丙第５５３号証

令和７年３月１８日判決言渡　同日原本領収　裁判所書記官

平成２３年（ワ）第１２９１号、平成２４年（ワ）第４４１号、平成２５年（ワ）第５１６号、平成２６年（ワ）第３２８号、平成３１年（ワ）第９３号、令和４年（ワ）第３８１号　伊方原発運転差止各請求事件

口頭弁論終結日　令和６年６月１８日

判　　決

当事者の表示　別紙１当事者目録記載のとおり

主　　文

１　原告らの請求をいずれも棄却する。

２　訴訟費用は原告らの負担とする。

事　実　及　び　理　由

（目次）


第１　請求 …… 8
第２　事案の概要 …… 8
第３　前提事実 …… 8
１　当事者 …… 8
２　伊方発電所の概要 …… 8
３　原子力発電の仕組み等 …… 9
４　本件原子炉の施設の基本構成等 …… 10
(1)　原子炉 …… 10
(2)　一次冷却設備 …… 12
(3)　二次冷却設備 …… 13
(4)　工学的安全施設 …… 14
(5)　電気設備 …… 16
(6)　使用済燃料ピット …… 16

5　被告による安全対策 ..... 16
(1)　安全確保の基本的な考え方 ..... 16
(2)　事故防止に係る安全確保対策 ..... 17
6　福島第一原発事故を踏まえた原子炉規制の強化 ..... 17
(1)　福島第一原発事故 ..... 18
(2)　原子力規制委員会の設置等 ..... 19
(3)　原子炉等規制法の改正 ..... 21
(4)　新規制基準の策定等 ..... 23
7　地震に関する基本的な知見、規制の経過等 ..... 24
(1)　地震に関する基本的な知見 ..... 24
(2)　耐震指針の策定及びその後の規制等の経過 ..... 26
(3)　政府関係機関における地震の研究等 ..... 30
8　地震に関する新規制基準の概要及び新規制基準を踏まえた被告による基準地震動の策定 ..... 31
(1)　地震に関する新規制基準の概要 ..... 32
(2)　新規制基準を踏まえた被告による基準地震動の策定 ..... 46
(3)　原子力規制委員会の審査 ..... 57
9　火山に関する基本的な知見 ..... 58
(1)　火山噴火 ..... 58
(2)　マグマの分類等 ..... 58
(3)　噴火規模 ..... 59
10　火山活動の評価に関する新規制基準の概要及び同基準を踏まえた被告による火山活動の評価 ..... 59
(1)　火山活動の評価に関する新規制基準の概要 ..... 59
(2)　新規制基準を踏まえた被告による火山活動の評価 ..... 73
(3)　原子力規制委員会の審査 ..... 83

11　津波に関する新規制基準の概要 ..... 84
(1)　設置許可基準規則 ..... 84
(2)　設置許可基準規則解釈 ..... 84
12　地盤に関する新規制基準の概要 ..... 86
(1)　設計基準対象施設 ..... 86
(2)　耐震重要施設 ..... 87
(3)　基礎地盤等の安定性評価 ..... 88
13　重大事故等対策に関する新規制基準の概要 ..... 89
(1)　重大事故等対策の概要 ..... 89
(2)　重大事故等対処施設の概要 ..... 89
(3)　重大事故等対処設備の概要 ..... 91
(4)　重大事故等防止技術的能力基準 ..... 92
14　再稼働申請等 ..... 92
(1)　再稼働申請等 ..... 92
(2)　保安規定変更認可申請等 ..... 92
15　立地審査指針 ..... 93
(1)　立地審査指針の策定 ..... 93
(2)　原則的立地条件 ..... 94
(3)　立地条件の適否の判断 ..... 94
16　深層防護 ..... 95
(1)　深層防護の考え方 ..... 95
(2)　５層の防護レベル ..... 95
17　放射線防護 ..... 96
(1)　放射線被ばく ..... 96
(2)　確定的影響及び確率的影響 ..... 97
(3)　平常時の放射線量についての規制 ..... 97

18　避難計画 ..... 97
(1)　原子力災害対策特別措置法 ..... 97
(2)　防災計画 ..... 98
(3)　原子力災害対策指針 ..... 100
第４　争点及びこれに対する当事者の主張 ..... 102
１　人格権に基づく差止請求権の要件等（争点１） ..... 102
(1)　差止請求権の要件 ..... 102
(2)　司法審査の在り方 ..... 104
(3)　原子力発電所の必要性、公益性等 ..... 107
２　新規制基準の合理性及び位置付け（争点２） ..... 111
３　地震に対する安全性（争点３） ..... 116
(1)　想定すべき地震動 ..... 116
(2)　新規制基準の合理性等 ..... 118
(3)　震源特定地震動（内陸地殻内地震） ..... 122
(4)　震源特定地震動（海洋プレート内地震） ..... 141
(5)　震源特定地震動（プレート間地震） ..... 142
(6)　震源不特定地震動 ..... 145
(7)　三次元物理探査等 ..... 147
(8)　年超過確率 ..... 155
(9)　制御棒挿入の困難さ ..... 157
(10)　本件原子炉の施設の耐震安全性 ..... 159
４　火山に対する安全性（争点４） ..... 159
(1)　立地評価に関する火山ガイドの合理性 ..... 160
(2)　影響評価に関する火山ガイドの合理性 ..... 172
(3)　被告による立地評価の合理性 ..... 175
(4)　被告による影響評価の合理性 ..... 182

5　津波に対する安全性（争点５）……190
6　地すべり、深層崩壊に対する安全性（争点６）……194
7　液状化に対する安全性（争点７）……197
8　使用済燃料ピットの安全性（争点８）……199
9　重大事故等対策（争点９）……201
10　本件原子炉の安全性に関するその他の問題点（争点１０）……212
(1)　劣化に対する安全性……212
(2)　水素爆発に対する安全性……213
(3)　プルサーマルに関する安全性……215
(4)　航空機落下に対する安全性……216
(5)　テロリズム対策……218
11　避難計画（争点１１）……219
(1)　避難計画の不備と人格権侵害の具体的危険との関係……219
(2)　避難計画の合理性……221
第５　当裁判所の判断……231
1　人格権に基づく差止請求権の要件等（争点１）……231
(1)　差止請求権の要件……232
(2)　司法審査の在り方……235
(3)　原子力発電所の必要性、公益性……236
2　新規制基準の合理性（争点２）……238
(1)　認定事実……238
(2)　手続面の合理性……244
(3)　内容の合理性（後記３以下に関するものを除く。）……246
(4)　小括……251
3　地震に対する安全性（争点３）……252
(1)　想定すべき地震動……252

(2) 地震に関する新規制基準の合理性等 ..... 253
(3) 震源特定地震動（内陸地殻内地震） ..... 262
(4) 震源特定地震動（海洋プレート内地震） ..... 307
(5) 震源特定地震動（プレート間地震） ..... 308
(6) 震源不特定地震動 ..... 312
(7) 三次元物理探査等について ..... 315
(8) 年超過確率 ..... 336
(9) 制御棒挿入の困難さ ..... 340
(10) 本件原子炉の施設の耐震安全性 ..... 343
(11) 地震に対する安全性の小括 ..... 347
4 火山に対する安全性（争点４） ..... 347
(1) 立地評価に関する火山ガイドの合理性 ..... 347
(2) 影響評価に関する火山ガイドの合理性 ..... 379
(3) 被告による立地評価の合理性 ..... 383
(4) 被告による影響評価の合理性 ..... 406
(5) 小括 ..... 413
5 津波に対する安全性（争点５） ..... 413
(1) 認定事実 ..... 413
(2) 新規制基準の合理性 ..... 420
(3) 被告による津波想定及び津波対策の合理性 ..... 420
(4) 小括 ..... 426
6 地すべり、深層崩壊に対する安全性（争点６） ..... 426
(1) 認定事実 ..... 426
(2) 新規制基準の合理性 ..... 434
(3) 被告による基礎地盤等の評価の合理性 ..... 434
(4) 小括 ..... 438

7　液状化に対する安全性（争点７）……438
(1)　新規制基準の合理性……438
(2)　認定事実……439
(3)　被告による本件発電所の埋立部の地盤評価及び液状化対策……439
(4)　小括……440
8　使用済燃料ピットの安全性（争点８）……440
(1)　認定事実……440
(2)　新規制基準の合理性……444
(3)　被告による使用済燃料ピットの安全対策の合理性……445
(4)　小括……447
9　重大事故等対策（争点９）……448
(1)　認定事実……448
(2)　重大事故等対策の合理性（総論）……452
(3)　重大事故等対策の合理性（各論）……456
(4)　小括……462
10・本件原子炉の安全性に関するその他の問題点（争点１０）……462
(1)　劣化に対する安全性……462
(2)　水素爆発に対する安全性……464
(3)　プルサーマルに関する安全性……468
(4)　航空機落下に対する安全性……469
(5)　テロリズム対策……476
11　避難計画（争点１１）……481
(1)　避難計画の不備と人格権侵害の具体的危険との関係……481
(2)　小括……482
12　まとめ……482
第６　結論……483

本判決の表記に関する説明

1　以下では、①標題（(1)レベルまで）、②略語化したものに関する初出箇所、③内容の説明が必要な専門用語等の初出箇所をそれぞれゴシック体表記とした。

2　専門家による論文については、著者の姓と発表年のみを表記した（例：「池田ほか（２００５）」）。各論文の表題及び著者名は、別紙２論文等目録のとおりである。

第１　請求

被告は、愛媛県西宇和郡伊方町九町字コチワキ３番耕地４０番地３において、昭和６１年５月２６日付け通商産業大臣許可にかかる伊方発電所３号炉を運転してはならない。

第２　事案の概要

本件は、原告らが、伊方発電所（以下「本件発電所」という。）３号炉（以下「本件原子炉」という。）の安全の確保に欠けるところがあり、その運転中の事故等によって放射性物質が周辺環境に放出され、原告らの生命、身体及び平穏な生活（生活基盤）が侵害される具体的危険があるとして、人格権に基づく妨害予防請求として、本件原子炉の運転の差止めを求めた事案である。

第３　前提事実

（証拠等を掲記した事実以外は当事者間に争いがない。）

１　当事者

(1)　原告らは、別紙１当事者目録記載の住所地に居住する者である。

（弁論の全趣旨）

(2)　被告は、電気事業法上の小売電気事業及び発電事業等を行う株式会社であり、愛媛県西宇和郡伊方町九町字コチワキ３番耕地４０番地３において、昭和６１年５月２６日付け通商産業大臣許可にかかる本件原子炉を運転している。

２　伊方発電所の概要

(1) 本件発電所は、佐田岬半島の付け根付近に位置し、瀬戸内海（伊予灘）に面している。（乙C１３１（４、６－１－１頁））

(2) 本件発電所には本件原子炉を含む３つの原子炉が設置されているが、１号炉は平成２８年５月に、２号炉は平成３０年５月に、それぞれ、電気事業法上の発電事業の用に供する発電用の電気工作物として廃止された。

（弁論の全趣旨）

(3) 本件原子炉は、定格電気出力８９万ｋＷの加圧水型原子炉（ＰＷＲ）であり、低濃縮二酸化ウラン及びＭＯＸ燃料（ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料）を用いている。

本件原子炉は、被告が、昭和５９年５月、通商産業大臣に対し、原子炉設置変更（増設）許可申請をし、通商産業大臣は、昭和６１年５月、原子炉設置変更（増設）許可処分をした。被告は、昭和６１年１１月、本件原子炉の建設工事を開始し、平成６年１２月、本件原子炉の営業運転を開始した。

（乙Ａ１、Ｃ２１、Ｃ１３１（１２１、１３９、１４０頁）、弁論の全趣旨）

３ 原子力発電の仕組み等

(1) すべての物質は元素（原子）から成っており、原子の中心には原子核（陽子と中性子の集合体）がある。１個の原子核が複数の原子核に分裂する現象を核分裂という。ウラン２３５の原子核は、核分裂性核種の一つであり、中性子を吸収すると２個（まれに３個）に核分裂しやすい性質を有しており、核分裂の際に、大きなエネルギーとともに、核分裂生成物（放射性物質であるヨウ素１３１、キセノン１３３等）及び２個又は３個の速度の速い中性子（高速中性子）を発生させる。発生した中性子の一部は、別のウラン２３５の原子核に吸収されて次の核分裂を起こす。このように、核分裂が次々と繰り返されることを核分裂連鎖反応という。

ウラン２３５の原子核が中性子を吸収して核分裂する確率は、速度の遅い中性子（熱中性子）の場合に大きくなる。しかし、高速中性子は平均速度が

速いため、熱中性子を利用して核分裂連鎖反応を行わせる種類の原子炉では、高速中性子の速度を熱中性子の速度まで減速させる必要がある。そのために減速材が用いられ、減速材を使用することにより、高速中性子が減速材中の軽い元素の原子核と衝突を繰り返し、それにより、高速中性子の速度が減少し、熱中性子となる。他方、核分裂を安定的に持続させていくためには、核分裂を起こす中性子の数を調整することが必要である。そのために、原子炉では、中性子を吸収しやすい性質をもつ制御材を用いている。

（乙Ａ１、弁論の全趣旨）

(2) 原子力発電は、核分裂連鎖反応によって持続的に生じるエネルギーを熱エネルギーとして取り出し、これによって発生させた蒸気でタービンを回転させて発電をするものである。（乙Ａ１、弁論の全趣旨）

(3) 減速材として軽水（普通の水）を用い、減速材を冷却材（炉心を冷却するとともに、原子炉で発生したエネルギーを取り出すための媒介となるもの）と兼用する原子炉を軽水炉という。軽水炉のうち、冷却材を原子炉内で沸騰させ、発生した蒸気を直接タービンに送って発電するものを沸騰水型原子炉（ＢＷＲ）といい、一次冷却系（ＲＣＳ）と二次冷却系を有し、原子炉で発生させた高温高圧の一次冷却材のもつエネルギーを、蒸気発生器を介して二次冷却系に伝達し、二次冷却系で発生した蒸気をタービンに送って発電するものを加圧水型原子炉（ＰＷＲ）という。（乙Ａ１、弁論の全趣旨）

**4 本件原子炉の施設の基本構成等**

**(1) 原子炉**

ア 原子炉は、原子炉容器に燃料集合体等を収め、核分裂反応を制御しつつエネルギーを発生させるための設備であり、一次冷却材である軽水で満たされている。原子炉は、主に、燃料集合体、制御材及び原子炉容器等で構成されている。

イ 燃料集合体は、ペレットをジルコニウム基合金製の燃料被覆管に入れて

密封溶接された燃料棒を束ねたものである。ペレットは、原子力発電の燃料（本件原子炉では、二酸化ウラン又はウラン・プルトニウム混合酸化物）を成型し、焼き固めたものである。本件原子炉は、燃料棒を１７行１７列の正方格子状に束ねた燃料集合体を１５７本装荷している。

ウ　制御材は、核分裂を安定的に持続させていくため、核分裂を起こす中性子の数を調整するために用いられるものであり、本件原子炉では、制御棒及びホウ素を用いている。

ホウ素は、中性子を吸収しやすい性質があり、一次冷却材に添加し、その濃度を調整することにより、原子炉内の中性子の数を調整し、核分裂の連鎖を安定した状態に制御する。ホウ素濃度の調整は、体積制御タンク、充てんポンプ、ホウ酸タンク及びホウ酸ポンプ等によって構成される化学体積制御設備において濃度を調整したホウ酸水を一次冷却設備に注入するなどして行われている。

制御棒は、中性子を吸収しやすい性質をもつ銀・インジウム・カドミウム合金を用いたものであり、本件原子炉では、燃料集合体の上部から挿入できるように組み込まれ、その先端（下端）が常に燃料集合体の中に入った状態となっている。一つの燃料集合体に挿入される制御棒はすべて上部でまとめられ（制御棒クラスタ）、これを制御棒クラスタ駆動装置によって保持するとともに、原子炉内で上下に駆動させることにより、原子炉内の中性子の数を調整し、核分裂の連鎖を安定した状態に制御する。

運転中の原子炉の出力は、通常、制御棒を炉心から引き抜いた状態で、一次冷却材中のホウ素濃度を調整することによって比較的緩やかな反応度の変化を制御しているが、タービン出力が変化するなど、短時間で原子炉出力を調整する必要がある場合には、自動で上下駆動することにより、原子炉出力を安定的に制御し、緊急時には、制御棒クラスタ駆動装置への電源が遮断され、制御棒クラスタを保持する力がなくなることにより、制御

棒クラスタが自重で落下し、制御棒クラスタが自動的に炉内に挿入され、これにより、原子炉が停止する。

エ　原子炉容器は、燃料集合体等を収めるものである。

（乙Ｃ１３１（１１９、１２１～１２５、８－３－１、８－３－２７～３３、８－３－４１～４５、８－３－７～９、８－３－７４～８１、８－３－８３、８－５－４～６頁）、Ｄ３５２、弁論の全趣旨）

(2)　一次冷却設備

ア　一次冷却設備は、原子炉内で高温となった水（一次冷却材）を蒸気発生器に送り、蒸気発生器において二次冷却材に熱エネルギーを伝えて低温になった水（一次冷却材）を再び原子炉に戻す設備である。一次冷却設備は、蒸気発生器、加圧器、一次冷却材ポンプ等によって構成され、原子炉容器及びこれらの設備が一次冷却材管によって接続され、循環回路を形成している（本件原子炉は、３組の回路を有しており、うち１組の回路に一つの加圧器が設置されている。）。原子炉容器及び一次冷却設備によって形成される循環回路は、放射性物質を閉じ込めるために全体として一つの障壁を形成しており、これを、原子炉冷却材圧力バウンダリという。

イ　蒸気発生器は、一次冷却材の熱エネルギーを二次冷却材に伝えるための装置であり、熱交換器の役割を果たしている。具体的には、蒸気発生器の内部にある伝熱管の内部を高温の一次冷却材が通ることによって、伝熱管の外側の二次冷却材（水）を温め、これを蒸気にさせる。

ウ　加圧器は、原子炉で高温になった一次冷却材が沸騰しないように高い圧力をかけ、かつ、一次冷却材の熱膨張及び収縮による圧力変動を緩和し、一次冷却材の圧力を一定に維持する機能を有するものであり、底部に設置した電熱ヒーターで加圧器内部の水を加熱することによって加圧を行う。

加圧器には、加圧器スプレイ並びに加圧器逃がし弁及び加圧器安全弁が設けられている。加圧器スプレイは、負荷変動に伴う圧力上昇に対し、低

温側配管から水を取り入れ、加圧器内にその水を吹き付けることによって、加圧器内部の蒸気を凝縮させて圧力を下げる。また、加圧器逃がし弁及び加圧器安全弁は、加圧器スプレイの制御範囲を超える圧力上昇があった場合に作動し、一次冷却材の圧力が過度に上昇することを防止する。

エ　一次冷却材ポンプ（ＲＣＰ）は、蒸気発生器を出た一次冷却材を原子炉容器に戻して循環させるための電動ポンプである。

一次冷却材ポンプの主軸部には間隙が存在し、その間隙から一次冷却材が漏れないようにするため、３段に分けられた漏洩防止のための部位があり（ＲＣＰシール）、一次冷却材よりも圧力の高いシール水等を注入することにより、高温の一次冷却材がシール側に流入することを防ぎ、また、シールが高温になることを防いでいる。

（乙Ｃ１３１（１３６～１３９、８－５－１、８－５－６～８、８－５－１０～１２頁）、Ｄ３５２、弁論の全趣旨）

(3)　二次冷却設備

ア　二次冷却設備は、蒸気発生器で蒸気になった二次冷却材をタービンに送るとともに、発電した後の蒸気を水に変えた後で、再び蒸気発生器に戻す設備である。二次冷却設備は、タービン、復水器、主給水ポンプ、主蒸気安全弁、主蒸気逃がし弁及び補助給水設備等によって構成されている。二次冷却材は、放射性物質を含む一次冷却材とは隔離されているため、放射性物質を含まない。

イ　復水器は、タービンで使用した蒸気を海水との熱交換によって冷却凝縮し、水に戻すための装置であり、主給水ポンプは、復水器で蒸気から水に戻された二次冷却材を蒸気発生器へ戻すための装置である。

ウ　原子炉が停止すると、核分裂反応による熱の発生は止まるものの、核分裂生成物の崩壊により発生する熱（崩壊熱）等の残留熱を除去する必要があるため、原子炉の冷却手段を確保する必要がある。通常は、主給水ポン

プによって蒸気発生器への二次冷却材の供給を継続し、一次冷却材の熱を蒸気発生器によって二次冷却材へ伝え、二次冷却材の熱を復水器を通じて海中へ放出することで残留熱を除去している。しかし、何らかの原因によって、残留熱を除去するための上記の各機能が失われるなどした場合に備えて、蒸気発生器に給水して原子炉を冷却できるようにするため、補助給水設備として、電動補助給水ポンプとタービン動補助給水ポンプが設けられている。電動補助給水ポンプは、外部電源が失われた場合でも非常用ディーゼル発電機により稼働させることが可能であり、タービン動補助給水ポンプは、蒸気発生器で発生する蒸気で稼働させるため、外部電源及び非常用ディーゼル発電機からの電力供給が失われた場合でも、稼働させることができる。

主蒸気逃がし弁及び主蒸気安全弁は、二次冷却材の熱を海中に放出することができなくなった場合に、蒸気となった二次冷却材を大気中に直接放出する（原子炉の残留熱を大気中に逃がす）ための設備である。

（乙Ｃ１３１（１３９～１４２、８－５－１７３～１７８頁）、Ｄ３５２、弁論の全趣旨）

(4) **工学的安全施設**

ア　原子炉格納施設

放射性物質を閉じ込める施設として、原子炉格納容器及びコンクリート遮へい壁が設けられている。原子炉格納容器は、原子炉、一次冷却設備等を囲っている密封容器であり、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管の破損等によって一次冷却材が喪失する一次冷却材喪失事故（以下「ＬＯＣＡ」という。）等が発生した場合には圧力障壁となり、放射性物質の放出に対する障壁となる。コンクリート遮へい壁は、原子炉格納容器のさらに外側をコンクリートで囲うものである。原子炉格納容器とコンクリート遮へい壁の間には、密閉された円環状の空間（アニュラス部）が設けら

れており、二重格納の機能を持たせている。

イ　非常用炉心冷却設備

ＬＯＣＡ等が発生した場合を想定し、非常用炉心冷却設備（以下「ＥＣＣＳ」という。）が設置されており、これを使用することにより、原子炉容器内にホウ酸水を注入して原子炉を冷却する。ＥＣＣＳは、蓄圧注入系、高圧注入系及び低圧注入系によって構成されている。蓄圧注入系は、ＬＯＣＡ等が発生し、一次冷却材の圧力が低下した場合に、蓄圧タンク内に封入した窒素ガスの圧力によって自動的にホウ酸水を原子炉容器内に注入するものであり、電源等の駆動源を必要としない。高圧注入系及び低圧注入系は、電動ポンプによってホウ酸水を原子炉容器内に注入するものであり、２系統の非常用ディーゼル発電機から給電することができる。

ウ　原子炉格納容器スプレイ設備

格納容器スプレイポンプ及び格納容器スプレイ冷却器等によって構成される。ＬＯＣＡ等の発生により、原子炉格納容器内に放射性物質を含む水蒸気が放出され、同容器内の圧力が上昇した場合に、同容器内にホウ酸水を吹き付けることにより、水蒸気を凝縮させて圧力を下げ、容器の健全性を保つとともに、浮遊する放射性ヨウ素等を除去することにより、外部への放射性物質の放出量を低減する。

エ　アニュラス空気再循環設備

アニュラス排気ファン及びアニュラス排気フィルタユニット等によって構成される。ＬＯＣＡ等の発生時にアニュラス部内部の圧力を外部の大気圧よりも低い状態に保ち（負圧）、原子炉格納容器からアニュラス部に漏洩した空気を浄化しながら再循環し、この空気に含まれる放射性物質の外部への放出を抑制する。

（乙Ｃ１３１（１４２、１４３、２２５、２２６、２６６～２６９、８－１－１５、８－５－２８、８－５－３０～３３、８－９－１、８－９－１

1、8－9－17、8－9－153、8－9－155～157頁）、D352、弁論の全趣旨）

(5) 電気設備

発電機は、二次冷却設備のタービンに直結し、その回転によって電気を発生させるものである。

外部電源は、本件発電所外の電力系統から供給される電源である。

外部電源喪失時に必要な電力を供給するため、非常用ディーゼル発電機が2台設置され、外部電源及びディーゼル発電機からの交流電源が喪失した場合に備え、空冷式非常用発電装置、電源車、非常用ガスタービン発電機等が設けられている。また、計測設備等に用いる直流電源について、3系統の直流電源設備が設けられているほか、電源車によっても直流電源が供給できるようになっている。

（乙C131（273～286、8－10－15～23、8－10－37、8－10－38頁）、D352、弁論の全趣旨）

(6) 使用済燃料ピット

原子炉から取り出された使用済燃料を貯蔵する設備である。使用済燃料ピットは、原子炉建屋のうちの燃料取扱棟に設置された鉄筋コンクリート構造物であり、原子炉建屋の鉄筋コンクリート構造物と一体となっており、壁面及び底部を鉄筋コンクリート造とし、内面がステンレス鋼板で内張りされている。使用済燃料は、崩壊熱の除去のために冷却したり、使用済燃料からの放射線を遮へいしたりするため、使用済燃料ピットにおいて、約40℃以下のホウ酸水に浸された状態で貯蔵されている。

（乙C131（126、127、8－4－1、8－4－7、8－4－8頁）、弁論の全趣旨）

5 被告による安全対策

(1) 安全確保の基本的な考え方

原子力発電所は、核分裂反応によって生じるエネルギーを利用して発電を行うため、運転に伴って必然的に放射性物質が発生する。被告は、本件原子炉の運転に伴い発生する放射性物質を、①ペレット、②燃料被覆管、③原子炉冷却材圧力バウンダリ、④原子炉格納容器及び⑤コンクリート遮へい壁（アニュラス部）の五重の障壁によって閉じ込め、平常運転時における放射性物質の放出を極力低く抑えるとともに、異常が発生した場合においても放射性物質を障壁内に閉じ込め、放射性物質が環境中へ大量に放出する事態を防止することとしている。

（乙D３５２）

(2) 事故防止に係る安全確保対策

原子力発電所において、放射性物質が環境中に大量に放出される危険性を顕在化させないためには、仮に何らかの異常が発生した場合でも、放射性物質を閉じ込める五重の障壁の健全性を維持することが必要である。そのため、異常が発生した場合には、①まず、核分裂反応を止め、②次に、核分裂反応の停止後も、核分裂生成物が崩壊する際に発生する崩壊熱に対し、炉心を冷却し、③さらに、原子炉冷却材圧力バウンダリの外に放射性物質を含む一次冷却材が漏えいするなどしても、放射性物質を環境中に出さないことが重要となる。

被告は、①事故の原因やその発端となる異常が発生することを未然に防止する対策（異常発生防止対策）、②仮に何らかの異常が発生した場合でも、その異常を放射性物質の放出のおそれのある状態までには拡大させないための対策（異常拡大防止対策）、③異常が拡大した場合であっても、その影響を緩和し、放射性物質が環境中へ大量に放出される事態を防止するための対策（放射性物質異常放出防止対策）を講じることとしている。

（乙D３５２）

## 6 福島第一原発事故を踏まえた原子炉規制の強化

(1) 福島第一原発事故

ア　平成２３年３月１１日、マグニチュード９の２０１１年東北地方太平洋沖地震（以下「東北地方太平洋沖地震」という。）が発生した。当時、東京電力株式会社福島第一原子力発電所（以下「福島第一原発」という。）の原子炉１号機ないし３号機が運転中であったが、上記各原子炉は、地震発生直後、自動的にスクラム（原子炉緊急停止）した。この地震により、外部電源が失われ、これに代わる非常用ディーゼル発電機が作動し、原子炉の冷却をしていた。

しかし、その後、非常用ディーゼル発電機や冷却用海水ポンプ等が機能不全に陥り、原子炉の冷却機能が失われた。これにより、１号機ないし３号機では、原子炉水位が低下して炉心が露出し、メルトダウン（炉心溶融）が生じるなどして原子炉格納容器が損傷し、１号機、３号機及び定期点検中の４号機の原子炉建屋内において水素爆発が発生し、原子炉建屋が損傷した。これらにより、大量の放射性物質が外部環境に放出された（以下、これらの事象を「福島第一原発事故」という。）。

（甲１０、１７５の１、９６９、９７７、乙Ａ２６、弁論の全趣旨）

イ　福島第一原発事故により、同月３１日までの間に、国際原子力指標尺度（ＩＮＥＳ評価）によるヨウ素換算にして約９００ＰＢｑ（ペタベクレル。１ＰＢｑ＝１０００兆Ｂｑ）に及ぶ放射性物質が大気中に放出されたと推定されている（これは、チェルノブイリ原子力発電所（当時）の事故と比較すると、約６分の１の放出量となる。）。また、福島県内の１７７８ｋｍ$^2$の土地が、年間５ｍＳｖ以上の空間線量となる可能性のある地域となり、そのうち５１５ｋｍ$^2$の土地が、年間２０ｍＳｖ以上の空間線量となる可能性のある地域となった。

（甲１０、６８６、７４２、弁論の全趣旨）

ウ　国は、同年３月１１日午後９時２３分、福島第一原発から半径３ｋｍ圏

内の住民に対する避難指示を出し、その後、半径１０ｋｍ圏内、半径２０ｋｍ圏内に順次拡大するなどし、大規模な住民の避難が行われた。その際、福島第一原発から４．５ｋｍの距離にあった病院では、避難が完了するまでの間に、５０名の患者が死亡した。同年４月２２日、福島第一原発から半径２０ｋｍ圏内が警戒区域となり、立入りが原則として禁止され、半径２０ｋｍ圏外であっても、１年間の被ばく線量の合計（積算線量）が２０ｍＳｖに達するおそれのある地域が計画的避難区域となり、居住が制限された。その後、警戒区域等についての見直しが段階的に行われているが、年間積算線量が２０ｍＳｖを超えるおそれがある地域は、居住制限区域とされ、住民の一時帰宅や道路等の復旧のための立入りを除き、立入りが認められておらず、年間積算線量が５０ｍＳｖを超え、５年間経過しても年間積算線量が２０ｍＳｖを下回らないおそれがある地域は、帰還困難区域とされ、引き続き、避難の徹底が求められている。

（甲１０、４４４、５８７、５９０、弁論の全趣旨）

同年８月時点において、上記警戒区域及び計画的避難区域のほか、緊急時避難準備区域からの避難者は、１４万６５００人余りに及んだ。復興庁が把握している東北地方太平洋沖地震による避難者は、平成２８年４月時点で１６万５０００人余りであるが、このうち、福島県内から県外への避難者は、４万１９００人余りである。また、復興庁は、平成２４年８月、①福島県が他県に比較して震災関連死の死者数が多い、②その内訳についてみると、「避難所等への移動中の肉体・精神的疲労」が岩手県や宮城県に比較して多い、③これは、福島第一原発事故に伴う避難等による影響が大きいと考えられるとの報告を公表している。

（甲１０、２８０、３５５、５９２）

(2) 原子力規制委員会の設置等

福島第一原発事故を踏まえ、平成２４年６月、原子力規制委員会設置法が

成立した。同法は、福島第一原発事故を契機に明らかとなった原子力利用に関する政策に係る縦割り行政の弊害を除去し、並びに一の行政組織が原子力利用の推進及び規制の両方の機能を担うことにより生ずる問題を解消するため、原子力利用における事故の発生を常に想定し、その防止に最善かつ最大の努力をしなければならないという認識に立って、確立された国際的な基準を踏まえて原子力利用における安全の確保を図るため必要な施策を策定し、又は実施する事務を一元的につかさどるとともに、その委員長及び委員が専門的知見に基づき中立公正な立場で独立して職権を行使する原子力規制委員会を設置し、もって国民の生命、健康及び財産の保護、環境の保全並びに我が国の安全保障に資することを目的とするものである（同法１条）。

同年９月、同法が施行され、国家行政組織法３条２項の規定に基づく環境省の外局として、原子力規制委員会が設置された（原子力規制委員会設置法２条）。原子力規制委員会は、国民の生命、健康及び財産の保護、環境の保全並びに我が国の安全保障に資するため、原子力利用における安全の確保を図ることを任務とし（同法３条）、これを達成するため、原子力利用における安全の確保に関すること等の事務をつかさどる（同法４条）。そして、原子力規制委員会は、国民の知る権利の保障に資するため、その保有する情報の公開を徹底することにより、その運営の透明性を確保しなければならない（同法２５条）。

原子力規制委員会は、委員長及び委員４人で組織され（同法６条１項）、委員長及び委員は、独立してその職権を行使する（同法５条）。委員長及び委員は、人格が高潔であって、原子力利用における安全の確保に関して専門的知識及び経験並びに高い識見を有する者のうちから、両議院の同意を得て、内閣総理大臣が任命する（同法７条１項）。ただし、原子力事業者等やその役員又は従業者は、委員長や委員となることはできない（同法７条７項）。また、原子力規制委員会は、委員長及び委員の職務の中立公正に関し

国民の疑惑又は不信を招くような行為を防止するため、委員長又は委員の研究に係る原子力事業者等からの寄附に関する情報の公開、委員長又は委員の地位にある間における原子力事業者等からの寄附の制限その他の委員長及び委員が遵守すべき内部規範を定め、これを公表しなければならない（同法１１条４項）。

原子力規制委員会は、その所掌事務について、法律若しくは政令を実施するため、又は法律若しくは政令の特別の委任に基づいて、原子力規制委員会規則を制定することができる（同法２６条）。

原子力規制委員会の事務を処理させるため、原子力規制委員会に事務局（原子力規制庁）が置かれ、事務局長（原子力規制庁長官）その他の職員が置かれている（同法２７条１項～４項）。原子力規制庁の職員については、幹部職員のみならずそれ以外の職員についても、原子力利用の推進に係る事務を所掌する行政組織への配置転換は認められず（ただし、同法の施行後５年を経過するまでの間において、当該職員の意欲、適性等を勘案して特にやむを得ない事由があると認められる場合は、この限りでない。）（同法附則６条２項）、その職務の執行の公正さに対する国民の疑惑又は不信を招くような再就職も規制される（同法附則６条３項）。

(3) 原子炉等規制法の改正

ア　原子力規制委員会設置法附則１５条ないし１８条に基づき、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（以下「原子炉等規制法」という。）が改正された（以下、同改正による原子炉等規制法を「改正原子炉等規制法」という。）。

改正原子炉等規制法は、同法の目的として、「原子力施設において重大な事故が生じた場合に放射性物質が異常な水準で当該原子力施設を設置する工場又は事業所の外へ放出されることその他の核原料物質、核燃料物質及び原子炉による災害を防止」すること、「原子炉の設置及び運転等に関

し、大規模な自然災害及びテロリズムその他の犯罪行為の発生も想定した必要な規制を行う」こと、「国民の生命、健康及び財産の保護、環境の保全並びに我が国の安全保障に資する」ことが追加され（同法１条）、原子力規制委員会が設置許可基準に係る規則を定めること（同法４３条の３の６第１項４号）、原子力規制委員会は、当該基準に適合していないと認めるときは、発電用原子炉の設置者に対し、使用停止等の処分を行うことができること（バックフィット制度。同法４３条の３の２３第１項）、発電用原子炉の運転期間を原則として４０年間に制限すること（同法４３条の３の３２）等が定められた。

イ　改正原子炉等規制法による規制の概要は、以下のとおりである。

発電用原子炉を設置しようとする者は、原子力規制委員会の許可を受けなければならず（同法４３条の３の５第１項）、原子炉設置許可を受けた者は、工事に着手する前に、その工事の計画について原子力規制委員会の認可を受けなければならない（同法４３条の３の９第１項）。そして、発電用原子炉の運転を開始する前に、原子力規制委員会の使用前検査を受け、これに合格しなければならず（同法４３条の３の１１第１項）、保安規定を定め、原子力規制委員会の認可を受けなければならない（同法４３条の３の２４第１項）ほか、運転開始後も、一定の時期ごとに、原子力規制委員会による施設定期検査を受けなければならない（同法４３条の３の１５第１項）。また、原子炉設置許可を受けた者が同法４３条の３の５第２項２号から５号まで又は８号から１０号までに掲げる事項を変更しようとするときは、軽微な変更を除き、原子力規制委員会の設置変更許可を受けなければならず（同法４３条の３の８第１項）、必要により、工事計画認可、使用前検査及び保安規定変更認可を受けなければならない（同法４３条の３の９第２項、４３条の３の１１第１項、４３条の３の２４第１項）。

(4) 新規制基準の策定等

ア　原子力規制委員会は、上記(3)の原子炉等規制法の改正に伴い、原子力規制委員会規則、告示及び内規等の制定や改正を行った（以下、これらの規則、告示及び内規等を総称して「新規制基準」という。）。

イ　原子炉設置許可の許可要件の一つとして、「発電用原子炉施設の位置、構造及び設備が核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物又は発電用原子炉による災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準に適合するものであること」が規定されている（原子炉等規制法４３条の３の６第１項４号。原子炉設置変更許可についても、同様である。同法４３条の３の８第２項）。

原子力規制委員会は、上記の設置許可基準を定める「原子力規制委員会規則」として、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「設置許可基準規則」という。）を定め、その解釈を示すものとして、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（以下「設置許可基準規則解釈」という。）を定めた。さらに、上記基準の適合性を判断するに当たっての内規として、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」（以下「火山ガイド」という。）、基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド（以下「地震ガイド」という。）及び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（以下「地質ガイド」という。）等を定めた。

ウ　工事計画の認可について、その要件の一つとして、「発電用原子炉施設が第４３条の３の１４の技術上の基準に適合するものであること」が規定されている（同法４３条の３の９第３項２号）。

原子力規制委員会は、この技術上の基準として、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）を定め、その解釈を示すものとして、「実用発電用原子炉施設及び

その附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（以下「技術基準規則解釈」という。）を定め、上記基準の適合性を判断するに当たっての内規を定めた。

エ　使用前検査については、同検査に合格する要件の一つに「第４３条の３の１４の技術上の基準に適合するものであること」と規定されている（同法４３条の３の１１第２項２号）。原子力規制委員会は、この技術上の基準として、技術基準規則を定め、その解釈を示すものとして、技術基準規則解釈を定め、上記基準の適合性を判断するに当たっての内規を定めた。

（乙Ａ２６）

## 7　地震に関する基本的な知見、規制の経過等

### (1)　地震に関する基本的な知見

ア　地震は、地下の岩盤が周囲から力を受けることによって歪みを蓄積させ、ある面（断層面）を境として破壊される（ずれる）現象である。断層面のうちのある点（震源）から始まった破壊が拡大し、岩盤の破壊に伴って地震波が逐次放出される。この地震波によって生じる揺れを地震動という。地球の表面は、十数枚の巨大な板状の岩盤（プレート）で覆われており、それが移動すること（プレート運動）によって地下の岩盤に歪みが蓄積され、その歪みによって岩盤が破壊されることによって地震が発生する。　（甲１３０、乙Ａ２６、Ｄ４、５、２６６、２６８、３６１）

イ　日本列島周辺で発生する地震は、その発生様式の違いによって３種類に分けられる。すなわち、①２つのプレートの境界面で発生するプレート間地震、②陸のプレートの内部（浅い部分）で発生する内陸地殻内地震及び③海のプレートの内部（深い部分）で発生する海洋プレート内地震である。

（乙Ａ２６、Ｄ５、２６６、２６８、３６１、Ｅ２４）

ウ　断層は、地震を起こした地下の断層を震源断層といい、その断層運動に

伴い地表に達したずれをを地表地震断層という。

また、最近の地質時代に繰り返し活動し、将来も活動することが推定される断層を活断層といい、一般的には、内陸地殻内地震を発生させるものがこれに当たる。震源断層面は均質ではなく、断層面上で平時には強く固着していて、ある時に急激にずれて（すべって）地震波を出す領域のうち、周囲に比べて特にすべり量が大きく、強い地震波を出す領域があり、これをアスペリティという。

（乙A26、D5、268）

エ　地震の規模は、地震の際に放出されたエネルギーの総量によって表すことが合理的であるが、放出されたすべてのエネルギーを観測によって見積もることは技術的に困難である。そこで、任意の距離にある任意の地震計による最大振幅や周期から簡便に地震の規模を求めるものが、マグニチュード（M）である（このうち、気象庁が用いるものを気象庁マグニチュードという。）。また、断層運動の規模（震源断層の面積×ずれた量×岩石の硬さ）を地震モーメントといい、これを基にして地震の規模を求めるものをモーメントマグニチュード（Mw）という。

ある地震について、その地震の規模は一つであるが、地震動は、それを観測する地点によって異なる。この地震動を示す指標として加速度がある。加速度は、単位時間当たりの速度の変化量をいい、その単位はガル（1ガル＝1cm毎秒毎秒（1cm／$s^2$））である。

（甲130、乙D4、5、268）

オ　一般に、地震動は、地震の規模が大きいほど強く、震源に近いほど強いものとなる。地震動は、震源から遠くなるほど、長い距離を地震波が伝わることで次第に弱まる（減衰）。もっとも、震源から離れても、地震波が地盤の軟らかい部分に到達すると、強い地震動が生じることがある（増幅）。

震源断層から発生した地震波は、地盤を伝わって地表に到達し、地面を揺らす地震動となるが、ある地点でどのような地震動となるかを予測するためには、①震源断層の大きさや震源断層面の破壊の仕方等（震源特性）、②地震波が伝わる経路（伝播特性）及び③観測点近傍の地盤（増幅特性又はサイト特性）という３つの特性（地域特性）を考慮することが重要となる。

（乙Ｄ２６６、２６８、３３４、３６１）

(2) 耐震指針の策定及びその後の規制等の経過

ア 旧耐震指針

(ア) 原子力委員会は、昭和５３年９月、発電用原子炉施設の耐震設計に関する安全審査を行うに当たって、その設計方針の妥当性を評価するための審査上の指針として、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」を策定した。

また、原子力安全委員会は、その後、これを一部改訂した（以下、改訂後のものを含む上記指針を「旧耐震指針」という。）。

（乙Ｅ２、４）

(イ) 旧耐震指針では、原子炉施設の耐震設計に用いる地震動は、敷地の解放基盤表面（基盤面上の表層や構造物がないものと仮定した上で、基盤面に著しい高低差がなく、ほぼ水平であって相当な広がりのある基盤の表面）における地震動に基づいて評価するものとされた。そして、敷地の解放基盤表面において考慮する地震動（基準地震動）は、原則として、応答スペクトルに基づく地震動評価（以下「応答スペクトル評価」という。）手法を用い、①設計用最強地震（歴史的資料から過去において敷地又はその近傍に影響を与えたと考えられる地震が再び起こり、敷地及びその周辺に同様の影響を与えるおそれのある地震並びに近い将来敷地に影響を与えるおそれのある活動度の高い活断層による地震のうち

から最も影響の大きいもの）によって生じる基準地震動Ｓ１、②設計用限界地震（地震学的見地に立脚し設計用最強地震を上回る地震について、過去の地震の発生状況、敷地周辺の活断層の性質及び地震地体構造に基づき、工学的見地からの検討を加え、最も影響の大きいもの）によって生じる基準地震動Ｓ２を選定するものとされた。なお、**応答スペクトル**とは、ある地震動 が固有周期を異にする種々の構造物に対して、それぞれどの程度の大きさの揺れ（応答） を生じさせるかという性質（周期特性）を把握するための指標であり、固有周期ごとの加速度、速度及び変位それぞれの最大値が分かるようにしたトリパタイト図が用いられることが多い。

（乙Ｅ４、Ｄ２６７、３４２）

(ｳ) 応答スペクトル評価は、敷地に大きな影響を与えると予想される地震として選定された検討用地震の震源が活動したと仮定した場合に、評価地点において想定される地震動を経験的に算出するものである。この地震動評価は、距離減衰式に代表される地震のマグニチュードと震源又は震源断層からの距離との関係で地震動特性を評価する手法であり、距離減衰式は、地震の揺れの強さと震源からの距離との関係を式に表したものであって、過去の地震データの統計的処理によって得られるもので、地震のマグニチュードや震源からの距離等を距離減衰式に入力することにより、震源からの距離に応じ、地震の揺れや震度を計算することができる。（乙Ａ２６）

被告は、本件原子炉の原子炉設置変更（増設）許可申請に当たり、旧耐震指針に基づく地震動評価をし、基準地震動Ｓ１を２２１ガル、基準地震動Ｓ２を４７３ガルと策定した。（乙Ｃ３、弁論の全趣旨）

イ 新耐震指針

(ｱ) 原子力安全委員会は、平成７年兵庫県南部地震の検証を通じて得られ

た知見を踏まえ、旧耐震指針に代わるものとして、平成１８年９月、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（以下「新耐震指針」という。）を策定した。

(イ) 新耐震指針は、施設の耐震設計において基準とする地震動は、敷地周辺の地質・地質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施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切なものとして策定しなければならないとした（基準地震動Ｓｓ）。そして、基準地震動Ｓｓは、「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」に分けて策定するものとされ（以下、順に「震源特定地震動」、「震源不特定地震動」という。）、前者については、応答スペクトル評価と断層モデルを用いた手法による地震動評価（以下「断層モデル評価」という。）の２種類ともを実施し、それぞれの評価による基準地震動Ｓｓを策定することとされた。

また、新耐震指針は、残余のリスク（策定された地震動を上回る地震動の影響が施設に及ぶことにより、施設に重大な損傷事象が発生すること、施設から大量の放射性物質が放散される事象が発生すること、あるいはそれらの結果として周辺公衆に対して放射線被ばくによる災害を及ぼすことのリスク）の存在を十分認識しつつ、それを合理的に実行可能な限り小さくするための努力が払われるべきであるとした。

（乙Ａ２６、Ｅ２、弁論の全趣旨）

(ウ) 上記の地震動評価のうち、断層モデル評価は、敷地に大きな影響を与えると予想される地震として選定された検討用地震の震源が活動したと仮定した場合に、評価地点において想定される地震動を解析的に算出するものであり、震源断層面を設定し、そこにアスペリティを配置し、ある一点の破壊開始点からこれが次第に破壊され、揺れが伝わっていく様

子を解析することにより地震動を計算する評価手法である。具体的には、①震源断層面を設定（アスペリティの配置を含む）し、細かい小断層（要素面）に分割し、②ある特定の要素面から破壊が始まるものとして破壊開始点を設定し、③破壊開始点から破壊が各要素面に伝播し、分割された地震波が次々に評価地点に伝わることにより評価地点に生じる地震動を足し合わせ、④これにより、評価地点における地震動を求めるというものである。

（乙Ａ２６）

ウ　耐震バックチェック

原子力安全・保安院は、新耐震指針に基づき、被告を含む発電用原子炉の設置者に対し、同指針に基づく耐震安全性の再評価（以下「耐震バックチェック」という。）を指示した。被告は、新耐震指針を踏まえた本件原子炉施設の地震動評価をし、基準地震動Ｓｓを５７０ガルと策定した。

（乙Ａ２６、Ｄ１、２、弁論の全趣旨）

エ　ストレステスト

原子力安全・保安院は、福島第一原発事故の発生を踏まえ、平成２３年７月、発電用原子炉の設置者に対し、発電用原子炉施設の安全性に関する総合的評価（以下「ストレステスト」という。）を実施し、その結果を報告するよう指示した。ストレステストは、安全上重要な施設・機器等が設計上の想定を超える事象に対してどの程度の安全裕度を有するかの評価を行うものであり、クリフエッジ（燃料が重大な損傷に至る状態等、事象が進展、急変し、状況が大きく変わる境界）を明らかにするものである。被告は、本件原子炉について、ストレステストを実施し、基準地震動Ｓｓの１．５倍（８５５ガル）の地震動により、充電器盤の損傷を原因として補助給水による蒸気発生器への給水に失敗し、炉心の重大な損傷を防止するための措置が講じられなくなる可能性があると評価した。

（乙Ｃ６４、６５、弁論の全趣旨）

(3) 政府関係機関における地震の研究等

ア 地震調査委員会

(ｱ) 平成７年兵庫県南部地震を契機として、地震防災対策特別措置法が制定され、総理府（当時）に地震調査研究推進本部（以下「地震本部」という。）が設置され、その下部組織として、地震調査委員会（以下「地震調査委員会」という。）が設置された。

（乙Ａ２６、Ｄ２６８）

(ｲ) 地震調査委員会は、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、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、「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）」（以下「レシピ」という。）を作成した。レシピは、強震動予測に関する検討結果から、強震動予測手法の構成要素となる震源特性、地下構造モデル、強震動計算、予測結果の検証の現状における手法や震源特性パラメータの設定に当たっての考え方を取りまとめたものである。レシピは、数次にわたって改訂等がされ、平成２９年４月、改訂版のレシピ（以下、改訂されたレシピを「平成２９年改訂レシピ」という。）が作成された。

（乙Ａ２６、Ｄ７３、２６８）

(ｳ) 地震調査委員会は、地殻変動、活断層、過去の地震等の資料に基づく地震活動の特徴の把握や、長期的観点からの地震発生可能性の評価手法の検討と評価（長期評価）を行っている。

地震調査委員会は、平成２３年２月、「中央構造線断層帯（金剛山地東縁－伊予灘）の長期評価（一部改定）」（以下「中央構造線断層帯長期評価（第１版）」という。）を取りまとめ、本件発電所の沖合にある中央構造線断層帯について、東端の奈良県香芝市から西端の伊予灘まで

（全体としての長さは約３６０ｋｍ）を対象とした長期評価を行った。

また、地震調査委員会は、平成１７年３月、「別府－万年山断層帯の長期評価について」（以下「別府－万年山断層帯長期評価」という。）を取りまとめ、上記区間の断層帯について、大分県東部の豊予海峡付近から、別府湾内及び大分平野を経て、熊本県境付近まで、ほぼ東西に分布する断層帯であると評価した。

地震調査委員会は、その後の平成２９年１２月、「中央構造線断層帯（金剛山地東縁－由布院）の長期評価（第２版）」（以下「中央構造線断層帯長期評価（第２版）」という。）を取りまとめた。この長期評価では第２版、中央構造線断層帯が東端の奈良県香芝市から伊予灘に達し、さらに西に延び、別府湾を経て大分県由布市に至る長大な断層（全長は約４４４ｋｍ）であると評価している。

（甲４３０、乙Ｄ２１、２２、２６８）

イ　内閣府検討会

内閣府は、過去に南海トラフのプレート境界で発生した地震に係る科学的知見に基づく各種調査について防災の観点から幅広く整理・分析し、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、理学・工学等の研究者から構成される検討会を設置した（以下「内閣府検討会」という。）。

同検討会は、平成２４年３月及び同年８月、「南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について（第一次報告）」、「南海トラフの巨大地震モデル検討会（第二次報告）強震動モデル編－強震断層モデルと震度分布について－」（以下、順に「内閣府検討会（２０１２①）」、「内閣府検討会（２０１２②）」という。）をそれぞれ公表した。

（甲１５、１６、乙Ｄ２７７、弁論の全趣旨）

**８　地震に関する新規制基準の概要及び新規制基準を踏まえた被告による基準地**

震動の策定

(1) 地震に関する新規制基準の概要

ア 被告による再稼働申請がされた平成２５年７月（後記１４・92頁。以下同じ。）の時点における地震に関する新規制基準の概要は、以下のとおりである。（乙Ｅ５～７、弁論の全趣旨）

(ア) 設置許可基準規則

**設計基準対象施設**とは、発電用原子炉施設のうち、運転時の異常な過度変化又は設計基準事故の発生を防止し、又はこれらの拡大を防止するために必要となるものをいう（２条２項７号）。この施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない（４条１項）とされ、上記の「地震力」は、地震の発生によって生ずるおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない（同条２項）。

**耐震重要施設**とは、設計基準対象施設のうち、地震の発生によって生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの（３条１項）をいう。同施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（以下「基準地震動による地震力」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない（同条３項）。

(イ) 設置許可基準規則解釈

a 基準地震動

「基準地震動」は、「最新の科学的・技術的知見を踏まえ、敷地及び敷地周辺の地質・地質構造、地盤構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から想定することが適切なもの」（別記２第４条５項柱書）として、震源特定地震動及び震源不特定地震動について、

「解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動」としてそれぞれ策定する（同項１号）。

(a) 震源特定地震動の策定方法

内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震の３種類の発生形態について、敷地に大きな影響を与えると予想される地震（以下「検討用地震」という。）を複数選定し、検討用地震ごとに、不確かさを考慮して応答スペクトル評価及び断層モデル評価を、解放基盤表面までの地震波の伝播特性を反映して策定する（同項２号柱書）。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（同項２号④柱書）。

応答スペクトル評価は、検討用地震ごとに、適切な手法を用いて応答スペクトルを評価のうえ、それらを基に設計用応答スペクトルを設定し、これに対して、地震の規模及び震源距離等に基づき地震動の継続時間及び振幅包絡線の経時的変化等の地震動特性を適切に考慮して地震動評価を行う（同項２号④ⅰ））。

断層モデル評価は、検討用地震ごとに、適切な手法を用いて震源特性パラメータを設定し、地震動評価を行う（同項２号④ⅱ））。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（震源断層面上における地震の発生直前の応力と発生直後の応力の差で、地震により解放されたエネルギーを示すもの）、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（同項２号⑤）。また、内陸地殻内地震について選定した検討用地震のうち、「震源が敷地に極めて近い場合」は、地表に変位を伴う断層全体を考慮した上で、震源モデルの形状及び位置の妥当性、敷地及びそこに設置する施設との位置関係、並びに震源特性パラメータの設定の妥当性について詳細に検討するとともに、これらの検討結果を踏まえた評価手法の適用性に留意の上、上記の各種の不確かさが地震動評価に与える影響をより詳細に評価し、震源の極近傍での地震動の特徴に係る最新の科学的・技術的知見を踏まえた上で、さらに十分な余裕を考慮して基準地震動を策定する（同項２号⑥）。

(b) 震源不特定地震動の策定方法

これは、震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、これらを基に、各種の不確かさを考慮して敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定するものである（同項３号柱書）。その妥当性については、最新の科学的・技術的知見を踏まえて個別に確認し、その際、地表に明瞭な痕跡を示さない震源断層に起因する震源近傍の地震動について、確率論的な評価等、各種の不確かさを考慮した評価を参考とする（同項３号②）。

(c) 各基準地震動に対する地震動評価の信頼性及び精度の確保

各基準地震動に対する地震動評価においては、適用する評価手法に必要となる特性データに留意の上、地震波の伝播特性に係るものとして、①敷地及び敷地周辺の地下構造（深部・浅部地盤構造）が地震波の伝播特性に与える影響を検討するため、敷地及び敷地周辺における地層の傾斜、断層及び褶曲構造等の地質構造を評価すると

ともに、**地震基盤**（S波速度３ｋｍ／ｓ以上を示す面であり、それよりも深部では地盤構造が地震動に大きく影響しないとされる。乙Ｄ３６７）の位置及び形状、岩相・岩質の不均一性並びに**地震波速度構造**（地震波が地層内を伝わる速度の分布）等の地下構造及び地盤の減衰特性を評価すること、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、②上記①の評価の実施に当たって必要な敷地及び敷地周辺の調査については、地域特性及び既往文献の調査、既存データの収集・分析、地震観測記録の分析、地質調査、ボーリング調査並びに二次元又は三次元の物理探査等を適切な手順と組合せで実施する。

また、各基準地震動については、それぞれが対応する超過確率を参照し、それぞれ策定された地震動の応答スペクトルがどの程度の超過確率に相当するかを把握する（同項４号）。

b　耐震重要度分類

設置許可基準規則４条２項の「地震の発生によって生ずるおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度」とは、「地震により発生するおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失（地震に伴って発生するおそれがある津波及び周辺斜面の崩壊等による安全機能の喪失を含む。）及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度（**以下「耐震重要度」という。**）をいう」とされる。

設計基準対象施設は、耐震重要度に応じて、以下のとおり、分類がされている（**以下「耐震重要度分類」という。**別記２第４条２項各号）。

(a) Sクラス

地震により発生するおそれがある事象に対して、原子炉を停止し、炉心を冷却するために必要な機能を持つ施設、自ら放射性物質を内蔵している施設、当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設、これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し、放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設、並びに地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって、その影響が大きいものをいい、少なくとも、以下の各施設がこれに該当する。

① 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系

② 使用済燃料を貯蔵するための施設

③ 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設、及び原子炉の停止状態を維持するための施設

④ 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設

⑤ 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後、炉心から崩壊熱を除去するための施設

⑥ 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に、圧力障壁となり放射性物質の放散を直接防ぐための施設

⑦ 放射性物質の放出を伴うような事故の際に、その外部放散を抑制するための施設であり、上記⑥以外の施設

⑧ 津波防護機能を有する施設及び浸水防止機能を有する設備（以下、順に「津波防護施設」、「浸水防止設備」という。）

⑨ 敷地における津波監視機能を有する設備（以下「津波監視設備」という。）

(b) Bクラス

安全機能を有する施設のうち、機能喪失した場合の影響がSクラス施設と比べ小さい施設をいう。

例として、原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて、一次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設や使用済燃料を冷却するための施設等が挙げられている。

(c) Cクラス

Sクラスに属する施設及びBクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設をいう。

c 耐震設計

(a) Sクラス施設（津波防護施設等を除く。）は、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対しておおむね弾性状態（加えられた荷重を除去すると、変形を残すことなく元の状態に戻ること）に留まる範囲で耐えること、Bクラス及びCクラスの施設は、静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えることなどが求められている（別記2第4条3項）。

上記の地震力のうち、弾性設計用地震動は、基準地震動との応答スペクトルの比率の値が目安として0．5を下回らないような値で、工学的判断に基づいて設定することとされている。また、静的地震力は、①建物・構築物については、水平地震力を地震層せん断力係数（標準せん断力係数を0．2以上とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる値）に施設の耐震重要度分類に応じた係数（Sクラス3．0、Bクラス1．5、Cクラス1．0）を乗じ、さらに当該層以上の重量を乗じることにより算定し、そのうち、Sクラス施設については、水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとするなどとされ、②

機器・配管系については、上記地震層せん断力係数に上記の施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度とし、当該水平震度及び鉛直震度をそれぞれ２０％増しした震度により求めること、水平地震力と鉛直地震力は同時に不利な方向の組合せで作用させることなどとされている（同条４項）。

(b) 耐震重要施設（津波防護施設等を除く。）については、①基準地震動による地震力に対して、その安全機能が保持できること、②建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力との組合せに対して、当該建物・構築物が構造物全体としての変形能力（終局耐力（構造物に対する荷重を漸次増大した際、構造物の変形又は歪みが著しく増加する状態を構造物の終局状態と考え、この状態に至る限界の最大荷重負荷をいう。）時の変形）について十分な余裕を有し、建物・構築物の終局耐力に対し妥当な安全余裕を有していること、③機器・配管系については、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件に対して、その施設に要求される機能を保持すること、上記により求められる荷重により塑性歪みが生じる場合であっても、その量が小さなレベルにとどまって破断延性限界（著しい塑性変形を伴って破断に至る力）に十分な余裕を有し、その施設に要求される機能に影響を及ぼさないこと、④耐震重要施設が、耐震重要度分類の下位のクラスに属するものの波及的影響によって、その安全機能を損なわないように設計することなどが求められている（同条６項）。

(ウ) 地震ガイド

地震ガイドには、地震動評価について、以下のとおり定められている

（各項の文末に摘示する番号は、同ガイドの項番である。）。

a　震源特定地震動

(a)　策定方針

検討用地震ごとに応答スペクトル評価及び断層モデル評価に基づき策定されている必要があり、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、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。）が十分に考慮されている必要がある。また、震源が敷地に近く、その破壊過程が地震動評価に大きな影響を与えると考えられる地震については、断層モデルを用いた手法が重視されている必要がある。（Ⅰ．３．１）

(b)　震源特性パラメータの設定

震源モデルの長さ又は面積、あるいは１回の活動による変位量と地震規模を関連づける経験式を用いて地震規模を設定する場合には、経験式の適用範囲が十分に検討されていることを確認する。その際、経験式は平均値としての地震規模を与えるものであることから、経験式が有するばらつきも考慮されている必要がある。（Ⅰ．３．２．３(2)。以下「本件ばらつき条項」という。）

(c)　応答スペクトル評価

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確認する。参照する距離減衰式に応じて適切なパラメータを設定する必要があり、併せて、震源断層の広がりや不均質性、断層破壊の伝播や震源メカニズムの影響が適切に考慮されていることを確認する。（Ⅰ．３．３．１(1)①）

地震波伝播特性（サイト特性）の評価に当たり、水平及び鉛直地震動の応答スペクトルは、参照する距離減衰式の特徴を踏まえ、敷

地周辺の地下構造に基づく地震波の伝播特性（サイト特性）の影響を考慮して適切に評価されていることを確認する（Ⅰ．３．３．１(1)②1））。

(d) 断層モデル評価

検討用地震ごとに適切な手法を用いて震源特性パラメータが設定され、地震動評価が行われていることを確認する（Ⅰ．３．３．２(1)）。

震源モデルの設定に当たり、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確認する。アスペリティの位置が活断層調査等によって設定できる場合は、その根拠が示されていることを確認する。根拠がない場合は、敷地への影響を考慮して安全側に設定されている必要がある。なお、アスペリティの応力降下量（短周期レベル）については、新潟県中越沖地震を踏まえて設定されていることを確認する。（Ⅰ．３．３．２(4)①）

震源が敷地に極めて近い場合の地震動評価においては、地表に変位を伴う断層全体（地表地震断層から震源断層までの断層全体）を考慮した上で、震源モデルの形状及び位置の妥当性、敷地及びそこに設置する施設との位置関係並びに震源特性パラメータの設定の妥当性について詳細に検討されていることを確認する（Ⅰ．３．３．２(4)④1））。

地下構造モデルの設定においては、地下構造（深部・浅部地下構造）が地震波の伝播特性に与える影響を検討するため、地層の傾斜、断層、褶曲構造等の地質構造を評価するとともに、地震発生層の上端深さ、地震基盤・解放基盤の位置や形状、地下構造の三次元不整形性、地震波速度構造等の地下構造及び地盤の減衰特性が適切

に評価されていることを確認する。地震基盤までの三次元地下構造モデルの設定に当たっては、地震観測記録（鉛直アレイ地震動観測や水平アレイ地震動観測記録）、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。なお、地下構造の評価の過程において、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。特に、敷地及び敷地近傍においては、鉛直アレイ地震動観測や水平アレイ地震動観測記録及び物理探査データ等を追加して三次元地下構造モデルを詳細化するとともに、地震観測記録のシミュレーションによってモデルを修正するなど高精度化が図られていることを確認する。この場合、適切な地震観測記録がない場合も含めて、作成された三次元地下構造モデルの精度が地震動評価へ与える影響について、適切に検討されていることを確認する（信頼性の高い地震動評価が目的であるため、地下構造モデルの精度に囚われすぎないことに留意する。）。（Ⅰ．３．３．２(4)⑤3)～5)）

(e) 不確かさの考慮

応答スペクトルに基づく地震動の評価過程に伴う不確かさについて、適切な手法を用いて考慮されていることを確認する。地震動評価においては、用いる距離減衰式の特徴や適用性、地盤特性が考慮されている必要がある（Ⅰ．３．３．３(1)）。

断層モデルを用いた手法による地震動の評価過程に伴う不確かさについて、適切な手法を用いて考慮されていることを確認する。併せて、震源特性パラメータの不確かさについて、その設定の考え方

が明確にされていることを確認する。震源モデルの不確かさ（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、解釈の違いによる不確かさ）を考慮する場合には、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、その結果を地震動評価に反映させることが必要である。特に、アスペリティの位置・応力降下量や破壊開始点の設定等が重要であり、震源モデルの不確かさとして適切に評価されていることを確認する。（Ⅰ．３．３．３(2)柱書、同①1））

地震動の評価過程に伴う不確かさについては、必要に応じて不確かさを組み合わせるなど適切な手法を用いて考慮されていることを確認する。地震動評価においては、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、これらの不確実さ要因を偶然的不確実さと認識論的不確実さに分類して、分析が適切になされていることを確認する。（Ⅰ．３．３．３(2)②）

b　震源不特定地震動

(a)　策定方針

震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、これらを基に各種の不確かさを考慮して敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定されている必要がある。応答スペクトルの設定においては、解放基盤表面までの地震波の伝播特性が反映されている必要があり、また、敷地及び敷地周辺の地下構造（深部・浅部地盤構造）が地震波の伝播特性に与える影響が適切に評価されている必

要がある。なお、ここで策定された基準地震動の妥当性については、最新の科学的・技術的知見を踏まえて個別に確認し、その際には、地表に明確な痕跡を残さない震源断層に起因する震源近傍の地震動について、確率論的な評価等、各種の不確かさを考慮した評価が適切に行われている必要がある。（Ⅰ．４．１(1)(2)(4)）

(b) 地震動評価

震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内の地震を検討対象地震として適切に選定し、それらの地震時に得られた震源近傍における観測記録を適切かつ十分に収集していることを確認する。検討対象地震の選定においては、地震規模のスケーリングの観点から、「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」を適切に選定していることを確認し、「事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震」についても検討を加え、必要に応じて選定していることを確認する。（Ⅰ．４．２．１）

「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」は、「断層破壊領域が地震発生層の内部に留まり、国内においてどこでも発生すると考えられる地震で、震源の位置も規模も分からない地震として地震学的見地から全国共通に考慮すべき地震（震源の位置も規模も推定できない地震（Ｍｗ６．５未満の地震））」であり、「事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震」は、「震源断層がほぼ地震発生層の厚さ全体に広がっているものの、地表地震断層としてその全容を表すまでには至っていない地震（震源の規模が推定できない地震（Ｍｗ６．５以上の地震））」である（Ⅰ．４．２．１〔解説〕(1)(2)）。

c　超過確率

各基準地震動について、それぞれ策定された地震動の応答スペクトルがどの程度の超過確率に相当するかを確認する。超過確率を参照する際には、基準地震動の応答スペクトルと地震ハザード解析による一様ハザードスペクトルを比較するとともに、当該結果の妥当性を確認する。（Ⅰ．６．１）

地震ハザード解析による一様ハザードスペクトルの算定においては、例えば、日本原子力学会「原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準：２００７」（以下「２００７年実施基準」という。）等に示される手法を適宜参考にして評価する（Ⅰ．６．１〔解説〕）。

(ｴ) 地質ガイド

地震動評価のための地下構造調査について、以下のとおり定められている（乙Ｅ２０。各項の文末に摘示する番号は、同ガイドの項番である。）。

地下構造（地盤構造、地盤物性）の性状は、敷地ごとに異なるため、地震動評価のための地下構造モデル作成に必要な地下構造調査に際しては、それぞれの敷地における適切な調査・手法が適用されていることを確認する（Ⅰ．５．１(1)）。適切な調査とは、調査により取得された地下構造データに基づいて作成された地下構造モデルを用いて、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な地下構造調査を意味する（Ⅰ．５．１〔解説〕(4)）。

敷地及び敷地周辺の調査については、地域特性、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、ボーリング調査及び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されていることを確認する（Ⅰ．５．１(3)）。

地震動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されていることを、地震ガイドにより確認する（Ⅰ．５．１(4)）。

イ　令和３年の設置許可基準規則解釈及び地震ガイドの改正

原子力規制委員会は、令和３年４月、設置許可基準規則解釈及び地震ガイドを改正した。これにより、「震源不特定地震動」の策定に関し、「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」が「全国共通に考慮すべき地震動」に、「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」が「地域性を考慮する地震動」にそれぞれ名称が変更され、このうち、前者の策定に当たっては、２００４年北海道留萌支庁南部地震の観測記録から推定した基盤地震動に加え、原子力規制委員会が策定した標準応答スペクトルを用いることとされた（上記改正後の設置許可基準規則解釈別記２第４条５項３号①②、地震ガイドⅠ．４．２．１）。

（乙Ｅ２４、２６、弁論の全趣旨）

ウ　令和４年の地震ガイドの改正

原子力規制委員会は、令和４年６月、地震ガイドを改正した（以下、同改正後の地震ガイドを「令和４年地震ガイド」という。）。

原子力規制委員会は、令和４年地震ガイドについて、原子力規制委員会による審査実績等を踏まえて地震ガイドの表現の改善等を行うものにとどまり、地震ガイドの内容を変更するものではないとしている。

令和４年地震ガイドでは、本件ばらつき条項が削除され、震源特定地震動の「審査の方針に、上記の基準地震動の策定において経験式が用いられている場合には、経験式の適用条件、適用範囲について確認した上、当該経験式が適切に選定されていることを確認する」（令和４年地震ガイドⅠ．３．１(2)）として、経験式を用いる場合の留意事項である適用範囲の

確認等が総則的に規定された上で、「複雑な自然現象の観測データにばらつきが存在するのは当然であり、経験式とは、観測データに基づいて複数の物理量等の相関を式として表現するものである。したがって、評価時点で適用実績が十分でなく、かつ、広く一般に使われているものではない経験式が選定されている場合には、その適用条件、適用範囲のほか、当該経験式の元となった観測データの特性、考え方等に留意する必要がある」（同Ⅰ．３．１〔解説〕(2)）として、経験式に関する解説が追記された。

また、令和４年地震ガイドでは、基準地震動の策定に係る審査の基本方針において、「基準地震動が、地震動評価に大きな影響を与えると考えられる不確かさを考慮して適切に策定されていることを、地震学及び地震工学的見地に基づく総合的な観点から判断する」（同Ⅰ．２(2)）と規定された。

（乙Ｅ２４、Ｆ９４～９６）

(2) 新規制基準を踏まえた被告による基準地震動の策定

被告による再稼働申請がされた平成２５年７月の時点における基準地震動の策定の概要は、以下のとおりである。

ア　敷地地盤の評価

地震観測記録を用いた評価、深部ボーリング等による評価から、本件発電所の原子炉建屋及びその周辺の地盤がＳ波速度約２６００ｍ／ｓの堅硬な岩盤が十分な広がりと深さをもっているとして、敷地の高さと同じ標高１０ｍの位置に解放基盤表面を設定した。

（乙Ｃ１０３、１３１（６－５－２０～２３頁）、弁論の全趣旨）

イ　震源特定地震動

(ｱ) 検討用地震の候補となる地震の選定

本件発電所の敷地周辺における過去の被害地震から、規模及び位置等に関する最新の知見を基に、本件発電所の敷地に影響を及ぼすと考えら

れる地震を選定し、これらの地震に、国の機関等による知見及び活断層の分布状況に基づき本件発電所の敷地周辺に想定した地震を加え、地震発生様式ごとに整理・分類し、以下のとおり、検討用地震の候補となる地震を選定した。

（乙Ｃ１３１（６－５－１～１３頁）、Ｄ３５）

ａ　内陸地殻内地震

中央構造線断層帯による地震として、①敷地前面海域の断層群（断層長さは、断層破壊の停止域とされる両端の引張性ジョグ（ジョグ：断層破壊の末端を示唆する地質構造）の中まで断層破壊が及ぶ可能性を考慮し、両端をそれぞれ引張性ジョグの中間まで延伸するものとし、約５４ｋｍ）、②伊予セグメント（断層長さは、両端の引張性ジョグの中間まで延伸するものとし、約３３ｋｍ）、③金剛山地東縁－伊予灘区間（断層長さは約３６０ｋｍ）、④石鎚山脈北縁西部－伊予灘区間（断層長さは約１３０ｋｍ）による各地震を選定した。また、⑤別府湾－日出生断層帯による地震、⑥Ｆ－２１断層（宇和海）による地震、⑦五反田断層（八幡浜）による地震、⑧上関断層（伊予灘北方）による地震を選定した。

（乙Ｃ１３１（６－３－５１～５９、６－３－２８２、６－５－１６、６－５－１７頁）、Ｄ３５、３４２、弁論の全趣旨）

ｂ　海洋プレート内地震

南海トラフから安芸灘～伊予灘～豊後水道海域へ西北西の方向に沈み込むフィリピン海プレートで発生した海洋プレート内地震のうち、敷地に与える影響が大きいと考えられるものとして、①安芸・伊予の地震（１６４９年、Ｍ６．９）、②伊予西部の地震（１８５４年、Ｍ７．０）、③豊後水道の地震（１９６８年、Ｍ６．６）を選定した。また、地震調査委員会の地域区分の観点を踏まえ、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（紀伊半島沖の地震（２００４年、Ｍ７．４）、日向・豊後の地震（１７６９年、Ｍ７．４）、宮崎県西部の地震（１９０９年、Ｍ７．３））について、各区分の範囲で最も敷地に影響を与える位置で発生するものと想定し、④アウターライズ地震（Ｍ７．４）、⑤日向灘の浅い地震（Ｍ７．４）、⑥九州の深い地震（Ｍ７．３）を選定した。

（乙Ｃ１３１（６－５－１８、６－５－１９、６－５－５９、６－５－１３７頁））

c　プレート間地震

南海トラフ沿いの地震及び日向灘における地震として、①土佐その他南海・東海・西海諸道の地震（６８４年、Ｍ８　１／４）、②宝永地震（１７０７年、Ｍ８．６）、③安政南海地震（１８５４年、Ｍ８．４）、④想定南海地震（地震調査委員会、Ｍ８．４）、⑤想定南海地震（中央防災会議、Ｍｗ８．６）、⑥南海トラフの巨大地震（陸側ケース）（内閣府検討会（２０１２②）、Ｍｗ９．０）、⑦日向灘の地震（１４９８年、Ｍ７　１／４）、⑧日向灘の地震（地震調査委員会、Ｍ７．６）を選定した。

（乙Ｃ１３１（６－５－１９、６－５－２０、６－５－２６２、６－５－２６３頁））

(ｲ) 検討用地震の選定

候補として選定した地震から、地震発生様式の分類ごとに距離減衰式を用いて敷地で想定される地震動を比較し、以下のとおり、検討用地震を選定した。

（乙Ｃ１３１（６－５－２８～３０頁）、Ｄ３５）

a　内陸地殻内地震

敷地への影響が最も大きいと考えられる地震として、敷地前面海域の断層群による地震（前記(ｱ) a ①）を選定した。その上で、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、中央構造線断層帯長期評価（第一版）及び別府－万年山断層帯長期評価において、中央構造線断層帯の連動や中央構造線断層帯と別府－万年山断層帯の連動の可能性に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による地震を検討用地震として選定した。

（乙Ｃ１３１（６－５－２９、６－５－３０、６－５－２６２頁））

b　海洋プレート内地震

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（前記(ｱ) b ①）を選定した。

（乙Ｃ１３１（６－５－３０頁））

c　プレート間地震

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（陸側ケース）（内閣府検討会（２０１２②））（前記(ｱ) c ⑥）を選定した。

（乙Ｃ１３１（６－５－３０、６－５－３１、６－５－２６３頁））

(ｳ) 内陸地殻内地震に対する地震動評価

a　基本震源モデル

震源断層の位置（敷地からの距離）は、海上音波探査等の結果から、約８ｋｍとした。

震源断層の長さは、中央構造線断層帯（断層長さ約３６０ｋｍ）と別府－万年山断層帯が連動するケース（約４８０ｋｍ。以下「４８０ｋｍケース」という。）を基本としつつ、断層が部分破壊するケースも考慮し、石鎚山脈北縁西部－伊予灘区間（川上セグメント、伊予セ

グメント、敷地前面海域の断層群）が連動するケース（約１３０ｋｍ。以下「１３０ｋｍケース」という。）及び敷地前面海域の断層群が単独で活動するケース（約５４ｋｍ。以下「５４ｋｍケース」という。）についても評価を行うこととした。

震源断層の傾斜角は、中央構造線断層帯長期評価（第１版）及び別府－万年山断層帯長期評価並びに調査結果に基づき、主たる敷地前面海域の断層群等について、鉛直（９０度）の右横ずれ断層とした。

震源断層の幅は、地震発生層の上端及び下端の深さを設定し、断層傾斜角から求めることとし、本件発電所の敷地及び敷地周辺の屈折法地震探査結果等から、上端深さを２ｋｍ、下端深さを１５ｋｍとし、地震発生層の厚さを１３ｋｍと設定し、これと、上記震源断層の傾斜角との関係から、震源断層の幅を１３ｋｍとした。

（乙Ｃ１０３、１３１（６－５－２４～２８、６－５－３１頁）、Ｄ３５）

b　応答スペクトル評価

４８０ｋｍケース、１３０ｋｍケース及び５４ｋｍケースに加え、断層の長さが約６９ｋｍで連動するケース（敷地前面海域の断層群とその両端のジョグの全部が連動するケース。以下「６９ｋｍケース」という。）も評価することとし、断層の傾斜角について、上記ａのとおり、鉛直を基本モデルとして想定するとともに、不確かさの考慮として、断層の傾斜角を北傾斜（傾斜角３０度）とするモデル（北傾斜モデル）も想定した。そして、地震規模は、断層の長さから地震規模を求める経験式である松田（１９７５）の式（以下「松田式」という。）を用いて評価し、距離減衰式については、Ｎｏｄａ ｅｔ ａｌ．（２００２）が提案する応答スペクトルを求める手法である耐専式（耐専スペクトルともいう。）を基本とし、併せて、耐専式以外の

９種類の距離減衰式（以下、総称して「その他の距離減衰式」という。）でも評価を行った。その上で、本件発電所の敷地が敷地前面海域の断層群の近傍に位置することから、断層の長さや断層の傾斜角に関する上記の検討ケースごとに耐専式の適用性を吟味した上で、その他の距離減衰式や断層モデルを用いた手法による評価結果と対比して耐専式の適用性の検証を行い、その結果、１３０ｋｍケース、６９ｋｍケース及び５４ｋｍケースの各鉛直モデルについては、耐専式の適用は適切ではなく、その他の距離減衰式を用いて評価をし、４８０ｋｍケースの鉛直モデル及び北傾斜モデル並びに１３０ｋｍケース、６９ｋｍケース及び５４ｋｍケースの各北傾斜モデルについては、耐専式を適用した。

（乙Ｃ１３１（６－５－２２、６－５－３２、６－５－３６～３９、６－５－１０２、６－５－１０３、６－５－２６４、６－５－２６５頁）、Ｄ３５、７９）

ｃ　断層モデル評価

上記の地震動評価において必要なパラメータ（地震モーメント、平均応力降下量、アスペリティの応力降下量等）を設定する上で用いるスケーリング則（断層の長さ・幅・面積、応力降下量、地震モーメント、アスペリティ面積等の間に存在する一定の相似則又はこれを経験的に関係式で表したもの）は、壇ほか（２０１１）を基本として採用した。また、壇ほか（２０１１）による評価のほかに、４８０ｋｍケース及び１３０ｋｍケースについては、Ｆｕｊｉｉ　ａｎｄ　Ｍａｔｓｕ’ｕｒａ（２０００）を用いた評価をし、５４ｋｍケースについては、入倉・三宅（２００１）の式の地震モーメントにＦｕｊｉｉ　ａｎｄ　Ｍａｔｓｕ’ｕｒａ（２０００）の平均応力降下量を組み合わせて用いる手法により、評価をした。

断層モデル評価に当たり、地震発生時の環境に左右される偶然的な不確かさ（破壊開始点）及び事前に平均モデルを特定することが困難な不確かさ（アスペリティの深さ、断層長さ（連動））は、あらかじめ基本震源モデルに織り込んだ。他方、事前の調査や経験式等に基づいて平均モデルを特定することが可能な不確かさ（①応力降下量、②断層の傾斜角（北傾斜モデル）、③断層の傾斜角（南傾斜８０度）、④破壊伝播速度、⑤アスペリティの平面位置）は、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した。

そして、４８０ｋｍケースについて、**経験的グリーン関数法**（実際に発生した小さな地震の観測記録のうち、地震動評価に用いるのに適切な観測記録（要素地震）を足し合わせて大きな地震による揺れを計算する方法）及び**統計的グリーン関数法**（経験的グリーン関数法で用いる適切な観測記録の代わりに、小さな地震による揺れとして人工的に時刻歴波形を作成し、それを足し合わせて大きな地震による揺れを計算する方法）により評価し、両者を比較したところ、地震動レベルはほぼ同等の結果であったものの、南北方向の地震動レベルについて、経験的グリーン関数法の方が、本件原子炉の施設の耐震安全性に与える影響の大きい短周期側の地震動レベルが大きくなったため、経験的グリーン関数法を採用して評価することとした。

（乙Ｃ１３１（６－５－３１～３３、６－５－４１、６－５－４２、６－５－２６６頁）、Ｄ２５、３５、２７０、２７１、弁論の全趣旨）

(エ) 海洋プレート内地震についての地震動評価

a　基本震源モデル

上記(イ)のとおり、検討用地震として１６４９年安芸・伊予の地震を選定したが、基本震源モデルの設定に当たっては、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、敷地直下に既往

最大規模（伊予西部の地震（１８５４年、Ｍ７．０））の地震規模を仮定し（想定スラブ内地震）、地震動評価を行った。

そして、不確かさの考慮として、①芸予地震（２００１年、Ｍ６．７）を再現したモデルをＭ７．０に較正したケース、②Ｍ７．２の地震規模を想定したケース、③アスペリティの位置を断層上端に配置したケース、④敷地東方の領域に水平に近い断層面を考慮したケース（Ｍ７．４）を設定した。

（乙Ｃ１３１（６－５－３３、６－５－３４頁）、Ｄ３４２）

b　応答スペクトル評価

耐専式の適用範囲内にあることから、耐専式を適用して評価した。

（乙Ｃ１３１（６－５－３９頁））

c　断層モデル評価

２００１年芸予地震の余震である安芸灘の地震（Ｍ５．２）の本件発電所の敷地における観測記録を要素地震とした経験的グリーン関数法により評価した。

（乙Ｃ１３１（６－５－４２、６－５－４３頁））

(オ) プレート間地震についての地震動評価

a　基本震源モデル

上記(イ)のとおり、検討用地震として内閣府検討会（２０１２②）の南海トラフの巨大地震（陸側ケース）（Ｍｗ９．０）を選定した。これは、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（Ｍ８．６）や中央防災会議の想定南海地震（Ｍｗ８．６）の規模を上回るモデルであり、十分に不確かさが考慮されたものであると考えられるが、更なる不確かさの考慮として、内閣府検討会（２０１２②）において設定された強震動生成域に加え、敷地直下にも強震動生成域を追加して配置した。

（乙Ｃ１３１（６－５－３５、６－５－２６３頁））

b　応答スペクトル評価

内閣府検討会（２０１２②）が、南海トラフの巨大地震（Ｍｗ９．０）の応答スペクトル評価のパラメータとしてＭｗ８．３を採用していることを踏まえ、地震規模としてＭｗ８．３を採用し、耐専式の適用範囲内にあることから、耐専式を用いて地震動評価をした。（乙Ｃ１３１（６－５－３９、６－５－２６３頁））

c　断層モデル評価

内閣府検討会（２０１２②）のモデルに基づき、地震規模としてＭｗ９．０を採用し、適切な要素地震が得られていないことや、内閣府検討会（２０１２②）が統計的グリーン関数法を用いていることを踏まえ、統計的グリーン関数法（短周期側地震動）と理論地震動（長周期側地震動）を、周期２．５秒を接続周期としてハイブリッド合成法（短周期領域の評価に適している経験的グリーン関数法又は統計的グリーン関数法により計算した地震動と、長周期帯の評価に適している理論的手法により計算した地震動を組み合わせて広い周期帯で地震動を評価する手法）により評価をした。

（乙Ｃ１３１（６－５－４０、６－５－４３、６－５－２６３頁）、弁論の全趣旨）

ウ　震源不特定地震動

震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内地震の震源近傍の観測記録を収集するに当たり、「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」及び「事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震」について検討を行った。

「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」（Ｍｗ６．５未満の地

震）については、震源近傍の観測記録を収集し、加藤ほか（２００４）が提案する応答スペクトルと対比して敷地に及ぼす影響が大きいと考えられる５地点の観測記録を抽出し、そのうち、２００４年北海道留萌支庁南部地震におけるＫ－ＮＥＴ港町観測点の観測記録が信頼性の高い基盤地震動が得られているとして、これを評価対象に選定し、この基盤地震動に不確かさを考慮した地震動を震源不特定地震動として採用した。

「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」（Ｍｗ６．５以上の地震）については、２０００年鳥取県西部地震について、活断層の成熟度の相違等の地域差が認められるものの、不確かさが残ることや大局的には本件発電所の敷地と同じく西南日本の東西圧縮横ずれの応力場にあることを踏まえ、また、原子力安全の信頼性の向上の観点から、より保守的に同地震の観測記録を選定し、鳥取県にある賀祥ダムの監査廊の観測記録を震源不特定地震動として採用した。

（乙Ｃ１３１（６－５－４３～４７頁）、Ｄ３、３７、３８）

エ　基準地震動Ｓｓの策定

(ｱ) 震源特定地震動

ａ　応答スペクトル評価により策定した基準地震動

内陸地殻内地震、海洋プレート内地震及びプレート間地震に関する応答スペクトル評価によって算定された応答スペクトルをすべて包絡するよう設計用応答スペクトルを設定し、基準地震動Ｓｓ－１（１波）（最大加速度６５０ガル）を策定した。

（乙Ｃ１３１（６－５－４８、６－５－１１０頁）、Ｄ３５）

ｂ　断層モデル評価により策定した地震動

内陸地殻内地震、海洋プレート内地震及びプレート間地震に関する断層モデル評価の結果、本件原子炉の施設に与える影響が大きいケー

スとして、内陸地殻内地震の４８０ｋｍケースにおける壇ほか（２０１１）による評価及びＦｕｊｉｉ　ａｎｄ　Ｍａｔｓｕ’ｕｒａ（２０００）を用いた評価のうち応力降下量の不確かさを考慮したケース並びに５４ｋｍケースにおける入倉・三宅（２００１）の式を用いた評価のうち上記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地震動について、周期０．８秒を接続周期としてハイブリッド合成を行った結果、基準地震動Ｓｓ－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Ｓｓ－２－１～Ｓｓ－２－７として選定した。また、経験的グリーン関数法において用いた要素地震の特徴として、東西方向の地震動と比較して南北方向の地震動が長周期側で比較的小さく評価される傾向があることを踏まえ、東西方向の周期０．２秒～０．３秒で基準地震動Ｓｓ－１を超過したケースのうち、超過する度合いが大きいケースであり、かつ、４８０ｋｍケースについての壇ほか（２０１１）による評価で、応力降下量の不確かさを考慮し、破壊開始点を中央下端と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波を入れ替えたケースを仮想し、基準地震動Ｓｓ－２－８として設定した。以上のとおり、８ケースの基準地震動Ｓｓ－２（最大加速度５７９ガル）を策定した。なお、プレート間地震及び海洋プレート内地震では、基準地震動Ｓｓ－１を下回る結果となったことから、基準地震動Ｓｓ－２としては設定しなかった。

（乙Ｃ１３１（６－５－３２、６－５－４８～５０頁）、Ｄ３５、３４２）

(イ) 震源不特定地震動

震源不特定地震動の応答スペクトルのうち、２００４年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動及び２０００年鳥取県西部地震の賀祥ダム

の観測記録については、一部の周期帯で基準地震動Ｓｓ－１を超えることから、基準地震動Ｓｓ－３－１（最大加速度６２０ガル）及びＳｓ－３－２（最大加速度５３１ガル）として選定した。なお、加藤ほか（２００４）の応答スペクトルは、基準地震動Ｓｓ－１に包絡されるため、基準地震動Ｓｓ－３としては設定しなかった。

（乙Ｃ１３１（６－５－５０、６－５－１１０頁）、Ｄ３７、３８、３４２）

(ｳ) 基準地震動Ｓｓの策定

以上から、基準地震動Ｓｓ（最大加速度６５０ガル）を策定した。

（乙Ｃ１３１（６－５－５０、６－５－５１、６－５－１１０頁））

オ　超過確率

２００７年実施基準に基づいて算定した敷地における地震動の一様ハザードスペクトルと基準地震動の応答スペクトルを比較し、基準地震動Ｓｓ－１及び基準地震動Ｓｓ－２の年超過確率は１万年から１００万年に１回程度であり、基準地震動Ｓｓ－３の年超過確率は１万年から１０００万年に１回程度であるとした。

（乙Ｃ１３１（６－５－５１、６－５－５２、６－５－２５８～２６０頁））

**(3) 原子力規制委員会の審査**

原子力規制委員会は、平成２７年７月、被告の策定した基準地震動について、①本件発電所敷地及び敷地周辺の地下構造の評価に関して、調査の手法は、地質ガイドを踏まえているとともに、調査結果に基づき地下構造を水平成層かつ均質と評価し、一次元地下構造モデルを設定しており、当該地下構造モデルは地震波の伝播特性に与える影響を評価するに当たって適切なものであること、②震源特定地震動の評価については、検討用地震ごとに、不確かさを考慮して応答スペクトル評価及び断層モデル評価に基づき策定してい

ること、③震源不特定地震動の評価については、過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を精査し、各種の不確かさ及び敷地の地盤物性を考慮して策定していること、④上記②③の基準地震動に関し、敷地の解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動として基準地震動を策定していることから、設置許可基準規則解釈別記２の規定にそれぞれ適合していると判断した。

（乙Ｃ１０３）

９　火山に関する基本的な知見

(1)　火山噴火

火山噴火は、マグマが地表面に到達することによって生じる現象であり、マグマ中のメルトに溶け込んだ揮発性物質（水や二酸化炭素等）がマグマの上昇により減圧発泡し、急激に体積を増やし、地表に達して高速で噴出することにより発生する。（乙Ｄ１４１）

(2)　マグマの分類等

マグマは、地殻やマントルを構成する岩石が溶けてできたものであり、最も多く含まれる成分は、二酸化ケイ素（$SiO_2$。シリカ）である。二酸化ケイ素は、マグマの種類によって含有量が異なり、マグマは、二酸化ケイ素の含有量により、これが冷え固まってできる火成岩の名称に応じて分類される。具体的には、二酸化ケイ素の重量当たりの成分量が概ね７０％以上を流紋岩質、６３～７０％をデイサイト質（石英安山岩）、５２～６３％を安山岩質（５７％以下のものは、玄武岩質安山岩とも呼ばれる。）、５２％以下を玄武岩質という。流紋岩質及びデイサイト質の二酸化ケイ素含有量が多いマグマは、長石、石英等の珪長質鉱物の溶融物を多く含むため、珪長質マグマといい、二酸化ケイ素含有量の少ないマグマは、カンラン石、輝石等の苦鉄質鉱物の溶融物を多く含むため、苦鉄質マグマという。（乙Ｄ１４１～１４３、弁論の全趣旨）

揮発性成分が多いマグマの方が爆発的な噴火になりやすい。そして、二酸化ケイ素の含有量が多いマグマは粘性が高くなり、粘性が高いマグマからは、発泡した揮発性成分が抜け出しにくくなるため、二酸化ケイ素の含有量が多く、粘性が高いマグマほど爆発的な噴火になりやすいことになる。また、マグマが急速に発泡しながら爆発的に放出されると、多孔質の噴出物が生じ、デイサイト～流紋岩マグマでは淡色の軽石が生じ、玄武岩～安山岩マグマでは濃色のスコリアが生じる。（乙Ｄ１４１、１４４）

(3) 噴火規模

火山爆発指数（以下「ＶＥＩ」という。）は、噴火によって生じた火砕物の体積から噴火規模を段階別に分類するものである。１回の噴出量が$10^4$$m^3$以下（０．００００１$km^3$以下）のものをＶＥＩ０、$10^{12}$$m^3$以上（１０００$km^3$以上）のものをＶＥＩ８として、この間を噴出量が１０倍増えるごとに１段階上がるように７段階に分かれている。（乙Ｄ１４１）

10 火山活動の評価に関する新規制基準の概要及び同基準を踏まえた被告による火山活動の評価

(1) 火山活動の評価に関する新規制基準の概要

ア 被告は、平成２５年７月に本件原子炉についての原子炉設置変更許可等の再稼働申請をしたが、その時点における火山に関する新規制基準の概要は、以下のとおりである。

（甲８８、４４３、乙Ｅ３、５、６）

(ｱ) 設置許可基準規則及び設置許可基準規則解釈

安全施設（設計基準対象施設のうち、安全機能を有するもの（設置許可基準規則２条２項８号））は、「想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。」とされ（同６条１項）、「想定される自然現象」には、火山の影響も含まれる（設置許可基準規則解釈６条２項）。また、

重要安全施設（安全施設のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するもの（設置許可基準規則２条２項９号））は、「当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。」とされ（同６条２項）、「大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象」は、「対象となる自然現象に対応して、最新の科学的技術的知見を踏まえて適切に予想されるもの」をいう（設置許可基準規則解釈６条５項）。

(イ) 火山ガイド

火山ガイドには、以下の定めがある（以下、被告による再稼働申請の時点における火山ガイドを「旧火山ガイド」という。各項の文末に摘示する番号は、同ガイドの項番である。）。

a　原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の手順

火山影響評価は、立地評価と影響評価の２段階に分けられる。

立地評価では、まず原子力発電所に影響を及ぼし得る火山を抽出し、抽出された火山に対して、火山活動に関する個別評価として、設計での対応が不可能な火山事象が原子力発電所の運用期間（原子力発電所に核燃料物質が存在する期間）中に影響を及ぼす可能性を評価する。

立地評価において影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価された場合には、火山活動のモニタリングと火山活動の兆候把握時の対応を適切に実施することを条件として、個々の火山事象による影響を評価する。一方、上記の影響を及ぼす可能性が十分小さいとは評価されない場合は、原子力発電所の立地は不適と考えられる。

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

（１．４(4)、２．）

b　原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

(a)　原子力発電所の地理的領域（原子力発電所から半径１６０ｋｍの範囲の領域）に対して、文献調査等で第四紀（地質時代の１つで、２５８万年前から現在までの期間）に活動した火山を抽出する。第四紀に活動した火山（以下「第四紀火山」という。）について、①文献調査、②地形・地質調査及び火山学的調査を行い、火山の活動履歴、噴火規模及びその影響範囲等を把握する。次に、将来の火山活動の可能性について評価をする。その際、地域特性、マグマの性質等により火山活動の特性や規模が異なることから、個々の火山噴出物の種類、分布、地形、規模、噴火タイプ、噴火パターン、活動間隔等を総合的に検討する必要があり、類似火山の活動を参照することも重要である。

上記の各調査の詳細は、以下のとおりである。

Ⅰ　文献調査

地理的領域の火山とその現象、噴出物に関する既存の文献を集約し、あるいはデータベースを活用し、原子力発電所周辺の第四紀火山についての概略（火山噴出物、火山噴出中心位置、噴出物種類、活動時期、噴出物分布等）を把握し、最新の知見も参照の上、地理的領域における火山源の存在と分布を決定する。本調査結果は、地形・地質調査を行うための基礎資料として用いる。

Ⅱ　地形・地質調査及び火山学的調査

ｉ　地形調査

既存の地形図、航空写真等を用いた判読及び海底地形データ等に基づき、火山地形を把握する。また、必要に応じて航空測量による最新データの取得を行うことも有効である。

ii　地質調査

文献調査及び地形調査によっても、活動位置・規模・様式や噴出時期等の活動履歴の評価に十分な情報が得られなかった場合には、原子力発電所周辺の地理的領域の火山噴出物の噴出中心位置、噴出物種類、活動時期、噴出物（堆積物）分布等の評価に必要な情報を収集する。この調査においては、露頭、ボーリング又はピット掘削等により火山噴出物の試料採取・分析・年代測定等を行い、詳細な情報の収集・評価を実施する。また、別途実施する地質調査（原子力発電所耐震設計技術指針（ＪＥＡＧ４６０１－２００７）に基づき実施する地質調査など）の結果を参照することができる。

iii　火山学的調査

地質調査において、火山灰、火砕流、溶岩流等の火山噴出物（堆積物）が認められた場合に行う。

原子力発電所周辺で確認された火山灰については、①堆積物の範囲、厚さ、量、粒径及び分散軸を示す等層厚線図と等値線図、②堆積物の等価静荷重（湿潤及び乾燥）の調査を行う。原子力発電所近隣に影響を与えた可能性のある火砕流、火砕サージ又は火山性ブラストによって発生する識別可能な各堆積物については、①定置物の厚さ、量、密度及び空間分布、②重力によって動くか、又は火山性ブラストによって方向付けられる流動の方向と運動エネルギーに影響を与えた地形的特徴に関するデータ（こうした流動が測定可能な堆積物を残さずに通過した可能性のある区域も明らかにするのがよい。）の調査を行う。

(b)　評価の結果、完新世（第四紀の区分のうちで最も新しい地質時代であり、１万１７００年前から現在までの期間）に活動があった火

山は、将来の活動可能性がある火山とし、完新世に活動がなかった火山は、前記(a)の調査結果を基に、当該火山の第四紀の噴火時期、噴火規模、活動の休止期間を示す階段ダイヤグラムを作成し、より古い時期の活動を評価する（なお、ＩＡＥＡ（国際原子力機関）が策定したＳＳＧ－２１（原子力施設の立地評価における火山ハザードに関する安全基準）は、火山系の時間と量の関係又は岩石学的傾向を基に評価することが可能であるとしている。例えば、時間と量の関係は、**更新世**（約２５８万年前から約１万年前までの地質時代）初期又はそれより古い期間における火山活動の明確な衰弱傾向や明白な休止を示す場合があり、こうした状況では、新たな火山活動の可能性が極めて低いということができるとしている。）。評価の結果、火山活動が終息する傾向が顕著であり、最後の活動終了からの期間が過去の最大休止期間より長いなど、将来の活動可能性がないと判断できる場合は、後記ｃの個別評価の対象からは除外し、**降下火砕物**（大きさ、形状、組成又は形成方法に関係なく、火山から噴出され、降下するあらゆる種類の火山砕屑物）の影響を評価する。それ以外の火山は、将来の活動可能性を否定できない火山として、後記の個別評価対象の火山とする。

（１．４(4)(6)、３．）

ｃ　原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価

(a)　前記ｂで将来の活動可能性があると評価された火山については、原子力発電所の運用期間中において設計により対応することが不可能な火山事象を伴う火山活動の可能性の評価をする。設計対応不可能な火山事象としては、①**火砕物密度流**（火山噴火で生じた火山ガス、火砕物の混合物が斜面を流れ下る火砕流、サージ及びブラストといった各現象の総称）、②溶岩流、③岩屑なだれ、地滑り及び斜

面崩壊、④新しい火口の開口、⑤地殻変動の５事象とする。評価の際、検討対象火山の活動を科学的に把握する観点から、過去の火山活動履歴とともに、必要に応じて、地球物理学的及び地球化学的調査を行い、現在の火山の活動の状況も併せて評価することとする。具体的には、地球物理学的観点からは、検討対象火山に関連するマグマ溜まりの規模や位置、マグマの供給系に関連する地下構造等について、地球化学的観点からは、検討対象火山の火山噴出物等について分析することにより、火山の活動状況を把握する。

上記の調査の詳細は、以下のとおりである。

Ⅰ　地球物理学的調査

地震波速度構造（地震探査の解析により求める地震波速度の空間分布）、重力構造（重力探査（精密な重力測定）により求める密度の空間分布）、比抵抗構造（電磁気探査により求める比抵抗の空間分布）、地震活動（火山周辺における地震発生現象）及び地殻変動（ＧＰＳ測量等により求める火山活動に伴う地殻の変形現象）に関する検討を実施し、マグマ溜まりの規模や位置、マグマの供給系に関係する地下構造等について調査する。

Ⅱ　地球化学的調査

火山ガス（噴気）の化学組成分析、温度などの情報から、地理的領域に存在する火山の火山活動を調査する。

(b)　前記ｂの調査結果と必要に応じて実施する上記(a)の各調査の結果を基に、原子力発電所の運用期間中における検討対象火山の活動可能性を総合的に評価する。検討対象火山の活動可能性が十分小さいと評価できる場合には、過去の最大規模の噴火により設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達したと考えられる火山を抽出し、後記の火山活動のモニタリングを実施し、運用期間中において

火山活動を継続的に評価する。

(c) 検討対象火山の活動可能性が十分小さいと評価できない場合は、調査結果から噴火規模を推定し、調査結果から噴火規模を推定できない場合は、検討対象火山の過去最大の噴火規模とする。

次に、設定した噴火規模における設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達する可能性が十分小さいかどうかを評価する。この評価においては、検討対象火山の調査から噴火規模を設定した場合には、類似の火山における設計対応不可能な火山事象の影響範囲を参考に判断する。過去最大の噴火規模から設定した場合には、検討対象火山での設計対応不可能な火山事象の痕跡等から、その影響範囲を判断する。いずれの方法によっても影響範囲を判断できない場合には、設計対応不可能な火山事象の国内既往最大到達距離を影響範囲とする。設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達する可能性が十分小さいと評価できない場合は、原子力発電所の立地は不適と考えられる。上記の可能性が十分小さいと評価できる場合には、過去の最大規模の噴火により設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達したと考えられる火山については、モニタリング対象とし、後記の火山活動のモニタリングを実施し、運用期間中において火山活動を継続的に評価する。

（1．4(10)、4．）

d 火山活動のモニタリング

個別評価により運用期間中の火山活動の可能性が十分小さいと評価された火山であっても、設計対応不可能な火山事象が発電所に到達したと考えられる火山に対しては、噴火可能性が十分小さいことを継続的に確認することを目的として、運用期間中のモニタリングを行う。噴火可能性につながるモニタリング結果が観測された場合には、必要

な判断・対応をとる。　（5．）

e　原子力発電所への火山事象の影響評価

(a)　原子力発電所の運用期間中において、設計対応不可能な火山事象によって原子力発電所の安全性に影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価された火山について、それが噴火した場合、原子力発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象を抽出し、その影響を評価する。上記にいう火山事象としては、降下火砕物等がある。降下火砕物に関しては、火山抽出の結果にかかわらず、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積当たりの質量と同等の火砕物が降下するものと想定する。なお、敷地及び敷地周辺で確認された降下火砕物で、噴出源が同定でき、その噴出源が将来噴火する可能性が否定できる場合は考慮対象から除外する。また、降下火砕物は浸食等で厚さが低く見積もられるケースがあるので、文献等も参考にして、第四紀火山の噴火によるその堆積量を評価する。抽出された火山事象に対して、前記ｂ及びｃの調査結果等を踏まえて、原子力発電所への影響評価を行うための各事象の特性と規模を設定する。　（1．4(8)、6．、表1）

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

的影響としては、原子力発電所周辺の社会インフラへの悪影響がある。この中には、広範囲な送電網の損傷による長期の外部電源喪失や原子力発電所へのアクセス制限事象も含まれる。

降下火砕物の影響評価では、その堆積物量、堆積速度、堆積期間及び火山灰等の特性等の設定並びに降雨等の同時期に想定される気象条件が火山灰等特性に及ぼす影響を考慮し、それらの原子炉施設又はその附属設備への影響を評価し、必要な場合には対策がとられ、求められている安全機能が担保されることを評価する。なお、原子力発電所内及びその周辺敷地において降下火砕物の堆積が観測されない場合は、①類似する火山の降下火砕物堆積物の情報を基に求める方法、②対象となる火山の噴火量、噴煙柱高、全体粒度分布及びその領域における風速分布の変動を高度及び関連パラメータの関数として、原子力発電所における降下火砕物の数値シミュレーションを行うことより求める方法（数値シミュレーションに際しては、過去の噴火履歴等の関連パラメータ及び類似の火山降下火砕物堆積物等の情報を参考とすることができる。）により、堆積物量を設定する。

（６．１(1)(2)、解説－１６）

(c) 直接的影響に関する確認事項は、①降下火砕物堆積荷重に対して、安全機能を有する構築物、系統及び機器の健全性が維持されること、②降下火砕物により、取水設備、原子炉補機冷却海水系統、格納容器ベント設備等の安全上重要な設備が閉塞等によりその機能を喪失しないこと、③外気取入口からの火山灰の侵入により、換気空調系統のフィルタの目詰まり、非常用ディーゼル発電機の損傷等による系統・機器の機能喪失がなく、加えて中央制御室における居住環境を維持すること、④必要に応じて、原子力発電所内の構築

物、系統及び機器における降下火砕物の除去等の対応が取れることである。また、間接的影響に関する確認事項は、原子力発電所外での影響（長期間の外部電源の喪失及び交通の途絶）を考慮し、燃料油等の備蓄又は外部からの支援等により、原子炉及び使用済燃料プールの安全性を損なわないように対応が取れることである。

（６．１(3)）

イ　旧火山ガイドの改正

原子力規制委員会は、平成２９年１１月、旧火山ガイドを改正した（以下、同改正後の火山ガイドを「平成２９年火山ガイド」という。各項の文末に摘示する番号は、同ガイドの項番である。）。

(ｱ) 平成２９年火山ガイドの改正点

平成２９年火山ガイドは、直接的影響に関する確認事項のうち、外気取入口から侵入する火山灰の想定（前記ア(ｲ) e(c)③）に当たり、降灰継続時間を仮定して降灰量から気中降下火砕物濃度を推定する手法（以下「３．１の手法」という。）又は数値シミュレーションにより気中降下火砕物濃度を推定する手法（以下「３．２の手法」という。）のいずれかにより、気中降下火砕物濃度を推定することとした。（解説－１７．、添付１）

(ｲ) ３．１の手法

原子力発電所の敷地において運用期間中に想定される降下火砕物が、ある期間（降灰継続時間。原子力発電所敷地での降灰継続時間を合理的に説明できない場合は、２４時間）に堆積したと仮定して、降下火砕物の粒径の割合から求まる粒径ごとの堆積速度と粒径ごとの終端速度（降下時に重力によって加速度運動する火砕物が、空気抵抗等を受けて最終的に一定となった速度）から算出される粒径ごとの気中濃度の総和を、気中降下火砕物濃度として推定する。（添付１）

(ｳ) ３．２の手法

三次元の大気拡散シミュレーションにより設定座標点で粒径ごとに気中濃度の時間変化を算出し、得られた最大濃度を気中降下火砕物濃度と推定するものであり、シミュレーションで使用するパラメータ（総噴出量、噴煙柱高度、噴出率、噴火継続時間、全粒径分布）は、想定する火山噴火の観測値や実測値、類似火山の噴火パラメータ等に基づいて設定するとともに、その設定根拠を明らかにするとされ、気象データの設定は、高層気象観測を実施している評価対象火山又は原子力発電所敷地に近い観測地におけるデータを基に、１年で最も原子力発電所敷地に対して影響のある月を抽出し、一定風を設定する。（添付１）

(ｴ) 各推定手法の選択

平成２９年火山ガイドは、①３．１の手法が、降下火砕物が、その粒径の大小にかかわらず、同時に降灰が起こると仮定していること、粒子の凝集を考慮しないこと等、②３．２の手法が、原子力発電所への影響が大きい観測値に基づく気象条件を設定していること等を考慮し、いずれの推定値も、実際の降灰現象と比較して保守的な値となっているとして、上記のいずれかの推定手法により、気中降下火砕物濃度の推定することとした。（添付１・甲４７０の２）

ウ　原子力規制庁による火山活動の評価に関する基本的な考え方の策定

原子力規制庁は、平成３０年３月、「原子力発電所の火山影響評価ガイドにおける「設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価」に関する基本的な考え方について」（以下「火山活動の評価に関する基本的な考え方」という。）を策定した。その内容は以下のとおりである。

（甲４６９）

(ｱ) 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価について

設計対応不可能な火山事象については、当該事象が原子力発電所の運

用期間中に影響を及ぼす可能性が十分小さいかどうかを評価する。過去に**巨大噴火**（地下のマグマが一気に地上に噴出し、大量の火砕流によって広域的な地域に重大かつ深刻な災害を引き起こすような噴火であり、噴火規模として数十$km^3$程度を超えるような噴火）が発生した火山については、巨大噴火の可能性について評価をした上で、巨大噴火以外の火山活動の評価をする。

(ｲ) 巨大噴火の可能性評価の考え方について

巨大噴火は、広域的な地域に重大かつ深刻な災害を引き起こすものである一方、その発生の可能性は低頻度な事象である。現在の火山学の知見に照らし合わせて考えた場合には、運用期間中に巨大噴火が発生する可能性が全くないとは言い切れないものの、これを想定した法規制や防災対策が原子力安全規制以外の分野においては行われていない。したがって、巨大噴火によるリスクは、社会通念上容認される水準であると判断できる。

したがって、上記を考慮すれば、巨大噴火の可能性の評価については、現在の火山学の知見に照らした火山学的調査を十分に行った上で、火山の現在の活動状況は巨大噴火が差し迫った状態ではないことが確認でき、かつ、運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的な根拠があるとはいえない場合は、少なくとも運用期間中は、巨大噴火の可能性が十分に小さいと判断できる。

(ﾛ) 巨大噴火以外の火山活動の評価の考え方について

巨大噴火以外の火山活動について、その活動の可能性が十分小さいとは判断できない場合には、火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価を行うこととなる。噴火の規模を特定することは一般に困難であるため、平成２９年火山ガイドに従い、検討対象火山の過去最大の噴火規模について火山事象の評価を行うこととなる。ここでいう過去最大の

噴火規模としては、当該検討対象火山の最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模を用いる。

(エ) 火山活動のモニタリングについて

火山活動のモニタリングは、「運用期間中の巨大噴火の可能性が十分小さい」と評価して許可を行った場合にあっても、この評価とは別に、評価の根拠が継続していることを確認するため、評価時からの状態の変化を検知しようとするものである。

エ　火山ガイドの再改正

原子力規制委員会は、令和元年１２月、火山ガイドを再度改正した（以下、同改正後の火山ガイドを「令和元年火山ガイド」という。）。

令和元年火山ガイドは、平成２９年火山ガイドの各規定の趣旨及びこれに基づく審査実務の考え方を正確に分かりやすく表現するために改正したものであり、平成２９年火山ガイドの要求内容を追加変更するものではないとされている。

令和元年火山ガイドによる主な改正内容は、以下のとおりである（各項の文末に摘示する番号は同ガイドの項番である。）。

（甲４７０の１、２、乙Ｅ２１、Ｆ５）

(ア) 原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価

「火山活動に関する個別評価」は、設計対応不可能な火山事象が発生する時期及びその規模を的確に予測できることを前提とするものではなく、現在の火山学の知見に照らして現在の火山の状態を評価するものである旨の記載が追加された（解説－３．）。

検討対象火山（過去に巨大噴火が発生したものに限る。）の活動可能性の評価に当たり、巨大噴火については、噴火に至る過程が十分に解明されておらず、また発生すれば広域的な地域に重大かつ深刻な災害を引き起こす火山活動であるが、低頻度な火山事象であり有史において観測

されたことがないこと等を踏まえて評価を行うことが適切であり、①当該火山の現在の活動状況は巨大噴火が差し迫った状態ではないと評価でき（以下「非切迫性要件」という。）、②運用期間中における巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていない場合（以下「具体的根拠欠缺要件」という。）は、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと判断できる旨の記載が追加された。非切迫性要件の評価に当たっては、現在の火山学の知見に照らした調査を尽くした上で、検討対象火山における巨大噴火の活動間隔、最後の巨大噴火からの経過時間、現在のマグマ溜まりの状況、地殻変動の観測データ等から総合的に評価を行うことが記載された。（4．1(2)、解説－11．）

設計対応不可能な火山事象の到達可能性の評価に当たって設定する噴火規模として、過去に巨大噴火が発生した火山（運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと判断したものに限る。）については、当該火山の最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模とする旨の記載が追加された（4．1(3)）。

原子力発電所の運用期間中における検討対象火山の活動の可能性が十分小さいとされた場合及び設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達する可能性が十分小さいと評価できる場合の火山活動のモニタリングの実施や火山活動の継続的な評価に関する記載（前記ア(イ)c(c)）が削除された。

(イ) 火山活動のモニタリング

目的につき、「噴火可能性が十分小さいことを継続的に確認すること」との記載が、「評価時から状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認すること」と改められ、「噴火可能性につながるモニタリング結果が観測された場合には、必要な判断・対応をとる必

要がある。」の記載が、「モニタリングにより観測データの有意な変化を把握した場合には、状況に応じた判断・対応を行うこととする。」と改められた（６．）。

「事業者が実施すべきモニタリングは、原子炉の運転停止、核燃料の搬出等を行うための監視であり」との記載が削除された。

(ｳ) 原子力発電所への火山事象の影響評価

「敷地及び敷地周辺で確認された降下火砕物で、噴出源が同定でき、その噴出源が将来噴火する可能性が否定できる場合は考慮対象から除外する。」の記載が、「敷地及び敷地周辺で確認された降下火砕物の噴出源である火山事象が同定でき、これと同様の火山事象が原子力発電所の運用期間中に発生する可能性が十分小さい場合は考慮対象から除外する」と改められた（５．）。

**(2) 新規制基準を踏まえた被告による火山活動の評価**

被告による再稼働申請がされた平成２５年７月の時点の火山活動の評価の概要は、以下のとおりである。

ア　立地評価

(ｱ) 本件発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

本件発電所の敷地の地理的領域内（半径１６０ｋｍの範囲内）には４２の第四紀火山が分布しており、これらのうち、完新世に活動した火山として、鶴見岳（本件発電所の敷地との距離８５ｋｍ）、由布岳（同８９ｋｍ）、九重山（同１０８ｋｍ）、阿蘇（阿蘇カルデラ、阿蘇山、根子岳及び先阿蘇。同１３０ｋｍ）及び阿武火山群（同１３０ｋｍ）を抽出し、完新世に活動を行っていないものの、将来の火山活動の可能性が否定できない火山として、姫島（同６５ｋｍ）及び高平火山群（同８９ｋｍ）を抽出した。（乙Ｃ１３１（６－８－３～４、６－８－７頁））

(ｲ) 火山活動に関する個別評価

a　鶴見岳

大分県の別府湾西岸に位置する標高１３７５ｍの成層火山であり、約９万年前以前から活動を開始し、現在も噴気活動が認められる。鶴見岳は、南北５ｋｍにわたり連なる溶岩ドームの最南端に位置し、厚い溶岩流の累積から成り、北端の伽藍岳には強い噴気活動がある。完新世で最大規模の噴火は、１万０６００～７３００年前の鶴見岳山頂溶岩噴火であり、噴出量は０．１５ｋｍ$^3$とされているが、本件発電所の敷地に影響を及ぼす可能性のない溶岩主体の噴火である。鶴見岳を起源とする大規模火砕流は知られておらず、本件発電所に影響を及ぼすことはない。　　（乙Ｃ１３１（６－８－４～５頁））

b　由布岳

大分県の鶴見岳西方に位置する標高１５８３ｍの成層火山であり、約９万年前より古い時代から活動を開始し、最新噴火は２０００～１９００年前とされている。由布岳は、数個の溶岩ドーム及び山頂溶岩からなり、約２０００年前に規模の大きな噴火活動（２ｋａ噴火）が発生したが、その後現在に至るまで、噴火活動は起きていない。完新世以前の噴火規模についての報告はなく、完新世で最大規模の噴火は２ｋａ噴火であり、その噴出量は０．２０７ｋｍ$^3$とされている。由布岳の山麓には２ｋａ噴火に伴う火砕流堆積物が分布するが、由布岳を起源とする大規模火砕流は知られておらず、本件発電所に影響を及ぼすものではない。

（乙Ｃ１３１（６－８－５～６頁））

c　九重山

九重山は、由布岳と阿蘇山の間の大分県西部に東西１５kmにわたって分布する２０以上の火山の集合であり、最高峰は中岳（標高１７９１ｍ）である。約２０万年前以降に活動し、最新噴火は１９９６年で

ある。火山の多くは急峻な溶岩ドームで、山体の周囲を主に火砕流から成る緩傾斜の裾野が取り巻く。九重山を起源とする最大規模の火砕流（飯田火砕流）は、約５万年前に噴出したとされるもので、その堆積物は、大分県から熊本県にかけての地域に分布し、最大層厚約２００ｍ、推定分布面積約１５０ｋｍ$^2$、推定体積は約５ｋｍ$^3$と見積もられている。これらの火砕流堆積物の分布は九州内陸部に限られ、本件発電所に影響を及ぼすものではない。飯田火砕流の堆積物は、広域テフラ（テフラ：火山灰、軽石、スコリア等の溶岩を除く火山砕屑物の総称。また、火山砕屑物が堆積した地層をいうことがある。広域テフラ：大規模な噴火によって広範囲に及んだ降下テフラ）の九重第一軽石と対応し、火山灰の分布の長軸は四国南端方向で、体積は２．０３ｋｍ$^3$とされている。また、九重山は、完新世にも頻繁にマグマを噴出しており、マグマを噴出した最後の活動として約１７００年前に溶岩ドームが形成されているが、本件発電所の敷地から遠く離れており、本件発電所に影響を及ぼすことはない。

（乙Ｃ１３１（６－８－６～７頁）、弁論の全趣旨）

d　阿蘇カルデラ

(a)　熊本県東部に位置する東西約１７ｋｍ、南北約２５ｋｍのカルデラである。阿蘇カルデラ周辺の火山としては、カルデラの中央部に阿蘇山が、東側に根子岳が位置し、縁辺部に先阿蘇の火山岩類が分布する。阿蘇山は、高岳（標高１５９２ｍ）、中岳（標高１５０６ｍ）等の東西方向に連なる成層火山から成る火山群であり、根子岳（標高１４３３ｍ）は、開析の進んだ成層火山である。阿蘇では、約２７万～２５万年前に阿蘇１噴火（噴出量５０ｋｍ$^3$）が、約１４万年前に阿蘇２噴火（噴出量５０ｋｍ$^3$）が、約１２万年前に阿蘇３噴火（噴出量１５０ｋｍ$^3$以上）が、約９万～約８．５万年前

に阿蘇４噴火（噴出量６００ｋｍ$^3$以上）が、それぞれあり、いずれも巨大噴火とされている。

（乙Ｃ１３１（６－８－７～８頁）、Ｄ１４８）

(b) 阿蘇１噴火～阿蘇３噴火による火砕流堆積物の分布は九州にとどまるため、これらの巨大噴火の火砕流は、本件発電所の敷地に到達していない。これに対し、阿蘇４噴火による火砕流堆積物（以下「阿蘇４火砕流堆積物」という。）は、九州北部及び中部並びに山口県南部の広い範囲に分布していることが確認されている。

日本第四紀学会編「日本第四紀地図」（１９８７）及び町田・新井（２０１１）は、阿蘇４火砕流堆積物の到達範囲を推定・図示しており、佐田岬半島まで到達した可能性を示唆しているが、その分布は方向によって偏りがあり、佐田岬半島において阿蘇４火砕流堆積物が確認されたとの報告はない。

佐田岬半島では、段丘面の発達が全般に悪いものの、狭小な海成段丘が沿岸部に点在する。地表踏査結果によると、佐田岬半島に点在するM面（中位段丘面。約１３万～６万年前までに海や川の作用によって形成された段丘面）の段丘堆積物を覆う風成層（風によって砂等が運搬されて堆積してできた層）は、阿蘇４テフラが混在するものの、阿蘇４火砕流堆積物は確認されず、中位段丘に阿蘇４火砕流堆積物が保存されている山口県とは状況が異なる。また、佐田岬半島のうち、堆積条件のよい低地や盆地においてボーリング調査を行ったが、阿蘇４火砕流堆積物は確認されなかった。

本件発電所の敷地と阿蘇カルデラの距離は約１３０ｋｍであり、その間には、佐賀関半島や佐田岬半島等の地形的障害が認められる。

以上から、阿蘇４噴火に伴う火砕流（以下「阿蘇４火砕流」とい

い、阿蘇２噴火に伴う火砕流を「阿蘇２火砕流」と、阿蘇３噴火に伴う火砕流を「阿蘇３火砕流」と、それぞれいう。）は、本件発電所の敷地に到達していないと評価した。

（乙Ｃ１３１（６－８－７～９、６－８－３２、６－８－３３頁）、弁論の全趣旨）

(c) 阿蘇４噴火以降の活動としては、約９万年前以降に阿蘇山が噴火活動を開始し、溶岩や火砕物を噴出する小規模噴火の繰り返しにより形成された火山体とともに、降下軽石を主体とする噴火が複数回認められる。

巨大噴火の活動間隔について、巨大噴火の最短の活動間隔（阿蘇２噴火～阿蘇３噴火の約２万年）は、最新の巨大噴火（約９万～約８．５万年前の阿蘇４噴火）からの経過時間に比べて短い。

Ｎａｇａｏｋａ（１９８８）（同論文では、噴火のサイクルを４つの段階に整理しており（後記第４の４(1)ア(エ)・354 頁参照）、以下、その整理を**「噴火ステージ論」**ということがある。）の噴火ステージに当てはめると、現在の阿蘇山の活動は、多様な噴火様式の小規模噴火を繰り返していることから、後カルデラ火山噴火ステージと判断される。

阿蘇カルデラの地下構造については、Ｓｕｄｏ ａｎｄ Ｋｏｎｇ（２００１）に示される地震波速度構造において、地下約６ｋｍに小規模なマグマ溜まりが認められるものの、大規模なマグマ溜まりは認められない。高倉ほか（２０００）によると、阿蘇カルデラの地下１０ｋｍ以浅にマグマと予想される低比抵抗域は認められない。三好ほか（２００５）によると、阿蘇４噴火以降の火山岩の分布とそれらの組成から、大規模な流紋岩質～デイサイト質マグマ溜まりは想定されない。

国土地理院による電子基準点の解析結果によると、マグマ溜まりの顕著な増大を示唆する基線変化は認められない。

以上から、現在のマグマ溜まりは、巨大噴火直前の状態ではなく、今後も、現在の噴火ステージが継続するものと判断し、運用期間中の噴火規模については、後カルデラ火山噴火ステージである阿蘇山における既往最大噴火である阿蘇草千里ヶ浜噴火（噴出量約２ｋｍ$^3$）を考慮することとした。そして、阿蘇山起源の火砕流堆積物の分布は阿蘇カルデラ内に限られることから、本件発電所に影響を及ぼすものではない。

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

（Ｃ１３１（６－８－９、６－８－１０、６－８－３２～３４頁）、Ｄ１７４、２４４、４３８、弁論の全趣旨）

e　阿武火山群

山口県の日本海側に位置する約４０の小火山体から構成される火山群である。約８０万～約１万年前まで活動し、最新噴火は８８００年前であり、１９０万～１５０万年前には先阿武火山活動があったとされる。過去の噴火規模（溶岩の体積）は０．００１～０．７５ｋｍ$^3$であるが、本件発電所の敷地から遠く、影響はない。阿武火山群は、小規模な溶岩噴出を主体とし、阿武火山群を起源とする大規模火砕流や広域火山灰は知られておらず、本件発電所に影響を及ぼすことはない。　（乙Ｃ１３１（６－８－１０～１１頁））

f　姫島

大分県北東部国東半島の北方約４ｋｍ沖の周防灘に位置する東西約

７ｋｍ、南北約３ｋｍの細長い島であり、標高２６７ｍの矢筈岳を最高峰とする火山群である。姫島を起源とする大規模火砕流は知られておらず、本件発電所に影響を及ぼすことはない。また、姫島の活動時期は約３０万～１０万年前とされている。全活動期間の約２０万年間に７回以上の活動があり、平均活動間隔は数万年程度であるのに対して、最新活動から約１０万年が経過していること等を踏まえ、本件発電所の運用期間中に噴火することはないものと評価する。

（乙Ｃ１３１（６－８－１１～１２頁））

ｇ　高平火山群

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

（乙Ｃ１３１（６－８－５頁））

(ｳ) 立地評価

上記(ｲ)の評価を踏まえ、設計対応不可能な火山事象のうち、火砕物密度流については、個々の火山における運用期間中に考慮する噴火の火砕流堆積物の分布が九州又は山口県に限定されていることから、本件発電所に影響を及ぼすことはなく、それ以外の事象についても、いずれも問題となるものではないと評価した。

（乙Ｃ１３１（６－８－１２頁））

イ　影響評価

(ｱ) 原子力発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象として、設計対応不可能な火山事象のほか、①降下火砕物、②火山性土石流、火山泥流及び洪水、③火山から発生する飛来物（噴石）、④火山ガス、⑤津波及び静振、⑥大気現象、⑦火山性地震とこれに関連する事象並びに⑧熱水系及び地下水の異常を抽出し、本件発電所の安全性への影響の有

無を検討することとし、①降下火砕物については、鶴見岳、由布岳、九重山、阿蘇及び阿武火山群の５つの火山のほか、地理的領域外の火山も含めてその影響を検討することとした。

その結果、降下火砕物以外の火山事象について、いずれも、本件発電所の安全性に影響を及ぼさないと評価した。

（乙Ｃ１３１（６－８－１３～１９頁）、弁論の全趣旨）

(ｲ) 降下火砕物の影響評価

ａ　降下火砕物の厚さ

町田・新井（２０１１）によれば、降下火砕物は、偏西風の影響で東方へ偏って分布することが多く、敷地へ到達したと考えられる主な降下火砕物は西方の九州に分布する第四紀火山を起源とする。本件発電所の敷地付近には、阿蘇カルデラを起源とする降下火砕物のほか、地理的領域外の加久藤カルデラ、姶良カルデラ、阿多カルデラ及び鬼界カルデラを起源とする降下火砕物も降下したとされており、本件発電所の敷地付近において厚さ５ｃｍを超える降下火山灰はいずれも九州のカルデラ火山を起源とするものであるが、地下構造に関する文献調査によると、現在の九州のカルデラ火山のマグマ溜まりは、いずれも、巨大噴火直前の状態ではないため、運用期間中に同規模の噴火が発生する可能性は十分低く、これらの降下火砕物が本件発電所の敷地に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価した。

町田・新井（２０１１）では、地理的領域内の火山による降下火山灰の等層厚線図として、九重山を給源とする九重第一軽石と阿蘇山を給源とする草千里ヶ浜軽石が示されており、九重第一軽石については、四国南西端の高知県宿毛市で火山灰の堆積物が確認されているものの、草千里ヶ浜軽石については、阿蘇山を中心とする同心円状の分布を示し、四国における報告は見られない。地質調査結果に基づき、

敷地周辺の連続した細粒堆積物について検討した結果、宇和盆地の連続した細粒堆積物中に九重第一軽石と対応する火山灰層は認められず、九重第一軽石の火山灰の分布の長軸が四国南西端方向であることから、本件発電所の敷地付近における九重第一軽石の火山灰の降下厚さはほぼ０ｃｍであると評価される。また、須藤ほか（２００７）に基づき、九重第一軽石の噴出量を２．０３ｋｍ$^3$とし、これと同等の噴火が起こった場合に現在の気象条件を考慮して本件発電所の敷地にどのような降灰が想定されるかについて、Ｔｅｐｈｒａ２（降下火山灰の数値シミュレーションプログラム）を用いたシミュレーションをしたところ、ジェット気流がほぼ真西で安定する季節は、降下厚さがほぼ０ｃｍであると評価されるものの、風向きによっては厚さ数ｃｍの降下火山灰が想定されると評価された。

もっとも、九重第一軽石の等層厚線図と解析結果を比較すると、火山灰の給源から遠方（本件発電所の敷地相当）への火山灰到達を概ね再現できているものの、給源付近については厚い火山灰が降下する領域の面積がやや小さい傾向があるため、長岡・奥野（２０１４）を参照して噴出量を既存の知見より大きい６．２ｋｍ$^3$と想定し、シミュレーションをしたところ、ジェット気流がほぼ真西で安定する季節は本件発電所の敷地における降下厚さが０～数ｃｍと評価され、風向きによっては最大１４ｃｍと評価された。

以上を踏まえ、降下火砕物の層厚を１５ｃｍと想定した。

（乙Ｃ１３１（６－８－１３～１６、６－８－３３頁）、１３５、弁論の全趣旨）

b　降下火砕物に対する安全確保対策

(a)　直接的影響

本件原子炉の施設について、降下火砕物が堆積しがたい設計、又

は、当該施設の許容荷重が降下火砕物による荷重に対して安全裕度を有することによって構造健全性を失わず安全機能を損なわない設計とした。

降下火砕物による構造物への化学的影響（腐食）、水循環系の閉塞、内部における摩耗及び化学的影響（腐食）並びに電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞）、化学的影響（腐食）等を考慮し、それらの影響によって本件原子炉の安全機能を損なわない設計とした。

外気吸入口からの降下火砕物の侵入への対策として、降下火砕物を含む空気の流路となる施設を抽出し、それらの施設について、降下火砕物が流路に侵入しがたい設計とした（例えば、非常用ディーゼル発電機や換気空調設備の開口部を下向きの構造とした。）。また、外気を取り入れる非常用ディーゼル発電機や換気空調設備にそれぞれフィルタを設置することにより、フィルタメッシュより大きな降下火砕物が内部に侵入しにくい設計とし、降下火砕物がフィルタに付着した場合でも、取替又は清掃が可能な構造とすることにより、降下火砕物によって閉塞しない設計とした。さらに、非常用ディーゼル発電機の機関は、フィルタを通過した小さな粒径の降下火砕物が侵入した場合でも閉塞しない設計とするとともに、降下火砕物による摩耗により機能を失わない設計とした。

（乙Ｃ１３１（８－１－４１１～４２０頁））

(b) 間接的影響

降下火砕物が送電設備の絶縁低下を生じさせることにより、広範囲にわたって送電網が損傷し、外部電源喪失及び発電所外での交通の途絶に伴うアクセス制限事象が生じることが考えられる。そのため、非常用ディーゼル発電機により、原子炉の停止並びに停止後の

原子炉及び使用済燃料ピットの冷却に係る機能を担うために必要となる電源の供給が継続できる設計とすることとした。

（乙C１３１（８－１－４２０頁））

(3) 原子力規制委員会の審査

原子力規制委員会は、平成２７年７月、被告による火山の影響に対する設計方針について、①本件発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出は、階段ダイヤグラムの作成等により過去の火山活動履歴を評価して行われていることから、旧火山ガイドを踏まえていることを確認し、②本件発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価は、活動履歴の把握、地球物理学的手法によるマグマ溜まりの存在や規模等に関する知見に基づいており、旧火山ガイドを踏まえていることを確認し、本件発電所の運用期間に設計対応不可能な火山事象が本件発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価していることは妥当であると判断し、③設計対応不可能な火山事象以外の火山事象の影響評価については、文献調査、地質調査等により、本件発電所への影響を評価するとともに、数値シミュレーションによる降下火砕物の検討も行っていることから、旧火山ガイドを踏まえていることを確認し、④設計対象施設を抽出するための方針が、安全重要度分類指針に従って、降下火砕物によって安全機能が損なわれるおそれがある構築物、系統及び機器並びに上位クラスへ影響を及ぼし得る施設について、旧火山ガイドを踏まえて降下火砕物の特徴を考慮した上で、適切に抽出するものとしていることを確認し、⑤降下火砕物の直接的影響及び間接的影響の選定が、旧火山ガイドを踏まえたものであり、降下火砕物の特徴及び設計対象施設の特徴を考慮していることを確認し、⑥設計荷重の設定が、設計対象施設ごとに常時作用する荷重、運転時荷重等を考慮するものとしていることを確認し、⑦降下火砕物の直接的影響により安全機能が損なわれないとしており、この設計方針が旧火山ガイドを踏まえていることを確認し、⑧降下火砕物の間接的影響として外部電源喪失

及び交通の途絶を想定し、ディーゼル発電機、燃料油貯油槽及び重油タンクを備え、ディーゼル発電機の７日間の連続運転を可能とするため、重油移送配管により燃料の輸送を確実に行う運用とするとしており、この方針が旧火山ガイドを踏まえているものであることを確認したなどとして、新規制基準に適合すると判断した。（乙Ｃ１０３）

11　津波に関する新規制基準の概要

被告による再稼働申請がされた平成２５年７月の時点における津波に関する新規制基準の概要は、以下のとおりである（乙Ｅ５、６）。

(1)　設置許可基準規則

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

(2)　設置許可基準規則解釈

ア　基準津波

基準津波は、最新の科学的・技術的知見を踏まえ、波源海域から敷地周辺までの海底地形、地質構造及び地震活動性等の地震学的見地から想定することが適切なものを策定する。また、津波の発生要因として、地震のほか、地すべり、斜面崩壊その他の地震以外の要因及びこれらの組合せによるものを複数選定し、不確かさを考慮して数値解析を実施し、基準津波を策定する。さらに、基準津波の時刻歴波形を示す際は、敷地前面海域の海底地形の特徴を踏まえ、時刻歴波形に対して施設からの反射波の影響が微小となるよう、施設から離れた沿岸域における津波を用いる。（別記３第５条１項）

イ　基準津波の策定方針

基準津波の策定に当たっては、津波を発生させる要因として、プレート間地震、海洋プレート内地震、海域の活断層による地殻内地震、陸上及び

海底での地すべり及び斜面崩壊並びに火山現象（噴火、山体崩壊又はカルデラ陥没等）を考慮するものとし、敷地に大きな影響を与えると予想される要因を複数選定し、津波発生要因に係る敷地の地学的背景及び津波発生要因の関連性を踏まえ、プレート間地震及びその他の地震又は地震及び地すべり若しくは斜面崩壊等の組合せについて考慮する（別記３第５条１項１号）。

プレート形状、すべり欠損分布、断層形状、地形・地質及び火山の位置等から考えられる適切な規模の津波波源を考慮し、この場合、国内のみならず世界で起きた大規模な津波事例を踏まえ、津波の発生機構及びテクトニクス的背景の類似性を考慮した上で検討を行う（同項２号）。

基準津波による遡上津波は、敷地周辺における津波堆積物等の地質学的証拠及び歴史記録等から推定される津波高及び浸水域を上回っていることを要し、行政機関により敷地又はその周辺の津波が評価されている場合には、波源設定の考え方及び解析条件等の相違点に着目して内容を精査した上で、安全側の評価を実施するとの観点から必要な科学的・技術的知見を基準津波の策定に反映する（同項５号）。

耐津波設計上の十分な裕度を含めるため、基準津波の策定の過程に伴う不確かさの考慮に当たっては、基準津波の策定に及ぼす影響が大きいと考えられる波源特性の不確かさの要因（断層の位置、長さ、幅、走向、傾斜角、すべり量、すべり角、すべり分布、破壊開始点及び破壊伝播速度等）及びその大きさの程度並びにそれらに係る考え方及び解釈の違いによる不確かさを十分踏まえた上で、適切な手法を用いる（同項６号）。

津波の調査においては、必要な調査範囲を地震動評価における調査よりも十分に広く設定した上で、調査地域の地形・地質条件に応じ、既存文献の調査、変動地形学的調査、地質調査及び地球物理学的調査等の特性を活かし、これらを適切に組み合わせた調査を行い、また、津波の発生要因に

係る調査及び波源モデルの設定に必要な調査、敷地周辺に襲来した可能性のある津波に係る調査、津波の伝播経路に係る調査及び砂移動の評価に必要な調査を行う（同項７号）。

ウ　津波対策

耐震重要度分類のＳクラスに属する施設については、基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置し、基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には、防潮堤等の津波防護施設及び浸水防止設備を設置する（別記３第５条３項１号①）。取水路又は放水路等の経路から津波が流入する可能性について検討した上で、流入の可能性のある経路（扉、開口部及び貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を施すことにより、津波の流入を防止する（同号③）。

耐震重要度分類のＳクラスに属する設備を内包する建屋及び区画については、浸水防護重点化範囲として明確化するとともに、津波による溢水を考慮した浸水範囲及び浸水量を保守的に想定した上で、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路及び浸水口（扉、開口部及び貫通部等）を特定し、それらに対して浸水対策を施す（同項３号）。

水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響を防止するため、非常用海水冷却系については、基準津波による水位の低下に対して海水ポンプが機能保持でき、かつ、冷却に必要な海水が確保できる設計であることを要する（同項４号）。

## 12　地盤に関する新規制基準の概要

被告による再稼働申請がされた平成２５年７月の時点における地盤に関する新規制基準の概要は、以下のとおりである（乙Ｅ５、６、８）。

### (1)　設計基準対象施設

設計基準対象施設は、設置許可基準規則４条２項の規定により算定する地震力（耐震重要施設にあっては、基準地震動による地震力を含む。）が作用

した場合においても、当該設計基準対象施設を十分に支持することができる地盤に設けなければならない（設置許可基準規則３条１項）。

ここでいう「設計基準対象施設を十分に支持することができる」とは、設計基準対象施設について、自重及び運転時の荷重等に加え、耐震重要度分類の各クラスに応じて算定する地震力（耐震重要施設にあっては、基準地震動による地震力を含む。）が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する設計であることをいい、耐震重要施設については、これに加え、基準地震動による地震力が作用することによって弱面上のずれ等が発生しないことを含め、基準地震動による地震力に対する支持性能が確保されていることを確認することが含まれる（設置許可基準規則解釈別記１第３条１項）。

(2) 耐震重要施設

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

ここでいう変形とは、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状をいう（設置許可基準規則解釈別記１第３条２項）。

イ　耐震重要施設は、変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない（設置許可基準規則３条３項）。

ここでいう変位とは、将来活動する可能性のある断層等（震源として考慮する活断層のほか、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に加え、支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面を含む。）が活動することにより、地盤に与えるずれをいい、「変位が生ずるおそれがない地盤に設け」るとは、耐震重要施設が将来活動する可能性のある断層等の露頭がある地盤に設置された場合、その断層等の活動によって安全機能に重大な影響を

与えるおそれがあるため、当該施設を将来活動する可能性のある断層等の露頭がないことを確認した地盤に設置することをいう（設置許可基準規則解釈別記１第３条３項）。

ウ　耐震重要施設は、基準地震動に係る地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない（設置許可基準規則４条４項）。

これは、耐震重要施設の周辺斜面について、基準地震動による地震力を作用させた安定解析を行い、崩壊のおそれがないことを確認するとともに、そのおそれがある場合には、当該部分の除去及び敷地内土木工作物による斜面の保持等の措置を講ずることにより、耐震重要施設に影響を及ぼすことがないようにすることをいう。上記の安定解析に当たっては、①安定性の評価対象としては、重要な安全機能を有する設備が内包された建屋及び重要な安全機能を有する屋外設備等に影響を与えるおそれのある斜面とし、②地質・地盤の構造、地盤等級区分、液状化の可能性及び地下水の影響等を考慮して、すべり安全率等により評価し、③評価に用いる地盤モデル、地盤パラメータ及び地震力の設定等は、基礎地盤の支持性能の評価に準じて行い、特に地下水の影響に留意する（設置許可基準規則解釈別記２第４条８項）。

(3)　基礎地盤等の安定性評価

建物及び構築物が設置される地盤については、各種の地質調査、物理探査、地盤調査、地盤材料試験等の結果に基づき、地盤の構造、境界条件、初期条件、地盤材料の物理特性、力学特性（地震波の伝播特性も含む。）等が適切にモデル化されていることを確認する（基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド３）。基礎地盤の安定性評価に関し、基礎地盤のすべりについては、すべり安全率が１．５以上であること、基礎底面の傾斜については、傾斜が１／２０００以下であることを確認する（同ガイド４．１(1)

1)、3)）。周辺斜面の安定性評価に関しては、すべり安全率が１．２以上であることを確認する（同ガイド５．２）。

13　重大事故等対策に関する新規制基準の概要

被告による再稼働申請がされた平成２５年７月の時点における重大事故等対策に関する新規制基準の概要は、以下のとおりである。

(1)　重大事故等対策の概要

設置許可基準規則は、発電用原子炉施設について、①重大事故（発電用原子炉の炉心の著しい損傷又は核燃料物質貯蔵設備に貯蔵する燃料体若しくは使用済燃料の著しい損傷（改正原子炉等規制法４３条の３の６第１項３号、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（以下「実用炉規則」という。）４条））に至るおそれがある事故（運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故を除く（設置許可基準規則２条２項１１号）。）が発生した場合において、炉心、使用済燃料貯蔵槽内の燃料体又は使用済燃料（以下「貯蔵槽内燃料体等」という。）及び運転停止中における発電用原子炉内の燃料体の著しい損傷を防止するために必要な措置を講じることを求め（３７条１、３、４項）、②重大事故（以下、重大事故に至るおそれがある事故又は重大事故を「重大事故等」と総称する（設置許可基準規則２条２項１１号）。）が発生した場合において、原子炉格納容器の破損及び工場等（発電用原子炉を設置する工場又は事業所（設置許可基準規則２条２項５号ロ））外への放射性物質の異常な水準の放出を防止するために必要な措置を講じることを求め（３７条２項）、設置許可基準規則解釈は、それぞれの重大事故等について、事故の原因と事故に至るまでの進展（事故シーケンス）を想定し、当該事故の発生を防止するための対策や拡大を防止するための対策を立案し、その対策の有効性を評価することを求めている（３７条）。

（乙Ａ２６、Ｅ５、６）

(2)　重大事故等対処施設の概要

設置許可基準規則は、重大事故等対処施設につき、以下のとおり定める。

ア　重大事故等対処施設

上記の施設は、重大事故等に対処するための機能を有する施設（設置許可基準規則２条２項１１号）である。設置許可基準規則は、同施設について、ｉ当該施設の区分に応じて定められた地震力に対し、当該施設を十分に支持することができる地盤に設けること、変位が生ずるおそれがなく、変形が生じた場合においても重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない地盤に設けること（３８条）、ii当該施設の区分に応じて定められた地震力に対し、十分に耐えることができること又は重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないこと、その供用中に耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないこと（３９条）、iii基準津波に対して重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないこと（４０条）、iv火災の発生を防止することができ、かつ、火災感知設備及び消火設備を有するものであること（４１条）をそれぞれ求めている。

イ　特定重大事故等対処施設

重大事故等対処施設のうち、故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムにより炉心の著しい損傷が発生するおそれがある場合又は炉心の著しい損傷が発生した場合において、原子炉格納容器の破損による工場等外への放射性物質の異常な水準の放出を抑制するための施設（設置許可基準規則２条２項１２号））である。設置許可基準規則は、同施設について、施設は、ｉ原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突等に対して重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないこと、ii原子炉格納容器の破損を防止するために必要な設備を有すること、iii原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突等の発生後、発電用原子炉施設の外か

らの支援が受けられるまでの間、使用できるものであること（４２条。なお、５年の猶予期間が設けられていた。）をそれぞれ求めている。

（乙Ａ２６、Ｅ５）

(3) 重大事故等対処設備の概要

設置許可基準規則は、重大事故等対処設備（重大事故等に対処するための機能を有する設備（設置許可基準規則２条２項１４号））の基本設計ないし基本設計方針に係る一般的要求事項として、重大事故等が発生した場合における環境条件（温度、放射線、荷重等）下での必要な機能の有効性、確実な操作性、通常使用する系統からの切替えの容易性等を有していること、常設のものと可搬型のものを備えること等を求めている（４３条）。そして、個別の重大事故等対処設備である緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備（４４条）、原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備（４５条）、原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備（４６条）、原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備（４７条）、最終ヒートシンク（発電用原子炉施設において発生した熱を最終的に除去するために必要な熱の逃し場）へ熱を輸送するための設備（４８条）、原子炉格納容器内の冷却等のための設備（４９条）、原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備（５０条）、原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備（５１条）、水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備（５２条）、水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備（５３条）使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備（５４条）、工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備（５５条）、重大事故等の収束に必要となる水の供給設備（５６条）、電源設備（５７条）、計装設備（５８条）、原子炉制御室（５９条）、監視測定設備（６０条）、緊急時対策所（６１条）及び通信連絡を行うために必要な設備（６２条）について、それぞれ要求事項を定めている。

（乙Ａ２６、Ｅ５）

(4) 重大事故等防止技術的能力基準

実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準（以下「重大事故等防止技術的能力基準」という。）は、大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによって原子炉施設の大規模な損壊（以下「大規模損壊」という。）が発生するおそれがある場合又は発生した場合における体制の整備に関し、手順書の整備、当該手順書に従って活動を行うための体制及び資機材の整備を求めている（重大事故等防止技術的能力基準Ⅱ．２．１）。（乙Ａ２６、弁論の全趣旨）

14 再稼働申請等

(1) 再稼働申請等

被告は、福島第一原発事故の発生を受け、平成２５年７月、原子力規制委員会に対し、本件原子炉についての原子炉設置変更許可、工事計画認可及び保安規定変更認可の各申請（以下、その後の補正も含めてこれらの各申請を併せて「本件再稼働申請」という。）をした。

これに対し、原子力規制委員会は、平成２７年７月、原子炉設置変更許可処分をし、平成２８年３月、工事計画認可処分をし、同年４月、保安規定変更認可処分をした。被告は、平成２８年９月、本件原子炉の通常運転を再開した。

（乙Ｃ６３、１０３、１０４、１３２、１６３、１６４、弁論の全趣旨）

(2) 保安規定変更認可申請等

ア 被告は、平成３０年６月２６日、原子力規制委員会に対し、保安規定変更認可申請をした。これは、平成２９年火山ガイドに基づき、３．１の手法を用いて気中降下火砕物濃度を３．１ｇ／$m^3$と算出し（その前提となる降下火砕物の層厚の想定は１５ｃｍ）、非常用ディーゼル発電機の吸気

消音器に着脱可能な火山灰フィルタを取り付けることによって同２系統の発電機を同時に機能維持する対策を講じるなどしたことによるものである。

これに対し、原子力規制委員会は、同年１２月１７日、保安規定変更認可処分をした。

（乙Ｃ１３５～１３７、弁論の全趣旨）

イ　被告による上記の気中降下火砕物濃度の算出過程は、以下のとおりである。

原子炉設置変更許可処分の段階での降灰量（層厚）の数値シミュレーション（Ｔｅｐｈｒａ２）との連続性の観点から、３．１の手法を用いることとし、降下火砕物の層厚は、上記アのとおり１５ｃｍとし、降灰継続時間については、平成２９年火山ガイドに従い、２４時間（その全量が２４時間のうちに降下してくる。）と仮定した。そして、①Ｔｅｐｈｒａ２による粒径分布を用い、降下火砕物の粒径ごとに当該粒径の粒子が降下火砕物全体の中に占める割合を設定し、②総降灰量に当該割合を乗じて粒径ごとの降下火砕物の降灰量を算出し、③これを上記降灰継続時間で除して粒径ごとの堆積速度を算出し、④これを当該粒径ごとの降下火砕物の終端速度で除して粒径ごとの気中濃度を算出し、⑤これらを合計して気中降下火砕物濃度を３．１ｇ／ｍ$^3$と評価した。

なお、３．２の手法については、数値シミュレーション（三次元の大気拡散シミュレーション）で使用する噴煙高さの設定や噴出率の時間変化等に課題を残しているため、結果の妥当性を判断することが困難であるとして採用しなかった。

（乙Ｃ１３５、弁論の全趣旨）

## 15　立地審査指針

### (1)　立地審査指針の策定

原子力委員会は、昭和３９年５月、陸上に定置する原子炉の設置に先立って行う安全審査の際、万一の事故に関連して、その立地条件の適否を判断するためのものとして、原子炉立地審査指針（以下「立地審査指針」という。）を策定した。（乙Ｅ２）

(2) 原則的立地条件

原則的に以下のような立地条件が必要である（原則的立地条件）。（乙Ｅ２）

ア　大きな事故の誘因となるような事象が過去においてなかったことはもちろんであるが、将来においてもあると考えられないこと。また、災害を拡大するような事象も少ないこと（以下「原則的立地条件①」という。）。

イ　原子炉は、その安全防護施設との関連において十分に公衆から離れていること（以下「原則的立地条件②」という。）。

ウ　原子炉の敷地は、その周辺も含め、必要に応じ公衆に対して適切な措置を講じうる環境にあること（以下「原則的立地条件③」という。）。

(3) 立地条件の適否の判断

立地条件の適否を判断する際には、少なくとも以下の条件が満たさなければならない。（乙Ｅ２）

ア　原子炉の周囲は、原子炉からある距離の範囲（重大事故（技術的見地からみて、最悪の場合には起こるかもしれないと考えられる重大な事故）の場合、もし、その距離だけ離れた地点に人がいつづけるならば、その人に放射線障害を与えるかもしれないと判断される距離までの範囲）内は非居住区域であること。

イ　原子炉からある距離の範囲（仮想事故（重大事故を超えるような技術的見地からは起こるとは考えられない事故）の場合、何らの措置を講じなければ、範囲内にいる公衆に著しい放射線災害を与えるかもしれないと判断される範囲）内であって、非居住区域の外側の地帯は、低人口地帯である

こと。

ウ　原子炉敷地は、人口密集地帯からある距離（仮想事故の場合、全身線量の積算値が、集団線量の見地から十分受け入れられる程度に小さい値になるような距離）だけ離れていること。

16　深層防護

(1)　深層防護の考え方

深層防護の考え方とは、一般に、安全に対する脅威から人を守ることを目的として、ある目標を持ったいくつかの障壁（防護レベル）を用意し、あるレベルの防護に失敗した場合に次のレベルで防護するという概念であり、異なる防護レベルが、それぞれ独立して有効に機能することがその不可欠の要素とされている。（甲２６７）

(2)　５層の防護レベル

ＩＡＥＡは、安全基準の一つである「原子力発電所の安全：設計」（ＳＳＲ－２／１（Ｒｅｖ．１））において、深層防護の考え方を原子力発電所の安全設計に適用し、以下の５層の防護レベルを提示している。

（甲９６１、乙Ａ２６）

ア　第１層

通常運転状態からの逸脱と安全上重要な機器等の故障を防止することを目的として、品質管理及び適切で実証された工学的手法に従って、発電所が健全でかつ保守的に立地、設計、建設、保守及び運転されることを要求するものである。

イ　第２層

発電所で運転期間中に予期される事象が事故状態に拡大することを防止するために、通常運転状態からの逸脱を検知し、管理することを目的として、設計で特定の系統と仕組みを備えること、それらの有効性を安全解析により確認すること、さらに運転期間中に予期される事象を発生させる起

因事象を防止するか、さもなければその影響を最小に留め、発電所を安全な状態に戻す運転手順の確立を要求するものである。

ウ　第３層

運転期間中に予期される事象又は想定起因事象が拡大して前段のレベルで制御できず、また、設計基準事故に進展した場合において、固有の安全性及び工学的な安全の仕組み又はその一方並びに手順により、事故を超える状態に拡大することを防止するとともに発電所を安全な状態に戻すことができることを要求するものである。

エ　第４層

第３層での対策が失敗した場合を想定し、事故の拡大を防止し、重大事故の影響を緩和することを要求するものである。重大事故等に対する安全上の目的は、時間的にも適用範囲においても限られた防護措置のみで対処可能とするとともに、敷地外の汚染を回避又は最小化することである。また、早期の放射性物質の放出又は大量の放射性物質の放出を引き起こす事故シーケンスの発生の可能性を十分に低くすることによって実質的に排除できることを要求するものである。

オ　第５層

重大事故に起因して発生しうる放射性物質の放出による影響を緩和することを目的として、十分な装備を備えた緊急時対応施設の整備と、所内と所外の緊急事態の対応に関する緊急時計画と緊急時手順の整備が必要であるというものである。

## 17　放射線防護

### (1)　放射線被ばく

体外にある放射性物質から放射線を受けることを外部被ばくといい、放射性物質の経口摂取や吸入摂取等によって体内に取り込まれた放射性物質から放射線を受けることを内部被ばくという。放射性物質が放射線を発する能力

を放射能といい、その単位としてＢｑ（ベクレル）が用いられる。放射線の人体への影響を表すものとして、等価線量及び実効線量があり、その単位はいずれもＳｖ（シーベルト）である。等価線量は、人の臓器や組織が個々に受ける影響を表すものであり、実効線量は、これを全身に対する影響に換算したものである。（甲１４９、乙Ｆ２９）

(2) 確定的影響及び確率的影響

放射線の人体に対する影響のうち、一定以上の線量を被ばくしない限り発生することのないものを確定的影響といい、影響が生じる線量であるかどうかを判別する「しきい線量」が存在する。放射線の人体に対する影響のうち、低い線量でも発生の可能性がゼロではないと考えられている影響を確率的影響といい、放射線防護においては、しきい線量はないと仮定されている。（甲１４９、乙Ｆ２９）

(3) 平常時の放射線量についての規制

ＩＣＲＰ（国際放射線防護委員会）は、２００７年勧告において、平常時の公衆被ばくの限度を実効線量で１ｍＳｖ／年としている。また、実用炉規則及び「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示」は、原子力発電所の平常運転に伴って周辺の一般公衆が受ける放射線量の限度を実効線量で１ｍＳｖ／年と定めている。

（乙Ｅ５、Ｆ２９、３０）

18 避難計画

(1) 原子力災害対策特別措置法

原子力災害対策特別措置法は、原子力災害（原子力緊急事態（原子力事業者の原子炉の運転等により放射性物質又は放射線が異常な水準で当該原子力事業者の原子力事業所外へ放出された事態（原子力災害対策特別措置法２条２号））により国民の生命、身体又は財産に生ずる被害（同法２条１号））の特殊性に鑑み、原子力災害の予防に関する原子力事業者の義務等、原子力

緊急事態宣言の発出及び原子力災害対策本部の設置等並びに緊急事態応急対策の実施その他原子力災害に関する事項について特別の措置を定めることにより、原子炉等規制法、災害対策基本法その他原子力災害の防止に関する法律と相まって、原子力災害に対する対策の強化を図り、もって原子力災害から国民の生命、身体及び財産を保護することを目的とする（同法１条）。

(2) 防災計画

ア 国の防災計画

国は、原子力災害対策特別措置法又は関係法律の規定に基づき、原子力災害対策本部の設置、地方公共団体への必要な指示その他緊急事態応急対策の実施のために必要な措置並びに原子力災害予防対策及び原子力災害事後対策の実施のために必要な措置を講ずること等により、原子力災害についての災害対策基本法３条１項の責務を遂行しなければならない（原子力災害対策特別措置法４条１項）。

原子力規制委員会は、防災基本計画に適合して、原子力事業者、指定行政機関の長、地方公共団体等による原子力災害予防対策、緊急事態応急対策及び原子力災害事後対策の円滑な実施を確保するための指針（原子力災害対策指針）を定めなければならない（同法６条の２第１項）。原子力災害対策指針においては、①原子力災害対策として実施すべき措置に関する基本的な事項、②原子力災害対策の実施体制に関する事項、③原子力災害対策を重点的に実施すべき区域の設定に関する事項、④その他原子力災害対策の円滑な実施の確保に関する重要事項を定める（同法６条の２第２項）。

イ 地方公共団体の防災計画

地方公共団体は、原子力災害対策特別措置法又は関係法律の規定に基づき、原子力災害予防対策、緊急事態応急対策及び原子力災害事後対策の実施のために必要な措置を講ずること等により、原子力災害についての災害

対策基本法４条１項及び５条１項の責務を遂行しなければならない（原子力災害対策特別措置法５条）。

都道府県は、都道府県防災会議を設置し、都道府県防災会議は、防災基本計画及び原子力災害対策指針に基づく都道府県地域防災計画を作成しなければならず（災害対策基本法１４条１項、４０条、原子力災害対策特別措置法２８条）、市町村は、原則として市町村防災会議を設置し、市町村防災会議（市町村防災会議が設置されない場合は市町村長）は、防災基本計画及び原子力災害対策指針に基づく市町村地域防災計画を作成しなければならない（災害対策基本法１６条、４２条、原子力災害対策特別措置法２８条）。

そして、防災基本計画は、地方公共団体が屋内退避及び避難誘導計画をあらかじめ策定し、国（原子力規制委員会、原子力防災会議事務局、内閣府）及び原子力事業者は必要な支援を行うものとし、特に、予防的防護措置を準備する区域（ＰＡＺ）内の地方公共団体においては、迅速な避難を行うための避難計画をあらかじめ策定し、実用発電用原子炉施設からおおむね半径３０ｋｍ圏内の原子力災害対策指針に基づく緊急防護措置を準備する区域（ＵＰＺ）内の地方公共団体においても、広域避難計画を策定する。（乙Ｆ２３）

ウ　原子力事業者の防災計画

原子力事業者は、その原子力事業所ごとに、当該原子力事業所における原子力災害予防対策、緊急事態応急対策及び原子力災害事後対策その他の原子力災害の発生及び拡大を防止し、並びに原子力災害の復旧を図るために必要な業務に関し、原子力事業者防災業務計画を作成し、毎年これに検討を加え、必要があると認めるときは、これを修正しなければならない（原子力災害対策特別措置法７条１項）。原子力事業者は、原子力事業者防災業務計画を作成し、又は修正したときは、速やかに内閣総理大臣及び

原子力規制委員会に届け出るとともに、その要旨を公表しなければならない（同条３項）。

そして、内閣総理大臣及び原子力規制委員会は、原子力事業者が同条１項の規定に違反していると認めるとき、又は原子力事業者防災業務計画が当該原子力事業所に係る原子力災害の発生若しくは拡大を防止するために十分でないと認めるときは、原子力事業者に対し、原子力事業者防災業務計画の作成又は修正を命ずることができ（同条４項）、仮に、原子力事業者である発電用原子炉設置者がこれに違反した場合、原子力規制委員会は、設置許可の取消し又は１年以内の期間を定めて発電用原子炉の運転の停止を命ずることができる（改正原子炉等規制法４３条の３の２０第２項２２号）。

(3) 原子力災害対策指針

原子力災害対策指針は、緊急事態における原子力施設周辺の住民等に対する放射線の重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、及び確率的影響のリスクを低減するための防護措置を確実なものとすることを目的とし、放射線被ばくの防護措置の基本的な考え方として、ＩＣＲＰ等の勧告を踏まえ、住民等の被ばく線量を合理的に達成できる限り低くすると同時に、被ばくを直接の要因としない健康等への影響も抑える必要があるとしている。そして、以下のとおり、原子力施設の状況等に応じて防護措置の実施を判断する基準（緊急時活動レベル。ＥＡＬ）と、放射線モニタリング等で計測された値に応じ防護措置の実施を判断する基準（運用上の介入レベル。ＯＩＬ）及び講じる対策に応じた地域区分（原子力災害対策重点区域）を定め、この地域区分に基づく防護措置をとることとしている。

（乙Ｆ３５）

ア 緊急時活動レベル（ＥＡＬ）

緊急事態の初期対応段階では、情報収集により事態を把握し、原子力施

設の状況や当該施設からの距離等に応じ、防護措置の準備やその実施を適切に進めることが重要となり、このような対応を実現するため、原子力施設の状況に応じ、緊急事態を以下の３つに区分し、これらの緊急事態区分に該当する状況であるか否かを判断するための基準として、原子力施設の状態等に基づく緊急時活動レベル（ＥＡＬ）が設定されている。

(ｱ) 警戒事態

その時点では公衆への放射線による影響やそのおそれが緊急のものではないが、原子力施設における異常事象の発生又はそのおそれがあるため、情報収集や、緊急時モニタリングの準備、施設敷地緊急事態要避難者の避難等の予防的防護措置の準備を開始する必要がある段階をいう。

(ｲ) 施設敷地緊急事態

原子力施設において公衆に放射線による影響をもたらす可能性のある事象が生じたため、原子力施設周辺において緊急時に備えた避難等の予防的防護措置の準備を開始する必要がある段階をいう。

(ｳ) 全面緊急事態

原子力施設において公衆に放射線による影響をもたらす可能性が高い事象が生じたため、重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、及び確率的影響のリスクを低減するため、迅速な防護措置を実施する必要がある段階をいう。

イ　運用上の介入レベル（ＯＩＬ）

全面緊急事態に至った場合には、住民等への被ばくの影響を回避する観点から、避難等の予防的防護措置を講じることが重要であるが、放射性物質放出後は、その拡散により比較的広い範囲に空間放射線量率の高い地点が発生する可能性があるため、このような事態に備え、緊急時モニタリングを迅速に行い、その測定結果を一定の基準に照らして必要な措置の判断を行い、それを実施することが必要となる。このような防護措置の実施を

判断する基準として、実効線量（被ばく量）に代えて直接測定値と比較できる空間放射線量率等に基づき設定されたものが、運用上の介入レベル（ＯＩＬ）である。例えば、ＯＩＬ１は、住民等を数時間以内に避難や屋内退避等させるための基準であり、地上１ｍで計測した空間放射線量率が５００μＳｖ／ｈとなったとき、数時間以内を目途に区域を特定し、避難等を実施することが予定されており、ＯＩＬ２は、地域生産物の摂取を制限するとともに、住民等を１週間程度以内に一時移転させるための基準であり、空間放射線量率が２０μＳｖ／ｈを超えた時から起算して概ね１日が経過した時点の空間放射線量率が２０μＳｖ／ｈを超えたとき、１日以内を目途に区域を特定し、地域生産物の摂取を制限するとともに、１週間程度以内に一時移転を実施することが予定されている。

ウ　原子力災害対策重点区域（ＰＡＺ及びＵＰＺ）

(ｱ) 予防的防護措置を準備する区域（ＰＡＺ）

急速に進展する事故において放射線被ばくによる重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、放射性物質の環境への放出前の段階から予防的に防護措置を準備する区域であり、原子力施設から概ね半径５ｋｍを目安とする。ＰＡＺにおいては、全面緊急事態が発生した場合、基本的に全ての住民を対象に避難等の予防措置が講じられる。

(ｲ) 緊急時防護措置を準備する区域（ＵＰＺ）

放射線被ばくによる確率的影響のリスクを低減するため、ＥＡＬ及びＯＩＬに基づき、緊急時防護措置を準備する区域であり、原子力施設から概ね半径３０ｋｍを目安とする。

## 第４　争点及びこれに対する当事者の主張

### １　人格権に基づく差止請求権の要件等（争点１）

#### (1)　差止請求権の要件

（原告らの主張）

ア　本件原子炉の安全の確保に欠けるところがあり、その運転中の事故等によって放射性物質が周辺環境に放出され、原告らの生命、身体及び平穏な生活（生活基盤）が侵害される具体的危険が存在する場合には、被告による本件原子炉の運転が原告らの人格権を違法に侵害するおそれがあるものとして、人格権に基づく妨害予防請求として、その差止めが認められる。

イ　原子力発電所の事故は、不可逆性、甚大性、広範囲性、長期継続性及びコミュニティ全体の破壊という他の科学技術にはみられない特殊な危険をもたらすものである。また、原子力発電所は、複数の対策を成功させなければ事故が収束に向かわず、一つでも失敗すれば、被害が拡大して破滅的な事故につながりかねないという特殊な危険性を有している。さらに、最新の科学的知見によっても、本件原子炉の運転期間内において、いつ、いかなる自然現象が、どのような規模で発生するかを確実に予測することはできない。

これらを考慮すると、深層防護の第１から第５の防護レベルのいずれかが欠落するか又は不十分な場合（合理的な通常人をして深刻な災害が万が一にも起こらないと確信できるだけの安全が確保されない場合）には、原子力発電所の安全が確保されているということはできず、原告らを含む周辺住民の生命、身体及び平穏な生活（生活基盤）が侵害される具体的危険がある。

ウ　人格権侵害の高度な蓋然性の存在を人格権侵害の具体的危険の必要条件と解すべきではないし、深層防護の第１から第５の防護レベルのいずれかが欠落するか又は不十分な場合には、単なる抽象的・論理的な可能性にとどまらない「社会として受忍し得ない危険」が存在するといえるから、人格権侵害の具体的危険が存在すると評価すべきである。

（被告の主張）

ア　人格権に基づく差止請求は、相手方が本来行使できる権利や自由を直接

制約しようとするものであるから、これが認められるためには、①人格権侵害による被害の危険が切迫しており、②その侵害により回復し難い重大な損害の生じることが明らかであって、③その損害が相手方（侵害者）の被る不利益よりもはるかに大きな場合で、④他に代替手段がなく、運転の差止めが唯一最終の手段であることを要する。本件のような妨害予防請求は、将来発生するか否かが不確実な侵害の予測に基づいて相手方の権利行使を制約するものであるから、①の要件は、単に論理的ないし抽象的な危険性が存在するのでは足りず、人格権侵害による被害が生じる具体的危険性が存在することが必要である。

イ　原子力発電所は、放射性物質の持つ危険を内在しているため、その危険が顕在化しないよう適切に管理ができているか否か、つまり、放射性物質を環境に大量に放出しないよう原子力発電所内に閉じ込めることができるかどうかが重要であり、上記の具体的危険性の有無も、こうした観点から判断される必要がある。そのため、原子力発電所の運転による人格権侵害の具体的危険性が認められるためには、①具体的な起因事象の内容（地震、津波等の自然現象等）並びに起因事象が発生することの切迫性及び蓋然性、②その起因事象により原子力発電所の重要な機能が喪失することとなる具体的な機序及び蓋然性、③その機能喪失に対して講じている各種安全対策が奏功しないこととなる具体的な機序及び蓋然性、④これによって原子力発電所から放射性物質が環境中に大量に放出され、原告らの人格権が侵害されることとなる具体的な機序及び蓋然性についての検討がされ、これらのすべてが肯定されなければならない。

(2)　司法審査の在り方

（原告らの主張）

ア　原子力規制委員会の各許認可があることによって、直ちに原子炉等規制法が要求する安全の水準に達していると推認されるべきではなく、同法が

定める各許認可基準に適合するとした原子力規制委員会の判断が不合理ではないこと、具体的には、その判断が依拠した具体的審査基準が不合理ではないこと及び同審査基準に適合するとした判断の過程に看過し難い過誤・欠落がないことが必要である。

イ　被告は、本件原子炉の安全対策に関する科学的、専門技術的知見及び資料を十分に保持しており、他方、原告らは、本件原子炉の安全対策に係る専門技術的知見を十分に有しているとはいえず、被告が本件原子炉について保有する資料も、すべてが公開されているわけではないから、証拠が偏在している。したがって、原告らに対し、原子炉等規制法が定める各許認可基準の適合性の主張立証の負担を課すことは著しく不公平である。

また、原子力発電所の運転は、原告らを含む周辺住民の生命及び身体等に甚大な被害をもたらす可能性を本質的に内在しているにもかかわらず、原告らを含む周辺住民には、現行法上、本件原子炉の設置や運転についての意思決定に実質的に関与することが保障されていない。したがって、本件原子炉を設置し、運転しようとする被告には、重大なリスクの受忍を強いている原告ら周辺住民に対し、本件原子炉が深層防護の第１から第５の防護レベルに欠落がないことや不十分ではないことについて、相当な根拠、資料を用いて説明する実体法上の義務があると解するのが公平である。

以上からすれば、被告は、本件原子炉が、原子炉等規制法が要求する安全の水準に達していることについて、相当な根拠、資料に基づいて主張立証する訴訟上の義務があるというべきである。すなわち、原告らが、原子力規制委員会による具体的審査基準策定又は基準適合判断において判断の基礎とされた事実に誤認があることや事実に対する評価が合理性を欠くこと又は考慮不尽若しくは他事考慮があることを原告らが主張した場合には、被告は、それが本件原子炉の安全に影響を及ぼさないことを主張立証しなければならず、被告がその立証に失敗した場合には、原子力規制委員会の

判断に看過し難い過誤・欠落があること、ひいては、人格権侵害の具体的危険があることが事実上推定されるものと解すべきである。

ウ　原子力発電所に絶対的安全性を求められないとしても、その危険の異質性からすれば、他の科学技術の利用を伴う危険施設と比較して格段に高度の安全性が要求されるべきである。

そして、原子力関連法令等の趣旨（福島第一原発事故のような深刻な事故を二度と起こさない）、原子力発電所の事故によって周辺住民が被る被害の内容や程度、国際的な水準や国内における他の危険施設等に求められている安全の程度との比較等を総合すれば、安全性の判断に際して考慮すべき科学的知見として、通説的、支配的見解だけに依拠することは許されない。被告は、原告らが指摘する専門的見解が、一見して明らかに一般経験則や裁判所にも理解可能な初歩的な科学的経験則に違反し、信頼されるデータ・情報とはいえないことを主張立証するか、原告らが主張する科学的知見についても考慮していることを主張立証する必要がある。

（被告の主張）

ア　運転差止請求の要件は、民事訴訟上の原則に従い、原告らがその主張立証責任を負担すべきである。

イ　新規制基準が合理的であることや本件原子炉が新規制基準に適合していることは、具体的危険性が存在しないことを立証するための一つの判断要素にはなり得ても、これらが立証されなかったからといって、当然に原告らの人格権侵害が生じる具体的危険性が存在することについての立証がされたことにはならない。

ウ　原子力発電が高度に科学的、専門技術的なものである以上、具体的危険性の有無の判断に際しては、科学的、専門技術的知見を踏まえることが不可欠である。そして、原子炉等規制法が、科学的知見の採否の選択について、専門技術的知見を有する原子力規制委員会の合理的な判断（専門技術

的裁量）に委ねていると解されることからすれば、本件訴訟では、原子力規制委員会の専門技術的裁量を尊重しつつ、被告の評価において、原子力発電所の安全性を判断する上で考慮すべき科学的知見からの逸脱があるか否かという観点から判断すべきである。

したがって、被告及び原子力規制委員会が採用した知見に現在の通説的見解に照らして明白な誤りがあると判明し、この知見に基づけば安全性の判断が科学的真実に反するような場合には、基本とされるべき通説的見解からの逸脱となるが、これに一定の合理性が認められるにもかかわらず、当該通説的見解に対する異説が存在することや同見解に対する批判が存在することのみをもって、被告及び原子力規制委員会が採用した知見が不合理であり、あるいは合理性に疑いが残ると判断することは、実質的に判断代置的な司法審査となり、相当ではない。

(3) 原子力発電所の必要性、公益性等

（原告らの主張）

ア　特殊な危険を内在している原子力発電所について、それが公益に反する場合には、そのリスクを社会として受容することはできないから、公益に反するという事実のみによって運転の差止めが認められるべきであるし、公益性がないか、これが乏しい場合には、その相関においてより高度の安全が確保されなければ、運転は許されない。

イ　原子力発電は、電力源としての必要性が乏しく、他の電力源と比較しても優位性がない。

本件原子炉を運転することにより、使用済みの核燃料や使用済みのＭＯＸ燃料の量が増大し、これらを本件発電所の敷地内に保管することにより、そのまま事実上の最終処分地となってしまうおそれが大きいから、運転すればするほど、放射性廃棄物が環境に放出される事故の危険性が増大することになり、その危険性は社会的に許容できない。

使用済みの核燃料を再処理する核燃料サイクル計画は、それ自体が事故の危険性を増大させるものであるが、それ以外にも、再処理費用が電気料金に転嫁され、莫大な国民負担をもたらしている。また、核廃棄物の処分は大きな問題であり、世界的にみても、市民参加手続の重要性が見直されている。このような市民による合意形成に要する時間や手間も、広い意味での原子力発電のコストであるといえる。

原子力発電所を運転することは、不慮の事故が起こらなくとも、多重下請けの末端の労働者を被ばくさせ、一定数の労働者の生命を犠牲にすることを意味するのであって、このような犠牲を押し付けながら国家と他の国民が利益を享受する産業は、倫理に反するものであり、公益に資するものではない。

本件原子炉では、原子炉内で発生した熱エネルギーのうち、３分の１が電気エネルギーに変わり、残りの３分の２は、本件発電所の中に引き込んだ海水を温排水にして瀬戸内海に捨てている。この温排水は、もとの海水と同じではないから、周辺海域の生態系、沿岸漁業へ影響を与えることが懸念される。

原子力発電所は、平常運転時でも、気体廃棄物や液体廃棄物として放射能を環境中に放出する。放射線被ばくは、どのような少量でも危険であり、これ以下であれば安全であるという「しきい値」は存在しない。

原子力発電所の事故が起こった場合の社会的費用（電力会社は負担せず、社会が原子力発電を受容することにより国民負担となる費用）は莫大であり、民間企業である被告が負担できるものではない。福島第一原発事故後、本件原子炉は、追加安全対策費や停止期間の長さにより、発電単価が非常に高くなっており、被告にとって原子力発電事業を行うことに意味を見出せなくなっている。これらに加え、放射性廃棄物の処理や廃止措置に莫大な費用と膨大な時間を要し、その負担や費用を考慮すると、本件原子炉を

運転することに社会経済上の合理性はない。

原子力発電は、トラブル等により計画通りの運転ができないことが多く、その都度、バックアップ用の火力発電所の発電量を増やすため、二酸化炭素の排出量が増える。また、原子炉内における核分裂反応によって二酸化炭素が出ないとしても、燃料の採取から使用済燃料の管理処分までの原子力発電の事業全体を成り立たせるためには、化石燃料によるエネルギー消費が不可欠であるから、原子力発電は、化石燃料エネルギーに依存し、二酸化炭素を大量に排出する発電方式である。さらに、エネルギーの開発研究の予算は限られており、原子力発電のために多くの予算を投入することは、再生可能エネルギーの発展を妨げることになる。このように、原子力発電は、脱炭素社会の実現の妨げとなるものである。

ロシアによるザポリージャ原子力発電所等に対する武力攻撃のように、原子力発電所は武力攻撃の格好の標的となる。

したがって、原子力発電所の運転は、公益性がないばかりか、運転すればするほど、使用済みの核燃料を増やし、将来世代の負担を増大させる上、発電方法として倫理に反した公益に反する発電方法である。

(被告の主張)

ア　原子力基本法や原子炉等規制法の制定やその内容からすれば、我が国においては、原子力発電は、人類社会の福祉と国民生活の水準向上に寄与することを目的として、安全の確保を大前提に、これを利用することが予定されているといえるから、本件原子炉の公益性は否定されない。

イ　原子力発電は、エネルギーの供給安定性、経済性・価格安定性及び地球温暖化対策の面から必要な発電方法であり、エネルギー基本計画においても、その安全性の確保を大前提に、エネルギー需給構造の安定性に寄与する重要なベースロード電源であると位置づけられている。

本件発電所は、被告が所有する唯一の原子力発電所であり、万が一、本

件原子炉を運転することができなくなれば、四国地域への電力供給に支障を来し、経済活動に多大な影響を与えるし、仮に電力供給に支障が生じなかったとしても、本件原子炉が賄っている発電量を原子力以外の電源によって行わざるを得なくなるから、電力供給における経済性を著しく損ねる。また、万が一、本件原子炉を運転することができなくなれば、被告が所有する原子力発電に関連する資産は、その投資に見合う回収ができなくなり、被告の事業運営に大きな影響を及ぼし、結果的に、四国地域における電力供給の経済性を著しく損ねる。本件原子炉の運転は、電力の安定供給にとって、また、被告の株式会社としての健全な事業運営にとって、さらには、四国地域の経済活動にとって、必要不可欠なものである。

ウ　使用済燃料を保管する使用済燃料ピットの安全性は確保されているし、そもそも、本件原子炉の運転を差し止めたとしても、使用済燃料を適切に保管しなければならないのであるから、この保管により人格権侵害の具体的危険性が存在するものと仮定したとしても、使用済燃料の保管の問題が運転差止請求を根拠づけることにはならない。

核燃料サイクルの確立に向け、国が前面に立って取り組む方針を明確に示し、被告を含む原子力事業者も、核燃料サイクルの推進に向けた取り組みを進めているし、そもそも、使用済燃料物質の貯蔵、処理の在り方は、本件原子炉の稼働の是非とは分けて考えられるべき問題であって、人格権侵害の有無とは直接の関連がない。

被告は、本件原子炉における温排水対策を適切に講じており、環境への影響が小さいことを確認しているし、労働者被ばくを防止する観点から、原子炉施設の運転及び管理をする発電所員への保安教育実施計画を作成し、これに基づく保安教育を実施している。また、本件原子炉の平常運転時における被ばく低減対策を講じている。

原子力発電のコストについては、事故リスク対応費用等のコストも勘案

した上で、他の電源と比較して遜色のないことが国の審議会における算定によって明らかにされているし、脱炭素化社会の実現に向けた原子力発電の必要性は、政府の方針として表明され、国際的にも、原子力発電の重要性が再認識されている。

武力攻撃事態等に至った場合の対処は、第一義的には、国の責務として、国が主導的役割を担いつつ、原子力発電事業者を含めた関係機関が相互に連携協力して対処することが予定されているから、他国による武力攻撃を理由として本件原子炉の運転差止めを請求することはできない。

2　新規制基準の合理性及び位置付け（争点２）

（原告らの主張）

(1)　手続面の合理性

新規制基準は、その制定の手続について、以下のような問題がある。

ア　原子力規制委員会は、発足当初から、原子力規制委員会設置法１条の中立公正規定に反し、委員５名のうち、「原子力ムラ（国、電力会社、原子力発電所関連企業及び学者らからなる原子力発電所の推進派のコミュニティの俗称）」に繋がりのある委員が３名選任され、平成２６年９月の委員の交代により、原子力ムラ出身ではない委員に代わり、原子力推進体制の中心人物の一人と目されてきた元日本原子力学会会長が委員に選任された。

イ　新規制基準は、平成２４年１０月２５日の初会合から平成２５年２月６日の会合までの短期間に作成されたものであり、多数のパブリックコメント等による疑問や批判に応えることなく、同年７月８日に施行された。

ウ　福島第一原発事故を踏まえて基準を策定するのであれば、事故原因が明らかになっていることが必要であるが、未だ全貌は明らかになっていない。福島第一原発事故は、地震によって外部電源が喪失したことが原因である上、福島第一原発の１号機は、地震動によって全交流電源が喪失する

とともに、ＩＣ（非常用復水器）系配管が破損して水素が漏れ出した可能性が否定できない。福島第一原発事故の原因が未だ明確ではないのであるから、新規制基準の策定は、それだけで安全確保の対策として不十分なものにならざるを得ない。

(2) **内容の合理性（後記３以下に関するものを除く。）**

新規制基準は、その内容について、以下のような問題がある。

ア　福島第一原発事故では、事態が単一故障の仮定（一つの原因により、安全機能を有する二つ以上の系統、機器のうちの一つが故障することを仮定）という設計思想のとおりには進展せず、地震・津波という一つの原因によって必要な安全機能に係る機器が同時にすべて故障した（共通要因故障）のであるから、設計に当たっては単一故障の仮定に固執すべきではない。しかし、新規制基準では、設計基準として共通要因故障を考慮した設備を要求しておらず、設計基準事故は、単一故障の仮定を前提として判断するとされている。原子力規制委員会は、共通要因故障はシビアアクシデント（過酷事故あるいは重大事故等）対策で対応すればよいとし、シビアアクシデント対策は、原則として可搬設備で対応させようとしているが、これが奏功しなかったことは、福島第一原発事故で経験済みである。

イ　立地審査指針は、規制基準として必要なものであり、元原子力安全委員会委員長や元原子力規制委員会委員長が立地審査指針を改定する必要性を認めていたにもかかわらず、原子力規制委員会は、この点を改定しなかったばかりか、「廃止はしないが、審査には適用しない」などとして、立地審査指針を無視した。これは、改正原子炉等規制法等によって求められている発電用原子炉施設の位置等の基準適合性、放射性物質の異常放出防止、福島第一原発事故を常に想定し、防止に最善の努力をする義務、国民の生命等の保護及び国際基準を踏まえた安全の確保に違反するものである。新規制基準は、立地審査指針を無視し、立地審査を行わないことにし

てしまったのであり、極めて重大な欠陥を有している。

ウ　重大事故等が発生し、メルトダウン（炉心溶融）した核燃料が圧力容器を突き破り、格納容器下部のコンクリートとの接触によるコア・コンクリート反応が生じる事態を防ぐためには、溶融・落下した炉心（コア）を受け止めるための厚いコンクリートに超耐熱合金を被覆したコアキャッチャーを設置する方法が考えられるが、新規制基準では、その設置が義務付けられていない。また、欧米では、航空機事故や破壊工作に備え、原子炉格納容器を二重構造にするなどの対策が講じられているにもかかわらず、新規制基準では、このような対策も講じられていない。

エ　福島第一原発事故を経て改正された原子力基本法は、安全確保については確立された国際的な基準を踏まえるべきことを定め、原子力規制委員会設置法も、確立された国際的な基準を踏まえることを同委員会の職務として定めている。ＩＡＥＡの安全基準が定める深層防護の思想が、確立した国際的な基準であり、原子力災害対策特別措置法は、国の責務として、深層防護の徹底を明記している。そして、ＩＡＥＡの避難計画規制、アメリカやイギリス等における規制の内容からすれば、深層防護の第５層に関する確立された国際的な基準では、避難計画の実施可能性、実効性確保のための措置をとることを事業者に対する規制とすべきことが求められているといえる。しかし、新規制基準は、第４層（過酷事故対策）を規制の対象としたものの、第５層（避難計画）を規制の対象としなかった。したがって、新規制基準は、上記の各法律に違反している。

(3)　新規制基準の位置付け

新規制基準は、それを満たしていれば安全であるというものではないと原子力規制委員会の委員長が明言し、そのため、「安全基準」から「規制基準」に名称が変更されている。新規制基準を満たしても、原子力規制委員会が設定したレベルの安全性を確保したにすぎず、新規制基準は安全性を担保

するものではない。

(被告の主張)

(1) 手続面の合理性

ア 原子力規制委員会は、国家行政組織法３条２項に基づくいわゆる３条委員会として高度の独立性が保障され、原子炉に関する規制をはじめ原子力利用における安全の確保を図るために必要な施策の策定・実施を一元的につかさどり、その運営に当たっては、情報の公開を徹底することとされている。また、原子力規制委員会は、その組織理念を「原子力規制委員会は、…原子力の安全管理を立て直し、真の安全文化を確立すべく、設置された。原子力にかかわる者は…常に世界最高水準の安全を目指さなければならない」としている。

イ 新規制基準は、原子力規制委員会担当委員、多様な学問分野の外部専門家をはじめ、原子力規制庁及び旧独立行政法人原子力安全基盤機構（以下「ＪＮＥＳ」という。）の職員らが、原子力規制委員会の下に置かれた各検討チームにおいて、約８か月間、回数にして１２回から２３回にわたり慎重に議論を重ねた上で、意見公募手続（パブリックコメント）を２度にわたって実施し、寄せられた意見を踏まえて策定したものである。

ウ 福島第一原発事故では、津波によりすべての電源が使用できなくなり、原子炉を冷却する機能を喪失し、この結果、炉心の著しい損傷に至り、放射性物質を外部に放出する事態になったと考えられている。新規制基準では、より保守的な考慮を行うこと等により、結果として地震及び津波への備えが強化されたほか、設計上考慮すべき事象の想定が追加・強化され、万が一、設計基準事象を超える事象が発生した場合においても、原子力発電所外への大規模な放射性物質の放出が起こらないようにするための対策を改めて求めるなど、福島第一原発事故により得られた知見を反映した各種の対策が規定されている。

エ　新規制基準は、福島第一原発事故により得られた知見を含めた最新の科学的知見を踏まえ、専門家による十分な議論がなされるなど、適切な手続を経て制定された合理的なものである。

(2)　内容の合理性（後記３以下に関するものを除く。）

ア　新規制基準では、地震・津波等に対し、共通要因故障を防止するための設計要求が規定されており（設置許可基準規則４条等）、これを踏まえた設計を行うことにより、地震・津波等による共通要因故障を防止することができる。このように共通要因故障を防止する設計が行われていることを前提として、偶発的な機器の故障、破損等に対する信頼性を確保するために、「単一故障」（従属要因に基づく多重故障を含む。）を仮定しても安全性が確保されるよう設計する（同１２条等）。このように、新規制基準においては、設計基準対象施設については「単一故障」の仮定が維持され、共通要因故障への備えについては、設計基準事象を上回る事象（重大事故等）への対応として要求されている。

イ　設置許可基準規則解釈においては、従前の審査において用いられていた安全審査指針類の一部を引用するとされているが、立地審査指針については、同解釈において引用されていない。これは、新規制基準においては、設計基準を超える事故の発生に対して原子炉施設と公衆との離隔を確保することによって影響を回避するのではなく、重大事故等対処施設を備えることによって、大量に放射性物質が外部に放出されることを防ぎ、周辺の住民及び環境を保全することとしたためである。

ウ　新規制基準は、原告らの挙げるコアキャッチャーや二重構造の格納容器といった機器の設置という特定の「仕様」を求める規定（仕様規定）ではなく、炉心の溶融や格納容器の破損を防止するなどのために必要な「性能」を備えることを求める規定（性能規定）を採用しており、要求される性能水準を満たしていればよく、特定の機器が設置されることは要求され

ていない。

エ　ＩＡＥＡの安全基準では、必ずしも深層防護の第１層から第５層までに係るすべての対応を設置許可基準規則等の原子力事業者に対する規制に規定することが求められているわけではないし、避難計画に関する事項を含む緊急事態に対する準備と対応を原子力事業者に対する規制として規定することは求められていない。また、ＩＡＥＡの安全基準は、わが国を含む加盟国を法的に拘束するものではなく、加盟各国が、それぞれの判断により国の規制に取り入れるものとされている。そして、わが国の法制度上、避難計画等の原子力防災に関する事項については、災害対策基本法及び原子力災害対策特別措置法に基づいて措置がとられることとされており、設置許可基準規則に避難計画に関する事項が含まれていないことのみをもって、設置許可基準規則がＩＡＥＡの安全基準に抵触するものではないし、アメリカやイギリス等と同じ規制がとられていないからといって、国際的な基準に劣るということにはならない。

(3)　新規制基準の位置付け

原子力規制委員会の委員長の発言は、リスクが全くないという意味での「絶対安全」はそもそも達成不可能なものである上、その表現を使用することによって今後の安全性向上の努力を妨げるものになりかねないとの認識に基づくものである。本件原子炉は、新規制基準を踏まえ、設置許可基準規則に適合するものとして、「災害の防止上支障がないこと」が原子力規制委員会によって確認されている。

３　地震に対する安全性（争点３）

(1)　想定すべき地震動

（原告らの主張）

ア　地震という自然現象は、理論的に完全な予測をすることが原理的に不可能であるし、実験ができず、過去の事象から学ぶほかないものの、地震は

低頻度の事象であり、過去のデータが少ないから、地震学には十分な予測の力はない。このような科学的認識を前提とすれば、原子力発電所は、既往の日本最大か世界最大の地震に備える必要がある。日本最大の地震は２０１１年東北地方太平洋沖地震（Ｍｗ９．０）であり、世界最大の地震は、１９６０年チリ地震（Ｍｗ９．５）である。絶対に事故の許されない原子力発電所は、本来、Ｍｗ９．５の地震に備えなければならない。

また、強震動研究も、原子力発電所の安全性の保証に活用できるほどには成熟していない。原子力発電所の耐震検討に強震動研究の成果を活用するのであれば、現状で想定される地震や地震動を考えるだけでは不十分であり、物理的に確実に否定できるシナリオ以外のあらゆるシナリオを考える必要がある。

イ　原子力発電所の事故による災害が万が一にも起こらないようにするため、原子力発電所の設計基準となる基準地震動は、最大のものを想定しなければならない。

（被告の主張）

ア　地震の発生に関する過去のデータが限られているとしても、これを補充するに足りる科学的知見が存在しており、科学的根拠に基づく地震動想定が可能であるし、原子力発電所の耐震設計は、当該発電所を設置する地点の自然的立地条件を踏まえた上で適切になされるものであり、本件発電所の敷地周辺において発生が想定されないにもかかわらず、Ｍｗ９．５の地震に備えなければならない必然性はない。

また、原子力発電所の耐震設計において求められるのは、寸分違わぬような地震動予測ではなく、地震学の不確実性を踏まえた上で、保守的に考慮し、十分に保守的な地震動評価が可能であれば問題はない。我が国では、防災対策のほか、建築基準法に基づく超高層建築物の耐震設計に用いる地震動評価をはじめとする様々な分野において、強震動に係る科学的、

専門技術的知見が広く活用され、これは、十分に実用の水準に達している合理的な手法である。地震動レベルを推定する手法について、原子炉施設に係る地震動予測に強震動に係る知見を用いることができないとする合理的な理由はない。

イ　新規制基準における基準地震動は、最新の科学的・技術的知見を踏まえ、敷地及び敷地周辺の地質・地質構造、地盤構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から想定することが適切なものとして策定することが求められており、被告は、これに則って基準地震動Ｓｓを策定している。

(2)　新規制基準の合理性等

（原告らの主張）

新規制基準には以下のような問題があり、合理性がない。

ア　新規制基準には、定量的な基準が示されておらず、基準地震動の具体的な算出ルール、特に、どこまで安全側に地震動を想定すべきかについて、十分に示されているとはいえない。新規制基準は、基準地震動について、当該原子力発電所を襲う可能性がある地震動をカバーしていなければならないこと、基準地震動を超える地震動が当該原子力発電所を襲うことはまずないといえるものでなければならないことを求めているというべきである。新規制基準が、そこまでの安全性を考慮する必要はないというものである場合、すなわち、原子力発電所の基準地震動は、当該敷地を襲う可能性がある地震動をカバーすることまでは求めていないという場合には、新規制基準は基準自体が不合理というべきである。

イ　福島第一原発事故について、４つの事故調査委員会があるが、いずれも、地震による外部電源の喪失は認めているものの、国会の事故調査委員会以外は、地震による原子炉の損傷を認めていない。同委員会は、６つの根拠を挙げて、福島第一原発の１号機において、地震動による小規模のＬ

ＯＣＡが起きていた可能性を指摘している。そして、地震動によって小口径の配管が破損した可能性があること、津波の到達より前に福島第一原発内の非常用電源が喪失したと考えられること等の事情を考慮すれば、地震動が福島第一原発事故の直接の原因あるいは同事故の進展に影響を与えた要因であることは明らかである。しかし、福島第一原発事故の原因が地震にもあることが無視された結果、新規制基準において、従来の基準地震動の策定方法等の耐震設計が基本的にそのまま継承され、地震による事故の危険がそのまま放置されている。

ウ　平成１７年から平成２３年までの間に、基準地震動を超える地震動は、５回にわたり、４つの原子力発電所において生じている（２００５年宮城県沖地震における女川原子力発電所（超過事例①）、２００７年能登半島地震における志賀原子力発電所（超過事例②）、２００７年新潟県中越沖地震における柏崎刈羽原子力発電所（超過事例③）、２０１１年東北地方太平洋沖地震における福島第一原発（超過事例④）、同地震における女川原子力発電所（超過事例⑤））。これらの事例は、福島第一原発事故以前の原子力発電所の基準地震動が十分な保守性からほど遠く、不確かさの考慮が十分ではなかったことを示している。この点は、福島第一原発事故後に定められた新規制基準においても変わっていない。

エ　新規制基準は、新耐震指針に定められていた「残余のリスク」がなくなっており、同指針と比較して明らかに後退している。

オ　国土交通省河川局「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針（案）・同解説」（平成１７年３月。以下「ダム耐震指針」という。）等は、ダムの耐震性能について、「最大級の強さを持つ地震動として定義されたレベル２地震動を設定し」、「既往最大Ｍから想定Ｍにしなければならない」としている。また、国土交通省鉄道局監修・鉄道総合技術研究所編「鉄道構造物等設計標準・同解説　耐震設計」（平成２４年９月。以下「鉄道耐

震設計標準」という。）は、鉄道構造物の耐震設計の基準となるＬ２地震動（構造物の建設時点で考えられる最大級の地震動）の設定に当たり、Ｌ２地震動を強震動予測手法に基づく地点依存の地震動として算定する一方で、伏在断層による地震（震源不特定地震動と同趣旨）についても配慮し、構造物直下の伏在断層の活動による地震としてＭｗ７．０の地震を想定しているが、原子力発電所の基準地震動（震源不特定地震動）は、Ｍｗ６．５を想定しているにすぎない。さらに、ハウスメーカーは、過去の地震を教訓として、耐震性能の向上に取り組んでおり、例えば、三井ホーム株式会社は、最大加速度５１１５ガルに耐えられる住宅を実現している。これらの他の構造物の耐震設計手法との対比からすれば、新規制基準の基準地震動の策定方法は、「災害の防止上支障がない」という改正原子炉等規制法の要件を充足するものであるとはいえない。

カ　ハウスメーカーは、繰り返し地震動にも耐えられる家づくりに取り組んでいる。繰り返し地震の危険性は、震度７の地震に立て続けに襲われた２０１６年熊本地震の際にも指摘されている。

原子力発電所では、耐震重要度分類Ｂ及びＣクラスの施設はもちろん、Ｓクラスの施設でさえ、基準地震動に対して弾性範囲内にとどまることは求められておらず、歪みが残ることが許容されている。一度塑性変形をした施設では、それまでの耐震安全性の前提はすべて失われるため、繰り返される強い地震動に対してどのような挙動をするかは未知数といわざるを得ない。特に、原子力発電所の主要構造物であるコンクリートは、一旦ひびが入ると耐力が大きく低下し、繰り返される強い地震動には耐えられない。それにもかかわらず、原子力発電所について、一般住宅では予想されている繰り返し地震動が全く考慮されていない。

（被告の主張）

以下のとおり、原告らの指摘は失当であって、新規制基準に不合理な点は

ない。

ア　新規制基準における地震動評価及び基準地震動Ｓｓに係る基本的な部分は、従前とほぼ同一のものとなっているが、これは、基準地震動Ｓｓの策定手法の基本的な部分に問題はなく、福島第一原発事故を踏まえても、基準地震動Ｓｓの策定手法そのものを改定する必要はなかったためである。

イ　他の原子力発電所において基準地震動を超過した事例は、地震動評価に影響を与える地域特性をはじめとする自然的立地条件の把握が十分でなかったことによるものである。

ウ　新耐震指針の「残余のリスク」を合理的に実行可能な限り小さくするためには、基準地震動Ｓｓの超過確率を小さくすることが重要であり、震源特定地震動の評価における不確かさを十分に考慮するとともに、基準地震動Ｓｓの超過確率に係る評価を行い、それが十分に低いレベルに抑えられることを確認することが必要とされていた。新規制基準においても、被告は、基準地震動Ｓｓの超過確率が十分に低いレベルに抑えられることを確認している。また、そもそも、新規制基準においては、設計基準事象を上回る事象に対処するための設備（重大事故等対処設備）を整備するとともに、関連する手順書や体制の整備を行うことが要求されている。新規制基準に「残余のリスク」の記載がないからといって、これを考慮していないというわけではない。

エ　設計用地震動は、耐震設計の対象となるそれぞれの構造物において、地震に対し必要な安全性を確保できるように設定されればよく、ダム、鉄道及びハウスメーカーの住宅といった他の構造物との優劣を比較すること自体に意味がない。この点を措いても、原告らの主張は、建設地点の差異、あるいは比較している地震動の意味等を何ら踏まえないものであって、基本的な条件をそろえないまま比較して耐震性の優劣を論じても意味はない。また、当該構造物の耐震性を論じる上で適切でない地震動指標を用い

て比較している点、設計用地震動と実耐力という異なるものを比較している点においても不適切である。

オ　基準地震動Ｓｓをもたらす地震が発生した後で、再度、同程度の地震が発生するためには、地震の発生により一旦解放されたエネルギーや歪みが改めて蓄積される必要があり、短期間に基準地震動Ｓｓクラスの余震が繰り返し発生することはまず考えられない。また、地震ガイドは、基準地震動Ｓｓによる地震力によって安全上重要な設備が塑性変形するとしても、建物・構築物においては、構造物全体としての変形能力（終局耐力（弾性領域を超えて構造物に対する荷重を漸次増加させていった際に、構造物の変形又は歪みが著しく増加し、構造物の機能を喪失する限界（機能維持限界）の荷重）時の変形）について十分な余裕を有し、建物・構築物の終局耐力に対し妥当な安全余裕を有していること、また、機器・配管系においては、塑性歪みが生じる場合であっても、その量が微少なレベルに留まって破断延性限界（伸びや絞りなどの著しい塑性変形を伴って破断に至る力）に十分な余裕を有し、その施設に要求される機能に影響を及ぼすことがないことを求めている。

そして、被告は、本件原子炉の安全上重要な設備がこれに沿って設定された評価基準値（許容値）を満たすことを確認している。

**(3)　震源特定地震動（内陸地殻内地震）**

（原告らの主張）

ア　中央構造線断層帯

本件発電所の北５ｋｍ地点に位置する中央構造線断層帯は、平均変位速度が１０００年当たり最大８～９ｍに達する活動度Ａ級の世界最大規模の活断層であり、４８０ｋｍの部分が同時に活動する可能性があり、海底下の断層面は本件発電所のある南側に向かって傾斜している。また、逆断層の上盤側は、下盤側に比べてより大きな加速度、変位量、速度を発生させ

るため、上盤側に位置する本件発電所では、より大きな加速度、変位量、速度を想定しなければならない。中央構造線断層帯による地震が発生した場合、その規模はマグニチュード８．６以上、最大加速度１０００～２０００ガル以上となることが想定される。

しかし、被告は、中央構造線断層帯を認識せずに本件発電所１号炉の設置許可申請をし、中央構造線断層帯は活断層ではないとして同２号炉及び本件原子炉の設置変更（増設）許可申請をした。本件発電所は、本来、原子力発電所を建設してはならない場所に建設されてしまっている。また、被告は、本件発電所１号炉及び２号炉の建設時（２００ガル）から新規制基準策定後まで（６５０ガル）の僅か４０年程の間に、３回にわたって基準地震動を変遷させている。この変遷は、被告が何回にもわたって誤って地震動を過小評価し続けたためであり、基準地震動は当初の３．２５倍となったが、それでも全国的な基準地震動のレベルと比較して明らかに低い。これは、中央構造線の存在や活動性を考慮せずに建設した耐震性の低い本件発電所を今さら建て替えられないために、大きな地震動がないと評価し続けているのである。

イ　震源断層の性状

(ｱ) 震源断層の把握

被告は、「中央構造線の性状を詳細な調査等により適切に把握した」、「中央構造線断層帯の震源断層を的確に把握した」と主張する。その根拠は海上音波探査であるが、その探査能力は、チャープソナー、ソノプローブ及びブーマーが深さ数十～１００m程度、スパーカー及びウォーターガンが深さ数百m、エアガンがせいぜい深さ２ｋm程度であり、しかも、周波数が低ければより深い深度まで調査できるものの、分解能が低下するため、震源断層（地震発生層）は調査できない。被告が詳細な調査を行ったとしても、震源断層の性状を十分に把握すること

は、現時点の科学では不可能であり、現在判明していることは、地表面上の活断層の地下周辺に震源断層が存在していることのみである。現在の地震学は、発生した巨大地震について震源断層の位置、大きさ等をある程度把握することは可能であるが、これから発生する地震について、その時期、震源断層の位置、大きさ、傾斜等を正確に予測することはできない。

また、被告は、エアガンによる地下探査結果から、震源断層の傾斜角が鉛直であることを基本モデルとしているが、二次元調査の結果に基づく解釈の正確性には疑問がある。さらに、被告は、中央構造線断層帯の震源断層が地下２～１５ｋｍまでの範囲の断層であるとしているが、深さ２ｋｍに届かないエアガンによる二次元調査をしただけであり、深さ２ｋｍより深いところにある震源断層に届くような三次元地下探査をしていない。被告は、中央構造線断層帯の位置も角度も分からないまま基準地震動を策定しており、必要な調査をしたとはいえない。

(イ) 断層との距離

被告は、本件発電所と中央構造線断層帯との距離を８ｋｍとしているが、８ｋｍよりも近い可能性を無視しており、過小評価である。発生するエネルギーは、距離の二乗に反比例する。断層までの距離が６ｋｍの場合と８ｋｍの場合では、そのエネルギーの違いは、１．７８倍となる。

(ウ) 断層の傾斜角

中央構造線断層帯が南傾斜の逆断層であった場合、震源が本件原子炉に近くなり、角度によっては直下地震になるだけではなく、上盤効果により、上盤に位置する本件原子炉により大きな地震動が到来する。

横ずれを主体とする断層であっても、傾斜角が少なくとも６０度程度にはなり得るし、断層の傾斜角は、研究者によってかなりのばらつきが

あるから、敷地前面海域の断層群の傾斜角については、相当の不確実性を見込むべきである。そして、四国西部の地盤は北西への移動を続けており、本件発電所付近では、中央構造線断層帯を挟む南北の領域間で、右横ずれの歪みの蓄積とともに、圧縮が生じており、この作用下で地震が起これば、横ずれに南傾斜の逆断層の成分が加わる可能性が高い。また、敷地前面海域のエアガン探査断面等の資料から、南側が北側に対して相対的に隆起するような変位の累積があることが分かるし、エアガン探査断面のデータを見れば、断層面が南に傾斜していることが確認できる。被告の解釈は、南傾斜の断層は存在しないはずであるという先入観によるものである。さらに、Ｉｋｅｄａ　ｅｔ　ａｌ．（２００９）は、敷地前面海域の中央構造線断層帯の東側の延長上に当たる伊予断層付近で反射法地震探査を行い、南向きに約５０度の角度で傾斜する逆断層を見出し、これを伊予断層の延長であると解釈している。したがって、南傾斜の断層面上で地震が生じる可能性は否定できない。

中央構造線断層帯長期評価（第２版）及び「四国地域の活断層の長期評価（第１版）（平成２９年１２月１９日地震調査委員会。以下「**四国長期評価**」という。）は、右横ずれ成分とともに上下成分として０．２ｍ／千年程度の南側隆起を見積もっているほか、「地震動予測に重要な断層深部の傾斜に関しては、殆どの区間が中角度である可能性が高いと判断したが、高角度の可能性を否定する確実な証拠も存在しないことから、両論を併記した」としている。これらの評価に従って、高角度だけではなく、中角度についても地震動評価をしなければならない。

ウ　応答スペクトル評価

(ｱ) 耐専式について

被告は、５４ｋｍケース、６９ｋｍケース、１３０ｋｍケース及び４８０ｋｍケースについて検討し、６９ｋｍケースの北傾斜モデルに耐専

式を適用した場合の加速度が最大であるとして、基準地震動Ｓｓ－１を６５０ガルと策定している。しかし、これは、断層の長さが長くなるほど地震が大きくなるという常識を覆すものである。耐専式は、地震規模が大きいほど大きくなり、等価震源距離（特定の１点（点震源）からすべての地震波のエネルギーが放出されたと仮定し、実際に広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）が長いほど小さくなるため、本件原子炉の場合、中央構造線断層帯の断層長さが東西に延びていくほど地震規模が大きくなるものの、それ以上に等価震源距離が長くなり、結果として地震動が小さくなってしまうという欠陥がある。

(ｲ) 耐専式の適用について

被告は、４８０ｋｍケースについては、鉛直モデル及び北傾斜モデルのいずれについても耐専式を適用しているが、５４ｋｍケース、６９ｋｍケース及び１３０ｋｍケースについては、北傾斜モデルのみに適用し、鉛直モデルには適用していない。その理由について、被告は、耐専式の適用範囲外であるからとしている。

しかし、耐専式の適用性は、実際の地震観測記録との整合性でのみ判断されるべきであり、極近距離からの乖離が大きいことやその他の距離減衰式との乖離が大きく過大評価になることは理由にならない。２０００年鳥取県西部地震の賀祥ダムや２００４年北海道留萌支庁南部地震のＨＫＤ０２０観測点の観測記録からすれば、極近距離内であっても、耐専式を適用することは可能であるし、むしろ、震源近傍では過小評価になっている可能性が高い。また、その他の距離減衰式は、震源近傍の地震観測記録が少なく、震源特性を適切に反映させることのできないモデルであるため、震源特性が顕著に現れる震源近傍の観測点では過小評価にならざるを得ない。

エ　断層モデル評価

(ｱ) 基本震源モデル

被告は、地震動の決定的要因となるアスペリティを均等に配列したり、本件発電所の敷地正面に配列しなかったりするなど、アスペリティを恣意的に配列している。

(ｲ) 壇ほか（２０１１）の適用

壇ほか（２０１１）は、用いた地震データの断層幅が海外平均１６ｋｍ、国内平均１２ｋｍであり、大きな相違があるにもかかわらず、断層幅を一律１５ｋｍとし、平均応力降下量を３．４Ｍｐａとしている。断層幅の違いを考慮し、断層幅の狭い国内の地震に当てはめるには、平均応力降下量を４．３Ｍｐａに引き上げなければならない。

壇ほか（２０１１）は、アスペリティの応力降下量について、１２．２Ｍｐａとしているが、これを前提とすれば、アスペリティ面積と断層面積の比は０．２７９となり、レシピにおいて平均０．２２（０．１７～０．２７）とされていることと比較して過大である。レシピにおいて推奨されている０．２２を採用し、国内地震の平均応力降下量４．３Ｍｐａを採用し、アスペリティの応力降下量を１９．５Ｍｐａとすべきである。

壇ほか（２０１１）は、震源断層の長さが６０ｋｍ程度になれば平均すべり量が約３ｍで飽和するとしているが、これは仮説にすぎないし、中央構造線断層帯長期評価（第２版）が、「伊予灘区間が活動すると、Ｍ８．０程度もしくはそれ以上の地震が発生すると推定され、その際に８ｍ程度もしくはそれ以上の右横ずれが生じる可能性がある」としていることからしても、誤りである。

(ｳ) 入倉・三宅（２００１）の適用

５４ｋｍケースに併用された入倉・三宅（２００１）の式は、北アメ

リカ中心の地震データに基づいており、地震モーメントは、壇ほか（２０１１）の半分以下、Ｆｕｊｉｉ　ａｎｄ　Ｍａｔｓｕ’ｕｒａ（２０００）の５分の１ないし２分の１と小さく、地震動が著しく過小評価される。

(エ) Ｆｕｊｉｉ　ａｎｄ　Ｍａｔｓｕ’ｕｒａ（２０００）の適用

被告は、５４ｋｍケースに入倉・三宅（２００１）の式の地震モーメントを用いる際、Ｆｕｊｉｉ　ａｎｄ　Ｍａｔｓｕ’ｕｒａ（２０００）の平均応力降下量（３．１Ｍｐａ）、アスペリティの応力降下量（１４．４Ｍｐａ）を用いているが、レシピでは、１００ｋｍ以上の長大な断層に対して用いるべきであり、５４ｋｍという長大とはいえない断層に用いるべきではないとされている。レシピに従えば、平均応力降下量３．６Ｍｐａ、アスペリティの応力降下量１３．４ないし１６．３Ｍｐａとなる。

(オ) 不確かさの考慮

地震動は、直近のアスペリティの応力降下量によって大きく影響されるから、敷地直近のアスペリティに大きな応力降下量を割り付けるモデルを採用すべきであるが、被告はこれをしておらず、不十分な地震動想定である。また、被告は、応力降下量、断層の傾斜角、破壊伝播速度及びアスペリティの平面位置のそれぞれ一つの要素について地震動評価が厳しくなる場合を想定しているものの、すべての要素が厳しくなる場合を全く想定しておらず、不確実性を考慮したことにはならないし、最大の地震動を求めたことにもならない。

(カ) グリーン関数の不確かさの考慮

経験的グリーン関数法では、要素地震としてなるべく敷地に近い小地震を選ぶが、適切な地震はなかなかなく、多少離れた場所での小地震を選ぶのが通例であり、どうしても、現実の減衰とは食い違ってしまい、

誤差が生じることが性質上免れない。そして、同じ地震であっても、経験的グリーン関数法による結果と統計的グリーン関数法による結果は大きく食い違っている。このように、グリーン関数には極めて大きな誤差（不確かさ）があるが、被告は、この不確かさを考慮していない。

(ｷ) 要素地震

被告が経験的グリーン関数法で用いた要素地震は、海洋プレート内地震であるから、応力降下量が３０Ｍｐａと大きいのに対し、５４ｋｍケースの応力降下量は１１．８Ｍｐａと小さい。したがって、要素地震波が小さく設定される。

オ　震源が敷地に極めて近い場合の考慮

新規制基準は、「震源が敷地に極めて近い場合」に該当するときには、「最新の科学的・技術的知見」を踏まえ、「さらに十分な余裕を考慮」して基準地震動を設定しなければならないものと規定している（34頁）。これは、ある程度不確実な部分があっても基準地震動の保守的な評価につながる知見は積極的に採り入れ、基準地震動を通常よりもさらに引き上げることを趣旨としている。そして、原子力規制委員会の「福島第一事故を踏まえた震源極近傍の地震動評価の高度化」（平成２７年１月）は、地表地震断層から震源断層までの浅部地盤（震源断層とはならない比較的軟らかい地盤）が活動することの影響について、震源から２ｋｍ以上離れていれば浅部地盤の影響は無視し得るものの、敷地から２ｋｍ程度以内の浅部地盤が変位する場合には、比較的軟らかい地盤の活動といえどもその影響を無視できないとしている。しかし、被告は、震源が原子力発電所の敷地に極めて近い場合の特別の考慮をしていない。

カ　経験式が有するばらつきの考慮

(ｱ) 経験式は、いずれも、過去の地震動のデータから導かれたものであり、過去の地震の平均像を示すものである。被告による不確かさの考慮

は、認識論的不確定性に関するばらつきを小さくするための努力であるが、それがゼロになるものではないし、そもそも、偶然的不確定性を低減することは不可能である。本件ばらつき条項は、経験式から導かれる平均値に対し、さらに経験式のばらつきを考慮したより大きい地震規模を設定することを求めているというべきであり、少なくとも、平均値から＋２σ程度の大きさの地震を想定すべきである（その場合、被告が策定した基準地震動６５０ガルは、その２．６７倍（４／１．５）の約１７００ガルとなる。）。しかし、被告は、平均値の数値をそのまま使用して基準地震動を策定しているから、地震ガイドに反しており、原子力規制委員会が行った本件原子炉に対する審査には、その過程において重大な過誤・欠落がある。

(イ) 審査基準は、許認可等の性質に照らしてできる限り具体的なものでなければならず、原子力規制委員会が審査基準として位置付けている改正原子炉等規制法４３条の３の６第１項各号の規定、設置許可基準規則及び設置許可基準規則解釈では、実質的に審査基準に求められる機能を果たせないのであって、地震ガイドは、公表され、その目的として「基準地震動の妥当性を厳格に確認するために活用する」と明記されることによって、実質的な審査基準としての機能を果たしてきた。

(ウ) 地震ガイドは、不確かさの考慮に関する規定（Ⅰ．３．３．３）とは別にばらつきの考慮に関する規定（本件ばらつき条項）を設けており、これらを別の規制として位置付けている。また、本件ばらつき条項の第２文の「その際」は、文理上、「経験式を用いて地震規模を設定する」際と解釈すべきである。

(エ) 令和４年地震ガイドは、本件ばらつき条項を削除した不合理なものであり、実質的な審査基準であった地震ガイドを基準地震動の審査に合格させるための方法の一つにした不合理なものである。地震ガイドが実質

的にも審査基準ではないのであれば、経験式のばらつきを考慮しなかった被告の基準地震動の策定手法は、審査基準である設置許可基準規則解釈の別記２第４条５項２号④の「適切な手法」を用いらなければならないとの条項に違反するものであるから、原子力規制委員会の審査には、看過できない過誤・欠落がある。

（被告の主張）

ア　中央構造線断層帯

本件発電所の敷地前面海域における中央構造線断層帯の震源断層の位置は、本件発電所の沖合約８ｋｍであり、その傾斜角は、ほぼ鉛直である。原告らは、中央構造線断層帯による地震が発生した場合、マグニチュード８．６以上、最大加速度１０００～２０００ガル以上が想定されると主張するが、具体的根拠はない。

基準地震動は、最新の知見、科学技術等に基づく評価手法を用いて策定するものであるため、各時点における被告による地震動評価や基準地震動が同じではないのは、地震動の評価手法が絶えず発展・高度化してきたからである。そして、被告は、その時々の最新の知見、科学技術等を前提に、本件発電所が地震に対する安全性を有していることを確認している。また、地域特性の違いを何ら考慮することなく、単純に他の原子力発電所の基準地震動の値との間の大小を論じることに意味はない。

イ　震源断層の性状

(ｱ) 震源断層の把握

多くの場合、地下深部の震源断層が活動した結果として地下浅部の活断層が存在するのであり、地表で見られる地殻変動、隆起や沈降は、震源断層が動いたときにどのように地形が変形するかということを示すものであるから、地下浅部の活断層の情報から震源断層の性状を推定することができ、本件発電所の敷地前面海域では、活断層の情報を把握する

上で十分な地形・表層地質の調査や地球物理学的な探査がなされており、この得られた情報を活用し、震源断層の情報を把握することができる。そして、正断層、逆断層は、いずれも、断層を挟んで一方が隆起し一方が沈降するという縦ずれ断層であり、断層の一方が隆起し一方が沈降するという特徴を示すので、地溝（ほぼ平行に発達する断層群によって形成された狭長な地形的凹地帯）とバルジ（断層運動によって、海底面のものを含む地表に生じた凸型のふくらみ）が直線的に配列しているという敷地前面海域の地形上の特徴は、横ずれ運動が卓越することを示しており、西方の別府湾において正断層が卓越すること等の伊予灘周辺の地震テクトニクスや地溝の形成環境（引っ張りの力で沈降する）を踏まえると、正断層成分を含むと評価できる。

(イ) 断層との距離

強震動は、地下の深くにある硬い岩盤に歪みが溜まって生じるものであり、海底面あるいは浅部の堆積層に存在する活断層の活動で生じるものではない。また、海底面あるいは浅部の堆積層に存在する活断層から震源断層の位置を特定する上では、震源断層の動きと直接対応する主断層を判別する必要がある。そして、本件発電所の敷地の沖合約８kmで堆積層を高角に切って海底面に大きな変形をもたらしている２条の断層が主断層であり、これらの主断層は、沖合約８kmに存在する三波川変成岩類上面と領家花こう岩類上面との会合地点へ収斂するような構造をしており、これらの主断層よりも南側に存在する活断層群は、主断層の活動に伴って生じた副断層である。したがって、敷地の沖合約８ｋｍよりも近い位置に活断層が存在するとはいえない。

(ウ) 断層の傾斜角

被告は、本件発電所の敷地前面海域の断層群について、以下の各種調査結果を基に、変動地形学的観点、地震学的観点及び地球物理学的観点

から検討し、震源断層の傾斜角は鉛直とすることが妥当と判断し、これを基本震源モデルとして考慮した。

本件発電所の敷地前面海域の断層群は、伊予灘において横ずれ成分が卓越し、豊予海峡より西方では正断層が混在するとされており、横ずれ断層の卓越する場から正断層と横ずれ断層が混在する場への遷移域に位置している。このような敷地前面海域の断層群の位置関係からすると、地震テクトニクスの観点からは、震源断層が南に傾斜しているとは考えられない。

中央構造線断層帯長期評価（第２版）からも明らかなとおり、高角度（ほぼ鉛直）又は中角度北傾斜との評価が一般的な知見であり、南傾斜の妥当性を裏付ける有力な知見はない。そして、Ｎｉｓｈｉｍｕｒａ ａｎｄ Ｈａｓｈｉｍｏｔｏ（２００６）は、西南日本を内弧・外弧・琉球北部に分割したブロックモデルを作成し、各ブロックの境界のパラメータ（中央構造線断層帯の断層傾斜角等）を変数として試行計算をした結果、観測されている地殻変動を最も精度よく説明できる中央構造線断層帯の傾斜角が北傾斜となったことを報告しているが、四国西部の地殻が北西向きに動いているため中央構造線断層帯が逆断層成分を持って活動するという見解は知られていないし、それを裏付ける知見もなく、そもそも、単に水平方向に圧縮力が作用していれば逆断層成分を持つなどという見解は科学的ではない。また、被告による断層傾斜角の評価の妥当性は、査読論文として活断層研究に掲載された高橋ほか（２０２０）によって学術的に裏付けられている。さらに、Ｉｋｅｄａ ｅｔａｌ．（２００９）に記載されている南傾斜の逆断層は、右横ずれ断層が屈曲し、局地的に圧縮する力が働いて形成されたものであり、ごく浅い地下の副断層であって、震源断層の形状を示すものではないし、上記論文の著者は、池田ほか（２００５）において、中央構造線断層帯の本

体をなす伊予断層を高角（わずかに北傾斜）と評価している。

断層活動に伴う上下動に用いられる「隆起」や「沈降」といった表現は相対的なものにすぎず、中央構造線断層帯長期評価（第２版）の「南側隆起」という記載は、敷地前面海域の断層群が南傾斜の逆断層であることを裏付けるものではない。また、上記長期評価の中角度に関する記載も、三波川変成岩類上面と領家花こう岩類上面との会合部以深で北に傾斜する地質境界としての中央構造線が、震源断層として活動する可能性（既存の断層面を利用することで摩擦係数等が小さくなり、中角度でも横ずれを担える可能性）を踏まえたものであるから、中央構造線断層帯の震源断層が南傾斜であることを裏付けるものではない。

ウ　応答スペクトル評価

(ｱ) 被告は、応答スペクトル評価において、①解放基盤表面の地震動として評価できること、②水平方向及び鉛直方向の地震動が評価できること、③震源の広がりを考慮できること、④敷地における地震観測記録を用いて地域特性等が考慮できることに着目して検討した結果、基本として用いる距離減衰式として耐専式を採用し、耐専式以外にも、国内外で標準的に用いられている距離減衰式であって本件発電所の敷地での適用が考えられる９種類の距離減衰式で評価を行うこととした。

(ｲ) 耐専式について

一度にずれる断層の長さが長くなれば、それに応じて全体としての地震規模は大きくなるものの、地震動は距離に応じて減衰するため、特定の地点における地震動の大きさは、断層全体の長さ（ずれの長さ）に応じてどこまでも比例して大きくなるわけではない。最短の５４ｋｍケースも相当程度長い断層であるため、本件発電所の地震動はこの区間による地震動の影響が支配的であり、それ以上断層長さを長くしても、基本的には地震動の大きさはあまり変わらない。

耐専式を用いた評価は、地震規模と等価震源距離に基づき地震動レベルを評価する手法であり、その特性として、長い断層よりも短い断層の方が、等価震源距離が短くなることで地震動レベルが大きくなる可能性がある。そして、５４ｋｍケースや６９ｋｍケースの評価結果が１３０ｋｍケース及び４８０ｋｍケースの評価結果よりも大きくなったのは、５４ｋｍケース及び６９ｋｍケースが耐専式の適用範囲を超える度合いが大きいからであり、本来であれば耐専式を適用すべきではないこれらのケースにもあえて耐専式を適用した結果、評価結果が大きくなっている。このように、被告は保守的な地震動評価を行っている。

(ｳ) 耐専式の適用について

距離減衰式は、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一般法則を導く計算式であり、精度の高い予測をするには、基となった観測記録に係るデータベースの範囲で適用されるべきものである。しかし、震源近傍での観測記録が得られるケースは少ないため、これを反映した距離減衰式も極めて少なく、耐専式についても、そのデータベースである等価震源距離２８～２０２ｋｍの範囲を外れる場合には、その適用性を慎重に判断する必要がある。本件発電所の敷地は、その前面海域の断層群からの距離が約８ｋｍであり、震源近傍にあるため、被告は、断層長さのケースごとに、等価震源距離及び地震規模により適用性を吟味した上、耐専式を適用した場合の評価結果とその他の距離減衰式及び断層モデルによる評価結果を対比し、評価結果の妥当性の観点からも適用性を検証した。

２０００年鳥取県西部地震の観測記録は、内陸補正した結果として乖離が小さいことが確認された事例であり、内陸補正しても乖離が大きいような場合にも耐専式を適用すべきであるとはされていない。また、その他の距離減衰式による地震動は、いずれもおおむね同等レベルであ

り、断層モデル評価の結果とも整合的であるところ、数多くの距離減衰式や断層モデル評価の中で、１つだけ大きく地震動レベルが乖離する耐専式を適用することが不適切であると評価することは、何ら不合理なものではない。

エ　断層モデル評価

(ア) 基本震源モデル

本件発電所の敷地正面の海域にジョグがあることは、専門家が認めている。ジョグは、断層破壊の停止域となるものであるから、変位量（すべり量）が小さくなるし、ジョグで破壊が停止しない場合にも、変位量が大きくならないと考えられるから、ジョグにはアスペリティが想定しがたい。したがって、被告のアスペリティの配置は不適切ではない。

Ｄａｎ　ｅｔ　ａｌ．（２０１９）は、壇ほか（２０１１）の手法を用いて１９９９年トルコＫｏｃａｅｌｉ地震の観測記録の再現を試みたものであるが、同地震でアスペリティが断層の片方に偏在していたことを根拠付けるものではなく、同論文が引用する知見を確認すれば、偏在していないことが支持される。したがって、アスペリティを偏在させなかったことが不適切であるとはいえない。

(イ) 壇ほか（２０１１）の適用

壇ほか（２０１１）の手法の妥当性は、壇ほか（２０１２）、藤堂ほか（２０１２）及び壇ほか（２０１６）によって検証されている上、被告も、壇ほか（２０１１）を用いた中央構造線断層帯の地震動評価結果と１９９９年トルコＫｏｃａｅｌｉ地震や２００８年四川地震の岩盤上の観測記録を比較して整合的であることを確認し、原子力規制委員会の審査でも確認を受けている。また、壇ほか（２０１１）の手法は、ＩＡＥＡがＳＳＧ－９（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もの）を補完する

目的で策定したＳａｆｅｔｙ　Ｒｅｐｏｒｔｓ　Ｓｅｒｉｅｓ　Ｎｏ．８５でも認められている信頼性のある手法である。

被告は、壇ほか（２０１１）が、震源断層幅を１５ｋｍと仮定して平均動的応力降下量、アスペリティ応力降下量を設定していることを踏まえこれを中央構造線断層帯（鉛直とした場合の断層幅は１３ｋｍ）に適用しても問題ないことを検証、確認している。壇ほか（２０１１）は、地震モーメントの値とのバランス等を全体的に考慮しながら、平均応力降下量３．４Ｍｐａ、アスペリティの応力降下量１２．２Ｍｐａという値を提案し、その提案された値に基づいて各種検証がなされ、全体として妥当性が確認されているものであり、原告らの主張は、これを無視して一部のパラメータだけを置き換えてその他のパラメータはそのままに計算するよう求めるものであり、不当である。

また、すべり量は、断層長さに比例して一様には大きくならず、一定程度で飽和するという考え方が一般的なものとして認知されており、レシピもこのような考え方を採用している。

(ｳ) 入倉・三宅（２００１）の適用

入倉・三宅（２００１）は、強震動予測に必要なパラメータ設定の方法及び手順を提案したものであり、レシピを通じて広く実用されている。

入倉・三宅（２００１）のスケーリング則は、主として北米の地震データに基づいているものの、宮腰ほか（２０１５）は、１９９５年以降に発生した国内の内陸地殻内地震（Ｍｗ５．４～６．９）のデータを用いて震源パラメータに係る既往のスケーリング則の再評価を行った結果として、「断層破壊面積と地震モーメントの関係はＭｗ６．５以下でＳｏｍｅｒｖｉｌｌｅ　ｅｔ　ａｌ．（１９９９）及びＭｗ６．５以上で入倉・三宅（２００１）のスケーリング則とよく一致することを確認し

た。」としており、国内の内陸地殻内地震に対しても適用することが可能である。また、入倉ほか（２０１６）は、２０１６年熊本地震の観測データが入倉・三宅（２００１）の式と整合的であることを確認している。確かに、入倉・三宅（２００１）の式は、断層長さを十分に長く設定しないなど、パラメータの設定によっては、地震モーメントが小さめになるリスクがあり得るが、被告は、中央構造線断層帯について、十分に保守的な断層長さや断層幅を設定するとともに、断層傾斜角を北傾斜３０度とする不確かさを考慮することにより鉛直な断層に比して約４倍の地震モーメントを設定するなど、保守的に地震動評価を行い、原子力規制委員会の審査において確認を受けており、また、入倉・三宅（２００１）の式を用いた５４ｋｍケースについて、壇ほか（２０１１）も適用して地震動評価を行っているから、過小評価であるとはいえない。

(エ) Ｆｕｊｉｉ　ａｎｄ　Ｍａｔｓｕ’ｕｒａ（２０００）の適用

レシピは、長大な断層の横長の断層面において円形の破壊面を想定することが困難であることを考慮し、Ｆｕｊｉｉ　ａｎｄ　Ｍａｔｓｕ’ｕｒａ（２０００）を用いることを提案しており、これは、平成２９年改訂レシピにおいても変わるものではない。中央構造線断層帯の断層幅は約１３ｋｍであるから、５４ｋｍケースにおいても、断層長さは断層幅の４倍以上となり、円形の破壊面を想定することは困難である。したがって、５４kmケースについてＦｕｊｉｉ　ａｎｄ　Ｍａｔｓｕ’ｕｒａ（２０００）の応力降下量（３．１ＭＰａ）を用いることは妥当である。

(オ) 不確かさの考慮

被告は、各種の不確かさの分類・分析を行い、地震発生時の環境に左右される偶然的な不確かさ及び事前に平均的なモデルを特定することが困難な不確かさについては、あらかじめ基本震源モデルに安全側に織り

込んだ上で、事前の調査、経験式等によって平均的なモデルを特定することが可能な不確かさについては、基本震源モデルに重畳させる独立した不確かさとして、考慮することとした。独立した不確かさとは、基本震源モデルにおいて信頼性の高い想定がなされている（平均的なモデルが特定できる）にもかかわらず、あえて保守的に想定することとした条件等をいうものであって、それらが相互に重畳する蓋然性は極めて小さい。それらの独立した不確かさを全て重畳させるべきとする原告らの主張は、不確かさの性質や程度の違いを無視したものである。

(カ) グリーン関数法の不確かさの考慮

被告は、まず、断層長さ４８０ｋｍの基本震源モデルについて統計的グリーン関数法及び経験的グリーン関数法により評価し、両者を比較した。経験的グリーン関数法では、海洋プレート内地震を要素地震としたため、内陸地殻内地震の評価に用いることができるように補正して用いたところ、両者の関数法の結果は整合しており、本件発電所においては、両者の関数法による大きな誤差は存しなかった。

また、原子炉施設に影響の大きい周期帯０．１秒付近においては、経験的グリーン関数法を用いた評価結果の方が、比較的厳しい結果となることを確認している。さらに、経験的グリーン関数法では、要素地震の特徴として、南北方向の地震動の長周期側が東西方向のそれに比べて小さく評価される傾向が見られたことから、東西方向と南北方向とのそれぞれの地震波を入れ替えたケースをも評価している。したがって、グリーン関数の不確かさは十分に考慮されている。

(キ) 要素地震

被告は、要素地震として用いる地震が敷地前面海域の断層群による地震とは発生様式が異なる海洋プレート内地震であることを踏まえ、密度やせん断波速度を考慮し、媒質を適切に補正しており、要素地震波が過

小に設定されることはない。

オ　震源が敷地に極めて近い場合の考慮

被告は、被告自ら及び各種調査機関が伊予灘において実施した詳細な海上音波探査の結果として、中央構造線断層帯の位置を沖合約８ｋｍと特定しており、佐田岬半島北岸部に活断層がないことを確認している。これは、令和２年１２月に公表された高橋ほか（２０２０）によって学術的にも認められている。本件において、「震源が敷地に極めて近い場合」の評価を行う必要はない。

カ　経験式が有するばらつきの考慮

(ｱ) 地震ガイドは、行政手続法上の審査基準ではなく、原子力規制委員会がその記載内容に拘束されるようなものではない。行政手続法上の審査基準である設置許可基準規則解釈の別記２には、経験式が有するばらつきの取扱いについて言及する規定は存在せず、基準地震動の策定に伴う各種の不確かさについて、個別の敷地における地震動評価に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、必要に応じてそれらを組み合わせるなどの適切な手法を用いて考慮することが求められているにとどまる。

(ｲ) 経験式は、実際の地震観測記録等のデータから回帰分析されたものであり、基となった地震観測記録が有する地域特性は様々であるから、地域特性の違いが反映され、経験式とその基となるデータの間にはばらつきが生じる。このばらつきの要因となる地域特性は、地点ごとに異なるものであるから、別の地点の地震動を評価する際に、そのばらつきの幅をそのまま考慮するような評価方法は、本件発電所の立地する地域とは全く特性の異なる地域で発生する地震を基に地震動評価を行うことと同じであり、科学的に不合理である。

また、決定論的評価手法を採用する基準地震動の策定の実務において

は、「ばらつき」と「不確かさ」を全く別の概念と捉えるのではなく、「ばらつき」は「不確かさ」を考慮することによって解決されるという関係にあるものと理解されており、原子力規制委員会も、経験式がこのような「ばらつき」を有することを当然の前提とした上で、支配的なパラメータの「不確かさ」を考慮することで保守的な地震動評価を行うべきものとしている。

(ウ) 本件ばらつき条項は、その第１文が経験式の適用範囲について十分な検討を求めるものであり、第２文が適用範囲の検討の際における経験式のばらつきについて考慮を求めるものである。すなわち、第２文は、第１文が求める十分な検討をするに当たり、経験式の持つ当然の性質であるばらつきを確認することを注意的に規定したものにすぎない。

(エ) 令和４年地震ガイドにより、地震ガイドが手引きであることが明確化され、経験式の有するばらつきの考慮として殊更に一定の値を上乗せすることが必要とされているわけではないことが明確化された。

**(4) 震源特定地震動（海洋プレート内地震）**

（原告らの主張）

海洋プレート内地震は、深部で発生する地震であり、地下の圧力の高い領域で発生するため、短周期の地震が発生しやすいが、その観測記録は少なく、最大でどの程度の規模の地震が発生するかの予測をすることが困難である。被告は、基本震源モデルを既往最大のＭ７．０とし、地震規模の不確かさを考慮してＭ７．２のケースも評価している。しかし、Ｍ７．２に留まる根拠はなく、さらに大きな地震が発生する可能性は否定できない。

（被告の主張）

被告は、基本震源モデルの設定に当たり、地震発生位置と規模の不確かさをあらかじめ織り込み、敷地真下に既往最大規模の地震（１８５４年伊予西部地震（Ｍ７．０））を仮定するなどし、不確かさの考慮として、２００１

年芸予地震（Ｍ６．７）を再現したモデルをＭ７．０に較正したケース、敷地の真下にＭ７．２の地震規模を想定したケース、アスペリティの位置を断層上端に配置したケース、敷地東方の領域に水平に近い断層面を考慮したケース（Ｍ７．４）を設定した。

(5) 震源特定地震動（プレート間地震）

（原告らの主張）

ア　南海トラフ巨大地震の想定規模等

内閣府検討会（２０１２①）によれば、南海トラフ巨大地震が発生した場合、本件原子炉が立地する伊方町の最大震度は６強と想定され、地震規模は２０１１年東北地方太平洋沖地震と同じＭｗ９．０と想定されている。また、愛媛県地震被害想定調査結果によれば、南海トラフを震源とする地震が発生した場合、伊方町をはじめとする多くの地域で最大震度が７と想定され、伊方町の最大地表加速度が１５３１．７ガルと想定されている。

イ　南海トラフ巨大地震の地震波

南海トラフは、日本列島の沖合約１００ｋｍの海底に、東海地方から紀伊半島、四国地方にかけて７００ｋｍの長さにわたって存在しており、南海トラフのいずれかの場所で地震が発生した場合、本件発電所に到達する地震波が長周期となることが予想される。また、規模の大きな地震では、長周期の地震波が長時間にわたって放出されるから、南海トラフで発生する地震では、遠い範囲の地域まで長時間の揺れが発生することとなる。したがって、南海トラフで地震が発生した場合、広い地域において、長周期の地震波が長時間継続すること、また、本件発電所においても同様の揺れが発生することが予想される。

しかし、被告は、長周期領域の地震波に対応するスペクトルを定めることすらしておらず、長周期領域の地震波による影響が明らかに過小評価さ

れており、長周期かつ長時間継続する地震動の特性を考慮した設計がされていない。

ウ　ＳＰＧＡモデル

被告は、ＳＭＧＡ（強震動生成域）を陸側に配置したモデルを基本とし、これを敷地直下に追加配置したことをもって不確かさを考慮したケースとしている。しかし、ＳＭＧＡモデルは、一辺が数十ｋｍという大きな広がりを持つ面積で強震動が生成されると仮定するものであり、２０１１年東北地方太平洋沖地震の際に観測された強震動パルスを再現することはできなかった。これに対し、ＳＰＧＡ（強振動パルス生成域）モデルは、一辺が約３ｋｍという小さな面積で強震動が生成されると仮定するものであり、これにより、実際に観測された強震動パルスをよく再現することができる。ＳＭＧＡモデルに基づく被告の地震動の想定は、過小評価となっている。なお、ＳＰＧＡモデルは、港湾の施設の技術上の基準において採用されているモデルであり、仮に、これが地震学の知見と矛盾したり、物理法則に反したりするのであれば、国土交通省の策定する上記の基準に取り入れられるはずがない。

また、倉橋・入倉（２０１３）は、不均質モデルを提案している。これは、レシピを基本とし、ＳＭＧＡ内の小さなサブエリア内でより高い応力パラメータを持つ不均質モデルを採用すれば、２０１１年東北地方太平洋沖地震の際に観測された強震動パルスを再現できるとするものである。被告がＳＭＧＡモデルに基づいて地震動の想定をするのであれば、この不均質モデルを検討しなければならない。そして、ＳＭＧＡを構成する小断層の中で最も本件発電所に近い位置にＳＰＧＡを配置し、計算すると、最大加速度が１０６６ガル、最大速度が１２９ｃｍ／ｓになる。これは、本件原子炉の基準地震動である６５０ガルの２倍近い地震動である。

（被告の主張）

ア　南海トラフ巨大地震の想定規模等

愛媛県地震被害想定調査結果では、伊方町において最大加速度１５３１．７ガルが想定されているが、これは、本件発電所の地盤物性が反映されたものではなく、本件発電所の敷地において想定される地震動ではない。

イ　南海トラフ巨大地震の地震波

被告は、長周期の地震動による影響も含めた地震動の影響を評価している。

ウ　ＳＰＧＡモデル

地震動を評価するための手法は、ＳＰＧＡモデルだけでなく、様々なものが存在する。しかし、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ことは妥当ではなく、一定程度の信頼性が広く認められていることが必要である。有効性が広く認知されている手法としては、公的な検討会で用いられた手法やレシピが挙げられ、それらで用いられているのはＳＭＧＡモデルである。これに対し、ＳＰＧＡモデルは、その物理モデルとしての妥当性や予測問題への適用性などに課題を有しており、現状では地震動予測手法として確立して実務に浸透しているものとはいえない。なお、港湾の施設の技術上の基準では、内閣府検討会（２０１２①）が想定する震度分布と整合するようにすることが提案されており、ＳＰＧＡモデルを用いた結果として算定される地震動レベルがＳＭＧＡモデルの結果と大きく乖離しないような手当がされている。強震動評価においては、観測記録の波形と完全に一致するよう再現することは必須ではない。

また、ＳＰＧＡモデルや不均質モデルを用いることによって過去の地震動のパルス波を説明できることがあるとしても、ＳＭＧＡモデルに一定程

度の不確かさが存在することを前提として各種パラメータを保守的に設定することで、保守的な地震動評価を行うという手法は十分に機能している。

原告らは、ＳＰＧＡモデルを用いた本件発電所の敷地における地震動の想定をしているが、その想定は、適切な計算の下にされたものであるとはいえないから、本件発電所で想定される地震動ではない。

(6) 震源不特定地震動

（原告らの主張）

ア　加藤ほか（２００４）について

上記論文は、３１年間に発生した９つの地震の１２地点の１５の記録に基づくものでしかなく、データとして不十分である。このことは、２００４年北海道留萌支庁南部地震が、Ｍｗ５．７という極めて小さい地震であったにもかかわらず、同論文における応答スペクトルを超えたことからも明らかである。また、同論文は、Ｍ７クラスの強い地震動記録は、すべて活断層と関連付けられるとして排除し、Ｍ６．６までの地震動記録のみを対象としたものであるから、過小なものとなっている。

イ　２００４年北海道留萌支庁南部地震

この地震は、Ｍｗ５．７という比較的小規模の地震であったにもかかわらず、断層面の延長に極めて近い観測点（ＨＫＤ０２０）において、１０００ガル超の地震動を観測した（基盤地震動 は５８５ガル）が、この観測値は、同地震の最大地震動ではなく、実際の最大地震動は、１．５～２倍程度か、それ以上に達していると想定される。この想定される最大地震動が敷地直下のＭｗ６．５未満の地震である場合を想定すべきである。また、財団法人地域地盤環境研究所は、断層最短距離１５ｋｍ以内の仮想地表観測点において、約２０００ガルの地震動が起こるとの解析結果を示しており、これを解放基盤表面はぎとり波に換算すると、１１００ガルにな

り得るし、ＪＮＥＳは、Ｍ６．５の横ずれ断層による地震が起こると、震源近傍で１３４０ガルの地震動が生じることを明らかにしている。被告が策定した基準地震動は、過小評価である。

ウ　２０００年鳥取県西部地震

賀祥ダムは、上記地震の本震の震源から約４ｋｍ離れており、本震の震源から延びる震源断層面から水平距離で１ｋｍ程度離れていたから、震源断層面の直上ではない可能性が高い。賀祥ダムの観測記録は、同地震の最大地震動ではなく、同地震の最大地震動が賀祥ダムの観測記録よりも相当に大きかった可能性が極めて高い。したがって、賀祥ダムの観測記録をもって、震源不特定地震動としてのＭｗ６．５以上の地震の最大地震動であるとすることは誤りである。

（被告の主張）

ア　加藤ほか（２００４）について

上記論文は、震源近傍で得られた観測記録を収集し、震源位置と地震規模を事前に特定できない地震を選定するという作業を行った上で、これらの地震動の上限レベルを検討するというものである。新規制基準においては、震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内地震における震源近傍の観測記録を収集し、これらを基に震源不特定地震動について応答スペクトルを設定して策定することが求められていることから、上記のような検討を行った同論文を考慮するのは当然である。そして、観測記録を基に策定した震源不特定地震動レベルの妥当性を確認する上でも、重要な指標となるものである。

イ　２００４年北海道留萌支庁南部地震

震源不特定地震動は、震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集・検討し、敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定するものであ

る。地震ガイドは、上記のような地震の観測記録に基づいて評価することを求めているのであって、単に仮想的なＭｗ６．５の地震動を評価することを求めているわけではない。したがって、上記地震をＭｗ６．５未満の最大地震動に評価し直す必要はない。

ウ　２０００年鳥取県西部地震

被告は、地震ガイドを踏まえて本件発電所の敷地との地域差等について慎重に検討を進めた結果、活断層の成熟度の相違等の地域差が認められるものの、自然現象の評価と将来予測には不確かさが残ることや、本件発電所の敷地と同じく西南日本の東西圧縮横ずれの応力場にあることを踏まえ、原子力安全に対する信頼向上の観点等から、より保守的に同地震の観測記録を震源不特定地震動として考慮することとし、鳥取県にある賀祥ダムの監査廊に設置された地震計で得られた信頼性の高い観測記録を震源不特定地震動として採用した。

(7)　三次元物理探査等

（原告らの主張）

ア　地下構造の把握のための調査

二次元反射法地震探査の場合、受振したデータには、直下から反射して戻ってくるデータのほかに、直下ではない周囲から反射して戻ってくるデータが含まれるものの、それらをすべて直下からのデータとして処理されるため、不正確であり、場合によっては、誤って解釈されることがある。これに対し、三次元反射法地震探査は、多数の震源と受振器を、調査地域を取り囲むように面的に配置するものであり、得られたデータを計算機によって映像化することにより、地層の境界並びに断層の傾斜、落差及び連続性等を正確に捉えることができる。

基準地震動の策定に関する調査に必要となる原子力発電所の敷地及び敷地周辺の地下構造の評価について、設置許可基準規則解釈は、「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。」と定め、三次元的な地下構造の把握が原則であることを明らかにし、「最先端の調査手法が用いられていることが重要である。」、「最新の科学的・技術的知見を踏まえていることを確認する。」としている。また、地震ガイドも、「地盤モデルの設定にあたっては、解放基盤面の位置や不整形性も含めた三次元地盤構造の設定が適切であることを確認する。」としている。このように、基準地震動の策定のためには、最新の科学的水準に照らし、三次元的な地下構造により検討すること、三次元地盤構造の設定が適切であることとされているのであるから、最先端の調査手法である三次元反射法地震探査による調査がなされなければならない。

しかし、被告は、陸上においても、海上においても、三次元反射法地震探査を行っていない。三次元反射法地震探査をすることなく「地下構造が成層かつ均質」であるといえるはずがなく、被告による地下構造の評価は、新規制基準に違反している。

イ　本件発電所の敷地及び敷地周辺の地下構造

本件発電所の敷地及び敷地周辺の地下構造は、被告の調査結果を前提としても、以下のとおり、「成層かつ均質」であるとはいえないから、被告は、三次元反射法地震探査を行わなければならない。

(ア) 伊予灘海域

上記海域の地下構造は、被告が本件発電所の敷地の沖合にある中央構造線断層帯の評価に用いた地下調査の結果である断面図（海域の５か所の測線部について、それぞれウォーターガン、エアガン等を用いた地下探査や屈折法による探査に基づき被告が作成した図面）をみても、「成層かつ均質」であるとは認められない。また、中央構造線断層帯長期評価（第２版）は、「伊予灘区間では断層が海域に位置しており、陸域に近い沿岸浅海域の調査も必要となる。本断層帯の深部での傾斜を最終的

に解明するためには、断層の深部延長をボーリング調査などによって直接確認することが望ましい」としているが、被告は、海上ボーリング調査を行っていない。三次元反射法地震探査も海上ボーリング調査も行わずに、伊予灘海域の地下構造が「成層かつ均質」であるといえるはずがない。

(イ) 本件発電所の敷地

敷地近傍の地盤の地下断面は、「成層かつ均質」ではない。また、被告の調査には、以下の問題点がある。

a　被告は、平成２３年ころ、陸上の深部ボーリング調査（１か所）を行ったが、本件原子炉から約１ｋｍ離れた地点であり、地下構造の調査に適切なものではない。

被告は、深部ボーリングによって本件発電所の敷地の地盤を把握するに当たり、深部ボーリングで得られた結果と本件原子炉付近の深さ５００ｍのボーリングで得られた結果を対比し、深部ボーリングの深度１３０ｍの箇所と深さ５００ｍのボーリングの深度３５０ｍの箇所の岩石が対応したとして、深部ボーリングの深度１２８０ｍの箇所と実際にはボーリングの結果が得られていない深さ５００ｍのボーリングを行った位置の深度１５００ｍ付近が対応すると類推しているが、このような類推は非科学的である。

被告は、深部ボーリング孔を利用したオフセットＶＳＰ探査を行っているが、その測線は、本件原子炉の南東側を通る１本しかない。二次元地下構造図を作成するには、少なくとも４本以上の測線が必要である。

b　被告は、Ｍ７前後の５地震の観測記録とＭ２～４程度の１５地震の観測記録を用い、耐専式による予測値との比較をしているが、本件発電所の敷地周辺では１２km以浅の範囲で多数の微小地震が発生してお

り、２０個のみのデータを用いて一般化した結論を出すことはできない。また、被告は、本件発電所の設置当初から地震観測を実施しているが、そのデータは地震波の到来方向による増幅特性の検討に用いられていない。さらに、被告が用いた２０個の観測記録には震源特性が含まれており、本件発電所の敷地の増幅特性を検討するためにはその震源特性を除かなければならないが、そのような検討はされていない。したがって、地震波の到来方向による増幅特性に特異性がないと判断することはできない。

被告は、「地震観測記録の分析によると、敷地の浅部地盤（ＧＬ－１６０ｍ～地表間）による増幅はほとんどな」いと評価しているが、被告が示す５地震の観測記録をみると、ＧＬ－５ｍの観測記録（加速度）は、ＧＬ－１６０ｍと比較して平均的に１．５倍程度大きくなっており、３倍近くになっているものもあり、「増幅特性はほとんどない」とは評価できない。また、被告は、最大加速度１０ガル以上の観測記録を平均した伝達関数が、設定した地盤構造モデルの理論的伝達関数と「ほぼ整合していることを確認した」と評価しているが、理論的伝達関数は、振動数４Ｈｚ、８Ｈｚ、１２Ｈｚの付近に特異なピークがあり、観測記録と大きく乖離している。

c　被告は、ダウンホール法及びサスペンション法の２種類のＰＳ検層を実施しているが、その調査結果には一見してかなりの乖離があり、その原因を精査、分析する必要がある。上記の各調査法の速度を比較する場合には、ダウンホール法の最短１０ｍごとの地層の速度とサスペンション法のそれを比較すべきであるが、被告は、ダウンホール法の６００～１２８０ｍ、１２８０～２０００ｍといった信じがたい間隔の地層の伝播速度とサスペンション法の連続的なデータを比較して、これらにより、速度値はほぼ同等であるという誤った評価をして

いる。また、サスペンション法によるＰ波の伝播速度は、深度１８００～１９００ｍで最大６ｋｍ／ｓから最小３ｋｍ/ｓに変化している。密度検層のデータも、同様に最大３．２ｇ/ｃｍ$^3$から最小１．６ｇ/ｃｍ$^3$に変化している。速度と密度が大きく低下している１８００～１９００ｍの部分が破砕帯である可能性がある。

オフセットＶＳＰ探査の解析結果をみると、本件発電所の１号炉ないし３号炉（本件原子炉）の右側（北東）の往復走時で０．５秒以浅に右肩上がりの急傾斜の反射面があり、水平層とこの急傾斜層の境界は断層であると解釈でき、それが炉心直下に延びている。また、ＣＤＰ　Ｎｏ．６５付近に反射面の不連続部が認められ、被告は、これを速度フィルタ等が原因であるとしているが、速度フィルタは、通常の反射法の処理では使用されないものであり、被告が速度フィルタによって消そうとした傾斜の波は、断層の端から派生する特徴的な回析波であり、断層の存在を示している可能性がある。さらに、被告は、偽りの地層間繰り返し波等を真の反射波と誤って解釈している。

ｄ　以上のとおり、被告の調査には問題がある。

また、被告は、オフセットＶＳＰ探査の解析結果から、深部ボーリングの位置から本件原子炉にかけて地層が水平であるとしながら、深部ボーリングの深度１３０ｍと深度１２８０ｍの物性値を本件原子炉付近の深度３５０ｍと深度１５００ｍに対応させ、深部ボーリングの位置から本件原子炉にかけての地層が水平ではなく北東に傾く地盤モデルを作成しており、被告の地盤モデルに大きな問題と矛盾があることを示している。

（被告の主張）

ア　地下構造の把握のための調査

設置許可基準規則解釈及び地震ガイドにおいて、地下構造モデルを三次

元のものとすることは必須の要求事項ではなく、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、地震動評価上、地下構造が成層かつ均質で、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には、地下構造モデルを一次元又は二次元のものとすることができる（地震動の増幅の観点から三次元の地下構造モデルでなくとも基準地震動の策定に影響がない）とされている。すなわち、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用いて、原子力発電所の敷地及び敷地周辺の「地下構造について三次元的に把握すること」は求められているものの、「三次元探査（三次元の物理探査）」が必須のものとして求められているわけではない。

イ　本件発電所の敷地及び敷地周辺の地下構造

(ア) 伊予灘海域

伊予灘では、各種研究機関及び被告が実施した総延長約６７００ｋｍに及ぶ海上音波探査が稠密に実施されるなど、中央構造線の性状把握のための調査が十分になされている。被告は、このような詳細な二次元探査結果等を基に、中央構造線断層帯による変形構造を三次元的に把握している。また、中央構造線断層帯長期評価（第２版）の記載は、中央構造線断層帯の傾斜角について、高角又は中角（北傾斜）の２つの見解がある中で、傾斜角を解明するためにはボーリング調査等によって直接断層の深部延長を確認する必要があることを述べるものである。断層傾斜角が最終的に解明されていなくとも、被告は、北傾斜の可能性も考慮して地震動評価を行っているから、上記の記載は、被告の地震動評価の合理性を否定するものではない。

(イ) 本件発電所の敷地

ａ　被告は、本件発電所の建設に際し、敷地において、地表地質調査、

地表弾性波探査、ボーリング調査及び試掘横坑調査等による面的調査を行っている。ボーリング調査については、建設後の調査も併せて孔数１５０孔のボーリングを行い、他のボーリング孔や試掘横坑、地表の地質情報を併せて地質平面図、断面図を作成するなどして、敷地の地質・地質構造を三次元的な広がりを含めて詳細に把握した。被告は、平成２２年から平成２４年にかけて、深度２０００mに及ぶ深部ボーリングを掘削し、このボーリング孔を利用した物理検層やオフセットＶＳＰ探査等の物理探査を行うことにより、孔に沿った地盤特性及びその水平的な広がりを確認し、地下２０００mまで堅硬かつ緻密な三波川変成岩類が連続して存在しており、速度構造に顕著なコントラストがないことを把握した。

また、被告は、深部ボーリングコアの地質と敷地周辺の地質とを地層の重なり方に着目して対比することにより、敷地周辺の地質・地質構造は、佐田岬半島に沿う方向にほぼ水平であるとともに、半島に直交する方向には背斜構造（凸状）を示し、本件発電所の敷地地点では緩く北へ傾斜していることを把握した。これを踏まえ、半島に直交する方向の二次元地下構造モデルを構築して地震動を入力した解析的検討の結果、地下深部からの顕著な地震動の増幅は認められないこと、地震動の到来方向によって増幅傾向が異なることがないことを確認した。

さらに、被告は、昭和５０年から、本件発電所の敷地の地盤において地震観測を実施し、耐専式との比較が可能な比較的規模の大きい内陸地殻内地震を用いて、観測記録の応答スペクトルと耐専式により推定した応答スペクトルとの比をとって増幅の有無を検討し、特に顕著な増幅を示す地震はないことを確認した。また、対象とする地震の規模をＭ２程度にまで広げ、地震波の到来方向によって特異性が見られ

ないかを検討し、到来方向によって増幅傾向が異なることはないことを確認した。

被告は、以上のような調査結果を総合して地下構造を三次元的に把握した上で、地震動評価上、地下構造が成層かつ均質であり、地震動の著しい増幅がないと判断した。

b　被告の調査に対する原告らの主張について

(a)　被告が設定した地下構造モデルは、内陸地殻内地震（中央構造線断層帯による地震）の地震動評価のうち、０．８秒以上の長周期帯の評価及びプレート間地震（南海トラフの巨大地震）の地震動評価にのみ直接影響する。南海トラフの巨大地震による地震動評価の結果が基準地震動と比較して十分小さいことや、原子力発電所の主要な設備の固有周期が極めて短周期帯（概ね０．１秒程度以下）であることを踏まえれば、地下構造モデルが多少変更になったとしても、本件発電所の基準地震動及び主要な設備の耐震安全性にはほとんど影響を及ぼさない。

(b)　被告が実施した深部ボーリングの調査目的は、地下構造そのものを精緻に把握することではなく、特異な地震動増幅の有無を評価することにある。その調査地点が本件原子炉から約１ｋｍ離れていたとしても、その目的からして適切な位置の選定である。

(c)　原告らは、深度１８００～１９００ｍに破砕帯が存在する可能性を指摘するが、専門家が、学術的な観点から、コア全長を観察し、深度２０００ｍまで堅硬な岩盤が連続していることを論文として公表している。また、サスペンション法および密度検層は１０ｃｍ（０．１ｍ）間隔で計測しており、約２０００ｍにわたって、全体的にせん断波速度２．２～３．３ｋｍ／ｓ、密度２．７～３．０ｇ／ｃｍ$^3$で推移する地層の中にあって、０．１ｍという極めて短い

層厚で局所的にせん断波速度や密度が小さい箇所があるからといって、顕著な地震動の増幅は想定されない。

オフセットＶＳＰ探査の解析結果に関し、原告らが指摘する反射法地震探査記録の右肩上がりの急傾斜の反射面は、測線端部の重合数の低下によって見かけ上出現したノイズであると考えられるし、原告らがＣＤＰ　Ｎｏ．６５付近に見えるとする反射面の不連続部についても、解析測線の位置や速度フィルタの影響によるものであることを確認している（なお、被告は、試掘坑調査等を行って敷地内の断層を適切に把握し、本件原子炉の重要施設の安全性に影響を及ぼす断層がないこと（原告らが指摘する本件原子炉直下の断層が活断層ではないことを含む）を確認している。）。また、仮に、オフセットＶＳＰ探査の断面におけるほぼ水平な反射波に「偽りの地層間繰り返し波」が含まれるとしても、そのような「偽りの地層間繰り返し波」は「真の反射波」よりも傾斜を強調する性質があることを踏まえれば、結局のところ、実態としてほぼ水平の構造が存在することに変わりはない。

(d) 敷地近傍の地質構造は、東西断面でほぼ水平、南北断面で北に緩く傾斜する構造を有しており、緩く北に傾斜する地質構造モデルは、この地層境界面（岩相）の傾斜を考慮したものである。これに対し、オフセットＶＳＰ探査で検知できるのは主として速度構造であって、地質構造そのものではない。したがって、両者が一致しないことによって、被告による評価に問題があるということにはならない。

(8) 年超過確率

（原告らの主張）

ア　超過事例①ないし同⑤（119 頁）のとおり、基準地震動を超過した地震

が発生していること、地震学者が、年超過確率を一般的に信頼するに足りる精度で算出することはできず、実際は１万年に１回よりも確率が高いことを指摘していること、観測記録が少なく、１万年に１回以下の巨大地震を合理的に予測することは現在の地震学では不可能であること、恣意的な算出が比較的容易であること、最新の知見である「原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準：２０１５」（以下「２０１５年実施基準」という。）を取り入れていないことからすれば、被告による年超過確率の評価は信頼することができない。

イ　ＩＡＥＡの安全指針やヨーロッパ諸国が採用する基準からすれば、基準地震動の年超過確率が$10^{-4}$以下でなければ国際的な基準を踏まえているとは評価できないが、日本の超過実績は、３０年弱に１回であり、超過事例を基に本件原子炉の超過確率を見積もった場合、最大限被告に有利に見積もっても、１０００年に１回以下である。

ウ　以上のほか、被告による年超過確率の評価は、地震規模（マグニチュード）の不確定性を無視していること、断層モデルのばらつきや不確かさを無視していること、距離減衰式のばらつきを過小評価していること、全国地震動予測地図（２０１４年版）に記載された「地表の証拠からは活動の痕跡が認められにくい地震」の発生確率を無視していることといった問題がある。

（被告の主張）

被告が算出した年超過確率は、日本原子力学会の実施基準に沿ったものである。同基準は、しかるべきメンバーにより議論・検討がなされ定められたもので十分な信頼性を有するものであり、これにそって年超過確率を算出し、参照することには合理性がある。そして、被告が評価した年超過確率は、２０１５年実施基準で実施された改定内容を適宜取り込んだものとなっていることからすれば、上記基準を反映することによる影響は限定的という

べきであり、被告の評価の信頼性が否定されるものではない。

(9) 制御棒挿入の困難さ

（原告らの主張）

本件原子炉の安全評価上の制御棒挿入時間制限は２．２秒であり、その時間以内に制御棒を挿入するという前提で安全設計がされている。しかし、中央構造線断層帯による地震が発生した場合、地震動の到達までに制御棒を挿入することは不可能であり、原子炉を止めることができない状態で基準地震動を超える地震動に襲われることとなる。

Ｐ波は秒速約７ｋｍ、Ｓ波は秒速約３ｋｍであり、断層から本件原子炉までの距離は約５ｋｍであるから、Ｐ波の到達時間は０．７１秒、Ｓ波の到達時間は１．６７秒となり、Ｐ波が到達した後、Ｓ波が到達するまでの時間は０．９６秒となる。仮に、断層からの距離が８ｋｍであるとしても、Ｐ波の到達時間は１．１４秒、Ｓ波の到達時間は２．６７秒となり、Ｐ波が到達した後、Ｓ波が到達するまでの時間は１．５３秒となる。したがって、Ｐ波で地震を検知し、制御棒の挿入が始まったとしても、制御棒の挿入に要する時間は、２．５秒であること（信号により制御棒を支持しているラッチが開くまでの時間０．３秒＋設計挿入時間２．２秒＝２．５秒）からすれば、Ｓ波が到達するまでに制御棒の挿入は完了しないことになる。

耐震設計上、原子炉建屋はＳクラスであるが、タービン建屋は一般建築物と同じＣクラスであるから、基準地震動の加速度にとどまる地震動であったとしても、タービン建屋は倒壊等を免れないし、少なくとも、両建屋をつなぐ二次冷却設備の配管等の損傷は免れない。その結果、主給水ポンプから蒸気発生器への給水や蒸気を蒸気発生器からタービン建屋にある復水器まで送ることが不可能となり、原子炉の冷却ができなくなってしまう。ＥＣＣＳは、制御棒挿入が完了した出力停止後の崩壊熱を冷却する能力しかない。制御棒挿入が完了しない出力中の原子炉の冷却には能力不足である。その結

果、冷却能力不足により原子炉が過熱状態となり、加圧器安全弁が作動し、冷却材が次第に喪失する。そして、原子炉容器から冷却材がなくなり、メルトダウン又はメルトスルーに至ることになる。

（被告の主張）

本件原子炉では、地震動による大きな揺れが計測されると、原子炉を自動停止させるため、原子炉トリップ信号「地震加速度大」が発せられる。この信号によって、制御棒クラスタ駆動装置への電源が遮断され、制御棒クラスタは保持を失い、自重で落下し、制御棒の挿入が始まる。トリップ信号が発せられるか否かは、設定値を超える地震加速度が検知されるか否かにかかっており、計測した揺れがＰ波であるか、Ｓ波であるかは関係がない。

被告は、基準地震動Ｓｓ－１に対する評価として、Ｐ波を計測して挿入を開始してから完了するまでの間にＳ波が到達するケースはもちろんのこと、Ｓ波到達後に挿入を開始するケースも含め、地震動が継続している期間における全てのケースについて挿入時間を算定した。そして、各算定結果を比較した結果、最も厳しい算定結果が２．３９秒（トリップ信号発信から制御棒落下開始までの時間０．３秒を含む。）である。これは、安全解析の前提条件として設定した２．５秒を十分下回っている。したがって、制御棒の挿入を開始してから完了するまでの間にＳ波が到達したとしても、制御棒の挿入が完了不能とはならない。

地震ガイドは、耐震重要施設が下位のクラスに属するものの波及的影響によってその安全機能を損なわないように設計することを求めており、被告は、タービン建屋について、基準地震動Ｓｓに対する地震応答解析を行い、同建屋と隣接する上位クラス施設の原子炉建屋及び原子炉補助建屋との相対変位が、タービン建屋と原子炉建屋及び原子炉補助建屋との離隔を超えないこと（建屋が水平方向に揺れることで隣接する建屋同士が衝突しないこと）を確認するとともに、タービン建屋が崩壊に至らないことを確認している。

(10)　本件原子炉の施設の耐震安全性

（原告らの主張）

外部電源は、地震による原子炉の緊急停止後に水を循環させて「冷やす」機能を有する動力源であり、主給水ポンプは、二次冷却材を循環させて原子炉を冷却する一次冷却材を「冷やす」ものである。しかし、新規制基準では、外部電源及び主給水ポンプは、基準地震動Ｓｓに耐え得るＳクラスではなく一般の構造物と同じＣクラスとされているから、被告が想定する地震によっても、外部電源が断たれて非常用ディーゼル発電機に頼らなければならない事態や、主給水ポンプが壊れて補助給水設備に頼らなければならない事態が起きることは、容易に想定される。また、本件発電所では、基準地震動（及びクリフエッジ）を優に超える地震が想定される。このような地震が発生した場合、外部電源が断たれ、主給水ポンプが壊れることは明らかである。したがって、本件発電所の外部電源及び主給水ポンプの脆弱性は顕著であり、許容限度を超える放射線被ばく等をもたらす事故に至る万が一の具体的危険がある。

（被告の主張）

主給水ポンプは、電力を発電する通常運転においては不可欠な設備であるが、原子炉を停止した後の崩壊熱の除去（冷却）は、安全上の観点からは、主給水とは別の水源から蒸気発生器に水を送る補助給水設備がその役割を担うこととし、外部電源についても、原子炉の安全性確保に係る電力の供給は、外部電源とは別の非常用ディーゼル発電機がその役割を担うこととしており、これらの設備をＳクラスの設備として特に高い信頼性を持たせている。現実には、原子炉緊急停止の際に主給水ポンプや外部電源が使用可能な場合は、それらを用いて冷却や電力供給を行うことはあるが、そうであるからといって、これらの設備が安全上重要であるというわけではない。

4　火山に対する安全性（争点４）

(1) 立地評価に関する火山ガイドの合理性

(原告らの主張)

ア 噴火の中長期的予測やモニタリングによる把握に関する不合理さ

旧火山ガイドは、**噴火の中長期的予測**（噴火の時期及び規模を相当前の時点（少なくとも原子力発電所の運転を停止して核燃料物質等を敷地外へ搬出するために要する期間として、噴火の数年ないし十数年前の時点）で、相当の確度で、予測すること）が可能であること、モニタリングによって噴火の相当前の時点で破局的噴火の兆候が把握できることを前提としており、原子力規制委員会も、平成２７年７月の設置変更許可処分の時点で、これを前提としていた。しかし、現在の火山学の水準では、噴火の中長期的予測は困難であり、阿蘇、姶良及び鬼界等のカルデラについて、本件原子炉の運用期間中における破局的噴火の可能性が十分小さいということを相当の精度で認定することは困難である。

(ア) マグマ溜まりのマグマの状況及びマグマ供給システムの変化の把握に関する評価

a 地下浅部に珪長質の大規模なマグマ溜まりがなければ巨大噴火が起きないといった確立した知見は存在せず、１０ｋｍ以深のマグマ溜まりから破局的噴火のマグマが供給されることもあり得るし、阿蘇２火砕流や阿蘇３火砕流は安山岩質であり、これらは、大規模な珪長質マグマ溜まりがなくとも巨大噴火が発生することを示している。巨大噴火に寄与するのが１つのマグマ溜まりとは限らず、複数のマグマ溜まりから同時期に噴出し、１つの破局的噴火を構成することも考えられる。このように、マグマ溜まりの状況は複雑であり、旧火山ガイドは、巨大噴火の複雑さが十分に考慮されていない点で不合理である。

また、旧火山ガイドが定める各種の探査は、マグマがメルトであること、すなわち、周辺の母岩との差異が明瞭であることを前提とする

ものであるから、マッシュ状（粥状）のマグマ溜まりの存在を確認することは困難であり、マッシュ状のマグマであっても、再活性化（親マグマ溜まり等から高温のマグマが供給されて温度が上がること）により、結晶よりもメルトが多く、噴火が可能な状態へ変化することがあり、ＶＥＩ７の破局的噴火であっても、１０年程度の期間を経て噴火可能な状態に変化して噴火に至ることもある。地震波探査等によってマグマ溜まりを確認できなくても、マッシュ状のマグマ溜まりがいわば隠れマグマ溜まりとして存在している可能性があり、これが再活性化によって噴火する可能性がある以上、地下構造の把握から噴火可能性を否定することはできない。

b　マグマ供給システムがどのように変化し、どういう状況にあるかということは、現在の科学水準で明瞭に把握することはできない。例えば、ストロンチウム同位体比等の違いからマグマ組成が変わったといえるとしても、必ずしも地下のマグマ供給システムが変わったということにはならない。また、地球化学的調査についても、これまでに起きた破局的噴火の前兆段階で火山ガスの変化等を観測した事例がなく、比較対象がないのであるから、何らかの変化があっても、それが破局的噴火に結びつくものかどうかは分からない。

c　このように、旧火山ガイドは、利用可能で信頼できるデータや情報であるマッシュ状のマグマ溜まりの存在や、マグマ供給システムの変化を把握することの困難性を考慮せず、各種調査やモニタリングによって地下のマグマ溜まりの存在やマグマ供給システムの変化が把握できることを前提としている点、これによって噴火の中長期的予測が可能であることを前提としている点で不合理である。

(イ) 噴火間隔又は階段ダイヤグラムを用いた評価

噴火間隔又は階段ダイヤグラムを用いて将来の活動可能性を予測する

ことには相当に大きな不確実性が伴い、ＳＳＧ－２１のように、よほど以前から明確な終息傾向や休止を読み取れる場合等を除き、これを根拠として安易に活動可能性を否定することは許されない。しかし、旧火山ガイドは、過去の活動履歴（噴火間隔又は階段ダイヤグラム）を評価することによって活動可能性を評価できるかのような記載になっており、不合理である。

(ｳ) 噴火ステージ論を用いた評価

Ｎａｇａｏｋａ（１９８８）の噴火ステージ論は、鹿児島地方の３つのカルデラに関するテフラ層序（地層の形成された順序、新旧関係）を整理するための作業仮説的概念であって、あらゆる破局的噴火は必ずこのようなサイクルを辿るという普遍的法則を述べたものではない。したがって、上記論文を用いて将来に破局的噴火が発生する可能性を否定することは非科学的であり、これを評価手法の一つとして位置付けている旧火山ガイドは不合理である。

(ｴ) 令和元年火山ガイドは、旧火山ガイドの不合理さを解消する方向に改正するのではなく、それで構わないという開き直りの改正を行った点で、その不合理さがより明白となっている。

イ　巨大噴火とそれ以外を区別していることに関する不合理さ

(ｱ) 原子力規制委員会の判断の不合理さ

ａ　具体的審査基準

原子力規制委員会は旧火山ガイドに基づいて本件再稼働申請に対する判断をしているから、火山活動の評価についての具体的審査基準は、旧火山ガイドである。そして、旧火山ガイドには、巨大噴火とそれ以外の噴火を区別していることをうかがわせる文言はないこと、同ガイドは、その策定の経緯からして、上記の各噴火を区別せずに評価を行うこととしていたこと、本件再稼働申請に対する判断において、

巨大噴火とそれ以外を区別し、火山活動の評価に関する基本的な考え方のような非切迫性要件及び具体的根拠欠缺要件の充足性を判断して活動可能性を評価するなどということはされていないことからすれば、旧火山ガイドは、巨大噴火とそれ以外の噴火を区別していなかったというべきである。

仮に、原子力規制委員会が、巨大噴火とそれ以外の噴火を区別し、巨大噴火について、火山活動の評価に関する基本的な考え方のような考えに基づいて本件再稼働申請に対する判断をしたのであれば、その判断は、旧火山ガイドに反し、不合理な点がある。特に、旧火山ガイドは、検討対象火山の調査結果から噴火規模を推定できない場合は、検討対象火山の過去最大の噴火規模とすべきことを定めており、現在の火山学の水準で噴火規模を予測することは困難であることからすれば、よほど確たる根拠がない限り、調査結果から噴火規模は推定できず、検討対象火山の過去最大の噴火規模が設定されなければならず、この点において、原子力規制委員会の判断は不合理である。

b　社会通念上破局的噴火のリスクを容認する考えの不合理さ

社会通念上破局的噴火のリスクを容認する考えは、破局的噴火が建築規制等の他の一般防災で考慮されていないことを根拠としているが、万が一重大な事故が発生した場合に、極めて広範囲に長期間継続して回復困難な被害を与え続ける原子力発電所の安全確保と他の一般防災とを同列に扱うことには、何ら合理性がない。福島第一原発事故に関する政府の事故調査委員会の提言でも、たとえ確率論的に発生確率が低いと判断される事象であっても、事故等が起こった場合の被害の規模が極めて大きいときには、発生確率にかかわらず、しかるべき対策を講じる必要があるとされており、平成２４年の原子力関連法令等の改正は、このような提言を立法事実として行われたものであるか

ら、破局的噴火のように、発生確率が低くても発生した場合の被害規模が極めて大きい自然災害に対しては、そのリスクを無視するのではなく、しかるべき対策を講じるべきであるというのが法の趣旨というべきである。また、原子力規制委員会は、火山活動の評価に関する基本的な考え方が発表されるまでは、社会通念によって破局的噴火のリスクを容認するという考えを採用していなかった。さらに、福島第一原発事故の後に、安全目標が定められ、そこでは、事故時のセシウム１３７の放出量が１００ＴＢｑ（テラベクレル。１ＴＢｑ＝１兆ベクレル）を超えるような事故発生頻度は１００万炉年に１回程度を超えないようにするとされていることからすれば、１万年に１回程度の頻度で発生する可能性がある破局的噴火は当然考慮しなければならず、これよりも発生頻度が大きい巨大噴火を無視することができないことは当然であるし、ＳＳＧ－２１は、１０００万年に１回のような低頻度の事象まで考慮しており、これが原子力安全の国際標準であるから、他の法規制で想定されていないことを理由としてその事象を想定外とすることは許されない。

(イ) 令和元年火山ガイドの不合理さ

仮に、本件における判断枠組みを令和元年火山ガイドへの適合判断であると考えるとしても、同ガイドは、現在の火山学の水準を誤ったものであり、不合理である。

a　社会通念上破局的噴火のリスクを容認する考えの不合理さ

前記(ア)ｂのとおり、社会通念上破局的噴火のリスクを容認する考えは不合理である。

b　非切迫性要件

この要件については、何ら具体的・客観的な基準が示されておらず、曖昧不明確で恣意的な判断を許すものとなっている。また、原子

力発電所の安全を考える場合、短期的予測にはあまり意味がなく、少なくとも今後十数年の間に巨大噴火が差し迫った状態ではないとの評価ができる必要があるが、前記アのとおり、現在の火山学の水準からして中長期的予測は不可能であるから、上記要件の有無を判断することが不可能である。

c　具体的根拠欠缺要件

現在の火山学の水準からすれば、中長期的予測は不可能であるから、運用期間中における巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的根拠を示すことは不可能である。また、電力事業者がこのような具体的根拠を提出する期待可能性もない。したがって、上記要件を設けること自体が不合理である。

ウ　モニタリングに関する不合理さ

(ア) 旧火山ガイドは、モニタリングを「原子炉の運転停止、核燃料の搬出等を行うための監視」としており、モニタリングによって運転を停止し、核燃料を搬出することによって破局的噴火のリスクを回避することをその目的としていたが、燃料の搬出に十分な時間のうちに噴火の前兆現象を把握することは困難である。また、旧火山ガイドは、ＳＳＧ－２１におけるモニタリングに関する推奨事項、すなわち、「モニタリングは適切な国内・国際機関（火山の調査とモニタリングを目的とする機関）の協力のもとに実施されるべきである」こと、「既存の火山観測所がない場合は、必要なモニタリングプログラムの一環としてそのような観測所を設ける必要がある」こと、「火山ハザードの危険性の変化に応じて、詳細な手順が準備されていなければならない」ことを充たしておらず、国際的な基準に達していない。旧火山ガイドは、このようなモニタリングを、個別評価を補完するものとして位置付けていた点で不合理である。

(イ) 令和元年火山ガイドは、旧火山ガイドのモニタリングに関する不合理さを保守的に改正せず、モニタリングを立地評価から外し、これを補うような保守的な改正もしていないから、より一層不合理なものとなっている。

(被告の主張)

ア　火山ガイドの合理性

(ア) 令和元年火山ガイドの位置づけ

人格権に基づく差止請求が認められるためには、具体的危険性が必要であり、火山ガイドの不合理さは、人格権侵害の具体的危険性を基礎付ける事実とはなり得ない。また、火山ガイドを含む審査ガイドは、許認可の審査において審査官が新規制基準への適合性を確認する方法の例を示した手引であって、規則や規則の解釈のように規制要求を示すものではなく、火山活動の評価についての具体的審査基準には当たらない。

令和元年火山ガイドは、従前の火山ガイドの記載を分かりやすさの観点から修正・追加したものであり、内容に変更はない。火山活動の評価に関する基本的な考え方自体は、平成３０年３月開催の原子力規制委員会において示されたものであるが、原子力規制委員会は、従前から、火山活動の評価に関する基本的な考え方に示された考え方に基づいて安全審査を行ってきたとしている。また、非切迫性要件については、本件原子炉の審査書において、阿蘇が巨大噴火直前の状態ではないことが確認されるなどしているから、原子力規制委員会は、安全審査の時点において、阿蘇の現在の活動状況について巨大噴火が差し迫った状態ではないと評価できることが審査されていたといえるし、具体的根拠欠缺要件についても、運用期間中における巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていないことについて、十分な審査がされていた。さらに、モニタリングの位置付けについては、令和元年の火山

ガイドの改正は、従前の火山ガイドを分かりやすくするための改正であって、この改正により、評価の根拠が維持されていることを確認するものであるというモニタリングの位置付けが変更されるものではない。

(イ) 巨大噴火に関する評価

改正原子炉等規制法４３条の３の６第１項４号は、原子力規制委員会規則において、発電用原子炉施設の位置、構造及び設備が災害の防止上支障がないものであることを審査するための基準を定めることとしている。これは、発電用原子炉施設の安全性に関する審査の特質を考慮し、同号の基準の策定について、原子力利用における安全の確保に関する各専門分野の学識経験者等を擁する原子力規制委員会の科学的、専門技術的知見に基づく合理的な判断に委ねる趣旨と解される。我が国の法制度上、発電用原子炉施設の安全性に関する基準の策定及びその基準の適合性の判断は、原子力規制委員会の合理的な判断に委ねられており、発電用原子炉施設の設置変更許可の可否を判断するに当たっては、社会がどの程度の危険まで容認するか等の事情も踏まえた判断が必要となる。

火山ガイドにおける巨大噴火の評価は、巨大噴火が低頻度事象であり、その被害があまりにも甚大で、他に比肩しうるものがなく、他の法規制及び防災対策では想定されていないという現状も踏まえ、発生可能性が相応の根拠をもって示されない限り、安全確保上、巨大噴火を想定しないことが社会通念上容認されていると考えられるものの、原子力施設の安全確保に万全を期する観点から、これをあえて想定して規制の下に置くこととし、現在の火山活動が、巨大噴火が差し迫った状態でないことを確認した上で、運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的な根拠があるとはいえないことを評価することにより、原子力災害の発生防止に万全を期することとしている。

イ　原告らの主張について

(ｱ) 噴火の中長期的予測を前提としていることに関する不合理さをいう点について

火山ガイドは、中長期的な火山噴火の予測は困難であるものの、現在の火山学の知見に照らして現在の火山の状態を評価することは一定程度可能であることを踏まえ、巨大噴火が差し迫った状態にあるか否かを評価することとし、検討対象火山の現在の活動状況が巨大噴火が差し迫った状態ではないと評価でき、運用期間中に巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていないのであれば、巨大噴火が、発生すれば広域に甚大な影響を及ぼすが、低頻度な事象であること等を考慮し、運用期間中の巨大噴火の可能性は、総合的に判断して十分小さいと判断するとしているのであって、不合理なものではない。

a マグマ溜まりのマグマの状況及びマグマ供給システムの変化の把握に関する評価

(a) 珪長質マグマは、苦鉄質マグマよりも粘性に富み、揮発性成分がマグマの中から逃げにくいため、ＶＥＩが大きな爆発的噴火になりやすいと考えられる。現在の火山学において、少なくとも噴火に先立って珪長質マグマの大規模な蓄積を要するという知見は、一般的な見解である（なお、阿蘇２噴火及び阿蘇３噴火は、おおよそ上部に珪長質マグマ、下部に苦鉄質マグマが密度的に安定成層した層状マグマ溜まりがあったと考えられており、いずれの噴火も珪長質マグマを大量に噴出している。）。また、概ね、密度の小さい珪長質なマグマ溜まりほど、**浮力中立点**（マグマが周囲の地殻と密度が等しくなる地中の点）が浅く、そのマグマ溜りは地下浅部に貫入すると考えられること、環状割れ目に沿って沈下する大型カルデラの生成機構を踏まえれば、多くの巨大噴火のマグマ溜まりの天井は極めて浅いところにあり、扁平な形状を示すと考えられていることから、

巨大マグマ溜りは、地下浅部に達していると考えられている。さらに、マッシュ状の部分だけを明確に区別して検出することが困難であるとしても、全体としてメルト及びマッシュ状のマグマを含む領域を把握することは可能であるとされている。

(b) 巨大噴火によるカルデラ崩壊後の噴出物や噴火活動の変化は、多くのカルデラ火山において確認されている。変化のメカニズムが自然科学、物理学的に明らかにされていなかったり、個々の巨大噴火によって変化の程度に差異があったりしても、総合的な判断に当たり、経験的に知られていることを加味して検討するのは何ら不合理なことではない。なお、被告は、阿蘇のマグマ供給系に大きな変化が生じたと考えられる根拠の一つとしてストロンチウム同位体比の違い等に着目した検討を行ったが、それだけでマグマ供給系の変化を議論しているわけではない。また、火山学には、地球化学的調査を始めとする様々な観点からの調査手法があり、それら複数の手法による調査結果を組み合わせて多面的に検討して評価することは可能である。

b 噴火間隔又は階段ダイヤグラムを用いた評価

火山の活動間隔と最新の巨大噴火からの経過期間は、運用期間中の巨大噴火の可能性を評価する上での重要な基礎情報の一つである。被告は、これを含めた阿蘇の活動履歴と関わる情報に地球物理学的なデータを加味し、各種データを総合して運用期間中の巨大噴火の可能性が十分に小さいと評価しており、過去の火山活動履歴に関する検討は、噴火間隔に限られるものではない。また、ＳＳＧ－２１は、明らかな衰退傾向と明白な休止が確認できる場合に限って活動可能性を否定してよいとするものではなく、あくまでも一例として挙げているにすぎない。

c　噴火ステージ論を用いた評価

巨大噴火が発生した複数のカルデラ火山において、巨大噴火に向けたマグマの進化を示唆する噴火の態様の変化が指摘されている。個々の火山によって特徴があるため、一概に決まった噴火活動をするとは限らないものの、巨大噴火が巨大な珪長質マグマ溜まりを必要とし、その準備過程でのマグマの進化が多く指摘されていることからすれば、別のカルデラ火山の噴火履歴を参照して現在の状態について検討することも、一つの手法として有効である。なお、過去の火山活動履歴に関する検討は、噴火ステージ論に限られるものではない。

(イ) 巨大噴火とそれ以外を区別することの合理性について

a　前記ア(ア)のとおり、火山ガイドの不合理さは、人格権侵害の具体的危険性を基礎付ける事実とはなり得ないし、火山ガイドを含む審査ガイドは、具体的審査基準には当たらず、また、令和元年火山ガイドは、従前の火山ガイドから内容に変更はない。

b　令和元年火山ガイドの合理性

(a)　前記ア(イ)のとおり、発電用原子炉施設の安全性に関する基準の策定及びその基準の適合性の判断は、原子力規制委員会の合理的な判断に委ねられ、発電用原子炉施設の設置変更許可の可否を判断するに当たっては、社会がどの程度の危険まで容認するかなどの事情も踏まえた判断が必要となる。火山ガイドにおける巨大噴火の評価は、発生可能性が相応の根拠をもって示されない限り、安全確保上、巨大噴火を想定しないことが社会通念上容認されていると考えられるものの、原子力施設の安全確保に万全を期する観点から、これをあえて想定して規制の下に置くこととしたものである。また、ＳＳＧ－２１における年発生確率$10^{-7}$は、同安全基準の最初のスクリーニング基準の一例であり、各国で許容限界の基準を定めるべき

であるとされているから、上記安全基準において、１０$^{-7}$という年発生確率が評価の全体を通じて適用される唯一の基準値であるとはいえない。

(b) 非切迫性要件

令和元年火山ガイドは、中長期的予測が困難であることを前提とした上で、現在の火山学の知見に照らして現在の火山の状態を評価することが一定程度可能であることを踏まえ、現在の状態が巨大噴火が差し迫った状態にあるか否かを評価することとしているのであって、噴火の時期や規模が予測できることを前提とするものではない。そして、前記(ア)ａのとおり、現在の火山学の知見から、一般的に、巨大噴火については巨大な珪長質マグマの蓄積を要し、そのマグマ溜まりは地下浅部に達していると考えられており、具体的な噴火の規模や時期が分からないにせよ、少なくとも、今後、大規模な珪長質マグマを蓄積した後でなければ巨大噴火はしないと判断すること、すなわち「火山の現在の活動状況は巨大噴火が差し迫った状態ではない」と判断することは、何ら不合理なものではない。

(c) 具体的根拠欠缺要件

原子力規制委員会は、原子力規制に関する最新の科学的知見を収集することをその職務としており（原子力規制委員会設置法４条１項１３号）、原子力事業者から提供される情報のみに依存して審査をするわけではなく、最新の知見に係る検討や説明等の不十分な原子力事業者の申請に対し、積極的に最新の知見を収集し、検討等を行うように指示していることからすれば、原子力事業者が詳細な調査を十分に行っているか否かも含めて厳しい審査がなされているといえるから、具体的根拠欠缺要件に関する十分な審査も実施されている。

(ｳ) モニタリングに関する原告らの主張について

モニタリングは、巨大噴火が差し迫ったものではないという評価が維持されていることを確認するものであり、令和元年の火山ガイドの改正によってモニタリングの位置づけが変更されたものではない。また、ＳＧ－２１のモニタリングは、火山の状態を継続的に評価し、これにより緩和措置（降灰対策等）の実施時期の予測や活動レベルの判断を可能にするためのものであり、我が国の火山監視について、気象庁、国土地理院及び大学等の各研究機関による観測が行われるとともに、気象庁が噴火警報を行うこととなっており（気象業務法施行令５条）、被告は、愛媛県への多量の降灰が予想された場合には、降灰前から対応に着手することとしている。したがって、旧火山ガイド及び新火山ガイドのいずれのモニタリングにも不合理な点はない。

(2) 影響評価に関する火山ガイドの合理性

（原告らの主張）

ア 巨大噴火に至らない噴火の噴火規模に関する不合理さ

(ｱ) 旧火山ガイドは、原則として、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積当たりの質量と同等の火砕物が降下するものとし、例外的に、噴出源が同定でき、その噴出源が将来噴火する可能性が否定できる場合は考慮対象から除外するとしている。この「噴出源」を特定の噴火規模と解し、この例外規定を特定の噴火規模ごとにその発生可能性を問題とする規定であると解するならば、例えば、阿蘇において破局的噴火ないし巨大噴火の発生可能性が否定された場合、巨大噴火に至らないもののこれに準ずる規模の噴火について何ら考慮することなく、これを除外した噴火の中での過去最大規模の噴火（阿蘇でいえば噴出量約２．３９ｋｍ$^3$の阿蘇草千里ヶ浜噴火）を考慮すればよいことになるから、旧火山ガイドは、非保守的で不合理である。

(イ) 令和元年火山ガイドは、降下火砕物の影響評価において考慮対象から除外できる場合に関し、特定の噴火規模の噴火ごとに、運用期間中の発生可能性だけを問題にしている点で、旧火山ガイドにおける例外規定を実質的に緩やかにしている。そして、社会通念を理由に破局的噴火ないし巨大噴火のリスクを容認してはならず、仮にこれを容認するとしても、破局的噴火ないし巨大噴火に準じる規模の噴火のリスクは社会通念によっても無視することはできないのであるから、令和元年火山ガイドは、巨大噴火に至らないがこれに準ずる規模の噴火を想定することを要求していないため、不合理である。

イ　気中降下火砕物濃度の推定手法に関する不合理さ

平成２９年火山ガイドは、気中降下火砕物濃度の推定は３．１の手法又は３．２の手法のいずれかの手法によって行えばよいとしている。しかし、この推定に用いられるＴｅｐｈｒａ２については、二次元的な拡散の再現を想定したものであり、現在の火山学の主流である重量流モデルを再現できず、インバージョン的な利用（噴出物の分布から初期パラメータを求めるという利用）には大きな不確実性が生じるという問題があるなど、大きな不定性が存在する。また、上記の各推定手法は、いずれも、再飛散現象を考慮していないこと、地表に到達し得ない微細火砕物が凝集によって地表に到達することによって濃度が増加する要因につながり得ることを考慮していないこと、３．１の手法は、降灰継続時間について、合理的に説明できない限り２４時間と仮定して計算することを前提としているものの、これは平均値にすぎず、降灰継続時間が１２時間になると、濃度が１．５～２倍近く高くなること、３．２の手法は、原子力発電所への影響が最も大きい観測値に基づく気象条件が具体的にどのようなものであるのかが明らかではないこと等からすれば、いずれの推定手法も、保守的なものではない。したがって、少なくとも、両手法を用いた上で、より保守的

な値を採用すべきであるにもかかわらず、平成２９年火山ガイドは、両手法のいずれか一方だけを用いて推定すれば足りるとしており、不合理である。

（被告の主張）

ア　巨大噴火に至らない噴火の噴火規模について

(ア)　前記(1)（被告の主張）ア(ア)のとおり、令和元年の火山ガイドの改正の前後で内容に変更はなく、また、火山ガイドのそれ自体の合理性の有無は、人格権侵害の具体的危険を基礎付ける事実にはなり得ない。

(イ)　前記(1)（被告の主張）ア(イ)のとおり、火山ガイドにおける巨大噴火の評価は、発生可能性が相応の根拠をもって示されない限り、安全確保上、巨大噴火を想定しないことが社会通念上容認されていると考えられるものの、原子力施設の安全確保に万全を期する観点から、これをあえて想定して規制の下に置くこととしたものである。

また、巨大噴火と巨大噴火には至らない規模の噴火は、異なるメカニズムによって駆動されており、両噴火は、その噴出量に連続性がなく、噴火規模には大きな差があると考えられている。そして、巨大噴火は、一般的に、噴火に先立って巨大な珪長質マグマの蓄積を要し、そのマグマ溜まりは地下浅部に達していると考えられているため、火山学的な調査をした上で、現在、巨大な珪長質マグマ溜まりが確認されないのであれば、少なくとも、今後、大規模な珪長質マグマを蓄積した後でなければ巨大噴火しないと判断することは不合理ではなく、巨大噴火と巨大噴火には至らない規模の噴火とを明確に区別して噴火規模を設定することには合理性がある。

イ　気中降下火砕物濃度の推定手法について

火山ガイドでは、気中降下火砕物濃度の推定について、３．１の手法及び３．２の手法のいずれの手法を用いても構わないとされているが、これ

は、いずれの算定手法によっても、実際の降灰現象と比較して保守的な値となるからであり、上記のような火山ガイドの規定が不合理であるとはいえない。

(3) 被告による立地評価の合理性

(原告らの主張)

ア 阿蘇の噴火規模に関する不合理さ

(ア) 噴火履歴の特徴（活動間隔）を用いた評価

被告は、阿蘇の破局的噴火の最短の活動間隔（阿蘇２噴火～阿蘇３噴火の約２万年）が最新の破局的噴火からの経過期間（阿蘇４噴火～現在の約９万年）に比べて短いため、破局的噴火を発生させる供給系ではなくなっている可能性等が考えられると評価している。しかしながら、被告は、阿蘇と同じく破局的噴火を発生させた姶良カルデラについて、破局的噴火の活動間隔（約６万年以上）は最新の破局的噴火からの経過時間（約３万年）に比べて十分長いとして、破局的噴火の可能性を否定している。このような被告の評価によれば、破局的噴火の最短の活動間隔が最新の破局的噴火からの経過時間に比べて長ければ十分な時間的余裕があることになり、短ければ破局的噴火を発生させる供給系ではなくなることになり、いずれにせよ破局的噴火を考慮しなくてもよいという結論になる。実際、阿蘇１噴火～阿蘇２噴火の活動間隔は約１１万年であり、阿蘇４噴火から約９万年が経過したということだけでは、阿蘇が破局的噴火を発生させる供給系ではなくなったとはいえない。被告の評価は、非科学的である。

(イ) 噴火履歴の特徴（噴火ステージ）を用いた評価

被告は、Ｎａｇａｏｋａ（１９８８）を参考として、阿蘇カルデラにおける現在の噴火活動は後カルデラ火山噴火ステージにあると評価している。しかし、Ｎａｇａｏｋａ（１９８８）の噴火サイクルないしステ

ージは、テフラ層序などの地質調査結果に見られる定性的傾向を整理するための作業仮説的概念であって、あらゆる破局的噴火は必ずこのようなサイクルを辿るといった普遍的法則について述べたものではなく、必ずしも観測事実や物理法則によって科学的かつ客観的に実証されたものではない。また、被告は、本件訴訟において、現在の阿蘇の状態が後カルデラ期にあるから、巨大噴火が起こるような状態ではないと主張するが、後カルデラ期にあるという評価自体が不確実であり、周期性のないものに周期性を当てはめようとする誤りがある。

(ウ) 地下構造（マグマ溜まりの状況）を用いた評価

前記(1)（原告らの主張）ア(ア) aのとおり、地下構造（マグマ溜まりの状況）を用いた評価には合理性がない。

(エ) 測地学的手法

測地学的調査は、例えば衛星測位システム（ＧＰＳ）等を利用して測地を行い、地面の隆起や沈降を確認する方法であるが、すべての破局的噴火において、大規模マグマ溜まりの形成時に地面が隆起するとは限らず、変化だけに着目して既に地下に蓄積されているマグマの量を見誤ると、前駆現象を見落とすことになる。

(オ) 現在の調査結果から、阿蘇における最大の噴火規模を阿蘇草千里ヶ浜噴火と推定することは困難である。

イ 火砕流の到達可能性に関する不合理さ

(ア) 町田・新井（２０１１）、「大規模カルデラ噴火影響範囲表示マップ」及びＴａｋａｒａｄａ ａｎｄ Ｈｏｓｈｉｚｕｍｉ（２０２０）は、阿蘇４火砕流が佐田岬半島の根本付近まで到達したと評価している。また、町田・新井（２０１１）の著者である町田洋東京都立大学名誉教授（以下「町田教授」という。）は、破局的噴火による火砕流は、斜面を乗り越えながら流動する厚くて熱い粉体流であり、噴出口から概

ね同心円状に広がったとみられると指摘していること、最近の調査により、阿蘇から約１７０ｋｍ離れた山口市徳地柚木において、阿蘇４火砕流堆積物が発見されていること等からすれば、阿蘇４火砕流は、少なくとも約１７０ｋｍ遠方にまで同心円状に拡散したとみるべきであり、阿蘇から約１３０ｋｍ離れた本件発電所は、阿蘇４火砕流が到達したと考えるのが自然である。

町田教授は、破局的噴火において、火砕流が水域を横断することがあり得るとしており、火砕流が水域に入った場合、火砕流は、一部水中に沈むものもあるが、海面を断熱的に広がっていくとしている。実際、７３００年前の鬼界アカホヤ噴火では、火砕流が海を渡り、大隅半島や薩摩半島にまで到達した例が知られている。また、町田教授は、阿蘇４のような破局的噴火では、高度数百ｍ程度の山地や半島は障害にならず、実際に火砕流が山地等を乗り越えた実例として、阿蘇４火砕流が九州山地を乗り越えて人吉盆地で見つかった例等を挙げ、人吉盆地では、火砕流堆積物が５０～６０ｍくらいの厚さで残っているとしている。

町田教授は、火砕物密度流の一種とされている火砕サージについて、火砕流よりもさらに遠方まで到達することを指摘しており、火砕物密度流は、火砕流の到達範囲よりもさらに遠方まで到達するといえる。

したがって、阿蘇４噴火による火砕物密度流が本件発電所の敷地に到達した可能性は十分小さいとする被告の評価は不合理である。

(イ) 被告は、本件発電所に阿蘇４火砕流が到達していない根拠として、佐田岬半島において阿蘇４火砕流堆積物が確認されていないことを挙げるが、実際には、佐田岬半島において、阿蘇４テフラが発見されている。また、テフラには、風化しやすく、侵食されやすい特質があり、阿蘇４噴火から約９万年もの期間が経過していることからすれば、風化・侵食によって火砕流堆積物が残存しない可能性があること、佐田岬半島のよ

うに急斜面からなる山地では、堆積物が残存しにくいこと等を考慮すると、仮に阿蘇４火砕流堆積物が確認できないとしても、それをもって阿蘇４火砕流が本件発電所敷地に到達していないとはいえない。また、被告は、佐賀関半島や佐田岬半島等の地形的障害を挙げるが、前記(ア)のとおり、阿蘇４火砕流のような大規模火砕流は、水域を横断し、山地等も地形的障害とならない。さらに、被告は、解析ソフトＴＩＴＡＮ２Ｄを用いた火砕流シミュレーションでも火砕流が敷地まで到達しないことを確認したことを挙げるが、阿蘇４火砕流のような大規模火砕流は、上記ソフトの適用外である。

ウ　以上のとおり、本件では、阿蘇４噴火の規模の噴火を想定しなければならず、阿蘇４噴火の火砕物密度流の到達可能性が否定できないのであるから、本件発電所は立地不適である。万が一、噴火規模を阿蘇草千里ヶ浜噴火に限定できるとしても、過去最大の噴火規模である阿蘇４噴火の火砕物密度流が到達したと考えられるのであるから、モニタリングを実施しなければならないが、被告は、阿蘇のモニタリングをしないこととしており、本件再稼働申請に対する原子力規制委員会の判断は誤っている。

（被告の主張）

ア　阿蘇において想定する噴火規模

(ア) 阿蘇の活動履歴に関する検討

a　一般に、地下に大規模な珪長質マグマ溜まりが形成されると、密度が高い玄武岩質マグマが地下から上昇する際、密度が低い珪長質マグマが密度障壁となり、その直上の地表には玄武岩質マグマの活動の空白域ができることが予想されている。後カルデラ期（阿蘇４噴火後、現在までの期間）におけるマグマの活動分布は、カルデラ中央部において玄武岩質マグマが活動し、その周囲で珪長質マグマが活動しているという傾向があり、この傾向は、カルデラ直下に大規模な珪長質マ

グマが存在する場合の分布と異なるため、後カルデラ期には、巨大な珪長質マグマは地下に存在していないと考えられる。

阿蘇山において噴出した溶岩に基づく検討によれば、阿蘇４噴火後、２万年前までの噴火頻度の高い時期には、珪長質マグマの噴出量が大きくなったのに対し、１万年前以降は、噴火頻度の高い時期も含めて主にカルデラ中央部における玄武岩質マグマが活動する特徴がある。このような変化から、珪長質マグマの生産率が減少したと考えられる。

噴出物に含まれる微量元素であるストロンチウムの同位体比は、珪長質マグマの成因の違いを示す指標となるが、後カルデラ期の噴出物のストロンチウム同位体比の特徴は、カルデラ形成期（阿蘇１噴火～阿蘇４噴火の期間）の特徴と異なる。また、後カルデラ期の珪長質マグマによる噴出物は、ストロンチウム等の含有率がカルデラ形成期の珪長質マグマによる噴出物を含む他の阿蘇の噴出物と異なる傾向を示している。これらの違いから、阿蘇４噴火によるカルデラの形成を境に火山直下のマグマ供給系に大きな変化があったことが推察される。

後カルデラ期は、阿蘇山全体としては多様な岩質の噴出物を噴出しており、これは、カルデラ形成期の大規模マグマ溜まりが、阿蘇４噴火による陥没カルデラの形成に伴う天井の崩壊によって分割され、後カルデラ期には新たに複数の独立した小規模マグマ溜まりが形成された結果と考えられている。

b　四国の宇和盆地の堆積物に残る阿蘇起源の火山灰の状況から、カルデラ形成期には、相当程度大規模な噴火が繰り返されたことが推定され、また、巨大噴火と巨大噴火との間の期間の噴火について、次の巨大噴火に向けて時間とともに苦鉄質な噴火から珪長質な噴火に移行し、噴火の規模が大きくなっていく傾向にあったとされている。一方、後カルデラ期には、宇和盆地の堆積物に阿蘇起源の火山灰は確認されず、

また、後カルデラ期の噴火は、珪長質な噴火が減っていく傾向があり、現在活動している中岳は、玄武岩～安山岩質の成層火山であり、有史以降、玄武岩質安山岩の噴火をしている。したがって、カルデラ形成期以前と後カルデラ期とでは、阿蘇の活動性が異なっていると考えられる。

c　Ｎａｇａｏｋａ（１９８８）は、南九州のカルデラ火山（姶良カルデラ、阿多カルデラ、鬼界カルデラ）の活動様式の変遷について噴火ステージを整理したものであり、この噴火ステージに阿蘇の後カルデラ期の態様を当てはめると、多様な噴火様式の小規模噴火を繰り返す後カルデラ火山噴火ステージに相当する。現在の阿蘇の噴火活動は、大規模なプリニー式噴火（粘性が高く揮発性成分にも富むマグマが盛大に発泡して連続的に噴出し、噴煙が１万ｍを超える上空まで立ち上がり、大量の火山灰や軽石が放出される噴火様式）が多発するような態様への移行を示唆するような傾向はなく、むしろ逆の傾向にある。また、小林（２０１７）の知見によると、巨大噴火の前兆現象として数百年前にカルデラ噴火と組成の類似する珪長質マグマの流出的噴火が発生すると推定されているが、最近の阿蘇の活動において、そのような珪長質マグマの流出的噴火は発生していない。

(イ) 地球物理学的調査に基づく検討

a　阿蘇においては、これまで、各種機関によって行われてきた多種多様な地球物理学的調査（複数の種類の地震波探査（自然地震や人工地震を用いた探査、遠地地震を用いたレシーバ関数解析）、電磁探査（ＭＴ探査）、地震観測等）の結果、苦鉄質な活動をしている中岳に関連する地下約６ｋｍのマグマ溜まり及び地下約１５ｋｍのシル状のマグマ（岩盤や地層に水平方向に貫入したマグマ）溜まりが推定されている。２００３年の中岳の噴火では、地下約１５ｋｍのマグマ溜ま

りに下部から貫入した苦鉄質マグマが地下約６ｋｍのマグマ溜まりを経由して噴火したと考えられている。地下約６kmのマグマ溜まりについて、そこに蓄積されているマグマは、中岳の活動との関係から苦鉄質と考えられるとともに、熊本地震の断層（余震分布）との位置関係と地熱の温度分布を踏まえれば、その大きさは制限され、カルデラ内に大きく広がるような大規模なものではないことが分かる。したがって、各種の地球物理学的探査から明らかにされている阿蘇の地下構造からは、巨大噴火を起こすようなマグマ溜まりは存在していないと考えられる。

b　阿蘇カルデラ内では、複数の機関によって多数の観測点が設けられ、その全域にわたって測地学的手法による火山観測が行われ、火山活動に伴う地殻の変動が観測されており、これらによって得られた地殻変動データと地下構造等に関する既往の知見等から、阿蘇は大規模なカルデラ噴火が起こるような状態ではないと推定されている。また、巨大噴火では、火山活動に伴う地殻の変動について、巨大なマグマ溜まりの形成を伴うマグマの蓄積及びマグマ溜まりの拡大に従い、地表に大きな変形があるとされており、広域的な地盤上昇を伴うとされているが、阿蘇カルデラ全体の地盤が継続的に火山性と考えられる沈降を示している。

(ｳ)　前記(ｱ)及び(ｲ)の検討結果を総合的に評価すれば、現在の阿蘇の状態は巨大噴火が起こるような状態ではなく、巨大噴火が差し迫った状態ではないと評価できる。そして、本件発電所の運用期間中において阿蘇の巨大噴火が発生する可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠もないことから、本件発電所の運用期間中における巨大噴火の可能性は十分小さいと判断できる。そして、カルデラ形成期と後カルデラ期では非常に大きな変化が生じており、明らかに火山活動が異なっていることを

踏まえると、本件発電所の運用期間中に考慮する阿蘇の噴火規模は、後カルデラ期の活動に基づき評価すべきであり、後カルデラ期既往最大の噴火である草千里ヶ浜噴火を考慮することが合理的である。

イ　火砕流の到達可能性に関する評価

本件原子炉の立地評価において、巨大噴火を考慮する必要はなく、阿蘇４噴火の規模の噴火を考慮する必要もないが、以下のとおり、仮に阿蘇４噴火の規模の噴火を考慮するとしても、既往最大の阿蘇４火砕流は本件発電所の敷地に到達していないため、立地不適にはならない。

すなわち、佐田岬半島を含む四国において阿蘇４火砕流堆積物を確認したとの知見はないこと、被告による佐田岬半島の調査によっても阿蘇４火砕流堆積物が確認されないこと、阿蘇と本件発電所の敷地の間には約１３０kmの距離があり、その間に存在する佐賀関半島や佐田岬半島等が地形的な障害になり得ることを総合的に考慮すると、阿蘇４火砕流は本件発電所の敷地に到達していないと判断できる。

(4)　被告による影響評価の合理性

（原告らの主張）

ア　最大層厚の想定に関する不合理さ

(ア) 噴火規模の過小評価

旧火山ガイドは、原則として、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積当たりの質量と同等の火砕物が降下するものとし、例外的に、噴出源が同定でき、その噴出源が将来噴火する可能性が否定できる場合は考慮対象から除外するとしている。これは、噴出源たる火山の将来の噴火可能性を問題としており、本件では、敷地及びその周辺において阿蘇４噴火のテフラを始めとする九州カルデラ起源のテフラが確認されているのであれば、当該火山が将来噴火する可能性が否定できる場合に限り、これらの降下火砕物を考慮対象から除外できること

になる。阿蘇、姶良及び鬼界等の火山は、本件発電所の敷地及びその周辺で確認されているテフラの噴出源たる火山であり、現在も活動している火山であるから、将来の噴火可能性は当然存在する。したがって、本件では、阿蘇４噴火のテフラ等を考慮しなければならない。

仮に、破局的噴火ないし巨大噴火は社会通念上考慮の対象外にするとしても、これに準ずるような規模の噴火については、社会通念によって考慮の対象外とすることはできない。しかし、被告は、阿蘇については、阿蘇４噴火以降の過去最大である阿蘇草千里ヶ浜噴火（噴出量約２．３９ｋｍ$^3$）しか考慮しておらず、これを超える数十ｋｍ$^3$未満の噴火を検討の対象から除外しており、不合理である。

被告は、九州のカルデラ地域において、噴出量１０ｋｍ$^3$を超え、５０ｋｍ$^3$未満である噴火の発生数が極めて少ないことを理由にこれを考慮する必要がないかのような評価をしていたが、噴火規模には噴火マグニチュードが小さくなるほど発生確率が上がるという逆相関の関係が統計学的に認められている。また、前記(1)（原告らの主張）ア(ウ)及び(3)（原告らの主張）ア(イ)からすれば、Ｎａｇａｏｋａ（１９８８）の噴火ステージ論や後カルデラ期であることを根拠として、噴火規模を切り下げることはできない。

(イ) 最大層厚の想定の過小評価

ａ　被告は、九重山における約５万年前の九重第一軽石噴火を想定して噴出量を６．２ｋｍ$^3$と見積もり、これを前提とした降灰シミュレーションをし、敷地において考慮すべき降下火砕物の厚さを１５ｃｍと評価している。

ｂ　しかし、火山噴出物の体積は、ある地点において確認されている堆積層の厚さから、合理的と考えられる等層厚線を大雑把に引き、面積と厚さから体積を求めるものであり、風化等の影響もあって堆積層が

確認できることの方がまれであり、観測点が少ないほど大雑把なものにならざるを得ず、新たな堆積層が確認され、等層厚線が変われば、簡単に数値が変わり得るような不定性の大きいものであるから、正確に把握することがそもそも困難である。実際、被告は、九重第一軽石噴火の噴出量を２．０３ｋｍ$^3$から６．２ｋｍ$^3$に見直しており、同噴火については、１０ｋｍ$^3$以上になる可能性も指摘されている。

また、熊原・長岡（２００２）では、九重山から約１４０ｋｍ東に位置する宿毛市付近において、九重第一軽石噴火について、層厚約２０ｃｍの堆積層（以下「宿毛市テフラ」という。）が確認されているが、大量の火山ガラス質の降下火砕物が約５万年の間に風化し、消滅したとされていることからすると、実現象の層厚は２０ｃｍよりも厚かった可能性がある。さらに、九重第一軽石噴火について、５００ｋｍ離れた若狭湾や北陸でテフラが確認されており、噴出量が大きく増える可能性がある。このように不定性が大きい火山噴出物の体積について、それが確実なものであるかのように考えてシミュレーションをし、その結果から最大層厚を決めることは、不定性を考慮した保守的評価として不十分である。

また、九重第一軽石噴火の噴出量を６．２ｋｍ$^3$とすることを前提にしたとしても、被告が同噴火の降灰シミュレーションに利用したＴｅｐｈｒａ２は、大規模噴火に適用した場合、再現性に乏しくなるため、本件のような大規模噴火については適用範囲外であるし、少なくとも、前記(2)（原告らの主張）イのとおり、不確実性が非常に大きい。

c　また、宿毛市テフラが確認された宿毛市は九重山から約１４０ｋｍ東に位置しており、本件発電所の敷地方向を風下とした場合、九重山から約１０８ｋｍしか離れていない本件発電所の敷地には、２０ｃｍ

を上回る降灰となることが十分にあり得るから、少なくとも上記量を想定すべきである。

旧火山ガイドの解説－１６は、降下火砕物の層厚について、敷地内及びその周辺で降下火砕物の堆積が観測されない場合は、①類似する火山の降下火砕物堆積物の情報を基に求める、②降下火砕物の数値シミュレーションを行うことにより求めることとしており、被告は、本件発電所の敷地における層厚をほぼ０ｃｍと評価し、上記②の方法により最大層厚を１５ｃｍと設定している。しかし、噴出量は極めて不定性の大きい概念であり、上記②の方法のみによって最大層厚を決定するのは保守的ではなく、上記①の方法も併せて検討すべきである。そして、上記①の方法を検討すると、九重第一軽石噴火と噴出量が類似した火山噴火であって、かつ、遠方に大量の降灰をもたらした噴火として、御嶽山（御嶽伊那噴火）、赤城山（赤城鹿沼テフラ噴火）、樽前山（樽前ｂ、ｃ、ｄの各噴火）及び恵庭山（恵庭ａ噴火）等があり、これらをみると、火口から１００ｋｍ遠方において、２０～５０ｃｍ近い降灰が確認されているから、本件においても、保守的に５０ｃｍ程度、少なくとも３０ｃｍ程度の最大層厚を設定すべきである。また、上記②の方法に関しても、旧火山ガイドは、数値シミュレーションに際し、類似の火山降下火砕物堆積物等の情報を参考とすることができるとしているが、不定性を前提に保守的な評価を行うのであれば、上記御嶽山等の類似火山のシミュレーションを行い、これを踏まえて最大層厚を決定すべきである。

ｄ　したがって、被告による最大層厚の評価は過小であって、不合理である。

イ　気中降下火砕物濃度の推定手法に関する不合理さ

想定よりも高濃度の降下火砕物が到来すると、給気や換気が困難とな

り、給気を必要とする非常用電源が機能を喪失し、降下火砕物がフィルタの目をくぐって安全上重要な施設・設備内に多量に侵入し、計装制御系に付着してこれらについても機能喪失させ、重大な事故に至る危険がある。

(ア) 被告は、実際の降灰や他の類似火山の事例よりも大きい粒子の割合が多くなるような粒径分布を用いて気中降下火砕物濃度の計算を行っているが、初歩的な科学的経験則からすれば、粒子が大きくなればなるほど降灰速度が速くなり、粒子が気中に留まっている時間が短くなる結果、気中濃度が小さくなるはずであるから、粒径の大きい分布を用いて濃度計算を行うことは濃度の過小評価につながる。

(イ) 被告がシミュレーションに用いた粒径分布は、1～3φ（0．125～0．5mm。φ（ファイ）とは、堆積物の粒度分析に用いる単位であり、$1\phi=1/2^1$ mm、$2\phi=1/2^2$ mm…のように、φの値と分母の指数部分が対応し、その値が大きくなるほど粒径は小さくなる。）が中心であり、その割合は全体の89．32%に及んでおり、4φ（0．0625mm）以下の粒子の割合があまりにも小さすぎるため、粒径の小さい粒子を十分に考慮したとはいえない。

(ウ) したがって、被告の気中降下火砕物濃度の推定は不合理である。

(被告の主張)

ア 最大層厚の想定

(ア) 噴火規模の想定

a 本件発電所の地理的領域内に存在する本件発電所の運用期間中の活動可能性を考慮すべき5つの火山のうち、九重山を除く4つの火山の本件発電所の運用期間中に考慮する噴火規模の噴火の火山灰堆積物は、本件発電所の位置する四国で確認されていない。残る九重山について、本件発電所の運用期間中において考慮する噴火である約5万年前の九重第一軽石噴火の火山灰堆積物は、本件発電所の敷地周辺では

ほぼ０ｃｍであるものの、四国南西端の宿毛市で堆積物が確認されている。九重第一軽石噴火の規模は、阿蘇において考慮する噴火規模の阿蘇草千里ヶ浜噴火の規模よりも大きく、位置関係も、阿蘇よりも九重山の方が本件発電所の敷地に近い。したがって、本件原子炉において考慮する降下火砕物の影響評価は、九重第一軽石噴火に伴う降下火砕物を基に評価することが妥当である。

b　本件発電所の１６０ｋｍ圏外には、南九州にカルデラ火山があるものの、いずれも巨大噴火が差し迫った状態ではなく、かつ、本件発電所の運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的な根拠があるとはいえないため、本件発電所の運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと判断できるから、これらのテフラを考慮すべきとはいえない。

また、前記(2)（被告の主張）ア(イ)のとおり（174 頁）、巨大噴火と巨大噴火には至らない規模の噴火とを明確に区別して噴火規模を設定することには合理性があるから、過去に巨大噴火が発生した火山において、巨大噴火ではないがこれに準ずる規模の噴火を考慮すべき必然性はなく、前記(2)（被告の主張）ア(イ)のとおり、巨大噴火のメカニズム等からすれば、巨大噴火後の最大規模の噴火を考慮の対象とすることには科学的合理性があるから、被告の想定が過小であるとはいえない。さらに、被告は、前記ａのとおり、阿蘇における噴火として阿蘇草千里ヶ浜噴火（ＶＥＩ５）を考慮しているところ、阿蘇の最近１万年間の火山活動は、苦鉄質マグマによる噴火が卓越する傾向にあり、その規模は最大でＶＥＩ３程度であることや、今後の阿蘇の火山活動について、１９３０年代のような大規模なものではないとの推定もあることからすれば、これらの噴火よりも格段に規模の大きい阿蘇草千里ヶ浜噴火を考慮することは、十分に保守的な想定である。

(イ) 最大層厚の想定

a　被告は、九重第一軽石噴火について、地質調査の結果、本件発電所の敷地付近における火山灰の降下厚さはほぼ０ｃｍであることを確認した。そして、本来は風（ジェット気流）が九重山から本件発電所の方角（北東～東北東方向）に向けて安定して吹き続けることはないが、降灰中、連続して吹き続けるという保守的な条件設定をした上で、須藤ほか（２００７）に基づくものより大きな火山灰体積（６．２ｋｍ$^3$）を提唱する知見（長岡・奥野（２０１４））を採用し、シミュレーションした結果、本件発電所の敷地における降下火砕物の層厚は最大で１４ｃｍとなったが、設計において考慮する降下火砕物の層厚は、これに保守性を加味して１５ｃｍに設定した。

b　被告が考慮した６．２ｋｍ$^3$の噴出量は、熊原・長岡（２００２）が報告する宿毛市テフラの層厚を前提とするものであるが、この堆積層は、非火山性の細粒砂が混入したものであり、純粋な火山灰層ではないから、被告が考慮した噴出量は、保守的であるといえるし、若狭湾の水月湖において九重第一軽石噴火のテフラが見つかったとしても、町田教授が述べるとおり、これによって噴出量の想定には影響しない。

原告らは、仮に、噴出量を６．２ｋｍ$^3$とすることを前提にしたとしても、Ｔｅｐｈｒａ２は大規模噴火については適用範囲外であるし、少なくとも、不確実性が非常に大きいと主張するが、被告は、敷地方向に一定の風が吹き続けると仮定したシミュレーションをしており、このような場合、噴煙柱の傘型領域を再現することは、本件発電所の位置する降灰の主軸付近の降灰量が減ることを意味するから、Ｔｅｐｈｒａ２によるシミュレーションで噴煙柱の傘型領域が再現されていないことに問題はないし、Ｔｅｐｈｒａ２によるシミュレーションの結果は、実際の九重第一軽石噴火の堆積物の分布に整合的である

ことが確認されている。

c　宿毛市テフラの層厚は、上記のとおり二次的な改変を受けたものであるし、風の影響を強く受けて各地へ堆積する火山灰について、距離が同じであるからといって、火山との位置関係や気象条件を考慮することなく、全く異なる地点の火山灰層厚をそのまま採用する理由はない。

御嶽山等の噴火の降下火砕物は、九重第一軽石噴火の噴出物とは関係のない別の火山の噴出物であり、ジェット気流のような強い風の影響を受けたと考えられる細長い分布形態をしていることからすれば、九重山と本件発電所の敷地との位置関係を無視して、これらの堆積物の分布を本件原子炉の設計層厚とそのまま比較することは不合理である。また、火山ガイドは、評価対象の噴火の情報が不足している場合に、必要に応じて類似火山の情報を補完的に参照するとしているのであって、九重第一軽石噴火のように多くの地点での火山灰データが十分にある場合には、必ずしも類似火山の情報を参照する必要はない。

イ　気中降下火砕物濃度の推定手法に関する合理性

(ア) 粒径の小さな降下火砕物は地表に降下してくるまでに相当な時間を要すると考えられ、本来ならば２４時間以内には降下できないものもあるはずだが、被告による気中降下火砕物濃度の推定においては、あえて降下火砕物の粒径の大小に関わらず２４時間のうちに同時に降灰すると仮定している点で、保守的な算定方法となっている。また、粒径の小さな降下火砕物は降下する過程で凝集し、凝集することで粒径が大きくなった降下火砕物は終端速度が大きくなり、終端速度が大きい方が気中降下火砕物濃度は小さくなるにもかかわらず、あえて凝集を考慮していない点でも保守的な算定方法となっている。

(イ) 本件発電所の降下火砕物の影響評価では、九重第一軽石噴火が検討の

対象であるから、他の火山と比較する必要はないし、九重第一軽石噴火の全粒度組成は、被告がＴｅｐｈｒａ２で用いた全粒度組成よりも粗粒であることが明らかにされている。したがって、他の火山の値と比較して大きすぎること等を理由として、より小さな粒度分布を用いるべきであるとはいえない。また、４φよりも細粒のシルト粒子と粘土粒子は、単独で落下することができないとされており、少なくとも４φより細粒の粒子は、単独ではなく凝集して降下するとみなすことが可能であり、４φよりも細粒の粒子が増えることによって大気中濃度が大幅に増加するということにはならないから、４φ以下の極めて細粒に偏った粒径分布を用いて計算する理由はない。

５　津波に対する安全性（争点５）

（原告らの主張）

(1)　津波想定の合理性

ア　福島第一原発では、東京電力株式会社（当時）が想定したＯ．Ｐ．（小名浜港工事基準面）＋５．７ｍを大幅に超えるＯ．Ｐ．＋１５．７ｍの津波が試算されていたにもかかわらず、対策を怠った結果、２０１１年東北地方太平洋沖地震により、福島第一原発の１０ｍ盤を大きく超える巨大津波が発生し、メルトダウン、メルトスルーを来すレベル７の最悪の事故を引き起こした。

イ　１５９６年（慶長元年）の豊予地震の際、本件発電所の敷地における津波の高さは６～１０ｍであったと考えて大きくは間違っていないと思われるから、本件発電所においては、少なくとも高さ１０ｍ以上の津波を想定すべきである。中央構造線断層帯が横ずれ断層であるとしても、上下成分を含む逆断層であり、被告も、南傾斜８０度を想定しているのであるから、５ｋｍの至近距離にある中央構造線断層帯が津波源となる少なくとも高さ１０ｍ以上の津波を想定すべきである。

ウ　被告は、数値シミュレーションの結果、基準津波による水位上昇の最大はＴ．Ｐ．（東京湾平均海面。日本全国の標高の基準高）＋８．１２ｍであり、水位下降の最大はＴ．Ｐ．－４．６０ｍであるとしているが、水位上昇の最大高さと敷地高Ｔ．Ｐ．＋１０ｍとの差は１．８８ｍしかないから、数値シミュレーションの精度次第で津波が敷地を超える可能性が十分考えられる。また、被告は、朔望平均満潮位及び朔望平均干潮位（新月（朔）及び満月（望）の日から前２日、後４日の期間に観測された各月の最高満潮面又は最低干潮面をそれぞれ１年以上にわたって平均した海面高）を考慮して最高及び最低の水位を採用しているが、あくまで平均水位に過ぎず、春の大潮のときのような最大値を取ったものではない。

(2)　津波対策の合理性

ア　日本の原子力発電所は、海水ポンプを機能させ、原子炉で発生する膨大な熱を海水によって冷却している。海水ポンプが津波による冠水や水位低下による取水不能によって機能を喪失した場合、メルトダウンやメルトスルーに至る危険がある。

イ　本件原子炉では、６～１０ｍの高さの津波によって海水ポンプが冠水し、その機能を喪失する。

被告は、津波の流入の可能性のある経路として海水ピットを特定し、津波が流入する危険を具体的に認めている。被告は、流入防止のため、水密ハッチ、床ドレンライン逆止弁及び水密扉等を設置するとしているが、ハッチや扉が水密構造であるとしても、津波到達時にこれらが開いていれば、その役割を果たすことはできず、被告も、浸水する事態や冠水する事態を想定している。そして、被告は、長期間の冠水が想定される場合は海水ポンプエリアに排水設備を設置する方針であるとしているが、そのような排水設備が既に設置されているわけではなく、また、そのような排水設備によって海水ポンプが冠水して機能を失う事態を防ぐことができるわけ

でもない。

ウ　本件原子炉では、６～１０ｍの高さの津波によって海水取水可能水位を超える水位低下が生じる。

被告は、海水ピットポンプ室の基準津波による下降側の水位をＴ．Ｐ．－４．４ｍと算定し、これは、海水ポンプの取水可能（最低）水位（Ｔ．Ｐ．－４．１０ｍ）を下回る水位であるため、海水ポンプエリアに海水ピット堰を設置するとしており、津波による水位低下時に取水不能となる危険を具体的に認めている。被告は、その対策として開閉式のフラップゲートを設けるとしているが、地震のほか、津波が運んでくる大量の砂、石及び瓦礫等によって機能不全となる危険がある。

エ　海水ピット堰や海水ポンプを支える海水ピット本体の耐震重要度分類はＣクラスであり、基準地震動に至らない地震によって容易に損傷してしまう。

(3)　能登半島地震

令和６年１月１日に能登半島地震が発生し、津波の被害が現実のものとなった。また、逆断層型の地震であったため、陸地が４ｍも隆起した。中央構造線では４８０ｋｍの活断層が連動し、マグニチュード８．０の地震が発生すると想定されており、１５０ｋｍの活断層によるマグニチュード７．６の地震であった能登半島地震よりも何倍も大きな地震が想定されており、それに伴う津波や陸地の隆起により、海水ポンプが機能を喪失して大事故に至る危険を免れない。

(4)　したがって、本件発電所において想定される津波によって海水ポンプが機能を喪失し、海水ポンプによって冷却する必要のある原子炉や非常用ディーゼル発電機の冷却ができず、メルトダウンやメルトスルーが生じ、放射性物質が外部に放出され、許容限度を超える放射線被ばく等をもたらす事故が発生する具体的危険がある。

（被告の主張）

(1) 津波想定の合理性

ア 被告は、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）による地震に伴う津波に地すべりに伴う津波が重なるという保守的な想定の下、十分に安全側の結果が得られるよう地すべりが発生するタイミングを調整するなどして複数のケースを検討し、保守的な基準津波を設定した。

イ 原告らは、１５９６年慶長豊予地震に伴う津波による本件発電所敷地における津波高さを６～１０ｍと見積もり、本件発電所においては少なくとも１０ｍの高さの津波を想定すべきである旨主張するが、被告は、伊予セグメント、敷地前面海域の断層群及び別府－万年山断層帯が連動する地震を考慮し、同地震に伴う津波を適切に評価している。

(2) 津波対策の合理性

ア 被告は、基準津波による水位上昇及び水位低下によって本件原子炉の安全機能に影響が生じることがないよう対策を講じている。

イ 原告らの指摘する浸水や冠水の事態の想定は、設置許可基準規則解釈別記３第５条３項２号が「取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設及び地下部等における漏水の可能性を検討した上で、漏水が継続することによる浸水範囲を想定する」こと、「浸水想定範囲における長期間の冠水が想定される場合は、排水設備を設置すること」を要求していることに対応して、海水ポンプの安全機能について検討したものである。そして、漏水による浸水量を保守的に評価した結果、海水ポンプエリアの浸水高さは、床面高さＴ．Ｐ．＋３．０ｍに対しＴ．Ｐ．＋３．１４ｍであり、海水ポンプの機能を喪失する浸水高さＴ．Ｐ．＋４．３９ｍを下回ることから、海水ポンプの安全機能を阻害することはない。なお、海水ポンプエリアには、床ドレン用の排水口が設置されており、漏水により浸水したとしても、津波の水位低下とともに排水され、海水が長期間滞留

することはないから、排水設備は必要なく、設置していない。

ウ　津波防護施設であるフラップゲートを含む海水ピット堰は、耐震重要度分類のＳクラスの施設であり（設置許可基準規則解釈別記２第４条２項１号）、基準地震動Ｓｓに対する耐震安全性を有しており、被告は、基準津波に伴う砂の堆積、船舶を含めた漂流物の影響についても評価し、機能不全とならないことを確認している。また、海水ピット堰や海水ポンプを支える海水ピット本体は、屋外重要土木構造物及び常設重大事故緩和設備として、基準地震動Ｓｓによる地震力に対する耐震安全性を有している。

**６　地すべり、深層崩壊に対する安全性（争点６）**

（原告らの主張）

(1)ア　本件発電所の敷地は、一般に２０～３０°の勾配で北に傾斜しており、本件原子炉の南側には、４５～６０°の斜面がある。また、本件発電所の敷地地盤及び周辺斜面は、脆弱な緑色片岩で構成され、本件発電所が立地する三波川破砕帯は、日本における代表的な地すべり地帯であり、本件原子炉の基礎地盤には破砕帯が存在する。さらに、本件発電所の東側斜面にみられる大規模な斜面移動体は、過去に大規模な斜面変動が生じたことを示しており、東側斜面と同じ緑色片岩を地質とする南側斜面でも、同規模の地すべりの可能性がある。加えて、本件発電所では、マグニチュード８以上、震度７の地震が想定されている。これらを考慮すれば、本件発電所の敷地及び周辺斜面では、地震により地すべりないし深層崩壊が生じる危険性が極めて高い。

イ　本件発電所の敷地において地すべりや深層崩壊が生じた場合、①大量の土砂が原子炉建屋等の重要施設に衝突し、原子炉そのものに損傷が生じる、②地すべりによって亀裂が生じた場合、亀裂の上にある建物が倒壊ないし崩壊等することにより、原子炉自体が損傷するほか、冷却機能を喪失したり、配管が破裂したりする、③地すべりによって土砂が移動すること

により、送電線や配電線が切断され、外部電源が喪失し、電源車が破壊され、機能しなくなる、④土砂により、道路が寸断され、車両の通行が不可能になり、非常用の電源車・ポンプ車等を使用できなくなるという影響が生じる。これらのような事態が生じる結果、本件原子炉において、許容限度を超える放射性被ばく等をもたらす事故が発生する具体的危険がある。

(2) 本件発電所の敷地地盤及び周辺斜面の安定性に関する被告の評価には、以下の問題がある。

ア 三波川帯においては、薄紅色の石英片岩層が緑色片岩層の中に薄層として何枚も挟まれており、この薄層は、緑色片岩層の脆弱面であるから、ボーリングコアの解析によってこの種の面がどう連続し、変化するかを確認することは、地盤及び周辺斜面の安定性にとって極めて重要なことであるが、被告は、詳細なコア観察・記載をしていない。

イ 本件発電所の敷地の地盤の下部には、物性の異なる緑色片岩層と泥質片岩層との境界及び泥質片岩層中の無数の脆弱層が存在すると考えられ、これらの弱面は、南海トラフの巨大地震が発生し、四国全体が水平ずれを起こすと想定したとき、大きなリスク要因となり得るが、被告は、この脆弱層について、何ら検討をしていない。

ウ 本件発電所の敷地周辺には、南北圧縮による緩やかな背斜構造に伴う軸面破断及び東西伸長による破断面が存在しており、これらの破断面は、本件発電所の敷地においても当然確認されたはずである。これらの破断面は、水の浸透を促進し、緑色片岩層の脆弱面へ水を運ぶことによって風化を促進し、すべり面の成長を準備する可能性があるから、節理（岩体に発達した規則性のある割れ目）ないし破断面が深さ方向及び側方へどう連続し、変化するかを確認するため、節理周辺の岩相変化等の観察・記載が必要であるが、被告は、これをしていない。

エ 被告が策定した基準地震動は不合理であるから、これを前提として周辺

斜面の崩壊対策を実施しても、安全を確保することはできない。被告は、地すべりの移動距離は斜面の高さの概ね１．４倍や２倍であるという知見に依拠し、東側斜面の高さに対し、東側斜面の法尻（斜面（法面）の下端部分のこと）と重油タンクの離隔距離が十分にあることから、詳細な解析の必要はないと評価しているが、地すべり現象は、未だ完全なメカニズムの解明には至っていないのであるから、斜面の高さに対してどれ程の離隔距離があれば地すべりにより崩れてきた土塊が到達しないかなどということは不明といわざるを得ず、本件では、少なくとも解析モデルを作成して安全性を確認することが不可欠である。被告が実施した深部ボーリング調査は、本件原子炉から離れた場所で実施されたものであるから、この調査によって当該地点における岩盤が堅硬であることが判明したとしても、本件原子炉の直下の地質・岩盤の特性は不明といわざるを得ず、調査地点よりも大きな地震動が到来する可能性を排除することができない。

（被告の主張）

(1)　本件発電所の敷地及び敷地周辺は地質的に安定しており、本件発電所の敷地の地盤も安定しており、大規模な変位等が生じるおそれはない。また、敷地の基礎地盤は、Ｓ波速度２６００ｍ／ｓを有する非常に堅硬な塩基性片岩で構成されており、本件原子炉の施設を支持するのに十分な地耐力を有し、基準地震動Ｓｓが作用した場合でも、岩盤破壊及び不等沈下によって本件発電所の安全性が損なわれることはない。さらに、本件原子炉の安全上重要な施設の周辺斜面についても、最も厳しい評価になると想定される断面に対して保守的な条件で評価した結果、基準地震動Ｓｓが作用した場合でも崩壊することはなく、本件原子炉の安全機能が損なわれるおそれはない。したがって、本件発電所の敷地の地盤が要因となって本件原子炉の安全機能が損なわれる蓋然性はなく、本件原子炉は、地盤に係る安全を確保している。

(2)ア　三波川帯の塩基性片岩のうち地すべりが起こりやすいのは風化が進んで

いる場合であり、被告は、本件発電所の建設に当たり、表土や風化した部分は削り取っている。本件原子炉の基礎地盤及び周辺斜面に分布する塩基性片岩は、新鮮かつ堅硬であり、一般に剥離性が弱く、塊状で、片理（岩石が長期間にわたり圧力や温度等の作用を受けることで、結晶が一定方向に配列して生じる面状の構造で、その面を片理面という。）の発達は顕著ではないので、地すべりは起こりにくい。そして、被告は、基準地震動Ｓｓを用いて安定性を評価した結果、地盤物性のばらつき等を考慮しても、すべり安全率が評価基準値を上回ることを確認している。評価に際しては、弱面方向（片理面に沿った平行な方向）に載荷した岩盤せん断試験から得られた強度を、片理面とすべり面とのなす角度にかかわらず採用し（実際には弱面方向ではなくても、弱面方向の強度を採用し）、保守的な評価を行っている。

イ　原告らは、敷地東側斜面に大規模な斜面移動体があると主張する。しかし、被告の調査の結果、各所に緩みのない塩基性片岩が確認できるから、大規模な斜面変動による地形であるとは考え難い。また、そもそも、本件発電所の敷地東側には安全上重要な施設は配置されていないから、仮に敷地東側斜面に地すべりが生じたとしても、大量の土砂が原子炉建屋等の重要施設に衝突するなどの影響は生じない。

7　液状化に対する安全性（争点７）

（原告らの主張）

(1)ア　本件発電所の敷地は、そのほとんどが埋立地であり、海岸に位置している。そして、海岸埋立地は、埋立材料が海底砂であり、造成されて間がないため締まりが緩く、海辺のため地下水で完全に飽和しているから、液状化が最も起こりやすい地形である。また、本件発電所では、マグニチュード８以上、震度７の地震が想定されている。これらを考慮すれば、本件発電所の敷地では、地震による地盤の液状化が生じる危険性が極めて高い。

イ　本件発電所の敷地において地震による地盤の液状化が生じた場合、①建屋ごと不等沈下が生じ、一次冷却材を通水する配管をはじめとする各配管類が破断し、原子炉が冷却不能な事態となる、②極めて重い構造物である原子炉に隣接する地盤だけが液状化し、原子炉建屋が傾く、③海に近い場所にある海水系設備に致命的な損傷が生じ、原子炉の熱を排出できなくなる、④不等沈下や噴砂により、車両の通行が不可能になり、非常用の電源車・ポンプ車を利用できなくなる、⑤埋立地上の付帯設備やこれに通ずる配管類が浮き上がったり、沈下したりして破断し、機能を失う、⑥噴き上がった地下水が建物に流入し、浸水により各建物機能が喪失するとともに、機械及び人の移動を困難にさせるという影響が生じる。これらのような事態が生じる結果、本件原子炉において、許容限度を超える放射性被ばく等をもたらす事故が発生する具体的危険がある。

(2)　被告は、本件発電所の敷地の埋立部における地下水位の平均は海面の高さと同じT．P．＋０mであると主張するが、その立証はされていない。

（被告の主張）

(1)　本件発電所の敷地の埋立部は、地下水位の状況（本件発電所の埋立部の地下水位の平均は地表面から約１０mの深さであり、液状化が発生しやすいとされる地下水位の基準は地表面から１０m以内とされている。）や埋立材の粒度分布（本件発電所の埋立部の土全体は、粒が大きいものから小さいものまで幅広い土粒子で構成されており、一般的に、礫ではなく砂が多く含まれ、かつ、その粒径が比較的揃っているほど締りが緩く液状化しやすいとされている。）等を踏まえると液状化しづらいし、そもそも、本件原子炉の安全上重要な建物・構築物等は、十分な地耐力を有する岩盤に直接支持させている。また、埋立部に安全上重要な機能を有する機器、配管等を設置していないため、仮に敷地の埋立部が液状化したとしても、そのことによって本件原子炉の安全性が損なわれることはない。

(2) 本件発電所の敷地の埋立部の地下水位は低いため、液状化によって地下水が湧出するような事態が生じることは考えがたく、仮に地下水の湧出があったとしても、安全上重要な機器が設置されている区画に対し、浸水防護重点化範囲として浸水対策を施しているから、安全上重要な機器に浸水の影響はない。そして、主要道路は、非常時のアクセスルートを確保する観点から補強工事を実施した上で、保守的に液状化等による不等沈下等が生じたものと仮定した評価を行い、電源車・ポンプ車の通行に支障が生じることはないことを確認している。

8 使用済燃料ピットの安全性（争点8）

（原告らの主張）

(1)ア 使用済燃料ピットの冷却設備や計装系は、耐震重要度分類のSクラスより下（Bクラス、Cクラス）の設備とされているから、被告が想定する地震によっても、使用済燃料ピットの冠水や循環の機能が停止する事態が容易に想定され、本件発電所では、被告が策定した基準地震動及びクリフエッジを優に超える地震が想定されており、このような地震が発生した場合、使用済燃料ピットの冷却設備や計装系が損傷ないし故障することは明らかである。また、このような地震により、クレーン本体や移送中のキャスク（使用済燃料を運搬する容器）等の重量物が落下し、使用済燃料ピットや使用済燃料自体が破損する危険がある。

イ 使用済燃料は、原子炉格納容器の中の炉心部分と同様に、外部からの不測の事態に対して堅固な施設に防御を固められる必要がある。しかし、本件原子炉の使用済燃料ピットは、原子炉と異なり、格納容器の外にあり、格納容器とは比べ物にならないくらい脆い建屋にしか守られていない。

ウ 本件原子炉の建屋の上を竜巻が通過した場合、その時に急激に生じる大きな差圧のため、屋根が破壊され、破片や別の大きな飛翔物が使用済燃料ピットに落下し、それに伴う使用済燃料ピットの損傷によって水位が低下

し、使用済燃料が露出して放射性物質の放出につながるリスクがある。

エ　発熱量の大きい使用済燃料が保管されている使用済燃料ピットの冷却水が喪失するなどした場合、過熱によるジルコニウム火災の懸念があり、アメリカでは、この懸念を軽減するため、原子炉から取り出した使用済燃料を市松模様にして使用済燃料ラックに配置する運用が指示されているが、本件原子炉では、崩壊熱の高い新しい使用済燃料と古い使用済燃料を市松模様に配置する対策は実施されていない。また、福島第一原発事故を踏まえ、使用済燃料ピットへの電源を必要としない外部注水及びスプレイラインを敷設する対策を導入する必要がある。

(2)　したがって、使用済燃料から大量の放射性物質が放射されることにより、許容限度を超える放射線被ばく等をもたらす事故が発生する具体的危険がある。

(被告の主張)

(1)　本件発電所における使用済燃料は、使用済燃料ピットにおいて水位等を適切に管理しながら、未臨界状態のまま、放射性物質が閉じ込められた状態で、安全に貯蔵されており、万が一、使用済燃料ピット水の冷却機能及び補給機能が同時に喪失した場合や使用済燃料ピットからの水の漏えいその他の要因により使用済燃料ピットの水位が低下した場合であっても、使用済燃料の冠水を維持できるよう万全の対策が取られている。

(2)ア　仮に耐震重要度分類のＢクラスの設備である使用済燃料ピット水冷却設備が機能を喪失し、水を循環させて冷却することができなくなった場合でも、Ｓクラスの設備である使用済燃料ピット水補給設備によって水を供給することにより、使用済燃料ピットの冠水は保たれ、使用済燃料の健全性は維持される。また、使用済燃料ピット水冷却設備及び使用済燃料ピット計装設備は、Ｓクラスの設備ではないものの、使用済燃料ピット水冷却設備のうち、使用済燃料ピット冷却器、使用済燃料ピットポンプ及び配管に

ついては、波及的影響の観点から評価を行い、基準地震動Ｓｓに対する耐震安全性を確認しており、使用済燃料ピット計装設備（水位計、温度計及び監視カメラ）及び可搬式の水位計についても、基準地震動Ｓｓに対する耐震安全性を確認している。さらに、落下時に使用済燃料ピットの機能に影響を及ぼす重量物（燃料取扱棟の構造物、使用済燃料ピットクレーン及び燃料取扱棟クレーン）を抽出した上、それらの落下を防止できることを確認している。

イ　使用済燃料は、冠水さえしていれば崩壊熱が十分除去され、放射性物質を閉じ込める役割を果たす燃料被覆管の損傷に至ることはなく、その健全性が維持されるから、使用済燃料ピットからの周辺環境への放射性物質の放出を防止するためには、使用済燃料の冠水状態を保つ必要があり、かつ、それで十分である。そして、このような状態では、放射性物質を含む高温、高圧の水蒸気（水）が瞬時に発生、流出するような事態はおよそ起こり得ないから、原子炉等と異なり、使用済燃料ピットは、耐圧性能を有する原子炉格納容器のような堅固な施設による閉じ込めを必要としない。

**９　重大事故等対策（争点９）**

（原告らの主張）

**(1)　重大事故等対策の不備（総論）**

ア　原子力規制委員会は、「大破断ＬＯＣＡ＋ＳＢＯ（全交流電源喪失）＋全ＥＣＣＳ喪失」というシナリオを指定しているが、大破断ＬＯＣＡのような事象は巨大地震によるもの以外に考えられず、そのような巨大地震が起こる場合には、電源系が全滅（ＳＢＯ）し、ＥＣＣＳも全滅するから、これらは、巨大地震という単一事象によって起こり得る一群の併発・誘発事象である。そして、これと確率的に同等な事象の組み合わせでより厳しい影響をもたらす事故シナリオ（ナイトメア・シナリオ）が想定されるが、このようなシナリオはこれまでに議論されたことがなく、評価や対策

の検討対象から排除してもよいという根拠が示されているわけでもない。

イ　被告を含む我が国の電力事業者の重大事故等への評価は、人的対応が失敗した後、溶融炉心・コンクリート相互作用（ＭＣＣＩ）に至る場合の進展評価や格納容器がバイパスされる事象（格納容器が閉じ込め機能を果たさなくなる事象）に対する進展評価が欠落しており、判定基準（セシウム１３７放出量１００ＴＢｑ）に適合しない不都合なシナリオを意図的に排除したものとなっている。しかし、防災対策としてそのような場合への備えも欠くことはできないのであるから、評価を省略すべきではない。

ウ　被告を含む我が国の電力事業者の重大事故等対策は、緊急対応要員の負担軽減が十分に考慮されておらず、様々な状況判断と必要以上の肉体作業（運搬、据付、操作）を求めている。最終的には人的対応に依存せざるを得ないとしても、最初からこれに依存した対策は適切ではない。また、人的対応に無理な時間制限を課しているが、例えば、巨大地震による事故の場合には、多くの併発事象と誘発事象が発生し、状況把握だけでもかなりの時間を要するはずである。さらに、地震やその後の事故対応における負傷、テロ攻撃の対象、事故対応中の環境悪化によるストレス（高温、高線量、轟音、揺れ、暗闇）といった人的対応ならではの弱点も認識されるべきである。

エ　被告を含む我が国の電力事業者の重大事故等対策は、全体的な設計思想として、①仮設「可搬式」よりも恒設、②手動よりも自動、③アクティブ（動力依存）よりもパッシブ（無動力）という考慮が欠落している。

(2)　重大事故等対策の不備（各論）

ア　大破断ＬＯＣＡ後の代替格納容器スプレイ

大破断ＬＯＣＡを想定した重大事故等の場合には、ＬＯＣＡデブリ（格納容器内で大破断ＬＯＣＡが発生することによって生じる保温材や塗装片等の廃棄物のこと）と燃料溶融デブリの相互作用についての評価を追加す

る必要がある。特に、保温材に炭酸塩が含まれる場合や大量の（無機、有機）亜鉛系やエポキシ系の塗装片が流れてくる場合には、燃料溶融デブリの熱で分解や燃焼、化学反応を起こす可能性もある。

イ　代替格納容器スプレイポンプ

代替格納容器スプレイポンプは１４０m³／hという仕様を設定しているが、本設のポンプの仕様は９４０m³／hであり、代替格納容器スプレイポンプの流量が著しく低く、直径４０cmの格納容器の中心までスプレイが届くのか疑わしい。また、既設の電動ポンプが使用できなくなることを想定しているにもかかわらず、代替格納容器スプレイポンプの動力を電動としている。さらに、４９分以内で準備を終えて起動させるという仮定の現実性にも大いに疑問がある。

ウ　海水注入の有害性と未解析現象

代替格納容器スプレイの水源として、中型ポンプ車による海水供給にも備える必要があるが、その中型ポンプ車の配備場所が岸壁に近い。被水して故障する懸念が少しでもあるならば、代替格納容器スプレイの重要性を考慮してより安全な待機場所を考えた方がよい。

海水の水質が不明であり、①塩の析出によって格納容器内でノズルや配管が閉塞するなど、有害な影響を生じさせるおそれ、②海水スプレイによって格納容器内に漂う塩の結晶が格納容器再循環ユニットにこびりつき、熱交換の特性を悪化させるおそれ、③海水が注入されることによって燃料デブリの融点が低下し、炉心の溶融や崩壊を加速させるなどの事態が発生するおそれ、④蒸気発生器において塩が析出し、応力腐食割れを起こして複数の細管に次々と破裂や破断が生じていくおそれがあるなど、海水注入に関しては、すべての用途においてそれぞれ重大な懸念と不確定さを抱えており、それらが技術的に解決されるまでは、安易に事故対応の手順に盛り込まれることが認められるべきでない。

エ　アニュラス空気再循環設備

この設備は、もともと、設計基準事故用に備えられているものであり、それが大規模な重大事故等において発生するヨウ素やセシウムに対して飽和することなく、初期の効率で吸着し続けることができるのか疑問がある。

オ　長期全交流電源喪失対応

本件原子炉の長期全交流電源喪失（ＬＴＳＢＯ）対応の手順は、サリー原子力発電所の対応と比較して著しく異なるわけではないものの、ＲＣＰシールからの漏えい率の仮定がサリー原子力発電所に比べて著しく少ない。しかし、その根拠とされている実験方法の正当性には疑問があり、たとえそれ自体が妥当であるとした場合でも、深層防護の観点（何らかの原因でＲＣＰシールからの漏えい率が急増した場合に対する次のステップ）からの不安が残る。

カ　ＲＣＰシールの漏えい評価・実験

被告は、温度３００℃、圧力１６．６ＭＰａのサブクール水環境（圧力１６．６ＭＰａの飽和温度は３５０℃以上）の条件でＲＣＰシールの漏えい評価・実験をし、漏えい率を１．５$m^3$／ｈと評価しているが、実際にＲＣＰシールが曝露される条件は、運転中の条件ではなく、運転停止後、そのようなサブクール水が残留熱で更に加熱され、飽和温度に達した条件であるから、飽和温度（加圧器安全弁が作動するときの圧力に対応）の水環境での追加実験を行い、さらに、シールの破壊が起こる実際の限界条件についても把握しておくべきである。

キ　中型ポンプと加圧ポンプの直列運転

中型ポンプと加圧ポンプによる遠心ポンプの直列運転は、小破断ＬＯＣＡによって一次冷却系の高圧が維持されつつ蓄圧タンクも使えないまま水位が低下する場合、原子炉圧力容器に注水することができず、待機運転を

しながら一次冷却系の減圧操作を待つことになる。しかし、被告が用意している遠心ポンプのような締切り運転は、しばらく続くとケーシング内の水温が上昇して沸騰し、蒸気バインディングと呼ばれる現象を起こし、高温に伴う故障や吐出圧の低下が発生する可能性がある。この事態を回避するためには、加圧ポンプの吐出から中型ポンプの入口に「ミニマム・フロー・ライン」を設け、熱交換器で冷却する方法があり得るが、システムが大型化してしまい、組立と運転に人手と時間を要するようになる。上記の直列運転には、このようなリスクとデメリットがあり、重大事故等対策としては最適ではない。

ク　逃がし弁による減圧操作

逃がし弁は、地震等によって動力源である高圧窒素ガスを送る配管が切断されること等により、作動しない可能性があるから、確実に働かせることができるとの思い込みは誤りである。

ケ　短期全交流電源喪失（ＳＴＳＢＯ）評価

被告は、全交流電源と同時に直流電源やＥＣＳＴ（非常用復水貯蔵タンク）の喪失も重複するという厳しい想定をしていない。直流電源の喪失によっては、ＡＦＷＰ（補助給水ポンプ）の起動ができなくなるだけではなく、主蒸気逃がし弁の操作も主要な運転パラメータの監視もできなくなり、状況把握が困難になる。

被告は、ＭＡＡＰコードによる解析予想の結果、損傷した原子炉圧力容器の底部から約１０時間にわたって断続的に炉心溶融物が落ちてくると仮定しているが、最新のＭＥＬＣＯＲコードでは、原子炉圧力容器の底部の崩壊は瞬時にして起こる現象として扱われ、キャビティ内の水は数分間で蒸発してしまうとされている。このように、本件原子炉に適用されているＭＡＡＰコードは、ＭＥＬＣＯＲコードにおけるクリープ破壊現象のモデル化が反映されていない。

コ　人員配置と現実の事故対応

本件原子炉の緊急対応要員は、常時３１人（当直運転員１０人を含む）が確保されているとのことであり、初動対応はこの３１人によって実行されるが、厳しい時間制限が課され、多くのタスクが並行して実施されなければならない場合には、決して余裕がある人数とはいえない。特に、原子炉事故が巨大地震によって誘発されたＳＢＯ（全交流電源喪失）によって発生する場合には、様々な追加業務と作業が重なる可能性がある。

サ　以上のとおり、本件原子炉の過酷事故対策は、好条件と成功を想定した楽観的なシナリオであること、併発・誘発に対する思慮が不十分であること、解析コードを過信しすぎていることといった本質的な問題点があり、明らかな不備がある。

（被告の主張）

(1)　重大事故等対策の合理性（総論）

ア　被告は、重大事故等対策を講じるにあたり、事象の発生頻度や仮に発生した場合の影響度合等を勘案し、対策を講じておくのが適切と考えられる有意な事象を複数選定した上で、それらの事象が発生した場合においても放射性物質が環境に大量に放出されるような事態を防止することができるよう対策を講じた。確かに、重大事故等対策は、通常では想定し難い極めて異常な原子炉等の状態を前提とするものであり、その対策との関連で生じる相互作用も含め、種々の物理・化学現象等の挙動に複雑な領域があり、現在も研究等の取り組みが行われているものがあることも事実であるし、偶発的な機器の故障や致命的な人的ミスの発生が重畳する可能性もゼロとはいえない。しかし、そのような可能性がゼロではないことをもって直ちに対策の合理性が失われることにはならず、被告が講じた重大事故等対策は、現在の知見を極力反映した上でハード・ソフト両面から多種多様な対策を講じているものであること、可能な限り種々の現象の不確かさを

考慮した上で評価を行って対策の有効性を確認しているものであること、原子力規制委員会による新規制基準への適合性審査においても相当程度時間を費やして議論されたものであること等からすれば、十分な合理性がある。

イ　被告は、重大事故等対策の有効性評価に当たり、確率論的リスク評価を活用して網羅的にシナリオを抽出し、抽出したシナリオを事象進展や対策の類似性の観点からグループとしてまとめて整理し、グループの中で厳しいシナリオを選択している。これは、事象の発生頻度や仮に発生した場合の影響度合い等を勘案し（確率論的リスク評価の結果を活用し）、対策を講じておくのが適切と考えられる有意な事象（整理した複数のグループの中で最も厳しいシナリオ）を選定した上で、対策を講じてその有効性を評価したということである。したがって、決定論的に重大事故等のシナリオを決めて、ナイトメア・シナリオのようなシナリオを除外しているわけではない。

ウ　被告は、炉心損傷に至った場合において重大事故等対策の効果や原子炉の状況をチェックする（予期せぬ事態へ至っていないかチェックする）上で参考とするためのアクシデントマネジメントガイドラインを整備しており、このガイドラインも参照しながら、発電所外において、シミュレーターを活用したプラントの事故進展予測等を行い、発電所の活動を支援する体制を構築している。また、運転操作等を担う発電所員の教育・訓練においては、運転操作等の失敗が発電所全体の安全性に与える影響の程度等を把握できるよう、確率論的リスク評価の結果を活用した教育も行っている。

エ　被告は、非常用ディーゼル発電機の機能喪失に備えた複数の常設の電源を備えており、可搬型の電源に依存しているわけではない。炉心の冷却手段についても同様であり、可搬型設備であるポンプ車等にだけ依存してい

るわけではなく、代替格納容器スプレイポンプ、充てんポンプ等の常設の設備を用いた冷却手段を確保している。また、可搬型設備には、使用に際し、常設の設備と比較して時間がかかるというデメリットはあるものの、複数の設備を分散配置でき、接続口を複数準備することによってプラント（原子炉施設）の状態に応じて柔軟に接続することができるなど、リスク分散や多様性の確保という点でメリットがあり、重大事故等対策を講じる上では重要な対策である。そして、可搬型設備は典型的なアクティブな設備であるが、上記のように多様な対応が求められる重大事故等対策においては、柔軟性の高いアクティブな設備には、パッシブな設備にはない別の価値がある。

(2) **重大事故等対策の合理性（各論）**

ア　大破断ＬＯＣＡ後の代替格納容器スプレイ

ＬＯＣＡデブリが原子炉下部キャビティ（原子炉容器下部の空間。原子炉容器が破損した場合、溶融炉心はここに流出する。）に至る経路上にはグレーチング（鉄格子）等があり、これによってＬＯＣＡデブリが堰き止められるため、原子炉下部キャビティ内へのＬＯＣＡデブリの流入は抑制される。一方で、グレーチングを通り抜けるような形状の小さなＬＯＣＡデブリが原子炉下部キャビティ内に流れ込む可能性はあるものの、現時点において、そのような場合にＬＯＣＡデブリと溶融デブリとの間で原子炉格納容器の健全性に影響を与えるような反応等が生じることを示す明確な知見はない。

イ　代替格納容器スプレイポンプ

代替格納容器スプレイポンプの揚程及び流量は、格納容器スプレイポンプのそれを下回るものの、被告は、格納容器破損防止対策の有効性評価において、代替格納容器スプレイポンプの所定流量でスプレイすることにより期待する効果が得られることを確認している。また、被告は、原子炉格

納容器内に放出される放射性物質の除去についても、代替格納容器スプレイの効果を期待しており、この点においても、評価上の所要の性能を発揮するために必要なスプレイ水の液滴径が確保されることを確認している。なお、被告は、格納容器スプレイポンプが使用できない場合の手段として、代替格納容器スプレイポンプによる以外にも、ディーゼル駆動のポンプ車（中型ポンプ車及び加圧ポンプ車）、消火ポンプ（電動及びディーゼル駆動）、消防自動車といった多様な手段を整備している。

ウ　海水注入の有害性と未解析現象

原子炉容器、一次冷却系や二次冷却系のように海水を注入することを前提とした設計とはなっていない系統・機器に対して海水を注入した場合、それらの系統・機器の健全性に問題が生じる可能性がないとはいえない。しかし、それらの系統・機器に対して海水注入を行うということは、複数確保している淡水源が使用できなくなったり、枯渇したりするなどして海水を注入するしか選択肢がないような状況に至っているということであり、海水注入を決断するのは、事業者として廃炉を決断する時であるから、海水注入を行った原子炉をその後も運転するということは想定しておらず、海水注入は、緊急時の措置として炉心の著しい損傷や原子炉格納容器の破損等を防止することを目的として行うものであり、海水注入の後、長期的にあらゆる機器の健全性を保つ必要があるわけではない。

エ　アニュラス空気再循環設備

アニュラス空気再循環設備は、基本的には設計基準事故時の影響緩和を目的とする設備であるものの、被告は、重大事故等が発生した場合における温度条件及び湿度条件によっても、微粒子フィルタ及びヨウ素フィルタの性能を維持できることを確認している。

オ　長期全交流電源喪失対応

被告は、全交流動力電源を喪失する事態に至り、さらに、原子炉補機冷

却機能喪失が重畳する場合について、ＲＣＰシールＬＯＣＡ（全交流動力電源が喪失するなどして、シール水の供給が停止するとともに原子炉補機冷却系が使用できなくなった場合に、ＲＣＰシールから一次冷却材が漏れ出して発生するＬＯＣＡのこと）が発生する場合（ＲＣＰシールからの漏えい率が大きい場合）と同事故が発生しない場合（ＲＣＰシールからの漏えい率が小さい場合）のいずれについても、炉心の著しい損傷を防止しつつ原子炉を安定停止状態へ移行できるよう追加対策を講じている。

カ　ＲＣＰシールの漏えい評価・実験

被告は、全交流動力電源喪失を仮定した解析において、ＲＣＰシールＬＯＣＡが発生しない場合（漏えい率をＲＣＰ１台当たり１．５$m^3$／ｈと設定）に加えて、これが発生する場合（漏えい率をＲＣＰ１台当たり１０９$m^3$／ｈと設定）についても解析条件として設定しているから、仮にＲＣＰシールからの漏えい率がＲＣＰ１台当たり１．５$m^3$／ｈより大きいものであったとしても、炉心の著しい損傷を防止しつつ原子炉を安定停止状態へ移行できるという解析結果を左右するものではない。また、本件原子炉で使用している国産のＲＣＰシールと同じ構造の試験装置を使用して試験を行った結果では、ＲＣＰシールの健全性が維持されることが確認されている。

キ　中型ポンプと加圧ポンプの直列運転

被告は、代替炉心注水の手段として、充てんポンプによる炉心注水、代替格納容器スプレイポンプによる炉心注水、ディーゼル駆動のポンプ車（中型ポンプ車及び加圧ポンプ車）による炉心注水及び消防自動車による炉心注水等の多様な手段を整備しており、現状で被告が講じている対策を前提としても、一次冷却系の圧力が高い状態にある場合には、加圧器逃がし弁による減圧を行いつつ、これらの代替炉心注水手段を用いた注水を行うことが可能である。

ク　逃がし弁による減圧操作

被告は、加圧器逃がし弁の確実な操作を担保するため、全交流動力電源喪失に備えて窒素ボンベ（加圧器逃がし弁用）を整備するとともに、さらに常設直流電源系までもが喪失する場合に備えて加圧器逃がし弁用可搬型蓄電池を整備している。

ケ　短期全交流電源喪失評価

被告は、全交流動力電源喪失時に補助給水機能が喪失する事態に至り、さらに、原子炉補機冷却機能喪失が重畳するという厳しい状況を仮定しても、原子炉格納容器の破損を防止できるよう追加対策を講じている。

被告は、直流電源の喪失に関し、所内常設蓄電式直流電源設備として、耐震Ｓクラス設計の「蓄電池（非常用）」及び「蓄電池（重大事故等対処用）」を設けており、これらにより、全交流動力電源喪失時にも２４時間にわたり必要な直流電源を供給し、主要な運転パラメータを監視することができること、その他にも７５ｋＶＡ電源車及び可搬型整流器で構成される可搬型直流電源装置を整備しており、この可搬型電源を使用して直流電源を供給し、主要な運転パラメータを監視することができることを踏まえ、全交流動力電源喪失と同時に直流電源を喪失することは想定していない。また、原告らが主張するＥＣＳＴは、本件原子炉における補助給水タンクに相当するものであると思料されるが、被告は、「全交流動力電源喪失時に補助給水機能が喪失する事故」において補助給水機能の喪失を仮定しているから、当該タンクの機能喪失も概念的にこれに包絡されている。

原子力規制委員会は、ＭＥＬＣＯＲコードによる解析を実施した結果等を踏まえ、被告のＭＡＡＰコードの解析結果の解釈は妥当であり、有効性評価に適用可能であると判断している。

コ　人員配置と現実の事故対応

被告は、重大事故等対策の有効性評価において、各班、運転員が行う操

作等の動きをタイムチャートで整理して検討しており、最も人員を要する時間帯においても対応が可能であることを確認している。また、被告は、極めて厳しい事象の発生を想定した上でも、ある程度の余裕を持って初動対応をとることが可能な人員配置を行い、かつ、常に訓練を繰り返して改善を図っていくこととしているのであって、現実の対応が予定通りに進まない可能性がゼロではないとしても、それをもって対策の合理性が失われることになるとはいえない。

## 10　本件原子炉の安全性に関するその他の問題点（争点１０）

### (1)　劣化に対する安全性

（原告らの主張）

原子炉施設には、金属材料やステンレス材料が用いられている。熱疲労やエロージョン・コロージョン等の疲労や腐食によって配管が破裂して冷却材が漏れると、炉心が空焚き状態となり、メルトダウンに至る。

また、炉心の核分裂で生じた中性子は、原子炉圧力容器内の壁（鋼）を脆くする（中性子照射脆化）。高温高圧の原子炉圧力容器に冷却材が一気に流入する事態となれば、強烈な加圧熱衝撃（ＰＴＳ）によって、原子炉圧力容器が一瞬で大爆発し、大量の放射性物質が環境に放出される。実際に、上記疲労及び腐食を原因とする配管の破断、冷却材漏れが複数の原子力発電所で発生しており、本件発電所１号炉と運転年数が近い原子炉で、中性子照射脆化が認められている。本件原子炉が運転開始から２７年経過していることも考慮すれば、本件原子炉には、配管や原子炉格納容器の劣化によるメルトダウンやＰＴＳの危険がある。

（被告の主張）

本件発電所においては、設備の保守管理について保全プログラムを策定して点検等を行うとともに、その有効性評価を行って継続的な改善に努めているし、原子炉施設の経年劣化に関する技術的な評価を行うとともに、これに

基づく長期保守管理方針を定め、劣化等により配管が破断することがないよう適切に管理している。そして、万が一、配管が破断したとしても、そのような事態に備えてＥＣＣＳ等の設備を設置しており、原子炉を冷却することができる。したがって、配管が破断したからといって、直ちに炉心が空焚き状態となりメルトダウンに至ることはない。

また、被告は、原子炉容器について、一次冷却材の温度及び圧力の制限範囲を定めて運転管理を実施するとともに、監視試験片を用いた試験等により中性子照射による将来の脆化度合いを把握し、ＰＴＳに対する評価（万一の事故時に原子炉容器に冷却水が注入され、急冷された場合の原子炉容器の健全性を確認するもの）を行い、原子炉容器の健全性には問題がないことを確認しているから、ＰＴＳにより本件原子炉が損傷することはない。

(2) 水素爆発に対する安全性

（原告らの主張）

ア　原子炉の冷却機能喪失の状態が続くと、炉心燃料の温度が上昇し、燃料が溶融する。燃料の溶融が炉心全体に広がる段階になると、大量の溶融燃料（溶融炉心）が落下し、原子炉圧力容器の底部に溜まり、原子炉圧力容器を破損し、溶融炉心が格納容器内に流出し、原子炉下部キャビティのコンクリート床上に溜まる。本件原子炉では、コンクリート床上に水張りをして溶融炉心を冷却することとしている。これらの事象が進展する中で、①ジルコニウム－水反応、②ＭＣＣＩを主な要因として、水素が発生する。水素が酸素と反応して熱を出すときの反応形態は、反応速度に応じて分類され、反応速度が速く、火炎の伝播速度が超音速であり、動的荷重（衝撃圧）を伴うものを爆轟（ばくごう）といい、機器・構造物や建物の壊滅的破損を避けるためには、強烈な圧力を発生させる爆轟の防止が必須となる。そして、本件原子炉のような加圧水型原子炉の場合、原子炉格納容器内で水素爆轟が発生する可能性があり、その場合、原子炉建屋内で水素爆発が発生

した福島第一原発事故とは比較にならないほどの大量の放射性物質が環境に放出される。本件原子炉の場合、水素爆轟の基準である１３％を超える濃度の水素が発生し、格納容器内で水素爆轟が発生する危険がある。

イ　被告は、解析コードＭＡＡＰに依拠してＭＣＣＩに伴い発生する水素は全ジルコニウム量の約６％の反応によるものであるとし、これと、炉心内の全ジルコニウム量の７５％が水と反応する（ジルコニウム－水反応）ことによる水素の発生を考慮して水素濃度を算定している。しかし、ＭＡＡＰには、ＭＣＣＩの進行を過小評価する特性があり、水張り条件での検証が実施されておらず、注水開始遅れ時間の感度解析が不十分であるという問題があるから、ＭＡＡＰコードに依拠したＭＣＣＩ解析に基づくジルコニウム反応量の評価は信頼できない。そして、新規制基準は、原子炉圧力容器が破損するまでの値として７５％、それに加えて原子炉圧力容器が破損した後のＭＣＣＩに伴う反応量を加える必要があるとして、７５％を超えた値で評価することを求めていること、ＭＣＣＩによる水素発生に不確かさがあることを考慮すれば、解析コードに依拠せず、炉心内の全ジルコニウム量の１００％が水と反応とするものとして評価すべきであり、その場合、水素濃度は最大１４．５％となる。したがって、水素爆轟の防止基準である１３％を超えるから、本件原子炉は、新規制基準に適合しない。

（被告の主張）

被告は、本件原子炉について、炉心の著しい損傷が発生した場合においても水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止する観点から、静的触媒式水素再結合装置及びイグナイタ（電気式水素燃焼装置）を用いて、水素濃度を低減させることにより水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止する手段を整備するとともに、原子炉格納容器内の水素濃度を監視するために格納容器内水素濃度計測装置等を設置した。そして、水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備を用いた対策の有効性評価においては、原子

炉格納容器内の水素発生量の算定について、原子力規制委員会の審査ガイドにおいて、「原子炉圧力容器の下部が破損するまでに、全炉心内のジルコニウム量の７５％が水と反応する」ことを想定するよう定められていることを踏まえ、解析から得られた反応割合は７５％を大きく下回る約３０％であったが、これを多めに補正して７５％が反応することとした上で、さらに、不確かさの考慮として、原子炉下部キャビティに十分な水量が確保されている状況では一般的に発生しないと考えられているＭＣＣＩに伴う水素の発生も合わせて考慮した評価を行ったとしても、格納容器内の水素濃度を１３％未満に抑えることが可能であり、本件原子炉において水素爆発が発生することはないことを確認した。

(3) プルサーマルに関する安全性

（原告らの主張）

本件原子炉では、ＭＯＸ燃料と高燃焼度ウラン燃料ステップ２を併用したプルサーマルが行われているが、このようなプルサーマルは世界でほとんど実績がなく、これは、事故の危険性を高める要因である。また、ＭＯＸ燃料には、①ウラン燃料と比較して、制御棒の効きが悪くなり、停止余裕が低くなる、②融点が低下する、③熱伝導度が悪くなる、④ボイド係数（冷却材中の蒸気泡（ボイド）の増加に対する核分裂反応の変化の割合を示すもの）の絶対値が増えるといった特性があり、これらの特性により、事故が起こりやすくなる。さらに、ＭＯＸ燃料には、プルトニウム等の放射能が含まれており、外部に放出された際には、深刻な内部被ばくを引き起こす。

（被告の主張）

被告は、ＭＯＸ燃料の特性を把握し、安全性を確認した上で本件原子炉に装荷している。まず、被告は、原子炉内の燃料等を適切に配置することによってウラン燃料だけを使用した炉心と同等の制御棒制御能力及び反応度停止余裕を確保できることを確認している。次に、ペレット融点及び熱伝導率が

低下する傾向にあることについても、被告は、本件発電所で採用しているプルトニウム含有率１３ｗｔ％以下の範囲内ではウラン燃料との差は小さく、また、燃料中心最高温度の評価値は、ウラン燃料と同程度であり、基準値に対して十分余裕があるため、影響は生じないことを確認している。ボイド係数の絶対値が増えること（より負となる傾向にあること）についても、ＰＷＲの原子炉において、ボイド係数による反応度が炉心に与える影響は小さい。

また、高燃焼度ウラン燃料とＭＯＸ燃料とを併用することについても、併用した場合の燃え方及び制御性について十分に検討し、必要な処置を施しており、原子炉を止める能力を確保すること、原子炉内の出力分布を平坦化できることなど、安全性が確保できることを確認している。

(4) 航空機落下に対する安全性

（原告らの主張）

ア　本件発電所は、アメリカ海兵隊の岩国基地と普天間基地を結ぶルート上に位置しており、昭和６３年６月、アメリカ軍のヘリコプターが本件発電所の敷地から約４００ｍの地点に墜落し、乗員７人全員が死亡する事故が発生した。それ以外にも、本件発電所の周囲では、航空機事故が多発している。上記ヘリコプター事故の後、安全設計審査指針や航空機落下確率に対する評価基準が策定され、１０$^{-7}$回／炉・年（１原子炉当たり１年）を超えない場合には、航空機事故に備えた設計をする必要がないとされたが、結局、本件原子炉について、航空機事故に備えた設計はなされていない。

イ　航空機落下に対する評価基準は、事故事例及び運航実績の集計期間は原則として最近の２０年間とし、国内データに限定するなど、もっぱら確率を下げる仕組みとなっており、航空機事故が多発する本件発電所の特殊性は捨象され、発生から２０年以上経過した事故は、審査の際に全く考慮さ

れない。そして、上記評価基準は、福島第一原発事故の後も維持され、新規制基準の内容となっているから、新規制基準が違法であることは明らかである。

ウ　被告は、本件原子炉の施設への航空機落下確率は６．５×１０$^{-8}$回／炉・年であるから、設計上、航空機の落下は考慮しなくてもよいとしながら、３２ｍ離れた１０$^{-7}$回／炉・年以上の確率となる地点に航空機が落下しても、火災の影響はないとしている。しかし、３２ｍ離れただけで１．５倍以上も確率が違うことを合理的に説明することはできない。本件原子炉について、航空機事故の実質的な審査はされておらず、航空機事故による事故の危険がある。

（被告の主張）

ア　被告は、航空機落下に対する防護設計を行う必要があるか否か検討を行い、設置許可基準規則解釈に引用されている航空機落下確率評価基準（乙Ｅ２３）等に基づき、航空機落下確率が１０$^{-7}$回／炉・年を超えるか否かを基準に判断することとし、上記評価基準に定められた手法で航空機落下確率を算定した結果、約６．５×１０$^{-8}$回／炉・年となったことから、本件原子炉においては航空機落下に対する防護について設計上考慮する必要がないと判断した。また、被告は、外部火災の評価として、評価対象施設から一定程度離れた地点に航空機が落下した場合に発生する火災により、本件原子炉の安全機能が損なわれないことも確認した。そして、本件原子炉においては、外部事象として航空機落下を考慮した設計を行う必要はないものの、被告は、重大事故等対策の観点から、故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによって原子炉施設の大規模な損壊が生じた場合に備えた体制を整備するとともに、故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対して原子炉格納容器の破損を防止するための施設として特定重大事故等対処施設を設置し、運用を開始している。

イ　航空機落下確率評価基準は、原子力発電所における航空機落下確率を算定する上で合理的と考えられる限定を行っているものに過ぎず、確率を下げるため評価対象とする落下事故に関して不当な限定をしているものではない。

ウ　原告らは、被告の本件原子炉に係る航空機落下確率の評価と外部火災の評価における航空機落下確率とを照らし合わせ、被告の評価及び原子力規制委員会の審査が不合理であると主張するが、航空機落下による外部火災の評価において評価対象施設と同施設から一定程度離れた地点との間で航空機落下確率が異なるのは当然であり、原告らの主張は、航空機落下による外部火災の評価の仕組みを正解しないものである。

(5)　テロリズム対策

（原告らの主張）

ア　新規制基準は、意図的な大型航空機衝突等のテロリズム等に対する安全性を高めるために、特定重大事故等対処施設の設置を求めているが、これが同時に意図的な航空機衝突等のテロリズムの対象になれば、その対策は全く機能しない。また、意図的な航空機衝突等によって、多数の重要配管の破断や格納容器、圧力容器の損傷等が生じた場合、特定重大事故等対処施設が健全であっても、特定重大事故の発生を防止する方策はない。

イ　新規制基準におけるテロリズム対策は、特定重大事故等対処施設を設置することだけである。しかし、テロリズムの現実的危険が及んでいるのは原子力発電所の施設だけではなく、例えば、原子力発電所につながる高圧送電線の鉄塔が破壊されれば、たちまち外部電源が失われ、原子力発電所は緊急事態に陥る。このように、原子力発電所の施設以外の関連施設にテロリズム対策を講じる必要があり、それがなされていない新規制基準は、テロリズム対策としては不十分である。

ウ　新規制基準には、ミサイル攻撃による破滅的事故を回避する方策は全く

考えられておらず、欠陥というほかないし、また、アメリカのＤＢＴ（設計基準脅威）やＨＡＢ（セキュリティ分野の重大事故等に相当する。）のようなテロ対策はなく、我が国の原子力発電所は無防備の状態にある。

（被告の主張）

ア　被告は、安全上重要な設備を含む区域を設定して侵入防止の障壁によって防護した上で、巡視、監視等を行うことにより接近管理及び出入管理を適切に行うとともに、探知施設を設け、警報、映像等を集中監視し、防護した区域内においても、施錠管理により、原子炉施設等の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムへの不法な接近を防止している。また、本件発電所に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件を持ち込むことを防止するため、持込み点検を実施するとともに、サイバーテロを含む不正アクセス行為を防止するための必要な措置を講じている。さらに、可搬型重大事故等対処設備については、その代替する機能に応じて適切な離隔距離を確保するなどして分散して保管している。

イ　被告は、故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対して原子炉格納容器の破損を防止するための施設として、特定重大事故等対処施設を設置し、運用している。

ウ　被告は、原子炉建屋等への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる大規模な損壊が生じた場合における体制の整備を行っている。

また、ミサイル攻撃等の大規模なテロ攻撃に対しては、国民保護法等に基づき、緊急対処事態として国が対策本部を設置し、原子力災害への対処、放射性物質による汚染への対処等に当たり、被告を含む原子力事業者は、国と連携してこれに対処することとしている。

## 11　避難計画（争点１１）

### (1)　避難計画の不備と人格権侵害の具体的危険との関係

（原告らの主張）

ア　原子力発電所は、大量の放射性物質を発生させることによって周辺住民の生命及び身体に重大かつ深刻な被害を与える可能性を本質的に内在させており、原子力発電所の事故は、高度な科学技術力をもって複数の対策を成功させ、かつ、これを継続できなければ収束に向かわず、一つでも失敗すれば、事故が進展し、多数の周辺住民の生命及び身体に重大かつ深刻な被害を与えることになりかねないため、他の科学技術の利用に伴う事故とは質的に異なる特性がある。そして、現在の最新の科学技術をもってしても原子力発電所の事故の原因となり得る地震等の事象の発生の予測を確実に行うことはできず、いかなる事象が生じたとしても原子力発電所の施設から放射性物質が周辺の環境に絶対に放出されることがないという絶対的安全を達成することはできないため、原子力発電所の安全性は、深層防護の考え方によって確保されており、深層防護の考え方による安全確保においては、ある防護レベルの安全対策を講ずるに当たり、その前に存在する防護レベルの対策を前提としないこと（前段否定）が求められるのであるから、深層防護の第１から第４までの防護レベルが達成されているとしても、避難計画等の深層防護の第５の防護レベルが不十分であれば、原子力発電所が安全であるということはできない。したがって、実現可能な避難計画の策定及びこれを実行し得る体制が整わず、深層防護の第５の防護レベルが欠落し、又は不十分な状況の下で原子力発電所を運転することは、周辺住民の人格権を侵害する具体的危険を生じさせるものである。

イ　原子力発電所に内在する放射性物質の生命及び身体に対する深刻な影響を考慮すれば、何らかの避難計画が策定されてさえいれば原子力発電所の安全性が確保されているなどと評価できるはずはないし、避難を実現することが困難な避難計画が策定されていても深層防護の第５の防護レベルが達成されているということはできない。そして、深層防護の第５の防護レ

ベルについて、第１から第４までの防護レベルと同様に大規模噴火、大津波及び火山の噴火等の自然現象による原子力災害を想定すべきであることからすれば、深層防護の第５の防護レベルが達成されているといえるためには、これらの自然現象による原子力災害を想定した上で、全面緊急事態に至った場合に、ＰＡＺ及びＵＰＺだけではなくＵＰＺ外においても、原子力災害対策指針による段階的避難等の防護措置が実現可能な避難計画が策定され、これを実行し得る体制が整っていなければならない。

（被告の主張）

ア　本件原子炉の運転により放射性物質が環境へ大量に放出される事故が発生する蓋然性がなければ、原告らの人格権が侵害される具体的危険はないのであるから、本件原子炉の運転により放射性物質が環境中へ大量に放出される事故が発生する蓋然性が認められないのであれば、原子力災害対策についての原告らの主張はその前提を欠くことになる。

イ　被告は、本件原子炉について、自然的立地条件に対する安全を確保し、事故防止に係る安全確保対策を講じており、本件原子炉の運転により放射性物質が環境中に大量に放出される蓋然性はない。したがって、原告らの原子力災害対策に係る主張の内容の如何にかかわらず、本件差止請求は認められない。したがって、本件発電所に係る原子力災害対策等の内容は、本件差止請求の理由とはならない。

(2)　避難計画の合理性

（原告らの主張）

ア　本件発電所は、細長く、平地に乏しい佐田岬半島の根元に立地している。佐田岬半島の本件発電所よりも西側には、５４４７名の住民が居住しており、本件発電所で事故が発生した場合、陸路で避難するためには、佐田岬半島の先端から根元へ向けて避難をしなければないため、本件発電所に近づかざるを得ないが、主要な避難道路である国道１９７号線は、本件原子

炉からわずか１ｋｍの近さを通っている。また、佐田岬半島に沿って中央構造線断層帯が存在しており、南海トラフ巨大地震によって佐田岬半島において想定される津波水位が高く、佐田岬半島の大部分が土砂災害警戒区域等に該当する。したがって、佐田岬半島からの避難は困難を極めることが容易に想定される。

イ　予防避難エリア

(ｱ) ＵＰＺのうちＰＡＺよりも西の佐田岬半島地域を予防避難エリアといい、４１３７名の住民が居住している。しかし、この予防避難エリアに係る避難計画（愛媛県広域避難計画、伊方地域の緊急時対応（内閣府）、伊方町地域防災計画（原子力災害対策編）・伊方町避難行動計画）は、地震による原子力発電所の事故を具体的に想定しておらず、第５の防護階層である避難計画に不十分又は欠落がある。

(ｲ) 陸路については、地震によって発生する地すべり、土砂災害又は急傾斜地崩壊によって避難経路（国道１９７号線又は県道２５５号線）が複数箇所で寸断され、避難することができない。また、自家用車等による避難が困難な住民については、一時集結所に移動した後、愛媛県が手配するバス等による避難を実施するとされているものの、一時集結所は、地すべり警戒区域内に所在するなどしているため、地震による事故時には機能しない。海路については、地震によって港湾が損傷し、船を出すことができない。また、海路避難に際し、住民は一時集結所に集まることとされているものの、一時集結所への経路が寸断されるおそれがあるし、一時集結所は、土砂災害警戒区域内に所在しているため、機能しない。さらに、船舶を調達しようとしても、被ばく量が１ｍＳｖを下回る場合でなければ民間事業者へ協力を要請できず、乗船人数も数名～２００名程度であるため、多数の住民を迅速に避難させることは不可能である。空路については、佐田岬半島で空路避難に用いることが想定されて

いるヘリポートが、地震によって発生する地すべり、土石流又は急傾斜地崩壊に巻き込まれて機能しないおそれがある。また、ヘリコプターの輸送能力の検証がされていない。

したがって、地震による事故時、予防避難エリアの住民は、陸路、海路及び空路での避難ができない。

(ウ) 予防避難エリアでは、避難できない場合、自宅、放射線防護施設、屋内退避施設において屋内退避をすることとされている。

しかし、地震発生時に自宅において屋内退避をすることは不可能である。また、自宅での屋内退避が不可能な場合に放射線防護施設へ避難しようとしても、予防避難エリアの放射線防護施設はその大部分が土砂災害警戒区域内に所在しており、収容可能人数も圧倒的に不足している。さらに、屋内退避施設も、半数以上の施設が土砂災害警戒区域内にあり、地震発生時に機能しないおそれがある。加えて、放射線防護施設や屋内退避施設への経路が、土砂崩れ、地すべり又は津波等により寸断され、これらの施設にたどり着くことができない事態も発生する。

したがって、地震による事故時、予防避難エリアの住民は、自宅、放射線防護施設及び屋内退避施設での屋内退避ができない。

ウ　ＰＡＺ

ＰＡＺに係る避難計画（愛媛県広域避難計画、伊方地域の緊急時対応（内閣府）、伊方町地域防災計画（原子力災害対策編）・伊方町避難行動計画）は、基本的に陸路避難とされ、状況によっては、本件発電所より西のＰＡＺについて海路避難や空路避難が予定されているが、地震による原子力発電所の事故を具体的に想定しておらず、第５の防護階層である避難計画に不十分又は欠落がある。

陸路については、佐田岬半島内の避難経路は国道１９７号線又は県道２５５号線であるが、いずれの経路も、複数箇所で土砂災害又は地すべりに

よって損壊又は寸断されることが容易に想定される。また、一時集結所は、地すべり警戒区域内に所在するなどしており、地震による事故時には機能しない。海路及び空路についても、予防避難エリアと同様に、避難することができない。

ＰＡＺでは、原則として即時に避難することとされ、屋内退避は予定されていないものの、周囲の状況等により避難をすることがかえって危険を伴う場合等やむを得ないときは、屋内での待避等の緊急安全確保措置を実施するとされている。しかし、予防避難エリアと同様に、自宅での屋内退避は不可能であるし、放射線防護施設は、土石流警戒区域等に覆われているため機能せず、屋内退避施設も、土砂災害警戒区域等に重なっている施設がある。

したがって、地震による事故時、ＰＡＺの住民は、陸路、海路及び空路での避難ができず、自宅、放射線防護施設及び屋内退避施設での屋内退避もできない。

エ　ＵＰＺ

愛媛県広域避難計画は、全面緊急事態に至った場合、ＰＡＺ及び予防避難エリアの住民は即時避難するが、ＵＰＺの住民は、まず屋内退避をし、その後に避難又は一時移転をするとしている。しかし、ＵＰＺの住民の自主避難を抑制することはできず、これによって発生する交通渋滞により、ＰＡＺの住民等の避難に多大な時間を要する事態が発生し、逆に、ＰＡＺの住民等の避難が完了するまでの間、ＵＰＺの住民の屋内退避を継続した場合、ＵＰＺの住民の遠方への避難が遅れ、長時間にわたって放射線による汚染地域に滞留することを余儀なくされる。また、ＵＰＺ圏の市町（八幡浜市、大洲市、宇和島市、内子町、伊予市）の避難計画は、地震による事故を具体的に想定したものではなく、重大な過誤、欠落がある。

オ　ＵＰＺ外

愛媛県広域避難計画は、ＵＰＺ外の住民の避難について何ら具体的計画が策定されていない。特に、ＵＰＺ外にある松山市は、人口が約５０万人であるものの、避難計画が策定されていない。しかし、福島第一原発事故やチェルノブイリ原子力発電所の事故の被害状況や汚染状況をみれば、３０ｋｍ圏外にも放射性物質は優に拡散する。

カ　安定ヨウ素剤の配布

愛媛県広域避難計画では、①ＰＡＺ及び予防避難エリアの住民に対しては、施設敷地緊急事態となった段階で安定ヨウ素剤の服用準備（配布等）が行われ、全面緊急事態になった段階で服用が指示され、②ＵＰＺの住民に対しては、施設敷地緊急事態となった段階でも安定ヨウ素剤の服用準備（配布等）が行われることはなく、全面緊急事態になった段階で安定ヨウ素剤の服用準備（配布等）が行われ、その後、原子力規制委員会の判断に基づき、避難又は一時移転と同時に服用が指示される仕組みとなっており、安定ヨウ素剤は、平時の段階で住民に配布されていない。

しかし、安定ヨウ素剤の服用時期は、放射性ヨウ素を体内に取り込む２４時間前であり、複合災害による交通網の途絶、安定ヨウ素剤設置場所の確保の困難さ、安定ヨウ素剤の配布を受けるために住民が移動することは屋内退避と矛盾すること、緊急時の事後配布では、安定ヨウ素剤を服用後に副作用が生じないかについて、医療関係者のいる場所又は相談窓口のある場所で３０分間容体を観察しなければならないものの、その体制を整えることが不可能又はそのために長時間を要することからすれば、事後配布では適切な服用時期に間に合わず、事前配布が必要である。

したがって、愛媛県広域避難計画は、安定ヨウ素剤の事前配布が計画されていない点において、実効性がない。

キ　輸送手段の確保

愛媛県広域避難計画では、バス等の避難手段について、県及び重点市町

が愛媛県バス協会や愛媛県旅客船協会等の協力を得て、必要な箇所へ手配するとされているが、民間交通業者との間の覚書では、運転手等の被ばく量が１ｍＳｖを下回る場合でなければ避難活動に協力を要請することができないこととなっており、ＵＰＺの住民が避難を開始するような放射線量の高い環境では、愛媛県バス協会等から輸送業務への協力が得られない。したがって、輸送手段が確保できていないといわざるを得ない。

ク　避難行動要支援者の避難

愛媛県広域避難計画では、要配慮者（高齢者、障害者、乳幼児その他の特に配慮を要する者）について、社会福祉施設等入所者は避難先の社会福祉施設等へ緊急入所を行い、病院等入院患者は病院等へ搬送を行うとされている。しかし、社会福祉施設からの避難や在宅の避難行動要支援者の避難等については、屋内退避先の施設や一時集結所等が土砂災害警戒区域や土石流警戒区域等に覆われているなど、地震による原子力発電所の事故を具体的に想定したものにはなっていない。また、病院からの避難については、地震による原子力発電所の事故が発生した場合、地震や津波による負傷者の搬送によって病院がひっ迫するほか、病院自体も被災すると想定されること、担送患者の搬送は大型バスで１０人が限界であるため、多数のバスが必要であること、重症患者の搬送には医療従事者による看視と治療継続が必須であるものの、ＤＭＡＴが想定されておらず、医療従事者の確保が課題であること、患者らの受入先を事前に決めていないことその他の問題点があり、現状の避難計画では、福島第一原発事故のときの病院からの避難の際に起きた悲劇を繰り返すこととなる。

ケ　避難退域時検査

この検査は、避難又は一時移転する避難者自身の被ばく状況を確認し、その後の放射線防護や健康管理に活用すること、避難先への汚染の持込みを防止することを主な目的としている。しかし、退域時検査では、避難経

路の途中に退域時検査場所を設け、避難者らがその検査場所へ立ち寄る必要があり、退域時検査場所へ向かう時間やスクリーニングに時間を要するほか、退域時検査場所への出入り自体が渋滞の要因となること、退域時検査場所に流入する車列と流出する車列が交差することによって相互に阻害し合って車両が動けなくなったり、退域時検査場所の処理能力が出入口の交通処理能力によって制約されたりすること等の問題があり、これらを踏まえると、伊方地域での避難には、計算上だけでも３００時間前後の時間がかかることになる。

コ　避難計画の前提となる事故想定

原子力規制委員会は、原子力発電所の周辺自治体に対し、最大でもセシウム１３７の放出量が１００ＴＢｑの事故を想定して避難計画を策定するよう支援（指導）しており、原子力災害対策指針も、この事故想定を前提に策定されていることがうかがわれるが、これは、福島第一原発事故のときに放出された多数の放射性物質のうちの１種類のセシウム１３７に着目し、かつ、わずか１００分の１の放出量を想定した規模の事故である。このような過小な事故想定に基づいて避難計画を策定しても、想定を超える事故が発生すれば、大混乱に陥る。

サ　以上によれば、本件原子炉については、第５層の防護階層が欠けており、許容することができない具体的危険があるといえる。

（被告の主張）

ア　本件発電所に係る伊方地域における緊急時対応については、地方公共団体が定める地域防災計画（原子力災害対策編）に加え、愛媛県地域防災計画に基づく愛媛県広域避難計画、伊方町避難行動計画及び本件発電所から３０ｋｍ圏内の市町の避難行動計画に定められており、これらを取りまとめたものとして伊方地域の緊急時対応（内閣府）が策定されている。この対応計画は、平成２７年８月に開催された第１回伊方地域原子力防災協議

会において、その内容が具体的かつ合理的なものとなっていることが確認され、同年１０月に開催された第５回協議会で了承されている。

イ　住民の避難

伊方地域においては、ＰＡＺ及びＵＰＺのほかに、ＰＡＺより西の佐田岬半島地域について、その住民が陸路で避難する場合には本件発電所の近傍を通過しなければ避難できないため、ＰＡＺに準じた避難等の防護措置を講じる「予防避難エリア」を設けている。

住民避難の基本的な流れは、緊急事態の段階に応じて、①警戒事態が発生した場合、ＰＡＺ内の避難行動要支援者の避難準備を開始し、②施設敷地緊急事態になった場合、ＰＡＺ内の避難行動要支援者に避難を指示し、ＰＡＺ内の一般住民の避難準備を開始し、③全面緊急事態に至った場合、ＰＡＺ内の一般住民に避難を指示し、プラントの状況に応じてＵＰＺ内の住民に屋内退避を指示し、④放射性物質が放出された場合、ＵＰＺ内外の住民等に対し、緊急時モニタリングの結果等を踏まえ、ＯＩＬに基づき、一時移転等の防護措置の実施を指示するというものである。また、予防避難エリアにおける避難は、地理的条件等を考慮し、本件発電所や周辺の道路・港湾等の状況に応じ、多様な対応（陸路避難、海路避難、空路避難、屋内退避）を準備し、これらの防護措置を組み合わせて対応する。愛媛県及び伊方町は、警戒事態が発生した段階から、道路や港湾等の状況を確認して避難方法の検討を行い、施設敷地緊急事態が発生した段階で、防護措置の方法を決定し、住民らに広報を実施することとしている。

そして、陸路、海路及び空路の具体的な避難方法等については、地域、避難者等に応じて様々なケースを想定し、バス、船舶、ヘリコプター等による避難又は屋内退避を発電所や道路・港湾等の状況に応じて適切に組み合わせて対応することとしている。

ウ　原告らの主張について

(ｱ) 伊方地域の緊急時対応（内閣府）では、陸路による避難経路が敷地付近を通っていることによって住民の避難が困難とならないよう計画が策定されており、陸路による避難が困難となった場合も想定し、大分県又は愛媛県内等へ海路で避難する手段、愛媛県等のヘリコプターにより空路で避難する手段も併用し、その上で、仮にすべての避難方法がとれない場合や避難することがかえって危険を伴うような場合に屋内退避を指示する場合（ケース４）も設定している。したがって、特定のケースにおいて特定の手段による避難ができない可能性があるとの原告らの指摘は、多様な対応手段（陸路避難、海路避難、空路避難、屋内退避）を準備し、これらの防護措置を組み合わせた対応をとることとしている伊方地域の緊急時対応（内閣府）に係る計画を正解しないものである。また、原告らは、地震発生時には屋内退避ができないと主張するが、自然災害による人命に対する差し迫った危険がある場合にまで屋内退避を強行することが想定されているものではないし、令和５年９月、佐田岬防災センターが新たに設置されるなど、屋内退避施設の充実化も図られている。

(ｲ) 伊方地域では、安定ヨウ素剤の配布及び服用の計画が立てられており、愛媛県広域避難計画等において、ＰＡＺ、ＵＰＺ及びそれ以外の地域で講じられるそれぞれの防護措置の段階に応じて、安定ヨウ素剤の配布方法及び服用の時期が適切に定められている。伊方地域では、ＰＡＺの住民を対象として安定ヨウ素剤の事前配布が行われているが、安定ヨウ素剤の不適切なタイミングでの服用は、効果がほとんどないだけでなく、有益性よりも有害性が大きくなることも指摘されていることを踏まえれば、むやみに事前配布を行うことが有効とはいえない。

(ｳ) 原告らは、予防避難エリア内の放射線防護対策施設の収容可能人数が不足している旨主張するが、予防避難エリアにおける屋内退避は、最寄りの屋内退避施設での実施が基本であり、全住民が放射線防護対策施設

で屋内退避をすることは前提となっていない。そして、予防避難エリア内において、放射線防護対策施設での屋内退避が必要とされる者は１８０名であり、放射線防護対策施設の収容可能人数は１４４９名（津波の影響が少ない施設を選定した場合）となっており、十分に余裕がある。

(エ) 原告らは、伊方町内の放射線防護施設や屋内退避施設が土砂災害警戒区域等にあり、緊急時に利用できないおそれがあると主張するが、すべての施設が同時に被災することは考え難いし、放射線防護対策施設及び屋内退避施設での屋内退避が必要な住民に対する収容人数には十分な余裕がある。

(オ) 原告らは、民間運輸関係団体等との協定書等では、運転手等の被ばく線量が１ｍＳｖを下回る場合でなければ協力要請ができないため、輸送手段が確保できていないと主張するが、ＰＡＺ及び予防避難エリアの住民は、放射性物質が大量に放出される事態に至る前に避難等の防護措置を講じることにしており、避難を実施する事態に至ったとしても、直ちに１ｍＳｖ以上の被ばくが生じ得るわけではない。また、避難手段は、県等が手配したバスや船舶、鉄道等の公共手段のほか、防災関係機関の車両や船舶、ヘリコプター等も想定されており、不測の事態により確保した輸送能力で対応できない場合、関係自治体の要請により実動組織（警察、消防、海保庁、自衛隊）が必要に応じて支援を実施することとなっている。

(カ) 原告らは、全面緊急事態において、ＰＡＺ及び予防避難エリアの住民が先に避難を実施するとされているものの、ＵＰＺの住民が自主避難を実施することによる交通渋滞が発生するため、ＰＡＺの住民等の避難に多大な時間を要する事態は避けられないと主張するが、愛媛県広域避難計画では、ＵＰＺの自主避難の車両による避難ルートの混雑が生じることも想定した上で、適切な避難ルートの設定及び避難を円滑に行うため

の対策が講じられている。また、原告らは、ＰＡＺの住民等の避難が完了するまでの間、ＵＰＺの住民の屋内退避を継続することにより、ＵＰＺの住民の遠方への避難が遅れ、長時間にわたって放射線による汚染地域に滞留することを余儀なくされると主張するとともに、ＵＰＺ外の住民の避難について何ら具体的計画が策定されていないと主張するが、我が国の原子力災害対策重点区域の範囲は、過去の事故を踏まえた適切なものであるし、適切な防護措置を講じる観点からも、ＵＰＺ外で事故時に直ちに避難することを前提とする避難計画を策定する必要性はない。

(ｷ) 原告らは、ＵＰＺ圏の市町の避難計画には重大な過誤、欠落があると主張するが、避難計画は、飽くまでベースモデルの位置付けのものであり、実際に避難の必要が生じた場合には、避難計画を基準に、災害の種類、規模及び被災状況等に応じて複数の方法や手段を組み合わせつつ、臨機に対応する必要があることは、避難計画においても当然のこととして予定されている。

(ｸ) 原告らは、過小な事故想定に基づいて避難計画を策定しても、想定を超える事故が発生すれば、大混乱に陥ると主張するが、原子力災害対策指針は、放射性物質の拡散態様等を踏まえた上で、原子力発電所の状況（緊急時区分）と発電所からの距離（原子力災害重点区域）に応じて防護措置の内容や実施方法等を規定しているのであり、具体的な放射性物質の放出量を事前に設定した事故想定を置いているわけではない。また、原子力規制委員会は、最大でもセシウム１３７の放出量が１００ＴＢｑの事故を想定して避難計画を策定するよう支援（指導）しているわけではないし、原子力災害対策指針がその事故想定を前提に策定されているわけでもない。

## 第５　当裁判所の判断

### １　人格権に基づく差止請求権の要件等（争点１）

(1) 差止請求権の要件

ア　個人の生命及び身体等の重大な保護法益が侵害される具体的危険がある場合、当該個人は、人格権に基づく妨害予防請求として、侵害行為を予防するため、当該侵害行為の差止めを請求することができる。そして、原子炉は、核分裂の過程において高エネルギーを放出するウラン等の核燃料物質を燃料として使用する装置であり、その稼働により、内部に多量の人体に有害な放射性物質を発生させるものである（前提事実３）から、その安全性が確保されないときは、当該原子炉施設の周辺住民の生命及び身体等に重大な危害を及ぼすほか、周辺環境を長期間かつ広範囲にわたって汚染するなど、深刻な災害を引き起こすおそれがある。このことは、福島第一原発事故による被害（前提事実６(1)）からしても明らかであるといえる。したがって、本件原子炉の安全性に欠けるところがあり、その運転に起因する放射線被ばくによって原告らの生命及び身体等に直接的かつ重大な被害が生じる具体的危険がある場合には、原告らは、人格権に基づく妨害予防請求として、本件原子炉の運転の差止めを求めることができる。

イ　科学技術の分野において、災害発生の危険性が絶対にないという絶対的安全性を達成することはできないとされており、科学技術を利用した装置は、人の生命及び身体等を侵害する危険性を伴っているものの、その危険性が社会通念上容認できる水準以下のものであるか、又は、その危険性の相当程度が管理できるものと考えられる場合には、その危険性の程度と科学技術の利用により得られる利益の大きさとの比較衡量の上で、その装置は一応安全なものとして利用されている（相対的安全性）。

原子炉の利用についても同様であり、どのような異常事態が発生しても原子炉内の放射性物質が外部の環境に放出されることがないという絶対的安全性を求めることはできず、上記の相対的安全性の考え方が相当するものというべきである。もっとも、上記アのとおり、原子炉の事故を原因と

して外部に放出される放射性物質による被害の程度が深刻であり、長期間かつ広範囲にわたって生じるおそれがあることを考慮すると、原子炉には高度の安全性が求められている。そうすると、放射性物質の放出による被害発生の危険性の程度が、電力事業者が新規制基準による規制の下にする管理によって、社会通念上無視し得る水準にあると評価することができる場合には、その運転が許容されると解される。反面で、原子力発電所が上記のような相対的安全性を欠くときは、その運転によって周辺住民の生命及び身体等を侵害する具体的危険があるというべきである。

ウ　福島第一原発事故の反省や教訓を踏まえ、原子力利用における安全の確保を図ることを任務とする原子力規制委員会が設置され、その委員長及び委員は、原子力利用における安全の確保に関して専門的知識及び経験並びに高い識見を有する者のうちから任命され、独立して職権を行使するものとされ（前提事実６(2)・19頁）、改正原子炉等規制法は、発電用原子炉の設置及び変更について原子力規制委員会の許可を受けなければならないとし（前提事実６(3)・21頁）、これらの許可の要件の一つとして、「発電用原子炉施設の位置、構造及び設備が核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物又は発電用原子炉による災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準に適合するものであること」を定め（前提事実６(4)イ・23頁）、発電用原子炉施設の安全性に関する基準の策定及び安全性の審査権限を原子力規制委員会に付与し、同委員会は、この権限に基づき、設置許可基準規則等を制定している（前提事実６(3)(4)）。このような原子力発電所に求められる安全性の具体的基準を策定するに当たっては、自然災害や人為的要因等の事故発生の原因となり得る事象を想定した上で、多角的、総合的な見地から、多重的に安全性を確保するための基準を検討する必要がある。また、策定した基準に基づいて個々の原子力発電所の安全性を審査するに当たっては、当該原子力発電所の立地の地

形や地質等の自然条件を前提として、影響を及ぼし得る地震等の規模を具体的に想定し、設備や機器等が想定した地震等によってその機能を損なうことがないかどうかを確認すること等が求められる。

これらの安全性の基準の策定及び基準への適合性の審査は、対象となる事項が多岐にわたる上、将来の予測に係る事項も含まれており、原子力工学を始めとする多方面にわたる極めて高度の最新の科学的、専門技術的知見に基づく総合的判断が必要である。原子力発電所の安全性の確保について、このような原子力規制委員会による基準の策定や安全性の審査権限といった制度が設けられたのは、原子力発電所の安全性の審査の特質を考慮し、安全性の具体的基準の策定及び安全性の審査を原子力規制委員会の科学的、専門技術的知見に委ねる趣旨であると解される。

そうすると、原子力規制委員会がその付与された権限に基づいて策定した安全性の基準は、社会通念上求められる安全性の程度を具体化したものということができ、原子力規制委員会がこれに適合するものとして安全性を認めた原子力発電所は、安全性の基準の策定過程や内容に不合理な点が認められるか、安全性の基準に適合するとした審査及び判断の過程に不合理な点が認められない限り、原子力発電所に求められる安全性を具備するものといえる。

エ　上記ウに関し、原子力規制委員会の委員長は、平成２５年４月、原子力規制委員会において、「安全基準というと、基準さえ満たせば安全であるという誤解を呼ぶ」などと述べ、それまで用いられていた「安全基準」から「規制基準」という用語に変更され（甲２０４）、同委員長は、平成２６年７月、「基準への適合性は審査したが、安全だとは私は言わない」などと述べている（甲２０５）。しかし、他方で、同委員長は、平成２７年４月、「絶対安全ですとは申し上げませんということを言ってきました」、「絶対安全を求めると、結局事故は起こらないという安全神話に陥る」、

「常に安全を追求する姿勢を貫くということでやってきている」などと述べている（乙Ｅ１３）。

このような一連の発言の内容を踏まえると、原子力規制委員会の適合性審査における安全性とは、絶対的安全性ではなく、飽くまで、相対的安全性を意味するものというべきであり、また、同委員長の発言も、原子力事業者も、そのことを前提として、安全対策に不断に取り組むことが重要であるとの趣旨を述べるものと理解すべきである。

(2) 司法審査の在り方

ア 本件は、人格権に基づく妨害予防請求として、本件原子炉の運転の差止めを求めるものであるから、その主張立証責任は原告らにあるというべきである。しかし、被告は、本件原子炉の設置者として、設置及び変更の許可を取得しており、本件原子炉の安全性に関する科学的、専門技術的知見及び資料を有していると考えられるし、本件原子炉の安全性に欠けるところがある場合の被害については前記(1)アのとおりであるから、まず、被告において、前記(1)イの具体的危険が存在しないことについて、相当の根拠、資料に基づき、主張立証する必要があり、これが尽くされないときは、具体的危険の存在が事実上推定されるというべきである。

もっとも、本件では、本件原子炉の施設が新規制基準に適合する旨の判断が原子力規制委員会によって示されている（前提事実１４・92頁）から、被告は、上記に代えて、新規制基準に不合理な点がないこと並びにこれに適合するとした原子力規制委員会の判断について、その調査審議及び判断の過程に看過し難い過誤、欠落がないなど、不合理な点がないことを相当の根拠、資料に基づき主張立証することができるというべきである。そして、被告がこの主張立証を尽くしたときは、原告らは、本件原子炉の安全性に欠ける点があり、原告らの生命及び身体等が侵害される具体的危険が存在することを主張立証する必要がある。

イ　原告らは、前記(1)イの具体的危険の有無を判断するに当たり、通説的、支配的見解だけに依拠することは許されず、被告は、原告らの指摘する専門的見解が一見して明らかに一般経験則や裁判所にも理解可能な初歩的な科学的経験則に違反し、信頼されるデータ・方法とはいえないことや、原告らが主張する科学的知見についても考慮していることを主張立証する必要があると主張する。

しかし、自然科学の分野において、通説のみに依拠すべきではないとしても、原告らが上記のように主張するような主張立証をあらゆる場面において求めることとなれば、それは絶対的安全性を求めることに等しいこととなる。したがって、原告らの主張する科学的見解や知見が、原告らの生命及び身体等が侵害される具体的危険があることを裏付けるものとして十分なものであるといえるかどうかについて、個別に検討していくものとするのが相当である。

(3)　原子力発電所の必要性、公益性

ア　本件差止請求についての被侵害利益は、生命及び身体等という個人の人格権を構成する本質的な権利に係るものである。また、本件原子炉の安全性が確保されないことによって原告らが受ける被害の性質やその態様を考慮すると、原告らの生命及び身体等に対する具体的危険がある場合であるにもかかわらず、本件原子炉の運転が必要であるとか、公益にかなうなどといった理由で運転を認めることは相当ではない。したがって、本件原子炉の運転の必要性や公益性があること等は、本件原子炉の運転差止めの可否を判断するに当たっての考慮要素となるものではない。

イ　他方、人格権に基づく妨害予防請求として、侵害行為の予防を請求することができるためには、生命及び身体等が侵害される具体的危険があることが必要であることは上記(1)のとおりであり、本件原子炉の運転の必要性がないことによって上記の具体的危険があるということにはならないから、

本件原子炉の運転の必要性がないことは、運転の差止めを理由づけるものではない。

ウ　また、原告らは、本件原子炉の運転が公益に反するなどと主張する。

(ア) 原告らが公益に反するとして主張する事情のうち、平常運転時における気体廃棄物や液体廃棄物の放出については、ＩＣＲＰが平常時の公衆被ばくの限度を実効線量で１ｍＳｖ／年とし、実用炉規則及び「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示」においても、原子力発電所の平常運転に伴って周辺の一般公衆が受ける放射線量の限度を実効線量で１ｍＳｖ／年と定められ（前提事実１７(3)）、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」（昭和５０年５月１３日原子力委員会決定）では、ＩＣＲＰが示した「すべての被ばくは社会的及び経済的要因を考慮に入れた上で合理的に達成可能な限り低く抑える」（ＡＬＡＲＡの原則）を踏まえ、努力目標として、施設周辺の公衆の受ける線量についての目標値を実効線量で５０μＳｖ／年（０．０５ｍＳｖ／年）と設定されている（乙Ｅ２、Ｆ２９、３０）。他方で、上記指針に基づいて被告が算定した本件発電所１号炉、同２号炉及び本件原子炉の合計の実効線量は、約１１μＳｖ／年（０．０１１ｍＳｖ／年）であり（乙Ｃ１３１（９－５－１～２７頁））、本件発電所における令和４年度の実際の実効線量は、０．０３μＳｖ／年（０．００００３ｍＳｖ／年）であった（乙Ｆ９９）。

以上からすれば、本件原子炉は、平常運転がされている場合には、原告らの生命及び身体等を侵害する具体的危険を生じさせるといえるような放射線量を発しているとは認められない。したがって、本件原子炉の存在それ自体が公益に反するものとは認められない。

(イ) 次に、原告らが公益に反するとして主張する事情のうち、ロシアによるザポリージャ原子力発電所等への武力攻撃の例のように、本件発電所

が武力攻撃の標的となるという点については、上記の実例や我が国とロシアとの関係などを考慮しても、本件発電所が武力攻撃を受ける危険が、具体的なものとして存在するとは認められないし、本件原子炉がそのような攻撃を受ける標的となり得る施設であることをもって、公益に反するものとも認められない。

(ウ) 以上のほか、原告らが公益に反するものとして主張するその余の各事情（電力源としての必要性・優位性、使用済燃料等の増大、核廃棄物の処分問題、労働者被ばく、温排水の排出、原子力発電所を運転することによるコスト）は、いずれも、そのことのみをもって原告らの生命及び身体等を侵害する具体的危険があることを示す事情とはいえない。

したがって、本件原子炉の運転の必要性がないことや公益に反することは、本件原子炉の運転差止めを理由づけるものであるとはいえない。

## 2 新規制基準の合理性（争点２）

### (1) 認定事実

後掲証拠等によれば、以下の事実が認められる。

ア 原子力安全委員会及び原子力安全・保安院における検討

福島第一原発事故後、原子力安全委員会及び原子力安全・保安院は、以下のとおり、①事故防止対策、②重大事故等対策、③地震及び津波の３つの分野に分けて、原子力発電所の安全規制に関する検討を行った。

（乙Ａ２６）

(ア) 事故防止対策についての検討

原子力安全委員会では、「原子力安全基準・指針専門部会」の下に「安全設計審査指針等検討小委員会」が設置され、平成２３年７月から平成２４年３月までの間、１３回にわたり、同小委員会が開催され、安全規制に関する検討が行われた。同小委員会では、安全設計審査指針及び関連指針類に反映させるべき事項として、全交流動力電源喪失対策及

び最終的な熱の逃がし場である最終ヒートシンク喪失対策を中心に検討が行われ、検討に当たっては、深層防護の考え方を安全確保の基本と位置付け、アメリカの規制動向や諸外国における事例が参照された。

原子力安全・保安院は、福島第一原発事故の発生及び進展について当時までに判明している事実関係を基に、工学的な観点から、できる限り深く整理・分析することにより、技術的知見を体系的に抽出し、主に設備・手順に係る必要な対策の方向性について検討することとし、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見に関する意見聴取会」を設置し、平成２３年１０月から平成２４年２月までの間、８回にわたり、原子力安全・保安院の分析や考え方に対する専門家の意見を聴き、これを踏まえて検討を進めた。そして、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見について（平成２４年３月原子力安全・保安院）」を作成し、今後の規制に反映すべきと考えられる事項として、３０項目を取りまとめた。

(イ) 重大事故等対策についての検討

原子力安全委員会は、平成４年５月に決定した「発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策としてのアクシデントマネージメントについて」において、原子炉設置者が効果的なアクシデントマネージメントの自主的整備と万一の場合にこれを的確に実施できるようにすることが強く推奨されていたにもかかわらず、福島第一原発事故が発生したこと等を踏まえ、平成２３年１０月、「発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策について」を決定し、シビアアクシデントの発生防止、影響緩和に対して、規制上の要求や確認対象の範囲を拡大することを含めて安全確保策を強化すべきとし、原子力安全・保安院に対し、具体的な方策及び施策の検討を求めた。

原子力安全・保安院は、平成２４年２月から同年８月にかけて、シビ

アアクシデント対策規制の基本的な考え方に関する整理を行った。その過程において、「発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策規制の基本的考え方に係る意見聴取会」を７回開催し、専門家や原子炉設置者からの意見を聴取するとともに、原子力安全・保安院及び関係機関がこれまでに検討していたシビアアクシデントに関する知見、海外の規制情報、福島第一原発事故の技術的知見等を踏まえ、技術面でのシビアアクシデント対策の基本的な考え方を検討・整理し、「発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策規制の基本的考え方について（現時点での検討状況）」を報告書として取りまとめた。シビアアクシデント対策規制については、、新たに設置される原子力規制委員会において、引き続き検討が進められることとなった。

(り) 地震及び津波についての検討

原子力安全委員会は、平成１８年の新耐震指針への改定後に蓄積された知見、平成２３年３月１１日以降に発生した地震及び津波に係る知見並びに福島第一原発事故の教訓を踏まえ、地震及び津波に対する安全確保策について検討することとし、専門的な審議を行うため、原子力安全基準・指針専門部会に地震・津波関連指針等検討小委員会（以下「地震等検討小委員会」という。）を設置した。同小委員会は、同年７月から平成２４年２月までの間、１４回の会合を開催し、東北地方太平洋沖地震及びこれに伴う津波に係る知見並びに福島第一原発事故の教訓を整理したほか、耐震バックチェックによって得られた経験及び知見を整理した。また、地震本部や中央防災会議（内閣府）等における東北地方太平洋沖地震及びこれに伴う津波についての検討結果、土木学会における検討状況、世界の津波の事例及びＩＡＥＡやアメリカの原子力規制委員会等の規制状況並びに福島第一原発事故に関連した調査報告書を踏まえて検討を行った。そして、地震等検討小委員会は、同年３月、「発電用原

子炉施設に関する耐震設計審査指針及び関連の指針類に反映させるべき事項について（とりまとめ）」を取りまとめ、津波防護設計の基本的な考え方を示すとともに、津波対策を検討する基礎となる基準津波の策定を義務付けるべきであるとした。

原子力安全・保安院は、平成２３年４月、原子力安全委員会から、東北地方太平洋沖地震等の知見を反映して耐震安全性に影響を与える地震に関して評価を行うよう求められたことを受け、同年９月、事業者から報告された東北地方太平洋沖地震及びこれに伴う津波による原子力発電所への影響等の評価結果について、学識経験者の意見を踏まえた検討を行うこと等により、地震・津波による原子力発電所への影響に関して的確な評価を行うため、「地震・津波の解析結果の評価に関する意見聴取会」（第２回から「地震・津波に関する意見聴取会」に改称された。）及び「建築物・構造に関する意見聴取会」を設置し、審議を行い、それぞれ報告書が取りまとめられ、平成２４年２月、原子力安全委員会に報告された。

イ　原子力規制委員会における検討（乙Ａ２６、Ｅ１１、弁論の全趣旨）

(ｱ) 平成２４年９月、原子力規制委員会が設置された。原子力規制委員会は、重大事故等対策、地震及び津波以外の自然現象への対策に関する設計基準に加え、これまで原子炉設置許可の基準として用いられてきた原子力安全委員会が策定した安全設計審査指針等の内容を見直した上で、原子力規制委員会が定めるべき基準を検討するため、更田豊志委員（当時。以下「更田委員」という。）を中心とする「発電用軽水型原子炉の新安全基準に関する検討チーム」（第２１回から改称。以下「原子炉施設等基準検討チーム」という。）を設けた。また、自然現象に対する設計基準のうち、地震及び津波対策については、地震等検討小委員会の検討も踏まえた上で、原子力規制委員会が定めるべき基準を検討するた

め、島崎邦彦委員長代理（当時。以下「島崎委員長代理」という。）を中心とする「発電用軽水型原子炉施設の地震・津波に関わる規制基準に関する検討チーム」（以下「地震等基準検討チーム」という。）を設けた。各検討チームでは、従来から原子力規制行政に携わり、原子力規制に対して造詣が深い原子力規制庁の職員が参加し、有識者として関係分野の学識経験者の同席を求め、専門技術的知見に基づく意見等を集約する形で規制基準の見直しが行われた。

原子力規制委員会は、外部有識者から意見を聴くに当たって透明性・中立性を確保するため、電気事業者等との関係についての自己申告を求め、任命後、その情報を公開することとした。

(イ) 原子炉施設等基準検討チームにおける検討

原子炉施設等基準検討チームは、原子力規制委員会の委員のうち、原子力安全委員会の安全設計審査指針等検討小委員会の構成員でもあった更田委員が中心となって検討を行い、中立的な立場から複数の外部専門家を関与させるため、シビアアクシデント解析等、関係分野の専門技術的知見を有する学識経験者４名が同チームに参加した。また、日本原子力研究開発機構安全研究センターにおいて研究主席の地位にある者（これらの者は、上記小委員会の構成委員でもあった。）についても、電気事業者等との関係での中立性の確認が行われた上で、同チームに参加した。

原子炉施設等基準検討チームは、平成２４年１０月から平成２５年６月までの間、原子炉施設の新規制基準（地震及び津波対策を除く。）策定のため、学識経験者らの参加の下、２３回の会合を開催した。同チームは、共通要因によって複数の安全機能が同時に喪失すること等の設計基準を超える事象への対応に加え、設計基準事象に対応するための対策の強化を図る観点から、安全設計審査指針等の内容を見直した上で規則

化等を検討することとし、その検討に当たっては、ＩＡＥＡ安全基準や欧米諸国の規制状況等の海外の知見も勘案された。また、改正原子炉等規制法が重大事故等対策を新たに規制対象としたことから、同チームは、重大事故等対策について重点的な検討を行うこととし、福島第一原発事故の教訓及び海外における規制等を勘案し、仮に事故防止対策を講じたにもかかわらず複数の安全機能の喪失等の事象が万が一発生したとしても炉心損傷に至らせないための対策として、重大事故の発生防止対策や重大事故が発生した場合の拡大防止対策等、重大事故等対策に関する設備に係る要求事項及び重大事故等対策の有効性評価の考え方等について検討した。

原子炉施設等基準検討チームは、これらの検討結果を踏まえ、新規制基準の骨子案を作成し、原子力規制委員会が平成２５年２月に意見公募手続を行った結果も踏まえ、基準案を取りまとめた。

(ウ) 地震等基準検討チームにおける検討

地震等基準検討チームは、元日本地震学会会長である島崎委員長代理が委員として参加し、原子力安全委員会における耐震指針等の報告書の検討に参画した有識者のほか、東北地方太平洋沖地震以降、耐震関係の様々な見直しの場に参画し、基準の策定に貢献した有識者らの中から、地震、津波及び地盤等の各種専門分野の専門技術的知見を有する学識経験者６名が選抜され、検討内容に応じ、地形学、地震、津波及び建築に関する学識経験者が同チームに参加した。

地震等基準検討チームは、平成２４年１１月から平成２５年６月までの間、原子炉施設の地震・津波に関わる新規制基準策定のため、学識経験者らの参加の下、１３回の会合を開催した。同チームは、地震等検討小委員会が取りまとめた耐震指針等の改定案のうち、地震及び津波に関わる安全設計方針として求められている各要件については、新たに策定

する基準においても重要な構成要素となるものと評価するとともに、基準の骨子案を策定するに当たっては、上記改定案の安全設計方針の各要件について改めて分類・整理し、必要な見直しを行った上で基準の骨子案の構成要素とすることとした。そして、この検討方針に基づき、地震及び津波について、ＩＡＥＡ安全基準、アメリカ、フランス及びドイツの各規制内容のほか、福島第一原発事故を踏まえた国会及び政府等の事故調査委員会の主な指摘事項のうち、耐震関係基準の内容に関するものを整理し、これらと新耐震指針とを比較した上で、国や地域等の特性に配慮しつつ、規制として適切な内容を検討した。また、同チームは、原子炉施設における安全対策への取組みの実態を確認するため、電気事業者に対するヒアリングを実施するとともに、東北地方太平洋沖地震及びこれに伴う津波を受けた女川原子力発電所の現地調査を実施し、これらの結果も踏まえ、安全審査の高度化を図るべき事項についての検討を進めた。

地震等基準検討チームは、これらの検討結果を踏まえ、地震・津波に関する新規制基準の骨子案を作成し、原子力規制委員会が平成２５年２月に意見公募手続を行った結果も踏まえ、基準案を取りまとめた。

(エ) 新規制基準の策定

原子力規制委員会は、上記の各基準案について、平成２５年４月から１か月間の意見公募手続を行い、同年６月、新規制基準を策定した。

(2) 手続面の合理性

ア 原告らは、原子力規制委員会の委員長及び委員の人選に問題がある旨主張する。

しかし、原子力規制委員会の委員長及び委員は、人格が高潔であって、原子力利用における安全の確保に関して専門的知識及び経験並びに高い識見を有する者のうちから、両議院の同意を得て、内閣総理大臣が任命する

（前提事実６(2)）とされているところ、人選に当たっては、福島第一原発事故以前に原子力行政に関わったことのある者は基本的に原子力を推進する立場で関わってきたという経緯を踏まえた上で、福島第一原発事故から学んでいない者は原子力行政に関わる資格がないという考えの下、福島第一原発事故の反省を踏まえた厳しい安全規制を行うという考えを持ち、電力会社等の関係業界からの影響を受けず、公平性に疑いがない者であることを前提に、経歴等も踏まえて検討がされている（乙Ｆ１７）ことを踏まえると、原子力規制委員会の委員長及び委員について、原子力規制委員会設置法１条に規定する「中立公正な立場」に反するような不適切な任命がされたとはいえない。また、これに加え、原子力規制委員会は、国家行政組織法３条２項の規定に基づき設置された委員会であり（前提事実６(2)）、いわゆる３条委員会として高度の独立性が保障され、これを組織する委員は、独立してその職権を行使する（前提事実６(2)）ことも考慮すると、原子力発電を推進する機関等に所属していた経歴のある者が委員長や委員に選任されたとしても、原子力規制委員会の中立公正性が害されるとはいえない。

イ　原告らは、新規制基準の策定の期間が短期間であること等の問題があると主張する。

しかし、新規制基準の策定までの過程は上記(1)のとおりであり、原子力安全委員会や原子力安全・保安院において、原子力発電所の安全規制に関する検討が行われ、それが原子力規制委員会に引き継がれ、原子力規制委員会は、これらの検討を踏まえて新規制基準についての検討を重ね、原子炉施設等基準検討チームや地震等基準検討チームが取りまとめた新規制基準の骨子案について意見公募手続を行い、これを踏まえて取りまとめられた基準案についてさらに意見公募手続を行った上で、新規制基準が策定されていることからすれば、新規制基準の策定の期間やその過程が不十分で

あったとは認められない。

ウ　原告らは、福島第一原発事故の原因が未だ明確ではないのであるから、新規制基準の策定は、それだけで安全確保として不十分にならざるを得ないなどと主張する。

福島第一原発事故については、国会、政府等の各事故調査委員会が、それぞれ事故の原因究明等を行って事故調査報告書を取りまとめている（甲１０、１７５の１～１７５の３、６４０、６８６、乙Ａ２６、Ｄ３２）ものの、内部の状況に関する調査は限られた部分でしかできておらず、福島第一原発事故で発生したすべての設備の故障や破損の具体的な位置や状態までは調査されていない（乙Ａ２６）。しかし、新規制基準は、これを前提とした上で、上記の各事故調査報告書によって福島第一原発事故の発生及び進展に関する基本的な事象は明らかにされていることを踏まえ、最新の科学的知見や海外の規制に関する最新知見等を考慮して策定されたものである（乙Ａ２６）。そうすると、福島第一原発事故の事故原因に未解明な点があるとしても、そのことのみによって、新規制基準が不合理であるとはいえない。

(3)　内容の合理性（後記３以下に関するものを除く。）

ア　原告らは、新規制基準では、設計基準として共通要因故障を考慮した設備が要求されていないなどと主張する。

設置許可基準規則は、設計基準対象施設（発電用原子炉施設のうち、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故（発生頻度が運転時の異常な過渡変化より低い異常な状態であって、当該状態が発生した場合には発電用原子炉施設から多量の放射性物質が放出するおそれがあるものとして安全設計上想定すべきもの（同規則２条２項４号））の発生を防止し、又はこれらの拡大を防止するために必要となるもの（同規則２条２項７号））について、地震等の共通要因（二つ以上の系統又は機器に同時に影響を及ぼす

ことによりその機能を失わせる要因（同規則２条２項１８号））によって安全機能を有する系統が複数同時に故障しないことを求めている（同規則３条～９条）。その上で、重要度が特に高い安全機能を有する系統は、当該系統を構成する機械又は器具の単一故障（単一の原因によって一つの機械又は器具が所定の安全機能を失うこと（従属要因（単一の原因によって確実に系統又は機器に故障を発生させることとなる要因（同規則２条２項１８号））による多重故障を含む。）（同規則１２条２項））が発生した場合であって、外部電源が利用できない場合においても機能できるように、多重性（同一の機能を有し、かつ、同一の構造、動作原理その他の性質を有する二つ以上の系統又は機器が同一の発電用原子炉施設に存在すること（同規則２条２項１７号））又は多様性（同一の機能を有する二つ以上の系統又は機器が、想定される環境条件及び運転状態において、これらの構造、動作原理その他の性質が異なることにより、共通要因又は従属要因によって同時にその機能が損なわれないこと（同規則２条２項１８号））及び独立性（二つ以上の系統又は機器が、想定される環境条件及び運転状態において、物理的方法その他の方法によりそれぞれ互いに分離することにより、共通要因又は従属要因によって同時にその機能が損なわれないこと（同規則２条２項１９号））を確保することを求めている（同規則１２条２項）。さらに、共通要因に起因する設備の故障が発生したことを想定し、重大事故等対策を求めている（同規則３章）。

したがって、新規制基準は、共通要因故障を防止するための設計を要求し、これを前提として、設備の偶発的な故障への対策として、単一故障を仮定しても安全性が確保されることを要求するものであり、さらに、地震等の共通要因による故障が生じた場合には、重大事故等対策により対応することを予定するものといえるから、不合理な点はないというべきである。

イ　原告らは、新規制基準が、立地審査指針を無視し、立地審査を行わないこととしてしまっており、極めて重大な欠陥を有しているなどと主張する。

改正原子炉等規制法４３条の３の６第１項４号は、原子炉設置許可の許可基準の一つとして、「発電用原子炉施設の位置、構造及び設備が核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物又は発電用原子炉による災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準に適合するものであること」を規定しているが、この原子力規制委員会規則である設置許可基準規則は、立地審査指針を採用せず、同規則の解釈を示す設置許可基準規則解釈においても、立地審査指針は引用されていない（乙Ａ２６）。したがって、新規制基準において、立地審査指針を適用することは予定されていないといえる。

立地審査指針は、陸上に定置する原子炉の設置に先立って行う安全審査の際、万一の事故に関連して、その立地条件の適否を判断するために策定されたものであり、原則的立地条件として、①「大きな事故の誘因となるような事象が過去においてなかったことはもちろんであるが、将来においてもあるとは考えられないこと。また、災害を拡大するような事象も少ないこと。」（原則的立地条件①）、②「原子炉は、その安全防護施設との関連において十分に公衆から離れていること。」（原則的立地条件②）、③「原子炉の敷地は、その周辺も含め、必要に応じ公衆に対して適切な措置を講じうる環境にあること。」（原則的立地条件③）を定めている（前提事実１５(2)・94頁）。

原則的立地条件①は、原子炉施設の安全性に関し、外部事象の影響について定めたものであり、大きな事故の誘因となる外部事象がない地点を選ぶためのもの（乙Ａ２６）であるが、設置許可基準規則において、原子炉施設の敷地及び周辺の外部事象に関する審査事項として、地盤（３条）、

地震（４条）、津波（５条）及びその他火山、洪水、台風及び竜巻等の外部事象（６条）等による損傷防止の観点で、個別具体的に要求されており、これらの外部事象により安全機能が損なわれると評価される場合には、許可がされないことによって立地が制限される（乙Ａ２６）から、原則的立地条件①は、新規制基準において考慮されているといえる。

原則的立地条件②は、原子炉施設で発生しうる大きな事故が敷地周辺の公衆に放射線による確定的影響を与えないための要求であり、原子炉施設の公衆からの一定の離隔を要求するものであるが、設置許可基準規則では採用されていない（乙Ａ２６）。これは、改正原子炉等規制法４３条の３の６第１項の施行により、原子炉施設の重大事故等対策が新たに設置（変更）許可に係る規制要求事項として追加されたことを踏まえ、炉心の著しい損傷や原子炉格納容器の破損に至りかねない事象を具体的に想定した上で、重大事故等対策自体の有効性を評価することが、より適切に「災害の防止上支障がないこと」について判断できると評価されたためであり（乙Ａ２６）、設置許可基準規則は、設計基準対象施設及び重大事故等対処施設についての要求事項を定めている（２章、３章）。したがって、新規制基準は、原則的立地条件②の目的を、公衆からの一定の離隔を要求するのではなく、重大事故等対策の有効性を評価することによって達成しようとするものであるといえる。

原則的立地条件③は、原子炉施設周辺の社会環境への影響が小さい場所を選ぶためのものであり、必要に応じ、防災活動を講じうる環境にあることも意図したものである（乙Ａ２６）。しかし、立地審査指針策定時には制定されていなかった原子力災害対策特別措置法等により、原子力災害防止対策の強化がされていること等から、その役割を終えたと判断され、かつ、社会的影響の観点から集団線量を考慮して「原子炉敷地は、人口密集地帯からある距離だけ離れていること」（前提事実１５(3)ウ・95頁）を要

求することは、ＩＣＲＰの２００７年勧告において、「大集団に対する微量の被ばくがもたらす集団実効線量に基づくがん死亡数を計算するのは合理的ではなく、避けるべきである」とされていること等からして合理的ではないと判断されるなどしたため、新規制基準において採用されていない（乙Ａ２６）のであって、これらの判断が不合理であるとはいえない。

以上によれば、新規制基準が立地審査指針に基づく立地審査を予定していないとしても、それによって新規制基準が不合理であるとはいえない。

ウ　原告らは、新規制基準では、コアキャッチャーの設置が義務付けられておらず、原子炉格納容器を二重構造にするなどの対策が講じられていないなどと主張するが、新規制基準は、個別の機器の設置を求めるのではなく、炉心損傷防止対策や格納容器破損防止対策等のために必要な機能を求めており（乙Ｃ１０５）、これは、満足すべき性能水準を要求し、それを実現する技術を指定しないという国際的に一般的な考え方を踏まえたものであるとされている（乙Ｃ１０５）ことからすれば、新規制基準が原告ら主張の機器の設置等を求めていないとしても、そのことによって新規制基準が不合理であるとはいえない。

エ　原告らは、新規制基準が深層防護の第４層（重大事故等対策）を規制の対象としたものの、第５層（避難計画）を規制の対象としておらず、確立された国際的な基準を踏まえるべきことを定めた原子力基本法や原子力規制委員会設置法に違反するなどと主張する。

しかし、わが国の法制度上、避難計画等の深層防護の第５層に関する事項については、災害対策基本法及び原子力災害対策特別措置法に基づいて措置がとられることとされている（乙Ａ２６）。具体的には、①原子力災害対策特別措置法は、原子力災害の予防に関する原子力事業者の義務等、原子力緊急事態宣言の発出及び原子力災害対策本部の設置等並びに緊急事態応急対策の実施その他原子力災害に関する事項について特別の措置を定

めることにより、原子炉等規制法、災害対策基本法その他原子力災害の防止に関する法律と相まって、原子力災害に対する対策の強化を図り、もって原子力災害から国民の生命、身体及び財産を保護することを目的とするものであり（原子力災害対策特別措置法１条）、②内閣府に設置された中央防災会議が防災基本計画を作成し（災害対策基本法１１条、３４条、３５条）、③専門的、技術的事項については、原子力規制委員会が防災基本計画に適合した原子力災害対策指針を定め（原子力災害対策特別措置法６条の２）、④都道府県ないし市町村に設置された都道府県防災会議ないし市町村防災会議が防災基本計画及び原子力災害対策指針に基づく都道府県地域防災計画ないし市町村地域防災計画を作成し（同法２８条、災害対策基本法１４条、１６条、４０条、４２条）、⑤原子力事業者が原子力事業者防災業務計画を作成する（原子力災害対策特別措置法７条１項）。したがって、新規制基準が第５層（避難計画）を規制の対象としていないとしても、それによって新規制基準が不合理であるとはいえない。また、ＩＡＥＡの安全基準において、政府は、規定を設け、原子力又は放射線源による緊急事態に対する準備と対応に関する役割と責任を明示し、割り当てることを確実なものとしなければならないとされており、避難計画に関する事項を含む緊急事態に対する準備と対応について原子力事業者に対する規制として規定することは求められておらず（乙Ａ２６）、上記のとおり、避難計画等の深層防護の第５層に関する事項についての措置が定められているから、新規制基準が第５層（避難計画）を規制の対象としていないことが、確立された国際的な基準を踏まえていないことを意味するものではない。

(4) 小括

以上によれば、新規制基準について、原告らが指摘する各点に不合理な点があるとは認められない（後記３以下に関するものを除く。）。そして、上

記(1)で認定した新規制基準の策定に至る経過等からすれば、新規制基準は、各専門分野の学識経験者の有する最新の専門技術的知見を集約し、意見公募手続を経て策定されたものであり、現在の科学技術水準を踏まえて策定されたものであるといえるから、不合理性な点はないと認められる。

なお、新規制基準を満たすことは、原子力規制委員会が設定したレベルの安全性を確保したということにすぎず、新規制基準は安全を担保するものではないとの原告らの主張（本争点(3)・新規制基準の位置付け）については、前記１(1)エのとおりである。

## 3　地震に対する安全性（争点３）

### (1)　想定すべき地震動

証拠（甲１７）及び弁論の全趣旨によれば、地震は、理論的に完全な予測をすることが原理的に不可能である上、実験ができないため、過去の事象から学ぶほかないものの、低頻度の自然現象であるため、過去のデータが少ないことが認められる。したがって、将来発生する地震の規模を正確に予測することは困難というほかない。

しかし、新規制基準は、基準地震動の策定について、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想定することが適切であるとして、震源特定地震動及び震源不特定地震動の双方を策定することとし、震源特定地震動については、内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震について、検討用地震を複数選定し、選定した検討用地震ごとに、不確かさを考慮して応答スペクトル評価及び断層モデル評価の双方を実施して策定し、震源不特定地震動については、震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、これらを基に、各種の不確かさを考慮して敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定することとしている（前提事実８(1)ア(イ) a (a)

(b)(c)・32頁）。

このような新規制基準における基準地震動の策定手法は、不確かさを保守的に考慮しながら複数の手法を併用して地震動評価をし、その結果を総合して最も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である。新規制基準における基準地震動の策定は、将来発生する地震の規模を正確に予測することを求めるものではなく、原子力発電所の安全を確保するために保守的に地震動を評価することを求めるものであるといえる。したがって、上記の予測が困難であることをもって、新規制基準における基準地震動の策定手法が不合理であるとはいえない。なお、地震動は、震源特性、伝播特性及び増幅特性（サイト特性）によって影響を受ける（前提事実7(1)オ・26頁）から、これらの地域特性と関係なく、本件発電所の地震に対する安全性を考慮するに当たり、既往の日本最大又は世界最大の地震や地震動に備える必要があるものではない。

(2) 地震に関する新規制基準の合理性等

ア 認定事実

前提事実、後掲証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

(ア) 平成１７年から平成２３年までの間に、以下のとおり、原子力発電所において基準地震動を超過したことがあった。

a 超過事例①

平成１７年８月、２００５年宮城県沖地震（M7．２のプレート間地震）が発生した。女川原子力発電所において、同地震による岩盤中の観測記録から解析的に上部地盤の影響を取り除いた解放基盤表面における地震動（以下「はぎとり波」という。）の応答スペクトルが、一部の周期において当時の基準地震動Ｓ２（最大加速度３７５ガル）を超えた。その要因について、上記地震では短周期成分の卓越が顕著

である傾向が認められ、宮城県沖近海のプレート境界に発生する地震の地域特性によるものとされている。

（甲１１３、乙Ｄ３０、４１、弁論の全趣旨）

b　超過事例②

平成１９年３月、２００７年能登半島地震（Ｍ６．９の内陸地殻内地震）が発生した。志賀原子力発電所において、同地震によるはぎとり波の応答スペクトルが、当時の基準地震動Ｓ２（最大加速度４９０ガル）を長周期側の一部の周期において超えた。その要因は、敷地地盤の増幅特性であるとされている。

（甲１１４、乙Ｄ４３、弁論の全趣旨）

c　超過事例③

平成１９年７月、２００７年新潟県中越沖地震（Ｍ６．８の内陸地殻内地震）が発生した。柏崎刈羽原子力発電所において、同地震による原子炉建屋基礎版上での観測記録から推定される解放基盤表面における地震動（１６９９ガル（１号機））が、当時の基準地震動Ｓ２（最大加速度４５０ガル）を超えた。その要因は、①上記地震が逆断層型の地震であり、通常より強い揺れ（１．５倍程度）を生じさせるものであったこと、②地下深部地盤の不整形性の影響により、地震動が２倍程度増幅する傾向があったこと、③敷地地下の古い褶曲構造のために地震動が２倍程度増幅したこととされている。

（甲１１５、乙Ｄ４２、弁論の全趣旨）

d　超過事例④及び⑤

平成２３年３月、２０１１年東北地方太平洋沖地震（Ｍ９．０のプレート間地震）が発生した。福島第一原発において、同地震による解放基盤表面の深度に最も近い地中観測記録のはぎとり波の応答スペクトルが、一部の周期で基準地震動Ｓｓ（最大加速度６００ガル）を超

えた。また、女川原子力発電所では、解放基盤表面の深度に最も近い地中観測記録のはぎとり波の応答スペクトルが、一部の周期において基準地震動Ｓｓ（最大加速度５８０ガル）を超えた。同地震は、短周期レベルが平均より大きい地震であったとされている。

（甲１０、１１６、乙Ｄ３２、４７、８０、弁論の全趣旨）

(イ) ダム耐震指針

ダム耐震指針は、ダムの耐震性能について、ダム地点ごとに個別にレベル２地震動（ダム地点において現在から将来にわたって考えられる最大級の強さを持つ地震動）を設定し、そのレベル２地震動に対し、所要の耐震性能（地震時に損傷が生じたとしても、ダムの貯水機能が維持されるとともに、生じた損傷が修復可能な範囲にとどまること）が確保されていることを求めている。そして、レベル２地震動の設定に当たっては、ダムに最も大きな影響を及ぼす可能性のある地震（想定地震）を選定し、少なくとも①経験的方法であるダムの距離減衰式（応答スペクトル評価に相当する。）よる推定結果を得て、さらに、②経験的グリーン関数法や統計的グリーン関数法などの半経験的方法や③理論的方法（②、③は、いずれも、断層モデル評価に相当する。）によって地震動が推定できる場合には、それらの推定結果も含めて総合的に判断して適切な地震動を評価することを基本とする。ただし、過去にダム地点又はその近傍で実際に観測された最大の地震動や照査用下限加速度応答スペクトル（地震の震源となる活断層が地表面に現れていない場合を想定して、最低限考慮すべき水平地震動を加速度応答スペクトルとして設定したもの）を有する地震動による影響の方が大きいと予想される場合には、それらも考慮してレベル２地震動を設定する。

ダム耐震指針には、レベル２地震動の策定に当たって、不確かさの考慮を求める具体的な規定は存在しない。

（甲２１２、弁論の全趣旨）

(ウ) 鉄道耐震設計標準

鉄道耐震設計標準は、鉄道構造物の耐震設計に関し、Ｌ１地震動（構造物の建設地点で設計耐用期間内に数回程度発生する確率を有する地震動）及びＬ２地震動（構造物の建設地点で考えられる最大級の地震動）を設定することを求めている。そして、Ｌ２地震動は、強震動予測手法に基づき、地点依存の地震動として算定し、算定時には、伏在断層による地震動（震源不特定地震動に相当する。）についても配慮する。ただし、詳細な検討を必要としない場合は、簡易な方法によりＬ２地震動を算定してもよい。

上記の詳細な検討が必要な場合としては、「Ｍｗ７．０よりも大きな震源域が建設地点近傍に確認される場合（具体例として、「中央構造線などの大規模な内陸活断層などが存在する地点の近傍」）」、「耐震設計上の基盤面より深い地盤構造の影響によって地震動の著しい振幅が想定される場合」がこれに当たる。Ｌ２地震動を強震動予測手法により算定する場合は、断層の広がりと破壊伝播の影響、距離減衰特性、深部地下構造による地震動の増幅特性を考慮し、建設地点及びその周辺に活断層が知られていない場合においても、伏在断層による地震が直下で発生する可能性に配慮するものとし、伏在断層による地震動をＬ２地震動の下限値として設定する。伏在断層による地震動は、綿密な調査を行った場合においても、全国すべての地点で最低限考慮するＬ２地震動の下限値として、マグニチュード６．５の地震が直下で発生することを想定することにより、震源断層が伏在する場合に備えるためのものである。

（甲５３８、弁論の全趣旨）

(エ) ハウスメーカーによる耐震実験

三井ホーム株式会社は、モデルハウスを用いた耐震実験をした結果、

加振最大加速度５１１５ガルに耐えることができ、震度７の連続加振回数６０回に耐えることができたとしている。この加振最大速度は、入力地震動の数値ではなく、実験時に振動台で計測された実測値である。

（甲４２４）

イ　基準地震動の策定方法の合理性

新規制基準における基準地震動は、前記(1)のとおり、最新の科学的・技術的知見を踏まえ、不確かさを保守的に考慮しながら複数の手法を併用して地震動評価をし、その結果を総合して最も厳しい評価結果を基準地震動として採用するものである。また、新耐震指針の基本的な内容は、新規制基準においても維持されている（前提事実７(2)イ・27 頁、同８(1)・32頁）が、他方で、新規制基準は、最新の科学的・技術的知見を踏まえることを明記したほか、考慮すべき不確かさを例示し、その影響を分析するとともに必要に応じて不確かさを組み合わせること等を求める（前提事実８(1)）など、新耐震指針と比較して詳細かつ具体的なものとなっている上、地下構造が地震波の伝播特性に与える影響を検討するための詳細な規定を設ける（前提事実８(1)）など、新耐震指針の策定後に得られた知見を踏まえたものとなっている。したがって、新規制基準における基準地震動の策定手法は、合理的なものであると認められる。

ウ　以下では、原告らの主張を踏まえ、新規制基準における基準地震動の策定方法の合理性につき検討する。

(ア) 原告らは、新規制基準の文言が定性的であるなどと主張する。

しかし、自然的立地条件等は個々の原子力発電所によって異なり得るものであるから、基準地震動の策定に当たっての基準を一義的に明確なものとすることや定量的なものとすることは困難であるし、新規制基準への適合性の審査は、高度の独立性が確保されている原子力規制委員会が、最新の科学的、専門技術的知見に基づき、個々の原子力発電所の自

然的立地条件等を踏まえ、個別具体的に審査することが予定されていることからすれば、新規制基準の文言が定性的であるからといって、その定め方が不合理なものであるとはいえない。

(イ) 原告らは、福島第一原発事故の原因が地震にもあることが無視された結果、新規制基準において、従来の基準地震動の策定方法等の耐震設計が基本的にそのまま継承され、地震による事故の危険がそのまま放置されていると主張するが、新規制基準における基準地震動の策定手法は、新耐震指針を基本的に維持しつつも、より詳細かつ具体的なものとなっているし、新耐震指針策定後の知見を踏まえたものとなっている（前記イ）から、採用できない。なお、福島第一原発事故の事故原因に未解明な点があるとしても、そのことによって新規制基準が不合理であるといえないことは、前記2(2)ウのとおりである。

(ウ) 原告らは、基準地震動を超過した事例が存在すると主張する。

しかし、超過事例①～③は、旧耐震指針における基準地震動Ｓ２を超過した事例（前提事実7(2)ア・27頁、前記ア(ア)ａ～ｃ）である。旧耐震指針は、原則として応答スペクトルによる地震動評価を求めるにとどまる（前提事実7(2)ア）など、新規制基準における基準地震動の策定手法（上記(1)）とは大きく異なる。

また、超過事例④及び同⑤は、新耐震指針における基準地震動Ｓｓを超過した事例であるが、新規制基準は、新耐震指針の策定後に得られた知見を踏まえ、地域特性を把握するため、より詳細な調査や検討を求めている（前記イ）など、新耐震指針と比較して厳格なものとなっていると評価できる。

したがって、新規制基準は、上記の各耐震指針よりも厳格なものとなっているのであるから、上記の各超過事例が存在するからといって、新規制基準が不合理であるとはいえない。

(エ) 原告らは、新規制基準には、新耐震指針に定められていた「残余のリスク」の記載がなくなっていると主張する。

しかし、新耐震指針において、残余のリスクの存在を十分認識しつつ、それを合理的に実行可能な限り小さくするための努力が払われるべきであるとされている（前提事実7(2)イ・28頁）のは、地震学的見地からは、新耐震指針において策定された基準地震動Ｓｓを上回る強さの地震動が生起する可能性が否定できないことを踏まえたもので、具体的なリスクの考慮としては、不確かさを十分に考慮するとともに、基準地震動Ｓｓの超過確率を評価することが必要とされていた（新耐震指針５.(2)、同（解説）Ⅱ.(3)(4)。乙Ｅ２）。そして、新規制基準においても、不確かさを十分に考慮することと超過確率を評価することが求められている（前提事実8(1)ア(ｳ) a (e)・41頁、同ｃ・57頁）。

このように、新規制基準においても、新耐震指針と同様の不確かさの考慮と超過確率の評価はされており、「残余のリスク」の記載の有無にかかわらず、必要な考慮はされているといえるから、新規制基準が不合理であるとはいえない。

(オ) 原告らは、ダム、鉄道構造物及び住宅の耐震設計手法との対比からすれば、新規制基準の基準地震動の策定手法は、改正原子炉等規制法の要件を充足しないと主張する。

ａ　ダムとの対比について

新規制基準は、応答スペクトル評価及び断層モデル評価の双方を実施することを求めるとともに、各種の不確かさを考慮することを求めている（前記(1)）。他方、ダム耐震指針は、応答スペクトル評価に相当する経験的方法であるダムの距離減衰式による地震動評価を求めているものの、断層モデル評価に相当する半経験的方法や理論的方法は、これによって地震動が推定できる場合に用いることを求めるにと

どまり、必須のものとはしていない（前記ア(イ)）。このように、新規制基準は、ダム耐震指針と比較してより保守的な地震動評価をすることを想定しているということができる。

したがって、ダム耐震指針と比較して新規制基準における基準地震動が不合理であるとはいえない。

b　鉄道構造物との対比について

鉄道耐震設計標準は、Ｌ２地震動を「構造物の建設地点で考えられる最大級の地震動」と定義し、原則として強震動予測手法に基づいて地震動を算定することを求め、例外的に簡易な手法による算定（プレート境界で繰り返し発生するＭｗ８．０程度の海溝型地震が６０ｋｍ程度離れた地点で発生した場合の地震動を想定したもの（スペクトルⅠ）、Ｍｗ７．０程度の内陸活断層による地震が直下で発生した場合の地震動を想定したもの（スペクトルⅡ）。スペクトルⅡの弾性加速度応答スペクトルは２２００ガルとされ、短周期成分の卓越した弾性加速度応答スペクトルは４０００ガルとされている。）によることも許容している（前記ア(ウ)、甲５３８）。仮に、本件発電所の敷地に鉄道構造物を設置する場合、原則に従い、強震動予測手法に基づく詳細な検討が必要である（前記ア(ウ)）から、簡易な手法による算定は許容されない。したがって、新規制基準において策定する基準地震動が、Ｌ２地震動におけるスペクトルⅡと比較して、過小評価になるとはいえない。

また、鉄道耐震設計標準は、伏在断層による地震動について、マグニチュード６．５の地震が直下で発生することを想定しており（前記ア(ウ)）、新規制基準における震源不特定地震動は、Ｍｗ６．５の地震を想定している（前提事実８(1)ア(ウ)ｂ(b)・43 頁）。このように、鉄道耐震設計標準における伏在断層による地震動の算定と新規制基準

における基準地震動は、同程度の規模の地震を想定しているのであるから、新規制基準における基準地震動が不合理であるといえない。

c　住宅との対比について

ハウスメーカーが実施した一般住宅の耐震実験における最大加速度（前記ア(エ)）は、実耐力（設計の結果として出来上がった建築物が有する実際の耐震性）を示すものであって、設計耐力（設計上求められる耐震性）ではない（実耐力の方が大きい。乙Ｄ１２５、３４３）。そして、原子力発電所の耐震設計において求められる基準地震動は、設計上の耐力を示すものであるから、上記実験の結果と新規制基準における基準地震動を比較することは相当ではない。

また、一般住宅は、地震動の増幅を生じさせるような地盤条件の良くない場所にも建設される可能性がある（乙Ｄ１２７）のに対し、原子力発電所は、地震動の増幅をもたらす表層地盤を除去するなどの大規模な基礎地盤の改良工事等を実施してから建設される（乙Ｄ３４３、弁論の全趣旨）ことからすれば、耐震設計の前提条件を異にするといえる。

したがって、ハウスメーカーの実施した耐震実験の結果をもって、新規制基準における基準地震動が不合理であるとはいえない。

(カ) 原告らは、繰り返し地震動について、一般住宅では予想されており、その危険性が２０１６年熊本地震の際にも指摘されたのに、原子力発電所ではこれが全く考慮されていないと主張する。

しかし、新規制基準は、安全上重要な設備について、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して概ね弾性状態に留まる範囲で耐えることを求める（前提事実８(1)ア(イ)ｃ(a)・37頁）とともに、建物・構造物については、構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有し、建物・構築物

の終局耐力に対し妥当な安全余裕を有していること、機器・配管系についても、塑性歪みが生じる場合であっても、その量が微少なレベルにとどまり、破断延性限界に十分な余裕を残し、その施設に要求される機能に影響を及ぼすことがないことを求めている（上記同(b)・38頁）。

したがって、原子炉の建物及び機器・配管には、いずれも十分な終局耐力と破断延性限界を有することが求められることからすると、仮に繰り返し地震動があってもそれに耐えられるといえるから、この点において、新規制基準が不合理であるとはいえない。なお、２０１６年熊本地震については、原子力発電所の耐震設計では保守的に一度に動くとされていた断層が、分割して時間差をおいて動いたもの（前震Ｍ６．５、本震Ｍ７．３（甲４２６））であり、想定していた地震（Ｍ８．１）よりも小さくなったことが認められる（乙Ｄ１１５）から、原子力発電所に基準地震動相当の地震動が短時間で２度発生する状況が生じたというものではない。

(3) 震源特定地震動（内陸地殻内地震）

ア 震源断層の性状の把握

(ア) 認定事実

前提事実、後掲証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

a 断層の種類

地震は、地下の岩盤が周囲から力を受けることによって歪みを蓄積させ、断層面を境として破壊される（ずれる）現象をいう。破壊に伴う断層運動は、地下の岩盤に働く力の向きの違いにより、断層面を挟んだ両側の岩盤に異なる動きを生じさせるため、①逆断層型、②正断層型、③横ずれ断層型の３種類に分類される。①逆断層型は、水平の方向の岩盤が圧縮されたため、断層面を挟んで上側の岩盤がずり上が

る動きをしたものをいう。②正断層型は、水平の方向に岩盤が引っ張られることにより、断層面を境にして上側の岩盤が下へ滑り落ちる動きをしたものをいう。③横ずれ断層は、岩盤に圧縮や伸長がかかり、断層面を挟んで、それぞれの岩盤が逆方向にずれる動きをしたものをいい、断層面を挟んで向かい側の岩盤が右側にずれたものを右横ずれ断層、左側にずれたものを左横ずれ断層という。

（乙Ｄ３４２、３６７、弁論の全趣旨）

b　海上音波探査

海上音波探査は、海面付近の水中から海底に向けて音波を発し、海底、堆積層、基盤岩等からの反射音波を観測して海底下の地質構造を調査する探査方法である。具体的には、船で発振器及び受振器を曳航し、発振器から出た音波が海底下の地層の境界で反射し、戻ってきたものを検知することにより、地層の重なり及び連続性を調査する。海上音波探査は、音波を発する音源の周波数によって、調査範囲、精度等が異なり、通常、音波の周波数が高いほど分解能が高くなるが、探査震度は浅くなり、逆に、周波数が低いほど分解能が低くなるが、より深い深度まで探査が可能となる。

音源となる探査機器ごとにみると、エアガン（可探深度は海底下数ｋｍまで）、ウォーターガン（可探深度は浅部からやや深部まで）、スパーカー（可探深度は海底下３００ｍ程度まで）、ブーマー（可探深度は海底下１００ｍ程度まで）、ソノプローブ（可探深度は海底下数十ｍ程度まで）、チャープソナー（可探深度は海底下２５ｍ程度まで）の順に、周波数が高くなり、分解能が高くなる一方で、可探深度は浅くなる。チャープソナーやソノプローブを音源とした場合は、極浅部の堆積層内の反射面を明瞭に捉えることができるため、新しい時代の断層運動の解明等に有効であり、ブーマーを音源とした場合は、

後期更新世以降の地層を含めた比較的浅い地層の内部構造を明瞭に捉えることができ、スパーカーやウォーターガンを音源とした場合は、ブーマーより深部まで捉えることができるため、深部から浅部に至る地下構造を把握することに有効であり、エアガンを音源とした場合は、海底下数ｋｍまでの深部構造を議論する上で有効な記録を得ることができる。

（乙Ｄ３４２、３６７）

c　本件発電所の敷地周辺の海域（伊予灘）における調査

伊予灘では、被告のほか、国土地理院、産業技術総合研究所、大学研究グループによって、調査対象深度及び分解能の異なる各種の音源を使用して、総延長約６７００ｋｍに及ぶ海上音波探査が実施されている。

（乙Ｃ１３１（６－３－７、６－３－１４０頁）、Ｄ３４２）

d　被告による中央構造線断層帯の性状の把握

(a)　断層の位置

被告は、上記の海上音波探査の結果を踏まえ、本件発電所の敷地前面海域の中央構造線断層帯の位置について、以下のとおり評価した。

海底下浅部の海上音波探査記録によると、本件発電所の敷地前面海域の海底下浅部には、本件発電所の沖合約５～８ｋｍに数条の活断層が確認できる。このうち、本件発電所の沖合約８ｋｍ付近にある２条の断層（以下、北側から順に「ｆ１断層」、「ｆ２断層」という。）は、海底面に明瞭な凹みをもたらしているが、両断層よりも南方に位置する断層は、変位が小さく、海底面に明瞭な凹みを与えていないから、ｆ１断層及びｆ２断層は、その下方にある震源断層の活動の影響を直接的に受けているが、両断層よりも南方に位置

する断層は、副次的に形成された小規模な断層であると評価できる。

震源断層は同じ場所で繰り返し活動するため、変形の累積性が顕著に認められる箇所は、その下で繰り返し活動している震源断層と対応していると考えられる。海上音波探査の結果を基に、海底地形、D層（更新世後期に形成された地層であって、現在堆積が進行している海底面を形成する地層（A層）のすぐ下に位置する堆積層）上面及びT層（鮮新世（約５００万～約２５８万年前までの期間）の後期から更新世の前期にかけて形成された地層であって、D層の下位の堆積層）上面の形状を比較すると、ｆ１断層とｆ２断層の間は地溝を形成しており、変形の累積性が特に顕著であるから、ｆ１断層とｆ２断層の中間（本件発電所の沖合約８ｋｍの地点）の地下深部に敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の震源断層が存在していると評価できる。

海底下深部の音波探査記録（エアガンを用いた音波探査記録）によれば、ｆ１断層及びｆ２断層は海底面から海底下深部まで達するが、両断層よりも南方に位置する断層は、海底下の浅いところで途切れて海底下深部に達していない断層か、比較的海底下深部にまで達していても海底下浅部の堆積層には変位を与えていない断層であり、副次的に形成された断層や古い断層であると判断できる。そして、本件発電所の沖合約８ｋｍの海底下約２ｋｍに、三波川変成岩類上面と領家花こう岩類上面の会合部（地質境界としての中央構造線）が確認でき、ｆ１断層及びｆ２断層は、この会合地点へ収斂するように地下に延びており、両断層よりも南方に位置する断層も、全体としてこの会合地点へ収斂している。また、ｆ１断層より北方の反射面は緩く南側に傾斜しているが、ｆ２断層より南方の反射面

は緩く北側に傾斜又は水平に分布しており、反射パターンが大きく異なっている。したがって、海底下深部の構造から、ｆ１断層とｆ２断層との間の地下深部（三波川変成岩類と領家花こう岩類が会合する地点の下方）に震源断層が存在すると評価できる。

以上から、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の震源断層は、本件発電所の沖合約８ｋｍの位置にあると特定することができる。

（前提事実８(2)イ(ｳ)・頁、乙Ｃ１３１（６－３－３１～４０頁）、Ｄ３４２）

(b) 断層の長さ

被告は、本件発電所の敷地周辺において地質・地質構造調査を実施し、その結果から、四国北西部における中央構造線断層帯を構成する断層の間にジョグが分布することを確認するとともに、既往文献におけるセグメント区分の知見を分析し、四国北西部の中央構造線断層帯について、東から、川上セグメント（約３６ｋｍ）、重信引張性ジョグ（約１２ｋｍ）、伊予セグメント（約２３ｋｍ）、串沖引張性ジョグ（約１３ｋｍ）、敷地前面海域の断層群（伊予灘セグメント。約４２ｋｍ）、三崎沖引張性ジョグ（約１３ｋｍ）、豊予海峡セグメント（約２３ｋｍ）が存在すると評価した。

（乙Ｃ１３１（６－３－５１～５９頁）、Ｄ３４２）

(c) 断層の傾斜角

被告は、本件発電所の敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の震源断層の傾斜角について、以下のとおり、変動地形学的観点、地震学的観点及び地球物理学的観点から検討し、評価した。

変動地形学的には、敷地前面海域の断層群の分布域において、Ｄ層上面には断層群の南北で顕著な高低差は認められず、断層群に沿

って地溝やバルジが交互に並び、非常に直線的な配列を示している。これは、鉛直な横ずれ断層の活動によって形成される典型的な地形であるから、少なくとも海底下浅部における活断層は、ほぼ鉛直であると評価でき、震源断層も鉛直である可能性が考えられる。

地震学的には、広域応力場を基に横ずれ断層の活動を考える場合、蓄積された歪みを解放する面として摩擦力が小さく横ずれしやすい鉛直な断層面を類推しやすく、横ずれ断層の震源断層の傾斜角は鉛直として考えるのが一般的であり、近年国内外で発生した横ずれ断層による主な地震の震源断層も、その傾斜角はほぼ鉛直であることが明らかにされている。

地球物理学的には、海上音波探査の結果から、海底下浅部の断層はいずれも高角度（鉛直に近い）であることが確認され、また、当該海上音波探査による探査断面を対象にアトリビュート解析を実施した結果、海底下浅部に見られる高角度の断層の下方において、北傾斜する地質境界断層（地質境界としての中央構造線）が高角度の断層によって変位を受けている可能性が示唆された。

以上を総合し、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の震源断層の傾斜角は鉛直であると評価した。

（前提事実８(2)イ(ｳ) a・49 頁、乙Ｃ１３１（６－３－５９～６６頁）、Ｄ３４２）

(d) 地震発生層の厚さ

被告は、以下のとおり、地震発生層の厚さを評価した。

Ⅰ 地震発生層の上端深さ

気象庁一元化震源（平成９年１０月～平成２３年１２月）のうち、本件発電所を中心に半径１００ｋｍ程度、深さ５０ｋｍ以浅で発生した地震に基づき検討した結果、本件発電所周辺における

内陸地殻内地震は、深さ２～１２ｋｍの範囲で発生していると評価した。

また、上記気象庁一元化震源のうち、深さ２５ｋｍ以浅の地震に基づき検討した結果、本件発電所敷地周辺におけるＤ１０％（浅い方からの地震を数えた地震数が全体の１０％に達する深さであり、地震発生層の上端に相当する。）の深さは５～６ｋｍと評価した。

さらに、一般的に、地震発生層の上端深さは、Ｐ波速度が６ｋｍ／ｓ相当の地層の上面に対応すると言われており、深部ボーリング孔を用いたＰＳ検層（ダウンホール法）の結果、Ｐ波速度は、深度１２８０～２０００ｍで約５．５ｋｍ／ｓであることから、６ｋｍ／ｓ相当の地層の上面の深さは少なくとも２ｋｍ以深であり、三波川変成岩類と領家花こう岩類との会合部の深さ（地質境界としての中央構造線）は、屈折法地震探査の結果から、浅くとも２ｋｍ程度と推定される。

以上の知見により、地震発生層の上端深さは５ｋｍ程度と判断されるが、中央構造線断層帯における断層上端深さを２ｋｍと設定したことを考慮し、内陸地殻内地震の地震動評価で用いる地震発生層の上端深さを２ｋｍと設定した。

（乙Ｃ１３１（６－５－２４、６－５－２５頁）、Ｄ３４２）

Ⅱ　地震発生層の下端深さ

本件発電所周辺における内陸地殻内地震は、前記Ⅰのとおり、２～１２ｋｍの深さで発生している。

Ｄ９０％（地震数が全体の９０％に達する深さであり、地震発生層の下端に相当する）は、伊藤（２００６）によると、１２～

１４ｋｍとされている。地震が発生する深さは、地下の温度とも密接な関係があり、キュリー点深度（岩石が磁性を失う温度（キュリー点温度。約５８０℃）に達する深度）との対比から算出した敷地における地殻熱流量は、８０ｍＷ／ｍ$^2$、深部ボーリングの掘削で取得した地温勾配及び岩石コアの熱伝導率を用いて算出した地殻熱流量は、７４ｍＷ／ｍ$^2$であり、これらをＴａｎａｋａ（２００４）の知見に照らし合せると、敷地周辺のＤ９０％は１５ｋｍ程度と推定される。

また、地震発生層の下端深さは、地殻内部の温度分布に支配されていると考えられており、Ｖｐ／Ｖｓ比の大きい領域は、高温のため岩盤の剛性が低下して強い地震動が生じにくい領域であることを示していると考えることができる。弘瀬ほか（２００７）による地震波トモグラフィー解析の結果によると、敷地周辺では、深さ１５～２５ｋｍ付近にかけて高Ｖｐ／Ｖｓ比領域が確認され、やや南方の地殻内地震は低Ｖｐ／Ｖｓ比領域で発生し、下限を高Ｖｐ／Ｖｓ比領域で制限されているように見える（下限深さは１５ｋｍ）。

さらに、キュリー点深度は、大久保（１９８４）によると、本件発電所の敷地周辺で約１１ｋｍとされているところ、本蔵ほか（１９８８）によれば、過去の大地震の断層モデルの断層面下端深度は、平均的にはキュリー点深度より１．３倍深いという結果を示すとともに、偏差等を考慮し、断層面の下端はキュリー点深度の１．５倍であると仮定されていることを踏まえて、敷地周辺における地震発生層の下端深さは１６．５ｋｍとなる。

中央構造線断層帯長期評価（第１版）は、地震発生層の下限の深さを概ね１５ｋｍ程度としている。

以上を考慮し、地震発生層の下端深さを１５ｋｍと設定した。

（乙Ｃ１３１（６－５－２５～２８、６－５－２６２、６－５－２６４、６－５－２６５頁）、Ｄ７１、３４２）

Ⅲ　地震発生層の厚さ

上記Ⅰ及びⅡのとおり、震源断層の上端深さを２ｋｍ、下端深さを１５ｋｍと設定し、地震発生層の厚さを１３ｋｍと設定した。

（乙Ｃ１３１（６－５－２８頁）、Ｄ３４２）

e　中央構造線断層帯長期評価（第２版）の内容

(a)　断層帯の位置及び形態

中央構造線は西南日本を内帯と外帯に分ける重要な地質境界線であり、これにほぼ沿う形で分布する活断層帯を中央構造線断層帯と呼ぶ。中央構造線断層帯は、奈良県香芝市から愛媛県伊予市まで四国北部をほぼ東西に横断し、伊予灘に達している。断層はさらに別府湾を経て大分県由布市に至り、その全長は約４４４ｋｍとなる。過去の活動時期や断層の形状等の違い、平均的なずれの速度等から、全体が１０の区間に分けられる。その１０区間は、①金剛山地東縁区間（約１６ｋｍ）、②五条谷区間（約２９ｋｍ）、③根来区間（約２７ｋｍ）、④紀淡海峡－鳴門海峡区間（約４２ｋｍ）、⑤讃岐山脈南縁東部区間（約５２ｋｍ）、⑥讃岐山脈南縁西部区間（約８２ｋｍ）、⑦石鎚山脈北縁区間（約２９ｋｍ）、⑧石鎚山脈北縁西部区間（約４１ｋｍ）、⑨伊予灘区間（約８８ｋｍ）、⑩豊予海峡－由布院区間（約６１ｋｍ）である。

中央構造線断層帯は、全体として右横ずれを主体とし、上下方向のずれを伴う断層帯であるが、断層帯の最東端の金剛山地東縁区間（上記①）では、断層の西側が東側に対して相対的に隆起する逆断

層であり、断層帯の西端部の豊予海峡－由布院区間（上記⑩）では、主として北側低下の正断層である。

（甲４３０（１、１１、２６頁））

(b) 中央構造線断層帯に関するこれまでの主な調査研究

中央構造線断層帯は、中生代後期以降、多様な断層活動を経てきたとされるが、そのうち、第四紀後期には、ほぼ一様に右横ずれ成分の卓越する断層運動があったとみられ、特に、四国から紀伊半島西部にかけての地域では、明瞭な断層変位地形が連続的に認められる。

中央構造線断層帯における主な物理探査、地形・地質調査として、伊予灘においては、堤ほか（１９９０）、小川ほか（１９９２）、三浦ほか（２００１）、大塚ほか（２００１）、七山ほか（２００２）、四国電力株式会社（２０１５）、Ｉｋｅｄａ ｅｔａｌ．（２０１３）等の調査が実施されている。

（甲４３０（２６、６４、６６、６７、６９、７０頁））

(c) 中央構造線断層帯の評価結果

本評価では、「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）等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った。この結果、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、さらに全体を１０の活動区間（前記(a)）に区分することとした。

（甲４３０（２７頁））

(d) 中央構造線そのものの活動に伴う断層

別府重点調査の結果によれば、H測線ならびに大野川測線の反射法断面には、三波川帯と領家帯上面の接合部より浅部の中央構造線の上盤に位置する別府湾充填新期堆積層内にも強い変形が認められる。また、中央構造線直近でかつ中央構造線と同一方向の佐賀関断層もC級ではあるが、活断層である。これらのことから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。

（甲４３０（３１頁））

(e) 中央構造線断層帯の傾斜角

Ⅰ 伊予灘区間の断層の浅部の傾斜角

伊予灘では、大野ほか（１９９７）により反射法地震探査が行われ、その結果によると、少なくとも深さ約２ｋｍ以浅の活断層帯は高角である。また、四国電力株式会社（２０１５）は、伊予灘区間の海域部で詳細な音波探査を行い、中央構造線断層帯の横ずれ運動に対応するフラワーストラクチャーを確認するとともに、同断層帯下部が深度２ｋｍの三波川帯と領家帯との境界に収斂すると解釈されている。以上のことから、伊予灘区間では、深さ２ｋｍ以浅では高角度で北傾斜の可能性がある。

Ⅱ 中央構造線断層帯の断層の深部の傾斜角

中央構造線の五条谷区間から伊予灘区間における断層深部の傾斜角について、中角度（約４０°）あるいは高角度（ないしほぼ鉛直）と評価する点について、これまでに指摘された根拠と現時点での評価は、次のとおりである。

ｉ 中角度であるとする主張の要旨

伊予灘から別府湾にいたる地域で行われた多数の反射法地震探査等の成果によって、中角度傾斜の中央構造線の活動による可能性のある狭長な半地溝堆積盆地の存在が確認されている。盆地中央部を走る高角な中央構造線断層（活断層帯）は下方延長で中央構造線を切断していない。さらに、中央構造線の北側の堆積層に傾動沈降運動が認められるが、これは傾斜した断層面の滑りに伴うロールオーバー構造と解釈される。地下深部で中角度に傾斜した横ずれ断層面が地表付近で高角度になることは、不自然ではない。また、ＧＮＳＳ観測に基づく地殻変動からの傾斜角の推定では、３５～５０°で北に傾斜する断層のモデルが最適と推定されている。このことは、中央構造線の物質境界が力学境界であることを示唆するものである。

ii　高角度であるとする主張の要旨

トレンチ調査、ボーリング調査及び反射法地震探査に基づくと、地表付近の断層の傾斜は高角度であり、しかも、地表の断層のトレースが直線的であることから、地表付近では高角度の断層が連続していることを示している。地表付近の中央構造線断層帯が中角度であれば、地形の起伏に伴って断層走向は変わるはずであるが、そのような事実はない。また、讃岐山脈南縁東部区間における反射断面の結果から中角度の傾斜角が推定されているが、反射断面から見える境界は地質境界を意味しており、活断層であると断定できない。さらに、第四紀以降の上下方向のずれの向きは、活断層のトレースに沿って北側低下と南側低下が混在し、典型的な横ずれ断層の上下変位パターンを示しており、中角度の断層面が純粋な横ずれ運動を生じるとの考えとは矛盾する。

iii　地震本部の見解

中央構造線断層帯の傾斜角について、中角度か高角度かの判断根拠がいくつかあるため、現時点では、両論を併記することとした。しかしながら、以下のような考察に基づき、中角度の可能性が高いと判断した。

中央構造線が地下深部まで中角傾斜であること、中央構造線断層帯（活断層帯）が高角傾斜であることは両論とも一致している。議論が分かれているのは、第１に、高角な中央構造線断層帯と中央構造線はどのような関係かということであり、第２に、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ことである。

第１の点については、反射法地震探査断面が多数公表されているが、それらの中で高角である中央構造線断層帯（活断層帯）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は確認されていない。第２の点については、①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し、②３５～５０°で北に傾斜する断層モデルにより、ＧＮＳＳによる地殻変動が説明可能であるという報告があり、また、実際に２０１３年にパキスタンで発生したバルチスタン地震も、最初の破壊が７５°の傾斜角で、その後破壊が４５°でほぼ純粋な横ずれをしたと主張する例もある。

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事実が確認されないことと、４００ｋｍ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は、中角である中央構造線の活動に伴って浅部における中央

構造線断層帯（活断層帯）が形成・成長しているという考えを支持する。さらに、中央構造線より南側の三波川帯や四万十帯などの外帯には活断層はほとんど存在せず、その延長部が中央構造線直下に分布することは高角の断層が形成しにくいことを示唆している。

根来区間や讃岐山脈南縁東部区間の傾斜角は反射断面に基づいて比較的深部にわたるまで中角度と推定されているが、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いため、その条件について検討する必要がある。伊予灘区間では断層が海域に位置しており、陸域に近い沿岸浅海域の調査も必要となる。本断層帯の深部での傾斜を最終的に解明するためには、断層の深部延長をボーリング調査などによって直接確認することが望ましい。

（甲４３０（３０～３３、６１、６９頁））

(f) 断層の変位の向き（ずれの向き）

五条谷から伊予灘に至る区間は、河川や段丘崖の右屈曲等から、右横ずれが主体と考えられる。全域にわたって上下方向の変位も伴っているが、その向きは場所により異なり、北側隆起の部分と南側隆起の部分がある。愛媛県北西部では隆起の方向が一定しない。また、三浦ほか（２００１）及び四国電力株式会社（２０１５）によると、伊予灘では複数の断層が並走し、横ずれ断層変位に伴って形成されたと推定される小地溝やバルジが直線的に配列している。

別府湾周辺については、別府湾の北部や湾の北側の山地に分布する二次的な断層は、反射法地震探査結果、音波探査結果、断層変位地形及び断層露頭等から、主として南側が相対的に低下する正断層

と推定される。一方、別府湾の南部や湾の南側に分布する断層は、断層変位地形や断層露頭等から、主として北側が相対的に低下する正断層と推定され、こちらが主体となって活動し、北側の断層を二次的に発生させたと考えられる。

（甲４３０（３３、３４頁））

(g) 断層帯の過去の活動（平均変位速度（平均的なずれの速度））

伊予灘区間では、南側隆起０．２ｍ／千年程度の可能性がある。また、豊予海峡－由布院区間では、震源断層と考えられる南側の断層は相対的に北側低下で０．１～５ｍ／千年程度とまとめられる。なお、二次的な北側断層群の北側隆起については、０．４～３ｍ／千年程度である。（甲４３０（３７頁））

f 四国長期評価の内容

(a) 評価地域の地質構造とテクトニクス

中央構造線断層帯（活断層）は、中央構造線の上盤に形成されるとみられ、紀伊半島から四国中央部に至る多くの箇所で高角な傾斜であるが、下方延長が中央構造線を切断していない可能性が高い。別府湾から豊後水道での反射法地震探査の結果でも、高角の中央構造線断層帯（活断層）が地下３～４ｋｍで北傾斜する中央構造線に到達するものの、中央構造線を切断していないという解釈がなされている。震源断層としては中角度の中央構造線が活動し、それに伴って地下浅部で高角な中央構造線断層帯が活動してきた結果であろう。中央構造線断層帯は、紀伊半島から豊後水道付近までの区間で右横ずれの活断層であるが、第四紀以降の累積的な上下の変位は、伊予三島を境に東側では北側隆起、西側では別府湾や伊予灘、燧灘等の北側に相対的な沈降域が存在する。東部で北側隆起、西部で北側低下の垂直運動は、約７０万年前以降の横ずれ運動が卓越する前

に顕著に進行していたものと推定される。

（甲４３１（７頁））

(b) 四国地域の活断層の特性

中央構造線断層帯（伊予灘区間）は、右横ずれを主体とし、上下方向のずれを伴う。中央構造線断層帯（伊予灘区間）の平均的な変位速度は、１～２ｍ／千年程度（右横ずれ成分）あるいは０．２ｍ／千年程度（上下成分、南側隆起）と見積もられている。

（甲４３１（９頁））

(イ) 震源断層の性状について

a 震源断層の位置

被告は、前記(ア)ｃの海上音波探査の結果を踏まえ、本件発電所の沖合約５～８ｋｍの海底下浅部に確認できる活断層は、変位が小さく、海底面に明瞭な凹みを与えていないため、副次的に形成された小規模な断層であると評価する一方で、ｆ１断層とｆ２断層の間には地溝が形成されており、変位の累積性が特に顕著であるため、両断層の中間（本件発電所の沖合約８ｋｍの地点）に震源断層が存在していると評価し、これと、ｆ１断層及びｆ２断層は、海底面から海底下深部まで達し、本件発電所の沖合約８ｋｍの海底下約２ｋｍにある三波川変成岩類上面と領家花こう岩類上面の会合部（地質境界としての中央構造線）に収斂するように地下に延びており、ｆ１断層とｆ２断層との間の地下深部（上記会合地点の下方）に震源断層が存在すると評価できることを総合し、震源断層の位置を本件発電所の沖合約８ｋｍに特定している（前記(ア)ｄ(a)）。

このような被告の評価及び判断は、変位の累積性等を踏まえた地質学的に見て合理的な根拠に基づくものであるし、査読論文である高橋ほか（２０２０）は、変位の累積が特に顕著で海底面まで達する高角

断層が認められ、中央構造線活断層系の主断層と考えられ、これらの主断層の下方延長は、三波川変成岩類と領家花こう岩類の会合部付近に収斂しているように見えるとの見解を示しており（乙Ｄ２７５、弁論の全趣旨）、上記の被告の評価等と整合することからすると、震源断層の位置についての被告の評価は合理的なものであると認められる。

これに対し、原告らは、中央構造線断層帯の位置は本件発電所の北５ｋｍ地点に存在し、被告が評価判断した８ｋｍよりも近い可能性を無視しているなどと主張する。また、岡村眞高知大学名誉教授・高知大学防災推進センター客員教授（以下「岡村教授」という。）は、供述書（令和５年７月１７日付け。以下「岡村教授供述書①」という。）において、活断層から想定される震源断層にある程度の幅を持たせることは当然であるし、表層の深さ２ｋｍまでのエアガン探査で見えている範囲でも１ｋｍ程度は内側に収斂していることから、最遠でも７ｋｍで計算すべきであるし、さらに数ｋｍ程度の幅を持たせて計算すべきであるとの見解を示している。しかし、被告の評価や判断は上記のとおりであり、地質学学的に見て合理的な根拠に基づくものである。原告らの主張や岡村教授の見解は、これが不合理であることを具体的に指摘するものではなく、抽象的な可能性を指摘するものにすぎない。したがって、上記主張及び見解は採用できない。

b　震源断層の傾斜角

被告は、①変動地形学的には、鉛直な横ずれ断層の活動によって形成される典型的な地形であるため、少なくとも海底下浅部における活断層はほぼ鉛直であると評価でき、震源断層も鉛直である可能性が考えられ、②地震学的には、横ずれ断層の震源断層の傾斜角は鉛直として考えるのが一般的であり、③地球物理学的には、海上音波探査の結

果等から、海底下浅部の断層はいずれも高角度（鉛直に近い）であることが確認され、その断層の下方において、北傾斜する地質境界としての中央構造線が高角度の断層によって変位を受けている可能性が示唆されたとして、震源断層の傾斜角を鉛直と評価している（前記(ｱ)ｄ(c)）。被告は、横ずれ断層に係る知見や調査結果等を踏まえて震源断層の傾斜角を評価したものであり、不合理な点は見当たらない。

c　震源断層の傾斜角に関する原告らの主張について

(a)　原告らは、以下の各証拠を指摘して、本件発電所の震源断層が南傾斜の逆断層（中角度）の場合についても地震動評価をすべきであり、その評価がされていない被告の評価（上記ｂ）は不合理であるなどと主張する。

Ⅰ　中央構造線断層帯長期評価（第２版）及び四国長期評価の記載について

中央構造線断層帯長期評価（第２版）及び四国長期評価では、「伊予灘区間では、南側隆起０．２ｍ／千年程度の可能性がある」、「中央構造線断層帯（伊予灘区間）の平均的な変位速度は、１～２ｍ／千年程度（右横ずれ成分）あるいは０．２ｍ／千年程度（上下成分、南側隆起）と見積もられている」（前記(ｱ)ｅ(g)、(ｱ)ｆ(b)）と記載されている。

しかし、四国長期評価では、他方で「伊予灘…北側に相対的な沈降域が存在する」（前記(ｱ)ｆ(a)）とも記載されており、これらの「隆起」ないし「沈降」という表現は、相対的な上下の位置関係をいうものにすぎず、断層による変位の関係を指すものではないと理解され（証人奥村晃史１５、１６頁）、現に、正断層主体の活断層の長期評価において、正断層の活動に伴う上下変位を「隆起」と記載している例がある（「甑断層帯の長期評価」（平

成２５年２月１日地震調査委員会）・乙Ｄ３５８）。以上によれば、中央構造線断層帯長期評価（第２版）及び四国長期評価の「南側隆起」の記載は、南傾斜の逆断層であることの根拠にならない。

Ⅱ　岡村教授は、意見書（甲３２９）において、本件発電所側（南側）が少なくとも５ｍは高くなっており、南側が隆起していることが示されていること、佐田岬半島沿いには、中位及び高位の段丘面が明瞭に配列しており、過去数十万年間にわたって南側の佐田岬半島が安定して隆起し続けていることから、南側が上盤となる南傾斜の逆断層成分を含む断層であり、南傾斜８０°を基本ケースとして十分に検討を尽くすべきであるとの見解を示している。

しかし、南側の地盤が高くなっているとしても、北側が沈降する北傾斜の正断層成分を含む横ずれ断層という評価もあり得るのであるから、そのことによって南側が隆起する南傾斜の逆断層成分を含む根拠にはならない。また、佐田岬半島が安定して隆起し続けてきたとの点についても、同半島は、約１０万年で２０～２５ｍ隆起してきたと考えられる（乙Ｃ１３１（６－３－１９９頁）、弁論の全趣旨）ものの、この速度は、国内で一般的な速度であり（乙Ｄ１０３、弁論の全趣旨）、特に佐田岬半島が断層運動によって隆起したことを示すものとはいえないから、南傾斜の逆断層成分を含むことの根拠にはならない。

Ⅲ　野津厚国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所港湾空港技術研究所地震防災研究領域領域長（以下「野津証人」という。）は、①四国西部は北西への移動を続けており、本件発電所付近では、中央構造線断層帯を挟む南北の領域間で、右横ずれの

歪みの蓄積とともに、圧縮が生じており、この作用の下で地震が起こるならば、横ずれに南傾斜の逆断層の成分が加わる可能性が高い、②Ｉｋｅｄａ　ｅｔ　ａｌ．（２００９）が、敷地前面海域の中央構造線断層帯の東側の延長上に当たる伊予断層付近で反射法地震探査を行い、南向きに約５０度の角度で傾斜する逆断層を見出し、これを伊予断層の延長であると解釈しており、これは、南傾斜の逆断層の成分が混じる可能性を裏付けているとの見解を示している（甲４０８、９８５、証人野津厚（８～１４頁））。

しかし、野津証人が上記①に関連して論文（甲４０８）において引用するＮｉｓｈｉｍｕｒａ　ａｎｄ　Ｈａｓｈｉｍｏｔｏ（２００６）は、中央構造線断層帯が北傾斜であることを前提として、執筆された論文である（乙Ｄ４０８、証人奥村晃史（５５頁））。また、野津証人が論文（甲４０８）において引用する「ＧＰＳ連続観測にもとづく西南日本における地殻変動の速度ベクトル」と題する図は、別府湾において、本件発電所と同様の北西への移動があることを示しており、上記①の見解を前提とすれば、別府湾において、中央構造線断層帯に逆断層成分が見いだされることとなるが、野津証人は、正断層運動が卓越していると述べている（証人野津厚（４０～４１頁））。上記②についても、Ｉｋｅｄａ　ｅｔ　ａｌ（２００９）の著者は、伊予断層を高角度（わずかに北傾斜）であると評価している（乙Ｄ１２３、４０９、弁論の全趣旨）。

したがって、野津証人の上記①及び②の見解によっても、南傾斜の逆断層であると認めることはできない。

Ⅳ　なお、岡村教授は、意見書（甲３２９）において、野津証人

は、資料（甲９８５）及び証人尋問（６、７頁）において、いずれもエアガン探査断面のデータを見れば、断層面が南に傾斜していることが確認できるとの見解を示しているが、南傾斜であると理解できるような具体的な痕跡等を上記データに見て取れるかは明らかではないから、これらの見解を採用することはできない。

(b) 以上によれば、原告らの主張や各証人の見解によっても、本件発電所の震源断層が南傾斜の逆断層となっている可能性があるとは認められず、被告の評価において、南傾斜の逆断層であった場合を想定した評価がされていないことが、その評価の合理性を左右するものではないというべきである。

d 基準地震動の変動等に関する原告らの主張について

原告らは、①被告は、中央構造線断層帯を認識せずに本件発電所１号炉の設置許可申請をし、中央構造線断層帯は活断層ではないとして同２号炉及び本件原子炉の設置変更（増設）許可申請をした、②被告は、本件発電所１号炉及び２号炉の建設時（２００ガル）から新規制基準策定後まで（６５０ガル）の４０年程の間に、３回にわたって基準地震動を変遷させており、これは、被告の基準地震動策定の誤りの歴史であり、何回にもわたって地震動を過小評価し続けた結果である、③被告の策定した基準地震動は、未だに全国的な基準地震動のレベルと比較して明らかに低いなどと主張する。

しかし、上記①については、本件では、本件原子炉の運転等によって原告らの生命及び身体等が侵害される具体的危険があるかどうかが問題になっており、過去の時点における被告の評価によって、上記の具体的危険が左右されるものではない。また、上記②については、基準地震動の策定手法は、科学的知見の発展に伴い順次見直されている（前記(2)イ、ウ(イ)(ウ)参照）ものであり、被告による地震動の過小評価によるも

のとまではいえない。さらに、上記③についても、地震動は、震源特性、伝播特性及び増幅特性（サイト特性）によって影響を受ける（前提事実7(1)オ・26頁）ことからすれば、他の原子力発電所における基準地震動よりも低いからといって、被告の策定した基準地震動が過小評価であるということはできない。

e　震源断層の把握に関する原告らの主張について

原告らは、被告が、中央構造線断層帯の位置も角度も分からないまま基準地震動を策定しており、必要な調査をしたとはいえないなどと主張する。

この点、海上音波探査の探査能力（前記ア(ア)b）からすれば、上記探査の結果のみから直ちに震源断層を把握することは困難ではあるが、被告は、海上音波探査の結果のほか、文献調査、海底地形調査及び地球物理学的調査等の結果を踏まえ、変動地形学、地震学及び地球物理学の各科学的観点からの検討を加えるなどして、震源断層の性状を評価しており（前記ア(ア)d、乙C131（6－3－1、6、7、31～40、43～66頁）、D68）、被告は、エアガン探査の結果のみによって震源断層の傾斜角を鉛直と評価しているわけではない。したがって、原告らの上記主張は採用できない。なお、三次元探査については、後記(7)で検討する。

イ　応答スペクトル評価の合理性

(ア) 認定事実

前提事実、後掲証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

a　応答スペクトル評価

応答スペクトル評価は、距離減衰式に代表される地震のマグニチュードと震源又は震源断層からの距離の関係で地震動特性を評価する手

法である。　（前提事実７(2)ア(ｳ)・26頁）

(a)　松田式の概要

松田式（ＬｏｇＬ＝０．６Ｍ－２．９）は、国内の内陸部に発生した１８９１年濃尾地震から１９７０年秋田県内陸南部の地震までの１４の地震のデータから得られた断層長さと地震の気象庁マグニチュードとの関係を表す経験式であり、日本列島における地殻内地震の震源断層に対して適用性が高いとされている。

（乙Ｄ７９、８４、３４２、３７２）

(b)　耐専式の概要

耐専式は、解放基盤相当の硬い岩盤における観測記録（等価震源距離の範囲は２８～２０２ｋｍ）に基づいて策定された距離減衰式であり、マグニチュード、等価震源距離及び評価地点の地盤のＰ波速度、Ｓ波速度から評価地点の水平方向及び鉛直方向の地震動の応答スペクトルを評価するものである。耐専式では、マグニチュードと等価震源距離とが与えられると、特定の８つの周期に対する応答値が求まり、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、地震基盤における応答スペクトルが得られる。上記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は、あらかじめ、マグニチュードと等価震源距離との組合せによって定められている。具体的には、４段階のマグニチュード（Ｍ６、Ｍ７、Ｍ８及びＭ８．５）について、それぞれ遠距離、中距離、近距離及び極近距離の４種類の等価震源距離が設定されている。設定されていない任意のマグニチュードと等価震源距離に対するコントロールポイントの値についても、得られた応答値を基にマグニチュードと等価震源距離とで補正して

求めることができる。　　（乙Ｄ３５、８１、弁論の全趣旨）

距離減衰式で用いる主要なパラメータの一つである距離について、多くの距離減衰式が評価地点と震源との最短距離を用いるのに対し、耐専式では、等価震源距離を用いるため、震源断層面の面的な広がりや断層面の不均質性（アスペリティ分布）を評価に反映することが可能である。また、震源断層の近傍では、破壊の進行方向で地震波の振幅が大きくなる現象（断層破壊の指向性効果。ＮＦＲＤ効果）が指摘されるところ、一般的な距離減衰式では、このような特性を考慮することができないが、耐専式では、応答スペクトルに反映させることが可能である。さらに、耐専式の回帰式策定に用いられた観測記録は、海溝型地震（海洋プレート内地震、プレート間地震）が多く含まれているところ、過去の地震の知見から、内陸地殻内地震の地震動レベルは、海溝型地震と比べて小さいという特性が確認されており、この特性を反映するため、耐専式による評価では、内陸地殻内地震の地震動レベルを算定するための補正係数（短周期側に０．６を乗じる。以下、この補正を「内陸補正」という。）が提案されている。ただし、耐専式は、地震規模及び等価震源距離から地震動を求めるものであるため、等価震源距離が遠くなる長い断層での地震動よりも、等価震源距離が近くなる短い断層での地震動が大きくなる可能性があるという特性を持っている。

（乙Ｄ８０、８１、３４２、弁論の全趣旨）

地震ガイドにおいては、震源特定地震動の応答スペクトル評価について、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、距離減衰式が適切に選定されていることを確認することが定められている（前提事実８(1)ア(ｳ) a (c)・39 頁）。また、原子力安全委員会は、平成２１年５月、

「「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」を実施し、これを踏まえ、震源が敷地に近い場合の応答スペクトル評価について、同評価は経験的手法であり、用いられたデータの質・量によってその適用範囲を慎重に吟味することが重要であり、特に、震源が敷地に近い場合にはより慎重な対応が必要となるため、適用可能な各種の応答スペクトル評価の結果や断層モデル評価の結果等を踏まえ、総合的な判断を行う必要があるとした。

（乙Ｄ８２、８３）

b　被告による耐専式の適用範囲についての評価

震源断層の長さごとの基本震源モデルについては、４８０ｋｍケースを基本としつつ、１３０ｋｍケース及び５４ｋｍケースの評価をし、６９ｋｍケースについても、念のため検討することとし、上記各ケースのそれぞれについて、鉛直モデル及び北傾斜モデルを検討した。なお、南傾斜モデルについては、１３０ｋｍケース及び５４ｋｍケースでは、等価震源距離ではなく、断層最短距離を用いたその他の距離減衰式で評価するため、地震動は鉛直モデルと同じになることから、検討の対象とせず、４８０ｋｍケースでは、等価震源距離が大きく、地震動に与える影響は小さくなることから、検討の対象としなかった。そして、解放基盤表面の地震動として評価できること、水平方向及び鉛直方向の地震動が評価できること、震源の広がりを考慮できること、敷地における地震観測記録を用いて地域特性等が考慮できることに着目し、基本として用いる距離減衰式として耐専式を採用した。その上で、上記各ケースについて、以下のとおり、耐専式の適用の可否等について検討した。

（前提事実８(2)イ(イ)、乙Ｄ３５、３４２、弁論の全趣旨）

(a)　４８０ｋｍケース

４８０ｋｍケースは、鉛直モデル及び北傾斜モデルともに耐専式の適用範囲内である。次に、４８０ｋｍケースでは、内陸補正を考慮した場合に、その他の距離減衰式の地震動と整合的であり、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との乖離は比較的大きくなく、その他の距離減衰式の評価結果は、断層モデル評価の結果ともほぼ整合的である。これらの結果から、４８０ｋｍケースについては、鉛直モデル及び北傾斜モデルともに、内陸補正を考慮せずに耐専式を適用して評価した。

(b) １３０ｋｍケース、６９ｋｍケース及び５４ｋｍケース

１３０ｋｍケース、６９ｋｍケース及び５４ｋｍケースは、いずれも極近距離よりも近傍であり、基本的には耐専式の適用範囲外にあり、特に、鉛直モデルについては、耐専式の検証に用いた観測記録がない範囲である。これを前提に、耐専式による評価結果とその他の距離減衰式による評価結果及び断層モデル評価結果とを比較して、耐専式の適用性について検証した。

各鉛直モデルは、内陸補正を考慮しない場合、考慮した場合のいずれも、その他の距離減衰式の地震動と大きく乖離しているため、いずれも耐専式の適用範囲外とした。そして、その他の距離減衰式による評価結果は、断層モデル評価の結果（１３０ｋｍケース及び５４ｋｍケース）と整合的であった。そこで、各鉛直モデルについては、その他の距離減衰式を採用した。

各北傾斜モデルは、内陸補正を考慮した場合にはその他の距離減衰式の地震動と比較的整合的であるが、内陸補正を考慮しない場合には乖離が大きいため、内陸補正を考慮するのが適切であると評価できる。そして、その他の距離減衰式による評価結果は、断層モデル評価の結果（１３０ｋｍケース、５４ｋｍケース）とほぼ整合的

であった。そこで、内陸補正を考慮した上で耐専式を適用することが適切であるものの、保守的にみるため、内陸補正を考慮せずに耐専式を適用して評価した。

(イ) 以下では、原告らの主張を踏まえ、被告による応答スペクトル評価の合理性について検討する。

a　耐専式について

原告らは、耐専式は、地震規模が大きいほど大きくなり、等価震源距離が長いほど小さくなるため、本件原子炉の場合、中央構造線断層帯の長さが東西に延びていくほど地震規模が大きくなるものの、それ以上に等価震源距離が長くなり、結果として地震動が小さくなってしまうという欠陥があり、現に、被告は、６９ｋｍケースの北傾斜モデルに耐専式を適用した場合の加速度が最大と評価しており、断層の長さが長くなるほど地震が大きくなるという常識を覆す結果となっていると主張する。

しかし、原告らが指摘する点は、等価震源距離を用いる耐専式の特性そのものであり（前記(ア) a (b)）、それをもって耐専式の信頼性が欠けることにはならない。６９ｋｍケースの北傾斜モデルに対する適用結果についても、上記ケースは本来耐専式の適用範囲外であるものの、あえてこれを適用し、かつ、内陸補正を考慮するのが適切であるにもかかわらず、あえて内陸補正をしなかった結果、保守的な地震動評価となったため（前記(ア) b (b)）であると考えられる。そうすると、上記のような結果が生じたことをもって耐専式を適用したことが不合理であるとはいえない。

b　耐専式の適用について

原告らは、被告が５４ｋｍケース、６９ｋｍケース及び１３０ｋｍケースの鉛直モデルに耐専式を適用しなかったことについて、極近距

離からの乖離が大きいことや、その他の距離減衰式との乖離が大きいことは理由にならないなどと主張する。

しかし、耐専式を含む距離減衰式は、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一般法則を導く計算式であり、精度の高い予想を行うためには、その基となった観測記録に係るデータベースの範囲で適用されるべきものである。そのため、評価対象となる地震規模や観測点との距離等がデータベースの範囲から外れる場合には、当該距離減衰式の適用の可否は慎重に検証されるべきであり、このことは、地震ガイドにおいても、注記されていることである（前提事実８(1)ア(ｳ)）。また、耐専式は、極近距離よりも近傍にコントロールポイントが設けられておらず（乙Ｄ８２）、そのような極近距離よりも近傍で発生した地震への適用は想定されていないというべきであるから、そのような地震への耐専式への適用は、他の適用可能な距離減衰式の評価結果や断層モデル評価結果等を踏まえ、総合的な判断を行う必要があるとされている（前記(ｱ) a）。被告は、１３０ｋｍケース、６９ｋｍケース及び５４ｋｍケースは、いずれも極近距離よりも近傍であり、基本的には耐専式の適用範囲外にあることを前提に、耐専式による評価結果とその他の距離減衰式による評価結果及び断層モデル評価結果とを比較して、耐専式の適用性について検証し、上記各ケースの鉛直モデルは、内陸補正を考慮しない場合、考慮した場合のいずれも、その他の距離減衰式の地震動レベルと大きく乖離しているため、いずれも耐専式の適用範囲外とした（前記(ｱ) b (b)）のであって、このような被告の評価は、上記のような耐専式の適用可能性に関する検証手法を踏まえた合理的なものであるといえる。

なお、原告らは、２０００年鳥取県西部地震や２００４年北海道留萌支庁地震といった極近距離内で発生した地震の観測記録からすれ

ば、極近距離内でも耐専式は適用可能であると主張するが、原子力安全委員会において、応答スペクトル評価は経験的手法であり、用いられたデータの質・量によってその適用範囲を慎重に吟味することが重要であり、特に震源が近い場合はより慎重な対応が必要となるとされており（前記(ア)ａ）、このような考えを踏まえると、本来適用が予定されていない極近距離よりも近傍の地震に耐専式を適用できるといえるためには、耐専式の適用が可能であると評価できるだけの質・量ともに十分な観測記録が収集されている必要があり、単に耐専式による評価結果と整合的な観測記録があるというだけでは足りないというべきである。また、原告らは、その他の距離減衰式による評価は過小評価とならざるを得ず、その他の距離減衰式との乖離が大きく過大評価となることは適用排除の理由にならないなどと主張するが、被告は、断層モデル評価結果とも比較して耐専式の適用性を検証している（前記(ア) b (a)(b)）から、被告による評価が過小評価になるとはいえない。

したがって、原告らの主張はいずれも採用できない。

(ウ) 上記で検討した点のほか、被告による応答スペクトル評価について不合理な点があるとは認められない。

ウ　断層モデル評価の合理性

(ア) 認定事実

前提事実、後掲証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

a　断層モデル評価の概要

(a)　基本震源モデルの策定

断層モデル評価をするに当たっては、検討用地震ごとに、適切な手法を用いて震源特性パラメータを設定したモデル（基本震源モデ

ル）をまず策定し、地震動評価を行う。震源特性パラメータについては、詳細な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、設定する。この際、基準地震動の策定過程における敷地での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である震源断層の長さ、活断層群の連動、地震発生層の上端深さ・下端深さ等について分析した上で保守性を考慮する。

(b) 基本震源モデルへの不確かさの考慮

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、応力降下量及び破壊開始点等の不確かさ並びにこ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。支配的なパラメータの中でも、特に、アスペリティの位置・応力降下量や破壊開始点等が重要であり、これらのパラメータが震源モデルの不確かさとして適切に評価されていることを確認する。

(c) 震源から敷地直下までの地震波の伝播過程の評価

断層モデルを用いた手法では、震源から解放基盤表面までの伝播特性を評価することが必要である。伝播特性を評価するに当たっては、グリーン関数（震源に単位の力が作用したときの観測点での応答）を採用しており、強震動予測においては、グリーン関数の設定方法として、経験的グリーン関数法及び統計的グリーン関数法が広く用いられている。経験的グリーン関数法は、伝播過程を評価するために想定する断層の震源域において、実際に発生した中小地震の敷地における観測波形を要素波（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ことで、大きな地震による地震動を計算する方法であり、あらかじめ評価地点における適切な観測記録を入手する必要がある。統計的グリーン関数法は、多数の観測記録を統計処理した結果を基に平均的特性を持つ波形を算出し、当該波形を要素波として、大きな地震による揺れを計算する方法であり、評価地点における観測記録をあらかじめ入手する必要はないが、評価地点固有の特性に応じた震動特性が反映されにくい。

（前提事実８(1)ア、乙Ａ２６）

b　スケーリング則等

スケーリング則とは、断層の長さ・幅・面積、応力降下量、地震モーメント及びアスペリティ面積等の間に存在する一定の相似則又はこれを経験的に関係式で表したものであり、被告は、断層モデル評価において必要なパラメータ（地震モーメント、平均応力降下量、アスペリティの応力降下量等）を設定し、評価をするに当たって、これを用いている（前提事実８(2)イ(ｳ)ｃ・51頁）。

スケーリング則に関する知見の具体的な内容は、以下のとおりである。

(a)　壇ほか（２０１１）

上記論文は、長大横ずれ断層によって引き起こされる内陸地殻内地震からの強震動を予測するためのパラメータを設定する手順を提案するものであり、横ずれ断層による内陸地殻内地震（国内９地震と海外１３地震）のデータから、平均動的応力降下量を３．４Ｍｐａ、アスペリティの動的応力降下量を１２．２Ｍｐａと算出（震源断層の幅は１５ｋｍであると仮定して算出）し、これらを既定値として設定することを提案している。

（乙Ｄ２５、２７２）

壇ほか（２０１２）は、壇ほか（２０１１）に従い、活断層の長さが２５ｋｍ、５０ｋｍ、１００ｋｍ、２００ｋｍ及び４００ｋｍの５つの場合のアスペリティモデルのパラメータを算定した上で、活断層の長さが５０ｋｍ、１００ｋｍ及び４００ｋｍの３つの場合の強震動を統計的グリーン関数法により試算し、２０００年鳥取県西部地震の記録、２００２年アラスカＤｅｎａｌｉ地震の記録及び最大加速度と最大速度に関する既往の距離減衰式である司・翠川（１９９９）の式と比較したものであり、整合する結果が得られたとして、壇ほか（２０１１）は妥当であるとしている。

（乙Ｄ８５）

藤堂ほか（２０１２）は、壇ほか（２０１１）を用い、断層長さ３６０ｋｍの中央構造線の断層モデルを設定し、統計的グリーン関数法を用いて強震動を試算したものであり、司・翠川（１９９９）の距離減衰式による推定値及び長大断層による２００２年アラスカＤｅｎａｌｉ地震の断層近傍記録とよく対応したとして、壇ほか（２０１１）は妥当であるとしている。（乙Ｄ８６）

壇ほか（２０１６）は、壇ほか（２０１１）が海外の地震に適用できるかを検証するために、１９９９年トルコＫｏｃａｅｌｉ地震を対象とした震源モデルを作成し、統計的グリーン関数法による地震動評価結果と観測記録との比較をしたものであり、観測記録との一致度が高いとして、壇ほか（２０１１）は妥当であるとしている。（乙Ｄ８７）

ＩＡＥＡがＳＳＧ－９を補完する目的で策定している「Ｓａｆｅｔｙ Ｒｅｐｏｒｔｓ Ｓｅｒｉｅｓ Ｎｏ．８５」では、内陸地殻内地震の断層モデルを用いた地震動評価における断層パラメータの設定に関し、入倉・三宅（２００１）の式は、断層長さが非常に

長い大規模な内陸地殻内地震には適用できないとした上で、このような長大断層に対する断層パラメータの新たな設定方法として、壇ほか（２０１１）が紹介されている。

（乙Ｄ８６）

(b) Ｆｕｊｉｉ　ａｎｄ　Ｍａｔｓｕ’ｕｒａ（２０００）

上記論文は、長大横ずれ断層に係る知見であり、断層形状（断層幅と断層長さ）と地震モーメントとの関係式を提案するとともに、観測データに基づく回帰計算により、長大断層の平均応力降下量を３．１ＭＰａと設定することなどを提案するものである。

（乙Ｄ２７０、弁論の全趣旨）

(c) 入倉・三宅（２００１）

上記論文は、強震動予測に必要なパラメータ設定の方法及びその手順を提案したものであり、一定程度の規模以上の地震では断層幅（地震発生層の厚さ）が飽和し、スケーリング則が変化することに着目し、①地震規模が小さい領域（地震モーメント（Ｍｏ）＝７．５×$10^{18}$（Ｎ・ｍ）（Ｍｗ６．５相当）以下）においては、地震規模が長さと幅とすべり量に比例するＳｏｍｅｒｖｉｌｌｅ　ｅｔａｌ．（１９９９）の式（Ｍｏ＝（震源断層の面積／２．２３×$10^{15}$）$^{3/2}$×$10^{-7}$）に従い、②ある程度規模が大きくなり、断層幅の上端から下端まで破壊が達したあと（地震モーメント（Ｍｏ）＝７．５×$10^{18}$（Ｎ・ｍ）（Ｍｗ６．５相当）以上）は、地震規模が長さとすべり量に比例する入倉・三宅（２００１）の式（Ｍｏ＝（震源断層の面積／４．２４×$10^{11}$）$^{2}$×$10^{-7}$）に従うことを提案するものである。入倉・三宅（２００１）は、主として北米の地震データに基づいているものの、宮腰ほか（２０１５）（平成７年から平成２５年までに発生した国内の１８の内陸地殻内地震

（Ｍｗ５．４～６．９）のデータを用いて震源パラメータに係る既往のスケーリング則の再評価をしたものであり、これらの地震の強震動記録を用いて解析した結果、横ずれ断層のアスペリティ領域における平均応力降下量を１２．８Ｍｐａとしている。）は、断層破壊面積と地震モーメントの関係について、Ｍｗ６．５以下でＳｏｍｅｒｖｉｌｌｅ　ｅｔ　ａｌ．（１９９９）の式と、Ｍｗ６．５以上で入倉・三宅（２００１）の式と、それぞれよく一致することが確認されたとし、入倉ほか（２０１６）は、２０１６年熊本地震の観測データが入倉・三宅式と整合的であることが確認されたとしている。

（甲６６７、乙Ｄ３６、９１、９２、２７１、弁論の全趣旨）

(d)　室谷ほか（２００９）及び室谷ほか（２０１０）

前者の論文は、国内の長さ８０ｋｍを超える長大断層で発生した地震について、地震波形記録を用いて断層面上のパラメータを推定した結果が１８９１年濃尾地震のみであることから、海外の長大断層で発生し、地震波形を用いて解析が行われた８地震のデータのほか、地表での調査から得られた断層長さ、地表での最大変位量のデータを併せて収集し、これらのデータと信頼性のある地中の断層長さが得られている４１地震のデータを比較し、長大断層に関するスケーリング則の検討を行った結果、長大断層に限ると、地表での最大変位量は、震源断層での平均すべり量の２～３倍になるとしている。

（乙Ｄ９５）

後者の論文は、世界の内陸で発生した長さ８０ｋｍを超えるような長大断層での地震や近年発生した中規模地震のうち、地震波形を用いて解析が行われ、かつ、地表地震断層の調査が行われている１

１地震のデータを収集するとともに、信頼性のある地中の断層長さが得られている４０地震のデータを加え、長大断層に関するスケーリング則について検討を行った結果、長大断層に限ると、地表での最大変位量は震源断層での平均すべり量の概ね２～３倍に収まり、震源断層での最大すべり量とはほぼ１対１の比例関係になり、地表での最大変位量は断層長さほぼ１００ｋｍで約１０ｍに飽和するとしている。なお、Ｍｕｒｏｔａｎｉ　ｅｔ　ａｌ．（２０１５）は、室谷ほか（２０１０）の査読論文である。

（乙Ｄ９４、弁論の全趣旨）

ｃ　被告による基本震源モデルの策定

(a)　スケーリング則

壇ほか（２０１１）は、地震モーメント、平均応力降下量及び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（４８０ｋｍケース、１３０ｋｍケース及び５４ｋｍケース）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のほか、地質調査に基づく地表最大変位量（２～７ｍ程度）が、壇ほか（２０１１）に基づく設定値と整合的であることから、壇ほか（２０１１）を基本として採用した。また、４８０ｋｍケース及び１３０ｋｍケースについては、Ｆｕｊｉｉ　ａｎｄ　Ｍａｔｓｕ’ｕｒａ（２０００）のスケーリング則を用いた評価をし、５４ｋｍケースについては、入倉・三宅（２００１）の式の地震モーメントにＦｕｊｉｉ　ａｎｄ　Ｍａｔｓｕ’ｕｒａ（２０００）の平均応力降下量を組み合わせて用いる手法による評価をした。

なお、断層のパラメータの１つである平均すべり量についても、それぞれの手法から導いている（４８０ｋｍケースで２．６２～５．８３ｍ、１３０ｋｍケースで２．６７～４．２７ｍ、５４ｋｍ

ケースで１．１８～２．５１ｍ）。

（前提事実８(2)イ(ｳ)ｃ・51 頁、乙Ｃ１３１（６－５－３３頁）、Ｄ３５）

(b) 基本震源モデルにおいてあらかじめ考慮する不確かさ

地震発生時の環境に左右される偶然的な不確かさ（破壊開始点）及び事前に平均モデルを特定することが困難な不確かさ（アスペリティの深さ、断層長さ（連動））は、あらかじめ基本震源モデルに考慮した。具体的には、①断層長さについて、４８０ｋｍケース、１３０ｋｍケース及び５４ｋｍケースをすべて基本震源モデルとし、②アスペリティの深さについて、保守的に断層上端に配置し、③破壊開始点について、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の破壊が敷地の方向に向かって進行するように、断層の西端、東端及び中央のそれぞれの下端に設定（なお、応力降下量の不確かさを考慮する場面では、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）のアスペリティ下端を破壊開始点とするケースを追加で考慮）した。

（前提事実８(2)イ(ｳ)ａ・49 頁、同ｃ・52 頁、乙Ｃ１３１（６－５－３１、６－５－４１、６－５－４２、６－５－７０～７５頁）、Ｄ３５、弁論の全趣旨）

d 被告が基本震源モデル以外に考慮した不確かさ

(a) 応力降下量

２００７年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指摘がある。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と考えられるが、不確かさの考慮として、上記知見を反映し、応力降下量を１．５倍又は２０Ｍｐａとした場合の評価をした。

(b) 北傾斜

中央構造線断層帯が北へ傾斜する地質境界としての中央構造線と一致する可能性を完全には否定できないことから、北へ３０° 傾斜させた場合の評価をした。

(c) 南傾斜

断層傾斜角のばらつきを踏まえ、南に８０° 傾斜させた場合の評価をした。

(d) 破壊伝播速度

海外の長大な横ずれ断層で発生した地震の破壊伝播速度の知見を踏まえ、４８０ｋｍケース及び１３０ｋｍケースでは、破壊伝播速度とＳ波速度が一致する場合の評価をし、５４ｋｍケースでは、宮腰ほか（２００３）に示されている破壊伝播速度のばらつきを考慮した場合の影響を評価した。

(e) アスペリティの平面位置

基本的にジョグにアスペリティは想定されないものの、完全には否定できないことから、敷地正面のジョグにアスペリティを配置して評価をした。

（前提事実８(2)イ(ウ)、乙Ｃ１３１（６－５－３２、６－５－３３、６－５－２６６頁）、Ｄ３５、弁論の全趣旨）

e 被告によるグリーン関数法の適用

４８０ｋｍケースについて、経験的グリーン関数法及び統計的グリーン関数法により評価し、両者を比較した。その際、経験的グリーン関数法に用いる要素地震は、伝播特性を考慮して伊予灘側に震源がある地震を選定することとし、２００１年芸予地震の余震である安芸灘の地震（Ｍ５．２）を要素地震としたが、本来の震源位置から想定する敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の断層面内に幾何減衰

及び内部減衰を考慮して距離補正をし、同地震がスラブ内地震（海洋プレート内地震）であるため、内陸地殻内地震の評価に用いることができるように、密度やせん断波速度を考慮して内陸地殻内の媒質へ補正した。

比較の結果、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は、地震動がほぼ同等であったものの、経験的グリーン関数法の方が、本件原子炉の耐震安全性に与える影響の大きい短周期側の地震動レベルが大きくなったため、経験的グリーン関数法を採用して評価することとした。

また、経験的グリーン関数法において用いた要素地震の特徴として、東西方向の地震動と比較して南北方向の地震動が長周期側で比較的小さく評価される傾向があることを踏まえ、東西方向の周期０．２秒～０．３秒で基準地震動Ｓｓ－１を超過したケースのうち、超過する度合いが大きいケースであり、かつ、４８０ｋｍケースについての壇ほか（２０１１）による評価で、応力降下量の不確かさを考慮し、破壊開始点を中央下端と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波を入れ替えたケースを仮想し、基準地震動Ｓｓ－２－８として設定した。

（前提事実８(2)イ(ｳ)ｃ・52 頁、同エ(ｱ)ｂ・55 頁、乙Ｃ１３１（６－５－４１、６－５－４２頁）、Ｄ３５）

(ｲ) 以下では、原告らの主張を踏まえ、被告による断層モデル評価の合理性について検討する。

a　基本震源モデル

原告らは、被告が、①アスペリティを均等に配置したり、②本件発電所の敷地正面にアスペリティを配置しなかったりするなど、恣意的にアスペリティを配置していると主張する。

(a) 上記①について

被告は、アスペリティの水平方向の位置を、ジョグが存在する位置を除いて敷地に最も近い位置（ジョグに隣接して東西に２か所）に設定している（乙Ｄ３５、弁論の全趣旨）が、野津証人は、１９９９年トルコＫｏｃａｅｌｉ地震のアスペリティが断層の西側に偏在していたとの見解を示している（甲９８５（１３頁）、証人野津厚（２４、２５頁））。

しかし、証拠（乙Ｄ４１１～４１３）及び弁論の全趣旨によれば、野津証人が上記見解の根拠として示したＤａｎ ｅｔ ａｌ．（２０１９）は、壇ほか（２０１１）の手法を用いて１９９９年トルコＫｏｃａｅｌｉ地震の観測記録を再現した論文であるが、同論文は、観測点が十分な断層西側の観測記録の再現を主目的としたものであることが認められるから、アスペリティが偏在していたことの根拠となるものではない。むしろ、香川（１９９９）は、断層東側にもアスペリティを配置している（乙Ｄ４１４）。

したがって、上記①に関連する原告らの主張は採用できない。

(b) 上記②について

被告は、基本震源モデルにおいて、上記のとおりジョグにアスペリティを配置せず、不確かさの考慮としてジョグにアスペリティを配置している（前記(ｱ) d (e)）が、野津証人は、中央構造線断層帯が全体としてすべる中で、本件発電所の敷地正面のジョグだけがすべらなければ、歪みが蓄積され、最後には強い破壊を起こすため、敷地正面のジョグにアスペリティを配置すべきであるとの見解を示している（甲９８５（１５～１８頁）、証人野津厚（２６～２８頁））。

しかし、本件発電所の敷地正面の海域には地溝が２箇所存在す

る。すなわち、東西から延びてきた２つの断層が凹地を挟んで南北に分かれることによって、平行四辺形のような形状を示している箇所が地溝である（乙Ｄ３４８、証人奥村晃史（１２、１３頁））。これらの地溝の末端であるジョグは、その形状からして、３回に１回程度は断層破壊が停止するとの知見があり（乙Ｄ３４８（８頁）、証人奥村晃史（１１～１３頁））、また、平成２９年改訂レシピでは、アスペリティの位置について、震源断層浅部の変位量分布と起震断層の変位量分布とがよく対応するとされている（乙Ｄ７３）。これらの知見によれば、敷地正面の海域にあるジョグでは変位量が小さくなるから、アスペリティが生じるとは想定しにくいというべきである。

また、奥村晃史広島大学名誉教授（以下「奥村教授」という。）は、ジョグは他の場所と比較して歪みが蓄積しやすい場所ではないとの見解を示しており（証人奥村晃史（１０、１１頁））、この見解は、二本の断層が並行するジョグでは、一方の断層の変位量が小さくなる代わりに他方の変位量が大きくなることにより、岩盤が変形することなくスムーズに移動することができるため、地震時におけるジョグの変位量は小さくなること（乙Ｄ３５７、証人奥村晃史（１０頁））を根拠とするものであって、合理性がある。

したがって、被告が、基本震源モデルの策定において、本件発電所の敷地正面にアスペリティを配置しなかったことが不合理であるとはいえず、上記②に関連する原告らの主張は採用できない。

b　壇ほか（２０１１）の適用

(a)　原告らは、壇ほか（２０１１）の平均応力降下量を４．３Ｍｐａとすべきであり、アスペリティの応力降下量を１９．５Ｍｐａとすべきであると主張する。

しかし、壇ほか（２０１１）は、壇ほか（２０１２）、藤堂ほか（２０１２）及び壇ほか（２０１６）によって妥当性が確認されており、特に、壇ほか（２０１２）においては、国内地震である２０００年鳥取県西部地震の記録との整合性も確認されている。また、ＩＡＥＡがＳＳＧ－９を補完する目的で策定している「Ｓａｆｅｔｙ　Ｒｅｐｏｒｔｓ　Ｓｅｒｉｅｓ　Ｎｏ．８５」において紹介された手法でもある（前記(ｱ) b(a)）。

したがって、壇ほか（２０１１）の提案するパラメータが過小なものであるとはいえないし、被告が壇ほか（２０１１）を基本となるスケーリング則として採用したことが不合理であるとはいえない。

(b) 原告らは、震源断層の長さが６０ｋｍ程度になれば平均すべり量が約３ｍで飽和するとしている点は仮説にすぎず、中央構造線断層帯長期評価（第２版）の記載からしても誤りであると主張する。

しかし、長大断層に関し、すべり量が断層長さに比例して一様には大きくならず、一定程度で飽和するという知見は、室谷ほか（２００９）や室谷ほか（２０１０）によって示されている（前記(ｱ) b(d)）。また、被告は、壇ほか（２０１１）によってすべり量を４８０ｋｍケースで２．６２ｍ、１３０ｋｍケースで２．６７ｍと設定するとともに、Ｆｕｊｉｉ　ａｎｄ　Ｍａｔｓｕ’ｕｒａ（２０００）によって４８０ｋｍケースで５．８３ｍ、１３０ｋｍケースで４．２７ｍと設定している（前記(ｱ) c(a)、乙Ｄ３５）。

したがって、原告らが指摘する点によっても、すべり量に関する被告の評価が不合理であるとはいえない。

c 入倉・三宅（２００１）の適用

原告らは、上記論文の式は、北アメリカ中心の地震データに基づい

ており、地震モーメントが小さく、地震動が著しく過小評価されると主張する。

しかし、宮腰ほか（２０１５）により、平成７年から平成２５年までに発生した国内の１８の内陸地殻内地震（Ｍｗ５．４～６．９）のデータを用いて評価をした結果、Ｍｗ６．５以上でよく一致することが確認され、入倉ほか（２０１６）により、２０１６年熊本地震の観測データと整合的であることが確認されており（前記(ｱ)ｂ(c)）、入倉・三宅（２００１）の式は、国内で発生する内陸地殻内地震に十分適用できるものといえる。また、被告は、５４ｋｍケースについて、壇ほか（２０１１）を適用し、より大きな地震モーメントでの検討をしている（乙Ｄ３５）。

したがって、原告らが指摘する点によって、被告の評価の合理性が否定されるとはいえない。

ｄ　Ｆｕｊｉｉ　ａｎｄ　Ｍａｔｓｕ’ｕｒａ（２０００）の適用

原告らは、被告が、５４ｋｍケースに入倉・三宅（２００１）の式の地震モーメントを用いる際、Ｆｕｊｉｉ　ａｎｄ　Ｍａｔｓｕ’ｕｒａ（２０００）の平均応力降下量（３．１Ｍｐａ）、アスペリティの応力降下量（１４．４Ｍｐａ）を用いているが、レシピでは、１００ｋｍ以上の長大な断層に対して用いるべきであって、５４ｋｍという長大とはいえない断層に用いるべきではないとされており、レシピに従えば、平均応力降下量３．６Ｍｐａ、アスペリティの応力降下量１３．４ないし１６．３Ｍｐａになると主張する。

しかし、平成２９年改訂レシピでは、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、すなわち、円形の破壊面を想定することが困難な横長の断層に対して用いる方法として、Ｆｕｊｉｉ　ａｎｄ　Ｍａｔｓｕ’ｕｒａ（２０００）の平均応

力降下量３．１Ｍｐａを用いることが提案されている（乙Ｄ７３、弁論の全趣旨）。そして、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の断層幅は約１３ｋｍであり（前記ア(ｱ)ｄ(c)(d)）、５４ｋｍのケースでは、断層長さが断層幅の４倍以上になるため、円形の破壊面を想定することが困難（震源断層の形状を面積が等価な円形に置き換えると、直径が断層幅を優に超える。）であることからすると、５４ｋｍケースにＦｕｊｉｉ　ａｎｄ　Ｍａｔｓｕ’ｕｒａ（２０００）を適用することは合理的であるといえる。したがって、原告らの上記主張は採用できない。

ｅ　不確かさの考慮

(a) 原告らは、直近のアスペリティに大きな応力降下量を割り付けることをしていないと主張する。

しかし、敷地直近のアスペリティに大きな応力降下量を割り付けることが合理的であることを裏付ける具体的な知見が明らかではなく、かえって、原子力安全専門部会において、被告がアスペリティ全体に１．５倍又は２０Ｍｐａの応力降下量を一様に設定して地震動を評価したことについて、アスペリティの一部にのみ強い応力降下量（２５Ｍｐａ）を割り付けても、均等に割り付けた場合の地震動を上回ることはなかったことが確認されている（乙Ｄ３４６）。そうすると、この確認結果からすれば、アスペリティの一部に大きな応力降下量を割り付けたとしても、アスペリティ全体に１．５倍又は２０Ｍｐａの応力降下量を一様に設定した場合と比較して大きな地震動になるとはいえない。

したがって、被告によるアスペリティの応力降下量の設定によって、不当な過小評価となっているとはいえないから、このような設定が不合理であるとはいえない。

(b) 原告らは、被告が応力降下量、断層の傾斜角、破壊伝播速度及びアスペリティの平面位置のそれぞれ一つについて地震動評価が厳しくなる場合を想定しているものの、すべてが厳しくなる場合を全く想定していないと主張するが、上記の不確かさのすべてが重畳して発現する可能性があると解する具体的根拠は明らかではない。

f グリーン関数の不確かさの考慮

原告らは、被告が各グリーン関数法の結果により生じる誤差を考慮していないと主張する。

しかし、経験的グリーン関数法と統計的グリーン関数法は、計算の過程で用いるデータが異なる（前記(ア) a (c)）のであるから、その結果が一致しないことがあり得るから、そのことをもって、上記の手法による評価が信頼できないということにはならない。また、被告は、４８０ｋｍケースについて、上記の両手法により評価をした結果は、それぞれの地震動がほぼ同等であることを確認している（前記(ア) e）。さらに、被告は、ほぼ同等の地震動のうち、本件原子炉の耐震安全性に与える影響の大きい短周期側の地震動が大きい経験的グリーン関数法を採用した上で、経験的グリーン関数法において用いた要素地震の特徴として、東西方向の地震動と比較して南北方向の地震動が長周期側で比較的小さく評価される傾向があるため、工学的判断として、東西方向と南北方向の地震波を入れ替えたケースを仮想して、基準地震動Ｓｓ２－８として設定しており（前記(ア) e）、不確かさを保守的に評価しているといえる。

したがって、原告らの上記主張は採用できない。

g 要素地震

原告らは、被告が経験的グリーン関数法で用いた要素地震は海洋プレート内地震であるから、要素地震波が小さく設定されると主張す

る。しかし、被告は、海洋プレート内地震を要素地震として選定したが、距離補正をするのみならず、内陸地殻内地震の評価に用いることができるように、密度やせん断波速度を考慮して内陸地殻内の媒質へ補正しており（前記(ア)ｅ）、要素地震の差異を適切な手法で補正しているということができる。したがって、原告らの上記主張は採用できない。

ｈ　上記のほか、被告による断層モデル評価に不合理な点があるとは認められない。

エ　震源が敷地に極めて近い場合の考慮

原告らは、震源が敷地に極めて近い場合の特別の考慮がされていないと主張する。

しかし、設置許可基準規則解釈及び地震ガイドは、内陸地殻内地震について選定した検討用地震のうち、「震源が敷地に極めて近い場合」についての詳細な検討等を求めている（前提事実８(1)ア(イ)ａ、(ウ)ａ(d)）。これに対し、被告が検討用地震として選定した地震は、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）による地震であり（前提事実８(2)イ(ア)ａ）、その位置は、本件発電所の沖合約８ｋｍである（前記ア(イ)ａ）。また、敷地前面海域の断層群の傾斜角が南傾斜であることにより敷地の直下に震源を想定する必要がないことは、前記ア(イ)ｂ及びｃのとおりである。

したがって、上記のような特別の考慮がされていないからといって、被告による基準地震動の策定が不合理になるものではない。

オ　経験式が有するばらつきの考慮

原告らは、経験式は、いずれも、過去の地震の平均像を示すものであり、地震ガイドにおける本件ばらつき条項は、経験式から導かれる平均値に対し、さらに経験式のばらつきを考慮したより大きな地震規模を設定することを求めているが、被告は、平均値をそのまま使用して基準地震動を

策定しているなどと主張する。

経験式は、実際の地震観測記録等のデータに基づいて複数の物理量等の相関を式として表現するものであり、経験式の基となったデータが有する地域特性は様々であるため、地域特性の違いが反映され、経験式から得られる値と経験式の基となったデータとの間には、ばらつき（乖離）が生じる。本件ばらつき条項は、これを前提として、経験式の適用範囲を十分に検討することを求める（第１文）とともに、経験式の適用範囲を確認する際の留意点として、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、当該経験式の適用範囲を単に確認するのみではなく、より慎重に、当該経験式の前提とされた観測データとの間のばらつき（乖離）の度合いまでを踏まえる必要があることを規定した（第２文）ものと解される。本件ばらつき条項は、経験式が有する当然の性質を規定したものにすぎず、経験式から得られる値に対し、さらに定量的な上乗せをすることを求めるものではないというべきである。そして、被告は、経験式にはばらつき（乖離）があることを踏まえ、各種の不確かさを考慮するなどして保守的な地震動評価をしているものと認められる。

したがって、被告による地震動評価は、地震ガイドの改正に関わらず、本件ばらつき条項に反するものではない。

(4) 震源特定地震動（海洋プレート内地震）

被告は、１６４９年安芸・伊予の地震（Ｍ６．９）を検討用地震として設定し、基本震源モデルの設定に当たって、地震発生位置と規模の不確かさをあらかじめ織り込むこととし、敷地下方に既往最大規模（１８５４年伊予西部地震のＭ７．０）の地震を仮定するなどして、「想定スラブ内地震」として地震動評価を行い、さらに、２００１年芸予地震（Ｍ６．７）を再現したモデルをＭ７．０に較正したケース、敷地の真下に想定する地震規模をＭ７．２としたケース、アスペリティの位置を断層上端に配置したケース、敷

地東方の領域に水平に近い断層面を考慮したケース（Ｍ７．４）を不確かさの考慮として設定した上で、これらについても地震動評価を行っている（前提事実８(2)イ(エ)・52頁）。

被告による海洋プレート内地震に関する震源特定地震動についての地震動評価は、基本震源モデルを保守的に設定し、各種ケースを不確かさの考慮として設定して地震動を評価しており、合理的なものと認められる。

原告らは、観測記録が少ないため、最大どの程度の規模の地震が発生するかの予測が困難であるし、Ｍ７．２よりも大きな地震が発生する可能性は否定できないと主張するが、いずれも抽象的な可能性を指摘するものにすぎないから、上記の被告の評価の合理性を左右するものではない。

(5) 震源特定地震動（プレート間地震）

ア 認定事実

前提事実、後掲証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

(ア) 内閣府検討会（２０１２①）及び内閣府検討会（２０１２②）は、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検討する必要があるとの考え方の下で検討を進め、南海トラフの巨大地震に関し、駿河湾から日向灘までの震源断層域を４領域に分割し、各領域の地震モーメントの総和から強震断層モデル全体の地震規模を求めたところ、Ｍｗ９．０となり、強震動生成域を可能性がある範囲で最も陸域側（プレート境界面の深い側）の場所に設定したケース（陸側ケース）が、他のケースと比較して、全体的に震度が大きくなり、震度６弱、震度６強の地域が大きく広がるとともに、震度７が想定される地域も増えたとしている。

（甲１５、１６、乙Ｄ２７７、２８５）

(イ) 被告は、検討用地震として内閣府検討会（２０１２②）の南海トラフの巨大地震（陸側ケース）（Ｍｗ９．０）を選定し、不確かさの考慮として、内閣府検討会（２０１２②）において設定された強震動生成域に加え、敷地直下にも強震動生成域を追加配置し、地震動評価をした。

（前提事実８(2)イ(オ) a ・53 頁）

イ　被告による地震動評価の合理性

被告によるプレート間地震の地震動評価は、あらゆる可能性を考慮した最大クラスの地震として想定された内閣府検討会の南海トラフ巨大地震のうち、敷地に最も影響がある陸側ケースを検討用地震に選定し、さらに、強震動生成域を敷地直下に追加配置しているもので、保守的に検討されたものといえるから、合理的なものと認められる。

ウ　南海トラフの想定規模等

原告らは、愛媛県地震被害想定調査結果によれば、南海トラフ地震が発生した場合、伊方町における最大地表加速度が１５３１．７ガルと想定されていると主張する。

しかし、この調査において想定された箇所は、地表付近の地盤で、そのＳ波速度は１１０～３５０ｍ／ｓ（乙Ｄ６３）であるのに対し、被告の評価における地震動の想定箇所は解放基盤表面（Ｔ．Ｐ．＋１０ｍ）であり、そのＳ波速度は約２６００ｍ／ｓ（前提事実８(2)ア・46 頁）である。そして、一般にＳ波速度の数値が小さいほどその地盤は柔らかく、地震動は大きくなる。そうすると、上記調査における地盤と被告が評価した地盤は、そのＳ波速度に顕著な違いがあるのであるから、両者の地盤特性は明らかに異なっているというべきである。

したがって、上記調査における最大地表加速度を採用しなければならないとはいえない。

エ　南海トラフ巨大地震の地震波

原告らは、長周期領域の地震波による影響が明らかに過小評価されており、長周期かつ長時間継続する地震動の特性を考慮した設計がされていないと主張する。

しかし、被告は、プレート間地震について断層モデル評価をするに当たり、短周期領域の評価に適している経験的グリーン関数法又は統計的グリーン関数法により計算した地震動と、長周期帯の評価に適している理論的手法により計算した地震動を組み合わせて広い周期帯で地震動を評価するハイブリッド合成法により評価している（前提事実８(2)イ(オ)ｃ・54頁）。このように、被告も長周期の地震動による影響を考慮しており、被告のした考慮では不十分であることが具体的にうかがわれるものでもないから、このことによって、被告の評価が過小なものとはいえない。

オ　ＳＰＧＡモデル

(ｱ) 原告らは、ＳＰＧＡモデルは、一辺が約３ｋｍという小さな面積で強震動が生成されると仮定するものであり、ＳＭＧＡを構成する小断層の中で最も本件発電所に近い位置にＳＰＧＡを配置して計算すれば、本件原子炉の基準地震動の２倍近い地震動になると主張する。この点につき、野津証人は、パルス状の地震波を再現できるモデルとしてＳＰＧＡモデルを提唱しており、ＳＭＧＡモデルは、原子力発電所の基準地震動を策定するモデルとして相当ではなく、原子力発電所の耐震設計では、ＳＰＧＡモデルを用いるべきであるとの見解を示している（甲３９２、４１０、６４２、証人野津厚（３０～３６頁））。

しかし、地震動評価は、観測記録を再現することが目的ではなく、各種の不確かさを考慮するなどして保守的に地震動を評価するものであるから、観測記録を再現することができたからといって、ＳＰＧＡモデルを採用しなければならないわけではない。また、被告は、内閣府検討会（２０１２②）の南海トラフ巨大地震（陸側ケース）を選定していると

ころ、内閣府検討会は、その強震動モデルが巨大地震の中でも最大級のものであることが確認されたとするとともに、想定より大きな強震動を生成する強震動モデルとなっている可能性も否定できないとしており（乙Ｄ２７７）、上記選定が一定程度保守的なものとなっている上、被告は、敷地直下に強震動生成域を追加配置しており、この追加配置の位置は、内閣府検討会において、特に強い地震波を発生させるような断層すべりが起きる可能性は低いと考えられるとして、強震動生成域の配置が見送られた位置に当たる（乙Ｄ２７７）ことからすれば、保守的な評価であるといえるから、ＳＰＧＡモデルを用いていないからといって、被告による評価が過小なものとはいえない。

むしろ、ＳＰＧＡモデルには、物理モデルとしての妥当性を吟味する必要があると指摘がある（乙Ｄ２７８、２７９）上、ＳＰＧＡは、ＳＭＧＡと比較して面積が大幅に小さい特徴があり、予測においてはその配置をどうするかも課題であるとされており（甲６５３）、配置によっては、保守的な評価という範疇にとどまらず、実現象から大きく外れた評価となるおそれもある。また、「港湾の施設の技術上の基準・同解説（上巻）」（平成３０年５月公益社団法人日本港湾協会）では、ＳＰＧＡモデルが採用されているが、ＳＰＧＡの位置に不確実性があるという点に注意する必要があり、南海トラフの巨大地震を想定する場合には、内閣府検討会の想定する震度分布と全体的に整合するレベルの地震動を採用する方法も考えられると指摘され、ＳＰＧＡモデル単体での評価では不十分であることが示唆されている（甲６６４・３６７頁、３８８～３９０頁）ことからすれば、港湾施設において採用されていることが、ＳＰＧＡを用いなければならない理由として十分なものではない。

したがって、被告がＳＰＧＡモデルを用いた評価をしていないからといって、被告による地震動評価が不合理であるとはいえない。

(イ) 原告らは、倉橋・入倉（２０１３）が提唱する不均質モデルを検討しなければならないなどと主張するが、他方でその著者が主導するレシピでは、ＳＭＧＡモデルが維持されている（甲６５１の２、乙Ｄ７３、弁論の全趣旨）ことからすれば、事前の予測の問題として不均質モデルを採用しなければならないとはいえない。

カ　上記のほか、被告によるプレート間地震に関する地震動評価に不合理な点があるとは認められない。

(6) 震源不特定地震動

ア　認定事実

前提事実、後掲証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

(ア) 加藤ほか（２００４）

上記論文は、日本国内及び米国カリフォルニア州における震源近傍で得られた４１の内陸地殻内地震の観測記録を収集し、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による地震動（９地震１２地点の計１５記録）を概ね包絡する上限レベルの応答スペクトルを、Ｓ波速度が７００ｍ／ｓの解放基盤表面における水平動の応答スペクトルとして設定するとともに、Ｓ波速度が異なる複数の地盤における「震源を事前に特定できない地震による水平動の地震動レベル」を提案している。

（乙Ｃ１３１（６－５－４４頁）、Ｄ３、弁論の全趣旨）

(イ) 被告による震源不特定地震動の評価

a　地表地震断層が出現しない可能性がある地震

加藤ほか（２００４）の地震動レベル（応答スペクトル）と対比して敷地に及ぼす影響の大きいと考えられる５地点の観測記録を抽出し、そのうち、２００４年北海道留萌支庁南部地震のＫ－ＮＥＴ港町

観測点の観測記録が信頼性の高い基盤地震動が得られているとして、これを評価対象に選定した。そして、本件発電所のＳ波速度（２６００ｍ／ｓ）を考慮した上で、不確かさを考慮し、「震源不特定地震動」を策定した。

（前提事実８(2)ウ、乙Ｃ１３１（６－５－４６、６－５－４７頁）、Ｄ３７）

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

２０００年鳥取県西部地震について、活断層の成熟度の相違等の地域差等が認められるものの、不確かさが残ることや本件発電所の敷地と同じく西南日本の東西圧縮横ずれの応力場にあることを踏まえ、また、原子力安全に対する信頼向上の観点から、より保守的に同地震の観測記録を選定し、鳥取県にある賀祥ダムの監査廊の観測記録を採用することとした。そして、同観測点のＳ波速度は、１２００～１３００ｍ／ｓ程度であり、本件発電所の解放基盤表面のＳ波速度約２６００ｍ／ｓよりもやや遅い岩盤の記録ではあるものの、保守的に地盤補正をせず、震源不特定地震動として採用した。

（前提事実８(2)ウ・55頁、乙Ｃ１３１（６－５－４５～４７頁）、Ｄ３８）

イ　被告による震源不特定地震動の策定は、地表地震断層が出現しない可能性がある地震及び事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震について検討を行い、不確かさを考慮して行ったものであって、新規制基準に沿う合理的なものと認められる。

なお、令和３年の設置許可基準規則解釈及び地震ガイドの改正を踏まえ、標準応答スペクトルを採用した基準地震動Ｓｓ－３－３を策定し、原

子力規制委員会は、設置許可基準規則解釈に適合していること、耐震設計方針について変更の必要がないことを確認し、原子炉設置変更許可処分をしている（乙Ｃ１５５、１５６）ところ、標準応答スペクトルを採用した基準地震動の策定等に関する被告の評価及び原子力規制委員会の判断が不合理であることをうかがわせる証拠はない。

ウ　以下では、原告らの主張を踏まえ、被告による震源不特定地震動の評価の合理性について検討する。

(ｱ) 加藤ほか（２００４）について

原告らは、上記論文は、データとして不十分であり、また、強い地震動記録はすべて活断層と関連付けられることを理由に排除されているため、その地震動評価は過小なものとなっていると主張する。

上記論文は、４１の内陸地殻内地震から９地震１２地点の計１５記録を抽出したものである（前記ア(ｱ)）が、被告は、同論文の応答スペクトルと対比して敷地に及ぼす影響の大きいと考えられる観測記録を抽出するなどしており（上記同(ｲ)）、このような観測記録の抽出、選別に際し、加藤ほか（２００４）を用いたからといって、被告による地震動評価が過小になるとはいえない。

(ｲ) ２００４年北海道留萌支庁南部地震

原告らは、２００４年北海道留萌支庁南部地震（Ｍｗ５．７）のＨＫＤ０２０観測点において１０００ガル超の地震動が観測されたが、同地震動の最大地震動はその１．５～２倍かそれ以上に達しており、この最大地震動を想定し、かつ、それが敷地直下のＭｗ６．５未満の地震である場合を想定すべきであり、財団法人地域地盤環境研究所やＪＮＥＳが試算した地震動を考慮すると、被告が策定した基準地震動は過小評価であると主張する。

しかし、設置許可基準規則解釈及び地震ガイドは、震源不特定地震動

について、震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、これらを基に、各種の不確かさを考慮して敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定することを求めており（前提事実８(1)ア(イ)ａ、(ウ)ｂ）、地震の観測記録に基づいて評価することを求めている。

したがって、仮想的なＭｗ６．５の地震動を評価することを求めているものではないから、Ｍｗ６．５未満の最大地震動に評価し直すべきであるとはいえないし、財産法人地域地盤環境研究所やＪＮＥＳの試算は、いずれも断層モデルを設定し、これを基に地震動を予測した結果（甲１６２、２８３）であるから、これらを考慮しなかったからといって、過小評価となるものでもない。

(ウ) ２０００年鳥取県西部地震

原告らは、上記地震の最大地震動は、賀祥ダムの観測記録よりも相当に大きかった可能性が極めて高いから、同観測記録による地震動を震源不特定地震動としてのＭｗ６．５以上の地震の最大地震動とすることは誤りであると主張する。

しかし、被告は、上記地震について、本件発電所の敷地とは地域差等が認められるものの、保守的に同地震の観測記録を考慮することとした上、地盤補正をせず、震源不特定地震動として採用している（前記ア(イ)ｂ）。したがって、被告は、不確かさを保守的に考慮しているから、被告による評価が不合理であるとはいえない。

(エ) 上記のほか、震源不特定地震動の評価に不合理な点があるとは認められない。

(7) 三次元物理探査等について

ア 地下構造の把握のための調査

原告らは、基準地震動の策定のためには、最新の科学的水準に照らし、

三次元的な地下構造により検討すること、三次元地盤構造の設定が適切であることとされているのであるから、最先端の調査手法である三次元反射法地震探査による調査がなされなければならないが、被告は、陸上及び海上のいずれにおいても、三次元反射法地震探査をしないまま、本件発電所の敷地の地下構造が、新規制基準にいう「地下構造が成層かつ均質」であるとしているから、同基準に反していると主張する。

この点に関し、三次元反射法地震探査は、地下構造を調査するための最先端の調査手法で、二次元反射法地震探査と比較してより詳細なデータを得られ、石油探査においては、同探査を実施することが一般的である（甲４５６、９２３、証人芦田譲（２、１５～２０頁））。

しかし、設置許可基準規則解釈は、「①敷地及び敷地周辺の地下構造（深部・浅部地盤構造）が地震波の伝播特性に与える影響を検討するため、敷地及び敷地周辺における地層の傾斜、断層及び褶曲構造等の地質構造を評価するとともに、地震基盤の位置及び形状、岩相・岩質の不均一性並びに地震波速度構造等の地下構造及び地盤の減衰特性を評価すること、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」、「②上記①の評価の実施に当たって必要な敷地及び敷地周辺の調査については、地域特性及び既往文献の調査、既存データの収集・分析、地震観測記録の分析、地質調査、ボーリング調査並びに二次元又は三次元の物理探査等を適切な手順と組合せで実施すること」と定め（前提事実８(1)ア(イ) a (c)・34 頁）、また、地震ガイド及び地質ガイドも、それぞれ同様に定めている（上記同(ウ) a (d)・41 頁、上記同(エ)・45 頁）。

これらの規定は、地震動が特異な地下構造によって増幅されることがある（増幅特性又はサイト特性）ため、地震動評価に当たって地下構造を三次元的に把握することが重要であることから、原則として三次元的な地下

構造により検討することを要求するものの、各種の調査等によって三次元的に地下構造を調査した結果、地下構造が水平成層かつ均質と認められる場合には、一次元又は二次元のある程度簡易な地下構造モデルであっても、地震動の増幅の観点からは基準地震動の策定にほとんど影響がないため、地下構造を一次元又は二次元のものとすることができるとする趣旨のものであるからである（乙Ｄ１０５）。また、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わかっている場合」には、「三次元的に不均質なモデルをあえて作ることは適切ではない」とされている（乙Ｄ７３）。

したがって、新規制基準は、三次元反射法地震探査の実施を必須のものとして要求しているものではないから、被告が上記探査を実施していないことをもって、新規制基準に反するとはいえない。なお、原告らは、三次元反射法地震探査をすることなく「地下構造が成層かつ均質」であるといえるはずがないとも主張するが、この点は、後記ウのとおり、被告による地下構造の評価に合理性に欠ける点はない。

イ　認定事実

前提事実、後掲証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

被告は、以下のとおり、本件発電所の敷地の地下構造評価をした。

(ｱ) 本件原子炉の建設時の調査による地下構造評価

a　被告は、本件原子炉施設の建設に当たって、本件発電所の１号炉及び２号炉の建設の際に行った調査に加えて、以下の各調査等を行った。

(a)　地表地質調査

地表地質調査を実施し、既往文献調査、地形調査、地表弾性波探査、ボーリング調査、試掘坑調査、掘削面観察等の調査や検討結果

と併せて地質図を作成し、敷地の地質及び地質構造の検討をした。

(b) 地表弾性波探査

本件原子炉の設置位置付近において、３４測線（既往調査含む。）、総延長約１万４６００mの地表弾性波探査（地下を伝わる弾性波が物性（主にＰ波速度、Ｓ波速度及び密度）の異なる境界で屈折や反射等の現象を生じることを利用して地下構造を調査するための手法）を実施し、Ｐ波速度を５m間隔の測点で観測し、地盤の伝播速度分布を把握するなどして、本件原子炉の設置位置付近の地質・地質構造を把握した。

(c) ボーリング調査

本件原子炉の設置位置付近において、最深深度約５００m、孔数約１５０孔、総掘進長約７９００mのボーリング調査を実施し、採取したボーリングコアの性状を詳細に観察した地質柱状図を作成するとともに、他の孔や試掘坑、地表の地質情報を併せて地質平面図・断面図を作成するなどして、敷地の地質・地質構造を把握した。

(d) 試掘坑調査

ボーリング調査等によって得られた敷地の地質・地質構造を直接観察するため、本件原子炉の設置位置の直上部で十字に交わる南北方向約１１０m、東西方向約１５０mを中心とした合計約３００mの試掘坑を掘削し、地盤を構成する岩石及びその分布、断層の有無、片理面の走向・傾斜等を直接確認した。

(e) 掘削面観察

本件原子炉の基礎岩盤の掘削面において、基礎地盤の構成岩種及びその分布、断層の有無、片理面の走向・傾斜等を直接確認した。

(f) 地盤物性の測定

上記試掘坑やボーリング孔を利用し、地盤のＰ波速度、Ｓ波速度

といった地盤物性を測定した。

（乙Ｃ１３１（６－３－７３～７４、６－３－８４、６－３－８５、６－３－９３、６－３－９４頁）、Ｄ３６７、弁論の全趣旨）

b　被告は、上記の調査等を踏まえ、以下のとおり、本件発電所の敷地の地盤を評価した。

(a)　本件発電所の敷地の地盤は、三波川変成岩類のうち主に塩基性片岩から構成されており、片理の発達があるものの、一般に剥離性が弱く、塊状かつ堅硬であること、敷地及び敷地近傍では片理面の傾斜が緩やかであること、基礎岩盤には顕著な破砕部などは認められないことを確認した。

(b)　本件原子炉の炉心付近の地盤のＳ波速度は２．６ｋｍ／ｓであり、地震基盤に相当する非常に堅硬な岩盤であると判断した。

（乙Ｃ１３１（６－３－７６頁）、Ｄ３６７）

(イ)　深部ボーリング調査等による評価

a　深部ボーリング調査

(a)　被告は、平成２２年から、深部ボーリング調査（以下「本件深部ボーリング調査」という。）を実施した。この調査は、深度２０００ｍに及ぶ大規模なボーリング掘削を実施する上で必要な広い用地が確保できる場所として、本件原子炉の炉心から約１ｋｍ離れた本件発電所の敷地の南西部に所在する荷揚岸壁付近を掘削位置として実施されたものであり、深度２０００ｍ、５００ｍ、１６０ｍ及び５ｍの４孔のボーリング孔を掘削した。ボーリング調査は、一般的に、地下深部になるほどコアの採取が難しく、コア形状も劣化しやすいとされるが、本件の調査では、１８００ｍ以深の最深部においても、連続した良好なコアを採取できた。被告は、外部有識者として地質学の専門家である鈴木茂之岡山大学准教授（当時。以下「鈴

木教授」という。）の関与の下、採取したコアを観察し、地質柱状図を作成するなどして地質構造について検討を行った。

(b) 被告は、鈴木教授の助言を受けながら、本件深部ボーリング調査の結果について、以下のとおり判断した。

本件深部ボーリング調査地点の地下について、深度約５０～２００ｍまで堅硬かつ緻密な結晶片岩（再結晶の進んだ広域変成岩で、塩基性片岩、泥質片岩、珪質片岩及び砂質片岩は、いずれも結晶片岩の一種）が連続しており、敷地の地盤を構成する塩基性片岩の下位に三波川変成岩類のうち主に泥質片岩が分布し、塩基性片岩、珪質片岩、砂質片岩等の薄層が存在することを確認した。

上記(a)のコアの地質と敷地周辺の地質について、地層の重なり方に着目した地表踏査や岩石サンプルの分析・比較をすると、敷地深部の泥質片岩主体層が敷地の東方～南東方に位置する大洲地域及び八幡浜地域の泥質片岩主体層と対比でき、敷地の西方に位置する三崎地域の泥質片岩主体層が敷地地表付近の塩基性片岩主体層の上位にあると判断し、これを踏まえ、敷地周辺の地質・地質構造は、佐田岬半島に沿う方向にほぼ水平で極めて緩く西へ傾斜するものと判断した。

敷地近傍に広く分布する塩基性片岩には、その片理面と調和的に挟まる連続性の良い珪質片岩の薄層が見られることから、それらを露頭で判別、追跡した結果、敷地近傍の地質構造が佐田岬半島に沿う方向にほぼ水平であるとともに、佐田岬半島に直交する方向には背斜構造（凸状）を示し、佐田岬半島の北部に位置する本件発電所地点では緩く北へ傾斜すると判断した。

本件深部ボーリング調査の結果と本件原子炉の設置位置付近のボーリング調査の結果を比較したところ、本件深部ボーリング調査地

点では深度約１３０m以深が、本件原子炉の設置位置付近では深度約３５０m以深が、それぞれ泥質片岩主体となっていたことから、地表部の塩基性片岩を主体とする地層とその下位の泥質片岩を主体とする地層との境界面は、緩く北へ傾斜していると判断した。

（乙Ｃ１３１（６－３－７４、６－３－７５、６－３－７７頁）、Ｄ２９０、３３６－１、３６７、３８７、弁論の全趣旨）

b　ＰＳ検層、密度検層及びオフセットＶＳＰ

被告は、本件深部ボーリング調査で掘削した深部ボーリング孔を利用し、物理検層（ＰＳ検層、密度検層）及びオフセットＶＳＰ探査を実施した。

（乙Ｃ１３１（６－３－７５、６－３－８３頁）、Ｄ３６７、３８７）

各調査の内容及び被告による判断は以下のとおりである。

(a)　物理検層（ＰＳ検層）の結果

これは、ボーリング孔内に各種測定器（検層器）を降下させ、検層器から得られる物理量（速度、密度等）を用いて地層中の地質情報を連続的に計測する手法であり、ＰＳ検層は、ボーリング孔を利用して地盤内を伝播するＰ波及びＳ波の速度を測定する方法である。

Ⅰ　ダウンホール法

これは、地表からの発振をボーリング孔内で受振することにより、長い区間の平均速度を算出する手法であり、深度方向に約10mごとに受振器を移動させながら、ＰＳ検層（ダウンホール法）を実施した。その結果、Ｓ波速度は、地表部（深度５０～１３０m。塩基性片岩主体）２．４km／ｓ、その下位（深度１３０～３００m。泥質片岩主体）２．２km／ｓ、それ以深（泥質片岩主体）２．６～３．３km／ｓとなり、漸増していた。Ｐ波

速度は、地表部で5．０ｋｍ／ｓ、その下位で4．６ｋｍ／ｓ、それ以深で4．７～5．５ｋｍ／ｓとなり、漸増していた。

Ⅱ　サスペンション法

これは、測定器を孔内に挿入して発振と受振をし、短い区間の平均速度を算出する手法であり、０．１ｍ間隔でＰＳ検層（サスペンション法）を実施した。その結果、ダウンホール法による速度値とほぼ同等であり、地下浅部から地下深部まで非常に速い速度（Ｓ波速度2．２～3．３ｋｍ／ｓ）を示した。

Ⅲ　これらを踏まえ、地震動増幅の要因は小さいものと判断した。

（乙Ｃ１３１（6－3－83頁）、Ｄ３３６－1、３６７、３８７、弁論の全趣旨）

(b)　密度検層の結果

これは、測定器をボーリング孔内に挿入し、地層に照射したガンマ線が衝突・散乱した強度を測定し、地層密度を連続的に取得する手法である。０．１ｍ間隔で実施された密度検層の結果、地盤密度は、深度５０～１３０ｍで平均2．7.8ｇ／ｃｍ$^3$、深度１３０～３００ｍで平均2．６７ｇ／ｃｍ$^3$、深度３００～６２０ｍで平均2．７３ｇ／ｃｍ$^3$、深度６２０～１２８０ｍで平均2．７３ｇ／ｃｍ$^3$、深度１２８０～２０００ｍで平均2．７２ｇ／ｃｍ$^3$となり、概ね2．７～3．０ｇ／ｃｍ$^3$を示した。これを踏まえ、岩種に応じてやや変化するものの、深度方向への大局的な増減傾向は認められないと判断した。

（乙Ｃ１３１（6－3－75、6－3－83頁）、Ｄ３６７、３８６、３８７）

(c)　オフセットＶＳＰ探査の結果

これは、地表で発振し、地下の地盤物性の異なる境界面から跳ね

返ってくる反射波をボーリング孔内の受振器で観測・解析することにより、ボーリング孔周辺の地下構造（速度構造）を調査する探査手法であり、反射法探査は、地表で発振し、同様に跳ね返ってくる反射波を地表の受振器で観測・解析することによって地表測線下の地下構造（速度構造）を調査する探査手法である。

本件深部ボーリング調査のボーリング孔が位置する荷揚岸壁付近（敷地の西端）から既往調査がされている本件原子炉の付近を通過し、敷地の東端に至るように１本の地表測線を設定した。そして、ボーリング孔内及び地表測線沿いに受振器を設置し、地表測線上を一定間隔で移動しながら発振をし、オフセットＶＳＰ探査及び反射法探査を実施した。その結果、地下深部までほぼ水平な反射面が連続し、地震動の顕著な増幅の要因となる褶曲構造等は認められないと判断した。

また、上記の探査結果に対してトモグラフィ解析（弾性波が地表の発振点から地中を伝播して地表及びボーリング孔内の受振器へ最初に到達するまでの時間を基に地盤の速度構造を把握する解析手法）を実施した。解析範囲のうち、埋立土などの極浅部を除くほぼ全範囲で、Ｐ波速度が５ｋｍ／ｓ程度以上と非常に大きい値を示している。また、反射法探査及びオフセットＶＳＰ探査の結果から、水平な反射面がトモグラフィ解析範囲外も含めた探査断面全体にわたって連続して確認されるとして、敷地地盤の速度構造は、全体に乱れがなく均質であり、地震動の顕著な増幅の要因となり得るような低速度層は認められないと判断した。

（乙Ｃ１３１（６－３－７５、６－３－８３頁）、Ｄ３６７、３８７）

c　被告は、上記の各調査結果等を踏まえ、本件発電所の敷地には、地

震動の顕著な増幅の要因となり得るような地下構造は認められず、本件発電所の敷地の地下構造が水平成層かつ均質であると評価した。

（乙Ｃ１３１（６－５－２１頁）、Ｄ３６７、３８７）

(ウ) 二次元地下構造モデルを用いた解析的検討

被告は、本件発電所の敷地近傍の地下構造が、大局的には佐田岬半島と並行する東西方向にほぼ水平であり、これと直交する南北方向で地層の傾斜が最大となることを踏まえ、南北方向の二次元地下構造モデルを設定し、地下深部からの地震動の顕著な増幅がないこと、地震動の到来方向によって伝播特性が異なる傾向がないことを解析的に確認した。

（乙Ｄ２３、３６７）

(エ) 地震観測記録を用いた評価

被告は、本件発電所の敷地の地盤において、昭和５０年から地震観測を実施している。観測した地震のうち、耐専式との比較が可能な比較的規模の大きい内陸地殻内地震（１９９５年兵庫県南部地震、１９９７年鹿児島県北西部の地震、１９９７年山口県北部の地震、２０００年鳥取県西部地震、２００５年福岡県西方沖地震の５地震）を用いて、観測記録の応答スペクトルと耐専式により推定した応答スペクトルの比をとって、増幅の有無を検討したところ、いずれの地震も短周期側では観測値が予測値よりも小さい傾向を示しており、顕著な増幅はないと評価した。観測値が予測値よりも小さい理由としては、本件発電所の敷地の地盤が耐専式の想定する地盤よりも硬いこと、いずれも遠方の地震であり観測記録の振幅が小さいことが考えられる。また、被告は、対象とする内陸地殻内地震の規模をＭ２．０程度にまで拡大し、地震波の到来方向によって特異性が見られないかを確認するため、地震の発生地域を敷地の北方、東方、南方及び西方の４領域に分けて検討した。地震規模が小さく、耐専式の適用範囲外であるため、観測値と予測値との整合が悪

く、断定的な評価はできないものの、到来方向によって増幅特性が異なるような傾向は確認されないと評価した。

なお、被告は、浅部地盤増幅特性の分析として、５つの地震（１９８３年大分県北部の地震、１９８５年愛媛県南予の地震、１９９１年伊予灘の地震、２００１年芸予地震、２００１年安芸灘の地震）のＧＬ－５ｍ、ＧＬ－８０ｍ及びＧＬ－１６０ｍの観測記録を分析している。また、被告は、設定した地下構造モデルによる理論的伝達関数が、敷地の地盤系地震計における観測記録のうち、ＧＬ－５ｍの位置における最大加速度が１０ガル以上の１１地震の記録を平均した伝達関数とほぼ整合していると判断している。

（乙Ｃ１３１（６－５－２１～２３、６－５－１４５頁）、Ｄ２３、３６７）

ウ　本件発電所の敷地及び敷地周辺の地下構造

(ｱ) 伊予灘海域

a　伊予灘海域では、被告のほか、国土地理院、産業技術総合研究所、大学研究グループによって、調査対象深度及び分解能の異なる各種の音源を用いた総延長約６７００ｋｍに及ぶ海上音波探査が実施されており（前記(3)ア(ｱ)ｃ）、被告は、海上音波探査の結果のほか、文献調査、海底地形調査及び地球物理学的調査等の結果を踏まえ、変動地形学、地震学及び地球物理学の各観点からの検討を加えるなどして、震源断層の性状を評価している（前記(3)ア(ｱ)ｄ、乙Ｃ１３１（６－３－１頁））。

そして、活断層研究の専門家である岡田篤正京都大学名誉教授が、伊予灘では、被告をはじめとする各種機関により、膨大な数量の海上音波探査が実施されているため、そのデータによって地層境界面の等深線図を作成することが可能であり、中央構造線断層帯の活動に伴う

三次元的な変形構造（地下構造）を詳細に把握できるとの見解を示している（乙Ｄ２７６）ほか、八代海における海域の三次元探査に携わった阿部信太郎地震予知総合研究振興会地震防災調査研究部部長が、伊予灘においては膨大な調査がされ、十分なデータが収集されており、伊方発電所の耐震設計上考慮するべき活断層の抽出という観点からは、現状の音波探査測線に加えて三次元探査を実施する必要性は認められないとの見解を示している（乙Ｄ３７３）。

このように、被告は複数の調査を踏まえた評価をしており、また、伊予灘海域の調査状況に対する専門家の評価も踏まえると、被告による上記海域の震源断層の性状に関する評価は、合理的なものであるといえる。

b　原告らは、伊予灘海域において三次元反射法地震探査をすべきであると主張し、芦田譲京都大学名誉教授（以下「芦田教授」という。）は、意見書及び証人尋問において、これに沿う見解を示している。

しかし、被告による敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）についての調査及び評価が合理的であることは、前記ａで既に述べたとおりであるから、伊予灘海域において三次元反射法地震探査を実施していないことが不合理であるとはいえない。

c　原告らは、伊予灘海域において海上ボーリング調査を実施していないと主張する。この点に関し、中央構造線断層帯長期評価（第２版）では、「伊予灘区間では断層が海域に位置しており、陸域に近い沿岸浅海域の調査も必要となる。本断層帯の深部での傾斜を最終的に解明するためには、断層の深部延長をボーリング調査などによって直接確認することが望ましい」とされている（前記(3)ア(ｱ)ｅ）。

しかし、このうち、ボーリング調査によって直接確認することが望ましいとする点は、中央構造線断層帯の傾斜角について、中角度（約

４０°）とする見解と高角度ないしほぼ鉛直とする見解がある（前記⑶ア(ア)ｅ）ことを踏まえ、深部の断層傾斜角を確定させるためにはボーリング調査を実施する必要があるということを述べたものにすぎず、被告は北傾斜モデルを考慮して地震動評価をしている（前記⑶イ(ア)ｂ、ウ(ア)ｄ）。

また、陸域に近い沿岸浅海域の調査が必要であるとする点も、上記のとおり、断層の深部延長を確認するためにボーリング調査の実施が望ましいとしているにすぎず、陸域に近い沿岸浅海域でのボーリング調査を実施することが望ましいとしているものではない。また、被告は、佐田岬半島北岸部の詳細な調査等をして佐田岬半島北岸部に活断層が存在しないと評価し（乙Ｄ２７４）、複数の専門家がこれに沿う見解を示している（乙Ｄ１１９、２７５、２７６）ことからすれば、活断層調査のためにボーリング調査が必要であるともいえない。

したがって、伊予灘海域において海上ボーリング調査を実施していないことが不合理であるとはいえない。

ｄ　なお、原告らは、伊予灘海域の地下構造が成層かつ均質であるとはいえないから、三次元反射法地震探査や海上ボーリング調査をしなければならず、被告は、新規制基準に反していると主張し、芦田教授も、成層かつ均質であるとはいえないとの見解を示している（証人芦田譲・２、３頁）が、その根拠として同教授が指摘する地点は、本件発電所の敷地から東又は西に離れている地点であるか（串沖及び三崎沖）、本件発電所の敷地正面付近であっても、南北方向からみて本件発電所の敷地周辺といえるか明らかではない地点である（甲９２３、証人芦田譲（２、３頁））から、採用できない。

ｅ　したがって、被告が伊予灘海域において三次元反射法地震探査や海上ボーリング調査をしていないことは、被告による基準地震動の策定

の合理性を否定するものではない。

(イ) 本件発電所の敷地

被告は、本件発電所の敷地には、地震動の顕著な増幅の要因となり得るような地下構造は認められず、本件発電所の敷地の地下構造は水平成層かつ均質であると評価している（前記イ(イ)ｃ）。

以下では、原告らの主張を踏まえ、被告による上記評価の合理性について検討する。

a　深部ボーリング調査等の実施方法について

原告らは、①本件深部ボーリング調査を実施した地点が本件原子炉から約１ｋｍ離れた地点であり、地下構造の調査に適切なものではない、②被告は、本件原子炉付近の深さ５００ｍのボーリング調査で得られた結果と本件深部ボーリング調査で得られた結果を対比し、実際には調査がされていない本件原子炉付近深部の地下構造を類推しているが、このような類推は非科学的である、③オフセットＶＳＰ探査の測線が１本しかなく、少なくとも４本以上の測線が必要であると主張し、芦田教授は、意見書（甲４５６）及び証人尋問において、これに沿う見解を示している。

(a)　しかし、新規制基準は、原則として三次元的な地下構造により検討することを求めているものの、各種の調査によって三次元的に地下構造を調査した結果、地下構造が水平成層かつ均質と認められる場合には、一次元又は二次元のある程度簡易な地下構造モデルであっても、地震動の増幅の観点からは基準地震動の策定にほとんど影響がないため、地下構造を一次元又は二次元のものとすることができるとしている（前記ア）。これは、敷地の地下構造の把握が、地震動の顕著な増幅をもたらすような地下構造が認められるかどうか判断することを目的としており、詳細な地下構造の再現を目的とす

るものではないことを示しているというべきであり、被告による評価の合理性を検討するに当たっても、このような目的を踏まえる必要がある。

(b) 上記①について

被告は、大規模なボーリング調査を実施する上で必要な広い用地が確保できる地点を選定し、本件深部ボーリング調査を実施した（前記イ(イ) a (a)）ものであって、調査地点が恣意的に選定されたものではない。また、被告は、本件原子炉の建設時に実施した各種調査を踏まえ、本件発電所の敷地の地盤が塊状かつ堅硬であること、本件原子炉の炉心付近の地盤が地震基盤に相当する非常に堅硬な岩盤であることを確認している（前記イ(ア) b）。本件深部ボーリング調査は、このような地盤の評価がされていることを前提として実施されたものである。そして、鈴木教授は、本件発電所は四国北西部に立地しており、その付近には三波川帯に属する塩基性片岩が広く分布し、地質・地質構造は概ね単一岩種からなる比較的単純なものであり、地層の対比が容易な地域であるとの見解を示している（乙Ｄ２９０）ことを考慮すると、本件原子炉の敷地及び本件深部ボーリング調査地点を含む一帯は堅硬な岩盤により形成されているとみるのが、地質学的観点から妥当なものということができる。そうすると、深部ボーリング調査が本件原子炉の炉心付近において実施されなければならなかったものとはいえないから、被告が選定した掘削位置が不適切であったとはいえない。

(c) 上記②について

地質学の専門家である鈴木教授は、深部ボーリングのボーリングコアを観察し、岩相から深部ボーリングの深度１３０ｍと本件原子炉付近のボーリングの深度３５０ｍを対比することが妥当であり、

この対比について、深部の厚い泥質片岩主体層とこれより上位の厚い塩基性片岩主体層の境界は明瞭で区別しやすいことから、その対比は地質学的に信頼できるとの見解を示しており（乙Ｄ２９０）、被告の評価は、このような専門家の意見を踏まえたものであり、上記の対比が科学的根拠を欠くものであるとはいえない。

(d) 上記③について

被告は、上記のとおり、本件原子炉の炉心付近の地盤が地震基盤に相当する非常に堅硬な岩盤であることを確認しているほか、本件深部ボーリング調査の際に実施した物理検層により、地震動の増幅の要因は小さいことを確認している（前記イ(イ)ｂ）ことからすれば、地表測線が１本であることをもって、地震動の増幅をもたらすような地下構造の有無を検討するための調査として、不適切であるとはいえない。敷地の地下構造の把握は、地震動の顕著な増幅をもたらすような地下構造が認められるかどうか判断することを目的とし、詳細な地下構造の再現を目的とするものではないのであり（前記(a)）、芦田教授の上記の指摘は、この調査の目的が上記のようなものであっても、なお１本の測線によることは不適切であるとの根拠は明らかにされていないから、この点に関する批判は当たらない。

ｂ 地震観測記録を用いた評価について

(a) 原告らは、①本件発電所の敷地周辺では１２ｋｍ以浅の範囲で多数の微小地震が発生しており、２０個のみの地震データを用いて一般化した結論を出すことはできない、②被告は、本件発電所の設置当初から地震観測を実施しているが、そのデータは地震波の到来方向による増幅特性の検討に用いられていない、③被告が用いた２０個の観測記録には震源特性が含まれており、敷地の増幅特性を検討

するためにはその震源特性を除かなければならないが、そのような検討はされていないため、地震波の到来方向による増幅特性に特異性がないとは判断できないと主張し、芦田教授は意見書（甲４５６）において、これに沿う見解を示している。

しかし、被告は、耐専式との比較が可能な比較的規模の大きい内陸地殻内地震に加え、耐専式の適用範囲ではないものの、地震規模をＭ２．０程度にまで拡大した小規模な地震を用いて検討をしており（前記イ(エ)）、このような検討経過を考慮すると、地震観測記録を用いた評価の精度に限界があることはやむを得ない。もっとも、被告は、本件原子炉の建設当時に実施した調査、本件深部ボーリング調査及びこれを利用した物理検層やオフセットＶＳＰ探査の結果を踏まえ、本件発電所の敷地には、地震動の顕著な増幅の要因となり得るような地下構造は認められないと評価している（前記イ(ア)(イ)）ほか、地震動の到来方向によって伝播特性が異なる傾向がないことを解析的に確認している（前記イ(ウ)）ことを考慮すると、このような被告の検討方法が不合理であるとはいえない。

(b) 原告らは、①被告が示す５地震の観測記録をみると、ＧＬ－５ｍの観測記録（加速度）は、ＧＬ－１６０ｍと比較して平均的に１．５倍程度大きくなっており、３倍近くになっているものもある、②被告が作成した地下構造モデルによる理論的伝達関数は、振動数４Ｈｚ、８Ｈｚ、１２Ｈｚの付近に特異なピークがあり、観測記録と大きく乖離していると主張し、芦田教授は、意見書（甲４５６）において、これに沿う見解を示している。しかし、上記①について、被告は、２００１年安芸灘の地震の観測記録について分析をし、極浅部の地盤（ＧＬ－１６０ｍ以浅）による増幅以外の原因が高いと評価している（乙Ｄ２３）から理由がない。上記②について、理論

的伝達関数と観測記録から求まる伝達関数は、数値の増減の傾向としては概ね整合している（乙Ｄ２３）から、被告の評価が不合理であるとはいえない。

c　物理検層及びオフセットＶＳＰ探査の評価について

(a)　原告らは、①ダウンホール法及びサスペンション法の調査結果には一見してかなりの乖離があり、その原因を精査、分析する必要がある、②ダウンホール法とサスペンション法の速度を比較する場合、ダウンホール法の最短１０ｍごとの地層の速度とサスペンション法のそれを比較すべきであるが、被告は、ダウンホール法の６００～１２８０ｍ、１２８０～２０００ｍといった信じがたい間隔の地層の伝播速度とサスペンション法の連続的なデータを比較している、③サスペンション法によるＰ波の伝播速度は、深度１８００～１９００ｍで最大６ｋｍ／ｓから最小３ｋｍ/ｓに変化しており、密度検層のデータも、同様に最大３．２ｇ/ｃｍ$^3$から最小１．６ｇ/ｃｍ$^3$に変化しており、速度と密度が大きく低下している１８００～１９００ｍの部分が破砕帯である可能性があると主張し、芦田教授は、意見書（甲４５６）及び証人尋問において、これに沿う見解を示している。

Ⅰ　上記①について

ダウンホール法とサスペンション法は、その調査手法が異なり（前記イ(イ)ｂ(a)）、観測する波の周波数帯や伝播経路が異なる（乙Ｄ３８６、３８８）のであるから、その結果を対比するに当たっては、両者が同様の傾向を示すかどうかを検討すべきであり、両者は、地下浅部から地下深部まで非常に速い速度（Ｓ波速度２．２～３．３ｋｍ／ｓ）を示し、深度方向に漸増するものの、地震動増幅の要因となるインピーダンス比が小さい（乙Ｄ３

８７）など、同様の傾向を示しているといえるから、速度値はほぼ同等であるとした被告の評価は不合理であるとはいえない。

Ⅱ　上記②について

地震動評価に用いる地盤モデルの物性値としては、ダウンホール法で得られた結果を適切な速度層に区分した上で反映することが一般的であり（乙Ｄ３８８）、被告は、本件深部ボーリング調査によって得られた地質構造（前記イ(イ)ａ(b)）を踏まえて速度層区間を設定したものと認められるし、ダウンホール法による本件発電所の敷地の地表部（深度５０～１３０ｍ）から深度２０００ｍまでの速度分布全体を全体的にみると、Ｓ波速度２ｋｍ／ｓで推移しており、これは、サスペンション法の結果と同様の傾向であるといえる（前記イ(イ)ｂ(a)）。したがって、被告の評価が誤っているとはいえない。

Ⅲ　上記③についてみると、本件深部ボーリング調査では、１８００ｍ以深の最深部においても連続した良好なコアが採取できており（前記イ(イ)ａ(a)）、鈴木教授が、全長２０００ｍに及ぶコアをすべて観察し、顕著な破砕帯はなく、非常に堅硬かつ緻密な岩盤であるとの見解を示している（乙Ｄ２９０）。また、サスペンション法及び密度検層は、０．１ｍという短い間隔で計測しており、その結果、本件発電所の敷地は、約２０００ｍにわたり、大局的にＳ波速度２．２～３．３ｋｍ／ｓ、密度２．７～３．０ｇ／ｃｍ$^3$で推移しており（前記イ(イ)ｂ(a)(b)）、そのような中で局所的にＳ波速度や密度があったとしても、顕著な地震動の増幅は想定されない。

(b)　原告らは、オフセットＶＳＰ探査の解析結果について、①本件発電所の１号炉ないし３号炉（本件原子炉）の右側（北東）の往復走

時で０．５秒以浅に右肩上がりの急傾斜の反射面があり、水平層とこの急傾斜層の境界は断層であると解釈でき、それが炉心直下に延びている、②ＣＤＰ　Ｎｏ．６５付近に反射面の不連続部が認められ、被告は、これを速度フィルタ等が原因であるとしているが、断層の存在を示している可能性がある、③被告は、偽りの地層間繰り返し波等を真の反射波と誤って解釈していると主張し、芦田教授は、意見書（甲４５６）及び証人尋問において、これに沿う見解を示している。

Ⅰ　上記①について

この指摘は、反射法地震探査結果に対して芦田教授が加えた解釈（甲４５６（図８））を前提としたものであるが、芦田教授が示した解釈線（甲４５６（図８の右肩上がりの解釈線））は、測線端部の重合数を低下させたところ、重合数が低下するに従い、左側に位置を移しながらより顕著に現れており、断層面が存在した場合、反射面の位置が重合数の低下によって移動することはないから、断層面からの反射波や回折波ではなく、ノイズ（表面波やＳ波等）であると認められる（甲３８６、３８７、３８８）。したがって、上記①の主張は採用できない。

Ⅱ　上記②について

反射法地震探査結果のＣＤＰ　Ｎｏ．６５付近には、反射面の不連続部があると認められる（乙Ｄ３８７、甲４５６、証人芦田譲（７頁））。

しかし、解析測線が受振測線に近づくにつれて不連続箇所が目立たくなること、速度フィルタを外した解析では不連続部が目立たなくなると認められ（乙Ｄ３８７）、上記の不連続部は解析測線と受振測線の位置が異なる影響及び速度フィルタの影響によっ

て生じたものと認められ、断層の存在を示すものとはいえない。なお、芦田教授は速度フィルタは通常の反射法の処理では使用されないとの見解を示している（甲４５６、証人芦田譲（８頁））が、地震本部は、反射法データの処理の流れにおいて、速度フィルタの一種である「時間－空間フィルタ」を明記している（乙Ｄ３８９）から、速度フィルタを使用した被告の調査方法が不適切であるとはいえない。

Ⅲ　上記③について

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場合、緩い傾斜角が多重反射では強調される性質があることが認められる（乙Ｄ１１２、弁論の全趣旨）ところ、本件では、反射法探査及びオフセットＶＳＰ探査の結果がほぼ水平な反射面を描き出しており（乙Ｄ３８６、３８７、３８８）、真の反射波もほぼ水平であるというべきであるから、被告の評価に不合理な点はない。

d　その他の原告らの主張について

原告らは、被告が作成した地盤モデルは本件深部ボーリング調査の位置から本件原子炉にかけての地層が水平ではなく北東に傾くというものであるにもかかわらず、オフセットＶＳＰ探査の解析結果から本件深部ボーリング調査の位置から本件原子炉にかけて地層が水平であるとしており、被告の地盤モデルに大きな問題と矛盾があることを示していると主張するが、被告の地下構造モデルは地層境界面に着目したものであり（前記イ(イ)a(b)）、オフセットＶＳＰ探査は速度構造を調査するものである（前記イ(イ)b(c)）から、これらが一致しないからといって、被告の評価が不合理であるということにはならない。

e　上記のほか、被告による本件発電所の敷地の地下構造の評価に不合

理な点があるとは認められない。

(8) 年超過確率

ア 認定事実

前提事実、後掲証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

(ア) ２００７年実施基準及び２０１５年実施基準

２００７年実施基準は、日本原子力学会の標準委員会が、原子力発電所の安全性と信頼性を確保してその技術水準の維持・向上を図る観点から、原子力発電所の設計・建設・運転・廃止活動において実現すべき技術のあり方を定めた原子力標準の一つである。同実施基準の策定にあたっては、標準委員会・発電炉専門部会の下に地震ＰＳＡ分科会が設置され、さらに、地震ハザード評価作業会等の作業会が設けられて、検討を重ねた結果、取りまとめられたものである。これらの委員会、部会、分科会、作業会には、それぞれ学会の有識者・産業界の専門的技術者等が数十名規模で参集し、約３年にわたる議論を重ね、さらには、パブリックコメントを通じて関係者の意見を聴取するなどして、議論が行われた。

２０１５年実施基準の主な改定内容は、２００７年新潟県中越沖地震や２０１１年東北地方太平洋沖地震といった２００７年実施基準の策定後に発生した地震から得られた知見の反映である。具体的には、特定震源モデルや領域震源モデルのパラメータ設定に関して、活断層の長さや海溝型巨大地震の震源域の設定に留意すること、各地域の地下構造や活断層の特性・地震活動を考慮すること、Ｍ９級巨大地震による余震・誘発地震を考慮すること、地震動伝播モデルの設定に関して、サイト及びサイト内号機周辺の地震動伝播特性を把握すること、水平動と鉛直動の両方を評価すること等である。

（甲３４５、乙Ｄ６１、弁論の全趣旨）

(イ) 被告による年超過確率の算出

本件発電所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、その結果に基づいて一様ハザードスペクトルを作成し、これと基準地震動Ｓｓの応答スペクトルとを比較した。

一様ハザードスペクトルの作成に際しては、２００７年実施基準に基づき、「特定震源モデルに基づく評価」及び「領域震源モデルに基づく評価」を実施し、特定震源モデル（一つの地震に対して、震源の位置、規模及び発生頻度を特定して扱うモデルで、震源特定地震動に対応する。）として、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・南海トラフの巨大地震を考慮し、領域震源モデル（ある広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、震源不特定地震動に対応する。）として、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・南海トラフの巨大地震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。

また、被告は、年超過確率の評価に当たって、２００７年中越沖地震や２０１１年東北地方太平洋沖地震等の２００７年実施基準後に得られた知見を反映した。具体的には、①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））の評価について、考慮すべき断層長さを保守的に設定し（前提事実８(2)イ(ｳ)ａ・49 頁）、②プレート間地震の評価について、あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震として、内閣府検討会（２０１２②）の南海トラフの巨大地震（陸側ケース）（Ｍｗ９．０）を選定し（上記同(ｵ)・53 頁）、③深部ボーリング

や敷地の観測記録等に基づく検討を踏まえ、地下構造が水平成層かつ均質であり、地震波の顕著な増幅特性や到来方向によって伝播特性が異なるような傾向がないことを確認した（前記(7)）。

以上の結果、基準地震動Ｓｓ－１及び基準地震動Ｓｓ－２の年超過確率が$10^{-4}$～$10^{-6}$（１万年から１００万年に１回）程度であり、基準地震動Ｓｓ－３の年超過確率が$10^{-4}$～$10^{-7}$（１万年から１０００万年に１回）程度であるとした。

（前提事実８(2)オ・57頁、甲３４５、乙Ｃ１３１（６－５－５１頁））

イ　以下では、原告らの主張を踏まえ、被告による年超過確率の評価の合理性について検討する。

(ｱ) 原告らは、基準地震動を超過した事例が存在すること、地震学者が年超過確率の精度を否定し、実際には１万年に１回よりも確率が高いと指摘していること、観測記録が少なく、１万年に１回以下の巨大地震を予測することは現在の地震学では不可能であることから、被告による年超過確率の評価は信頼性に欠けると主張する。

しかし、基準地震動を超過した事例は、平成１７年から２３年に発生した地震であり、いずれも新規制基準が平成２５年以降に策定される前に発生したものであるから（前記２(1)イ(ｴ)、同３(2)ア(ｱ)）、新規制基準に基づく年超過確率の算定の合理性を否定するものとはいえない。また、地震ガイドは、参考とする例として２００７年実施基準を挙げており、同実施基準は、多数の有識者等が関与して約３年にわたる議論が行われ、パブリックコメントを実施するなどして策定されたものである上、その後の改定において、２００７年新潟県中越沖地震や２０１１年東北地方太平洋沖地震等の知見を反映するなどしている（前記ア(ｱ)）。したがって、２００７年実施基準を参考とする例として挙げる地震ガイドの合理性を否定することはできない。確かに、地震及び地震

動を正確に予測することは困難であるから、１万年に１回以下の巨大地震を予測することも困難であるものの、そのことと年超過確率を算定することによって確率論的な評価をすることは別個のことであるし、不可能であるともいえない。したがって、被告による年超過確率の評価が信用できないとはいえない。

(イ) 原告らは、恣意的な算出が比較的容易であること、２０１５年実施基準を取り入れていないことからすれば、被告による年超過確率の評価は信用できないと主張する。

しかし、被告は、２００７年実施基準に基づいて一様ハザードスペクトルを作成している（前記ア(イ)）ところ、同実施基準は、評価データやプロセスの透明性・説明性を明確化するよう求めており（乙Ｄ６２）、被告があえて恣意的な算出をしたことをうかがわせる証拠はない。また、上記(ア)のとおり、基準地震動の超過事例が新規制基準の策定前のものであることからすれば、当該事例があり、実現象との矛盾があることになるからといって、それが恣意的な算出に結びつくともいえない。。

さらに、２０１５年実施基準の主な改定内容は、２００７年新潟県中越沖地震や２０１１年東北地方太平洋沖地震等、２００７年実施基準の策定後に発生した地震から得られた知見の反映であり（前記ア(ア)）、被告は、２００７年中越沖地震や２０１１年東北地方太平洋沖地震等の２００７年実施基準後に得られた各種知見を反映して年超過確率を評価している（前記ア(イ)）から、２０１５年実施基準を実質的に取り入れて評価しているといえる。

したがって、原告らの上記主張によって被告による年超過確率の評価が信用できないとはいえない。

(ウ) 原告らは、年超過確率が$10^{-4}$以下でなければ国際的な基準を踏ま

えているとは評価できないが、日本の超過実績は、これを踏まえていないと主張する。しかし、原告らのいう超過実績は、超過事例①～⑤を前提とするものであるところ、それが新規制基準に基づく年超過確率の算定の不合理さを示すものではないことは上記(ア)のとおりである。

(エ) 原告らは、被告による年超過確率の評価は、①地震規模（マグニチュード）の不確定性を無視していること、②断層モデルのばらつきや不確かさを無視していること、③距離減衰式のばらつきを過小評価していること、④全国地震動予測地図（２０１４年版）に記載された「地表の証拠からは活動の痕跡が認められにくい地震」の発生確率を無視していることといった問題があると主張する。

しかし、上記①～③について、被告は、基準地震動の策定に際し、各種の不確かさを保守的に考慮しており、また、上記④について、被告は、領域震源モデル（震源不特定地震動に対応する。）として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・南海トラフの巨大地震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）を考慮している（前記ア(イ)）から、いずれも採用できない。

(オ) 上記のほか、被告による年超過確率の算出に不合理な点があるとは認められない。

**(9) 制御棒挿入の困難さ**

ア 認定事実

後掲証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

(ア) 新規制基準

耐震重要施設は、基準地震動による地震力に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。「原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設」は、耐震重要度分類Ｓクラ

スに分類され、耐震重要施設に当たる（設置許可基準規則解釈別記１第３条１項）。

（前提事実８(1)ア(ア)・32頁、同(イ)ｂ(a)③・36頁、乙Ｅ６）

(イ) 被告による評価

a　地震動による大きな揺れが観測されると、原子炉を自動停止させるための原子炉トリップ信号「地震加速度大」が発せられる。この信号により、制御棒クラスタ駆動装置への電源が遮断され、制御棒クラスタが保持を失い、自重で落下する（制御棒の挿入）が始まる。計測した揺れがＰ波かＳ波かにかかわらず、設定値を超える地震加速度が検知されれば、上記信号が発せられる。

（乙Ｃ１３０、１３１（８－３－３１～３３、８－６－５１～６１頁）、弁論の全趣旨）

b　運転時の異常な過渡変化や設計基準事故に対する安全解析をし、解析条件として、制御棒落下開始から全ストロークの８５％が挿入されるまでの時間（挿入時間）を２．２秒と設定（原子炉トリップ信号の発信から制御棒落下開始までの時間である０．３秒を除く。）した。

（乙Ｃ１３１（１０－１－１１、１０－１－１２頁）、Ｄ１）

c　基準地震動Ｓｓ－１に対し、制御棒クラスタが落下を開始する時刻を特定せず、落下開始時刻の想定を０．１秒ずつ（挿入時間が大きくなる時間帯については０．０１秒ずつ）変更しながら、各時刻で落下を開始した場合の挿入時間を繰り返し算定し（各落下開始時刻における地震加速度がトリップ信号に係る設定値を超えるかどうかは考慮していない。）、Ｐ波を計測して挿入を開始してから完了するまでの間にＳ波が到達するケースのみならず、Ｓ波到達後に挿入を開始するケースも含め、地震動が継続している期間におけるすべてのケースについて挿入時間を算定した。

そして、各ケースの算定結果を比較した結果、最も挿入時間が長くなる算定結果が２．３９秒（トリップ信号発信から制御棒落下開始までの時間０．３秒を含む。）であり、これは、他の基準地震動Ｓｓにおける算定結果と比較しても最も挿入時間が長い算定結果であったことから、これを評価値として採用した。

（乙Ｃ８０、１３０）

ｄ　原子力規制委員会は、被告の制御棒に関する評価を踏まえた工事計画認可申請に対し、これを認可する処分をした。

（前提事実１４(1)・92頁、乙Ｃ８０、１３０、１６３）

イ　原告らは、中央構造線断層帯による地震が発生した場合、Ｐ波で地震を検知して制御棒の挿入が始まったとしても、Ｓ波が到達した時、制御棒の挿入が完了しないこととなる旨主張する。

しかし、本件原子炉の制御棒は、Ｐ波、Ｓ波といった地震動の種類に関係なく、設定値を超える地震加速度を検知した場合に挿入されるものであり、被告は、Ｓ波の到達後に制御棒の挿入が完了する場合や挿入が開始する場合を含めて挿入時間を算定し、それらを比較して最も挿入時間が長い場合が２．３９秒であるとして、これを評価値に採用しており（前記ア(イ)ｃ）、これは、評価基準値である２．５秒（制御棒開始から全ストロークの８５％が挿入されるまでの時間２．２秒＋原子炉トリップ信号の発信から制御棒落下開始までの時間０．３秒）を下回っている。このように、Ｓ波が到達してこれによる地震動が開始した場合であっても、評価基準値とされた時間内に本件原子炉の運転を停止させることができることは確認されているのであるから、Ｓ波の到達前に制御棒の挿入が完了していないからといって、直ちに本件原子炉を安全に停止させることができないというものではない。

ウ　また、原告らは、実際の地震波は、鉛直動を伴う速度波形がいびつな複

合地震波（三次元）であり、地震動は多種多様であるから、特定の代表地震波（二次元）のみでは、制御棒の挿入までの時間が適切に算定されないなどと主張し、これに沿う意見書（甲２２８）を提出する。

しかし、水平動に鉛直動が加わったとしても、制御棒の挿入時間は０．０２秒遅れるにとどまり、鉛直動が水平動に比して与える影響は軽微であるとの解析や実験結果等がある（乙Ｃ７１、７２）ことを考慮すると、原告らの指摘は、被告の挿入時間に関する上記算定の合理性を否定するものではない。

なお、原告らは、ストレステストから制御棒の挿入性等が除外されているとも主張するが、そうであるからといって、被告の挿入時間の算定が不合理であるとはいえない。

エ　上記のほか、被告による制御棒の挿入時間に関する評価に不合理な点はなく、これを是認した原子力規制委員会の調査審議及び判断に不合理な点はないものと認められる。

(10)　本件原子炉の施設の耐震安全性

ア　新規制基準は、耐震重要度に応じて、施設をＳクラス、Ｂクラス及びＣクラスに分類し、それぞれに応じた耐震設計を求め、原子力規制委員会は、被告の耐震設計方針が新規制基準に適合することを確認している（前提事実８(1)ア(イ)ｂｃ・35頁、乙Ｃ１０３、弁論の全趣旨）。

イ　原告らは、外部電源は地震による原子炉の緊急停止後に水を循環させて「冷やす」機能を有する動力源であり、主給水ポンプは二次冷却材を循環させて原子炉を冷却する一次冷却材を「冷やす」ものであるにもかかわらず、新規制基準では、外部電源及び主給水ポンプは、基準地震動Ｓｓに耐え得るＳクラスではなく、一般の構造物と同じＣクラスとされているなどと主張する。

しかし、新規制基準は、地震により発生する可能性のある環境への放射

線による影響の観点から耐震重要度分類を行い、この分類に応じて耐震設計を行った上で設備を維持・管理していくことにより安全性を適切に確保することとしている（前提事実８(1)ア(イ)ｂｃ）。これは、安全確保のための資源は有限であることを前提として、最も有効かつ高い安全性を確保するという観点から相対的なグレードを定め、そのグレードに応じた資源の分配を行うことにより、より高い安全性を確保しようとするグレーデッドアプローチと呼ばれる考え方を採用したものであると解され、この考え方は、ＩＡＥＡの基本安全原則（ＩＡＥＡ安全基準シリーズＮｏ．ＳＦ－１（２００６））においても、「許認可取得者が安全のために投入する資源及び規制の範囲と厳格さ並びにその適用は、放射線リスクの程度及びそれらの実用的な管理のしやすさに見合ったものでなければならない。」として、採用されている（乙Ｃ７６）。この考え方は、放射線による影響の観点から重要性の高い設備により高い安全性を求め、これによって原子炉の施設の安全性を確保するというものであって、合理性なものといえる。したがって、放射線による影響の観点からその重要度を分類することが不合理であるとはいえない。

また、新規制基準は、非常用電源設備の設置を求め（設置許可基準規則３３条２項）、本件原子炉では、非常時の原子炉の安全確保のための冷却や電源供給は、補助給水設備及び非常用ディーゼル発電機によって担われることが予定されており（前提事実４(3)・13頁、同(5)・16頁、乙Ｃ１５４、証人中川俊一（１１、１２頁））、①耐震重要度分類のＳクラスに分類される非常用ディーゼル発電機は、別の場所に２台設置され、それぞれが必要な容量を有し、定格出力で７日以上連続運転ができる燃料貯蔵設備が設けられ（前提事実４(5)、乙Ａ２６、Ｃ１３１（８－１－９５４～９５６、８－１０－１、５～７頁））、②補助給水設備は、耐震重要度分類のＳクラスに分類され、非常用ディーゼル発電機によって稼働させることが可能

な電動補助給水ポンプと蒸気発生器で発生する蒸気で稼働するタービン動補助給水ポンプによって構成されている（前提事実4(3)、乙Ｃ１３１（８－１－９５４頁））。このように、補助給水設備や非常用ディーゼル発電機をＳクラスと分類していることからすれば、外部電源や主給水ポンプがＣクラスに位置づけられたとしても、新規制基準に基づく耐震重要度分類が、不合理であるとはいえない。

ウ　また、原告らは、①計装系の耐震重要度分類を見直す必要がある、②被告は、原子炉の崩壊熱を除去する上で必要不可欠な非常用取水設備について、耐震需要度分類を本来はＳクラスにすべきであるにもかかわらず、Ｃクラスにしており、耐震設計上の重大な過誤があると主張する。

(ｱ) 上記①について

新規制基準は、発電用原子炉施設には、計測制御系統施設を設けなければならず（設置許可基準規則２３条柱書）、炉心等の健全性を確保するために監視することが必要なパラメータ（原子炉水位等）は、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時においても想定される範囲内で監視できるものとすること（同条１号、２号、設置許可基準規則解釈２３条１項）、設計基準事故が発生した場合の状況を把握し、及び対策を講じるために必要なパラメータ（原子炉格納容器内雰囲気の圧力、温度等）は、設計基準事故時に想定される環境下において、十分な測定範囲及び期間にわたり監視できるものとすること（設置許可基準規則２３条３号、設置許可基準規則解釈２３条２項）、発電用原子炉の停止及び炉心の冷却並びに放射性物質の閉じ込めの機能の状況を監視するために必要なパラメータ（原子炉水位等）は、設計基準事故時においても確実に記録され、及び当該記録が保存されるものとすること（設置許可基準規則２３条５号、設置許可基準規則解釈２３条３項）などと定める。また、発電用原子炉施設には、重大事故等が発生し、計測機器（非常用のものを含

む。）の故障により当該重大事故等に対処するために監視することが必要なパラメータ（事業者が検討すべき炉心損傷防止対策及び格納容器破損防止対策等を成功させるために把握することが必要な発電用原子炉施設の状態）を計測することが困難となった場合において当該パラメータを推定するために有効な情報を把握できる設備を設けなければならない（設置許可基準規則５８条、設置許可基準規則解釈５８条１項柱書）と定めている。

このように、新規制基準は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時における計測制御系統施設の機能確保を求めるとともに、重大事故等の発生によって計測機器が故障し、重大事故等に対処するために監視することが必要なパラメータを計測することが困難となった場合を想定し、当該パラメータを推定するために有効な情報を把握できる設備の設置を求めているということができ、その内容には合理性があるといえる。したがって、原告らの上記①の主張は採用できない。

(イ) 上記②について

非常用取水設備は、海水取水口、海水取水路、海水ピットスクリーン室、海水ピットポンプ室及び海水ピット堰によって構成され（乙Ｃ１３１（８－１－９３７頁））、海水ピット堰が津波防護施設として耐震重要度分類のＳクラスに分類され（乙Ｃ１３１（８－１－９５５頁））、海水取水口、海水取水路、海水ピットスクリーン室及び海水ピットポンプ室は、いずれも、耐震重要度分類のＣクラスに分類されている（乙Ｃ１３１（８－１－９６３、９６５頁））ものの、これらは、常設重大事故緩和設備とされ、基準地震動Ｓｓに対する耐震安全性が確保されている（乙Ｃ７５、１０８、１０９、１３１（８－１－９６５頁））ことからすれば、理由がない。

エ 小括

上記のほか、被告による本件原子炉の施設の耐震安全性の評価に不合理な点はなく、これを是認した原子力規制委員会の調査審議及び判断に不合理な点はないものと認められる。

(11) 地震に対する安全性の小括

これまでに検討してきたことからすれば、地震に関する新規制基準の内容に不合理な点はないものと認められ、また、被告による基準地震動の策定、制御棒の挿入に要する時間の算定、本件原子炉の各施設の耐震安全性の確保のいずれについても、不合理であるとはいえないから、これを是認した原子力規制委員会の調査審議及び判断に不合理な点はないものと認められる。

以上によれば、本件原子炉について、地震に対する安全の確保に欠けるところがあり、原告らの生命及び身体等を侵害する具体的危険があるとは認められない。

4 火山に対する安全性（争点４）

(1) 立地評価に関する火山ガイドの合理性

ア 認定事実

前提事実、後掲証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

(ア) 巨大噴火について

a 巨大噴火の特徴

巨大噴火の特徴は、地下浅部のマグマ溜まりに存在していた大量の珪長質マグマが発泡し、急激な体積の膨張に伴ってマグマの一部を地表に噴出するメカニズムにある。（乙Ｄ１６１）

b 巨大噴火によるカルデラの形成等

カルデラ（直径２ｋｍ以上の火山性の陥没地形）噴火は、大規模火砕流及び降下火砕物として膨大なマグマを短時間に噴出することによって生じた地下の空間に地表が陥没して、大型のカルデラを形成させ

る。およそＶＥＩ６以上の巨大噴火で見られ、過去のＶＥＩ７以上の噴火では、ほとんどがカルデラ噴火である。

カルデラ噴火が生じるには、珪長質マグマの移動・集積に要する時間からすると、数十～１００ｋｍ$^3$の珪長質マグマを噴火期間中に生成・集積させながら噴出することは不可能であること、噴火に伴って形成される大規模な陥没に見合う空間として、マグマ溜まりが必要であることから、噴火に先立って地殻内部に巨大なマグマ溜まりを形成する必要がある。

（甲４９７、乙Ｄ１４１、１５５、１５６）

c　巨大噴火の発生頻度

国内において、数十ｋｍ$^3$以上の噴出物を放出する巨大噴火の発生頻度は、６０００年から１万年に１回程度、ＶＥＩ７（噴出量１００ｋｍ$^3$）以上の噴火の発生頻度は、１万年に１回程度であるとされており、この規模の噴火の最終活動は、約７３００年前の鬼界カルデラ噴火（ＶＥＩ７）であるとされている。

（甲４８４、４９０、乙Ｄ１４１、１４７）

(イ) マグマ溜まりについての知見等

a　マグマ溜まりの深度及び形状

(a)　マグマ溜まりの深度及び形状に関する知見

地下深部で形成されたマグマは、周囲の地殻物質よりも密度が小さいことから、浮力により上昇するものの、地殻は、浅部ほど密度が減少するため、ある場所でマグマと地殻の密度が等しくなり、マグマがそれ以上に上昇する浮力を失い、マグマが安定して定置するマグマ溜まりが形成される。珪長質マグマは、密度が小さく、地下１０ｋｍ以浅にマグマ溜まりを形成すると考えられている。

また、巨大噴火では、プリニー式噴火又は火砕流噴火によってマ

グマ溜まりが減圧し、天井部が不安定になって環状割れ目に沿って沈下し、より大量の火山灰や軽石が噴出する結果、地下のマグマが急激に失われるため、噴出と並行して地表が陥没し、大型のカルデラが形成されるとされている。

このような大型カルデラの生成機構から、多くの巨大噴火のマグマ溜まりは、その天井が極めて浅いところにあり、扁平な形状で存在すると想定されている。すなわち、地表が陥没するには、環状断層全体を動かすだけのせん断応力が断層にかかる必要があり、マグマ溜まりの減圧によりその天井を引き下げる力が、潜在的な環状断層全体の（静止）摩擦力を上回ることにより生じることになる。そのため、マグマ溜まり天井までの深さがあり、天井の厚さが厚いと、断層面の面積はそれだけ大きくなるため、地下の浅い地点にあるマグマ溜まりの方が、大型カルデラが形成されやすい。このことは、マグマや地殻を模擬した実験においても確認されている。

（甲４９７、乙Ｄ１４１、１４２、１５５、１５６、１６０、１６１、１６５）

(b) マグマ溜まりの深度に関するその他の知見

東宮（２０１６）は、マグマ溜まりの位置については、従前、浮力中立で説明がされることが多かったが、実際にはそう単純ではなく、例えば、１６６３年の有珠火山の噴火では、実験の結果、マグマ溜まりの深さは約１０ｋｍであったとされているとの見解を示している。（甲５０２、乙１６４）

原子力規制庁は、令和元年５月、産業技術総合研究所等への委託研究等の成果を「安全研究成果報告　火山影響評価に係る科学的知見の整備」（以下「安全研究成果報告」という。）として取りまとめた。同報告は、過去に巨大噴火を起こした火山として、阿蘇カル

デラ等の噴出物の岩石学的検討を行い、噴火直前のマグマの温度及び圧力条件から、噴火直前に留まっていたマグマの深さを推定した結果、調査したカルデラ火山はおおむね１０ｋｍ以浅にマグマが蓄積していたことが分かったとの見解を示している。

（乙Ｄ２３９）

b　マグマ溜まりの性状に関する知見

東宮（２０１６）は、①近年では、マグマ溜まりの大部分はマッシュ状（結晶含有量４０～５０％以上）であり、ほとんど流動できない状態にあるだろうというのが少なくとも岩石学者の間での共通見解になってきている、②マッシュ状のマグマ溜まりが噴火可能な状態になるには、マッシュを再活性化させる必要があるが、高温マグマがマッシュの下へ定置して成層マグマ溜まりを形成した後、両者の境界に結晶度の低い（粘性が低い）流動層を発達させるというモデルが考えられ、これによれば、マグマ溜まり全体が効率的にかき混ぜられる（オーバーターン）とともに、そのまま噴火に至ることがある、③このオーバーターンに至るまでの期間は、数か月～数十年と短いとの見解を示している。　（甲５０２、乙Ｄ１６４）

c　マグマ溜まりの蓄積期間に関する知見

小林（２０１７）は、カルデラ噴火発生のモデルとして、珪長質マグマが数万～数十万年という長い年月をかけて蓄積され、地殻の中～上部に巨大な珪長質岩体～マグマ溜まりを形成するとの見解を示している。　（乙Ｄ１５５）

菅野・石橋（２０１７）は、カルデラ形成噴火とそれ以外の噴火様式では、マグマ混合から噴火までの時間に違いが認められ、カルデラ形成噴火では、１００～１０００年単位の拡散時間を示す結晶が珍しくなく、これは、カルデラ形成噴火の準備期間が長い可能性を示して

おり、両者の間でのマグマ蓄積・噴火メカニズムの違いを反映していると考えられるとの見解を示している。（乙Ｄ２０３）

文部科学省測地分科会は、カルデラ形成噴火では噴火の数百年前から大規模珪長質マグマの集積過程が進行していることが明らかになったと報告している。（乙Ｄ２０５、弁論の全趣旨）

d　マグマ溜まりの探査手法に関する知見

井口正人京都大学教授（以下「井口教授」という。）は、平成２９年度原子力規制庁請負調査報告書「地震波トモグラフィーによる姶良カルデラ周辺の地震波速度構造調査結果及び姶良カルデラの状態について」において、地震波の速度は、温度が比較的低い岩盤を通るときは速く、岩盤が一部融解するなどして温度が比較的高い岩盤や、熱水やマグマ等の液体が多く含まれている岩盤等を通るときは遅くなり、このような地震波の速度異常の検知により、マグマ溜まりや熱水の存在が推定できるとしている。（乙Ｄ１６８）

Ｄｒ．Ｂｒｉｔｔａｉｎ　Ｅ．Ｈｉｌｌ（ＳＳＧ－２１等のＩＡＥＡの火山に係る安全ガイドの主著者であり、米国原子力規制委員会において科学技術に関する上級顧問を務めるなどした火山学者）は、平成３０年３月作成の書面において、①マグマシステムの特徴に加えて、地球物理学的手法によって、阿蘇火山の地下に大量のマグマが蓄積されているかどうかを判断することができる、②現在、阿蘇火山の地下に大規模なマグマ溜まりが存在していれば、現在の地球物理学的手法（地震波トモグラフィ等）を用いれば、大規模な溶融した岩体の存在を容易に検出できる、③仮に、現在、阿蘇の地下に阿蘇４タイプの大規模なマグマ溜まりが存在しているとすれば、そのマグマは、必然的にマグマの周囲や上にある岩盤よりも低密度であるから、大量の低密度の物質が高密度の岩盤を通り抜けて上昇しようとすることに伴って

発生する応力のため、地表での調査や衛星による測定により、地表面が上方へ変形する明確な兆候を示すとの見解を示している。

（乙Ｄ２１１～２１４）

「平成２６年度火山影響評価に係る知見の整備　成果報告書」（平成２７年３月産業技術総合研究所）は、現在、探査の主力となっているのは、自然地震を用いた地震探査やＭＴ法による電磁探査であるが、それらによって求められているマグマ溜まりの描像としては、すべて部分溶融したメルトを含むマッシュ状のマグマ溜まりであるとしている。もっとも、同報告書は、ＭＴ法の場合は、ケイ酸塩メルトと溶存成分を多く含んだ酸性の水では電気伝導度があまり変わらないため、マグマ溜まりの候補として解析された領域において、空隙をメルトが満たしているのか、あるいはその他の水等の液体が満たしているのかを区別することは難しいが、地震波の場合は、メルトと水の粘性率が異なるため、Ｐ波とＳ波を観測すれば、ある程度の違いを明らかにすることはできるとしている。（甲４９８、乙Ｄ２４６）

e　巨大噴火の前兆現象に関する知見

小林（２０１７）は、阿蘇４噴火の前兆的噴火としての高遊原溶岩、阿蘇２噴火の前兆的噴火としての玉来川溶岩等のカルデラ火山の事例を示した上で、巨大な珪長質マグマ溜まりの一部又は共存するマグマ溜まりから噴出する溶岩が流出する形式の噴火が発生し、その１００～数百年後にカルデラ噴火へと発展すると考えられるとして、カルデラ噴火の１００～数百年前に溶岩主体の前兆的噴火が発生するとの見解を示している。（乙Ｄ１５５）

下司（２０１６）は、大量のマグマを地殻内部に蓄えるためには、マグマ溜まりからマグマが噴出したり、貫入したりすることを抑制させるプロセスが必要であるとした上で、マグマ溜まりの形成によって

壁岩が加熱されると、脆性破壊強度より塑性変形強度が小さくなり得るため、開口割れ目を形成する前に母岩が流動変形して応力集中を解消し、マグマ溜まり周辺に岩脈が貫入することなくマグマ溜まりが成長することが可能であるとされており、その場合、母岩は延性変形によって大きな変形を被るため、マグマ溜まりの拡大に従って地表に大きな変形をもたらすと想定されるとの見解を示している。

（乙Ｄ１５６）

米国地質調査所（ＵＳＧＳ）は、オープンファイルレポート２００７－１０７１「イエローストーン国立公園とその周辺の火山および熱水災害の予備評価」において、カルデラの大部分の地下において、大量のマグマの貫入や脱ガスを示す強い前兆現象がない中では、イエローストーンにおける次の巨大なカルデラ形成噴火の可能性は、計算上有意となるしきい値を下回るものと見なすことができるとの見解を示した。（乙Ｄ２５８）

f　マグマの供給系の変化に関する知見等

(a)　火山噴出物に含まれる微量元素のストロンチウムは、含有量が異なっても、その同位体比（同じ元素であっても、質量の異なる複数の種類（同位体）が存在する。ここでは、ストロンチウムの同位体のうち、Ｓｒ８７とＳｒ８６の比率を指す。）はマグマの結晶分化の度合い等に左右されないため、ストロンチウムの同位体比は、マグマの起源物質（マグマの成因の違い）を推定する指標として用いられている。（乙Ｄ１７７、４２１）

(b)　複数の火山において、カルデラ崩壊後の噴出物や噴火活動の変化が観察されているが、これらの変化は、化学的又は同位体的に異なる新しいメルトの供給と噴火頻度の変化を含んでおり、場合によっては、これらの変化はカルデラ崩壊後のシステムの再編成に起因し

ているとの見解がある。　（乙Ｄ４２４）

(ｳ) 火山活動の評価に関するＩＡＥＡの見解

ＩＡＥＡは、ＳＳＧ－２１の実践例を示す技術文書であるＴＥＣＤＯＣ－１７９５は、①あらゆる火山ハザード評価において重要な部分は、過去の活動パターンが、現在及び将来において予想される活動パターンと火山システムの観点で一致しているかどうかを判断することである、②過去の火山事象の形成につながった地質条件が将来も発生するかどうか、あるいは、地質環境が変化したことで過去の火山事象の一部又はすべてがその新しい環境下では発生しないと想定されるかどうかであるとした上で、③火山ハザード評価において重要な要素となるのは、テクトニックーマグマ相互モデルを策定することであり、同モデルは、過去の火山事象の発生につながった地質過程が将来発生すると予想されるかどうかを判断するために使用され、また、ハザード分析において、再発率の変化（例えば、火山システムの衰退等）又は現象の特性の変化（例えば、珪長質火砕流の頻度の増加や噴火様式の周期性）を条件として考慮することができるとしている。　（乙Ｄ２１３）

(ｴ) Ｎａｇａｏｋａ（１９８８）の知見

上記論文は、南九州のカルデラ火山（姶良カルデラ、阿多カルデラ、鬼界カルデラ）の活動様式の変遷に関するものであり、その主な内容は、以下のとおりである。

姶良カルデラ及び阿多カルデラ等の南九州のカルデラ火山の第四紀後期における噴火サイクルは、①プリニー式噴火サイクル（単発のプリニー式噴火又は中規模火砕流を伴ったプリニー式噴火の段階）、②大規模火砕流サイクル（プリニー式噴火、マグマ水蒸気爆発や中規模火砕流、大規模火砕流の段階）、③中規模火砕流サイクル（単発の中規模火砕流の段階）、④小規模噴火のサイクル（ブルカノ式噴火（粘性の高いマグ

マが間欠的に爆発的噴火を起こす噴火様式。噴火規模は、ＶＥＩ２～４程度に相当することが多い）、ストロンボリ式噴火（比較的粘性の低い玄武岩質又は玄武岩質安山岩のマグマが火山弾やスコリアとして間欠的に噴出する噴火様式。噴火規模は、ＶＥＩ１～２程度に相当することが多い）や溶岩流出の段階）に分類される。姶良カルデラや阿多カルデラでは、大規模火砕流サイクルの前の１０万年間にプリニー式噴火に相当する噴火が何度か断続的に発生し、大規模火砕流サイクルに続く１万年間において、中規模火砕流サイクルに相当する噴火が数回発生し、その後、小規模噴火のサイクルとして後カルデラ火山での活動が起こる。これらのサイクルは５万～８万年続く噴火のマルチサイクルを形成する。

（乙Ｄ１４１、２４４、弁論の全趣旨）

(オ) 原子力規制委員会における噴火予測の検討状況

a　原子力規制委員会は、原子力施設における火山活動のモニタリングに関する検討チーム（以下「モニタリング検討チーム」という。）を発足させ、モニタリング検討チームは、平成２６年８月、第１回会合を実施し、参加者から、以下のような趣旨の発言がされた。

(a)　石原和弘京都大学名誉教授

多くの場合に噴火の前に地面が隆起するが、そうではない場合も多い。噴火ポテンシャル、すなわち、どれだけのマグマを蓄積しているか、噴火の兆候があるかということは、噴出物の階段ダイヤグラムや経年的な地震活動の増加等も考慮する必要がある。

巨大噴火は、何らかの前駆現象が数か月又は数年前に発生する可能性が高い。ただ、そういう前駆現象が出たからといって、巨大噴火になるとは限らない。

巨大噴火が起きる１０年、２０年前に分かるというような発言も聞くが、実際にはそう単純ではない。顕著な異変が起きた後に異変

がおさまったとしても、その後、大きな噴火が起こり得る。

（甲４８８（１、１０～１２頁））

(b) 石渡明東北大学東北アジア研究センター教授（地球化学の専門家）

通常の噴火でも予知は難しく、巨大噴火の場合はなおさら難しいであろうと思う。

（甲４８８（１、２４、２７頁））

(c) 中田節也東京大学地震研究所火山噴火予知研究センター教授（以下「中田教授」という。）

巨大噴火の時期や規模を予測することは、現在の火山学では極めて困難であり、無理である。火山ガイドでは、その異常を見つけ、現状と変わらないかどうかを確認するとされているが、その異常が、バックグラウンドの「ゆらぎ」の範囲である可能性がある。我々はバックグラウンドについての知識を持っていないので、それほど異常ではない現象を異常と思い込んでしまう危険性がある。異常があっても噴火しないという例が幾つもあるし、ずっとタイムラグを置いて噴火するということもある。

マグマ溜まりの深さというのは、実は今１０ｋｍとしているが、もっと深いかもしれない。そうすると、蓄積量自身の計算が狂ってくるから、観測網の整備と同時に、その理解を進める必要がある。また、マグマ溜まりの増減はモニタリングできるかもしれないが、そもそも、どの程度溜まっているのかは分からない。トモグラフィ、レシーバ関数解析、散乱解析によって、ある程度の推定ができるように技術を開発する必要がある。

カルデラ噴火には必ず前兆があり、直前には、見かけ上は明らかに大きな変動が出ると考えられる。そういう意味で、通常の避難には間に合うものの、ここで要求されている燃料の搬出等に間に合う

だけのリードタイム（数年あるいは１０年という単位）では、とてもこの現象は見えるものではない。

仮に、モニタリングで異常が見つかった場合に、その異常が何に基づいてどのような意味を持つのかという理解が、今の火山学では非常に不十分である。ゆらぎなのか、本当にカルデラに向けた兆候なのかをどのように判断するのかということであり、異常があるということは簡単かもしれないが、正常が何かということを実はよく理解していないということに注意する必要がある。

（甲４８８（１、２８～３０、３２頁））

(d) 藤井敏嗣東京大学名誉教授（元気象庁火山噴火予知連絡会会長。以下「藤井教授」という。）

マグマ溜まりが１００ｋｍ$^3$以上溜まっているということを今の時点で推定する手法というのは、ほとんどないと理解している。マグマ量１００ｋｍ$^3$というと、面積として６０～１００ｋｍ$^2$の下に厚さ１ｋｍぐらいの液体であるマグマが存在することになるが、これを今の地震学的手法で探査できるかというと、なかなか難しいというのが探査の専門家の意見である。

ある異常現象をつかまえたときに、それが巨大噴火に至るのか、小さな規模の噴火で終わってしまうのか、あるいは噴火未遂になるのかということを判断する基準を我々は持っていないため、モニタリングは厳しい。

（甲４８８（１、３４、３５頁）、４９０、弁論の全趣旨）

b モニタリング検討チームは、平成２７年７月、「原子力施設に係る巨大噴火を対象とした火山活動のモニタリングに関する基本的考え方」（以下「モニタリングに関する基本的考え方」という。）を作成し、モニタリング検討チームの検討結果を取りまとめた。モニタリングに

関する基本的考え方には、以下の内容が含まれている。

国内の通常の火山活動については、気象庁が防災の観点から１１０の活火山について「噴火警報・予報」を発表することになっているが、噴火がいつ・どのような規模で起きるかといった的確な予測は困難な状況にある。また、未知の巨大噴火に対応した監視・観測体制は設けられていない。

ＶＥＩ６以上の巨大噴火に関しては発生が低頻度であり、モニタリング観測例がほとんどなく、中・長期的な噴火予測の手法は確立していない。しかし、巨大噴火には何らかの短期的前駆現象が発生することが予想され、モニタリングによって異常現象として捉えられる可能性は高い。ただし、モニタリングで異常が認められたとしても、いつ・どの程度の規模の噴火に至るのか、あるいは定常状態からの「ゆらぎ」の範囲なのか識別できないおそれがある。

（甲４８７（別添１１頁））

(ｶ) 噴火予測についての専門家の見解

a　藤井教授

(a)　火山噴火の長期予測については、明確な手法は確立していない。カルデラ噴火は、原子力発電所の再稼働問題で社会的に注目を集めたが、科学的な切迫度を求める手法は存在せず、原子力発電所の稼働期間中にカルデラ噴火の影響を被る可能性が高いか低いかという判定そのものが不可能なはずである。

長期予測については、階段ダイヤグラムの活用が指摘され、火山ガイドにおいても、原子力発電所に影響を及ぼすような噴火が発生する可能性が十分低いかどうかを階段ダイヤグラム等の使用により検討することが推奨されている。しかし、階段ダイヤグラムを活用して噴火時期を予測するには、マグマ供給率又は噴火噴出物放出率

が一定であることが必要条件であり、これが長期的にわたって成立する保証はなく、特に、数千年から数万年という長期間においてはこのような前提が成立することは確かめられていない。また、階段ダイヤグラムの基になる噴出物量の推定そのものに大きな誤差が含まれていること、噴火年代についても大きな誤差があることから、数万年レベルの噴火履歴から原子力発電所の稼働期間である数十年単位の噴火可能性を階段ダイヤグラムで議論すること自体に無理がある。火山噴火の長期予測に関しては、その切迫度を測る有効な手法は開発されていない。

（甲４９０）

(b) 多くの場合、モニタリングによって火山活動の異常を捉えることは可能であるが、その異常が破局噴火につながるのか、通常の噴火なのか、それとも噴火未遂に終わるのか等を判定することは困難であり、いずれにせよ、モニタリングによって把握された異常から、数十年先に起こる事象を正しく予測することは困難である。

特定地域の平均的噴火発生期間から噴火の頻度を求めること自体には問題があるわけではない。しかし、平均噴火発生間隔の数値を用いて次期カルデラ噴火の切迫度を見積もるには、適切な噴火発生モデルを想定する必要がある。そのようなモデルを提示することなく、特定のカルデラ火山の最終噴火からの経年が平均発生間隔より短いから次の噴火まで余裕があるという考えは合理的ではない。適切な噴火発生モデルを提示できない段階で切迫度を検討するとしたら、平均発生間隔に依拠することなく、カルデラ噴火が複数回発生した阿蘇山では最短間隔が２万年であることを考慮し、最終噴火から２万年を経過したカルデラ火山は既に再噴火の可能性がある時期に到達したと考えるべきである。

（甲４８４）

b　小山真人静岡大学教授・同大学防災総合センター研究員

(a)　綿密な機器観測網の下で大規模なマグマ上昇があった場合に限って、数日～数十日前に噴火を予知できる場合もあるというのが、火山学の現状である。機器観測によって数十年以上前に噴火を予測できた例は皆無である。一方、巨大噴火直前の噴出物の特徴を調べることによって経験則を見つけようとする研究も進行中であるが、まだわずかな事例を積み重ねているだけで一般化には至っていない。カルデラ火山の巨大噴火の予測技術の実用化は、おそらく今後いくつかの巨大噴火を実際に経験し、噴火前後の過程の一部始終を調査・観測してからでないと達成できないであろう。こうした現状を考えれば、「少なくとも数十年以上前に（破局的噴火の）兆候を検知できる」という考えは荒唐無稽である。

（甲４８４）

(b)　実際にＶＥＩ７以上の噴火を機器観測した例は、世界の歴史上にない。現代の火山学は、どのような観測事実があれば大規模カルデラ噴火を予測できるかについての知見をほとんど持ちあわせていない。個々の火山や噴火には固有の癖があり、その癖の原因がほとんど解明できていない。（甲４９１）

(c)　Ｎａｇａｏｋａ（１９８８）の噴火ステージ説は、噴火史上のパターン認識に基づいた仮説であり、実際のマグマ溜まり内で生じる物理・化学過程に基づいた立証がなされているわけではない。

（甲４９１）

(d)　過去の噴火履歴の検討により、国内でカルデラ火山の巨大噴火（ＶＥＩ７程度以上）が起きる確率はおおよそ１万年に１回程度であることがわかっており（最新のものは鬼界カルデラの７３００年

前の巨大噴火）、今後１万年間に日本列島のどこかでカルデラ火山の巨大噴火が起きる確率は、ほぼ１００％とみてよく、今後１００年間では１％程度になる。（甲４８４）

c　町田教授

カルデラの地下で今何が起こっていて、どんなことが破局的噴火の前兆現象なのか、誰も分からない状況である。近い将来噴火が起こる確率はゼロに近いとは断言しがたい。また、噴火間隔については、年代値に大きな幅があり、阿蘇カルデラの場合、過去４回の大噴火の時間間隔は一定ではない。Ｎａｇａｏｋａ（１９８８）で記されている噴火ステージのサイクルは、テフラ整理のための一つの考え方にすぎず、これによって破局的噴火までの時間的猶予を予測できる理論的根拠にはならない。（甲４８５の１）

d　巽好幸神戸大学名誉教授・同大学海洋底探査センター客員教授（以下「巽教授」という。）

(a)　現状では、統計的に意味のある単一火山における破局的噴火の活動間隔を求めることはできず、活動間隔が不明である以上、休止期間は何ら予測につながる情報を与えないから、破局的噴火の活動間隔や最後の破局的噴火からの経過時間を将来の破局的噴火の予測に使うことはできない。（甲８０７）

(b)　現在の調査研究の水準は、この程度の深さに、この程度の大きさのマグマ溜まりが存在すると考えれば、観測・観察事実を説明することができるというものにすぎず、様々な可視化技術を用いて正確にマグマ溜まりの存在や形状が示された例はなく、このような現状で、マグマ溜まりの状況を正確に把握し、破局的噴火の予測を行うことは不可能である。また、マグマは、地殻の中に割れ目を形成しながら上昇するが、割れ目が形成しにくいような地殻の状態であれ

ば、浮力中立点までマグマが到達し得ないということは十分に考えられ、浮力中立点より深い位置にマグマ溜まりが形成される可能性がある。さらに、破局的噴火に関わるマグマ溜まりとして、ある程度結晶化が進んでいるものの、高温マグマの注入により破局的噴火を引き起こすことが十分に考えられるものを考える必要があるが、現状では、このようなマグマ溜まりを科学的に検出することは不可能である。（甲８０７、証人巽好幸（６～１０頁））

(c) これまでに発生した破局的噴火についての地殻変動の観測データがない以上、原子力発電所の運用期間中に巨大噴火が発生するという合理性がある具体的な根拠の有無を、地殻変動の観測データに基づいて示すことは原理的に不可能である。また、破局的噴火直前の観測データが存在しない以上、火山の現在の活動は巨大噴火が差し迫った状態にあるかどうかを判断することも不可能である。

（甲８０７）

e 須藤靖明氏（火山研究者。以下「須藤氏」という。）

現在の科学研究では、火山についての噴火の時期、規模、形態様式、推移及び継続時間を予測することはできないというのが、大多数の火山研究者の共通認識である。地下のマグマ溜まりの規模や性状を把握し、その火山における噴火の潜在能力を評価しようというのは、噴火の中長期の予測を可能にする方法として、大きな方向性としては間違っていないと思われる。しかし、現状の火山についての科学研究では、それでその火山の今後数十年間における最大規模の噴火を評価することはできない。

地下のマグマ溜まりの体積を地下構造探査によって精度よく求めることはできない。近時の通説的見解では、マグマ溜まりはその周辺の母岩（地殻）と比較的明瞭な壁のようなもので仕切られているのでは

なく、マグマ溜まりの大部分はマッシュ状（半固結状態）でほとんど流動できない状態にあり、その外縁は周辺の母岩と明瞭な区別はできないと考えられている。１０ｋｍより深い部分にマグマ溜まりがあり、それが全体として非常に大きな噴火を引き起こす可能性は否定できないし、同じマグマ溜まりであっても、手法の違いによって溶融割合の上限値と下限値に非常に大きな幅が生じ得るため、溶融割合から安易に噴火規模を推定すべきではない。

（甲４８６）

イ　立地評価に関する火山ガイドの合理性

(ア) 合理性の判断対象となる火山ガイド

原告らは、原子力規制委員会は旧火山ガイドに基づいて本件再稼働申請に対する判断をしているから、具体的審査基準は旧火山ガイドであると主張する。

しかし、被告は、平成３０年５月、使用済燃料乾式貯蔵施設の設置に係る本件原子炉の原子炉設置変更許可申請をし、原子力規制委員会は、令和２年９月、原子炉設置変更許可処分をしており（乙Ｃ１４３）、令和元年火山ガイドは、上記申請を審査している期間中の令和元年１２月の改正によって策定されたものである（前提事実１０(1)エ）から、原子力規制委員会は、本件原子炉が令和元年火山ガイドに適合していることを前提として上記処分をしたと解するのが相当である。確かに、上記の許可処分に係る審査書には、降下火砕物によって安全機能が損なわれない設計としていることを確認したことが記載されているのみである（乙Ｃ１４３・２２頁）が、それは、本件原子炉については、平成２７年７月に既に設置変更許可処分がされており（前提事実１４(1)）、令和元年の火山ガイドの改正によって改めて審査する必要がないためであると解するのが相当であるから、上記審査書の内容が上記のとおりであるとし

ても、原子力規制委員会が、本件原子炉が令和元年火山ガイドに適合していることを前提とせずに上記許可処分をしたとはいえない。

したがって、火山に対する安全性の判断に当たっては、令和元年火山ガイドに合理性があるかどうか、これが合理的であるとした場合に、被告による評価がこれに適合していることを前提とする原子力規制委員会の判断に合理性があるかどうかを判断すべきである。

(イ) 立地評価に関する令和元年火山ガイドの合理性

a 巨大噴火とそれ以外を区別することの合理性

(a) 令和元年火山ガイドは、過去に巨大噴火が発生した検討対象火山については、①現在の火山学の知見に照らした調査を尽くした上で、検討対象火山における巨大噴火の活動間隔、最後の巨大噴火からの経過時間、現在のマグマ溜まりの状況、地殻変動の観測データ等から総合的に評価を行い、当該火山の現在の活動状況は巨大噴火が差し迫った状態ではないと評価でき（非切迫性要件）、②運用期間中における巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていない場合（具体的根拠欠缺要件）は、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと判断できるとし、設計対応不可能な火山事象の到達可能性の評価に当たって設定する噴火規模として、過去に巨大噴火が発生した火山（運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと判断したものに限る。）については、当該火山の最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模とすることとしている（前提事実１０(1)エ(ｱ)・71頁）。

そこで、このように巨大噴火とそれ以外の噴火を区別することの合理性について検討する。

(b) 科学技術を利用した装置によって人の生命及び身体等を侵害する危険性が社会通念上容認できる水準以下のものであるか、又は、そ

の危険性の相当程度が管理できるものと考えられる場合には、その危険性の程度と科学技術の利用により得られる利益の大きさとの比較衡量の上で、その装置は一応安全なものとして利用することが許容され、このことは、原子炉の利用についても同様であるが、原子炉には高度の安全性が求められているから、放射性物質の放出による被害発生の危険性の程度が、電力事業者が新規制基準による規制の下にする管理によって、社会通念上無視し得る水準にあると評価することができる場合には、その運転が許容される（前記１(1)イ・233頁）。そして、改正原子炉等規制法は、原子力規制委員会による基準の策定や安全性の審査権限といった制度を設けており、これは、原子力発電所の安全性の審査の特質を考慮し、安全性の具体的基準の策定及び安全性の審査を原子力規制委員会の科学的、専門技術的知見に委ねる趣旨であると解されるから、原子力規制委員会がその付与された権限に基づいて策定した安全性の基準は、社会通念上求められる安全性の程度を具体化したものということができる（上記同ウ・234頁）。上記危険性が社会通念上無視し得る程度であると評価することができるかどうかの判断についても、原子力規制委員会の科学的、専門技術的知見に委ねる趣旨であると解するのが相当である。

(c) 国内において、巨大噴火の発生頻度が６０００年から１万年に１回程度であり、巨大噴火やＶＥＩ７程度以上の規模の噴火の最終活動が、約７３００年前の鬼界カルデラ噴火であること（前記ア(ア)ｃ）からすれば、巨大噴火の発生は、有史において観測されたことがない低頻度の火山事象であることが認められる。また、原子力安全規制以外の分野においても、巨大噴火を想定した法規制や防災対策は行われていない（乙Ａ２６）。これらの事情を考慮すると、巨

大噴火による危険が社会通念上無視し得る程度のものであると評価することには相応の合理性があるというべきである。その上で、令和元年火山ガイドは、巨大噴火による危険を原子力安全規制の枠外に置くのではなく、過去に巨大噴火が発生した火山の現在の活動状況が巨大噴火が差し迫った状態ではないと評価でき（非切迫性要件）、運用期間中における巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていない場合（具体的根拠欠缺要件）は、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと判断できるとして、原子力施設の安全確保の観点から巨大噴火による危険を原子力安全規制の枠内に置くこととしている。令和元年火山ガイドは、巨大噴火による危険が社会通念上無視し得る程度のものであると評価することに相応の合理性があるものの、あえてこれを原子力安全規制の枠内に置くこととしているのであって、その定めには合理性があると評価できる。

(d) 原告らは、発生確率が低くても発生した場合の被害規模が極めて大きい自然災害に対しては、そのリスクを無視するのではなく、しかるべき対策を講じるべきであるなどと主張する。巽教授は、意見書（甲８０７、９４８）及び証人尋問（証人巽好幸（３９～４１頁））において、これに沿う見解を示している。

しかし、既に説示したとおり、改正原子炉等規制法は、災害の発生による危険性が社会通念上無視し得る程度であると評価することができるかどうかの判断を原子力規制委員会の科学的、専門技術的知見に委ねており、その判断に当たり、発生頻度や原子力安全規制以外の分野における法規制や防災対策の有無等を考慮することには相応の合理性があるから、発生頻度等の違いにかかわらず、被害が深刻なすべての災害を考慮しなければならないとはいえない。した

がって、原告らの上記主張は採用できない。

(e) 原告らは、福島第一原発事故後、安全目標が定められ、そこでは、事故時のセシウム１３７の放出量が１００ＴＢｑを超えるような事故の発生頻度は１００万炉年に１回程度を超えないようにするとされていると主張する。

しかし、既に説示したとおり、巨大噴火による危険については、発生頻度のみではなく、原子力安全規制以外の分野における法規制や防災対策の状況等も考慮した結果、社会通念上無視し得る程度であると評価することに相応の合理性があるのであるから、上記安全目標における発生頻度との対比をもって令和元年火山ガイドが不合理であることにはならない。また、原告らは、ＳＳＧ－２１は、１０００万年に１回のような低頻度の事象まで考慮していると主張するが、同安全基準は、発生確率が１０００万年に１回よりも大きな噴火のすべてについて詳細な分析を求めているものではない（乙Ｄ１６２）から、令和元年火山ガイドがＳＳＧ－２１に反しているということはできない。

b 噴火予測について

原告らは、現在の火山学の水準では、噴火の時期及び規模を相当前の時点（少なくとも原子力発電所の運転を停止して核燃料物質等を敷地外へ搬出するために要する期間として、噴火の数年ないし十数年前の時点）で、相当の確度で予測すること（噴火の中長期的予測）は困難であり、令和元年火山ガイドは、旧火山ガイドの不合理さを解消しなくても構わないという開き直りの改正をしたため、その不合理さがより明白となっていると主張するとともに、中長期的予測は不可能であることからすれば、非切迫性要件は判断が不可能であるし、運用期間中における巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な

根拠を示すことも不可能であると主張する。

この点、モニタリング検討チームの会合における参加者の発言（前記ア(オ)ａ）、モニタリングに関する基本的考え方（前記ア(オ)ｂ）及び専門家の見解（前記ア(カ)）を考慮すると、噴火の中長期的予測は困難であるといえる。しかし、令和元年火山ガイドは、火山活動に関する個別評価について、設計対応不可能な火山事象が発生する時期及びその規模を的確に予測できることを前提とするものではなく、現在の火山学の知見に照らして現在の火山の状態を評価するものであるとしている（前提事実１０(1)エ(ア)・71頁）から、噴火の中長期的予測が困難であるとしても、そのことによって、令和元年火山ガイドにおける火山活動の評価に関する考え方が不合理であるとはいえない。

以下では、中長期的予測が困難であることを前提として、①検討対象火山における巨大噴火の活動間隔、最後の巨大噴火からの経過時間、現在のマグマ溜まりの状況、地殻変動の観測データ等から総合的に評価を行い、当該火山の現在の活動状況は巨大噴火が差し迫った状態ではないと評価でき（非切迫性要件）、②運用期間中における巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていない場合（具体的根拠欠缺要件）は、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと判断することの合理性を検討することとする。

(a) 現在のマグマ溜まりの状況（大規模な珪長質マグマ溜まり）

Ｉ 巨大噴火の特徴は、マグマ溜まりに存在していた大量の珪長質マグマが発泡し、急激な体積の膨張に伴ってマグマの一部を地表に噴出するメカニズムにあり（前記ア(ア)ａ）、巨大噴火が発生するためには、噴火に先立って地殻内部に数十～１００ｋｍ$^3$の巨大な珪長質のマグマ溜まりを形成する必要があるとされている（前記ア(ア)ｂ）。また、珪長質マグマは、密度が小さいため、

浮力中立点が浅いと考えられていること、大型カルデラは、巨大噴火によってマグマ溜まりが減圧し、天井部が重力不安定になって環状割れ目に沿って沈下するなどして噴出と並行して地表が陥没することによって形成されることから、巨大噴火を引き起こすような大規模な珪長質マグマ溜まりは、地下１０ｋｍ以浅の場所に扁平な形状で存在すると考えられている（前記ア(イ)ａ(a)）。

以上のような珪長質マグマの特性やマグマ溜まりの形成過程、大型カルデラの生成機構からすれば、調査により大規模な珪長質マグマ溜まりの存在が現在確認されないのであれば、少なくとも、火山の現在の活動状況は巨大噴火が差し迫った状態ではないと判断することができるのであるから、令和元年火山ガイドが非切迫性要件を設けたことには合理性がある。

そして、井口教授は、地震波の速度異常の検知により、マグマ溜まりや熱水の存在が推定できるとの見解を示し、また、Ｄｒ．Ｂｒｉｔｔａｉｎ　Ｅ．Ｈｉｌｌは、地下に大規模なマグマ溜まりが存在していれば、現在の地球物理学的手法（地震波トモグラフィ等）を用いることにより、大規模な溶融した岩体の存在を容易に検出できるとの見解を示し、産業技術総合研究所は、現在、探査の主力となっている自然地震を用いた地震探査やＭＴ法による電磁探査によって、すべて部分溶融したメルトを含むマッシュ状のマグマ溜まりを求めることができるとの見解を示している（前記ア(イ)ｄ）ことからすれば、上記のような地球物理学的手法を用いることによって、大規模な珪長質マグマ溜まりの有無を確認することは可能というべきである。

Ⅱ　原告らは、①地下浅部に珪長質の大規模なマグマ溜まりがなければ巨大噴火が起きないという確立した知見は存在せず、１０ｋ

m以深のマグマ溜まりから破局的噴火のマグマが供給されることもあり得るし、②阿蘇２火砕流や阿蘇３火砕流は安山岩質であり、これらは、大規模な珪長質マグマ溜まりがなくとも巨大噴火が発生することを示しており、③巨大噴火に寄与するのが１つのマグマ溜まりとは限らず、複数のマグマ溜まりから同時期に噴出し、一つの破局的噴火を構成することも考えられると主張する。

ｉ　上記①について

巽教授は、証人尋問において、東宮（２０１６）に言及した上で、上記①に沿う見解を示している（証人巽好幸（８～１０頁））。

しかし、浮力中立点よりも深い地点にマグマ溜まりが形成されることがあり得るとしても、大規模な珪長質マグマ溜まりが地下浅部に存在することについては、浮力中立点のみが根拠とされているわけではなく、大型カルデラの生成機構からすれば、広範囲に天井部の沈下や陥没をもたらすマグマ溜まりは地下の１０ｋｍ以浅となることが想定されている（前記Ｉ）。また、東宮（２０１６）の著者は、カルデラ噴火を引き起こす大規模なマグマ溜まりは、大きさに比例して浮力も大きくなり、浮力中立点の位置にマグマ溜まりが蓄積しやすいと考えられるため、カルデラ噴火のような噴火のメカニズムを考える上で、浮力中立点の考え方は多くの火山学者に受け入れられているが、小規模な噴火の中には、浮力中立点よりも深い場所にマグマが溜まったまま噴火に至る例もあり、今後、更なる岩石学的な検証も必要であるとの見解を示しており（乙Ｄ２４１）、浮力中立点とマグマ溜まりの深度との一般的な関係が妥当しないのは、小規模噴火の例であることが示唆されている。したがって、東宮

（２０１６）の見解を考慮してもなお、マグマ溜まりの深度に関する前記Ｉの知見の合理性が否定されるものではない。

また、中田教授は、モニタリング検討チームの会合において、マグマ溜まりの深さは、１０ｋｍよりも深いかもしれないと発言し（前記ア(オ)ａ(c)）、須藤氏も、１０ｋｍより深い部分にマグマ溜まりがあり、それが全体として非常に大きな噴火を引き起こす可能性は否定できないとの見解を示している（前記ア(カ)ｅ）が、いずれも可能性を指摘するものにとどまる上、その具体的根拠も明らかであるとはいえない。

以上によれば、マグマ溜まりの深度に関する前記Ｉの知見は合理性があるといえる。

ii　上記②について

阿蘇２噴火及び阿蘇３噴火は、おおよそ上部に珪長質マグマ、下部に苦鉄質マグマが密度的に安定して層状に形成されたマグマ溜まりからの噴火であったと考えられており、いずれの噴火も、噴火活動の初期は珪長質マグマが噴出し、その後半に苦鉄質マグマが噴出したとされている（乙Ｄ１７１、１７２、１８５。なお、マグマの分類等につき、前提事実９(2)・58頁。）。以上からすれば、阿蘇２火砕流や阿蘇３火砕流に苦鉄質マグマに属する安山岩質が含まれていたことをもって、上記各噴火が珪長質マグマによるものでなかったといえるものではないから、巨大噴火には大規模な珪長質マグマ溜まりの形成を要するとの前記Ｉの知見が否定されるものではない。

次に、巽教授は、証人尋問において、珪長質マグマしか超巨大噴火を起こさないという考え方は誤りであると供述し（証人巽好幸（５頁））、意見書（甲８０７）において、破局的噴火

を引き起こすマグマは珪長質に限られたものではなく、より密度が大きい安山岩質の場合もあるとの見解を示している。しかし、巽教授は、その著書において、陥没カルデラを作るほどの巨大カルデラ噴火には大きな特徴があり、噴き出すマグマが例外なく二酸化ケイ素の多いデイサイト質から流紋岩質の珪長質マグマであると述べている（乙Ｄ４１９）。

また、巽教授は、意見書（甲９４８）において、阿蘇２噴火及び阿蘇３噴火は、珪長質ではなく、安山岩質マグマで巨大噴火を起こしたことが確認されているとの見解を示しているものの、上記各噴火のいずれについても、噴火の初期は珪長質マグマが噴出し、噴火活動の後半に苦鉄質マグマが噴出したとされていることは上記のとおりであるし、阿蘇３噴火において噴出された安山岩質マグマは、珪長質マグマに貫入した苦鉄質マグマが混合した結果生じたものであるとされていること（乙Ｄ２３６）からすれば、噴火の前に大量の珪長質マグマの蓄積を要したと考えるのが自然であるから、巽教授の上記見解等は、大規模な珪長質マグマ溜まりの形成を要するとする前記Ｉの知見を否定するものではない。

iii　上記③について

この点、下司（２０１６）は、マグマの蓄積状態は、単独のマグマ溜まりに蓄積する場合と複数のマグマ溜まりに分散している場合が考えられ、後者の場合には、複数のマグマ溜まりが連結している場合と孤立している場合が考えられるとしている（甲４９７、乙Ｄ１５６）。

しかし、上記論文は、カルデラが形成されたという結果から、少なくとも一つの空間的にひとまとまりのマグマ溜まりの存在

が示唆されるとの見解を示している（甲４９７、乙Ｄ１５６）から、大規模な珪長質マグマ溜まりの形成を要するとする前記Ⅰの知見が否定されるものではない。

Ⅲ　原告らは、マッシュ状のマグマ溜まりの存在を確認することは困難であり、地震波探査等によってマグマ溜まりが確認できなくても、マッシュ状のマグマ溜まりがいわば隠れマグマ溜まりとして存在している可能性があり、これが再活性化によって噴火する可能性があることからすれば、地下構造の把握のみから噴火可能性を否定することはできないと主張し、巽教授も、意見書（甲８０７、９４８）及び証人尋問（証人巽好幸（７、１３頁））において、これに沿う見解を示している。

しかし、産業技術総合研究所は、現在、探査の主力となっている自然地震を用いた地震探査やＭＴ法による電磁探査によって、すべて部分溶融したメルトを含むマッシュ状のマグマ溜まりを把握することができるとの見解を示している（前記Ⅰ）。また、イエローストーン火山観測所（米国地質調査所（ＵＳＧＳ）やユタ大学等によって構成される機関）が、イエローストーンの現在のマグマ溜まりに関する地球物理学的研究によると、マグマ溜まりに含まれるメルトの割合は小さく、大規模な溶融した岩石の貯留域というよりは、大規模なクリスタルマッシュ（ほとんどが結晶で構成され、この結晶構造の中にメルトが分布している半固結領域）と説明するのが最も適しているとの見解を示しており（乙Ｄ４２８、弁論の全趣旨）、地球物理学的調査によって上記のようなクリスタルマッシュを把握することが可能であることを示唆している。したがって、マッシュが主体の領域とメルトが主体の領域との境界やマグマ溜まりと周囲の母岩との境界を明確に把握す

ることは困難であるとしても、全体としてメルト及びマッシュ状のマグマを含む領域を把握することは可能であると考えることには合理性がある。

(b) 巨大噴火に至るマグマ溜まりが形成されるまでの期間)

Ⅰ 巨大噴火の発生には大規模な珪長質マグマ溜まりの形成が必要である（前記(a)Ⅰ）。マグマが蓄積され、マグマ溜まりが形成されるまでの期間について、小林（２０１７）は、珪長質マグマが数万～数十万年という長い年月をかけて蓄積されるとの見解を示し、菅野・石橋（２０１７）は、カルデラ形成噴火では、マグマ混合から噴火までに１００～１０００年単位での拡散時間を示す結晶が珍しくないとの見解を示し、文部科学省測地分科会は、カルデラ形成噴火では噴火の数百年前から大規模珪長質マグマの集積過程が進行しているなどの準備過程も明らかになったと報告している（前記ア(イ)ｃ）。したがって、巨大噴火に要するマグマ溜まりの蓄積には数百年を要することを前提として、巨大噴火が差し迫ったものであるといえるかどうかを評価することには相応の合理性がある。

Ⅱ 原告らは、マッシュ状のマグマであっても、再活性化により噴火可能な状態へ変化することがあり、ＶＥＩ７の破局的噴火であっても、１０年単位で噴火可能な状態に変化して噴火に至ることもあると主張し、巽教授は、意見書（甲８０７、９４８）及び証人尋問（証人巽好幸（１４、１５頁））において、これに沿う見解を示している。

この点、東宮（２０１６）は、マッシュ状のマグマ溜まりが再活性化されるまでに要する期間は、数か月～数十年と短いとの見解を示している（前記ア(イ)ｂ）。しかし、これは、マグマシス

テムが比較的小さい場合を想定したものである（乙Ｄ２４３）から、上記論文の知見が原告らの主張や巽教授の見解の裏付けとなるものではない。また、巽教授が１０年単位で再活性化してもおかしくはないとする根拠として示すシミュレーション（甲９５４、乙Ｄ３５３・２５、２６頁）についても、小豆島にある皇踏山という小規模火山を対象としたものにとどまる（甲８０７、９４８、９５４、乙Ｄ３５３・５４、５５頁、弁論の全趣旨。）。むしろ、巨大なマッシュ状のマグマ溜まりを再活性化させるためには大量かつ高温のマグマが供給されることが必要であると考えるのが自然であり、それには相応の時間を要すると考えられる。したがって、原告らの上記主張等は、前記Ｉの評価を左右するものではない。

(c) 巨大噴火の活動間隔又は最後の巨大噴火からの経過時間

巨大噴火が発生した火山の活動間隔、あるいは最後の巨大噴火からの経過時間は、運用期間中の巨大噴火の発生の可能性を評価する上での基礎情報の１つであるから、これらを考慮することには合理性がある。

原告らは、噴火間隔又は階段ダイヤグラムを用いて火山の将来の活動可能性を予測することには相当に大きな不確実性が伴うと主張し、ＳＳＧ－２１のように、よほど以前から明確な終息傾向や休止を読み取れる場合等を除き、これを根拠として安易に活動可能性を否定することは許されないと主張する。

この点、藤井教授は、階段ダイヤグラムを用いた長期予測の困難さを指摘している（前記ア(カ) a (a)）ものの、令和元年火山ガイドは、巨大噴火の活動間隔や最後の巨大噴火からの経過時間のみによって、火山の活動可能性を評価することを求めているものではない。

また、ＳＳＧ－２１の項目５．１４は、明確な終息傾向等が見られる場合にのみ活動可能性を否定することが許されるとしているのではなく、一例を示したものにすぎないと理解すべきであるし（甲５１１・３４頁）、これに続く記載（「これらの他の基準に基づく解決ができない場合には、決定論的手法は単純に、１０Ｍａ（注：１０００万年前）よりも若いあらゆる火山においても噴火の可能性があると仮定する必要がある」）についても、ＳＳＧ－２１は、決定論的手法を採用した場合、１０００万年前より若い火山については、将来の火山活動が概念モデルと整合しているか等も考慮することを求めていること（上記同１６頁）からすれば、噴火間隔が１０００万年よりも短い若いすべての火山の噴火可能性を考慮すべきであるとはしていない。

(d) 地殻変動の観測データ等

大規模なマグマ溜まりが存在しているとすれば、地表での調査や衛星による測定により、地表面が上方へ変形する明確な兆候を示すとの見解（前記ア(イ)ｄ）や、マグマ溜まりの拡大に従って地表に大きな変形をもたらすと想定されるとの見解（前記ア(イ)ｅ）を考慮すれば、地殻変動等の観測データを検討することには合理性がある。

(e) マグマ供給システム及び噴火ステージ論

Ｉ　令和元年火山ガイドは、火山の活動状況を把握するに当たっての考慮要素として、マグマの供給系に関連する地下構造等についての分析を挙げている（令和元年火山ガイド４．。甲４７０の１、乙Ｅ２１）ところ、火山噴出物に含まれる微量元素のストロンチウムの同位体比は、マグマの起源物質及びその成因を推定する指標として用いられており（前記ア(イ)ｆ(a)）、複数の火山におい

て、カルデラ崩壊後の噴出物や噴火活動の変化が観察されているが、これらの変化は、化学的又は同位体的に異なる新しいメルトの供給と噴火頻度の変化を含んでおり、場合によっては、これらの変化はカルデラ崩壊後のシステムの再編成に起因しているとの見解があること（前記ア(イ)ｆ(b)）、巽教授が共著者の一人となっている論文においても、姶良カルデラについて、ストロンチウム同位体比を用いたマグマの成因の検討がされている（乙Ｄ４２１）ことからすれば、ストロンチウム同位体比の検討に基づいてマグマの供給系の変化の検討をすること自体には合理性がある。

原告らは、ストロンチウム同位体比等の違いからマグマ組成が変わったといえるとしても、必ずしも地下のマグマ供給システムが変わったということにはならないと主張するが、ストロンチウム同位体比を用いてマグマの成因を分析することの合理性を否定するものではないし、マグマ供給システムを検討する一材料とすることの合理性を否定するものでもない。

Ⅱ　原告らは、Ｎａｇａｏｋａ（１９８８）の噴火ステージ論を用いることは非科学的であり、これを評価手法の一つと位置づけている火山ガイドは不合理であると主張する。

しかし、令和元年火山ガイドは、将来の火山活動可能性を評価するに当たっての考慮要素として、噴火タイプや噴火パターンを挙げているが（令和元年火山ガイド３、同４．１(2)、甲４７０の１、乙Ｅ２１）、噴火ステージ論を評価手法とすることを直接に要求しているものとは理解できない。

(f)　その他の原告らの主張について

Ⅰ　原告らは、非切迫性要件は、何ら具体的・客観的な基準が示されておらず、要件として曖昧不明確で恣意的な判断を許すものと

なっていると主張する。

しかし、令和元年火山ガイドは、上記要件の評価に当たり、現在の火山学の知見に照らした調査を尽くした上で、検討対象火山における巨大噴火の活動間隔、最後の巨大噴火からの経過時間、現在のマグマ溜まりの状況、地殻変動の観測データ等から総合的に評価することとしており（前提事実１０(1)エ(ｱ)・71頁）、慎重な調査と様々な考慮要素による総合的評価を求めているから、各考慮要素につき定性的・定量的な基準が示されていないからといって、恣意的な判断を許すものであるとはいえない。

Ⅱ　原告らは、具体的根拠欠缺要件は、電力事業者が具体的根拠を提出する期待可能性がないから、同要件は不合理であると主張する。

しかし、原子力規制委員会は、原子力利用における安全の確保に関すること等の事務を行うために必要な調査及び研究を行うことをその職務としている（原子力規制委員会設置法４条１項１３号）から、電力事業者から提供される情報等のみによって審査するものではないと考えられるし、原子力規制委員会は、阿蘇を含むカルデラ火山について、自ら調査やデータの収集に努めている（乙Ｄ３０１、３０２、弁論の全趣旨）ことからすれば、上記要件が設けられていることが不合理であるとはいえない。

(g)　小括

以上によれば、令和元年火山ガイドのうち、検討対象火山における巨大噴火の活動間隔、最後の巨大噴火からの経過時間、現在のマグマ溜まりの状況、地殻変動の観測データ等から総合的に評価を行い、当該火山の現在の活動状況は巨大噴火が差し迫った状態ではないと評価でき（非切迫性要件）、運用期間中における巨大噴火の可

能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていない場合（具体的根拠欠缺要件）は、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと判断できるとする旨の規定に不合理な点は認められない。

c　モニタリングについて

原告らは、令和元年火山ガイドは、旧火山ガイドのモニタリングに関する不合理さを保守的に改正せず、モニタリングを立地評価から外し、これを補うような保守的な改正もしていないと主張する。

しかし、原子力規制委員会は、令和元年の火山ガイドの改正前に、モニタリングの目的について、運転期間中の火山の活動可能性及び設計対応不可能な火山事象の影響可能性が十分に小さいとの評価の根拠が継続していることを確認するためであり、あくまで火山の状態の変化を検知することを目的としているのであって、噴火の時期や規模を予測することを目的としていないとの考えを示していたこと（乙Ａ４）からすれば、モニタリングが立地評価の内容を構成していたとはいえず、令和元年火山ガイドが、モニタリングの目的を「評価時から状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認すること」としていること（前提事実１０(1)エ(イ)・72頁）からすれば、令和元年の火山ガイドの改正は、モニタリングの内容について変更を加えるものではないと解するのが合理的である。

したがって、原告らの主張は採用できない。

d　上記のほか、立地評価に関する令和元年火山ガイドに不合理な点はないと認められる。

**(2)　影響評価に関する火山ガイドの合理性**

ア　巨大噴火に至らない噴火の噴火規模

令和元年火山ガイドは、降下火砕物について、「原子力発電所の敷地及

びその周辺調査から求められる単位面積当たりの質量と同等の火砕物が降下するものとする」、「敷地及び敷地周辺で確認された降下火砕物の噴出源である火山事象が同定でき、これと同様の火山事象が原子力発電所の運用期間中に発生する可能性が十分小さい場合は考慮対象から除外する」としている（令和元年火山ガイド5。甲４７０の１、乙Ｅ２１）。

原告らは、令和元年火山ガイドの上記規定について、降下火砕物の影響評価において考慮対象から除外できる場合に関し、特定の噴火規模の噴火ごとに運用期間中の発生可能性だけを問題にしているから、ある火山について破局的噴火ないし巨大噴火の発生可能性が否定された場合、巨大噴火に至らないもののこれに準ずる規模の噴火について何ら考慮することなく、これを除外した噴火の中での過去最大規模の噴火を考慮すればよいことになるが、破局的噴火ないし巨大噴火に準じる規模の噴火については、そのリスクを社会通念によって無視することはできないとした上で、令和元年火山ガイドは、巨大噴火以外の噴火について、巨大噴火に至らないがこれに準ずる規模の噴火を想定することを要求していないため、不合理であると主張する。

しかし、巨大噴火は、噴火規模が数十ｋｍ$^3$程度を超えるような噴火をいう（前提事実１０(1)ウ(ｱ)・70頁）ところ、噴火規模と発生頻度の間にはほぼ逆相関関係があるものの、それは直線的なものではなく、ＶＥＩ６付近を境に２つの頻度分布に区分できるため、巨大噴火がそれよりも小さい噴火とは異なるメカニズムにより発生する可能性を示唆しているとされ（乙Ｄ１５６）、現に、阿蘇について、阿蘇１噴火から阿蘇４噴火までの４回の巨大噴火とそれ以外の噴火との間には大きな差があり、巨大噴火に準じる規模の噴火は知られていない（乙Ｄ１８３）。

以上からすれば、巨大噴火に準じる規模の噴火を想定していないからといって、影響評価に関する令和元年火山ガイドが不合理であるとはいえな

い。

イ　気中降下火砕物濃度の推定手法

(ｱ) 原告らは、気中降下火砕物濃度の推定手法として、３．１の手法又は３．２の手法のいずれかによればよいとされているが、いずれも保守的なものではなく、少なくとも、両手法を用いた上で、より保守的な値を採用すべきであるにもかかわらず、平成２９年火山ガイド（又はこの点に関する規定の変更なく引き継がれた令和元年火山ガイド）は、両手法のいずれか一方だけを用いて推定すれば足りるとしているから、不合理であると主張する。

しかし、令和元年火山ガイドは、３．１の手法については、降下火砕物の粒径の大小に関わらず、同時に降灰が起こる（４φより小さいシルト粒子と粘土粒子は、単独で落下することがほとんどできない。乙Ｄ１４４）と仮定していること、粒子の凝集を考慮しない（凝集により、大きい終端速度を獲得し、速やかに降下し始めるため、気中降下火砕物濃度は小さくなる。乙Ｄ１４４）ことから、３．２の手法については、原子力発電所への影響が大きい観測値に基づく気象条件を設定していることから、いずれの手法による推定値も実際の降灰現象と比較して保守的な値となっているとして、いずれかの手法により気中降下火砕物濃度を推定することを求めており（令和元年火山ガイド添付１の３．。甲４７０の１、乙Ｅ２１）、合理的なものであると認められる。

(ｲ) 原告らは、Ｔｅｐｈｒａ２の不定性を指摘するが、このシミュレーションプログラムは、ＩＡＥＡのＳＳＧ－２１及びＴＥＣＤＯＣ－１７９５の著者が開発したものであり（乙Ｄ２１２、２１３、弁論の全趣旨）、信頼性があるといえるし、原告らの指摘する各点も、上記プログラムを用いた推定の保守性が確保されない根拠が具体的に明らかにされているとはいえない。

(ウ) 原告らは、３．１の手法及び３．２の手法は、いずれも再飛散現象を考慮していないと主張する。

しかし、再飛散現象は、一度地表面に沈着したテフラが、強風によって舞い上がり、再び大気を浮遊する現象である（甲５６９）から、このような再飛散が生じるに適した状況にある降下火砕物が舞い上がって浮遊する。そのため、当初の降下火砕物の量を上回る火砕物が再飛散することはないから、一時的に濃度が上がったとしても、それが長時間継続することは考えられない。したがって、再飛散現象を考慮していないからといって、令和元年火山ガイドが不合理であるとはいえない。

また、原告らは、地表に到達し得ない微細火砕物が凝集によって地表に到達することによって濃度が増加する要因につながり得ることを考慮していないと主張するが、令和元年火山ガイドは、凝集しなければ降下しない微細な火砕物を除外しているのではなく、本来であれば単独では降下しない微細な火砕物も含めて様々な粒径の火砕物がすべて凝集しないまま同じ時間内に地表に到達するという前提で評価することを求めており、このような趣旨で凝集を考慮しないことは、保守的な評価につながる。

さらに、原告らは、３．１の手法は、降灰継続時間について、合理的に説明できない限り２４時間と仮定して計算することを前提としているものの、これは平均値にすぎず、降灰継続時間が１２時間になると、濃度が１．５～２倍近く高くなると主張するが、令和元年火山ガイドは、降灰継続時間が長いほど気中降下火砕物濃度の平均値は低くなり、短いほど平均値が高くなるという関係にあることを前提として、設計、運用上考慮すべき妥当な値として２４時間を設定している（乙Ｄ２５６）ことからすれば、上記のような関係があることによって令和元年火山ガイドが不合理であるとはいえない。

ウ　小括

以上によれば、影響評価に関する令和元年火山ガイドに不合理な点はないと認められる。

(3)　被告による立地評価の合理性

ア　認定事実

前提事実、後掲証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

(ア) 阿蘇の活動履歴の概要

a　阿蘇では、約２７万～２５万年前に阿蘇１噴火（噴出量５０ｋｍ$^3$）が、約１４万年前に阿蘇２噴火（噴出量５０ｋｍ$^3$）が、約１２万年前に阿蘇３噴火（噴出量１５０ｋｍ$^3$以上）が、約９万～約８．５万年前に阿蘇４噴火（噴出量６００ｋｍ$^3$以上）が、それぞれあり、阿蘇４噴火は、日本列島の第四紀において確認されている噴火の中で最大規模の噴火である。

このうち、阿蘇２噴火～阿蘇４噴火は、おおむね上部に珪長質マグマ、下部に苦鉄質マグマが密度的に安定成層した層状マグマ溜まりからの噴火であり、阿蘇１噴火～阿蘇４噴火は、いずれも、噴火の初期は珪長質マグマが噴出し、噴火活動の後半に苦鉄質マグマが噴出した。（前提事実１０(2)ア(イ)ｄ・75頁、乙Ｄ１６７、１７１、１７２、１８５、２３６）

b　阿蘇山は、阿蘇４噴火後（後カルデラ期）、２５００年に１回程度の頻度で軽石を噴出する噴火を繰り返し、そのうち、ＶＥＩ４以上の規模の大きい噴火は、１万年に１回程度の頻度で発生していた。そして、次第に軽石の噴出が減少し、約３万１０００年前の草千里ヶ浜噴火（阿蘇４噴火以降最大の噴火であり、ＶＥＩ５）が発生した後は、ＶＥＩ４以上の噴火は発生していない。　（乙Ｄ１４９）

また、１万年前以降は、噴火頻度の高い時期も含めて玄武岩質の噴火が卓越しており、玄武岩質マグマの活動によって特徴付けられる。（乙Ｄ１７０、１７６）

c　宇和盆地では、阿蘇１噴火から阿蘇４噴火まで（カルデラ形成期）に阿蘇起源の多数の降灰（約１万年に１回の頻度）が確認されているが、阿蘇４噴火後（後カルデラ期）の阿蘇起源の降灰は確認されていない。（乙Ｄ１８２、１８６）

d　現在活動している中岳は、玄武岩～安山岩質の成層火山であり、有史以来、多様な噴火様式の小規模噴火を繰り返し、玄武岩質安山岩の火山砕屑物を噴出している。（乙Ｄ１７３）

(イ) 阿蘇４噴火後のマグマ溜まりの状況に関する知見

a　三好ほか（２００５）は、現在地表で確認することができる各噴出物の給源火口の位置関係からすると、カルデラ中心部で玄武岩質マグマの活動が活発であり、その周囲で珪長質マグマが活動している傾向があり、地下に大規模な珪長質マグマ溜まりが存在する場合、玄武岩質マグマがこれを突き抜けて地表に達することはできないため、阿蘇４噴火後（後カルデラ期）では、大規模な珪長質マグマ溜まりは存在しないとの見解を示している。また、阿蘇４噴火後（後カルデラ期）、阿蘇山全体としては多様な岩質の噴出物を噴出しているが、これは、カルデラ形成時の山体陥没によって大規模マグマ溜まりが分断され、それによって小さなマグマ溜まりが複数できたためであるとの見解を示している。（乙Ｄ１７４）

b　三好雅也福岡大学教授（以下「三好教授」という。）は、阿蘇４噴火後（後カルデラ期）のマグマのストロンチウム同位体比は、阿蘇１噴火～阿蘇４噴火（カルデラ形成期）のそれと大きく異なり、阿蘇４噴火によるカルデラ形成を境に火山直下のマグマ供給系に大きな変化

があった可能性を示唆するとの見解を示し、マグマのストロンチウム同位体比は、阿蘇４噴火によるカルデラ形成後、比較的均質から不均質に劇的に変化しており、阿蘇の地下のマグマの供給系が、阿蘇１噴火～阿蘇４噴火（カルデラ形成期）の単一のマグマ溜まりから阿蘇４噴火後（後カルデラ期）の複数の分離したマグマ溜まりへ変化した可能性があるとの見解を示している。

（乙Ｄ１７７、１７８、弁論の全趣旨）

(ｳ) 現在の阿蘇のマグマ溜まりに関する調査及び見解等

a　地下約６ｋｍのマグマ溜まり等及びこれに関する見解等

(a) Ｓｕｄｏ　ａｎｄ　Ｋｏｎｇ（２００１）は、地震波探査によって、深さ約６ｋｍ、中岳火口の約３～４ｋｍ西の草千里南部で検出された低速度領域は、阿蘇火山のマグマ溜まりに関連しており、部分溶融したマグマ系であると考えられるとの見解を示している。また、国土地理院のＧＮＳＳ観測網により、カルデラ中央部が盛り上がる地殻変動が捉えられ、その変動源の深さが約１５ｋｍであり、シル状であることが明らかとなっている。

（乙Ｄ１６９、１８９、４３８）

(b) 須藤ほか（２００６）

火山活動の活発化に伴う大きな地盤変動は、現在の活動火口である中岳火口付近では確認できない。中央火口丘山腹から中岳火口へ続く水準測量の測線では、草千里周辺で沈降が長期間確認できる。水準測量の結果推定される減圧力源の位置は、中岳火口から西方へ３～４ｋｍ離れた草千里南部付近に求められ、これは、Ｓｕｄｏ　ａｎｄ　Ｋｏｎｇ（２００１）による低速度領域と一致しており、減圧力源は、マグマ溜まりの収縮を意味すると考えられるから、草千里南部のマグマ溜まりから中岳火口まで火山ガスの上昇経路が定

常的に確保されており、活動期にはマグマが中岳火口へ供給されても火口付近では地盤が大きく変動しない開放型となっていると考えられる。（乙Ｄ１８９）

(c) Ｎｏｂｉｌｅ ｅｔ ａｌ．（２０１７）

平成５年から平成２３年までのＩｎＳＡＲ観測（人工衛星に搭載したＳＡＲ（合成開口レーダ）を用いて同一地点を２回観測し、２回の観測データの差をとることにより地表の変位を測定する技術）によれば、平成８年から平成１０年にかけて、阿蘇カルデラ中央直下の深度４～５ｋｍにおけるマグマ源の収縮を示唆する定常的な沈降傾向が認められ、地下約６ｋｍのマグマ溜まりとほぼ整合する領域にマグマ溜まりが推定されるほか、多量の脱ガス及び開放的な火道がカルデラの収縮の重要な要因であると考えられる。（乙Ｄ１９１）

(d) Ｈａｔａ ｅｔ ａｌ．（２０１６）

マグマ溜まりの検出を目的としたＭＴ探査の結果、一連の比抵抗異常を示す空間的範囲は、Ｓｕｄｏ ａｎｄ Ｋｏｎｇ（２００１）の低速度領域と非常によく一致しており、比抵抗異常はシル状の変形源の上方に位置しているから、マグマ溜まりの位置と広がりを表している。また、深さ１０ｋｍ超まで中岳から北に延びる上部地殻内の著しい低値の比抵抗異常がみられる箇所には、火道が存在している可能性がある。（乙Ｄ１９２）

(e) 松島ほか（２０１９）

阿蘇の地下構造を求める目的で平成２７年及び平成２８年にカルデラ内外で実施された広帯域ＭＴ探査法（平成２７年５６測点、平成２８年４６測点）で得られたデータに、平成２９年から平成３０年にかけて中岳第一火口周辺の９測点で実施した同探査法により得

たデータを加え、改めて比抵抗構造解析を行った。その結果、深部のマグマ溜まりから中岳へ延びるマグマ供給系であると解釈されていた低比抵抗体の最上部は、中岳第一火口直下に位置しており、また、その深度は海水準付近となり、平成２６年の噴出物の分析から推定されたマグマの深度の上限が海水準付近であることと良い一致を示した。したがって、上記の低比抵抗体は第一火口にマグマを供給する火道であると推測される。（乙Ｄ１９３）

(f) Ｈｕａｎｇ　ｅｔ　ａｌ．（２０１８）

２５か所の地震観測所のネットワーク（１３の広帯域地震計、１２の短周期地震計）で記録された約４年間の地震データを用い、雑微動記録を解析することにより、阿蘇カルデラ地下６ｋｍにおける地殻のＳ波速度構造が得られた。後カルデラ中央火口丘群の中央部、草千里ヶ浜付近では、地表付近で低速度領域が卓越し、地下１～２．５ｋｍの大規模な低速度異常領域にまで達しており、後者の低速度異常領域は浅い熱水貯留槽であると考えられる。後カルデラ中央火口丘群の地下５～６ｋｍに確認される低速度領域は、マグマ溜まりの上端を示している可能性がある。深さ２．５～５ｋｍの低速度帯は、熱水流体、火山ガス及び溶融マグマ等が地表へ移動する経路である可能性が高い。（乙Ｄ１９４）

(g) Ａｂｅ　ｅｔ　ａｌ．（２０１７）

地下深部まで伝播する遠地地震の観測記録を活用するレシーバ関数解析を実施したところ、阿蘇カルデラの中央火口丘の東側の深さ８～１５ｋｍにおける地震波低速度領域（ＬＡ）及び中央火口丘東側を除いた阿蘇カルデラ周辺の深さ１５～２３ｋｍにおける地震波低速度領域（ＬＢ）を検出し、推定された速度構造から、地震波低速度領域は、最大で１５％のメルト又は３０％の水を含むと解釈さ

れる。

ＬＡには、ＧＰＳ解析でも、深さ１５．５ｋｍにシル状の変形源が検出されており、ＬＡの直下の深さ１５～２５ｋｍでは、深部低周波地震が発生している。この地震の群発活動の領域から上昇してシル状の変形源に蓄積されるメルトは、固結しているかもしれないし、部分溶融物的にメルトが存在するかもしれない。ＬＢの下部では、深部低周波微動や地殻の変形等の流体の動きに起因すると考えられる現象は検出されていないため、熱源が存在しておらず、ＬＢの中ではメルトが新たに生成されていないと思われる。

ＬＡ及びＬＢの体積は数百ｋｍ$^3$を超える可能性があり、仮に部分溶融度が１０％を超える場合には、数十ｋｍ$^3$以上のマグマを含む可能性がある。ＬＡ及び（又は）ＬＢは、過去の大規模噴火の間に噴出したマグマの生成及び貯留場所である可能性があり、将来の噴火でマグマを供給する可能性がある。

（乙Ｄ２４９、弁論の全趣旨）

b　測地学的手法による火山観測等

(a)　平成１６年から平成２９年までのＧＰＳ基線長は、地下約６ｋｍのマグマ溜まりの直上を挟む基線長が中岳の噴火に対応して変化している。（乙Ｄ１６９）

(b)　阿蘇火山周辺では、１９３７年から繰り返し実施された水準測量によれば、阿蘇カルデラ全体の地盤は、継続的に火山性と考えられる沈降を示している。（乙Ｄ１６９）

(エ)　現在の阿蘇の状況に関する専門家の見解

a　将来の破局的噴火の可能性が否定できないとの見解

(a)　町田教授

阿蘇カルデラを含む九州のカルデラの地下でいま何が起こってい

て、どんなことが破局的噴火の前兆現象なのか、誰も分からない状況であるから、近い将来噴火が起こる確率はゼロに近いとは断言しがたい。噴火間隔は、年代値に大きな幅があり、阿蘇カルデラの場合、過去４回の大噴火の時間間隔は一定ではない。Ｎａｇａｏｋａ（１９８８）で記されている噴火ステージのサイクルは、テフラ整理のための１つの考え方にすぎず、これによって破局的噴火までの時間的猶予を予測できる理論的根拠にはならない。

（甲４８５の１、証人町田洋（３６、５７頁））

(b) 須藤氏

地下１０ｋｍより深い部分にさらにマグマ溜まりがあり、それが全体として非常に大きな噴火を引き起こす可能性は否定できない。実際、Ａｂｅ（２０１２）では、草千里南部のマグマ溜まりの下には、体積５００ｋｍ$^3$の巨大な低速度領域があることが検知されており、こういった低速度領域がマグマ溜まりであり、近い将来にＶＥＩ７級の噴火を引き起こす可能性も決して否定はできない。一般に地下構造は複雑であるため、噴出物から地下のマグマ溜まりの性質を精度よく推定することはできず、草千里南部のマグマ溜まりが珪長質か、安山岩質か、玄武岩質かを安易に決めつけることはできない。現段階では、阿蘇において近い将来にカルデラ噴火を引き起こすようなマグマ溜まりの存否について、確定的な判断はできない。

Ｎａｇａｏｋａ（１９８８）における噴火ステージ論は、テフラ層序について整理するための作業仮説にすぎず、将来の噴火規模の予測のためには全く使えない概念である。一般的に、阿蘇は現在「後カルデラ火山活動期」などと言われることはあるが、それは地質学的な噴火履歴の評価にすぎず、近い将来、阿蘇５噴火が起き、「先カルデラ期」や「カルデラ形成期」などと評価し直される可能

性は、火山学的にはまったく否定できない。

阿蘇については、約２６万年前以降、ＶＥＩ７級の噴火を４回繰り返しており、いずれＶＥＩ７級の阿蘇５噴火はあると見るのが常識的で科学的な評価であり、現在の火山学では、それが数年後なのか、数万年後なのかは分からないということである。原子力発電所において万が一の大規模自然現象をも想定し、深刻な事故の確率を１００万年に１回未満に抑えるという安全目標を国として立てているのであれば、阿蘇その他の日本のカルデラ火山におけるＶＥＩ７級の噴火は、無視できないほど高い確率で発生するものといえる。ＶＥＩ６程度は当然のこととして、阿蘇４噴火と同規模の阿蘇５噴火が発生する可能性はあると評価するのが原子力発電所に求められる安全性の程度を踏まえた合理的な判断である。

（甲４８６）

(c) 巽教授

現在の阿蘇の地下に、破局的噴火を引き起こすために十分なマグマ溜まりは存在しているものの、マッシュ状であるために把握できないという可能性は否定できず、それが今後、噴出可能なマグマに変化する可能性も否定できない。また、マッシュ状のマグマ溜まりが破局的噴火を起こし得る状態へ変化する時間間隔は、場合によっては１０年単位の短期間になることも考えられ、１０年単位でみて高温・液体状態のマグマ溜まりへと変化し、巨大噴火ないし破局的噴火を起こすことは十分にあり得る。仮に、現在の状態に照らして液体状のマグマ溜まりが存在する可能性が小さいとしても、活性化するまでにどの程度の時間がかかるのかをシミュレーションすべきである。

阿蘇１噴火～阿蘇４噴火の４回の噴火の間隔はそれぞれ異なって

おり、周期の誤差が大きすぎるから、阿蘇について、巨大噴火ないし破局的噴火の周期性を見出すことは極めて困難である。

現在の阿蘇の噴出物が苦鉄質中心であるとしても、苦鉄質マグマの周辺にマッシュ状の観測困難なマグマが大量に存在する可能性は否定できず、新たに地下深くから高温のマグマが注入されることによってこれらが再活性化し、巨大な珪長質マグマ溜まりを形成する。そして、これは、１０年単位で起こり得る。また、阿蘇２噴火及び阿蘇３噴火の際には、珪長質ではなく安山岩質マグマによって巨大噴火を起こしたことが確認されており、少なくとも、珪長質でなければ巨大噴火を起こさないということ自体が誤りである。

ストロンチウム同位体比によって巨大噴火の予測をすることはできない。また、マグマ供給システムのメカニズムはあくまでも仮説的な段階にすぎず、すべてが解明されているわけではないし、仮に、現時点でそのシステムが変化したとしても、ここ数年～数十年の間にさらに変化して、巨大噴火ないし破局的噴火を引き起こす状態になる可能性もある。

阿蘇について、巨大噴火が差し迫っていないと判断することは困難であり、マグマ溜まりが観測できない以上、近い将来巨大噴火が起きるかもしれないし、起きないかもしれないといわざるを得ない。

（甲９４８、証人巽好幸（５、１３～１６、２４～３３頁））

b　将来の破局的噴火の可能性は高くないとの見解

(a)　小林（２０１７）

カルデラ噴火の１００～数百年前に溶岩主体の前兆的噴火が発生すると考えられるが、現在の阿蘇においてそのような前兆現象は認められないから、今後数百年以内にカルデラ噴火が発生する状況にはないと考えられる。（乙Ｄ１５５）

(b) 大倉（２０１７）

阿蘇カルデラの地下約６ｋｍ付近にマグマ溜まりが存在し、また、地下約１５ｋｍにもマグマ溜まりと考えられる変動源が存在する。地下約１５ｋｍに存在する変動源は、水又は溶融したマグマの存在する領域の底部に当たるものであり、最大４５ｋｍ$^3$程度のマグマの、その一部分が存在しているのみであろうと考えられる。

地下約６ｋｍ付近のマグマ溜まりは、全体として縮小傾向にあり、長期間の水準測量データを踏まえると、１９３０年代と比べて約１０００万ｍ$^3$（０．０１ｋｍ$^3$）少なくなっており、その縮小の理由は、火山ガスの放出によるものであることが分かる。

これらのことから、今後の阿蘇の火山活動は、１９３０年代のような大規模なものではなく、ましてや、大規模なカルデラ噴火が起こるような状態ではないと推定される。

（乙Ｄ１６９）

(c) 榊原正幸愛媛大学教授（岩石学、地質学、火山学、環境科学等の専門家）

現在の阿蘇火山の噴火活動は、過去の破局噴火直前の状況と大きく異なり、苦鉄質マグマの活動を主体とした静穏な状況である。珪長質マグマや組成が類似するマグマが１万年以上前から噴火を繰り返していた阿蘇１噴火～阿蘇４噴火前と比較して、その状況が明らかに異なっていることが地質学及び岩石学的に示されているし、この状況は、地球物理学的データから推定されている現在のマグマ溜まりが小規模かつ苦鉄質マグマであること及び地殻変動データから１９３０年以降でマグマ溜まりが収縮している傾向にあることからも支持される。現在の阿蘇火山の状態は、これらの多角的な科学的データによる客観的な総合判断に基づくと、破局噴火を起こすよう

な大規模な珪長質マグマ溜まりが存在している可能性は非常に低い。今後、収縮している現在のマグマ溜まりが膨張に転じ、又は新たなマグマ溜まりが形成され、破局噴火を起こすような大規模な珪長質マグマ溜まりを形成すると仮定しても、過去の破局噴火前に前駆的な噴火が１万年以上前から起きていたことからすれば、それには数千～数万年の期間を要すると考えられる。本件発電所の運用期間中に破局噴火が起こる可能性は極めて低く、阿蘇４噴火のような過去最大規模の破局噴火の可能性は更に低い。

（乙Ｄ１８３）

(d) Ｄｒ．Ｂｒｉｔｔａｉｎ　Ｅ．Ｈｉｌｌ

現在、阿蘇のマグマシステムには、阿蘇４噴火の当時と比較すると、より少量のより深部の玄武岩質なマグマが浸入している。これらの玄武岩質マグマは、独立した挙動を示す小規模で分離したマグマ溜まりを形成しており、阿蘇４噴火のような一様の挙動を示す大きな単一のマグマ溜まりを形成していない。将来的に阿蘇４噴火のような噴火が発生するためには、現在のマグマシステムに重大な変化が起こる必要があり、数年から数十年の期間にそのような重大な変化が起こることは不可能である。

現在、阿蘇の地下に阿蘇４噴火を起こしたような大規模な（２００$km^3$を超えるような）マグマ溜まりが存在しているとすれば、周囲や上にある岩盤よりも低密度の大量のマグマが上昇しようとすることに伴って発生する応力のため、地表面の上方への変形が見られるはずであるが、阿蘇においてはわずかに沈降が示されるのみである。また、阿蘇では、大規模なマグマ溜まりを検出するために必要十分な地球物理学的調査が既に行われ、これにより、いくつかの小規模なマグマ溜まりが検出されているが、これよりも容易に検出

することができる大規模なマグマ溜まりを示唆する兆候は何ら検出されていない。したがって、阿蘇の地下には、大規模なマグマ溜まりは存在しないと結論付けることができる。

現在の阿蘇のマグマシステムから２００ｋｍ$^3$を超える阿蘇４噴火のようなマグマ溜まりを形成するためには、４０年よりもはるかに長い期間が必要となる。阿蘇４噴火のような噴火は、本件原子炉の安全性評価上考慮すべき事象ではない。

（乙Ｄ２１４）

(e) Ｐｒｆ．Ｓｉｒ Ｒ．Ｓｔｅｐｈｅｎ Ｊ．Ｓｐａｒｋｓ ＦＲＳ（ＳＳＧ－２１の著者。英国ブリストル大学地球科学部地質学科教授）

過去３万年間、阿蘇は、玄武岩質マグマを噴出する火山であり、現在の阿蘇の火山活動は、玄武岩質マグマやそれに伴う揮発成分を活動中の中岳火口へ供給するマグマ溜まりと火道の開放システムでほぼ連続しており、そこには珪長質マグマが生成されているという証拠はない。カルデラ形成期には、膨大な量の珪長質マグマを生成するため、中部地殻における苦鉄質安山岩マグマの停滞により、カルデラ全体に匹敵する面積を持つ高温帯の形成が必要であるが、そのようなシステムが現存する証拠はない。深さ１５～２３ｋｍで確認された大規模な地震異常域は、長周期地震や地殻変動のような他の地球物理学的兆候に欠けるため、力学的に活動的なシステムではないことが示唆され、阿蘇火砕流のマグマ溜まりを生成した中部地殻の高温帯の熱い部分の残存物ではないかと推測される。阿蘇カルデラ地下の地震発生帯の分布をみると、カルデラを形成するような大規模な浅部マグマ溜まりは存在せず、中岳の地下に高温領域が集中して存在することを示している。これらの証拠や議論からすると、

阿蘇において、将来１００年間に阿蘇４噴火の規模の噴火が発生する確率はゼロと評価される。

（乙Ｄ２０８－２、２１２、２１５）

イ　被告による阿蘇の巨大噴火の評価の合理性

(ｱ) 被告は、阿蘇の巨大噴火の最短の活動間隔が最新の巨大噴火からの経過時間に比べて短いこと、Ｎａｇａｏｋａ（１９８８）により整理された噴火ステージに当てはめると、現在の阿蘇山の活動は、後カルデラ火山噴火ステージと判断されること、阿蘇カルデラの地下には地下約６ｋｍのマグマ溜まりが認められるものの、大規模な珪長質マグマ溜まりは認められないこと、マグマ溜まりの顕著な増大を示唆する基線変化は認められないこと等から、現在のマグマ溜まりは、巨大噴火直前の状態ではなく、阿蘇４噴火以降の既往最大噴火である阿蘇草千里ヶ浜噴火を考慮するとしている（前提事実１０(2)ア(ｲ)ｄ・75頁）。

これは、令和元年火山ガイドに基づき、非切迫性要件について、検討対象火山における巨大噴火の活動間隔、最後の巨大噴火からの経過時間、現在のマグマ溜まりの状況、地殻変動の観測データ等から総合的に評価を行い、当該火山の現在の活動状況は巨大噴火が差し迫った状態ではないと評価でき、また、具体的根拠欠缺要件について、運用期間中における巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていないとして、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと判断し、設計対応不可能な火山事象の到達可能性の評価に当たって設定する噴火規模として、当該火山の最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模としたものであると認められる。

以下では、非切迫性要件における総合評価をする際の検討要素（検討対象火山における巨大噴火の活動間隔、最後の巨大噴火からの経過時間、現在のマグマ溜まりの状況、地殻変動の観測データ等）に沿って、原告

らの主張を踏まえつつ、被告による上記評価の合理性について検討する。

(イ) 現在のマグマ溜まりの状況

a　噴出量の検討を踏まえた評価

三好ほか（２００５）は、阿蘇のカルデラ中心部で玄武岩質マグマの活動が活発であり、その周囲で珪長質マグマが活動している傾向があり、地下に大規模な珪長質マグマ溜まりが存在する場合、玄武岩質マグマがこれを突き抜けて地表に達することはできないため、阿蘇４噴火後（後カルデラ期）では、大規模な珪長質マグマ溜まりは存在しないとの見解を示しているほか、阿蘇４噴火以降に多様な岩質の噴出物が噴出されているのは、カルデラ形成時の山体陥没によって大規模マグマ溜まりが分断され、それによって小さなマグマ溜まりが複数できたためであるとの見解を示している（前記ア(イ)ａ）。

また、阿蘇は、１万年前以降、玄武岩質マグマの活動によって特徴付けられており（前記ア(ア)ｂ）、このことから、珪長質マグマの生産率が減少し、近年の阿蘇の地下では、大規模な珪長質マグマ溜まりの蓄積がないことが示唆されるとの見解がある（乙Ｄ１７６）。

さらに、三好教授は、阿蘇４噴火によるカルデラ形成前後のストロンチウム同位体比を比較すると、阿蘇１噴火～阿蘇４噴火（カルデラ形成期）の単一のマグマ溜まりから阿蘇４噴火後（後カルデラ期）の複数の分離したマグマ溜まりへ変化した可能性があるとの見解を示している（前記ア(イ)ｂ）。

これらの噴出物の検討を踏まえた評価は、現在の阿蘇の地下に大規模な珪長質マグマ溜まりが存在しないとの被告の評価と整合する。なお、ストロンチウム同位体比による検討についての原告らの主張が採用できないことについては、前記(1)イ(イ)ｂ(e)Ｉ（377頁）で説示したとおりである。

b　地球物理学的調査による検討を踏まえた評価

(a)　阿蘇では、中岳火口の約３～４ｋｍ西の草千里南部の地下約６ｋｍにマグマ溜まりの存在が確認されている（前記ア(ｳ) a (a)）。

一般に、噴火可能なマグマは液体であるため、震源とはならない一方、マグマ溜まり周辺の母岩は、マグマからの様々な影響を受けて強度が下がるため、地震が発生しやすくなっていることから、地震の発生する場所とその空白域は、マグマ溜まりの位置や広がりを推定する際に重要であるとされている（乙Ｄ１４１、１５３）ところ、地下約６ｋｍのマグマ溜まりの中心の周辺で地震活動が認められている（前記ア(ｳ) a (b)、乙Ｄ１９７、弁論の全趣旨）ことからすれば、上記のとおり地下約６ｋｍに確認されたマグマ溜まりは、カルデラ内に大きく広がるようなものではないと考えられる。

また、地下約１５ｋｍに地殻変動の変動源が存在し、それがシル状であることが明らかとなっている（前記ア(ｳ) a (a)）ものの、地下浅部に存在するものであるとはいえないし、大倉（２０１７）は、これをマグマ溜まりとしているものの、最大４５ｋｍ$^3$であるとしている（前記ア(ｴ) b (b)）から、大規模なマグマ溜まりの存在を示唆するものでもない。さらに、地下８～１５ｋｍの地震波低速度領域（ＬＡ）及び地下１５～２３ｋｍの地震波低速度領域（ＬＢ）が検出されている（前記ア(ｳ) a (g)）ものの、ＬＡについては、ＧＰＳ解析で深さ１５．５ｋｍにシル状の変形源が検出されていること（前記ア(ｳ) a (g)）、ＬＢについては、上記のとおり、地下１５～２３ｋｍで検出されていることからすれば、これらは、大規模なマグマ溜まりが地下浅部に存在することを示すものではない。

これに対し、須藤氏は、Ａｂｅ（２０１２）では、草千里南部のマグマ溜まりの下には、体積５００ｋｍ$^3$の巨大な低速度領域があ

ることが検知されていると指摘する。しかし、上記論文と同じ著者によるＡｂｅ　ｅｔ　ａｌ．（２０１７）は、ＬＢの下部では、深部低周波微動や地殻の変形等の流体の動きに起因すると考えられる現象は検出されていないため、熱源が存在しておらず、ＬＢの中ではメルトが新たに生成されていないと思われるとして、新たな溶融マグマは生成されていないとの見解を示しており、また、ＬＡ及びＬＢの体積は数百ｋｍ$^3$を超える可能性があるとする一方で、マグマの体積については、仮に部分溶融度が１０％を超えるとした場合には数十ｋｍ$^3$以上のマグマを含む可能性があるとの評価を示すにとどまる（前記ア(ｳ) a (g)）。このように、後者の論文では、５００ｋｍ$^3$のマグマ溜まりが存在する可能性については控えめな評価をするに至っていることからすれば、上記体積の低速度領域があるとしても、それによって巨大噴火を引き起こすような大規模なマグマ溜まりが存在していると評価することはできない。

(b)　現在の活動火口は、中岳火口であり、地下約６ｋｍのマグマ溜まりから中岳火口まで、火山ガスの上昇経路が定常的に確保されていると考えられている（前記ア(ｳ) a (b)）。また、阿蘇カルデラ内の沈降傾向は、中岳へつながる開放的な火道への脱ガスが重要な要因であると考えられている（前記ア(ｳ) a (c)）。さらに、ＭＴ探査の結果や地震波を用いた調査の結果から、地下約６ｋｍのマグマ溜まりの存在とそこから中岳へつながる火道の存在が推定されている（前記ア(ｳ) a (d)～(f)）。これらの火口及び火道の存在に関する知見によれば、中岳の火山活動は、地下約６ｋｍのマグマ溜まりを供給源とするものであると考えられ、これと、現在、活動している中岳は玄武岩～安山岩質の成層火山であり、有史以来、多様な噴火様式の小規模噴火を繰り返し、玄武岩質安山岩の火山砕屑物を噴出し

ていること（前記ア(ア)ｄ）を考慮すると、地下に大規模な珪長質マグマ溜まりが存在しないと考えるのが自然である。

(c) 地下約６ｋｍのマグマ溜まりの直上を挟むＧＰＳ基線長は、平成１６年から平成２９年までの間、中岳の噴火に対応して変化しており（前記ア(ウ)ｂ(a)）、地下に大規模なマグマ溜まりが存在するのであれば、地盤の上昇がみられると考えられる（前記(1)ア(イ)ｄｅ、同(3)ア(エ)ｂ(d)）。しかし、阿蘇火山周辺における１９３７年以降の水準測量の結果から、阿蘇カルデラ全体の地盤は、継続的に火山性と考えられる沈降を示しており（前記ア(ウ)ｂ(b)）、これは、地下に大規模なマグマ溜まりが存在しないことと整合する。なお、原告らは、すべての破局的噴火において、大規模マグマ溜まりの形成時に地面が隆起するとは限らず、変化だけに着目して既に地下に蓄積されているマグマの量を見誤ると、前駆現象を見落とすことになると主張するが、現在のマグマ溜まりの状況の検討や、巨大噴火の活動間隔、最後の巨大噴火からの経過時間の検討と併せて地殻変動等の観測データの検討をするのであるから、原告らの批判は当たらない。

(d) 上記のほか、原告らは、マグマ溜まりの状況に関する主張をするが、これについては、前記(1)イ(イ)ｂ(a)ⅡⅢで説示したとおりである。

(e) 以上の地球物理学的調査の結果及びこれに基づく知見は、地下浅部に大規模なマグマ溜まりが存在しないとの被告の評価と整合する。

c 現在のマグマ溜まりの状況についてここまでに検討した点を総合すると、阿蘇の地下浅部に大規模なマグマ溜まりは存在しないと考えるのが合理的であり、現在のマグマ溜まりの状況からして巨大噴火が差し迫った状態にはないと評価することには合理性がある。

巽教授は、意見書（甲９４８）並びに本件訴訟及び別件訴訟における証人尋問（証人巽好幸（７、８、４２、４３頁）、甲９５４、乙Ｄ３５３（１７、１８、５２～５４頁））において、阿蘇の観測体制は、イエローストーンの観測体制と比較して地震計の配置の周密さや広帯域性において十分ではないとの見解を示しているが、前記ア(ｳ) a (a)、(f)及び(g)の各知見における地震探査に使用された阿蘇の地震計や広帯域地震計の配置状況とイエローストーンの配置状況を比較すると、イエローストーンが有意に広域にわたるため、配置の総数は阿蘇よりも多いものの、その配置密度や広帯域性は劣っているものではない（前記ア(ｳ) a (a)(f)(g)、乙Ｄ４２９、４３７～４４１、弁論の全趣旨）。加えて、地震波探査の結果が、ＭＴ探査、水準測量、測地調査といったその他の調査手法の結果とも整合していることからすると、阿蘇における観測の精度が劣っており、そのために検討の精度が不十分なものとなっているとも認められない。

以上によれば、巽教授の見解は、被告による評価の合理性を否定することができる程度に阿蘇の観測体制が十分ではないことを具体的な根拠をもって示されているものではないから、巽教授の指摘は、上記判断を左右するものではない。

(ｳ) 巨大噴火の活動間隔又は最後の巨大噴火からの経過時間

阿蘇の巨大噴火の履歴は、約２７万～２５万年前の阿蘇１噴火、約１４万年前の阿蘇２噴火、約１２万年前の阿蘇３噴火、約９万～約８．５万年前の阿蘇４噴火であり（前記ア(ｱ) a）、被告は、巨大噴火の最短の活動間隔（阿蘇２噴火～阿蘇３噴火の約２万年）は、最新の巨大噴火（約９万～約８．５万年前の阿蘇４噴火）からの経過時間に比べて短いと評価し、巨大噴火直前の状況ではないと評価する一事情としている（前提事実１０(2)ア(ｲ) d (c)・77頁）。

そして、宇和盆地では、阿蘇１噴火から阿蘇４噴火まで（カルデラ形成期）に阿蘇起源の多数の降灰が確認されているものの、阿蘇４噴火後（後カルデラ期）の９万年間の阿蘇起源の降灰記録は確認されておらず（前記ア(ｱ)ｃ）、９万年間にわたって降灰が確認されないことは、阿蘇１噴火から阿蘇４噴火まで（カルデラ形成期）の阿蘇起源の降灰頻度（約１万年に１回。前記ア(ｱ)ｃ）と大きく異なることを示すものであり、阿蘇４噴火前後で噴火活動に顕著な変化があり、巨大噴火を発生させる状態ではなくなったことを統計的に裏付けるものであるということができ、上記の被告の評価を補強するものである。

(ｴ) その他

小林（２０１７）は、カルデラ噴火の１００～数百年前に溶岩主体の前兆的噴火が発生すると考えられるものの、現在の阿蘇においてそのような前兆現象は認められないとの見解を示している（前記(1)ア(ｲ)ｅ、(3)ア(ｴ)ｂ(a)）。確かに、この知見のみをもって巨大噴火が差し迫った状態ではないと評価することはできないものの、この評価を補強するものである。

(ｵ) 小括

以上によれば、阿蘇の現在の活動状況は巨大噴火が差し迫った状態ではなく、非切迫性要件がないと評価することには合理性がある。また、運用期間中における巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠は見当たらず、具体的根拠欠缺要件もないから、阿蘇について、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分小さいと判断することには合理性がある。したがって、被告による阿蘇の活動可能性の評価には合理性がある。

(ｶ) Ｎａｇａｏｋａ（１９８８）の知見について

原告らは、被告は、Ｎａｇａｏｋａ（１９８８）を参考として、阿蘇

カルデラにおける現在の噴火活動は後カルデラ火山噴火ステージにあると評価しているが、Ｎａｇａｏｋａ（１９８８）の噴火サイクルないしステージは、必ずしも観測事実や物理法則によって科学的かつ客観的に実証されたものではないと主張する。この点につき、町田教授は、Ｎａｇａｏｋａ（１９８８）で記されている噴火ステージのサイクルは、テフラ整理のための１つの考え方にすぎず、これによって破局的噴火までの時間的猶予を予測できる理論的根拠にはならないとの見解を示し（前記ア(エ) a (a)、(1)ア(カ) c）、複数の専門家がこれに沿う見解を示している（前記ア(エ) a (b)、(1)ア(カ) b）。

しかし、被告は、阿蘇の立地評価において、巨大噴火の活動間隔、現在のマグマ溜まり及び地殻変動の観測データ等を根拠として、現在のマグマ溜まりは、巨大噴火直前の状態ではないとしており（前提事実１０(2)ア(イ) d (c)・77頁）、その評価に合理性があることは既に説示したとおりである。したがって、Ｎａｇａｏｋａ（１９８８）の知見を上記評価の根拠に加えないとしても、被告による上記評価の合理性が否定されるものではない。

ウ　被告による立地評価の合理性

(ア) 以上によれば、阿蘇について、巨大噴火の可能性は十分に小さいといえるから、設計対応不可能な火山事象の到達可能性の評価に当たって設定する噴火規模は、最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模である阿蘇草千里ヶ浜噴火となり（前記ア(ア) b）、同噴火による火砕物密度流は、本件発電所の敷地に到達していない（弁論の全趣旨）から、本件発電所は立地不適にはならない。

(イ) なお、原告らは、万が一、噴火規模を阿蘇草千里ヶ浜噴火に限定できるとしても、過去最大の噴火規模である阿蘇４噴火の火砕物密度流が到達したと考えられるのであるから、モニタリングを実施しなければなら

ないが、被告は、阿蘇のモニタリングをしないこととしており、本件再稼働申請に対する原子力規制委員会の判断は誤っていると主張する。この点に関し、令和元年火山ガイドは、第四紀（２５８万年前～現在）に設計対応不可能な火山事象が到達した可能性が否定できない火山を対象にモニタリングするとしている（令和元年火山ガイド２．２、６．１。乙Ｅ２１）。そこで、以下では、阿蘇４噴火が本件発電所の敷地に到達した可能性があるかについて、判断する。

a　長谷川修一香川大学工学部教授（応用地質学・地域地質の専門家）及び柳田誠駒澤大学非常勤講師（地形学・第四紀学の専門家）は、①佐田岬半島においてこれまでに阿蘇４火砕流堆積物が確認されたとの知見はないこと、②山口県や大分県国東半島において阿蘇４火砕流堆積物が偏在して分布しており、阿蘇４火砕流は、供給源付近では同心円状に広がったものの、遠く離れた縁辺部では地形に支配されながら広がったと考えられること、③阿蘇４火砕流のうち、東向きに流れた火砕流は、大野山地を地形的障害として分流し、そのうち南側を東向きに流れた火砕流は、佐賀関半島（同半島は、東側に延長していくと佐田岬半島に至る位置にある。）を地形的障害として、同半島の南側（現在の大分県臼杵市等）に大量に流下したものの、その北側（現在の大分市等）への流下は比較的少量であったこと、④被告が佐田岬半島の多数の地点において実施した調査によっても阿蘇４火砕流堆積物が確認されていないこと、⑤山口県と愛媛県における阿蘇４火砕流堆積物の分布の違いには、阿蘇４噴火の当時の海域の広がりが影響していると考えられることから、阿蘇４火砕流は佐田岬半島に到達しておらず、本件発電所に到達しなかったとの見解を示している（乙Ｄ２２０）。

被告は、阿蘇４火砕流が本件発電所の敷地に到達しなかったと評価

しており、これは、上記見解に沿うものである。上記見解は、①ＳＳＧ－２１において、火砕物密度流による危険性評価に当たっては、その流路と広がりに影響を及ぼす火山と敷地との間の地形を考慮すべきであるとされている（乙Ｄ２１２）ことや、②Ｄｒ．Ｂｒｉｔｔａｉｎ Ｅ．Ｈｉｌｌが、阿蘇４火砕流は、阿蘇から約９４ｋｍ離れた当時の海岸線に到達して当時の海域（九州と四国の間にある海域）に侵入したものの、海上の流走を継続するための重要な熱源が取り除かれ、推進力を失ったため、佐田岬半島に到達しなかったとの見解を示している（乙Ｄ２１６）ことと整合しており、合理性がある。したがって、阿蘇４火砕流は本件発電所の敷地に到達しなかったと認められる。

b　町田教授は、火砕流が海域に到達した場合、一部は海水に沈むものの、一部は海面を断熱的に広がっていくため、海域は必ずしも障害にはならないとの見解を示し、約７３００年前の鬼界アカホヤ噴火の際、火砕流が海を渡り、大隅半島や薩摩半島に到達した事例を挙げる（証人町田洋（１１～１３頁））。

しかし、町田教授も、証人尋問において、火砕流が海水に沈むことなく海面を横断する物理的な機序について、具体的に説明をしておらず（証人町田洋（６２～６５頁））、その機序は解明されているとはいえない。鬼界アカホヤ噴火があった鬼界カルデラは、大隅海峡の海域中にある（甲９５１）から、この噴火によって生じた火砕流は直接海域に流入した結果生じたと理解することができるが、阿蘇４噴火では、九州の内陸部に位置し、火砕流が海域に至るまでに陸域を通過してくることとなる。そうすると、両噴火には周辺の地形的条件に大きな差異があるといえ、鬼界アカホヤ噴火の例が、阿蘇４火砕流が海域を横断して佐田岬半島に到達した可能性を裏付ける有力な根拠となるとはいえない。

c　また、町田教授は、阿蘇４噴火のような破局的噴火による火砕流の場合、数百m程度の山地や半島は地形的障害にならないとの見解を示し、阿蘇４火砕流が九州山地を乗り越え、阿蘇４火砕流堆積物が人吉盆地に堆積した事例を挙げる（証人町田洋（１３、１４頁））。

しかし、産業技術総合研究所による阿蘇４火砕流堆積物の分布図の説明（令和５年）は、阿蘇４火砕流堆積物中の軽石の長軸の卓越方向は、おおむねカルデラから放射方向を示す傾向がみられるものの、各地点の局所的な谷の方向を示す地点が多いと分析されており（乙Ｄ３９－２）、これは、阿蘇４火砕流の流れが地形的影響を受けることを示唆するものであるということができ、町田教授も、これを肯定する供述をしている（証人町田洋（５０、５１頁））。

したがって、阿蘇４火砕流が大野山地や佐賀関半島といった地形的障害があったことを評価の前提とすることは不合理ではないものと認められる。

d　さらに、町田教授は、本件発電所の敷地周辺で厚さ７５～１００ｃｍ、１００～１２５ｃｍの阿蘇４テフラが発見されており、これが火砕流堆積物であるかどうかは分からないものの、阿蘇４火砕流そのものが重大な影響を与えたとの見解を示している（証人町田洋（２８～３１頁））。

しかし、町田教授は、厚さ最大１２５ｃｍの阿蘇４テフラが発見されたことを示す証拠として、ノート（甲９２５（３２、３３頁））の存在を指摘するものの、このノートにある「－７５～１００ｃｍ」、「－１００～１２５ｃｍ」の記載は、地層としてのテフラの厚さを示すものではなく、地表からの深度を示すものである（乙Ｄ３６０）から、これらがテフラの厚さを示すものであることを根拠として、阿蘇４火砕流そのものが本件発電所の敷地周辺に重大な影響を与えたと認

めることはできない。

e　その他の町田教授が阿蘇４火砕流の本件発電所の敷地への到達の根拠として指摘する点を検討しても、阿蘇４火砕流が到達しなかったとの認定を左右するものではない。

以上によれば、阿蘇４火砕流が到達した可能性は否定されるから、阿蘇を対象とするモニタリングをしていないことが、令和元年火山ガイドに反するものではない。

(4)　被告による影響評価の合理性

ア　認定事実

前提事実、後掲証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

(ア)　九重第一軽石噴火の概要

九重第一軽石噴火は、本件発電所の南西約１０８ｋｍの距離に位置する九重山で発生したＶＥＩ５規模の噴火である。なお、阿蘇は、本件発電所の南西約１３０ｋｍの距離に位置しており、阿蘇草千里ヶ浜噴火は、ＶＥＩ５規模の噴火である。

（前記(3)ア(ア)ｂ、甲４９２、乙Ｄ２５４、２５５、２６３）

(イ)　九重第一軽石噴火の降灰

a　熊原・長岡（２００２）は、九重山から概ね東約１４０ｋｍの距離に位置する宿毛市において、九重第一軽石噴火による降下火砕物の堆積物であると考えられる層厚２０ｃｍのテフラ（宿毛市小川。Ｌｏｃ．１。宿毛市テフラ）と層厚４０ｃｍのテフラ（同市神有。Ｌｏｃ．２）を確認したが、前者については、火山灰層中には非火山性の細粒砂が混入していること、後者については、四万十帯起源の砂粒が混入しており、水流によって二次的に形成された可能性が高いことを指摘している。なお、火山ガラスは風化して消滅しているとの指摘もされてい

る。　　（甲５７６、乙Ｄ２６０）

b　辻ほか（２０１７）は、九重第一軽石噴火による宿毛市における降下火砕物の層厚１０ｃｍ程度と評価している。　　（乙Ｄ２５５）

c　辻ほか（２０１９）は、多数の露頭を調査して得られたデータを踏まえると、九重第一軽石噴火の噴出量は２．７４～４．３９ｋｍ$^3$と推定されるとしている。　　（乙Ｄ２６３）

(ｳ) 宇和盆地の火山灰データ

宇和盆地は、九州起源の火山灰が高精度に記録されている場所であり、九州の火山噴火史を知る上で重要な地域であるとされており、宇和盆地で深度１２０ｍまで掘削されたボーリング調査のデータによれば、約７０万年間にわたる堆積物が連続的に存在することが明らかとなっており、同データによれば、阿蘇４噴火の降灰層厚は３１ｃｍであるとされている。　　（乙Ｄ１８２、１８３、２１９、３１７）

イ　最大層厚の評価の合理性

(ｱ) 想定すべき噴火規模

令和元年火山ガイドは、敷地及び敷地周辺で確認された降下火砕物の噴出源である火山事象が同定でき、これと同様の火山事象が原子力発電所の運用期間中に発生する可能性が十分に小さい場合は考慮対象から除外するとしている（前提事実１０(1)エ(ｳ)・73頁）。

そして、被告は、噴出源となる火山について、５つの火山を想定しているところ、そのうち、阿蘇については、巨大噴火に当たる阿蘇４噴火ではなく、同噴火より後の最大規模の噴火である阿蘇草千里ヶ浜噴火を想定し、その余の火山については、いずれも巨大噴火直前の状態ではないため、運用期間中に同規模の噴火が発生する可能性は十分低く、これらの降下火砕物が本件発電所の敷地に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価している（前提事実１０(2)イ(ｲ)・80頁）。

以上の被告の評価のうち、阿蘇について、巨大噴火の可能性が十分小さいと評価することが合理的であることは、前記(3)イ(オ)のとおりである。また、阿蘇以外の九州のカルデラ火山についても、巨大噴火が差し迫った状態ではないと評価でき、運用期間中における巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠も得られていない（甲４９３、乙Ｄ１６８、１６９、２２４）から、巨大噴火の可能性が十分小さいと評価できる。

したがって、被告が噴火規模を検討する対象火山のうち、阿蘇について同草千里ヶ浜噴火を想定したことは、令和元年火山ガイドに沿った合理的なものであると認められる。

(イ) 降下火砕物の最大層厚の評価

被告は、九重第一軽石噴火については宿毛市で火山灰の堆積物が確認されているものの、阿蘇草千里ヶ浜噴火については四国における報告は見られないこと、阿蘇よりも九重山の方が本件発電所の敷地に近いこと等から、九重第一軽石噴火を考慮することとし、長岡・奥野（２０１４）を参照して噴出量を既存の知見より大きい６．２ｋｍ$^3$と想定してＴｅｐｈｒａ２によるシミュレーションをしたところ、ジェット気流がほぼ真西で安定する季節は本件発電所の敷地における降下厚さが０～数ｃｍと評価され、風向きによっては最大１４ｃｍと評価されたことを踏まえ、降下火砕物の層厚を１５ｃｍと想定している（前提事実１０(2)イ(イ)ａ・80頁、弁論の全趣旨）。

以下では、原告らの主張を踏まえ、被告による上記の層厚についての想定の合理性について検討する。

ａ　噴出量の想定

原告らは、不定性が大きい火山噴出物の体積について、それが確実なものであるかのように考えてシミュレーションをし、その結果から

最大層厚を決めることは、不定性に対する保守的評価として不十分であり、不当であると主張し、巽教授及び町田教授は、各意見書（甲９１５、９４８）において、これに沿う見解を示している。

しかし、被告は、長岡・奥野（２０１４）を参照して九重第一軽石噴火の噴出量を６．２ｋｍ$^3$と想定しており、これは、須藤ほか（２００７）の噴出量２．０３ｋｍ$^3$（甲６１９、乙Ｄ３１２）や、多数の露頭を調査して得られたデータを踏まえた知見である辻ほか（２０１９）による噴出量２．７４～４．３９ｋｍ$^3$（前記ア(イ)ｃ）と比較すれば、十分に保守的なものであると評価できる。また、長岡・奥野（２０１４）による噴火の噴出量は、上記噴火のテフラが高知県南西部まで達していることを報告する熊原・長岡（２００２）の内容も踏まえた上で想定されたものである（甲４９２）から、宿毛市テフラが確認されたこと（前記ア(イ)ａ）を無視して過小に噴出量が想定されたものではない。

さらに、町田教授は、九重第一軽石噴火のテフラが若狭湾や北陸で確認され、これにより噴出量の想定は大きくなると述べつつ、他方で、その想定に大きな影響はないとも述べていること（証人町田洋（３９～４１頁））からすれば、同噴火のテフラが若狭湾等で確認がされたことが、その噴出量をより多く想定すべき根拠になるともいえない。なお、九重第一軽石噴火の規模について、ＶＥＩ５～６であるとする文献（甲６１６）は、その発表年は２００３年であり、より新しい知見である辻（２０１９）における上記の噴出量の想定を否定するのに十分なものとはいえない。

以上からすれば、被告がＶＥＩ６の噴火規模を想定しなかったことが不合理であるとはいえない。

ｂ　最大層厚の想定

(a) 原告らは、熊原・長岡（２００２）で九重第一軽石噴火による降灰があった（宿毛市テフラ）と報告された高知県宿毛市は、九重山から約１４０ｋｍ東に位置するが、本件発電所の敷地方向を風下とした場合、約１０８ｋｍしか離れていない本件発電所の敷地に宿毛市を上回る降灰があったことは十分にあり得るから、降下火砕物の最大層厚は、少なくとも２０ｃｍを想定すべきであると主張する。

しかし、上記論文では、宿毛市テフラには非火山性の細粒砂が混入していることも指摘されている（前記ア(イ)ａ）から、これは純粋な火山灰層であるとはいえない。また、上記論文では火山ガラスは風化して消滅していると指摘されているが、上記のとおり宿毛市テフラは純粋な火山灰層であるとはいえないことからすれば、浸食や風化等を考慮して２０ｃｍ以上の降灰を想定しないことが不合理であるともいえない。

また、辻ほか（２０１７）は、九重第一軽石噴火による宿毛市における降下火砕物の層厚を１０cm程度と評価している（前記ア(イ)ｂ）。さらに、宿毛市は九重山からみて概ね東に、本件発電所は北東にそれぞれ位置しており（前記ア(ア)(イ)ａ）、本件発電所との位置関係の異なる宿毛市における降下火砕物の堆積物の層厚を本件発電所における最大層厚としてそのまま採用すべきとはいえない。

したがって、原告らの上記主張は採用できない。

(b) 原告らは、九重第一軽石噴火と類似する噴火として、御嶽山（御嶽伊那噴火）等があり、火口から１００ｋｍ遠方において、２０～５０ｃｍ近い降灰が確認されているから、本件においても、３０～５０ｃｍ程度の最大層厚を設定すべきであると主張するとともに、御嶽山等の類似火山のシミュレーションを行い、これを踏まえて最大層厚を決定すべきであると主張する。

原告らの主張は、旧火山ガイドの解説－１６において、降下火砕物の層厚について、敷地内及びその周辺で降下火砕物の堆積が観測されない場合は、①類似する火山の降下火砕物堆積物の情報を基に求める、②降下火砕物の数値シミュレーションを行うことにより求める（その際、類似の火山降下火砕物堆積物等の情報を参考とすることができる。）とされ、被告は、上記②の方法により最大層厚を１５ｃｍと設定しているものの、噴出量は極めて不定性の大きい概念であるから、上記①の方法も併せて検討すべきであり、上記②の方法に関しても、類似火山の情報を参考とすべきことを前提とするものである（令和元年火山ガイドの解説－１９は、旧火山ガイドの解説－１６と同様の内容である。甲４４３、乙Ｅ２１）。

しかし、風の影響を強く受けて各地に堆積する降下火砕物について、距離や噴火規模が同じであるからといって、火山との位置関係や気象条件が本件発電所のそれと異なる地点の層厚を用いることは相当ではないし、類似火山の情報として参考にすべきであるともいえない。

ｃ　以上の検討のほか、被告は、風速、風向及び噴煙柱の高さについてのばらつきを考慮するなどして最大層厚を設定しており（前提事実１０(2)イ(イ)ａ・80頁、甲４９２）、被告による降下火砕物の最大層厚の評価は、合理的なものであると認められる。

ウ　気中降下火砕物濃度の評価

(ｱ) 被告は、原子炉設置変更許可処分の段階での降灰量（層厚）の数値シミュレーション（Ｔｅｐｈｒａ２）との連続性の観点から、３．１の手法を用い、降下火砕物の層厚は、前記のとおり１５ｃｍとし、降灰継続時間については、２４時間（その全量が２４時間のうちに降下してくる。）と仮定し、Ｔｅｐｈｒａ２による粒径分布を用いた上で、各種の

計算をし、気中降下火砕物濃度を３．１ｇ／ｍ$^3$と評価しており（前提事実１４(2)イ・93頁）、これは、令和元年火山ガイドに沿う合理的なものであると認められる。

(イ) 原告らは、①被告は、実際の降灰や他の類似火山の事例よりも大きい粒子の割合が多くなるような粒径分布を用いて気中降下火砕物濃度の計算を行っており、濃度の過小評価につながる、②被告がシミュレーションに用いた粒径分布は、４φ以下の粒子の割合があまりにも小さすぎるため、粒径の小さい降下火砕物を十分に考慮したとはいえないと主張する。

a　上記①について

本件発電所の降下火砕物の影響評価は、九重第一軽石噴火が検討の対象であるところ、同噴火による噴出物の全粒度組成は、上部層の中央粒径－１．５φ、下部層の中央粒径０．５φと推定されるとの知見があり（乙Ｄ２５４）、これは、被告がＴｅｐｈｒａ２のシミュレーションで用いた全粒度組成より粗い粒径である（弁論の全趣旨）。

したがって、被告のシミュレーションにおいて、実現象と比較して不当に過小評価となるような粒径分布が用いられたものとはいえないから、原告らの上記①の主張は採用できない。

b　上記②について

４φより細粒のシルト粒子と粘土粒子は、単独で落下することがほとんどできないとされ（前記(2)イ(ア)）、現に、平成２８年の阿蘇の噴火においても、３２０ｋｍ離れた地点まで降灰があり、４φよりも小さい粒子は、単独でなく、凝集して降下したものとされている（乙Ｄ１５２）。そして、凝集した粒子は大きい終端速度を獲得し、速やかに降下し始めるため、むしろ気中降下火砕物濃度は小さくなる（前記(2)イ）が、被告は、シミュレーションにおいては凝集を考慮してい

ない。

以上の事実によれば、４φより細粒の火砕降下物が増えても、凝集により気中降下火砕物濃度はむしろ小さくなるのであるから、より細粒の降下火砕物を想定しなかったことで上記の濃度が不当に低く評価されたことにはならないというべきであるし、また、被告のシミュレーションで凝集は考慮されておらず、この点でも保守的に評価されたものというべきである。

したがって、原告らの上記②の主張は採用できない。

(ウ) 上記のほか、被告の気中降下火砕物濃度の推定手法に不合理な点は認められない。

エ したがって、被告による気中降下火砕物濃度３．１ｇ／$m^3$の評価に不合理な点は見当たらない。そして、これを前提とした場合に本件原子炉の安全性を損なうおそれがあることを認めるに足りる証拠は見当たらない。

(5) 小括

以上によれば、被告による火山活動による影響評価は、令和元年火山ガイドに適合しており、火山に対する安全性に関する被告の評価に不合理な点はなく、被告による上記の評価が令和元年火山ガイドに適合していることを前提とする原子力規制委員会の判断に不合理な点はないものというべきである。

## ５ 津波に対する安全性（争点５）

### (1) 認定事実

後掲証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

ア 本件再稼働申請における被告による津波に対する安全性の評価

(ア) 既往津波に関する調査

本件発電所の敷地に影響を及ぼしたと考えられる既往津波に関し、文献調査及び津波堆積物に関する調査を行った。調査の結果、本件発電所の敷地周辺において、瀬戸内海地域を震源とする地震による津波につい

ての被害記録は確認できず、津波堆積物の報告事例もないこと、太平洋側の南海トラフ沿いのプレート間地震に伴う津波は、その影響が小さいことを確認した。（乙Ｃ１３１（６－７－１～５頁））

(イ) 津波発生要因の検討（対象津波の選定）と津波評価

前記(ア)の調査結果等を踏まえ、津波発生要因ごとの検討を行い、数値シミュレーション（実際の海底と海岸の地形を再現したモデルを作成し、津波の発生源となる領域に波源モデルを設定した上で、地盤の隆起・沈降（海面の押し上げ・引き下げ）を発生させ、波の伝播計算を行うことにより、敷地における津波の高さ等を得る手法）による評価の対象とする津波（対象津波）の選定を行った。そして、対象津波について、不確かさを考慮した数値シミュレーションを実施し、本件発電所への影響を評価した。

（乙Ｃ１３１（６－７－６～７頁）、弁論の全趣旨）

a　地震に起因する津波の検討

本件発電所に影響を与える可能性がある地震に起因する津波として、海域の活断層に想定される地震に伴う津波及びプレート境界付近に想定される地震に伴う津波について検討した。海洋プレート内地震に伴う津波は、想定される津波の規模及び敷地との位置関係から、プレート境界付近に想定される地震に伴う津波と比較して影響が小さいため、個別の検討は必要ないと判断した。

（乙Ｃ１３１（６－７－７～１６頁））

(a)　海域の活断層による地震に伴う津波の検討

本件発電所の敷地に最も近い海域の活断層は、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）であり、横ずれの断層である。横ずれ断層は、地震に伴って大きな津波が生じる可能性は低いが、仮に縦ずれとなるすべり成分を加味して津波を想定した場合には、敷地との

距離から見て敷地前面海域の断層群に想定される地震による津波が本件発電所に影響を及ぼす可能性が高いため、海域の活断層については、敷地前面海域の断層群の地震による津波を対象津波として選定した。

そして、敷地前面海域の断層群（長さ約５４ｋｍ）は、中央構造線断層帯を構成する活断層であることから、地震動評価と同様に、中央構造線断層帯及び別府－万年山断層帯の連動を最大限考慮する（長さ約４８０ｋｍ）こととした上、津波評価に影響する海域の中央構造線断層帯として最大限の連動、すなわち、伊予灘から別府湾にかけての海域を横断する伊予セグメント、敷地前面海域の断層群及び別府－万年山断層帯の３区間（全長約１３０ｋｍ）での連動を考慮した。

数値シミュレーションの実施にあたっては、不確かさを考慮し、断層傾斜角、すべり角及びすべり量等の計算に必要なデータをそれぞれ複数設定し、様々な組み合わせを検討した。その結果、水位上昇は、最大でＴ．Ｐ．＋７．５６ｍ（５．９４ｍ＋朔望平均満潮位１．６２ｍ）（評価地点：本件原子炉敷地前面）であり、水位下降は、Ｔ．Ｐ．－４．０８ｍ（－２．３９ｍ－朔望平均干潮位１．６９ｍ）（評価地点：本件原子炉海水取水口）であった。

（乙Ｃ１３１（６－７－１２～１５、６－７－３８～４０頁）、Ｄ５５、弁論の全趣旨）

(b) プレート境界で想定される地震に伴う津波の検討

南海トラフ沿いのプレート境界で想定される地震による津波のうち、地震規模が最も大きく、本件発電所の敷地に対して影響が大きい内閣府検討会の南海トラフの巨大地震（Ｍｗ９．０）に伴う津波を対象津波として選定するとともに、南海トラフから南西諸島まで

の領域を対象とした津波についても対象津波として選定し、それぞれ数値シミュレーションをした結果、敷地前面海域の断層群による地震に伴う津波（前記(a)）及び陸上での地すべりに伴う津波（後記ｂ）に比べ、影響が小さいことを確認した。

（乙Ｃ１３１（６－７－７～１２、６－７－３５頁））

ｂ　地すべりに伴う津波の検討

本件発電所の敷地周辺には、三波川帯の塩基性片岩が広く分布し、地すべりの痕跡が点在しているものの、一般に古いものであり、必ずしも現在滑動しているものではない。地震に伴う地すべりについては、文献調査等の結果、敷地周辺において地震に伴う地すべりが発生して敷地に影響を与えるような津波を生じる可能性は極めて低いと評価し、降雨に伴う地すべりについては、三波川変成岩類分布域において古い地すべり地が部分的に降雨地すべりを発生した事例の報告が多いものの、本件発電所の敷地周辺の地すべり地の多くは、地形の開析状況等から形成時期が非常に古く、長年にわたって安定していること、敷地周辺での深層崩壊の報告事例も認められないこと等から、大規模な降雨地すべりが発生して敷地に影響を与えるような津波を生じる可能性は低いと評価したが、念のため、沿岸部の自然斜面で地すべりが発生して岩屑流（地すべり土塊）が海面に突入することで生じる津波の影響を検討した。

検討の対象とする地すべり地点の選定にあたっては、防災科学技術研究所の地すべり地形分布図、空中写真を用いた地形判読によって地すべり地形を抽出し、地表踏査等によって地すべりの認定、地すべり範囲の確認を行い、認定した地すべり地について、その規模及び敷地までの距離等を勘案し、計５地点の地すべりに伴う津波を対象津波として選定した。

数値シミュレーションの結果、水位上昇は、最大でＴ．Ｐ．＋６．３５ｍ（４．７３ｍ＋朔望平均満潮位１．６２ｍ）（評価地点：本件原子炉敷地前面）であり、水位下降は、最大でＴ．Ｐ．－３．３６ｍ（－１．６７ｍ－朔望平均干潮位１．６９ｍ）（評価地点：本件原子炉海水取水口）であった。

（乙Ｃ１３１（６－７－１９～２３、６－７－４３頁）、Ｄ５５）

ｃ　火山現象に伴う津波の検討

敷地前面海域である伊予灘沿岸西方の別府湾沿岸には、本件発電所の運用期間中の活動可能性を考慮すべき火山として、鶴見岳が分布する。鶴見岳（伽藍岳を含む。）は、活火山であるとともに山体規模が突出して大きいため、その山体崩壊に伴う津波について検討することとした。山体が大きく別府湾への崩壊物の流入量も大きい鶴見岳東麓の崩壊を想定した上で、既往最大規模に相当する山体崩壊（０．０２ｋｍ$^3$）及び山頂を含む大規模な崩壊を仮想した山体崩壊（０．５４ｋｍ$^3$）の各ケースについて数値シミュレーションをした結果、敷地前面海域の断層群による地震に伴う津波及び陸上での地すべりに伴う津波に比べ、影響が小さいことを確認した。

（乙Ｃ１３１（６－７－１６～１９、６－７－４２頁））

(ｳ) 重畳津波の検討

前記(ｲ)の津波発生要因は、重畳して発生する可能性が低いため、基本的には、これらの組み合わせを考慮する必要はない。

しかし、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の地震により、前記(ｲ)ｂで評価対象とした地すべりよりも小規模な地すべり又は斜面崩壊が発生する可能性を否定できないことから、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）による地震に伴う津波（前記(ｲ)ａ(a)）と、地すべりに伴う津波（前記(ｲ)ｂ。地震に伴う小規模な地すべり又は斜面崩

壊は、これに含まれる。）をあえて重畳させ、数値シミュレーションによる評価を行った。

数値シミュレーションの実施にあたっては、地震発生後、地すべりが発生するタイミングを調整するなどして不確かさを考慮し、十分に安全側の結果が得られるよう複数の検討ケースで評価を行った。その結果、水位上昇は、最大でT．P．＋８．１２m（６．５０m＋朔望平均満潮位１．６２m）（評価地点：本件原子炉敷地前面）であり、水位下降は、最大でT．P．－４．６０m（－２．９１m－朔望平均干潮位１．６９m）（評価地点：本件原子炉海水取水口）であった。

（乙C１３１（６－７－２３～２５、６－７－４５頁））

(エ) 基準津波の策定

以上の各数値シミュレーションによる評価を踏まえ、上記(ウ)の重畳津波を基準津波の一つとして策定した。

（乙C１３１（６－７－２５～２７、６－７－４９頁））

(オ) 基準津波による影響の評価

a　津波による水位上昇に対する安全性

本件発電所の安全上重要な設備を内包する建屋を設置する敷地の高さはT．P．＋１０mである一方、基準津波による最高水位は朔望平均満潮位を考慮してもT．P．＋８．１２mである。敷地の高さは、地殻変動による沈降量（約０．３～０．４m）及び高潮等のさらなる潮位の不確かさ（約０．５m）を考慮しても、基準津波による最高水位を上回っていることから、津波による遡上波が地上部から敷地に到達及び流入することはない。

また、取水路や放水路等の経路について、海水ポンプエリアの床面の高さがT．P．＋３．０mであり、海水ピットポンプ室における基準津波による津波高さが最大T．P．＋４．９m（地殻変動及び潮位

のばらつきを考慮したもの）となるため、流入の可能性のある経路として海水ピットを特定し、この流入経路から敷地に遡上波が流入することのないよう水密ハッチ、床ドレンライン逆止弁及び水密扉等を設置して、必要な浸水対策を講じており、津波による遡上波が海水ピットの流入経路から敷地に流入することもない。そして、浸水した場合の水位は、保守的に評価してもＴ．Ｐ．＋３．１４ｍであり、海水ポンプが機能喪失となる浸水高さがＴ．Ｐ．＋４．３９ｍであるから、海水ポンプの機能は停止しない。

なお、被告は、福島第一原発事故を踏まえ、安全上重要な機器を内包する建屋及び区画（原子炉格納容器、原子炉建屋、原子炉補助建屋、海水ポンプエリア等）を浸水防護重点化範囲として設定し、同範囲への浸水の可能性のある経路及び浸入口を特定し、水密扉や貫通部止水処置等の浸水対策をＴ．Ｐ．＋１４．２ｍまで講じている。

（乙Ｃ１３１（６－７－２７、６－７－２８、６－７－４９、８－１－２１９～２２４、８－１－２２６、８－１－２２７頁）、Ｄ５５、弁論の全趣旨）

b　津波による水位低下に対する安全性

海水の取水が維持できることについては、海水ポンプの吸込口が位置する海水ピットポンプ室の水位で判断する。海水ピット内には、堰内外の水圧差で作動する開閉式のゲート（フラップゲート）を有する海水ピット堰が設置され、これにより、海水ピットポンプ室の水位低下の最も厳しいケースは、朔望平均干潮位を考慮してもＴ．Ｐ．－３．２６ｍとなり、地殻変動による隆起量（０．３４ｍ）及び更なる潮位の不確かさ（０．２２ｍ）を考慮した場合でも、海水ポンプの取水機能を保持するために必要な最低水位Ｔ．Ｐ．－４．１０ｍを上回っているから、海水ポンプの取水機能を維持することができる。

（乙Ｃ１３１（６－７－２７、６－７－２８、６－７－４９頁）、Ｄ５５、弁論の全趣旨）

イ　原子力規制委員会は、本件原子炉に対する津波による損傷の防止について、新規制基準に適合すると判断した。（乙Ｃ１０３）

(2)　新規制基準の合理性

新規制基準は、基準津波の策定に当たり、津波の発生要因として、地震のほか、地すべり、斜面崩壊その他の地震以外の要因及びこれらの組合せによるものを複数選定し、不確かさを考慮して策定することを求め、基準津波による遡上津波が地質学的証拠及び歴史記録等から推定される津波高及び浸水域を上回っていることを要求している（前提事実１１(2)アイ・84頁）。また、津波対策については、耐震重要度分類のＳクラスに属する施設について、基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置することを求め、取水路や放水路等の経路から津波が流入する可能性を検討することやその対策を施すこと、耐震重要度分類のＳクラスに属する設備を内包する建屋及び区画について浸水範囲及び浸水量を保守的に想定した上で浸水対策を施すこと、水位変動による取水性低下による重要な安全機能への影響を防止することを求めるなど（前提事実１１(2)ウ・86頁）、敷地内に津波が流入した場合でも安全機能が維持されることを求める規制となっている。

したがって、津波に対する安全性に関する新規制基準の内容に不合理な点はないというべきである。

(3)　被告による津波想定及び津波対策の合理性

ア　津波想定の合理性

(ｱ)　被告は、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）が横ずれ断層であり、地震に伴って大きな津波が生じる可能性は低いとしながらも、仮に縦ずれとなるすべり成分を加味して津波を想定した場合、本件発電所の敷地との距離からして本件発電所に影響を及ぼす可能性が高いとし

て、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）の地震による津波を選定し、その規模についても、中央構造線断層帯及び別府－万年山断層帯の連動を最大限考慮することを前提に、津波の波源になり得ない陸域を除いた海域の中央構造線断層帯として最大限の連動（伊予灘から別府湾にかけての海域を横断する伊予セグメント、敷地前面海域の断層群、別府－万年山断層帯の３区間の全長約１３０ｋｍ）を考慮した地震による津波を想定し、その上で、これと地すべりに伴う津波をあえて重畳させたケースを想定し、地すべりが発生するタイミングを調整するなどの不確かさを考慮して複数のケースを検討するなどしており（前記(1)ア(イ)(ウ)(エ)）、十分に保守的な津波想定であるといえるから、被告の津波想定には合理性がある。

(イ) 原告らは、１５９６年（慶長元年）の豊予地震の際、本件発電所の敷地における津波の高さは６～１０ｍであったと考えられるから、本件発電所では、少なくとも高さ１０ｍの津波を想定すべきであると主張し、これに沿う意見書（甲１００）を提出する。

しかし、上記の意見書でも、本件発電所敷地周辺の地域において津波の被害があったことを示す記録や痕跡が見つかったとの記載はないし、被告による文献調査及び津波堆積物に関する調査においても、本件発電所の敷地周辺において瀬戸内海地域を震源とする地震による津波についての被害記録は確認されていない（前記(1)ア(ア)）。また、同意見書は、上記地震による別府湾周辺の津波の被害の記録から別府湾周辺の津波高さを推定した津波高分布図や本件発電所が中央構造線断層帯に近接していることから、本件発電所の敷地における津波高さを推定したものであるが、別府－万年山断層帯は正断層であり、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）が横ずれ断層であること（前記３(3)ア(ア)ｅ(a)・271頁、同(c)・271頁、同(f)・275頁）、海域の活断層の活動に伴う津波

は、活断層の上下成分の変位量が大きいほど津波も大きくなるため、上下方向のずれが大きい正断層である場合と上下方向のずれが小さい横ずれ断層である場合とでは、その活動に伴う津波の大きさが異なってくると考えられること（弁論の全趣旨）からすれば、同意見書における津波高さの推定は合理的なものであるとはいえない。したがって、同意見書を根拠として高さ１０ｍの津波を想定すべきであるという原告らの主張は採用できない。

(ｳ) 原告らは、中央構造線断層帯が横ずれ断層であるとしても、上下成分を含む逆断層であり、被告も、南傾斜８０°を想定しているから、５ｋｍの至近距離にある中央構造線断層帯が津波源となる少なくとも高さ１０ｍ以上の津波を想定すべきであると主張する。

しかし、敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）が南傾斜の逆断層である可能性があるものと評価する根拠に乏しいことは、前記３(3)ア(ｲ)ｃ（279頁）のとおりである。また、被告は、基準津波の策定に当たり、断層傾斜角は９０°を基本とし、不確かさとして±１０°を考慮するとともに、さらに±５°変化させるなどして敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）による地震に伴う津波の評価をし（乙Ｃ１３１（６－７－１５頁））、これと地すべりに伴う津波を重畳させて評価した結果、水位上昇は最大でＴ．Ｐ．＋８．１２ｍ（６．５０ｍ＋朔望平均満潮位１．６２ｍ）（評価地点：本件原子炉敷地前面）であると評価している（前記(1)ア(ｳ)）から、南傾斜８０°を想定した津波評価がされているといえる。

(ｴ) 原告らは、①数値シミュレーションの精度次第で津波が敷地を超える可能性が十分考えられる、②朔望平均満潮位及び朔望平均干潮位を考慮した最高及び最低の水位は平均水位にすぎず、最大値を取ったものではないと主張する。

a　上記①について

被告は、津波発生要因ごとの検討をするに当たって、各種の不確かさを考慮し、あえて敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）による地震に伴う津波と地すべりに伴う津波を重畳させるなどして基準津波を策定している（前記(1)ア(イ)(ウ)）ことも考慮すれば、被告の津波評価は十分に保守的なものであるから、被告の数値シミュレーションを用いた津波想定の精度や不確かさの考慮に具体的な問題があるとは認められず、その想定の結果が不合理なものであるとは認められない。

b　上記②について

被告は、単に朔望平均満潮位又は朔望平均干潮位を考慮するだけではなく、地殻変動による沈降量又は隆起量や潮位の不確かさ（水位上昇については高潮による潮位の不確かさを含む）を考慮している（前記(1)ア(オ)）ことからすれば、被告による津波評価の合理性が否定されるものではない。

イ　津波対策の合理性

(ア)　被告は、津波による水位上昇に対し、地殻変動による沈降量や高潮等のさらなる潮位の不確かさを考慮しても、津波による遡上波が地上部から敷地に到達及び流入することはないと評価し、取水路や放水路等からの海水流入につき、海水ピットから敷地に遡上波が流入することのないよう水密ハッチ等を設置する浸水防止策を講じ、また、浸水した場合の水位を保守的に評価したとしても、海水ポンプが機能喪失する浸水高さを超えないから、海水ポンプの機能は停止しないと評価している（前記(1)ア(オ)a）。このように、被告は、不確かさを考慮した津波による遡上波の影響評価をするとともに、万が一取水路等から流入した場合の浸水対策を施しており、その津波対策は合理的なものであると認められる。

また、被告は、津波による水位低下に対し、海水ピット内に海水ピット堰を設置し、これによる海水ピットポンプ室の水位低下について、地殻変動による隆起量及び更なる潮位の不確かさを考慮して評価した結果、海水ポンプの取水機能を保持するために必要な最低水位を上回っているとしており（前記(1)ア(オ)ｂ）、この点も不確かさを考慮した合理的な評価がされているといえる。

(イ) 原告らは、本件原子炉では、６～１０ｍの高さの津波によって海水ポンプが冠水し、その機能を喪失し、また、海水取水可能水位を超える水位低下が生じるおそれがあると主張するが、高さ１０ｍの津波が想定されるといえないことは前記ア(イ)(ウ)のとおりであるし、被告が策定した基準津波による水位変動に対し、不確かさを考慮した津波対策がされていることは前記(ア)のとおりであり、原告らの主張によっても、被告の想定及び対策が不合理であることの具体的な根拠は明らかでない。

(ウ) 原告らは、被告も海水ピットから津波が流入し、浸水等が生じることを想定しているにもかかわらず、排水設備が設置されておらず、このような排水設備によって海水ポンプが冠水して機能を失う事態を防ぐことができるわけでもないと主張する。

しかし、被告は、海水ポンプエリアの浸水の高さは、保守的に評価しても海水ポンプの機能が喪失する浸水の高さを超えないため、海水ポンプの機能は停止しないと評価しており（前記(1)ア(オ)ａ）、その評価に不合理な点は見当たらない。したがって、津波による冠水等があったとしても、海水ポンプの機能喪失に至る水位にはならないのであるから、冠水にも対応できる排水設備が設置されなければならないとはいえない。

(エ) 原告らは、被告が、津波による水位低下時に海水ポンプの取水可能水位を下回るため、海水ポンプエリアに海水ピット堰を設けるとしている

が、開閉式のフラップゲートは、地震のほか、津波が運んでくる大量の砂、石及び瓦礫等によって機能不全となる危険があると主張する。

しかし、フラップゲートを含む海水ピット堰は、津波防護施設として耐震重要度分類のＳクラスに分類され（前記３(10)ウ(イ)・346頁）、基準地震動Ｓｓに対する耐震安全性が確保されている（乙Ｃ１０７）。また、被告は、基準津波に伴う砂の堆積に関し、基準津波による砂移動に係る評価の結果、海水取水口付近の砂の堆積はほとんどないため、海水取水口は閉塞しないと評価しており、また、船舶を含めた漂流物に関しては、評価の結果、大部分は西側護岸又は北側護岸で止まるため、通水性に影響はなく、仮に、一部が海水取水口に向かったとしても、海水取水口上部にとどまり、海面から十分深い位置にある海水取水口呑口に到達することはないと評価しており（乙Ｃ１０３、Ｄ５５）、その評価に不合理な点は見当たらない。

したがって、原告らの上記主張は採用できない。

(オ) 原告らは、海水ピット堰や海水ポンプを支える海水ピット本体の耐震重要度分類がＣクラスであり、基準地震動に至らない地震によって容易に損傷してしまうと主張するが、海水ピット堰のある海水ピットスクリーン室及び海水ポンプのある海水ピットポンプ室について、いずれも基準地震動に対する耐震安全性が確保されている（前記３(10)ウ(イ)・346頁）。

ウ なお、原告らは、令和６年１月１日に発生した能登半島地震は逆断層型の地震であったため、陸地が隆起したなどと指摘し、本件発電所においても、敷地前面海域の断層群による地震に伴う津波や陸地の隆起により、海水ポンプが機能を喪失する危険があると主張するが、本件発電所の敷地前面海域が逆断層型であることを前提とする点において採用できない（前記ア(ウ)参照）。

エ　上記のほか、被告による津波想定及びその対策に不合理な点があるとは認められない。

(4)　小括

したがって、本件原子炉に対する津波による損傷の防止について不合理な点はなく、これを是認した原子力規制委員会の調査審議及び判断に不合理な点はない。

6　地すべり、深層崩壊に対する安全性（争点６）

(1)　認定事実

前提事実、後掲証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

ア　被告による地盤及び周辺斜面の安定性の評価

(ア)　本件発電所の敷地周辺の地質環境

本件発電所の敷地周辺の地質を把握するため、陸域において既往文献調査、地形調査、地表地質調査及び地球物理学的調査等を実施し、海域において既往文献調査、海底地形調査、海上音波探査及び地球物理学的調査等を実施した。調査の結果、本件発電所の敷地は、三波川帯に属し、三波川変成岩類が分布しており、本件発電所の敷地周辺に分布する三波川変成岩類は、地下深部で変成を受け、地表に上昇し、古い時代に上昇を終えた後は、大きな構造運動も受けていないことから、本件発電所の敷地周辺の陸域は長期間にわたって地質的に安定していると評価した。

（乙Ｃ１０３、１３１（６－３－１～７、６－３－８～１９、６－３－６８、６－３－６９、６－３－７６頁）、弁論の全趣旨）

(イ)　本件発電所の敷地の地質等

本件発電所の敷地内において、地表地質調査、地表弾性波探査、ボーリング調査、試掘坑調査、掘削面観察、深部ボーリング調査及び地下水

位調査等を実施し、本件原子炉の設置位置付近において、ボーリング調査、試掘坑調査、岩石試験、平板載荷試験（岩盤の荷重に対する支持力を測定する試験）等の岩盤試験、断層物性試験及び土質試験等を実施した。調査の結果、本件発電所の敷地内に小規模な破砕帯が認められたものの、地下深部へ連続するものではなく、破砕幅のほとんどが１０ｃｍ未満で、大部分が古い時代に地下深部で固結したものであり、顕著な破砕は認められず、片理の引きずり（流動的な変形）等の地下深部の温度・圧力下での破壊様式が認められ、古い時代に地下深部で変位を受けて以降は大きな変位を受けておらず、安定していると評価した。本件発電所の敷地内で認められた比較的破砕幅が大きく連続性がある断層についても、地下深部へ連続するものではなく、また、古い時代に地下深部で形成されたものであり、将来活動する可能性のある断層ではないと評価した。また、本件発電所の敷地の地盤は、三波川変成岩類のうち主に塩基性片岩からなり、片理の発達があるものの、一般に剥離性が弱く、塊状かつ堅硬であることを確認した。

本件発電所の敷地は、**火山フロント**（火山が帯状に分布する領域（火山帯）の中で最も海溝側にある火山を結んだ線。乙Ｄ１４２）から大きく外れ、第四紀火山との間に離隔があることを確認した。

以上から、本件発電所の敷地の地盤は安定しており、大規模な変位（地盤のずれ）等が生じるおそれはないと評価した。

（乙Ｃ１３１（６－３－７３～７６、６－３－７８、６－３－８２、６－３－８４～９３、６－３－９９頁）、Ｄ１３、１４、弁論の全趣旨）

(ｳ) 本件原子炉等の基礎地盤

ａ　本件原子炉の設置位置付近において、上記(ｲ)の各調査を実施した結果、本件発電所の敷地の基礎地盤は、Ｓ波速度として２６００ｍ／ｓを有する非常に堅硬な塩基性片岩で構成されていると評価した。

（乙Ｃ１３１（６－３－８４～９４、６－３－１０３、６－３－１０４頁））

b　平板載荷試験等の岩盤試験等の結果から、以下のとおり、本件発電所の敷地の基礎地盤は、本件原子炉の施設を支持するのに十分な地耐力（**支持力**（岩盤破壊時における最大荷重をいい、岩盤の強度を示す。）、**すべり安全性**（**せん断抵抗力**。岩盤上に設置された構造物は、地震時の揺れによって岩盤との接触面で岩盤を破壊して横方向にすべり出そうとするが、構造物を支える岩盤は、岩盤自身の持つ強度によってこれに抵抗しようとする。この抵抗力をせん断抵抗力という。）及び沈下・傾斜に対する安全性（変形に対する抵抗力））を有しており、岩盤破壊及び不等沈下により本件発電所の安全性が損なわれるおそれはないと評価した。

(a)　評価方法

本件原子炉の基礎地盤を構成する岩盤について解析用物性値を設定し、評価対象とする断面を選定して解析モデルを作成した上で、基準地震動Ｓｓを用いた解析を行うことにより、本件原子炉の基礎地盤の安定性を評価した。

解析用物性値を設定するに当たり、電中研方式の分類法を参考とし、地質調査結果に基づき、堅い岩盤から順にＣＨ級、ＣＭ級、ＣＬ級及びＤ級の４段階の岩盤分類を行った。その上で、同一の岩盤分類においても、風化の程度、割れ目の状態等によって強度特性等に幅があることを考慮し、解析用岩盤分類として、Ⅰ級①～③（ＣＨ級）、Ⅱ級（ＣＭ級）及びⅢ級（ＣＬ級、Ｄ級、表土等。評価対象の地盤に応じてより詳細にⅢ級①、Ⅲ級②を設定）に分類した。そして、それらの解析用岩盤分類に応じて、強度特性のばらつきを安全側に考慮した上で解析用物性値を設定した。

地形、地質及び敷地内断層の性状を考慮し、①本件原子炉の原子炉建屋に対する評価対象断面として、炉心で直交する２断面（Ｘ－Ｘ’断面、Ｙ－Ｙ’断面）、②緊急時対策所に対する評価対象断面として、緊急時対策所を通り直交する２断面（Ａ－Ａ’断面、Ｂ－Ｂ’断面）及び斜面に正対する１断面（Ｃ－Ｃ’断面）、③重油タンクに対する評価対象断面として、重油タンクを通り直交する２断面（Ｄ－Ｄ’断面、Ｅ－Ｅ’断面）を選定した。本件原子炉の原子炉建屋、緊急時対策所及び重油タンクを除く耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設については、本件原子炉の原子炉建屋、緊急時対策所及び重油タンクのいずれかと同等の標高、岩種及び岩級の地盤に支持されていること等から、本件原子炉の原子炉建屋、緊急時対策所及び重油タンクの基礎地盤の評価で代表させることとした。

解析モデルの作成にあたっては、原子力発電所耐震設計技術指針（ＪＥＡＧ４６０１－２００８）を参考とし、まず、評価対象断面に対して簡便法（円弧すべり面及び複合すべり面を想定し、静的地震力を用いて簡易にすべり安全率を算定する手法）による評価を行い、すべり安全率の数字が最も小さく算定され、最も評価が厳しくなる断面を絞り込み、本件原子炉の原子炉建屋についてはＸ－Ｘ’断面（最少すべり安全率は２．４）を、緊急時対策所についてはＡ－Ａ’断面（同５．６）を、重油タンクについてはＤ－Ｄ’断面（同２．８）を、それぞれ選定した上で、解析用岩盤分類を踏まえて解析モデルを作成し、動的解析をした。

(b) 評価結果

Ⅰ 支持力

平板載荷試験の結果、本件原子炉の施設の基礎地盤を構成する岩盤は、７．８４Ｎ／ｍｍ$^2$（８００トン／ｍ$^2$）程度までの繰

り返し荷重に対しても十分に弾性的な性状であったから、その極限支持力は７．８４Ｎ／ｍｍ²（８００トン／ｍ²）以上であると評価できる。そして、解析の結果、地震時の最大接地圧は、本件原子炉の原子炉建屋基礎底面が２．１５Ｎ／ｍｍ²、緊急時対策所基礎底面が０．２３Ｎ／ｍｍ²、重油タンク基礎底面が０．２４Ｎ／ｍｍ²であるから、本件原子炉の基礎地盤は十分な支持力を有していると評価した。

Ⅱ　すべり安全性（せん断抵抗力）

基準地震動Ｓｓによる地震力が作用した場合でも本件原子炉の基礎地盤が十分なすべり安全性（せん断抵抗力）を有していることを確認するため、本件原子炉の原子炉建屋（Ｘ－Ｘ’断面）、緊急時対策所（Ａ－Ａ’断面）及び重油タンク（Ｄ－Ｄ’断面）の想定すべり面におけるすべり安全率（すべり安全率は、１を上回れば、理論上、安全が確保されることになるが、物性値のばらつきを考慮し、一般的な評価基準値としては１．２が用いられ、原子炉建屋の基礎地盤については、その重要性等から、評価基準値として１．５が用いられる。）を求めることとし、想定すべり面として、構造物基礎底面沿いのすべり面、簡便法により抽出したすべり面、断層沿いのすべり面及び応力状態を考慮したすべり面（局所安全係数（地盤の小部分ごとの安全係数）やモビライズド面（岩盤がせん断破壊しやすい方向）を考慮したすべり面）についてそれぞれ検討した。その結果、基礎地盤におけるすべり安全率の最小値は、本件原子炉の原子炉建屋基礎地盤（Ｘ－Ｘ’断面）で１．８、緊急時対策所基礎地盤（Ａ－Ａ’断面）で２．１、重油タンク基礎地盤（Ｄ－Ｄ’断面）で２．０であり、いずれも評価基準値（１．５）を上回った。また、全体で最もすべり安全

率が小さくなったすべり面（断層（軟質含）沿いのすべり面（モビライズド面を考慮したすべり面）で、すべり安全率は１．８）に対し、地盤物性のばらつき等を考慮した場合でも、すべり安全率は同等の値であった。

以上から、本件原子炉の基礎地盤は、十分なすべり安全性（せん断抵抗力）を有していると評価した。

Ⅲ　沈下・傾斜に対する安全性（変形に対する抵抗力）

本件原子炉の基礎地盤について、平板載荷試験の結果から、７．８４Ｎ／ｍｍ$^2$（８００トン／ｍ$^2$）程度の荷重に対する変形量が１ｍｍ未満であり、沈下に対する十分な安全性を有することを確認した。

本件原子炉の基礎地盤が傾斜に対する十分な安全性を有することを確認するため、本件原子炉の原子炉建屋（Ｘ－Ｘ’断面）、緊急時対策所（Ａ－Ａ’断面）及び重油タンク（Ｄ－Ｄ’断面）の各基礎底面の両端それぞれの鉛直方向の変位の差を基礎底面幅で除して基礎底面の傾斜を求めた。一般建築物の構造的な障害が発生する限界を考慮して設定した評価基準値の目安は１／２０００であるが、解析により求めた各施設基礎底面の地震発生時における最大傾斜は、本件原子炉の原子炉建屋基礎底面１／２９０００、緊急時対策所基礎底面１／５４０００、重油タンク基礎底面１／３５０００であり、評価基準値の目安を下回った。さらに、敷地に比較的近く、規模が大きい中央構造線断層帯及び別府－万年山断層帯の活動に伴う地殻変動による地盤の傾斜を考慮しても、基礎底面の最大傾斜は、本件原子炉の原子炉建屋基礎底面１／１４０００、緊急時対策所基礎底面１／１８０００、重油タンク基礎底面１／１５０００であり、評価基準値の目安を下回った。

以上から、本件原子炉の基礎地盤は、沈下・傾斜に対して十分な安全性（変形に対する抵抗力）を有していると評価した。

（乙Ｃ３（６－３－８５頁）、１３１（６－３－１０４～１０６、６－３－１１２～１１９、６－３－１７８、６－３－１８２、６－３－４１８～４２４頁）、Ｄ５２、５３）

(エ) 本件原子炉の周辺斜面

本件原子炉等の基礎地盤の評価とおおむね同様の手順で解析モデルを作成し、基準地震動Ｓｓを用いた解析を行うことにより、周辺斜面の安定性を評価した。

a　解析用物性値の設定

解析用物性値は、基礎地盤と同様に、風化の程度及び割れ目の状態等を考慮して設定した。

b　評価対象斜面の抽出及び評価対象断面の選定

施設と周辺斜面との離隔距離や崩壊した場合のすべりの向きを考慮し、安定性評価の対象とする斜面として、本件原子炉の原子炉建屋の周辺斜面、空冷式非常用発電装置の周辺斜面及び海水ピットの周辺斜面をそれぞれ抽出した。なお、重油タンクの周辺には東側斜面が存在するが、斜面法尻から十分な離隔距離が確保されているため、斜面崩壊が生じたとしても重油タンクに影響を及ぼさないことから、評価対象斜面ではないと評価した。

各評価対象斜面について、周辺斜面の岩級、勾配、高さ、断層性状等を考慮し、斜面の高さが高い断面、斜面の勾配が急な断面等、最も厳しい評価となると想定される断面を選定し、評価対象断面とした。

c　解析モデルの作成

本件原子炉等の基礎地盤の評価と同様に、評価対象断面に対して簡便法を用いた絞り込みを行い、すべり安全率が最も厳しくなる１断面

（本件原子炉の原子炉建屋及び空冷式非常用発電装置の周辺斜面についてはいずれもＸ－Ｘ’断面、海水ピットの周辺斜面についてはＣ－Ｃ’断面）をそれぞれ選定した上で、解析モデルを作成した。

ｄ　評価結果

基準地震動Ｓｓによる地震力が作用した場合でも本件原子炉の周辺斜面が十分なすべり安全性を有することを確認するため、本件原子炉の原子炉建屋の周辺斜面、空冷式非常用発電装置の周辺斜面（いずれもＸ－Ｘ’断面）及び海水ピットの周辺斜面（Ｃ－Ｃ’断面）の想定すべり面におけるすべり安全率を求めることとし、想定すべり面として、簡便法により抽出したすべり面、断層沿いのすべり面及び応力状態を考慮したすべり面（局所安全係数やモビライズド面を考慮したすべり面）についてそれぞれ検討した。その結果、すべり安全率の最小値は、Ｘ－Ｘ’断面１．３、Ｃ－Ｃ’断面２．３であり、いずれも、評価基準値（１．２）を上回った。また、全体で最もすべり安全率が小さくなるすべり面（要素安全率が低い領域を考慮したすべり面で、すべり安全率は１．３）に対し、地盤物性のばらつき等を考慮した場合でも、すべり安全率は同等の値であった。

ｅ　なお、全体で最も小さなすべり安全率を示したすべり面を含むＸ－Ｘ’断面の斜面（本件原子炉の南側斜面）を含む本件原子炉の原子炉建屋周辺斜面は、斜面表面に保護工（ロックアンカー、ロックボルト、鉄筋コンクリート製の擁壁・格子枠）を施した上で、保守管理を実施しているが、すべり安全率の解析にあたっては、これらの保護工の効果を考慮していない。

（乙Ｃ６５、１３１（６－３－１１９～１２３頁）、Ｄ５２、弁論の全趣旨）

イ　原子力規制委員会は、本件原子炉の地盤及び周辺斜面の安定性が新規制

基準に適合すると判断した。（乙Ｃ１０３）

(2) 新規制基準の合理性

新規制基準は、各種の調査や試験結果等に基づき、適切に地盤をモデル化することを求め、基礎地盤及び周辺斜面の安定性の確保を求めるものである（前提事実１２・86頁）から、地盤に関する新規制基準の内容には不合理な点はないというべきである。

(3) 被告による基礎地盤等の評価の合理性

ア 被告は、各種の調査や試験等を実施した上で本件発電所の敷地の基礎地盤の地耐力や周辺斜面のすべり安全率を評価し、評価に当たっては、評価が最も厳しくなる断面を選定したり、地盤物性のばらつき等を考慮したりするなどし、その結果、地盤及び周辺斜面に係る安定性が確保されていると評価しており、詳細な調査等に基づく保守的な評価がされているといえるから、その評価は合理的なものであると認められる。

イ 以下では、原告らの主張を踏まえ、被告による本件原子炉等の基礎地盤及び周辺斜面の評価の合理性について検討する。

(ｱ) 原告らは、本件発電所の敷地地盤及び周辺斜面は、脆弱な緑色片岩で構成され、本件発電所が立地する三波川破砕帯は、日本における代表的な地すべり地帯であり、本件原子炉の基礎地盤には破砕帯が存在すると主張する。原告提出の鑑定書（松山地方裁判所昭和４８年（行ウ）第５号において鑑定人生越忠が作成した鑑定書。甲１９６）は、これに沿うものである。

しかし、被告は、本件発電所の建設工事に当たり、地盤面の表土や風化した部分はすべて削り取っており（弁論の全趣旨）、既往文献調査等の結果、本件発電所が属する三波川帯には三波川変成岩類が分布し、本件発電所の敷地周辺に分布する三波川変成岩類は、地下深部で変成を受け、地表に上昇し、古い時代に上昇を終えた後は、大きな構造運動も受

けていないことを確認し（前記(1)ア(ア)）、本件発電所の建設時に実施した各種調査を踏まえ、その敷地地盤は、三波川変成岩類のうちの主に塩基性片岩から構成され、片理の発達があるものの、一般に剥離性が弱く、塊状かつ堅硬であること、本件原子炉の炉心付近の地盤が地震基盤に相当する非常に堅硬な岩盤であることを確認し（前記３(7)イ(ア) b・319 頁）、本件深部ボーリング調査の結果、深度約５０m～２０００m まで堅硬かつ緻密な結晶片岩が連続していることを確認している（前記３(7)イ(イ) a (b)・320 頁）。以上によれば、本件発電所が三波川帯に立地しているとしても、そのことによって地すべりの危険性が高いということはできない。

また、被告は、本件発電所の敷地内に破砕帯を確認しているものの、地下深部へ連続するものではなく、破砕幅のほとんどが１０ｃm未満であり、安定していることを確認し、比較的破砕幅が大きなものについても、地下深部へ連続するものではなく、将来活動する可能性のある断層ではないことを確認している（前記(1)ア(イ)）。そして、上記鑑定書は、作成当時の文献等や２回にわたる現地調査を踏まえたものであるが、被告は、それ以降、本件発電所の敷地において、詳細かつ稠密な調査を実施しており（前記３(7)イ(ア)(イ)）、その結果を踏まえて上記のような評価をしているのであって、上記鑑定書をもってその評価が不合理であるとはいえない。

したがって、原告らの上記主張は採用できない。

(イ) 原告らは、本件発電所の東側斜面にみられる大規模な斜面移動体は、過去に大規模な斜面変動が生じたことを示していると主張する。

しかし、被告は、地表踏査を実施し、東側斜面の上部、中腹、末端部及び海岸部において、緩みのない緑色片岩の露頭を確認し、これを踏まえ、大規模な斜面移動による地形であるとは考えがたいと判断しており

（弁論の全趣旨）、その判断に不合理な点は見当たらないから、原告らの上記主張は採用できない。

(ｳ) 原告らは、被告の評価には、①緑色片岩層の脆弱面に関するボーリングコアの解析が不十分であり、②物性の異なる緑色片岩層と泥質片岩層との境界や泥質片岩層中に存在する脆弱層の検討がされていない、③節理周辺の岩相変化等の観察等がされていないといった問題があると主張し、これに沿う意見書（甲３２４）を提出する。

a　上記①について

被告は、すべり安全率の評価に当たり、岩盤の強度の下限を示すと考えられる片理面に沿う方向に載荷した場合の試験結果に基づき、岩盤の強度特性を設定しており、ばらつきを安全側に想定している（乙Ｃ１３１（６－３－１１３、１２０頁）、Ｄ５２）。また、上記意見書（甲３２４）は、本件原子炉の南側斜面の脆弱面を指摘しているが、被告は、南側斜面のＣＭ級岩盤（ＣＨ級岩盤よりも強度が低い）を通過するようなすべり面を想定している（前記(1)ア(ｳ)ｂ(a)、乙Ｄ５２）。

このように、被告は全体的に保守的な想定の下で、地すべりの可能性について評価をしているといえることからすれば、上記①の主張は、被告の評価の合理性を否定するものではない。

b　上記②について

地盤の下部には、物性の異なる緑色片岩層と泥質片岩層との境界に脆弱層があり、泥質片岩層中にも脆弱層があると考えなければならないことを前提として、その検討をすべきであるというものであるが、被告は、本件深部ボーリング調査を実施して採取したコアを観察し、深度約５０～２０００ｍまで堅硬かつ緻密な結晶片岩が連続しており、敷地の地盤を構成する塩基性片岩の下位に三波川変成岩類のうち

主に泥質片岩が分布し、塩基性片岩、珪質片岩、砂質片岩等の薄層が存在することが確認されている（前記３(7)イ(イ) a (b)・320頁）が、上記のような脆弱層の存在は確認されていない。

c　上記③について

被告は、本件原子炉の建設に当たり、ボーリング調査を実施してボーリングコアの性状を詳細に観察し、試掘坑調査を実施して地盤を構成する岩石及びその分布、断層の有無、片理面の走向・傾斜等を直接確認し、掘削面観察を実施して基礎地盤の構成岩種及びその分布、断層の有無、片理面の走向・傾斜等を直接確認するなどし（前記３(7)イ(7) a ）、これらを踏まえ、解析用物性値の設定に当たり、岩盤については、風化の程度や割れ目の状態等を考慮した解析用岩盤分類に分類し（前記(1)ア(ウ) b (a)）、断層については、軟質を含む断層とそうではない断層に分類している（乙Ｄ５２）。

以上のような被告の岩盤の性状に関する検討状況からすれば、被告は、破断面の脆弱性を考慮した検討をしているといえる。

(エ) 原告らは、被告が、東側斜面について、その法尻と重油タンクの離隔距離が十分にあるため詳細な解析の必要がないと評価しているが、地すべり現象のメカニズムは完全には解明されていないから、少なくとも解析モデルを作成して安全性を確認することが不可欠であると主張し、また、２０１１年東北地方太平洋沖地震においても、高さ約５０ｍの山において、移動距離約１２０ｍの地すべりが発生した例が確認されている（甲４３５、弁論の全趣旨）。

しかし、被告が東側斜面法尻と重油タンクとの間は十分な距離が確保されていることから評価対象斜面ではないとしている（前記(1)ア(エ) b ）のは、斜面崩壊土砂の到達距離に関する知見である「原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術」による斜面高さの１．４倍

（５０m未満となる場合は５０m）や「宅地防災マニュアルの解説」による斜面高さの２倍（上限は５０m）に依拠したものであり（乙Ｄ５２）、本件発電所東側斜面の高さは約３０mであり、その法尻から重油タンクまでの距離は約９０mである（乙Ｄ５２）。そうすると、被告は、上記の斜面崩壊に関する各知見や東北地方太平洋沖地震における地すべり事例と比較しても、斜面と上記施設との距離について十分保守的にみて評価対象斜面ではないと判断しているものといえる。

したがって、解析モデルを作成して安全性を確認することが必要であるとはいえず、このような確認をしていない被告の評価が不合理であるとはいえない。

(オ) 上記のほか、被告による地盤及び周辺斜面の安定性の評価に不合理な点があるとは認められない。

(4) 小括

したがって、本件原子炉の地盤及び周辺斜面の安定性が確保されているとの被告の評価に不合理な点はなく、これを是認した原子力規制委員会の調査審議及び判断の過程に不合理な点はないものと認められる。

7 液状化に対する安全性（争点７）

(1) 新規制基準の合理性

新規制基準は、①耐震重要施設は、液状化によってその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならず、②基準地震動に係る地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない（その評価に当たっては、液状化の可能性及び地下水の影響等を考慮する）としており（前提事実１２(2)アウ・87頁）、その定めに不合理な点はない。また、原子力規制委員会は、本件原子炉の地盤及び周辺斜面の安定性が新規制基準に適合すると判断している（前記６(1)イ）。

(2) 認定事実

後掲証拠等及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

ア 地盤の液状化は、飽和（地下水位よりも深い深度にある）した砂質地盤の間隙水圧が上昇し、有効応力が低下して地盤のせん断力が失われ、地盤が液体のように振る舞う現象であり、その要因は、①緩い砂質土層であること、②土層の深度が地下水位よりも深い（飽和）こと、③地震動の強さが大きく、継続時間がある程度長いこと（過去の地震では概ね震度５程度以上で液状化が発生しているとされる。）であるとされている。

液状化が起きると、地上の比重の大きい建物が沈下したり、地下水とともに砂粒子や泥水が地中から地表に吹き出たり、傾斜ないし段差のある地形で泥水状の地盤が水平方向に移動したりする。（甲３５）

イ 被告による地下水位調査の結果、本件発電所の埋立部における平均地下水位は、ＥＬ（標高）約０ｍであり、本件発電所の敷地の高さは、ＥＬ＋１０ｍである。

（乙Ｃ１３１（６－１－１、６－３－７５、６－３－８３、６－３－３２５、６－４－４頁））

ウ 本件発電所の埋立部の土は、粒径１０ｍｍ以上の礫を多く含み、かつ、粒径が比較的ばらついた砂からなっている。（弁論の全趣旨）

エ 被告は、耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設については、岩盤に直接支持させている。（乙Ｃ１３１（６－３－１１８頁））

(3) 被告による本件発電所の埋立部の地盤評価及び液状化対策

ア 地盤の液状化の要因には、緩い砂質土層であること、飽和した土層であることが挙げられる（前記(2)ア）。本件発電所の埋立部における地下水位の平均は、本件発電所の敷地の高さよりも１０ｍ程度低い（前記(2)イ）から、地下水が飽和しているとはいいがたい。また、本件発電所の埋立部の土は、粒径１０ｍｍ以上の礫を多く含み、粒の大きいものから小さいもの

まで幅広い土粒子によって構成されており（前記(2)ウ）、粒径加積曲線に基づく液状化評価の目安によれば、礫は、液状化しにくい土粒子に分類されている（甲３５）。したがって、本件発電所の敷地の埋立部について、液状化が生じるおそれがあるとは認められない。

また、被告は、安全上重要な機能を有する施設を岩盤に直接支持させている（前記(2)エ）から、仮に埋立部において液状化が生じたとしても、これによってこれらの施設の安全性が損なわれるような傾斜や破損等が生じるおそれがあるとは認められない。

イ　原告らは、不等沈下や噴砂によって非常用の電源車・ポンプ車の利用ができなくなり、噴き上がった地下水が建物に流入し、浸水により各建物機能が喪失するとともに、機械及び人の移動が困難になるなどと主張するが、被告は、重要な安全機能を有する設備を内包する建屋及び区画を浸水防護重点化範囲とし、浸水対策を施している（乙Ｃ１０３、乙Ｄ５５）こと、被告は、埋立地盤上にあるアクセスルートについて、液状化等による不等沈下が生じたものと仮定した評価を行い、電源車・ポンプ車の通行に支障が生じることはないことを確認していること（乙Ｃ１１０）からすれば、仮に埋立部に液状化が生じたとしても、これによってこれらの施設又は設備の機能が損なわれるおそれがあるとは認められない。

(4)　小括

したがって、本件原子炉について液状化に対する安全性が確保されているとの被告の評価に不合理な点はなく、これを是認した原子力規制委員会の調査審議及び判断に不合理な点はないものと認められる。

８　使用済燃料ピットの安全性（争点８）

(1)　認定事実

前提事実、後掲証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

ア　新規制基準の概要

(ア) 設置許可基準規則は、発電用原子炉施設には、使用済燃料の貯蔵施設を設けなければならないとし（１６条２項柱書）、使用済燃料の貯蔵施設は、①使用済燃料が臨界に達するおそれがないものとすること（同項１号ハ）、②使用済燃料を工場等内に貯蔵する乾式キャスクを除き、使用済燃料からの放射線に対して適切な遮へい能力を有するものとすること（同項２号イ）、③貯蔵された使用済燃料が崩壊熱により溶融しないものであって、最終ヒートシンクへ熱を輸送できる設備及びその浄化系を有するものとすること（同号ロ）等を求めている。（乙Ｅ５）

(イ) 設置許可基準規則は、発電用原子炉施設には、使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を測定できる設備を設けなければならないとし（１６条３項柱書）、当該設備について、外部電源が利用できない場合においても温度、水温その他の発電用原子炉施設の状態を示す事項（パラメータ）を監視することができるものとすることを求めている（同項２号）。（乙Ｅ５）

(ウ) 設置許可基準規則は、発電用原子炉施設には、①使用済燃料貯蔵槽の冷却機能又は注水機能が喪失し、又は使用済燃料貯蔵槽からの水の漏えいその他の要因により当該使用済燃料貯蔵槽の水位が低下した場合において貯蔵槽内燃料体等を冷却し、放射線を遮へいし、及び臨界を防止するために必要な設備を設けることとし（５４条１項）、②使用済燃料貯蔵槽からの大量の水の漏えいその他の要因により当該使用済燃料貯蔵槽の水位が異常に低下した場合において貯蔵槽内燃料体等の著しい損傷の進行を緩和し、及び臨界を防止するために必要な設備を設けることとしている（同条２項）。そして、その方策の例として、中性子を吸収することで臨界を防ぐホウ素入りのラックにすること等がある。

（乙Ａ２６、Ｅ５）

(エ) 設置許可基準規則解釈は、設計基準対象施設について耐震重要度に応じた耐震重要度分類を定めており、使用済燃料貯蔵槽及び補給水設備は、いずれも「使用済燃料を貯蔵するための施設」（別記２第４条２項１号）としてＳクラスに分類される（前提事実８(1)ア(イ)ｂ(a)②・36頁）。

使用済燃料貯蔵槽の冷却設備は、「使用済燃料を冷却するための設備」（同項２号・上記同前提事実(b)）としてＢクラスに分類され、使用済燃料貯蔵槽の水位計及び温度計は、その他の施設としてＣクラスに分類されている（上記同前提事実(c)）（乙Ａ２６）。

イ　本件原子炉の使用済燃料ピット

(ア) 使用済燃料ピットは、燃料取扱棟に設置されており、壁面及び底部を鉄筋コンクリート造とし、内面がステンレス鋼板で内張りされている。使用済燃料ピットに接続されるすべての配管（給排水配管）は、使用済燃料の上端よりも高い位置で接続されており、これらの配管が破断等しても、同ピット内の水位が配管の接続位置よりも低下することはなく、使用済燃料の冠水状態が維持される構造となっている。

使用済燃料は、崩壊熱の除去のために冷却したり、使用済燃料からの放射線を遮へいしたりするため、使用済燃料ピット水（ホウ酸水）で満たされた使用済燃料ピット内の燃料ラックに垂直に立てた状態で収納され、大気圧（１気圧）の下、約４０℃以下の使用済燃料ピット水（ホウ酸水）によって冠水した状態で貯蔵される。

そして、使用済燃料ピット水を冷却するための設備（使用済燃料ピット水冷却設備）及び使用済燃料ピット水が減少した場合にホウ酸水を補給するための設備（使用済燃料ピット水補給設備）をそれぞれ備えているほか、使用済燃料ピットの状態を確認するために重要な計装設備（水

位計、温度計及び監視カメラ）を設置している。また、本件発電所内の淡水を貯蔵しているタンク又は海を水源として使用済燃料ピットへ注水するためのディーゼル駆動式の中型ポンプ車を配置している。

（前提事実４(6)・16頁、乙Ｃ１３１（８－４－３、８－４－４、８－４－７、８－４－８、８－４－１２、８－４－１６～２６頁）、弁論の全趣旨）

(イ) 使用済燃料ラック及び使用済燃料ピットは、耐震重要度分類Ｓクラスに分類され、被告は、これらが基準地震動Ｓｓに対する耐震安全性を有することを確認した。また、被告は、燃料取扱棟の上部（鉄骨部）について基準地震動Ｓｓに対する耐震安全性の評価をした結果、損壊等によって使用済燃料ラック及び使用済燃料ピットに波及的影響を及ぼさないことを確認し、使用済燃料ピットクレーンについても、基準地震動Ｓｓによる評価をし、クレーン本体及び吊荷が使用済燃料ラック及び使用済燃料ピットに落下して波及的影響を及ぼすことがないことを確認した。なお、燃料取扱棟クレーンは、使用済燃料ピットの上部に走行レールを敷設していない。

使用済燃料ピット水補給設備は、耐震重要度分類Ｓクラスに分類され、被告は、基準地震動Ｓｓに対する耐震安全性を確保していることを確認した。また、被告は、使用済燃料ピット水冷却設備のうち、使用済燃料ピット冷却器、使用済燃料ピットポンプ及び配管は、耐震重要度分類の上位クラスの施設に波及的影響を与える可能性があることから、基準地震動Ｓｓによる評価を行い、耐震安全性を有していることを確認した。

計装設備（水位計、温度計及び監視カメラ）は、常設重大事故緩和設備に位置付けられ、被告は、基準地震動Ｓｓに対する耐震安全性を確保していることを確認した。

（乙Ｃ９２～１０３、１３１（８－１－９５４、８－１－９５６、８－４

－１０、１１頁））

ウ　原子力規制委員会は、本件発電所の使用済燃料ピットが新規制基準に適合すると判断した。（乙Ｃ１０３）

**(2)　新規制基準の合理性**

ア　新規制基準は、使用済燃料の貯蔵施設について、使用済燃料が臨界に達するおそれがないものとすること、使用済燃料からの放射線に対して適切な遮へい能力を有するものとすること、貯蔵された使用済燃料が崩壊熱により溶融しないものであることを求めており、これは、臨界防止、冠水状態の維持による遮へい能力の確保及び崩壊熱の性質を踏まえ、これを除去することにより、放射性物質が放出される事態を防止することを求めているものであるといえるから、合理性がある。

イ　原告らは、使用済燃料の貯蔵施設についても、外部からの不測の事態に備え、原子炉格納容器と同様に堅固な容器により防御が固められる必要があると主張する。

しかし、設置許可基準規則は、原子炉格納容器を「一次冷却系統に係る発電用原子炉施設の容器内の機械又は器具から放出される放射性物質の漏えいを防止するために設けられる容器」と定義している（２条２項３６号。乙Ｅ５）。これは、同施設について、ＬＯＣＡ等が発生した場合に内部から放射性物質を含む高温、高圧の水蒸気が周辺環境へ放出されることを防止するために、耐圧性能を備えるものとして設計されることを要求するものである。したがって、原子炉格納容器においても、外部からの不測の事態に備え、炉心の保護を目的として設計されることが要求されているものではない。

また、使用済燃料の崩壊熱は、原子炉の停止後、時間とともに減少するため、貯蔵施設へ移動する段階では、冠水によって十分除去することができる程度に低くなっている（乙Ａ２６）。このような使用済燃料の性質か

らすれば、その貯蔵施設を堅固な容器に閉じ込めることが求められていないからといって、新規制基準が不合理であるとはいえない。

ウ　原告らは、使用済燃料の冷却設備や計装系が耐震重要度分類のＳクラスより下（Ｂクラス、Ｃクラス）の設備とされており、被告が想定する地震によっても、使用済燃料ピットの冠水や循環の機能が停止する事態が容易に想定されると主張する。

しかし、冷却設備は、その機能を喪失したとしても、使用済燃料貯蔵槽に対して補給水設備からの水の補給ができれば、崩壊熱の除去及び放射線の遮へい等が可能であり（乙Ａ２６）、しかも、補給水設備は、Ｓクラスに位置付けられている（前記(1)ア(エ)）。また、水位計及び温度計は、冷却設備の機能の喪失に伴って使用済燃料貯蔵槽に水温の上昇や水位の低下が起きても、目視により水位の低下を確認することができ、数時間以内に補給水設備を用いて給水をすることで水位を回復することができる（乙Ａ２６）。

以上によれば、使用済燃料ピットの冠水や循環の機能が停止するおそれがあるとは認められないから、新規制基準における上記各施設についての耐震重要度分類が不合理であるとはいえない。

エ　上記のほか、使用済燃料ピットの安全性に関し、新規制基準に不合理な点があるとは認められない。

(3)　被告による使用済燃料ピットの安全対策の合理性

ア　被告は、使用済燃料ピットの壁面及び底部を鉄筋コンクリート造とし、内面をステンレス鋼板で内張りし、使用済燃料ピットに接続されるすべての配管（給排水配管）を使用済燃料の上端よりも高い位置で接続することによって使用済燃料の冠水状態が維持される構造とした上で、約４０℃以下の使用済燃料ピット水（ホウ酸水）によって冠水した状態で使用済燃料を貯蔵し、使用済燃料ピット水冷却設備及び使用済燃料ピット

水補給設備をそれぞれ備え、計装設備（水位計、温度計及び監視カメラ）を設置し、使用済燃料ピットへ注水するためのディーゼル駆動式の中型ポンプ車を配置している（前記(1)イ(ア)）。また、被告は、使用済燃料ピット水冷却設備のうち、使用済燃料ピット冷却器、使用済燃料ピットポンプ及び配管のほか、計装設備（水位計、温度計及び監視カメラ）についても、基準地震動Ｓｓに対する耐震安全性を確保していることを確認している（前記(1)イ(イ)）。

したがって、使用済燃料ピットに係る設備については、新規制基準の求める安全性が確保されていることが確認されているから、その安全対策には合理性がある。

イ　原告らは、地震によってクレーン本体や移動中のキャスク等の重要物が落下し、使用済燃料ピットや使用済燃料自体が破損する危険があると主張する。

しかし、被告は、燃料取扱棟の上部（鉄骨部）について基準地震動Ｓｓに対する耐震安全性の評価をして、損壊等によって使用済燃料ラック及び使用済燃料ピットに波及的影響を及ぼさないことを確認し、使用済燃料ピットクレーンについても、同様に耐震安全性の評価をして、クレーン本体及び吊荷が使用済燃料ラック及び使用済燃料ピットに落下して波及的影響を及ぼすことがないことを確認している。また、燃料取扱棟クレーンについては、使用済燃料ピットの上部には走行レールを敷設していない。（前記(1)イ(イ)）

したがって、クレーン本体が落下するなどの危険が生じるおそれがあるとはいえない。

ウ　原告らは、①竜巻が通過した場合に建物の屋根が破壊され、破片やその他の飛来物により使用済燃料ピットが破損するおそれがある、②崩壊熱の高い新しい使用済燃料と古い使用済燃料を市松模様に配置する対策

が実施されていない、③使用済燃料ピットへの電源を必要としない外部注水及びスプレイラインを敷設する対策を導入する必要があると主張する。

(ア) 上記①について

被告は、飛来物が使用済燃料ピット内に侵入する場合でも、使用済燃料ピットの冷却機能及び遮へい機能に影響せず、飛来物が使用済燃料ラックに衝突する場合でも、飛来物が使用済燃料の燃料有効部に達することなく使用済燃料の構造健全性が維持されることにより、これらの安全機能が損なわれない設計としている（乙Ｃ１３１（８－１－'３９７、３９８頁））。

したがって、竜巻により、破片や飛来物があっても、使用済燃料ピットの安全性が損なわれるおそれがあるとはいえない。

(イ) 上記②及び③について

被告は、使用済燃料ピットを全炉心燃料及び１回の燃料取替えに必要とする燃料集合体等の数に十分余裕を持たせた貯蔵容量を有するものとし、崩壊熱の除去や放射線の遮へいのために一定濃度以上のホウ酸水で満たし、使用済燃料ピットへ注水するためのディーゼル駆動式の中型ポンプ車を配置しており、仮に、設備容量分の使用済燃料を収容し、純水で満たされた場合を想定しても、未臨界性を確保できるようにしている（前記(1)イ(ア)、乙Ｃ１３１（８－４－２～４、８－４－１３頁））。

そうすると、上記②及び③のような対策をとっていないからといって、直ちに使用済燃料ピットの安全性に欠けるところがあるということはできない。

エ 上記のほか、本件原子炉の使用済燃料ピットについて安全性に欠ける点があるとは認められない。

(4) 小括

したがって、本件原子炉の使用済燃料ピットに係る各種設備が新規制基準に適合するとした原子力規制委員会の調査審議及び判断に不合理な点はないものと認められる。

9　重大事故等対策（争点９）

(1)　認定事実

前提事実、後掲証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

ア　本件再稼働申請における被告の重大事故等対策の概要

(ア)　確率論的リスク評価等の知見を踏まえ、事故シーケンスを網羅的に抽出し、発生頻度等を算出した。その結果、設置許可基準規則解釈３７条に列挙された**事故シーケンスグループ**（炉心損傷に至る事故シーケンスを、起因事象、安全機能の喪失状況に着目して類型化したもの）以外に有意な事故シーケンスグループは抽出されなかった。また、同条に列挙された**格納容器破損モード**（格納容器破損に至る格納容器への負荷の種類に着目して類型化したもの。個別の事故シーケンスはこれに含まれる。）以外に有意な格納容器破損モードは抽出されなかった。そして、抽出した事故シーケンスグループ及び格納容器破損モードに含まれる事故シーケンスに基づき、事象進展や対策の実施の観点から最も厳しいものをそれぞれ選定した上で、当該事故シーケンスについて、本件原子炉における重大事故等対処設備を用いた対策の有効性評価を行った。その結果、いずれの事故シーケンスについても、重大事故等対処設備を用いた対策により、事態を収束できることを確認した。

（乙Ｃ１０３、１３１（１０－６－１～９６、１０－７－１－１～４５０、１０－７－２－１～２６１、１０－７－３－１～５１、１０－７－４－１～１２１頁）、弁論の全趣旨）

(イ)　重大事故等対処施設について、設置許可基準規則における重大事故等対処施設の地盤の安定性に係る規定、地震による損傷の防止に係る規定、

津波による損傷の防止に係る規定及び火災による損傷の防止に係る規定の要求を満たしていること、重大事故等対処設備の基本設計ないし基本設計方針に係る一般的な事項について、設置許可基準規則の要求を満たしていることを確認した。

（前記３、５、６、乙Ｃ１０３、１３１（６－３－１１２～１２３、８－１－１５～４１、８－１－１８１～１９７、８－１－２３７～２４３、８－１－３０６～３３６頁））

(ｳ) 個別の重大事故等対処設備

a　原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に原子炉を冷却するための設備

原子炉冷却材圧力バウンダリが高圧の状態であって、設計基準事故対処設備が有する原子炉の冷却機能が喪失した場合においても炉心の著しい損傷を防止するため、原子炉の圧力を調整する加圧器逃がし弁の開操作により原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧しつつ高圧注入ポンプを用いて燃料取替用水タンクから一次冷却設備に注水することで原子炉を冷却する手段、電源を用いずにタービン動補助給水ポンプを起動して蒸気発生器へ給水し、一次冷却材から二次冷却材への熱の受け渡しにより原子炉を冷却する手段等を整備した。

（乙Ｃ１０３、１３１（８－５－３８～５０頁）、弁論の全趣旨）

b　原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備

原子炉冷却材圧力バウンダリが高圧の状態であって、設計基準事故対処設備が有する原子炉の減圧機能が喪失した場合においても、炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損を防止するため、原子炉の圧力を調整する空気作動弁である加圧器逃がし弁の駆動源として、空気に加え、窒素ボンベを追加し、電源についても加圧器逃がし弁用の可搬型蓄電池等を設けることで加圧器逃がし弁を確実に作動させて原子炉を減圧する手段、駆動源を用いずに主蒸気逃がし弁を開操作し、一

次冷却材から二次冷却材への熱の受け渡しにより冷却することで原子炉を減圧する手段等を整備した。

（乙Ｃ１０３、１３１（８－５－５１～７０頁）、弁論の全趣旨）

c　原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に原子炉を冷却するための設備

原子炉冷却材圧力バウンダリが低圧の状態であって、設計基準事故対処設備が有する原子炉の冷却機能が喪失した場合においても、炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損を防止するため、可搬型設備である中型ポンプ車及び加圧ポンプ車を用いて原子炉へ注水して原子炉を冷却する手段、常設設備である格納容器スプレイポンプ、代替格納容器スプレイポンプ等により、原子炉へ注水して原子炉を冷却する手段等を整備した。

（乙Ｃ１０３、１３１（８－５－７１～１３１頁）、弁論の全趣旨）

d　最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備

設計基準事故対処設備が有する最終ヒートシンクへ熱を輸送する機能が失われた場合においても、最終ヒートシンクへ熱を輸送し、炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損を防止するため、電動補助給水ポンプ、タービン動補助給水ポンプ、補助給水タンク及び主蒸気逃がし弁を用いて、蒸気発生器での一次冷却材から二次冷却材への熱の受け渡しにより原子炉を冷却する手段、中型ポンプ車を用いて格納容器再循環ユニットへ海水を直接供給し、自然対流により原子炉格納容器内を冷却する手段等を整備した。

（乙Ｃ１０３、１３１（８－５－１５０～１６２頁）、弁論の全趣旨）

e　原子炉格納容器内の冷却等のための設備

設計基準事故対処設備が有する原子炉格納容器内の冷却機能が喪失した場合においても、炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損を防止するため、原子炉補機冷却水ポンプにより格納容器再循環ユニッ

トへ原子炉補機冷却水を通水し、又は中型ポンプ車により格納容器再循環ユニットへ海水を直接注水することで、自然対流により原子炉格納容器内を冷却する手段、代替格納容器スプレイポンプを用いて、原子炉格納容器上部にあるスプレイリングのスプレイノズルからの水の噴霧等により原子炉格納容器内の圧力及び温度並びに放射性物質の濃度を低下させる手段等を整備した。

（乙Ｃ１０３、１３１（８－９－３２～５９頁）、弁論の全趣旨）

f　原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備

本件原子炉において炉心の著しい損傷が発生した場合に、溶融した燃料が原子炉格納容器の下部に落下した場合においても、溶融炉心・コンクリート相互作用（ＭＣＣＩ）を抑制し、溶融炉心が広がり原子炉格納容器バウンダリに接触することを防止することにより原子炉格納容器の破損を防止するため、格納容器スプレイポンプ又は代替格納容器スプレイポンプ等を用いて、原子炉格納容器上部にあるスプレイリングのスプレイノズルから原子炉格納容器内へ注水し、原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却する手段等を整備した。

（乙Ｃ１０３、１３１（８－９－７７～８８頁）、弁論の全趣旨）

g　重大事故等の収束に必要となる水の供給設備

設計基準事故の収束に必要な水源とは別に、重大事故等の収束に必要となる十分な量の水を有する水源を確保することに加えて、設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備に対して重大事故等の収束に必要となる十分な量の水を供給するため、蒸気発生器への注水の水源となる補助給水タンクが枯渇した場合に代替水源である燃料取替用水タンクを使用できるようにするとともに、海から補助給水タンクへ水を供給するための中型ポンプ車を配備することとした。また、原子炉への注水及び原子炉格納容器へのスプレイの水源となる燃料取替用水

タンクが枯渇した場合に、補助給水タンクから燃料取替用水タンクへ水を供給するための移送ラインを設置することとした。

（乙Ｃ１０３、１３１（８－９－１２８～１５２頁）、弁論の全趣旨）

h　電源設備

本件原子炉の保安電源設備の機能が失われたことにより重大事故等が発生した場合において、炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損等の防止のために必要な電力を確保するため、代替の電源として、空冷式非常用発電装置、電源車、蓄電池、可搬型直流電源装置、代替電気設備受電盤等を配備することとし、これらの電源が共通要因によって保安電源設備と同時に機能を喪失しないよう、空冷式非常用発電装置、電源車、蓄電池等について、独立した電線路により接続するとともに、保安電源設備との位置的分散を考慮して設置することとした。

（乙Ｃ１０３、１３１（８－１０－１５～３６頁）、弁論の全趣旨）

i　以上のほか、その余の個別の重大事故等対処設備について、いずれも、設置許可基準規則の要求を満たしていることを確認した。

（乙Ｃ１０３、弁論の全趣旨）

イ　原子力規制委員会は、被告による重大事故等対策が新規制基準に適合すると判断した。（乙Ｃ１０３）

(2)　重大事故等対策の合理性（総論）

ア　新規制基準は、重大事故に至るおそれがある事故が発生した場合において、炉心、貯蔵槽内燃料体等及び運転停止中における発電用原子炉内の燃料体の著しい損傷を防止するために必要な措置を講じること、重大事故が発生した場合において、原子炉格納容器の破損及び発電所外への放射性物質の異常な水準の放出を防止するために必要な措置を講じること、それぞれの重大事故等について、事故の原因と事故に至るまでの進展（事故シーケンス）を想定し、当該事故の発生を防止するための対策や拡大を防止す

るための対策を立案し、その対策の有効性を評価することを求めている。（前提事実１３(1)・89頁）

そして、重大事故等対処施設について、地盤の安定性、地震・津波による損傷の防止及び火災の発生の防止等に関しての要求事項を定め、重大事故等対処設備の基本設計ないし基本設計方針に係る一般的要求事項として、重大事故等が発生した場合における環境条件（温度、放射線、荷重等）下での必要な機能の有効性、確実な操作性、通常使用する系統からの切替えの容易性等を有していること、常設のものと可搬型のものを備えること等を求め、個別の重大事故等対処設備について、それぞれ要求事項を定めている。

このような新規制基準の内容は、炉心の著しい損傷や外部への放射性物質の異常な水準の放出を防止するためのものとして合理的なものであり、被告による重大事故等対策の概要は、前記(1)アのとおりであり、新規制基準に沿うものであると認められる。

そこで、以下では、原告らの主張を踏まえ、被告による重大事故等対策の合理性について検討する。

イ　原告らは、原子力規制委員会が「大破断ＬＯＣＡ＋ＳＢＯ（全交流電源喪失）＋全ＥＣＣＳ喪失」というシナリオを指定しているものの、これと確率的に同等な事象の組み合わせで、より厳しい影響をもたらす事故のシナリオ（ナイトメア・シナリオ）が想定されるにもかかわらず、このようなシナリオはこれまでに議論されたことがなく、評価や対策の検討対象から排除してもよいという根拠が示されているわけでもないと主張する。佐藤暁氏（原子力専門コンサルタント。以下「佐藤氏」という。）は、意見書（甲１５７）及び証人尋問（証人佐藤暁（２６～３１頁））において、これに沿う見解を示している。

このうち、佐藤氏は、ナイトメア・シナリオと称する事故想定について、

あくまでも仮想的なシナリオであり、解析的な裏付けがあるわけではない旨述べるとともに（証人佐藤暁（３０頁））、本来であれば、確率論的リスク評価に基づき、一番頻度の高い事象を決め、それに対する重大事故等評価をすべきであるにもかかわらず、被告は、決定論的にＳＢＯ、ＥＣＣＳ全滅及びＬＯＣＡの組合せをしている旨述べている（証人佐藤暁（２５頁））。

しかし、設置許可基準規則解釈は、必ず想定すべき重大事故等のシナリオを定め（３７条）、被告は、確率論的リスク評価の知見を踏まえ、重大事故等のシナリオを網羅的に抽出し、発生頻度等を算出した結果、設置許可基準規則解釈３７条に列挙されたシナリオ以外に有意なシナリオは抽出されなかったことを前提として評価をしている（前記(1)ア(ア)）。したがって、被告は、決定論的に重大事故等のシナリオを定めて評価をしたものであるとは認められないから、原告らの上記主張や佐藤氏の上記見解は当たらない。

なお、原告らは、被告を含む我が国の電力事業者の重大事故等評価は、人的対応が失敗した後にＭＣＣＩに至る場合の進展評価や、格納容器がバイパスされる事象に対する進展評価が欠落しており、判定基準に適合しない不都合なシナリオを意図的に排除したものとなっていると主張するが、上記で説示したところからすれば、判定基準に適合しない不都合なシナリオを意図的に排除しているとはいえない。

ウ　原告らは、全体的な設計思想として、①仮設可搬式よりも恒設、②手動よりも自動、③アクティブ（動力依存）よりもパッシブ（無動力）という考慮が欠落していると主張し、佐藤氏は、意見書（甲１５７）及び証人尋問（６、１７～２０頁）において、これに沿う見解を示している。

しかし、新規制基準は可搬型の重大事故等対処設備を設けることを求めている（前提事実１３(3)・91頁）が、これは、常設設備による対策に依存

しすぎると想定を超えた事象に対処することが困難になる可能性があるのに対し、可搬型設備の場合には、想定していた配管が使用できなくなった場合に他の配管への接続を試みることができるなどの柔軟性があるほか、接続場所を分散することも可能であるなどのメリットがある（乙Ａ２６、Ｃ１５４（１５頁））からである。このような可搬型設備の特徴からすれば、新規制基準が可搬型の重大事故等対処設備を設けることを求めることが不合理であるとはいえない。また、本件原子炉は、外部電源及び非常用ディーゼル発電機からの交流電源が喪失した場合に備えた空冷式非常用発電装置や非常用ガスタービン発電機を設置している（前提事実４(5)・16頁）ほか、炉心の冷却手段として代替格納容器スプレイポンプや充てんポンプを設置しており（前記(1)ア(り)ｅ、乙Ｃ１５４（１６頁））、これらはすべて常設設備である（乙Ｃ１５４（１５、１６頁））から、本件原子炉について、可搬型設備に依存した設計思想がとられているとはいえない。さらに、本件原子炉には、ＬＯＣＡ等が発生し、一次冷却材の圧力が低下した場合に、ＥＣＣＳを構成する高圧注入系、低圧注入系及び蓄圧注入系が自動的に作動する仕組みがあり（前提事実４(4)イ・15頁、乙Ｄ３５２）、原子炉の自動停止機能が喪失した場合に、補助給水ポンプや加圧器逃がし弁等を自動作動させて原子炉出力を抑制させる多様化自動作動盤といった設備が設けられている（乙Ｄ３５２、証人中川俊一（１３頁））。

以上によれば、原告らの上記主張や佐藤氏の上記見解は、被告による重大事故等対策の合理性を否定するものであるとはいえない。

エ　原告らは、人的対応に伴う問題点として、最初から人的対応に依存していることや、対応に時間制限を設けていること、対応する人にかかるストレスを指摘し、佐藤氏は、意見書（甲１５７）及び証人尋問（６、１７～２０頁）において、これに沿う見解を示している。

しかし、被告は、運転員の他に緊急時対応要員を常駐させ、重大事故等

が発生した場合に各要員の任務に応じた対応を行うこととし、各要員の移動時間、操作に要する時間等を考慮して対策の有効性を確認するとともに、訓練を通じてその実効性を確認するなど、重大事故等対策のための体制を整備している（乙Ｄ３５２、Ｆ９８（(1)4－3、(1)4－4頁））。また、重大事故等対策を講じるに当たっては、発電所設備の保護よりも安全性を優先することを方針として示した上で、重大事故等対策に関する各種手順書を整備し、これらの手順書間の移行やつながりを明確にしている（乙Ｃ１３１（１０－５－１４頁）、Ｄ３５２、Ｆ９８（添3－11～15、3－19～91頁））。さらに、重大事故等の発生時のプラントの挙動に関する事項についての教育を実施し、個別の手順ごとの個別訓練や中央制御室と現場が一体となって実施する検証訓練を実施するなどしており、夜間等の悪条件下における訓練も実施している（乙Ｄ３５２、Ｆ９８（(1)4－11、(1)9－3、(1)１０－１～１０頁））。加えて、被告は、炉心損傷に至った際に重大事故等対策の効果や原子炉の状況を確認する上で参考となるアクシデントマネジメントガイドラインを整備しており、これを参照しながら、本件発電所外において、シミュレーターを活用した事故進展を予測し、本件発電所の活動を支援する体制を構築したり、運転操作等の失敗が本件発電所全体の安全性に与える影響の程度等を把握することができるようにするため、確率論的リスク評価の結果を活用した教育をしたりしている（乙Ｄ３５２、Ｆ１００（1．0．１０－１２頁））。

このように、被告は上記のような体制、手順書の整備や教育、訓練の実施等により人的対応を実効的なものとする対応をしているといえるから、原告らや佐藤氏が指摘する人的対応に関する問題点があることを考慮しても、被告による重大事故等対策が直ちに不十分あるいは不合理なものであるとはいえない。

(3) 重大事故等対策の合理性（各論）

ア　大破断ＬＯＣＡ後の代替格納容器スプレイ

原告らは、大破断ＬＯＣＡを想定した重大事故等の場合には、ＬＯＣＡデブリと燃料溶融デブリの相互作用についての評価を追加する必要があると主張する。

しかし、ＬＯＣＡデブリが原子炉下部キャビティに至る経路上には、グレーチング等が設けられており、これによってＬＯＣＡデブリが捕捉されるため、キャビティ内へのＬＯＣＡデブリの流入は抑制される（乙Ｃ１１８）。他方で、グレーチングによって捕捉されない小さなＬＯＣＡデブリが、溶融デブリとの間で原子炉格納容器の健全性に影響を与えるような反応等が生じることを示す科学的根拠や知見があるとも認められないから、原告らの上記主張は採用できない。

イ　代替格納容器スプレイポンプ

原告らは、代替格納容器スプレイポンプの能力や起動時間の仮定の現実性に疑問があり、動力を電動としていることに問題があると主張する。

しかし、被告は、代替格納容器スプレイポンプの１４０$m^3$／ｈの流量により、原子炉格納容器内に放出される放射性物質の除去、原子炉格納容器圧力及び温度上昇抑制に必要なスプレイ流量を確保できることを確認している（乙Ｃ１０３、１３１（１０－７－２－１５頁））。この点に関する佐藤氏の意見書（甲１５７、３８２）は、抽象的な疑問を呈するものにとどまるから、これを覆すに足りるものであるとはいえない。また、上記のポンプ以外にも、ディーゼル駆動のポンプ車（中型ポンプ車＋加圧ポンプ車）によるスプレイやディーゼル駆動の消火ポンプによるスプレイ等の機器等を整備しており（乙Ｃ１０３）、電動以外の動力によるものも整備されている。さらに、各要員の移動時間、操作に要する時間等を考慮して対策の有効性を確認するとともに、訓練を通じてその実効性を確認するなど、重大事故等対策のための体制を整備していること（前記(2)エ）からす

れば、原告らが疑問とする点にも対応がされているというべきである。

以上からすると、代替格納容器スプレイポンプが、重大事故等対策として機能しないおそれがあるとはいえない。

ウ　海水注入の有害性と未解析現象

(ア) 原告らは、代替格納容器スプレイの水源として、中型ポンプ車による海水供給にも備える必要があるが、その中型ポンプ車の配備場所が岸壁に近く、被水する懸念があるのなら、より安全な待機場所が必要であると主張するが、被告は、本件発電所の敷地の高低差を考慮し、複数の中型ポンプ車を分散して配置しており（乙Ｃ１２０、弁論の全趣旨）、配置場所は十分に考慮がされているというべきである。

(イ) また、原告らは、水質が不明である海水を注入することについては、すべての用途において重大な懸念と不確定さを抱えており、それらが技術的に解決されるまでは、安易に事故対応の手順に盛り込まれることが認められるべきでないと主張する。

しかし、原子炉施設等基準検討チームにおいて、海水注入による腐食や劣化等に対する長期的な管理の問題が指摘されたものの、緊急時に海水注入をためらうべきではないことについては、意見が一致しており（乙Ｃ１２１）、この議論の結果を踏まえ、設置許可基準規則解釈は、海を水源として利用できることを定めている（５６条１項ｃ、乙Ｅ６）。

このように、新規制基準においても、海水注入をすることは、飽くまで緊急時の最終的な措置として位置づけられているといえるから、このような新規制基準の考え方が不合理であるとはいえない。

エ　アニュラス空気再循環設備

原告らは、設計基準事故に備えられた上記設備が重大事故等の際に機能するかについての疑問を指摘する。

しかし、被告は、重大事故等が発生した場合における温度条件及び湿度

条件において、微粒子フィルタ及びヨウ素フィルタの性能（微粒子フィルタは除去効率９９％以上、ヨウ素フィルタは除去効率９５％以上）を維持できることを確認しており（乙Ｃ１２４）、この点に関する原告らが提出する佐藤氏の意見書（甲１５７、３８２）は、上記の性能が低下する可能性を指摘するものにとどまるから、これを覆すに足りるものであるとはいえない。

オ　長期全交流電源喪失対応

原告らは、本件原子炉の長期全交流電源喪失対応の手順は、ＲＣＰシールからの漏えい率の仮定がサリー原子力発電所に比べて著しく少ないと主張するが、この点に関する佐藤氏の意見書（甲３８２）によっても、被告による長期全交流電源喪失対応に特段の問題があるとは認められない。

カ　ＲＣＰシールの漏えい評価・実験

原告らは、被告がＲＣＰシールの漏えい評価・実験によって漏えい率を１．５$m^3$／ｈとしたことについて、飽和温度の水環境での追加実験を行い、さらに、シールの破壊が起こる実際の限界条件についても把握しておくべきであると主張する。

しかし、被告は、全交流動力電源喪失を仮定した解析において、ＲＣＰシールＬＯＣＡが発生しない場合（上記の漏えい率と設定）だけでなく、同事故が発生する場合（設定漏えい率：ＲＣＰ１台当たり１０９$m^3$／ｈ）についても解析条件に加えており、いずれの場合であっても、原子炉を安定停止状態へ移行できるという解析結果を得ているし、後者の場合の設定漏えい率は十分に保守的なものに設定されていることも確認されている（乙Ｃ１０３）。したがって、上記の解析結果において、ＬＯＣＡが発生した場合でも大規模ＬＯＣＡには至らないことが確認されるといえるから、更なる追加実験等がされていないからといって、この点に関する試験による解析結果の信頼性は否定されるものではない。この点に関する佐藤氏の

意見書（甲１５７、３８２）は、上記の試験が十分ではない抽象的な可能性をいうものにとどまるから、これを覆すに足りるものであるとはいえない。

キ　中型ポンプと加圧ポンプの直列運転

原告らは、中型ポンプと加圧ポンプによる遠心ポンプの直列運転には高温に伴う故障や吐出圧の低下が発生するリスクがあり、これを回避するための方法を採用するには、大型のシステムの組立と運転に人手と時間を要するから、重大事故等対策としては最適ではないと主張する。

しかし、被告は、炉心注水の代替手段として、充てんポンプ、代替格納容器スプレイポンプ及びディーゼル駆動のポンプ車（中型ポンプ車及び加圧ポンプ車）と複数の設備等を整備しており（乙Ｃ１０３）、これらの設備等のうち、ディーゼル駆動のポンプ車（中型ポンプ車及び加圧ポンプ車）は、炉心注水までに時間を要するものの、水源を特定しない手段となり得るものとして整備されている（乙Ｃ１０３）から、被告による対策が不合理であるとはいえない。

ク　逃がし弁による減圧操作

原告らは、逃がし弁は、地震等によって動力源である高圧窒素ガスを送る配管が切断されること等により、作動しない可能性があると主張する。

しかし、この点に関する佐藤氏の意見書（甲３８２）にも逃がし弁の減圧操作に関して問題がある旨の具体的な指摘もないから、逃がし弁の減圧操作に特段の問題があるとは認められない。

ケ　短期全交流電源喪失評価

原告らは、①被告は、全交流電源と同時に直流電源やＥＣＳＴ（非常用復水貯蔵タンク）の喪失も重複するという厳しい想定をしていない、②本件原子炉に適用されているＭＡＡＰコードは、最新のＭＥＬＣＯＲコードにおけるクリープ破壊現象のモデル化が反映されていないと主張する。

(ア) 上記①について

被告は、所内常設蓄電式直流電源設備として、耐震重要度分類Ｓクラスの蓄電池（非常用）及び蓄電池（重大事故等対処用）を設け、これらにより、２４時間にわたって必要な直流電源を供給し、主要な運転パラメータを監視することができるようにしており、また、７５ｋＶＡ電源車及び可搬型整流器で構成される可搬型直流電源装置を設け、これによって直流電源を供給し、主要な運転パラメータを監視することができるようにしている（乙Ｃ１２５、１３１（２７８、２７９、８－１－９６２、１０－７－１－３１頁））。このような直流電源の供給に関する被告の対策内容からすれば、直流電源を喪失する事態を想定していないからといって、その対策が不合理であるとはいえない。

また、ＥＣＳＴとは、本件原子炉の補助給水タンクに相当すると考えられるところ、被告は、「外部電源喪失時に非常用所内交流動力電源が喪失する事故」だけでなく、「補助給水機能が喪失する事故」も条件に追加して解析をしている（乙Ｃ１０３）から、ＥＣＳＴの喪失に対する想定をしているといえる。

(イ) 上記②について

被告は、ＭＡＡＰコードを用いて原子炉格納容器破損防止対策の有効性評価を実施している（乙Ｃ１０３）ところ、原子力規制委員会は、ＭＡＡＰコードについて、シビアアクシデントの分野で国際的に広く利用されている最も代表的なコードの１つであり、ＰＷＲの実機を対象とした安全解析への豊富な適用実績があり、実験による検証や他のシビアアクシデントコードとのベンチマーク計算を通じ、一定の信頼性が確認されていること、多くの事故シーケンスにおいて、ＭＥＬＣＯＲコードと比較可能な結果を得ていることから、適切に不確かさを考慮することにより、有効性評価に適用が可能であるとの見解を示している（乙Ｃ１０

3）。また、この点に関する佐藤氏の意見書(甲３８２)も、もっぱらＭＥＬＣＯＲコードによった場合の有用性を指摘するにとどまっていることからすれば、上記の最新コードが用いられていないことが不合理であるとはいえない。

コ　人員配置と現実の事故対応

原告らは、被告が確保している本件原子炉の緊急対応要員の人数は、決して余裕がある人数とはいえないと主張する。

しかし、被告は、本件原子炉の運転中における緊急時対応要員は、夜間・休日も含め、常時３２名（運転員１０名を含む）を確保しており、初動対応はこの３２名（内訳は、連絡責任者等４名、水源確保班６名、電源確保班４名、配管接続班６名、アクセスルート確保班２名、運転員１０名）によって行うこととしており（乙Ｃ１２６）、この人数での初動対応が可能であることについては、重大事故等対策の有効性評価において、各班・運転員が行う操作等の動きをタイムチャートで整理して検討しており、最も人員を要する時間帯においても初動対応が可能であることを確認している（乙Ｃ７０（１０（３）－７－１－２９１頁）、１３１（１０－７－１－２９２頁）、弁論の全趣旨）こと、前記(2)エのとおりの訓練が実施されていることからすれば、被告の対策が不合理であるとはいえない。

(4)　小括

以上によれば、被告による重大事故等対策に不合理な点はなく、これを是認した原子力規制委員会の調査審議及び判断の過程に不合理な点はないものと認められる。

10　本件原子炉の安全性に関するその他の問題点（争点１０）

以下では、原告らの主張を踏まえ、本件原子炉の安全性に関する個別の問題点について検討する。

(1)　劣化に対する安全性

ア　原告らは、熱疲労や腐食等の劣化によって配管が破裂してメルトダウンに至る危険性があると主張する。

しかし、被告は、本件発電所の設備の保守管理について、保全プログラムを策定して点検等を実施するとともに、その有効性評価を行って継続的な改善に努め、原子炉施設の経年劣化に関する技術的な評価を行うとともに、これに基づく長期保守管理方針を定めている（乙Ｃ３５、３６、Ｆ９８、弁論の全趣旨）。また、被告は、配管の破裂によってＬＯＣＡ等が生じる事態に備えるものとして、ＥＣＣＳ、原子炉格納容器スプレイ設備及びアニュラス空気再循環設備を設置している（前提事実４(4)イ～エ・15頁）。

以上のように、設備の保守管理体制が整備され、ＬＯＣＡ等に備える設備が設置されていることからすれば、劣化により配管が破裂する具体的な危険があるとは認められない。

イ　原告らは、中性子照射脆化や強烈な加圧熱衝撃によって原子炉容器が一瞬で大爆発し、大量の放射性物質が環境に放出されると主張する。

しかし、被告は、本件原子炉の原子炉容器について、一次冷却材の温度及び圧力の制限範囲を定めて運転管理を実施するとともに、超音波探傷検査の結果、有意な欠陥のないことを確認し、また、監視試験片を用いて中性子照射による将来の脆化度を把握する監視試験を定期的に実施して、日本電気協会規程の要求水準を上回っていること、保守的な条件を加えて想定した加圧熱衝撃事象に対しても、６０年経過時の抵抗力は破壊力を上回り、原子炉容器は脆性破壊しないことをそれぞれ確認している（乙Ｃ３５、３６、６２、１６２、Ｆ９８、弁論の全趣旨）。

以上のような被告による原子炉容器に関する検査や確認の結果からすれば、本件原子炉が中性子照射脆化等により大爆発する具体的な危険があるとは認められない。

ウ　したがって、劣化による危険に関する原告らの主張はいずれも採用できない。

(2)　水素爆発に対する安全性

ア　認定事実

前提事実、後掲証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

(ア)　水素爆轟

ＬＯＣＡやＥＣＣＳ機能不全によって原子炉の冷却機能喪失の状態が続くと、燃料が溶融するなどして溶融炉心が原子炉格納容器内に流出し、原子炉下部キャビティのコンクリート床上に溜まるなどする。その過程において、ジルコニウム－水反応やＭＣＣＩ等により、水素が発生する。ジルコニウム－水反応は、燃料被覆管材料の主成分であるジルコニウムが高温になり、水と化学反応して水素を発生させる現象であり、また、ＭＣＣＩは、落下した溶融炉心が格納容器内の床や壁のコンクリートと接触し、コンクリートが熱分解により侵食され、これに伴い、水分と炭酸ガスが発生し、これらが溶融炉心に含まれているジルコニウム等の金属成分と接し、酸化・還元反応により、水素と一酸化炭素が発生する現象であり、コア・コンクリート反応とも呼ばれる。水素が酸素と反応して熱を出す爆発のうち、反応速度が速く、火炎の伝播速度が超音速であり、動的荷重（衝撃圧）を伴うものを爆轟といい、福島第一原発事故における水素爆発はこれに当たるとされている。

（甲２３１、乙Ｃ１０３、１３１（１０－７－２－１４７、１４８頁））

(イ)　新規制基準の概要

設置許可基準規則は、「発電用原子炉施設には、炉心の著しい損傷が発生した場合において原子炉格納容器内における水素による爆発（以下「水素爆発」という。）による破損を防止する必要がある場合には、水

素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するために必要な設備を設けなければならない」（５２条）と定め、「発電用原子炉施設には、炉心の著しい損傷が発生した場合において原子炉建屋その他の原子炉格納容器から漏えいする気体状の放射性物質を格納するための施設（以下「原子炉建屋等」という。）の水素爆発による損傷を防止する必要がある場合には、水素爆発による当該原子炉建屋等の損傷を防止するために必要な設備を設けなければならない」（５３条）と定めている。（乙Ｅ５）

設置許可基準規則解釈、実用発電用原子炉に係る炉心損傷防止対策及び格納容器破損防止対策の有効性評価に関する審査ガイドは、原子炉格納容器内の水素濃度が水蒸気のない条件に換算して１３％以下であることを求め、水素濃度の評価について、「原子炉圧力容器の下部が破損するまでに、全炉心内のジルコニウム量の７５％が水と反応するもの」とし、「原子炉圧力容器の下部の破損後は、溶融炉心・コンクリート相互作用による可燃性ガス及びその他の非凝縮性ガスの発生を考慮する」ことを求めている。

（甲２３１、７３９、乙Ｃ１０３、１２８、１２９、Ｅ２６）

(ｳ) 被告による対応等

a　水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するため、静的触媒式水素再結合装置及びイグナイタを設置して水素濃度を低減することとし、原子炉格納容器内の水素濃度を監視するため、格納容器水素濃度計測装置等を設置している。また、ＭＣＣＩに伴う水素発生に対しては、代替格納容器スプレイポンプによる代替格納容器スプレイ等によって原子炉下部キャビティへ注水することとしている。

（乙Ｃ１３１（１０－７－２－１２２頁））

b　水素爆発による原子炉格納容器の破損防止対策の有効性を評価するため、「大破断ＬＯＣＡ時に低圧注入機能及び高圧注入機能が喪失す

る事故」を選定し、ＭＡＡＰコードを用いた有効性評価を行った。

その結果、炉心過熱に伴うジルコニウムー水反応の割合は、全炉心内のジルコニウム量の３０％程度であったが、全炉心内のジルコニウム量の７５％が水と反応することによる水素の発生を考慮して評価することとし、水素濃度の点で厳しくなるようにイグナイタの効果は期待しないものとして評価することとした。その結果、水蒸気のない条件に換算した原子炉格納容器内の水素濃度は、最大約１１．３％で減少に転じ、格納容器スプレイによって原子炉下部キャビティに落下した溶融炉心は、安定して除熱されていると評価した。

そして、原子炉下部キャビティに十分な注水が行われているため、ＭＣＣＩは抑制されるものの、ジルコニウムー水反応による水素発生に加え、ＭＣＣＩによる水素発生の不確かさ（ＭＣＣＩの感度解析の結果を踏まえ、ＭＣＣＩにより発生する水素はすべてジルコニウムに起因するものとし、反応割合は全炉心内のジルコニウム量の約６％とする。）を考慮した結果、水蒸気のない条件に換算した原子炉格納容器内の水素濃度は、最大約１２．１％であると評価した。

（乙Ｃ１０３、１３１（１０－７－２－１２９～１３８、１４０、１４１、１６１、１６２、２５２頁））

(エ) 原子力規制委員会は、水素燃焼に対して被告が計画している格納容器破損防止対策が新規制基準に適合すると判断した。（乙Ｃ１０３）

イ　新規制基準は、水素爆発による原子炉格納容器の破損防止や原子炉建屋等の損傷防止のための設備の設置を求め、原子炉格納容器内の水素濃度の評価手法を定めたものであるから、その定めには合理性がある。また、水素燃焼に対して被告が計画している格納容器破損防止対策は、前記ア(り)のとおりであり、新規制基準に沿うものであると認められる。

そこで、以下では、原告らの主張を踏まえ、被告による上記対策の合理

性について検討する。

ウ　原告らは、ＭＣＣＩによる水素発生に不確かさがあることを考慮すれば、ＭＡＡＰコードに依拠せず、炉心内の全ジルコニウム量の１００％が水と反応とするとして評価すべきであり、その場合、水素濃度は最大１４．５％となると主張し、これに沿う意見書（甲２３１、２８１、２９９の１）を提出する。

しかし、新規制基準は、水素発生量について、「原子炉圧力容器の下部が破損するまでに、全炉心内のジルコニウム量の７５％が水と反応するもの」として評価することを求めているものの、「原子炉圧力容器の下部の破損後は、溶融炉心・コンクリート相互作用による可燃性ガス及びその他の非凝縮性ガスの発生等を考慮する」ことを求めているにとどまる（前記ア(イ)）から、新規制基準が全炉心内のジルコニウム量が反応することを評価の前提として求めているということはできない。また、被告は、ＭＡＡＰコードを用いた有効性評価の結果、ジルコニウム－水反応の割合は、全炉心内のジルコニウム量の３０％程度であった（前記ア(ウ)ｂ）ものの、新規制基準（前記ア(イ)）に依拠して、これを７５％とした上で水素濃度を評価している（前記ア(ウ)ｂ）。さらに、被告は、当初、原子炉下部キャビティに十分な注水が行われているため、ＭＣＣＩは抑制されるとしていたものの、原子力規制委員会から、溶融炉心挙動については知見が少ないなどと指摘されたことを受け、ＭＣＣＩによる水素発生の不確かさを考慮することとし、ＭＣＣＩの感度解析の結果を踏まえ、ＭＣＣＩによって全炉心内のジルコニウム量の約６％が反応することによる水素の発生を追加した評価をしている（前記ア(ウ)ｂ）。そして、原子力規制委員会は、ＭＡＡＰコードについて、国際的に広く利用されている最も代表的なコードの１つで、安全解析への豊富な適用実績と実験による検証を通じて一定の信頼性が確認されていること、多くの事故シーケンスにおいて、ＭＥＬ

ＣＯＲコードと比較可能な結果を得ていることから、適切に不確かさを考慮することにより、有効性評価に適用が可能であるとしている（前記９(3)ケ(イ)）。

そうすると、被告による水素濃度の評価は、ジルコニウムの反応量について、ジルコニウム-水反応の割合につき新規制基準の割合（７５％）を採用した上で、不確かさを考慮してＭＣＣＩによる反応割合（６％）を追加した割合（８１％）により水素濃度を評価しており、保守的な考慮をした上でされたものといえるから、合理性がある。

エ　小括

したがって、水素燃焼に対して被告が計画している格納容器破損防止対策及びこれを是認した原子力規制委員会の調査審議及び判断に不合理な点はないものと認められる。

(3)　プルサーマルに関する安全性

原告らは、本件原子炉では、ＭＯＸ燃料と高燃焼度ウラン燃料ステップ２を併用したプルサーマルが行われているが、このようなプルサーマルは世界でほとんど実績がなく、ＭＯＸ燃料の特性も考慮すると、事故が起こりやすくなると主張する。

しかし、本件原子炉と同様の燃料を組み合わせたプルサーマルの例として、ベルギーの２つの原子力発電所で実施された実績がある（弁論の全趣旨）。また、被告は、高燃焼度ウラン燃料とＭＯＸ燃料を併用することについて、混在による影響を考慮し、燃料等を適切に配置することによって出力分布を平坦化するなど、安全性が確保できることを確認している（乙Ｃ１３１（８－３－３６～５２頁））。

次に、被告は、本件原子炉にＭＯＸ燃料を装荷するに当たり、同燃料の特性を踏まえ、①原子炉内の燃料等を適切に配置することによってウラン燃料のみを使用した炉心と同等の制御棒制御能力及び反応度停止余裕（制御棒に

よって原子炉を未臨界にする能力にどの程度の余裕があるかを示す指標）を確保できること（乙Ｃ１３１（８－３－３６～５２頁））、②本件原子炉で使用するプルトニウム含有率１３ｗｔ％（全体質量に対する質量の割合）以下のＭＯＸ燃料は、ペレット融点及び熱伝導率について、ウラン燃料との差は小さく、燃料中心最高温度の評価値がウラン燃料と同程度であり、基準値に対して十分余裕があること（乙Ｃ１３１（８－３－１２～１４、８－３－６１～６４頁））、③ＰＷＲでは、そもそもボイド係数による反応度が炉心に与える影響は小さく、また、通常運転中に一次冷却材を沸騰させない設計であるのにボイド係数が大きくなるということは、水と中性子の衝突が減少し、これに伴い熱中性子が減少することによって、核分裂反応が抑制されるためであり、これは、原子炉出力が上昇した際に自律的に出力を抑制する原子炉固有の能力がより大きくなる方向の変化であること（乙Ｃ１３１（８－３－４５、８－３－４６頁）、弁論の全趣旨）をそれぞれ確認している。

したがって、被告は、ＭＯＸ燃料の特性を踏まえ、また、これと高燃焼度ウラン燃料とを併用した場合の安全性を確認しているといえ、同燃料が使用されることにより事故の発生の具体的危険が高まるとは認められない。

(4) 航空機落下に対する安全性

ア 認定事実

後掲証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

(ｱ) 新規制基準の概要 （乙Ｅ５、６、２３）

安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない（設置許可基準規則６条３項）。

航空機落下については、「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」（平成１４年７月３０日原子力安全・保安院）

（以下「航空機落下確率評価基準」という。）等に基づき、防護設計の要否について検討する（設置許可基準規則解釈６条８項）。標準的な評価手法に基づき、原子炉施設へ航空機が落下する確率を評価し、それら評価結果の総和が１０$^{-7}$回／炉・年を超えない場合には、航空機落下を「想定される外部人為事象」として設計上考慮する必要はない（航空機落下確率評価基準）。

(イ) 航空機落下確率評価基準による標準的な評価手法　（乙Ｅ２３）

a　事故実績等を踏まえ、航空機の落下事故を以下のとおり分類する。

①　計器飛行方式民間航空機の落下事故

i　飛行場での離着陸時における落下事故

ii　航空路を巡航中の落下事故

②　有視界飛行方式民間航空機の落下事故

③　自衛隊機又は米軍機の落下事故

i　訓練空域内で訓練中及び訓練空域周辺を飛行中の落下事故

ii　基地ー訓練空域間を往復時の落下事故

b　評価対象とする航空機は、固定翼機（ジェット旅客機等）及び回転翼機（ヘリコプター）とする。もっとも、民間航空機のうち小型（最大離陸重量５７００ｋｇ以下）固定翼機及び回転翼機の定期便は、運行頻度が大型（最大離陸重量５７００ｋｇ超）固定翼機の定期便の数％であると判断できることから対象外とし、計器飛行方式で飛行する大型固定翼機の不定期便も、運行回数が極めて少ないことから対象外とする。

c　計器飛行方式民間航空機（①）

飛行場での離着陸時における落下事故（①ｉ）のうち、飛行場の滑走路端から滑走路方向に対して±６０°の扇形区域から外れる場合は、発生確率を評価する必要はなく、航空路を巡航中の落下事故（①ii）

は、航空路が原子炉施設の上空に存在する場合に航空路を巡航する航空機が原子炉施設へ落下する確率を評価する。

確率評価に当たってのパラメータ等に関する考え方は、以下のとおりである。

対象航空機は大型機とし、小型機は、運行頻度が大型機の数％とわずかであるため対象外とする。対象事故は、損傷によって航空機の制御が不可能となるおそれがある「大破」とし、事故発生時の運行形態は、「離陸時」、「着陸時」及び「巡航中」とする。事故事例及び運航実績は、現在運航されていない古い世代の航空機を対象としても現実的ではないこと等から、原則として最近の２０年間を集計期間とし、国内のデータに限定する。原子炉施設上空以外に設定されている航空路を飛行する航空機については、原子炉施設への落下の可能性が無視できるほど小さいと考えられるため、評価対象外とする。原子炉施設の標的面積は、炉心、使用済燃料プールの保護及び原子炉の安全停止（炉心冷却を含む。）を確保することが航空機落下事故時の安全を確保する観点から重要であるため、安全上重要な構築物、系統及び機器の設置状況、航空機の大きさ、突入する角度、滑り込み等を勘案して、原則として０．０１ｋｍ$^2$（フランスの基準やドイツの評価で用いられているものと同等）を用いる。

d　有視界飛行方式民間航空機（②）

ほとんどが不定期便であり、特定の飛行ルートが存在せず、飛行の頻度も一定ではないから、これらの航空機が陸上に落下する確率を全国平均値として用い、落下確率を評価する。軽飛行機等の小型機については、原子炉施設に落下した場合においても影響を及ぼす原子炉施設の範囲が大型機の落下に比べて著しく小さくなることを考慮する。

確率評価に当たってのパラメータ等に関する考え方は、以下のとお

りである。

小型機の落下確率評価では、大型機の場合に比して１／１０の係数を乗ずる。対象航空機及び対象事故については、小型固定翼機と回転翼機の離着陸時の事故は、ほとんどが飛行場内又は飛行場付近に墜落していること等から、評価対象外としても問題はなく、有視界飛行方式では、離着陸経路や飛行経路が明確に定められていないことから、航空機の落下確率は、全国平均値を用いる。小型固定翼機及び回転翼機の巡航中事故のうち、不時着、農薬散布、工事、資材運搬及びホバリング中の事故は、このような飛行が原子炉施設上空やその近傍で行われることは考えにくいため、評価対象外とする。事故事例の集計期間は、原則として最近の２０年間とする。標的面積は原則として０．０１ｋｍ$^2$を用いる。

e　自衛隊機又は米軍機（③）

訓練空域内で訓練中及び訓練空域周辺を飛行中の落下事故（③ｉ）について、現時点では原子炉施設及びその周辺上空の訓練空域から原子炉施設周辺に自衛隊機又は米軍機が落下した事例はないことに鑑み、自衛隊機又は米軍機が陸上に落下する確率の全国平均値を用いる。原則として、最近の２０年間において国内で発生した事故事例を対象とし、標的面積は原則として０．０１ｋｍ$^2$を用いる。基地－訓練空域間を往復時の落下事故（③ⅱ）について、基地と訓練空域との往復範囲に原子炉施設が存在する場合に原子炉施設への航空機落下の確率を評価する。

(ｳ) 原子力発電所周辺における飛行規制等

a　民間航空機については、原子力発電所付近の上空の飛行をできる限り避けるよう国からの通達が出され、周知徹底が図られており、原子力関係施設の上空については航空法８１条に基づく最低安全高度以下

の高度での飛行に係る国土交通大臣の許可が得られないこととなっている。また、民間航空機の訓練空域が原子炉施設の上空に存在する場合の飛行規制がある。　　（甲３７４、乙Ｅ２３、Ｆ９２）

b　自衛隊機又は米軍機については、自衛隊機の訓練空域が原子炉施設上空に存在する場合の飛行規制があり、在日米軍が、米軍機の低空飛行訓練に当たり、原子炉施設上空を「安全かつ実際的な形で回避」する旨表明している。　　（甲３７４、乙Ｅ２３、Ｆ９３）

(ｴ) 被告による航空機落下確率の評価

被告は、航空機落下確率評価基準等に基づき、以下のとおり、航空機落下確率を評価した。

a　計器飛行方式民間航空機の落下事故のうち、飛行場での離着陸時における落下事故（①ｉ）について、本件発電所は、飛行場の滑走路端から滑走路方向に対して±６０°の扇形区域から外れるため、評価対象外とし、航空路を巡航中の落下事故（①ii）について、落下確率を９．４１×１０$^{-10}$回／炉・年と評価した。

b　有視界飛行方式民間航空機の落下事故（②）について、落下確率を１．４５×１０$^{-8}$回／炉・年と評価した。

c　自衛隊機又は米軍機の落下事故のうち、訓練空域内で訓練中及び訓練空域周辺を飛行中の落下事故（③ｉ）について、落下確率を２．４３×１０$^{-8}$回／炉・年と評価し、基地－訓練空域間を往復時の落下事故（③ii）について、２．４３×１０$^{-8}$回／炉・年と評価した。

d　以上を踏まえ、本件原子炉における航空機落下確率を約６．５×１０$^{-8}$回／炉・年と評価し、防護設計の要否判断の基準である１０$^{-7}$回／炉・年を超えないため、本件原子炉においては、航空機落下に対する防護について設計上考慮する必要はないと判断した。

（乙Ｃ１３１（８－１－５４１頁）、弁論の全趣旨）

(オ) 原子力規制委員会は、被告が設計上航空機落下を考慮する必要がないとしたことについて、合理性があると判断した。　　（乙Ｃ１０３）

イ　新規制基準の合理性

(ア) 新規制基準は、航空機落下によって安全施設の安全機能を損なわないことを求めており、航空機落下確率評価基準等に基づき、航空機落下確率が$10^{-7}$回／炉・年を超えない場合には、航空機落下を設計上考慮する必要はないとしている（前記ア(ア)）。そして、民間航空機について、原子力発電所付近の上空の飛行をできる限り避けることとされ、原子力関係施設の上空については航空法８１条に基づく最低安全高度以下の高度での飛行に係る国土交通大臣の許可が得られず、訓練空域が原子炉施設の上空に存在する場合の飛行規制がある（前記ア(ウ)ａ）ことから、有視界飛行中の民間航空機が原子炉施設に落下する可能性は他の地域と比較して低いと考えられるものの、航空機落下確率評価基準は、有視界飛行方式民間航空機の落下事故（②）の確率について、有視界飛行が全国的に均一して行われているものと仮定して全国平均値を求めることとしている（前記ア(イ)ｄ）ほか、自衛隊機又は米軍機について、自衛隊機の訓練空域が原子炉施設上空に存在する場合の飛行規制があり、米軍機が原子炉施設上空を「安全かつ実際的な形で回避」する旨の表明がされている（前記ア(ウ)ｂ）ものの、航空機落下確率評価基準は、訓練空域内で訓練中及び訓練空域周辺を飛行中の落下事故（③ｉ）の確率について、訓練空域が全国的に均一して分布していると仮定して全国平均値を求めることとしている（前記ア(イ)ｅ）ことからすれば、航空機落下確率評価基準は、保守性を有するものであると評価できる。

したがって、新規制基準は合理的であるといえる。

(イ) 原告らは、航空機落下確率評価基準は、事故事例及び運航実績の集計期間は原則として最近の２０年間とし、国内データに限定するなど、も

っぱら確率を下げる仕組みとなっており、航空機事故が多発する本件発電所の特殊性が捨象されていると主張する。

しかし、航空機落下確率評価基準による対象事故や対象航空機を限定し、集計期間を最近の２０年間としているのは（前記ア(イ) ｃ～ｅ）、対象となる事故について当該航空機が落下する頻度が極めて低いと考えられるか、現在運航されていない古い世代の航空機を対象としても現実的ではないからであり、航空機落下確率の予測のために適切なデータを用いるためにされているものである。

したがって、上記基準による限定は、原子力発電所における航空機落下確率を算定する上で合理的な範囲とするものであるから、同基準の定めが不合理なものということはできない。

(ウ) 上記のほか、航空機による危険に関する新規制基準に不合理な点があるとは認められない。

ウ 被告による航空機落下確率の評価の合理性

被告は、航空機落下確率評価基準等に基づき、本件原子炉における航空機落下確率を約６．５×１０$^{-8}$回／炉・年と評価し、防護設計の要否判断の基準である１０$^{-7}$回／炉・年を超えないため、本件原子炉においては、航空機落下に対する防護について設計上考慮する必要はないと判断しており（前記ア(エ)）、この判断に特段不合理な点は見当たらない。

原告らは、被告が本件原子炉の施設への航空機落下確率を上記のとおり評価しているにもかかわらず、３２m離れた１０$^{-7}$回／炉・年以上の確率となる地点に航空機が落下しても火災の影響はないとしており、３２m離れただけで１．５倍以上も確率が違うことを合理的に説明できないと主張する。

しかし、航空機落下による外部火災の影響評価は、本件原子炉における航空機落下確率が航空機落下確率評価基準による確率を下回ることを前提

として、航空機が、評価対象施設から一定程度離れ、航空機落下確率が１０$^{-7}$回／炉・年となる面積に相当する範囲の地点に落下して、火災が発生したと仮定した場合に、その火災により本件原子炉の安全性が損なわれることがないかを評価するものである（甲３７５、弁論の全趣旨）。航空機が落下すると仮定される範囲が広くなれば、計算上その範囲に落下する確率は当然に上がることになるが、そのような計算上生じる確率に差異があるからといって、被告による本件原子炉における航空機落下確率の評価方法やその評価の結果が不合理であるとはいえない。

エ　小括

したがって、設計上航空機落下を考慮する必要がないとした被告の評価及びこれを是認した原子力規制委員会の調査審議及び判断に不合理な点はないものと認められる。

(5)　テロリズム対策

ア　認定事実

前提事実、後掲証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

(ｱ)　新規制基準の概要

a　設置許可基準規則は、工場等に、発電用原子炉施設への人の不法な侵入、発電用原子炉施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他の人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれること及び不正アクセス行為を防止するための設備を設けることを求め（７条）、設置許可基準規則解釈は、上記の要求には、工場等内の人による核物質の不法な移動又は妨害破壊行為、郵便物等による工場等外からの爆破物又は有害物質の持ち込み及びサイバーテロへの対策をとることが含まれるとしている（７条１項）。

そして、可搬型重大事故等対処設備について、設置許可基準規則は、

地震、津波その他の自然現象又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる影響、設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備の配置その他の条件を考慮した上で常設重大事故等対処設備と異なる保管場所に保管することを求め（４３条３項５号）、設置許可基準規則解釈は、故意による大型航空機の衝突も考慮し、例えば、原子炉建屋から１００ｍ以上の離隔をとって原子炉建屋と同時に影響を受けないこと又は故意による大型航空機の衝突に対して頑健性を有することを求めている（４３条６項）。

（乙Ｅ５、６）

b　設置許可基準規則は、特定重大事故等対処施設の設置を求めるとともに、特定重大事故等対処施設について、原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突等に対して重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないこと、原子炉格納容器の破損を防止するために必要な設備を有すること及び原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突等の発生後、発電用原子炉施設の外からの支援が受けられるまでの間、使用できるものであることを求めている。

（前提事実１３(2)アイ・89頁）

c　重大事故等防止技術的能力基準は、大規模損壊が発生するおそれがある場合又は発生した場合における体制の整備に関し、手順書の整備、当該手順書に従って活動を行うための体制及び資機材の整備を求めている。（前提事実１３(4)・92頁）

(イ) 被告による外部人為事象（故意によるもの）についての対策

a　安全上重要な設備を含む区域を設定して侵入防止の障壁によって防護し、巡視及び監視等を実施することによって接近管理及び出入管理を行い、探知施設を設け、警報及び映像等を集中監視し、防護した区域内においても、施錠管理により、原子炉施設の防護のために必要な

設備又は装置の操作に係る情報システムへの不法な接近を防止することとしている。また、不正に爆発性又は易燃性を有する物件や、人に危害を与えるなどするおそれがある物件を持ち込むことを防止するため、持ち込み点検を実施するとともに、サイバーテロを含む不正アクセス行為を防止するため、上記情報システムに対する外部からのアクセスを遮断する措置を講じている。

（乙Ｃ１３１（８－１－５４６、８－１－５４７頁））

b　屋内の可搬型重大事故等対処設備は、可能な限り常設重大事故等対処設備との位置的分散を図り、複数箇所に分散して保管している。

（乙Ｃ１３１（８－１－６５９頁））

c　被告は、原子力規制委員会に対し、平成２８年１月、本件原子炉の特定重大事故等対処施設の設置に係る原子炉設置変更許可申請をし、平成２９年１０月、原子力規制委員会から原子炉設置変更許可処分を受け、令和３年１０月、特定重大事故等対処施設の運用を開始した。

また、被告は、原子炉建屋等への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる重大事故等が起きた場合に、発電所の外部からの支援が受けられるまでの間、特定重大事故等対処施設の機能を維持するための体制を整備するとともに、手順書を整備し、その活動を行うための手順等に関する教育及び訓練を実施し、必要な資機材を整備している。　（乙Ｃ１３１（１０－５－１０４～１５４頁）、１５１）

d　大規模損壊の発生に備え、重大事故等対策において整備する手順等に加え、可搬型重大事故等対処設備による対応を中心とした多様性及び柔軟性のある手順等を整備している。

また、大規模損壊への対応のための発電所災害対策要員（協力会社含む。）に対し、重大事故等対策において実施する教育及び訓練に加え、大規模損壊時に対応する手順及び事故対応用の資機材等の取扱い

等を習得することを目的とした教育及び訓練、通常の指揮命令系統が機能しない場合を想定した教育及び訓練を実施している。さらに、大規模損壊発生時の体制は、通常の原子力防災体制を基本としつつ、夜間・休日の人員確保や応援態勢等を考慮した体制を整備している。加えて、消火活動を実施するため、又は、高線量の環境下において事故対応を行うための各種資機材は、原子炉建屋及び原子炉補助建屋から１００m以上の離隔距離を確保した場所に分散して配備している。

（乙Ｃ１３１（１０－５－３７～１０３頁））

(ウ) 原子力規制委員会は、被告による外部人為事象（故意によるもの）についての対策が新規制基準に適合すると判断した。

（乙Ｃ１３０、前記(イ)ｃ）

イ　外部人為事象（故意によるもの）についての対策に関する新規制基準の合理性

以下では、原告らの主張を踏まえ、新規制基準の合理性につき検討する。

(ア) 原告らは、特定重大事故等対処施設を設置したとしても、その施設が同時に意図的な航空機衝突の対象になれば、その対策は全く機能せず、また、多数の機器に損傷等が生じた場合、特定重大事故等対処施設が健全であっても、特定重大事故の発生を防止する方策はないと主張する。

しかし、新規制基準は、特定重大事故等対処施設は、①原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突等に対して重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないこと、②原子炉格納容器の破損を防止するために必要な設備を有すること、③原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突等の発生後、発電用原子炉施設の外からの支援が受けられるまでの間、使用できるものであることを求めている（前提事実１３(2)イ・90頁）。そして、上記①に関し、原子炉建屋及び特定重大事故等対処施設が同時に破損することを防止するために必要な離隔距離（例

えば１００m以上）を確保すること若しくは故意による大型航空機の衝突に対して頑健な建屋に収納すること又はこれらと同等以上の効果を有する設備とすることを求めており（設置許可基準規則解釈４２条１項。乙Ｅ６）、このうち、必要な離隔距離については、各プラントの地理的特徴等を考慮して航空機の侵入経路等を特定すべきであり、各プラントの特性に応じた対策が必要であるとされている（乙Ａ２６）。

このように、新規制基準は、特定重大事故等対処施設について、故意による航空機衝突をも想定した施設や設備とすることを求めているといえるから、その定めが不合理なものであるとはいえない。

(イ) 原告らは、新規制基準におけるテロリズム対策は、特定重大事故等対処施設を設置することだけであり、原子力発電所につながる高圧送電線の鉄塔が破壊されれば、外部電源が失われ、原子力発電所は緊急事態に陥るなどと主張する。

しかし、新規制基準は、非常用電源設備の設置を求めるなどしている（前記３(10)イ・344頁）。このように、新規制基準においては、外部電源を喪失した場合が想定されているから、その定めが不合理であるとはいえない。

(ウ) 原告らは、新規制基準では、①ミサイル攻撃による破滅的事故を回避する方策は全く考えられていない、②アメリカのＤＢＴ（設計基準脅威）やＨＡＢ（セキュリティ分野の過酷事故に相当する。）のようなテロリズム対策がないと主張する。

a　上記①について

我が国周辺の排他的経済水域内にミサイルが着弾した例があることを考慮しても、本件発電所がミサイル攻撃を受ける危険が、具体的なものとして存在するとは認められない。

b　上記②について

この点に関し、ＤＢＴは、警備のための戦闘部隊による訓練や仮想テロリストに対する模擬訓練をすることを内容とするものであり、ＨＡＢは、ＤＢＴによる防護が破られた場合のセキュリティ分野での防護レベルである（甲１５７）。

しかし、テロリズムの現状や民間警備に関しての実情が異なるアメリカのテロリズム対策と比較して、新規制基準が同様又は類似の防護の考え方を採用していないことが、直ちに不合理であるとはいえない。

(エ) 上記のほか、外部人為事象（故意によるもの）についての対策に関する新規制基準に不合理な点は見当たらない。

ウ　被告による外部人為事象（故意によるもの）についての対策の合理性

被告による外部人為事象（故意によるもの）についての対策は前記ア(イ)のとおりであり、原子力規制委員会は、新規制基準に適合するとの判断をしている（前記ア(ウ)）ところ、被告による対策に不合理な点はない。

エ　小括

以上によれば、被告による外部人為事象（故意によるもの）についての対策に不合理な点はなく、これを是認した原子力規制委員会の調査審議及び判断の過程に不合理な点はないものと認められる。

## 11　避難計画（争点１１）

### (1)　避難計画の不備と人格権侵害の具体的危険との関係

ア　原告らは、実現可能な避難計画の策定及びこれを実行し得る体制が整わず、深層防護の第５の防護レベルが欠落し、又は不十分な状況の下で原子力発電所を運転することは、周辺住民の人格権を侵害する具体的危険を生じさせるものであるといわなければならないと主張する。

イ　本件は、人格権に基づく妨害予防請求として、本件原子炉の運転の差止めを求めるものであり、これが認められるためには、本件原子炉の安全性に欠けるところがあり、その運転に起因する放射線被ばくによって原告ら

の生命及び身体等に直接的かつ重大な被害が生じる具体的危険が生じることが必要である（前記１(1)）。

しかし、これまで検討したところからすれば、本件原子炉について、放射性物質が異常な水準で本件発電所の外部に放出される重大事故等が生じ、そのことによって原告らの生命及び身体等に直接的かつ重大な被害が生じる具体的危険があるとは認められない。策定された避難計画の下に避難が実行されるのは、上記のような重大事故等が発生した場合なのであって、重大事故等が起きるおそれがあるとはいえない場合に、避難計画が不備であることのみにより、原告らの生命及び身体等に直接的かつ重大な被害が生じる具体的危険が生じることはないというべきである

この点につき、深層防護の考え方は、一般に、安全に対する脅威から人を守ることを目的として、ある目標を持ったいくつかの障壁（防護レベル）を用意し、あるレベルの防護に失敗した場合に次のレベルで防護するというものであり、異なる防護レベルが、それぞれ独立して有効に機能することがその不可欠の要素とされている（前提事実１６(1)・95頁）。しかし、これは、飽くまでそれぞれの防護レベルの対策が実効的なものとなることを目指すためのものと理解すべきであり、このような考え方があることは、人格権侵害の具体的危険の有無という客観的な判断をするに当たり、影響を及ぼすものではない。

(2) 小括

したがって、避難計画の合理性の有無につき検討するまでもなく、同計画の不備があることにより原告らに上記の具体的危険が生じる旨の主張は理由がない。

12 まとめ

これまで検討してきたところについて、前記１(2)に述べた判断過程を踏まえて述べると、各争点に関連する新規制基準の定め、これに従ってなされた被告

による各種事象に関する評価の内容及び安全性確保のためにとられた対策、本件原子炉の安全性評価及びその対策が新規制基準に適合するとした原子力規制委員会の判断のいずれについても、科学的技術的知見に照らしても不合理な点はないものと認められる。これに対し、原告らの各主張によっても、本件原子炉の安全性に欠ける点があり、原告らの生命及び身体等が侵害される具体的危険があることが立証されたものとはいえない。

したがって、本件原子炉がその安全性を欠いているとは認められず、原告らの生命及び身体等を侵害する具体的危険があるとは認められない。

## 第６　結論

よって、原告らの請求はいずれも理由がないから棄却することとして、主文のとおり判決する。

松山地方裁判所民事第２部

裁判長裁判官　菊池浩也

裁判官　東根正寛

裁判官　坂井夏生