい評価を与えたのが経験的グリーン関数法であったことからすれば、債務者のグリーン関数法の適用に合理性に欠けるところはないというべきである。

なお、債権者らは、約480kmケースの南北方向の周期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いるのであるから、再検討を行った上、ばらつきの考慮を行う必要があ

るとも主張する。しかしながら、債務者は、経験的グリーン関数法の結果には基となった要素地震の特徴が反映されることに起因して、債務者の実施した経験的グリーン関数法による地震動評価においても南北方向の地震動の長周期側において比較的小さく地震動が評価されたことから、工学的な判断として、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いケースについて、東西方向と南北方向の地震動を入れ替えたケースを想定して基準地震動 $S_s - 2 - 8$ として策定しているのであるから(上記(1)イ(エ)a)、この点の債権者らの指摘を踏まえても、債務者のグリーン関数法の適用に関する合理性が否定されるものではない。

(エ) 中央構造線断層帯の長期評価の改訂による影響

a 債務者は、上記(1)イ(イ)b(a)、c(a)のとおり、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)の基本震源モデルを設定するに当たり、中央構造線断層帯の長期評価(地震調査委員会(2011))を参照しているところ、推進本部は、平成29年12月19日付けで、概要、以下の改訂内容を含む地震調査委員会(2017)を公表した(乙426。甲D861も同じ)。

(a) 区間の追加及び再整理

地震調査委員会(2011)においては、中央構造線断層帯の活動区間は全6区間、全長約360kmとされていたところ(乙33)、上記改訂後の地震調査委員会(2017)では、「中央構造線断層帯(金剛山地東縁-和泉山脈南縁)における重点的な調査観測」(MTL重点調査, 2016)や「別府-万年山断層帯(大分平野-由布院断層帯東部)における重点的な調査観測」(別府重点調査, 2017)などの調査結果に基づき、構成断層の再評価や活動区間の再編を行い、その結果、地質構造が連続していることを根拠に別府-万年山断層帯の別府湾から大分県由布市湯布院町までの活断層を中央構造線断層帯の一部とみなし、これを活動区間として追加するとともに、全体を10の活動区間(①金剛山地東縁区間、②五条谷区間、③根来区間、④紀淡海峡-鳴門海峡区間、⑤讃岐山脈南縁東部区間、⑥讃岐山脈南縁

西部区間，⑦石鎚山脈北縁区間，⑧石鎚山脈北縁西部区間，⑨伊予灘区間，⑩豊予海峡－由布院区間。全長約444 km)に再区分した(乙426(11, 27頁))。

なお，これに伴い，敷地前面海域の断層群を含む区間は，従前の石鎚山脈北縁西部－伊予灘の約130 km区間であったものが，上記⑨伊予灘の約88 kmの区間となった(乙426(11頁)，審尋の全趣旨)。

(b) 中央構造線断層帯の断層の深部の傾斜角に関する記載の追加

中央構造線断層帯の断層深部の傾斜角について，地震調査委員会(2011)においては明確な記載はなかったところ，上記改訂後の地震調査委員会(2017)では，上記⑤讃岐山脈南縁東部区間を除き，十分な研究成果が得られていないのが現状であるとしつつ，それまでに指摘された中角度及び高角度の根拠を整理し，改訂時点での中央構造線断層帯の深部における傾斜角の評価を加えることとした。その結果，同時点においては中角度及び高角度のいずれも論拠が複数あるため，両論を併記することとしたが，以下のような考察に基づき，中角度(北傾斜40度)の可能性が高いとの判断をした。すなわち，高角とされる中央構造線断層帯と地下深部まで中角とされる地質境界線としての中央構造線との関係につき，公表されている多数の反射法地震探査断面を見ても，高角である中央構造線断層帯が下方において中角である中央構造線を切断していることを示す事実が確認されていないこと，横ずれ運動が卓越しているとされる中央構造線断層帯において，中角である中央構造線が横ずれ卓越の運動を担えるかという問題について，中央構造線は数千万年間以上にわたって断層活動を行ってきたと推測され，断層の強度や摩擦係数等が他の断層よりも小さいと想像されることから中角と想定しても矛盾はないこと，また，400 km以上にわたる中央構造線に平行してごく近傍にのみ活断層帯が随伴する事実からは，中角である中央構造線の活動に伴って浅部における活断層としての中央構造線断層帯が形成・成長しているという考え方が整合的であるといえるから，地下深部における断層の傾斜角について中角の可能性が高いとするものである。もっとも，今後，中央構造線断層帯の深部における傾斜角について更なる調査を実施

する必要があり、その結果に基づいて、断層深部の傾斜角を見直す可能性があることには留意すべきとされている。(乙426(31~33頁))

(c) 想定される将来の地震規模の算出方法の変更

地震調査委員会(2011)は、想定される将来の地震規模を算出する方法について、Kanamori(1977)において提案された式を用いて、断層長さ、断層面の幅及び平均すべり量を乗じて地震モーメントを算出し、次いでモーメントマグニチュードを算出していたところ(乙33(77~78頁))、上記改訂後の地震調査委員会(2017)では、原則として、活動区間の地震規模(気象庁マグニチュード)を松田式から求め、これを武村式で地震モーメント(M_0)に換算し、さらに、上記Kanamori(1977)の式を用いてモーメントマグニチュード(M_w)を算出することとし、例外的に、震源断層の面積が約 1800 km^2 を超える場合(⑥讃岐山脈南縁西部区間(断層長さ約 82 km)及び⑨伊予灘区間(断層長さ約 88 km)において断層傾斜角につき中角(40度)を想定した場合並びに中央構造線断層帯全体の地震規模を求める場合)については、Murotani et al.(2015)の式を用いて断層面積(中央構造線断層帯全体の地震規模を算出する場合は各区間の断層面積の総和)から地震モーメント(M_0)を求め、その上で、上記Kanamori(1977)の式を用いてモーメントマグニチュード(M_w)を算出している(乙426(72~73頁))。

その結果、中央構造線断層帯全体が活動した場合(断層長さ約 444 km)における地震規模(M_w)につき $M_w 8.0$ (地下深部の傾斜角につき中角の場合。高角の場合は $M_w 7.8$)と算定している(乙426(72~73頁))。

b 以上のような中央構造線断層帯の長期評価の改訂を踏まえ、債権者らは、次のとおり種々主張するので、以下検討する。

(a) 地震調査委員会(2017)が示す伊予灘区間を基にした地震動評価の必要性

i 債権者らは、改訂後の中央構造線断層帯の長期評価は、上記のとおり、伊方

原発直近の活動区間を、伊予灘の約88kmの区間とし、その断層傾斜角については中角度（約40度）の可能性が高いという評価をしているのであるから、債務者は、これに従い、断層長さ約88km、北傾斜40度というケースを基に松田式及び耐専式を適用した場合の具体的な地震動評価結果を提示すべきであり、それをしない以上、債務者の、本件原発の安全性に欠けるところがないことの疎明は尽くされていないというべきである旨主張する。

ii 債権者らの主張は、要するに、債務者の応答スペクトルに基づく地震動評価において、断層長さ約88km、北傾斜40度を前提に、気象庁マグニチュード、等価震源距離を設定し、これに耐専式を適用すべきことをいうものと解される。

しかしながら、上記(1)イ(イ)c(c)のとおり、債務者は、応答スペクトルに基づく地震動評価において、断層長さ約130kmケースや約69kmケースの各北傾斜モデルについて、本来の適用範囲外ではあるが耐専式を適用し、さらに、保守的に評価するという観点から、内陸補正を行わずに評価しているのであるから、断層長さ約88km、北傾斜40度のケースは、基本的にこれに含まれていると考えられる。また、同ケースにおいては、気象庁マグニチュードがM8.1、等価震源距離が21km程度になると試算されるところ（審尋の全趣旨）、疎明資料（乙31（111、126頁））によれば、その場合の等価震源距離は「極近距離」よりも近傍となることが明らかであり、約130kmケースや約69kmケースの各北傾斜モデルと同様に、耐専式の適用範囲を外れると考えられる。そうすると、改めて約88kmケースについて耐専式の適用を行わなくても、債務者による地震動評価の合理性は失われないというべきである。

(b) 地震規模の想定についての地震調査委員会（2017）との比較

i 改訂後の中央構造線断層帯の長期評価は、Murotani et al.（2015）の式を地震モーメントを算定するための式として採用し、中央構造線断層帯全体が活動した場合（断層長さ約444km）におけるモーメントマグニチュードにつきMw8.0と算出しているところ、債権者らは、これと比較して、債

債務者の応答スペクトルに基づく地震動評価における約480kmケースのモーメントマグニチュードはMw7.9と非保守的である、また、債務者の断層長さ約130kmケースにMurotani et al. (2015)を用いてモーメントマグニチュードを算定するとMw7.6となる、これとの関係でも債務者の応答スペクトルに基づく地震動評価における同ケースのモーメントマグニチュードはMw7.5と非保守的である旨主張する。

ii この点、疎明資料(乙31(52, 54, 76~77, 81, 126~129頁))によれば、債務者は、地震規模の想定として、約480kmケースにつき、応答スペクトルに基づく地震動評価においてMw7.9、断層モデルを用いた手法による地震動評価において、壇ほか(2011)を用いた鉛直モデルMw7.7、北傾斜モデルMw8.0、南傾斜モデルMw7.8、Fuji and Matsu'ura(2000)の手法を用いたケースMw8.0とそれぞれ設定し、約130kmケースにつき、応答スペクトルに基づく地震動評価においてMw7.5、断層モデルを用いた手法による地震動評価において、壇ほか(2011)を用いた鉛直モデルMw7.4、北傾斜モデルMw7.8、南傾斜モデルMw7.4、Fuji and Matsu'ura(2000)の手法を用いたケースMw7.5とそれぞれ設定していることが認められる。

確かに、応答スペクトルに基づく地震動評価において設定しているモーメントマグニチュードの値のみを取り上げれば、地震調査委員会(2017)の想定する地震規模より非保守的であるかのように思われるが、債務者による断層長さ約480kmケースと地震調査委員会(2017)の中央構造線断層帯全体が活動した場合(断層長さ約444km)の長さの違いなどから単純な比較はできないし、モーメントマグニチュードの値で0.1の差異にとどまり、債務者が設定している地震規模(モーメントマグニチュード)が直ちに過小なものとはいえない。

また、上記のとおり、地震調査委員会(2017)は、震源断層の面積が約1800km²を超える場合の地震モーメントを算出するための経験式として、断層面積

をパラメータとして用いているMurotani et al. (2015)の式を採用していることからすると、債務者が設定した値のうち比較対象とすべきは、断層面積をパラメータとして用いる断層モデルを用いた手法で、かつ、北傾斜モデルであると考えられるところ、これと比較すれば、債務者の設定値は同等又は大きな値となっているといえることができる。

そうすると、この点の債権者らの主張を踏まえても、債務者による地震規模の想定が保守性に欠けるということにはならない。

(c) 断層モデルを用いた手法における不確かさの考慮の充分性

i 債権者らは、改訂後の中央構造線断層帯の長期評価が、上記のとおり、中央構造線断層帯の地下深部の断層傾斜角につき中角度(約40度)の可能性が高い、すなわち、北傾斜の可能性が高いという評価を示すに至っていることからすれば、同改訂以降は、債務者の断層モデルを用いた手法における北傾斜モデルについて、鉛直モデルと同様、その他の不確かさと重ね合わせて評価すべきである旨主張する。

ii この点、上記(ウ)c(b)のとおり、新規制基準は、地震動評価に際し、不確かさの要因となり得るものについて、各種不確かさの要因を分類、分析して、各種不確かさごとにそれらが重畳して生ずる可能性やその程度がどれほどであるかを明らかにし、その上で不確かさの考慮として必要なものを組み合わせて評価することを求めるものと解される。

そして、債務者が、断層傾斜角を想定するに当たり、西日本では横ずれ断層型の地震が多く発生するとされており、近年の伊方原発敷地周辺で発生した地震の多くも横ずれ断層型であること、敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯)の分布域を見ても横ずれ断層変位に伴って形成された地溝やバルジが交互に並び、その長軸方向が非常に直線的な配列を示していること、アトリビュート解析の結果、堆積層中に見られる高角度の活断層の下方で、北傾斜する地質境界断層が高角度の断層によって変位を受けている可能性を示唆する結果が得られたこと等を総合し、敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯)は、鉛直の横ずれ断層であると評価したこと、

そのような評価結果が合理的なものと認められることは上記(ア) a において説示したとおりであり、上記のとおり、地震調査委員会（2017）において、断層深部の傾斜角に関し、中角の可能性が高いとの記載がされたことを踏まえても、依然として高角の記載が中角と併記の形で残されていることや、世界でこれまでに生じた大地震のメカニズムや力学的見地から、活動度の高い横ずれ断層が中角度で活動した事例はなく、更なる検討を要すると地震調査委員会（2017）にも記載されていること（乙426（61頁））等をも考慮すれば、その評価内容の合理性が直ちに失われるものではないというべきである。

もっとも、その不確かさが重畳して生ずる可能性や程度との関係においては、推進本部に設置された地震調査委員会の検討結果としてとりまとめられた地震調査委員会（2017）において両論検討の上、中角の可能性が高いと判断されたことは軽視できるものではなく、この点の不確かさ（中角での北傾斜の可能性）については、その要因を分析の上、重畳の要否につき十分な検討がされる必要がある。

その上で、地震調査委員会（2017）における断層深部の傾斜角についての評価の根拠となった点を見てみると、上記のとおり、横ずれ運動が卓越しているとされる中央構造線断層帯において、中角である中央構造線が横ずれ卓越の運動を担えるかという問題との関係で、中央構造線は数千万年間以上にわたって断層活動を行ってきたと推測され、断層の強度や摩擦係数等が他の断層よりも小さいと想像されることを中角の可能性が高いことの根拠の1つとして挙げている。そして、断層の強度や摩擦係数等が他の断層よりも小さいとすれば、そこから生ずる地震の応力降下量は相当程度小さいものとなることが予測される。

そうすると、北傾斜の可能性が相当程度考えられるにしても、鉛直モデルと同様に、応力降下量等その他の不確かさと重ね合わせた評価を行う必然性はないといえ、この点の重ね合わせを行っていないからといって、債務者による地震動評価が合理性に欠けることにはならないというべきである。

(d) 震源が敷地に極めて近い場合の地震動評価



i 改訂後の中央構造線断層帯の長期評価には、「三波川帯と領家帯上面の接合部以浅の中央構造線も活断層である可能性を考慮に入れておくことが必要と考えられる。伊予灘南縁，佐田岬半島沿岸の中央構造線については現在までのところ探査がなされていないために活断層と認定されていない。今後の詳細な調査が求められる。」といった記載があるところ（乙426（31頁）），債権者らは，ここに記載された三波川帯と領家帯上面の接合部以浅の中央構造線は，設置許可基準規則解釈別記1の3及び地震ガイドにいう「将来活動する可能性のある断層等」に該当するといえ，設置許可基準規則解釈別記2の5及び地震ガイドがいう「震源が敷地に極めて近い場合」に該当し，これを考慮した評価を行う必要があるところ（上記(1)ア(イ)e(a)），債務者はこれを行っておらず，不合理である旨主張する。

ii この点，債務者が，震源断層に関し，地形調査，深部ボーリング調査・地表地質調査，海上音波探査，エアガン海上音波探査・屈折法探査，重力測定等の各種の調査を行い，その結果，地下2kmよりも浅い比較的軟らかい堆積層に分布する活断層が地下深部に向かうにつれ，伊方原発敷地の沖合約8kmの地点に存する三波川変成岩類と領家花崗岩類との会合部へ収斂していることを確認の上，この会合部の下に震源断層があると推定し，断層から敷地までの距離を約8kmと設定したこと，そのような評価結果が合理的なものと認められることは上記(ア)aにおいて説示したとおりである。

加えて，疎明資料（乙439，440）及び審尋の全趣旨によれば，債務者は，原子力規制委員会から，敷地前面の海底の凹みについて音波探査記録を提示するよう要請され，その回答として，音波探査記録を開示するとともに，伊予灘では，債務者，国土地理院，大学研究グループ，産業技術総合研究所といった各種機関による海上音波探査が実施されており，それらのデータを総合的に評価した七山ほか（2002）を含め，いずれも沖合に海底活断層を示しはするものの，佐田岬半島沿岸部には活断層を示していないとの回答を行ったこと，原子力規制委員会は，同回答をも踏まえて適合性判断を行ったこと，上記地震調査委員会（2017）における

記載がされるに至った経緯につき、地震調査委員会長期評価部会の委員であり、中央構造線断層帯の長期評価の改訂に携わった奥村晃史は、上記回答に係る債務者の音波探査の結果について見落としのまま一部委員から主張された意見が付随的に記載されたにすぎない旨述べていること、以上の事実が認められる。

これらによれば、債務者は、相応の調査を行った結果として佐田岬半島沿岸部において震源断層となる活断層はないと判断し、原子力規制委員会もその点についての補足説明を債務者に行わせた上で適合性判断を行っているといえ、上記地震調査委員会（2017）の記載は、上記調査結果を踏まえてもなお当該場所に活断層が存在する可能性があるとする根拠を示すものとはいえないから、直ちに活断層の評価に係る債務者の想定が合理性に欠けるとか、それに関する原子力規制委員会の判断に過誤、欠落があるということにはならないというべきである。

エ 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）

(ア) 基本震源モデルにおける地震規模の想定

債務者は、上記(1)イ(i)a(c), b(b), d(a)のとおり、検討用地震の候補として、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（1909年の地震をスライドさせたもの, M7.3）、日向灘の浅い地震（1769年の地震をスライドさせたもの, M7.4）及びアウターライズ地震（2004年紀伊半島沖地震をスライドさせたもの, M7.4）を選定した上で、Zhao et al.（2006）の方法により求めた応答スペクトルの比較を行い、また、世界で起きた大規模な地震に関する知見も踏まえ、敷地への影響が最も大きいと考えられる地震として、1649年安芸・伊予の地震（M6.9）を検討用地震に選定し、これを基に、地震発生位置と地震規模の不確かさをあらかじめ織り込むこととし、当該地域の既往最大規模と評価した1854年伊予西部の地震（M7.0）相当の断層面を伊方原発敷地下方に設定した想定スラブ内地震を基本震源モデルとしている。

これについて、債権者らは、スラブ内地震は認識論的不確かさがプレート間地震

よりも大きい上、短周期成分が多く、応力降下量が高いことから、地震規模の想定についても十分に余裕をもった慎重な配慮を行うべきであり、債務者の基本震源モデルにおける地震規模の想定は過小である旨主張するので、以下検討する。

a 全国地震動予測地図との比較

(a) 債権者らは、推進本部作成の「全国地震動予測地図2014年版 付録-1」では、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M8.0とされていることや、国内における観測記録として、1994年北海道東方沖地震（M8.2）や1911年奄美大島近海の地震（M8.0）が存在することを踏まえるならば、本件原発の基準地震動策定上の海洋プレート内地震のマグニチュードは少なくともM8.0を基本とすべきである旨主張する。

(b) この点、疎明資料（甲D92（119～120頁）、乙157）によれば、「全国地震動予測地図2014年版 付録-1」には、伊方原発敷地が属する安芸灘～伊予灘～豊後水道の領域における、フィリピン海プレートの震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大マグニチュードをM8.0とする旨の記載が存在すること、このような記載は、推進本部が平成25年12月20日付けで作成した「今後の地震動ハザード評価に関する検討～2013年における検討結果～」において、従来のモデルが、1968年愛媛県西方沖地震を根拠に安芸灘～伊予灘～豊後水道の領域における最大マグニチュードをM6.6としていたのを、1911年奄美大島近海の地震と同程度の地震が発生し得ると仮定して最大マグニチュードをM8.0とすることに変更したことを受けたものであること、以上の事実が認められる。

一方、債務者は、平成25年10月30日の原子力規制委員会の審査会合において、原子力規制委員会から、1911年奄美大島近海の地震が敷地周辺には想定されない理由を整理することを求められ、これに対し、平成26年3月12日付けで、1911年奄美大島近海の地震は、従前の研究によれば、喜界島付近の深さ100km程度（ないし140km程度）で発生したやや深いプレート内地震とされていたが、最新の研究（後藤（2013））では、喜界島の南方およそ30kmに位置す

る震央付近でのプレート境界の深さは10 km程度であり、深さ100 kmで地震が発生することは現在の地震学の常識では考えにくく、フィリピン海プレート内で発生した可能性は小さいと結論付けられていることに基づき、1911年奄美大島近海の地震は伊方原発敷地周辺の海洋プレート内地震に想定されないこと、仮に、1911年奄美大島近海の地震が海洋プレート内地震であったとしても、地震発生機構について、九州－琉球列島地域では、トカラ海峡を境にしてその北側と南側では、深発地震面（層）の形状や稍深発地震の発震機構に顕著な差異があるとされていること、テクトニクスについても、北部琉球と南部琉球では背弧拡大のメカニズムが全く異なること、プレート構造も、1911年奄美大島近海の地震が属する琉球海溝のプレートと伊方原発敷地周辺のプレートは発生年代が異なり（敷地周辺：20 Ma，九州－北部琉球：48 Ma，南部琉球：45 Ma），1911年奄美大島近海の地震が属する九州パラオ海嶺の方が厚いなどの違いがあること、地震発生層の深さも、敷地直下で想定すべきは比較的浅部であることなど様々な違いが存することからすると、1911年奄美大島近海の地震は伊方原発敷地周辺には想定されないとの回答を行っている（乙159）。

上記債務者の回答のうち、1911年奄美大島近海の地震がプレート間地震であることを理由に、海洋プレート内地震の地震動を策定するに際して同地震を想定外とするとの点については、推進本部において、上記後藤（2013）の発表以降、1911年奄美大島近海の地震がプレート間地震であるとの見解に変更したことを示す疎明資料は認められず（推進本部作成の「日本の地震活動 改訂版ドラフト」（平成27年1月30日更新版）（乙320）には、同地震が、最近の研究によれば、震源域の位置が浅いプレート間地震という考えが有力視されているとの記載が存するが、この記載のみからは、推進本部が同地震をプレート間地震であると結論付け、従前の見解に変更を加えたものとまでは認められない。）、上記後藤（2013）の知見が定説となっていることを示す疎明資料も認められないことからすれば、疑問なしとはしない。

もつとも、債務者は、1911年奄美大島近海の地震が海洋プレート内地震であっても、地震発生機構やテクトニクス的背景、プレート構造の違いが存するとしているところ、新規制基準（地震ガイド）が、海洋プレート内地震についても、検討用地震を選定し、選定した検討用地震ごとに、不確かさを考慮して地震動評価を行うこととし、検討用地震の選定に当たっては、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て震源領域の設定を行った上での検討を求めることとしていること（上記(1)ア(イ)）からすれば、債務者のこの点に関する検討は、新規制基準（地震ガイド）の趣旨に沿った検討を行うものであるということができ、その検討内容についても特段不合理な点は見受けられない。これに加え、推進本部は、1911年奄美大島近海の地震と同程度の地震が発生し得ると仮定して設定した地震規模M8.0について、それが領域区分ごとに領域の面積に比例した値を設定するにとどまるものであり、現時点ではあくまで暫定値であるとしていること（甲D92（384頁））、また、推進本部は、同仮定に当たって、断層面として80km×80kmの矩形断層面を配置しているところ（甲D92（113頁））、これは、フィリピン海プレートの厚さ（敷地周辺のフィリピン海プレートの厚さは、30km程度とされ、九州の沈み込んだプレートにおいても50km程度とされる。乙321）との比較からして、プレート内に収まり難い断層面を想定するものであること（審尋の全趣旨）をも踏まえれば、債務者が「全国地震動予測地図2014年版 付録-1」に記載されたM8.0を基本として採用しなかったことが合理性に欠けるものということとはできない（なお、1994年の北海道東方沖地震（M8.2）については、地震の発生機構及びテクトニクス的背景の類似性を認めるに足りる疎明資料はないから、これを踏まえていないからといって、同評価が左右されるものではない。）。

b その他の近海の歴史地震の排除

(a) 債権者らは、債務者は、伊方原発敷地周辺のフィリピン海プレート内の歴史地震として、M7.3以上のスラブ内地震（具体的には、1909年宮崎県西部の

地震 (M7. 3), 1769年日向・豊後の地震 (M7. 4), 2004年紀伊半島沖地震 (M7. 4)) の発生を認めつつも, 同様の地震は敷地の直下では起きないとしてこれらの地震を検討用地震に選定していないが, 地震規模をM7. 4とした場合でも, 債務者が行ったものと同様の不確かさの考慮をすれば, 基準地震動650ガルを上回る可能性が高いのであるから, これらを排除して地震動評価を行うのは相当でない旨主張する。

(b) この点, 債務者は, 上記各歴史地震をスライドさせた地震を含めて検討用地震の候補となる地震として選定した上で, 敷地への影響が最も大きいと考えられる地震として, 1649年安芸・伊予の地震 (M6. 9) を検討用地震に選定し, さらに, 1854年伊予西部の地震 (M7. 0) 相当の断層面を伊方原発敷地下方に設定した想定スラブ内地震を基本震源モデルとしているところ, 距離減衰式を用いて応答スペクトルを比較し, 伊方原発敷地への影響の程度を検証するなどといった検討用地震の選定の過程に特段不合理な点は見当たらない。むしろ, 疎明資料 (甲D92 (111, 120頁), 乙159 (59, 62頁)) によれば, 推進本部は, 地域区分ごとの最大マグニチュードを設定するに当たり, 債権者らが指摘する上記地震のいずれについても, 伊方原発立地地点とは別の地域区分で生じた地震と分類していることが認められるのであり, これによれば, 債権者らが指摘する上記各歴史地震を伊方原発敷地の直下で起きるものとしては考慮していないことが, 検討用地震の選定に当たって, 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て震源領域の設定を行った上での検討を求める新規制基準に反するものともいえない。

そうすると, 債務者が, 債権者らが指摘する地震を検討用地震として選定していないからといって, それが合理性に欠けるということとはできない。

c 想定スラブ内地震の地震規模の想定に用いた1854年伊予西部の地震の地震規模の評価

(a) 債権者らは, 債務者が基本震源モデルとした想定スラブ内地震の地震規模の

想定に用いた1854年伊予西部の地震の地震規模M7.0は、神田ほか(2008)の推定結果によるものであるところ、これは7人の共著者のうち4人までが債務者の従業員であるなど恣意的に作成された疑いがあり、その解析手法についても一般的な支持が得られたものではないから、このような推定結果に依拠し、推進本部作成の長期評価に記載された地震規模M7.4さえ無視して策定された債務者の評価が正当化されることはない旨主張する。

(b) この点、確かに、推進本部が平成16年2月27日付けで作成した「日向灘および南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価」(以下「日向灘の長期評価」という。甲D161)には、安芸灘～伊予灘～豊後水道のいずれかにおいて、M6.7～7.4(最大とされているのは1854年伊予西部の地震であり、その気象庁マグニチュードはM7.4)の規模の海洋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記載されている一方、神田ほか(2008)(甲D163)には、日向灘の長期評価における1854年伊予西部の地震の地震規模M7.4を見直し、M7.0と評価した旨の記載があり、債務者は同知見に依拠して、当該地域の既往最大規模として、M7.0と設定した1854年伊予西部の地震相当の断層面を伊方原発敷地下方に設定した想定スラブ内地震を基本震源モデルとしているところ、同知見が地震規模を小さな方向に修正するものであること、神田ほか(2008)の共著者7名のうち4名が債務者の従業員であることからすれば、同知見に依拠して設定した地震規模によることが合理性を有するかは慎重な考慮を要する。

しかしながら、共著者7名のうち4名が債務者の従業員であるからといって、直ちにその内容についてまで不合理なものであると推認することはできず、神田ほか(2008)の地震規模の解析手法自体に問題があることを示す的確な疎明資料は見当たらないこと、日向灘の長期評価は、その注において、1884年以前のMの値は近代観測が行われる前の時点のものであり、1885年以降のものに比べ信頼性が劣るとしていること(甲D161(6頁))、債務者は、海洋プレート内地震の検討用地震の選定の過程において、1854年伊予西部の地震も検討用地震の候補

に加えた上で検討を行った結果、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・伊予の地震であるとし、1854年伊予西部の地震の地震規模は、地震発生位置及び地震規模の不確かさを織り込むために用いるという位置付けであること、不確かさの考慮としてではあるが、想定スラブ内地震の地震規模について、最大M7.4とするケースまで設定し、地震動評価を行っていること、以上の事実からすれば、債務者が設定している地震規模が伊方原発敷地における地震規模として必ずしも過小とはいえないものと考えられる。

そうすると、上記債権者らの指摘を踏まえても、債務者の地震規模の想定が合理性に欠けるとはいえない。

(イ) 応答スペクトルに基づく地震動評価—耐専式の適用可能性及びばらつき

a 債務者は、上記(1)イ(イ)d(b)のとおり、応答スペクトルに基づく地震動評価に用いる経験式（距離減衰式）として、耐専式を用いている。

これについて、債権者らは、耐専式は、M7.0までの地震を基データとした経験式であり、M7.4～8.0といった規模の海洋プレート内地震への適用の妥当性は確認されていないし、適用が可能であったとしても、債務者が用いた補正係数の妥当性も疑わしく、補正係数を導くための基データの平均から標準偏差（ 1σ ）で倍半分以上のばらつきが認められるのであるから、この程度のばらつきを考慮しなければならない旨主張する。

b この点、耐専式が、最大でM8.5までの地震に適用可能であることは、上記ウ(イ)a(a)のとおりである。また、債務者は、上記(1)イ(イ)d(b)のとおり、耐専式を適用するに当たっては、伊方原発敷地周辺における比較的規模の大きい観測記録を基にして求めた応答スペクトルを耐専式で求めた応答スペクトルで除して算出された補正係数を適用しているところ、その補正係数の算定過程が合理性に欠けることを示す的確な疎明資料は存しない。

そうすると、債務者が、海洋プレート内地震の応答スペクトルに基づく地震動評価を行うに当たって、耐専式を用いたことが不合理であるということとはできない。

また、債務者は、不確かさの考慮として、2001年芸予地震（M6.7）の知見を考慮して、同地震を再現したモデルをM7.0に較正したケース、アスペリティ位置の不確かさを考慮して、アスペリティ上端を海洋性地殻上端に配置したケース、地震規模の不確かさを考慮して、地震規模をM7.2としたケース、断層傾斜角の不確かさを考慮して、伊方原発敷地周辺で発生したスラブ内地震の知見から想定される高角度層と共役の断層面を持つ低角度層（傾斜角30度）を伊方原発敷地直下のやや東方に想定したケース（M7.4）といった様々なケースを設定していることからすれば（上記(1)イ(イ)d(a)）、これに加えて、耐専式の適用に際して用いた補正係数の基データから生じるばらつきを考慮しなければ不確かさの考慮として不十分であるとはいえない。

オ 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）

(ア) 基本震源モデルにおける地震規模の想定

a 債務者は、上記(1)イ(イ)a(a), (d), b(c), e(a), (b)のとおり、伊方原発敷地周辺における過去の被害地震を調査し、その規模、位置等に関する最新の知見を基に、同敷地における震度が、地震によって建物等に被害が発生するとされる震度5弱（1996年以前は震度V）程度以上であったと推定される地震を選定し、これらの地震に、活断層の分布状況及び国の機関等による知見から敷地周辺において想定される地震を加え、地震発生様式ごとに整理・分類し、複数の検討用地震の候補となる地震を選定し、そこからZhao et al. (2006)の距離減衰式を用いて求めた応答スペクトルの比較を行った結果、検討用地震として、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。）が策定した南海トラフの巨大地震（内閣府検討会（陸側ケース）、Mw9.0）を選定して、これを基本震源モデルに採用している。

これについて、債権者らは、そもそも内閣府検討会による地震規模の想定は、科学的な最大規模の地震というわけではなく、最大規模として想定すべきは、東海から琉球海溝までの連動による超巨大地震であって、これを想定しない債務者の地震

規模の想定は不合理である旨主張する。

b この点、疎明資料（甲D143、乙154、155、205）によれば、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」の中間とりまとめを踏まえ、南海トラフの巨大地震を対象とし、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内閣府に設置され、島崎元委員長代理等16名の専門家から構成された内閣府検討会は、東北地方太平洋沖地震が過去数百年の資料では確認できなかった巨大地震であったことを踏まえ、南海トラフにおける最大クラスの地震を想定するに当たり、南海トラフで発生した過去の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等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を想定する必要があるという観点から検討し（乙155（5頁））、その結果、駿河湾から日向灘付近に至るMw9.0クラスの地震について、基本ケース、東側ケース、西側ケース及び陸側ケースの4ケースを設定することとしたことが認められる。

このような内閣府検討会の設置目的及びその検討方針からすれば、内閣府検討会がその検討結果として示しているMw9.0の地震は、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地震であると考えられるから、これを検討用地震として用いることは、基本的に合理性を有するものであるといえる。

他方、疎明資料（甲D142、146ないし149、乙204）によれば、東海地方にある御前崎から琉球海溝にある喜界島にかけての距離1000kmを超える、領域を大きく変位させるようなMw9クラスの超巨大地震が平均約1700年の間隔で発生していた可能性を示唆する知見や、内閣府検討会の示した最大クラスの地震が科学的に最大クラスの地震であることに疑問を投げかける見解が存在することが認められ、また、津波ガイドにおいては、南海トラフから南西諸島海溝沿いの長い領域で最大Mw9.6程度の地震が発生することを想定して津波の波源設定を行うこととしていること（ただし、地震規模は参考値とされている。）が認めら

れるところ、このような見解をも踏まえるならば、より長い領域での連動を考慮した方がより保守的な想定とはなり得る。しかしながら、東海から琉球海溝までの連動による地震は、債務者が基本震源モデルに設定している内閣府検討会の想定する南海トラフの巨大地震と比較し、伊方原発敷地から見れば、遠方に向かって離隔する連動を想定するものであり、地震動の距離減衰効果を踏まえると、長い領域での連動を考慮した結果、地震規模が大きくなったとしても、伊方原発敷地に与える影響（地震動）がそれに比例して大きくなるとはいえない。なお、債権者らは、琉球海溝までの連動があったとしても伊方原発敷地への影響が小さいという見解は、 $M_w 9.0$ ですべり量が飽和すると仮定した場合にのみ採り得る見解であるところ、プレート間地震に関して、どの程度で飽和するかは未だ議論途上である旨主張するが、内閣府検討会は、すべり量についても検討した上で最大クラスの巨大な地震を想定しているのであり（乙154）、それを大きく上回ることは考え難い。

そうすると、今後、上記知見を基にして議論が重ねられるなどし、上記内閣府検討会の検討結果に修正が加えられる可能性がないとはいえないものの、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を想定するという観点から内閣府検討会が設定した、駿河湾から日向灘付近に至る $M_w 9.0$ クラスの地震を債務者が用いていることが合理性に欠けるということとはできない。

(イ) 地震動評価

a 応答スペクトルに基づく地震動評価

(a) 耐専式に適用する地震規模の設定

i 債務者は、上記(1)イ(イ)e(b)のとおり、応答スペクトルに基づく地震動評価を行うに当たって、南海トラフの巨大地震（内閣府検討会（陸側ケース））の地震規模につき、内閣府検討会（2012）が距離減衰式用に設定している地震規模（ $M_w 8.3$ ）を用いることとし、これを基に、耐専式を用いて地震動評価を行っている（なお、その際、陸域の浅い地震以外では $M=M_w$ とされるのが一般的であるとされることから、耐専式の適用に当たっては $M 8.3$ としている。審尋の全趣旨）。

これについて、債権者らは、Mw 9. 0の地震についての地震動評価に用いる地震規模がMw 8. 3でよい理論的根拠は定かではなく、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するに当たっては、より安全に配慮する必要があるから、地震規模としてMw 9. 0を想定すべきである旨主張する。

ii この点、内閣府検討会第二次報告書（乙154（15～16頁））によれば、距離減衰式に設定するパラメータの評価に関し、中央防災会議（2003）によると、経験的手法はMw 8より大きな地震に対して適用できるように作成されたものではないが、過去のMw 8を超える地震の震度分布と比較すると、全体的には距離減衰の関係は成立していると考えられ、検討した東海、東南海、南海地震はMw 8. 7の地震であったが、経験的手法のパラメータMw 8. 0を仮定するとその震度分布をよく説明したとし、また、Mw 9. 0の東北地方太平洋沖地震の震度分布に適用されている経験式のパラメータMwは8. 2～8. 3であることから、南海トラフの巨大地震の検討に用いる経験的手法（距離減衰式）のパラメータMwは8. 3と設定することとしたことが認められる。

内閣府検討会第二次報告書には、上記設定を行った確定的な理論的根拠については記載されておらず、一方で、東北地方太平洋沖地震はMw 9. 0の地震であるにもかかわらず、経験的手法による震度分布の比較では、観測された震度分布はMw 8. 2～8. 3相当のものであった理由の解明が課題となっている旨も記載されているが（乙154（21頁））、このような課題があることを踏まえても、島崎元委員長代理等16名の専門家から構成される内閣府検討会は、上記のとおり、全体的な距離減衰の関係は成立していること、中央防災会議（2003）の東海、東南海、南海地震や東北地方太平洋沖地震において、距離減衰式から求められる地震規模が、すべり量や応力降下量等の断層運動から求められる地震規模と比べると相当小さな値となっていることを確認したことから、Mw 9. 0ではなく、Mw 8. 3と設定し、これをもってあらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大地震を想定するも

のであると結論付けているものである（乙154（20～23頁））。

そうすると、債務者において、内閣府検討会が距離減衰式用に設定している地震規模を用いていることが合理性に欠けるということとはできない。

なお、債権者らは、奥村俊彦ほかの「距離減衰式に基づく地下深部の地震動評価手法に関する検討」（甲D33.4）によれば、東北地方太平洋沖地震の際に観測された地中観測記録を再現するに当たり、耐専式にM8.4を適用したのでは過小評価となり、M9.0を適用した方がはるかに良好に再現できたことが認められるから、耐専式の適用を前提とする限り、M8.3ではなくM9.0を適用するのが適切であるとも主張するところ、同論文は、高レベル放射性廃棄物の地層処分施設のように、地下深部に建設される施設の耐震性を検討する際に、地震動をどのようにして設定するかという課題に応えるため距離減衰式を用いた地中地震動の直接評価の適用可能性を検討することとし、耐専式による応答スペクトルに対する地下深部での補正係数を、地中の観測記録と耐専式による解放基盤表面上の応答スペクトルとの比から算定し、それに基づき、東北地方太平洋沖地震の地下深部の応答スペクトルの再現を試み、その結果として、短周期成分の推定結果は観測記録のM8.4とM9.0の中間的な値に近いことが分かったとしているものであって、このような目的も手法も異なる算定の結果をもって、上記のように内閣府検討会が距離減衰式用に設定している地震規模が過小であるということとはできない。

(b) 耐専式の適用可能性及びばらつき

i 債権者らは、債務者が応答スペクトルに基づく地震動評価を行うに当たって適用した経験式である耐専式は、M7.0までの地震を基データとした経験式であり、本来Mw9.0クラスのケースに耐専式を当てはめることができるか検証されなければこれを地震動評価に用いるべきではない、仮に適用が可能であったとしても、耐専式は、プレート間地震においても標準偏差において倍半分程度のばらつきがあるから、この点の不確かさ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旨主張する。

ii 応答スペクトルに基づく地震動評価をするに当たって、南海トラフの巨大地震（内閣府検討会（陸側ケース））の地震規模をMw 8. 3（M8. 3）とすることが合理性に欠けるものでないことは上記説示のとおりである。

そして、上記ウ(イ)a(a)のとおり、耐専式は、最大M8. 5までの地震に適用可能であることからすれば、債務者が、プレート間地震の応答スペクトルに基づく地震動評価を行うに当たって耐専式を用いたことが不合理であるということとはできない。

債権者らは、内閣府検討会が設定するMw 8. 3は、司・翠川（1999）という別の距離減衰式に当てはめる上での数値にすぎず、耐専式の場合には、Mw 9. 0を前提に当てはめるべきである旨主張するが、内閣府検討会において、特定の距離減衰式のみを用いることを想定してMw 8. 3を設定したといった事情はうかがわれないから（乙154, 155）、債権者らの上記主張は前提を欠くものというべきである。

また、耐専式自体が有するばらつきについても、債務者は、内閣府検討会があらゆる可能性を考慮した、すなわち、既に不確かさを相応に考慮した最大クラスの巨大地震を想定するものであるとしている南海トラフの巨大地震の4ケースの中で、伊方原発敷地との距離が最も近く、耐専式に入力する等価震源距離との関係でも地震動が大きくなると考えられる陸側ケースを用いており、しかも、不確かさの考慮として、伊方原発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ケースを設定するなどしている（この場合も耐専式に入力する等価震源距離はより近傍となり、地震動は大きくなると考えられる。）のであるから（上記(1)イ(イ)e(a)）、耐専式が有するばらつきの定量的な上乘せを行っていないからといって、それが応答スペクトルに基づく地震動評価における不確かさの考慮として不十分であって、合理性に欠けるということとはできない。

b 断層モデルを用いた手法による地震動評価

(a) 債務者は、上記(1)イ(イ)e(a)のとおり、プレート間地震の地震動評価における不確かさの考慮として、伊方原発敷地に最も近い日向灘域の強震動生成域（SMG

A) を敷地の直下に追加配置したケースを設定している。

これについて、債権者らは、債務者は、上記ケース以外のケースを一切考慮しておらず不十分であり、債務者が想定した1辺が数十km程度のSMGAでは、最大加速度に大きな影響を与える時間幅1～2秒程度の強震動パルスを再現するにはサイズが大きすぎ、東北地方太平洋沖地震等で実際に観測されている強震動パルスを説明するためには、SMGA内部に、よりコンパクトな領域である強震動パルス生成域（SPGA）を想定する必要があると、伊方原発敷地直下ないし近傍に強いSPGAがあることを想定しなければ、新規制基準が要請する不確かさの考慮を行ったことにはならない旨主張する。

(b) この点、疎明資料（甲D59、154ないし157、336、480）によれば、東北地方太平洋沖地震等で観測された強震動パルスを再現するには、1辺が数十km程度の強震動生成域（SMGA）ではサイズが大きすぎ、SMGA内部に、よりコンパクトな領域（1辺が数km程度の矩形の破壊領域）の強震動パルス生成域（SPGA）を想定する必要があるという知見が存在すること、同知見に係る論文の執筆者の1人である野津厚（以下「野津」という。）は、原子力発電所のように、一旦事故が起これば国民生活全般を脅かしかねない重要施設の耐震性の検討のために、大規模なプレート境界地震を対象として基準地震動を策定する場合においては、強いSPGAの破壊が対象施設の近傍で生じるような条件を考慮する必要があるとし、SPGAモデルを用いた強震動評価では、SPGAの位置の設定が1つの課題であるが、計算上の工夫を行えば、強震動評価が実行可能であるとしていること、以上の事実が認められる。

このように、SPGAモデルが強震動を生じさせる領域をより小さな領域で想定するものであることからすると、SPGAを伊方原発直下に置けば、地震動評価においてより保守的なものとなるようにも思われる。しかしながら、SPGAモデルを提唱する知見が発表された後に策定されている新規制基準（地震ガイド）において、SPGAモデルのような、アスペリティの内部の不均質な領域を想定すべきと

いった記載は存せず、また、新規制基準が震源断層のパラメータの設定に当たって考慮すべきとしているレシピにおいても、平成29年4月27日策定の最新の改訂版に至るまで、SPGAモデルを用いた地震動評価手法は採用されるに至っていないこと（甲D679）が認められ、位置の設定における課題が影響しているかは措くとしても、SPGAモデルは、地震動予測手法として、未だ汎用的な手法として確立しているとはいえず、またそれを示す的確な疎明資料も存しない。

債権者らは、たとえ他に実用化されている例がなくとも、発電用原子炉設置者は、耐震安全性を高めるために優れた知見を積極的に採用する義務があるとも主張するが、それは、結局のところ、保守的な地震動評価につながり得る知見が現れれば、その都度、その時々において通用している最新の科学的、技術的知見によって合理的に予測し得るものかという点とは無関係にその知見の考慮を求めるものと変わらないのであって、前記1(2)ウで説示した内容に照らし相当でない。

そうすると、債務者が、伊方原発敷地直下ないし近傍に強いSPGAがあることを想定した地震動評価を行っていないからといって、その評価結果が不合理であるということとはできない。

(c) 債権者らの主張に対しては上記説示のとおりであるが、実際に債務者が行った不確かさの考慮が適切なものであるかは別途検討を要すべきところ、債務者は、上記のとおり、基本震源モデルとして、内閣府検討会があらゆる可能性を考慮した、すなわち、既に不確かさを相応に考慮した最大クラスの巨大な地震を想定するものであるとしている南海トラフの巨大地震の4ケース（同地震は、地震動評価の観点から見れば、震源断層全体の地震モーメント等を定めてから断層内部の微細なパラメータを設定する方式を活用した結果、設定するパラメータの幅が大きく、想定より大きな地震動を生成する強震断層モデルとなっている可能性も否定できないとされており（乙154）、地震規模以外の各パラメータの設定においても各種の不確かさを見積もるものであるといえる。）の中で、伊方原発敷地に最も影響を与える箇所が強震動生成域（SMGA）を設定した陸側ケースを用い、これに加えた不確かさ

として、内閣府検討会が、断層すべりが起きる可能性は低いとして除外し、推進本部作成の「全国地震動予測地図2014年版 付録-1」(甲D92(121頁))においても、プレート間地震と海洋プレート内地震の発生比率を0:1としている領域に属する敷地の直下に、伊方原発敷地に最も近い日向灘域の強震動生成域(SMGA)を追加配置したケースを考慮していることからすれば、その不確かさの考慮が、断層モデルを用いた手法による地震動評価における不確かさの考慮として不十分であって、合理性に欠けるということとはできない。

c 東北地方太平洋沖地震との比較

(a) 債務者は、プレート間地震における地震動評価については、内陸地殻内地震における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 (最大加速度650ガル(水平動))を下回ったことから、基準地震動 S_s-2 として設定していない(上記(1)イ(エ)a)。

債権者らは、東北地方太平洋沖地震が、震源域が海上(沖合)にあったにもかかわらず、はぎとり波の最大加速度が、女川原子力発電所で636ガル(東西方向)、福島第一原子力発電所で675ガル(東西方向)であり、宮城県内陸部に位置するMYG004(K-NET築館)観測点では2933ガル(三成分合成値)であったことを踏まえると、震源域の一部が陸の下にかかっており、 $M_w 9.0$ クラスとされている南海トラフの巨大地震が本件原発を襲うと、基準地震動650ガルを超過するような事態が十二分に考えられるのであるから、債務者のプレート間地震の地震動の想定は過小である旨主張する。

(b) この点、既に説示したとおり、新規制基準は、それぞれの地域で発生し得る地震の特性(地域特性)を踏まえて地震動を評価するものとしているところ、疎明資料(乙94(703頁))及び審尋の全趣旨によれば、南海トラフの巨大地震がフィリピン海プレートによる地震であるのに対し、東北地方太平洋沖地震は太平洋プレートによる地震であること、岩手県沖から茨城県沖にかけて発生したプレート間地震の地域性について検討し、同じ太平洋プレートによるプレート間地震の中でも

宮城県沖の地震の短周期レベルは、その他の地域（福島県沖や茨城県沖）で起こった地震の短周期レベルより大きいことを指摘する知見が存在することが認められる。

このような地域的特徴が指摘できることからすれば、地域特性の全く異なる東北地方太平洋沖地震の際の女川原子力発電所等の観測記録を用いてこれを定性的に考慮しなければ、地震動評価として不十分であるということにはならないというべきである。

(ウ) その他

a 揺れの継続時間

(a) 債務者は、上記のとおりプレート間地震における地震動評価を基準地震動として設定していないことから、揺れの継続時間について、内陸地殻内地震を前提として、109.7秒と想定している（甲D97の1（115頁））。

これについて、債権者らは、東海から琉球海溝までの連動を想定すると、各セグメントの時間差連動により、揺れの最大継続時間は30分を大きく超えることも想定されるから、債務者の揺れの継続時間の評価は過小である旨主張する。

(b) この点、疎明資料（甲D151, 152）によれば、東北地方太平洋沖地震で観測された長周期地震動の特性と、過去の昭和東南海・南海地震の強震動観測記録の比較から、想定される東海、東南海及び南海地震の連動とその時間差発生（時間差連動）を考えた地震動シミュレーションに基づき、想定される南海トラフ巨大地震の長周期地震動の評価を行った結果、東海、東南海及び南海の3つの地震セグメントからほぼ等しい距離にある名古屋や大阪などの平野では時間差連動による2, 3回の大揺れと、強い揺れの継続時間が2～3倍長くなる危険性があるとして、長周期地震動が長時間継続する危険性があると指摘する知見の存在することが認められる。

しかしながら、上記知見はあくまで長周期地震動の継続時間を示す知見であるところ、上記(1)イ(イ)c(d)のとおり、発電用原子炉施設における原子炉圧力容器、蒸気発生器等の主要な機器の固有周期は、0.1秒付近の短周期に位置している。また、

上記知見も、周期1～2秒程度以下の短周期地震動については、波長が短いため、複数の地点から到達する短周期地震動が集まっても、地震動が干渉して揺れが増幅するとは考えにくいとか、東海、東南海及び南海地震の連動発生により強い揺れの範囲は拡大するが、各地の短周期地震動の強さは変わらず、地震の単独発生の場合を超えないことを確認したとの指摘をしている(甲D152(51,72～73頁))。

そうすると、南海トラフの巨大地震における地震動の継続時間を別途取り上げて、これを考慮していなければ、本件原発の安全性確保策として合理性に欠けるということとはできない。

なお、債権者らは、①原子力発電所のリスクとなり得るものは、短周期の施設に限らず、長周期地震動は免震総合事務所や石油タンク等を損傷するおそれがあり、地すべりや地盤の液状化の危険性もある、②長周期の長時間にわたる地震動は、直近のセグメントによってもたらされる短周期の強い揺れに引き続いて伊方原発敷地に到達する可能性があり、短周期の強い揺れによる影響で、固有周期が長周期に変化すれば問題が顕在化する旨主張するが、①については、債権者らが指摘する施設等長周期を有する施設において、それが損傷することで発電用原子炉施設の安全性に欠けるところがあり、放射性物質が周辺環境に放出される事態に至るようなものが相当程度存することを認めるに足りる的確な疎明資料は存しないし(ただし、地すべりや地盤の液状化の危険性については別途後述する。)、②についても、審尋の全趣旨によれば、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、長周期側においては弾性設計用地震動 S_d-1 を超える周期帯があるものの、本件原発の安全上重要な施設が有する固有周期となる短周期側では、 S_d-1 を大きく下回っていることが認められ、これによれば、本件原発の安全上重要な施設について、南海トラフの巨大地震によって塑性変形(弾性範囲を超えて元の状態に戻らなくなる変形)等が生じるとは考えにくく、債権者らが指摘するような、短周期の揺れによる影響で固有周期が長周期に変化する事態が生じるとはにわかに考え難いから、上記債権者らの指摘によって上記評価が左右されるものではない。

b 巨大地震の影響の波及・余震・繰り返し地震・誘発地震、噴火連動

(a) 債権者らは、南海トラフの巨大地震が発生した場合、その影響は様々に波及し、大規模な余震、繰り返し地震、誘発地震、火山噴火等が生じ、事故対応を著しく困難にすることが想定されるところ、債務者はこれに対する適切な考慮を行っていない旨主張する。

(b) まず、余震、繰り返し地震及び誘発地震に関する部分については、上記のとおり、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、本件原発の安全上重要な施設が有する固有周期となる短周期側では、 $S_d - 1$ を大きく下回っていることが認められ、これによれば、本件原発の安全上重要な施設について、南海トラフの巨大地震によって塑性変形に至るとは考えにくく、また、その後の余震、繰り返し地震又は誘発地震が発生したとしても、これと同様のことが妥当する上、債務者が想定する南海トラフの巨大地震は、内閣府検討会が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であり、その想定においては震源域に蓄積していた歪みが一度に解放された場合に生じる最大の地震動を想定するものであると考えられることからすると、地震発生後、短時間のうちに、同規模ないしそれ以上の地震が繰り返し起こるとは想定し難いから、余震、繰り返し地震及び誘発地震に対する特別な想定をしなければ不合理であるということにはならないというべきである。

次に、巨大地震が誘発する火山噴火については、債権者らは九州のカルデラ火山の噴火を想定しているが、これと南海トラフの巨大地震との連動を具体的に示す疎明資料はなく、短周期地震動に関する南海トラフの巨大地震の上記影響度も踏まえるならば、この点の重畳考慮を行っていないとしても合理性に欠けるとはいえないというべきである。

カ 震源を特定せず策定する地震動

(ア) 収集対象となる観測記録の選定

a 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