



び判断が合理的であることを裏付けるものといえる。

以上によれば、基準地震動に関し、本件申請の内容が具体的審査基準に適合するとした原子力規制委員会の審査及び判断の過程に看過し難い過誤、欠落があるとは認められない。

(2) 原告らの主張について

ア 地震モーメントの算出について

原告らは、地震モーメントの算出について、「入倉・三宅式」ではなく「武村式」を用いるべきであるとし、その根拠として、①「入倉・三宅式」のデータセットがほとんど外国のものである一方、「武村式」のデータセットは全て日本のものである、②「入倉・三宅式」を用いると、「武村式」による場合と比べて、地震モーメントが過小評価になる、③基準津波評価では「武村式」が用いられている、④島崎邦彦の2015年日本地震学会秋季大会での発表や島崎提言等からすれば、「入倉・三宅式」を用いた場合、地震モーメントが過小評価されていることとなる、⑤1948年福井地震について、「入倉・三宅式」による地震モーメントの評価値は、実測値に比べ過小評価になっていると主張する。また、⑥破壊域ないし仮定断層面積を経験式における断層面積として扱うことは許されないとして、「入倉・三宅式」に問題がある旨主張する。

地震動審査ガイドは、前記(1)ア(イ)のとおり、考慮すべき最新の研究成果の一つの例として強震動予測レシピを挙げているところ、強震動予測レシピは、認定事実(2)ア(ア)b(c)のとおり、地震規模(地震モーメント $M_0$ )の設定に関し、震源断層面積 $S$ と地震モーメント $M_0$ の経験的關係式ないし経験式の一つとして「入倉・三宅式」( (3) 式)を採用している。また、被告参加人は、本件申請において、認定事実(2)ア(イ)b(c)のとおり、当時の強震動予測レシピ(強震動予測レシピ(2009)及び強震動予測レシピ(2016))。なお、当時の強震動予測レシピと平成29年4

月27日改訂及び令和2年3月6日改訂の強震動予測レシピとの差異は、本件で原子力規制委員会の審査及び判断の不合理な点の有無を検討するに当たり、影響を与えるものではない。)に基づき、断層面積から「入倉・三宅式」に基づき地震モーメントを設定した。したがって、仮に、「入倉・三宅式」を用いることが不合理であれば、基準地震動に関する原子力規制委員会の審査及び判断に不合理な点があると認められる可能性が生じることとなるので、「入倉・三宅式」を用いることが不合理であると認められるかどうかを検討する。

(ア) 「入倉・三宅式」の評価

強震動予測レシピは、平成17年3月23日に「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）」との名称で初めて公表されてから複数回にわたって改訂等がされた後の令和2年3月6日改訂の最新版に至るまで、一貫して、活断層で発生する地震の特性化震源モデルについて活断層で発生する地震における震源断層モデルの巨視的震源特性に関するパラメータである地震規模（地震モーメント $M_0$ ）の設定に関し、震源断層面積 $S$ と地震モーメント $M_0$ の経験的關係式ないし経験式の一つとして「入倉・三宅式」を採用している（乙33, 57, 79, 99, 142, 254）。このことは、「入倉・三宅式」を用いることが最新の研究成果を踏まえても合理的であることを裏付けているといえる。また、地震本部地震調査委員会において、当時の強震動予測手法（強震動評価手法）について、2000年鳥取県西部地震及び2005年福岡県西方沖地震を対象とし、これらの地震の観測波形と比較検討することにより、基本的な妥当性が確認されるとともに、より高精度化するための課題等が検討されている（甲38, 39, 83～85, 乙33, 57, 79, 99, 139, 142）ことも「入倉・三宅式」を用いることが合理的であることを裏付けているといえる。

(イ) 原告らの主張① (データセット) について

「入倉・三宅式」は、主に海外 (アメリカ合衆国カリフォルニア州等) の地震データに基づき策定されたものである (乙31, 40, 139)。また、入倉ほか (1993) には、日本と北西アメリカの地殻内地震について、同じ地震モーメントの地震に対し、日本の地震の破壊面積は小さく、平均すべり量が大きい旨の指摘がある (甲87)。

しかし、日本において、1995年兵庫県南部地震より前は、強震観測網が極めて粗密な状態で、地震学的情報が必ずしも十分に取得できなかったが、同地震を契機として、地震観測網整備が大規模かつ網羅的に実施され、より多くの情報を収集することができるようになったと認められる (乙38, 40, 82, 139) ところ、入倉ほか (1993) はそれより前の論文であり、1995年兵庫県南部地震より後に収集されたデータに基づく研究との比較においては、正確な内容とはいえないものとなっている。そして、証拠上、震源断層面積  $S$  と地震モーメント  $M_0$  の関係について、日本で発生した地震と海外で発生した地震とを比較して相違があるとする最新の科学的知見があるとは認められないから、データセットが日本の地震のみかどうかが、震源断層面積  $S$  と地震モーメント  $M_0$  の経験式としての妥当性を評価する上で重要な事情であるとは必ずしも解されない。また、入倉ほか (2014) 及び宮腰ほか (2015) では、平成7年から平成25年までの間に国内で発生した18個の内陸地殻内地震 ( $M_w 5.4 \sim 6.9$ ) の地震観測記録の震源インバージョン結果から Somerville 規範により抽出された断層破壊面積  $S$  と  $F-n e t$  (広帯域地震観測網) による地震モーメント  $M_0$  の関係が、「Somerville et al. 式」及び「入倉・三宅式」と整合することが確認されていること、Irikura et al. (2017) では、2016年熊本地震 ( $M_w 7.0$ ) の震源インバージョン解析結果が、「入倉・三宅式」の

基となったデータのばらつきの範囲内にほぼ収まっており、「入倉・三宅式」に整合することが確認されていることが認められる（乙38, 40, 62, 67, 82, 139）。

このように、「入倉・三宅式」は、新しい研究において国内の地震データによってもその妥当性が確認されているから、「入倉・三宅式」が主に海外の地震データに基づき策定されたからといって「入倉・三宅式」を用いることの妥当性が否定されることはない。

(ウ) 原告らの主張②（地震モーメントの過小評価）について

「武村式」は、断層面積 $S$ と地震モーメント $M_0$ の（経験的）関係式である「 $\log S$  ( $\text{km}^2$ ) =  $1/2 \log M_0$  ( $\text{dyne}\cdot\text{cm}$ ) - 10.71 ( $M_0 \geq 7.5 \times 10^{25}$  ( $\text{dyne}\cdot\text{cm}$ ))」である。武村（1998）では、まず、断層長さ $L$ と地震モーメント $M_0$ の関係式を求め、 $M_0 \geq 7.5 \times 10^{25}$   $\text{dyne}\cdot\text{cm}$ の地震の断層幅 $W$ を13kmと固定し、 $S$ （断層面積）=  $L$ （断層長さ） $\times W$ （断層幅）の式を用いた上で、断層面積 $S$ と地震モーメント $M_0$ の関係式である「武村式」を求めている（甲8）から、断層面積 $S$ は断層長さ $L$ に依拠して算定されている。そして、武村（1998）のデータセットは、1995年兵庫県南部地震以前の国内の地殻内地震のものであり、上記イのとおり国内の強震観測網が充実する前のものであるため、基本的には測地学的データに基づくものであると考えられ（乙38, 40, 82, 139）、断層長さ $L$ は地表地震断層長さに依拠していると考えられる。一方、入倉・三宅（2001）では、過去に発生した地震の地震モーメント $M_0$ と断層面積 $S$ のデータから「入倉・三宅式」が策定されており、参照された地震データの断層面積 $S$ は、震源インバージョン解析によるデータ又はこれと同視できる程度の「信頼できる」とされているデータを用いているとされている（乙31, 139）。したがって、武村（1998）と入倉・三宅（2001）とでは、関係



式ないし経験式を策定する過程における震源断層Sの捉え方を異にしているというべきであるし、後者の用いたデータが精度において劣っているともいえない。

また、入倉ほか(2014)では、武村(1998)が用いたデータセットのうち、一定規模( $M_w 6.5$ )以上の地震について震源インバージョンの手法を用いて再評価したところ、震源インバージョン結果が得られたほとんどの地震において、震源断層長さが武村(1998)で用いられた震源断層長さに比べて長くなるとされている(乙38, 40, 82)。上記のとおり、武村(1998)において、断層面積Sは断層長さLに依拠して算定されているので、上記の再評価の結果を前提とすれば、武村(1998)の断層面積Sは過小評価になっている可能性がある。

このように「武村式」と「入倉・三宅式」には、断層面積の捉え方等に違いがあるから、「武村式」と「入倉・三宅式」によって算出される地震モーメント $M_0$ を単純に比較して、後者が過小評価であるとすることはできない。

(エ) 原告らの主張③(基準津波評価に係る「武村式」の採用)について

基準津波の設定と、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の策定における断層モデルを用いた手法による地震動評価における震源モデルの設定とでは、想定する事象や経験式を利用する場面が異なるところ、その設定に当たってはそれぞれ適切な手法を用いるべきであるから、前者の設定に「武村式」を用いることがある(甲7参照)からといって、後者の設定に当たり、「入倉・三宅式」ではなく「武村式」を用いるべきであるとはいえない。

(オ) 原告らの主張④(島崎邦彦の見解)について

島崎邦彦は、2015年度日本地震学会秋季大会における発表や、

「最大クラスではない日本海「最大クラス」の津波」と題する論文等において、「入倉・三宅式」を用いると過小評価になる旨の言及ないし論述をした（甲44, 45, 112）。同人は、元日本地震学会会長かつ元原子力規制委員会委員長代理であり（前提事実(5)ウ参照）、地震に関する専門家である。

しかし、島崎邦彦が上記発表（甲44）において「入倉・三宅式」として紹介しているのは、「入倉・三宅式」そのもの（ $M_0 = (S / 4.24 \times 10^{11})^2 \times 10^{-7}$ ）ではなく、厚さ14kmの地震発生層中の垂直な断層を仮定した場合とした上で、「入倉・三宅式」を、 $M_0 = 1.09 \times 10^{10} \times L^2$ という断層長さLと地震モーメント $M_0$ の関係式に変形したものである（乙246参照）。また、島崎邦彦は、上記論文（甲45）において、2016年熊本地震について、世界中で観測された同地震の様々な波を解析した結果や震源に近い場所の強い揺れの記録等に基づいて得られた「震源の大きさ」のうち中央値である米国地質調査所によって得られた $4.66 \times 10^{19} \text{Nm}$ を用いるとした上で、「地理院のモデルは、ずれの量が一定の仮定によっているので、実際の断層面積はこれより大きい可能性がある。地表地震断層の分布はよく調べられており、その結果から推定される断層の長さは31kmで、断層が60度程度傾斜していることから幅を16kmとすると、断層面積は496km<sup>2</sup>となる。これと入倉・三宅式とを用いて「震源の大きさ」を求めると… $1.37 \times 10^{19} \text{Nm}$ が得られる。実際の値は、推定値の3.4倍であり、入倉・三宅式が過小推定となっていることは明らかである。また、入倉・三宅式に基づいて…計算されるずれの量は80cmで、実際より小さい。」とする。これに対し、入倉・三宅（2001）の著者の一人で地震に関する専門家（認定事実(2)ア(ア)b(b)参照）である入倉孝次郎は、「岩波科学2016年7月号の島崎邦彦氏の「最大クラスではない日本海『最大

クラス』の津波一過ちを糺さないままでは『想定外』の災害が再生産される」へのコメント」と題する書面（甲49）で、島崎邦彦の上記論文の「根拠として、熊本地震について国土地理院が測地データによる均質すべり震源モデルを仮定して推定した暫定解を使用している。入倉・三宅（2001）は強震動記録や遠地記録など seismic data（地震学的データ）に基づいて震源断層の断層すべりが不均質であることを前提に、震源断層の大きさや強震動を出す領域の大きさを評価している。このことは、島崎論文が入倉・三宅（2001）で取り扱っている地震学的データに基づく不均質震源モデルを無視した議論と結論を導いていることになる。即ち、岩波科学2016年7月号の島崎論文は、2016年熊本地震の震源モデルについて、入倉・三宅（2001）のスケールリング則と比較するには不適切な解析結果のみを引用して、恣意的な結論を誘導している可能性があり、入倉・三宅（2001）のスケールリング則ないし経験的關係式は、その後の研究によって、その有効性が検証されており、2016年熊本地震も「入倉・三宅式」と調和的であるなどと、根拠を示して反論している（乙246参照）。そして、Irikura et al. (2017) において、2016年熊本地震（Mw 7.0）の震源インバージョン解析結果が、「入倉・三宅式」の基となったデータのばらつき範囲内にほぼ収まっており、「入倉・三宅式」に整合することが確認されている（乙62, 139）。さらに、島崎邦彦は、名古屋高等裁判所金沢支部平成26年（ネ）第126号事件で実施された証人尋問において、「入倉・三宅式」は、経験式そのものとしては、問題があるわけではない旨証言したことが認められる（甲62）。

原子力規制庁は、関西電力株式会社大飯発電所の審査に当たっていた島崎邦彦による指摘を重く見て、同発電所の地震動について、関西電力株式会社が実施した地震動評価ケースの基本ケースにおける地震モーメ

ント (Mo) の算定について、「入倉・三宅式」を「武村式」に置き換えるなどして試算したところ、①アスペリティの総面積が震源断層の総面積より大きくなり、アスペリティが震源断層の一部であることとの矛盾が生じ、②この矛盾に対応するため、アスペリティ総面積を関西電力株式会社の設定と同じにしてアスペリティの応力降下量を算出し、地震モーメントが変わらないように背景領域の応力降下量を大きく設定したところ、背景領域の応力降下量が通常の約3倍となり、非現実的なものとなったとした上で、同発電所の審査において、基準地震動の見直しを求める必要はないと判断し、原子力規制委員会においても、同様の考え方にに基づき、同発電所の審査がされたことが認められる(甲46～48、乙63、64、弁論の全趣旨)。原告らは、上記の試算で矛盾が生じたのは、「壇ほか式」を用いたからであり、「片岡ほか式」を用いた場合には矛盾は生じない旨主張するが、後記イのとおり、「壇ほか式」ではなく「片岡ほか式」を用いるべきであるとはいえない。

これらの事情からすると、島崎邦彦の上記発表及び論文を踏まえても、「入倉・三宅式」を用いることが不合理であるとはいえず、「武村式」を用いるべきであるとはいえない。なお、原子力規制委員会ないし原子力規制庁は、上記のとおり、自らの見解と異なる有力な見解を考慮した上で審査及び判断をしており、このような態度は、原子力規制委員会の審査及び判断の合理性を裏付けるものといえる。

(カ) 原告らの主張⑤(1948年福井地震の実測値との差異)について

経験式の基となる個々のデータセットにはばらつきが存在するため、これらのデータを基にして得られた一般式としての当該経験式による計算値とは必然的に一定の乖離が生じ得る。したがって、1948年福井地震のデータのみを取り上げて、「入倉・三宅式」を用いて算定した数値が過小評価になるから用いるべきではないということとはできない。



(キ) 原告らの主張⑥（破壊域）について

「入倉・三宅式」は、震源インバージョン解析によるデータ等に基づいて得られた断層面積 $S$ と地震モーメント $M_0$ の経験的關係式ないし経験式である。震源インバージョン解析は、震源周辺の多数の観測地点で得られた地震観測記録を用いて震源断層面を仮定し、その震源断層面を細かく分割した各地点におけるすべり量等を、観測記録を用いた逆解析（インバージョン）により算出するなどするものである。これは、現在の地震学において、確立された解析手法となっている（以上につき、甲40, 50, 51, 乙37, 84, 139, 丙110）。もともと、前提となるデータの違い等により、震源インバージョン解析結果の数値等が、解析者により異なることはあり得るところである。実際、2016年熊本地震に係る震源インバージョン解析の方法や結果は、研究者により一部において異なっている（甲50, 51, 76, 77, 111, 114, 124, 138参照）。また、震源断層面を求める際には、当初の解析で求められた断層面の縁にある余分な部分を取り除く「トリミング」を行う。トリミングの目的は、地震動の発生に寄与する実質的な震源断層面を求めるために、震源インバージョン解析結果において示された震源断層面をそのまま用いるのではなく、一定の基準を設けて、地震動の生成に寄与しないすべり量の小さい領域を取り除くことにある。Somerville et al. (1999) は、トリミングの基準として、行又は列全体の平均すべり量が、震源断層全体の平均すべり量の「0.3」倍未満となる行又は列を取り除く（トリミングする）という規範（Somerville規範）を提案しているところ、この規範によれば、「0.3」倍未満となる行又は列が存在しなければ、取り除くべき部分が存在しないこととなり、結果として、当初の震源インバージョン解析結果と、震源断層面積が変わらないことがあり得ることとなる（甲49, 60, 乙139）。

このような震源インバージョン解析の手法や Somerville 規範の内容に照らすと、この点に関する原告らの主張立証は、的確な専門的知見や科学的根拠に基づくものと認めるに足りないから、「入倉・三宅式」の策定やその妥当性を検討するに当たって用いられた震源インバージョン解析の手法や Somerville 規範によるトリミングの方法の合理性を減殺させるものではなく、このことをもって、「入倉・三宅式」を用いることが不合理であるとはいえない。なお、原告らは、入倉・三宅（2001）において、Wells and Coppersmith（1994）の断層面積は、震源インバージョンによる Somerville et al.（1999）の断層面積と「規模の大きい地震では良く一致している」と評価しているのは誤っているというが、2001年に発表されて以来、他の専門家らにより検証されてきた論文において示された専門家による科学的な見地からの総合的な評価について、論文が基礎としたデータのうち一部のデータのみを取り出して誤りと主張するものである上、的確かつ専門的な科学的知見に基づいてされた主張とは認められない。

加えて、本件各原子炉施設については、被告参加人において、2005年福岡県西方沖地震について、「入倉・三宅式」を含む強震動予測レシピを用いて地震動評価をしたところ、本件各原子炉施設敷地における同地震の観測記録をおおむね再現できることを確認していることが認められる（丙16）。

また、後記イ(エ)のとおり、強震動予測レシピは、全体として体系付けられたひとまとまりの方法論であるから、その一部のみを変更することは、強震動予測レシピの性質上、許容されないというべきである。

以上によれば、原告らのその余の主張を検討しても、活断層で発生する地震の特性化震源モデルにおける震源特性パラメータの設定の過程で、強震動予測レシピに基づき、震源断層面積 $S$ と地震モーメント $M_0$ の経験

的關係式ないし経験式として「入倉・三宅式」を用いることが不合理であるとは認められない。

#### イ 短周期レベルの算出について

原告らは、短周期レベルの算出において、「壇ほか式」を用いると、「片岡ほか式」を用いる場合と比べて過小評価になるところ、①「壇ほか式」は、世界の地震データを用いた上で、短周期レベルは地震モーメントの $1/3$ 乗に比例すると仮定して関係式の傾きを $1/3$ としているが、「片岡ほか式」は、日本の内陸地震について、何乗根かも含めて最小二乗法でパラメータを決め、傾きについて $1/2$ に近い値を得ているから、「片岡ほか式」がより妥当な関係式である、②「壇ほか式」は $M_0 < 7.5 \times 10^{18} \text{ Nm}$ において適用される式であるが、 $M_0 \geq 7.5 \times 10^{18} \text{ Nm}$ の範囲においては、「入倉・三宅式」又は「武村式」が妥当するとされているところ、これらの式について、強震動予測レシピの式等を用いて短周期レベルAと地震モーメント $M_0$ との関係に引き直すと、短周期レベルAは $M_0^{1/2}$ に比例することとなるので、基本的に「片岡ほか式」が導かれ、「片岡ほか式」が妥当する、③「武村式」と「壇ほか式」を用いた場合に生じる矛盾は「壇ほか式」を用いたために生じるものであるなどとして、「武村式」と「片岡ほか式」を用いるのが合理的である旨主張する。

地震動審査ガイドは、前記アのとおり、考慮すべき最新の研究成果の一つの例として強震動予測レシピを挙げているところ、強震動予測レシピは、認定事実(2)ア(ア)b(c)のとおり、活断層で発生する地震の特性化震源モデルについて活断層で発生する地震における震源断層モデルの微視的震源特性に関するパラメータであるアスペリティの面積の設定に関し、断層幅が地震発生層を飽和しない中小規模の地震で円形破壊面を仮定できる場合において、短周期レベルAを設定した上でアスペリティの総面

積 $S a$ を求めることとし、短周期レベルAを算出するに当たって、地震モーメント $M_0$ と短周期レベルAの経験的關係式ないし経験式として「壇ほか式」を採用している。また、被告参加人は、本件申請において、認定事実(2)ア(イ)b(c)のとおり、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の策定における断層モデルを用いた手法による地震動評価において、当時の強震動予測レシピに基づき、短周期レベルAを「壇ほか式」に基づき設定した。したがって、前記アと同様、仮に、「壇ほか式」を用いることが不合理であれば、基準地震動に関する原子力規制委員会の審査及び判断に不合理な点があると認められる可能性が生じることとなるので、「壇ほか式」を用いることが不合理であると認められるかどうかを検討する。

(ア) 「壇ほか式」の評価

強震動予測レシピは、平成17年3月23日に「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）」との名称で初めて公表されてから複数回にわたって改訂等がされた後の令和2年3月6日改訂の最新版に至るまで、一貫して、活断層で発生する地震の特性化震源モデルについて活断層で発生する地震における震源断層モデルの微視的震源特性に関するパラメータであるアスペリティの総面積 $S a$ の設定に係る短周期レベルAの設定に関し、地震モーメント $M_0$ と短周期レベルAの経験的關係式ないし経験式として「壇ほか式」を採用している（乙33, 57, 79, 99, 142, 254）。しかも、前記ア(ア)のとおり、地震本部地震調査委員会において、当時の強震動予測手法について、2000年鳥取県西部地震及び2005年福岡県西方沖地震を対象とし、これらの地震の観測波形と比較検討することにより、基本的な妥当性が確認されるとともに、より高精度化するための課題等が検討されている。これらのことは、「壇ほか式」を用いることが合理的であることを裏付けてい



るといえる。

(イ) 原告らの主張①（データセット及び関係式の傾き）について

壇ほか（2001）は、「壇ほか式」について、12個の内陸地殻内地震の短周期レベルAが地震モーメント $M_0$ の3分の1乗に比例するとした上で、回帰（最小二乗法）で定数を決め、得られた関係式であるとする。その根拠としては、「Frankel（1995）の研究によると、内陸地震である1989年米国 Loma Prieta 地震の本震と複数の余震の加速度フーリエスペクトルの短周期帯域の値は、地震モーメントの立方根 $M_0^{1/3}$ でスケールリングできることが分かっている」などとし、過去の研究結果を基に、内陸地殻内地震の短周期レベルAが地震モーメント $M_0$ の3分の1乗に比例することを仮定している。また、上記の回帰に用いていないデータについても、Mw 4から7までの広い範囲で「壇ほか式」による値とほぼ対応していることが分かるとし、その妥当性を確認している。（甲53，乙139，丙21）

また、「壇ほか式」が提案された壇ほか（2001）及び「片岡ほか式」が提案された片岡ほか（2006）が公表された後の知見である佐藤（2010）、佐藤・堤（2012）、田島ほか（2013）及び佐藤（2016）においても、「壇ほか式」が比較検討の対象とされたり、「壇ほか式」を用いた検討がされたりするなどしている。これは、「壇ほか式」が内陸地殻内地震の地震モーメント $M_0$ と短周期レベルAの経験的關係式ないし経験式として基本的に妥当することを前提としているといえる。（乙86，139，丙11，12，22）

さらに、証拠上、地震モーメント $M_0$ と短周期レベルAの関係について、日本で発生した地震と海外で発生した地震とを比較して相違があるとする科学的知見があるとは認められない。

これらのことからすると、「壇ほか式」に比べ「片岡ほか式」がより

妥当な関係式であるとはいえない。

(ウ) 原告らの主張②（適用範囲）について

壇ほか（2001）において、「壇ほか式」を導く際に回帰に用いたデータの地震モーメント $M_0$ は「 $3.5 \times 10^{24} \leq M_0$  [dyne-cm]  $\leq 7.5 \times 10^{26}$ 」すなわち「 $3.5 \times 10^{17} \leq M_0$  [Nm]  $\leq 7.5 \times 10^{19}$ 」とされるなどしており（甲53, 乙139, 丙21）, 「壇ほか式」が $M_0 < 7.5 \times 10^{18}$  Nmにおいてのみ適用されるものとはいえない。

(エ) 原告らの主張③（矛盾の発生）について

強震動予測レシピは、認定事実(2)ア(ア)b(a)のとおり、①特性化震源モデルの設定、②地下構造モデルの作成、③強震動計算、④予測結果の検証の四つの過程から成る。また、認定事実(2)ア(ア)b(c)のとおり、活断層で発生する地震に対する震源特性パラメータの設定の全体の流れは、別紙「付図2 活断層で発生する地震の震源特性パラメータ設定の全体の流れ」に示すとおりとしている。このように、強震動予測レシピは、全体が体系的でひとまとまりの方法論として策定されたものである。強震動予測レシピは、今後も強震動評価における検討により、修正を加え、改訂されていくことを前提としているものではあるが、そうであるからといって、その一部のみを変更すること、例えば、強震動予測レシピで採用されている「入倉・三宅式」を「武村式」に置き換えたり、同じく強震動予測レシピで採用されている「壇ほか式」を「片岡ほか式」に置き換えたりすることを想定しているとは認め難い。上記のとおり、強震動予測レシピは、全体として体系付けられたひとまとまりの方法論であるから、その一部のみを変更することは、強震動予測レシピの性質上、許容されないというべきである（乙246, 247参照）。

原告らは、「入倉・三宅式」と「壇ほか式」を用いる代わりに、「武村式」と「片岡ほか式」を用いて、地震動を評価すべきであると主張す

るが、その妥当性を裏付ける科学的知見は見当たらない。

原告らは、強震動予測レシピが、断層幅が地震発生層を飽和する大規模な地震で、円形破壊面を仮定することができない場合に、アスペリティ面積比  $S_a/S$  を 22% とすること等としている点について、単なる便法にすぎないと主張する。しかし、この手法は、地震本部地震調査委員会が長大な断層である山崎断層帯の地震動を評価するに当たり、パラメータ設定に関して様々な検討を行う中で提唱されたもので、長大な断層に対しても、既往の研究と同程度の応力降下量が推定でき、強震動予測結果もレシピに従った結果と同程度となることが確認された上で、取り入れられたものであると認められる（乙139）から、単なる便法とはいえない。また、原告らは、1948年福井地震の実測値に基礎を置く値に基づき「壇ほか式」を用いて計算すると、アスペリティ面積比が1を超えるという問題点ないし矛盾が生じる旨主張するが、この計算に際し、強震動予測レシピが用意している上記の手法を用いていないなど、正しい計算をしているとはいえないから、この原告らの主張を踏まえても、強震動予測レシピに問題があるとはいえない。

加えて、本件各原子炉施設については、被告参加人において、2005年福岡県西方沖地震について、「壇ほか式」を含む強震動予測レシピを用いて地震動評価をしたところ、本件各原子炉施設敷地における同地震の観測記録をおおむね再現できることを確認している（丙16）。

以上によれば、原告らのその余の主張を検討しても、活断層で発生する地震の特性化震源モデルにおける震源特性パラメータの設定の過程で、強震動予測レシピに基づき、地震モーメント  $M_0$  と短周期レベル A の経験的關係式ないし経験式として「壇ほか式」を用いることが不合理であるとは認められない。

ウ ばらつきの考慮について

地震動審査ガイド I. 3. 2. 3 (2) は「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。」と定めている。原告らは、第2文の「その際」は「地震規模を設定する」を指すものであって、第2文は、経験式が平均値であるため、地震規模を設定する場合は、平均値ではなく、ばらつきの考慮を加えて設定すべきであるという意味であるとした上で、そうであるにもかかわらず、本件各原子炉施設に関し、地震モーメントを算出する際、ばらつきが考慮されておらず、原子力規制委員会の審査及び判断は不合理である旨主張する。

しかし、地震動審査ガイド I. 3. 2. 3 (2) は、地震動審査ガイド I. 3. 3 の「地震動評価」に関するものではなく、地震動審査ガイド I. 3. 2 の「検討用地震の選定」に関するものである。基準地震動策定フローからいえば、「地震動の評価」の前段階の「検討用地震の選定」に関するものであって、地震動評価そのものに関するものではない。地震動評価に関するものは、別途、規定されている。なお、ここでいう「検討用地震の選定」とは、敷地周辺で想定される地震の中から敷地に対して相対的に大きな影響を与える地震を幾つか抽出する過程をいい、具体的には、地震規模と敷地からの距離との関係等から、敷地におけるおおよその地震動レベルを求めるなどして、敷地に大きな影響を与えると予想される地震を選定する過程をいうものと解される(乙108, 136)。

また、一般に、経験式は、観測データを回帰分析して得られる一般法則であり、基礎となった観測データにはばらつきがあることや個々のデー



タとの間には乖離があることを前提にして策定されるものであって、これを用いてある数値（パラメータ）を求めることができるものである。そうすると、その文理からみて、地震動審査ガイドI. 3. 2. 3 (2)が、地震規模を設定するに当たり経験式を用いるとしながら、他方で、経験式そのものないし経験式から得られる数値（平均値）を修正して地震規模を設定するという、一旦採用した経験式を無視した恣意的な操作が可能となるような考慮をすることを求めていると解することはできない。実際、「入倉・三宅式」等の経験式が体系的に組み込まれている強震動予測レシピにおいて、原告らが主張するような方法で、経験式が有するばらつきを考慮することを求める旨の記載は見当たらない（乙33, 57, 79, 99, 142, 254参照）。

地震動審査ガイドI. 3. 2. 3 (2)が検討用地震の選定に関する規定であることや、規定の文理からすれば、同規定は、経験式を用いるに当たり、当該地域に関する調査の結果等を踏まえ、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こと、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際には、経験式の基となった観測データのばらつきも踏まえて検討されていることを確認する必要があることを定めていると解するのが相当である。地震動審査ガイドを作成した原子力規制委員会自体が、地震動審査ガイドI. 3. 2. 3 (2)の第2文は、地震動審査ガイドI. 3. 2. 3 (2)が地震動審査ガイドの経験式の適用に係る記載としては初出であることから、確認的に、経験式の適用範囲を確認する際の留意点を記載したものである旨の考え方を示していることから（乙108）、上記のように解するのが相当である。

地震動審査ガイドI. 3. 2. 3 (2)の文言の作成過程等を検討すると（甲127, 129, 142, 144～153, 169, 乙32参照）、その過程において、専門家の委員から、経験式を用いて地震規模

を想定ないし設定する場合には経験式の基となるデータのばらつきや経験式に係る不確かさを考慮する必要があることを記載する必要がある旨指摘され、これを受けて、地震動審査ガイド I. 3. 2. 3 (2) の第 2 文に相当する文言が追加されたという経緯があったといえる。しかし、この経緯をもって、地震動審査ガイド I. 3. 2. 3 (2) の第 2 文について、原告らが主張するような意味に解する必要があるとはいえない。原告らの主張する方法と異なる方法で、基準地震動に係る具体的審査基準が、経験式の適用範囲の検討やその他の地震動の評価の過程において、上記のばらつきや不確かさを考慮することを求めていることは、上記の経緯に照らしても、不合理であるとはいえない。

したがって、上記の原告らの主張は、採用できない。

エ 2016年熊本地震について

原告らは、2016年熊本地震では、震度7の地震が間をおかずに2回起こり、震度4以上の地震は100回を超えているところ、本件申請に係る審査では、このような態様の地震について検討されておらず、また、このような態様の地震が起こると、1回目の地震で塑性変形を起こした設備が2回目の地震に耐えられずに破損する危険があるなどと主張する。

しかし、2016年熊本地震において、最大の加速度を観測したKiK-net益木観測点(KMMH16)の観測記録(最大加速度がUDで1399Gal)は、火山灰質粘土や砂から成る比較的軟弱な地盤(S波速度が約0.11km/s~0.24km/s)における地表観測記録であり、一方で、同観測点の地下-252mの硬質な岩盤(S波速度が約2.7km/s)における観測記録(最大加速度がNSで237Gal, EWで178Gal, UDで127Gal)は、上記地表観測記録の数分の1にとどまっていることが認められる(乙66, 67, 弁論の全趣旨)。したがって、2016年熊本地震の硬質地盤における地震動は、さほど大

きなものではなかったといえる。一方で、本件各原子炉施設は、硬質な地盤（S波速度が約1.35 km/s）に設けられている（認定事実(2)ア(イ) a(a), 丙16, 弁論の全趣旨）のであり、2016年熊本地震において震度7の地震が間をおかずに2回起こったこと等をもって、本件各原子炉施設に係る耐震設計が不十分であるとはいえない。

設置許可基準規則及び設置許可基準規則解釈等において、短期間に繰り返し地震が起こることを想定した規定は見当たらない。しかし、設置許可基準規則は、「設計基準対象施設は、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。」とし（4条1項）、「耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（以下「基準地震動による地震力」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。」とし（4条3項）、設置許可基準規則解釈は、上記「地震力に十分に耐える」とは、「ある地震力に対して施設全体としておおむね弾性範囲の設計がなされることをいう。」とし（別記2の1）、上記「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」ことを満たすために、「基準地震動に対する設計基準対象施設の設計に当たっては」「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」を求める（別記2の6一）などする。このように、耐震設計において、施設全体としておおむね弾性範囲の設計がなされることや、安全余裕を有していることが求められており、このような要求事項に照らすと、比較的大規模な地震が繰り返し起こったとしても、1回目の地震で塑性変形を起こした設備が2回目の地震に耐えられずに破損

する危険があるとはいえない。

したがって、上記の原告らの主張を踏まえても、本件申請に係る地震による損傷の防止について、原子力規制委員会の審査及び判断が不合理であるとは認められない。

オ 原告小山英之の見解について

原告小山英之は、地震動の過小評価を引き起こさない安全側の立場に立って Fujii and Matsu'ura (2000) が提案する関係式すなわち「Fujii-Matsu'ura 式」(平成29年4月27日改訂の強震動予測レシピ(乙57, 99)の(22-1)式)等を用いて地震動を評価すべきである旨の陳述等をする(甲124, 138, 弁論の全趣旨)。しかし、その妥当性を裏付ける科学的知見は見当たらないから、上記の同原告の陳述等は採用できない。

(3) まとめ

以上によれば、本件申請に係る基準地震動の策定等ひいては地震による損傷の防止について、被告において、原子力規制委員会の審査及び判断に不合理な点のないことを相当の根拠、資料に基づき主張立証したといえ、原告らのその余の主張立証を踏まえても、原子力規制委員会の審査及び判断に不合理な点があるとは認められない。

したがって、原告らの本件各原子炉施設が設置許可基準規則4条3項に適合しないから本件処分が違法である旨の主張は採用できない。

5 争点(3) (設置許可基準規則6条1項(火山の影響に係る部分)適合性の有無)について

(1) 原子力規制委員会の審査及び判断の不合理な点の有無

ア 関連事実等

後掲の証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実等が認められる。

(ア) 日本(特に九州)の火山及び巨大噴火に関する知見(乙108, 14





6～149, 151～157, 164～166, 168, 200, 204, 207, 丙25, 27, 34～43, 50, 115, 116, 118, 119, 122, 131, 170, 174, 175)

a 火山の分布及び火山弧の活動

世界には、火山が広く分布している。その多くは、プレート境界に沿って形成される火山弧で、火山島や火山を含む山々の連鎖である。日本には、五つの火山弧（千島、東北日本、伊豆－小笠原、西南日本、琉球）がある。日本の火山は、海洋プレートが大陸プレートの下に沈み込んでいる場所にできる島弧型火山である。

一般に、火山弧の活動は、プレートの沈み込みとテクトニクス場に関連すると考えられている。太平洋プレートが沈み込む際、プレート上部の海洋地殻には多くの水（含水鉱物）が含まれており、これらが脱水する温度・圧力条件まで沈み込むと水を放出する。放出された水はマントル内を上昇し、水の介在により融点が降下するため、岩石を溶解する温度・圧力条件を満たす領域でマグマが生成されることが考えられている。そして、マグマは周囲との密度差から上昇し、周囲の密度差が釣り合うところで、マグマ溜まりを形成する。このため、プレート境界に沿って火山弧が形成されることが考えられている。そして、上昇したマグマが地表に到達する際には、浅部地殻の構造とテクトニクス場が影響すると考えられている。

b 火山の噴火

火山の噴火は、地下で生成されたマグマが噴出することによって生じる。そのマグマは地下に形成されたマグマ溜まりから供給されることが考えられている。噴火には、マグマが地表に噴出するマグマ噴火とマグマの熱で地下水が温められて水蒸気となって爆発する水蒸気噴火があるが、より広範囲に被害をもたらすのはマグマ噴火である。マグマ

噴火の分類として、ハワイ式噴火、ストロンボリ式噴火、ブルカノ式噴火、プリニー式噴火に分類することがあり、その中で最も激しい噴火がプリニー式噴火である。

マグマが冷却して固化した岩石を火成岩といい、火成岩には、地表や地下の浅いところで急速に冷えてできた火山岩と、地下の深い所でゆっくりと冷えてできた深成岩がある。火成岩は、含有される苦鉄質鉱物と珪長質鉱物の量比により、苦鉄質鉱物に富む苦鉄質岩、珪長質鉱物に富む珪長質岩等に区分される。この観点から火山岩を区分すると、苦鉄質岩には玄武岩、珪長質岩にはデイサイト及び流紋岩が、それぞれ相当する。

マグマの粘性や密度は、マグマが移動する際の速度や噴火の激しさなどと密接な関係がある。一般的に、玄武岩質マグマは、流紋岩質マグマに比べて、温度が高く、粘性が低く、密度が大きいとされ、逆に、流紋岩質マグマは、玄武岩質マグマに比べて、温度が低く、粘性が高く、密度が小さいとされている。珪長質マグマ（流紋岩質マグマ）は、 $\text{SiO}_2$ （二酸化ケイ素）成分に富み、比較的低温で粘性が高いため、一気に地殻中を上昇し噴火することは困難であり、長い年月をかけて大量のマグマを蓄積しやすい。そのため、大規模なマグマ溜まりを形成して噴火を起こす巨大噴火は、一般に珪長質マグマによるものである。

### c. カルデラ

カルデラとは、輪郭が円形又はそれに近い火山性の凹陥地で、普通の火口より大きいものをいう。火道に直接連なっている火口の大きさは、通常直径1 kmを超えないとされるので、それよりもはるかに大きな火山性の凹地は、火山の単純な爆発的活動で生じたものではないと考えられ、火口と区別してカルデラと呼ばれている。カルデラは、爆

発カルデラ、陥没カルデラ及び浸食カルデラに大別されるが、世界の主なカルデラは、陥没カルデラである。陥没カルデラは、巨大な噴火によって多量のマグマが地下から一気に放出され、地下のマグマ溜まりのマグマが急激に失われて空洞が生じることにより、地表部が大きく陥没するために形成されると考えられている。

カルデラを形成するような大規模な噴火すなわちカルデラ噴火を経験したことのある火山を、カルデラ火山といい、カルデラ噴火による火山性の凹地をカルデラ陥没という。通常の活火山のマグマの性質が玄武岩質から流紋岩質まで多様であり、火山体としての噴出物の量もせいぜい数十km<sup>3</sup>程度であるのに対し、カルデラ噴火の場合は、マグマの性質がほとんど流紋岩質かデイサイト質であり、通常の活火山の数倍ないし数十倍のマグマをほぼ瞬時に噴出する。

#### d マグマ溜まりの定置位置

地球の内部構造は、基本的には、密度の大きな物質がより深い場所に存在し、密度の小さい物質がより表面付近に存在する、密度成層構造を作っているとされている。深さ約100kmより浅い地球の内部は、密度の大きいマントルと密度の小さい地殻に区分され、さらに、地殻は、鉄などに富む比較的密度の大きな苦鉄質岩から成る下部地殻と、ケイ素やアルミニウムなどに富む比較的密度の小さな珪長質岩から成る上部地殻に区分できるとされている。地殻とマントルの境界はモホロビッチ不連続面と呼ばれ、上部地殻と下部地殻の境界はコンラッド面と呼ばれる。上部地殻と下部地殻の境界は、しばしば不鮮明で、明瞭な不連続面として認識できないことも多いとされている。

地下で生成されたマグマは、このような地球内部の密度構造に支配されながら、浮力によって上昇、移動すると考えられている。そして、マグマが一定の深さに溜まる条件として、基本的には浮力中立又は密

度中立の考え方が広く受け入れられており、この考え方によれば、マグマの密度が周囲の岩石より小さければ浮力によって上昇し、大きければ重力によって沈降し、密度が均衡していればその均衡した深さでとどまるとされる。浮力中立点にマグマが定置するという考え方は、基本的には、火山学において広く採用されている。

カルデラ陥没は、マグマ溜まりが比較的浅いところに存在する場合に特徴的に形成されるとされ、マグマ溜まりの深さが約10 km以浅の場合にカルデラ陥没が発生し得るのに対し、それよりも深い場合にはカルデラ陥没の形成は困難であるとされている。

また、日本の火山が類別される島弧型火山の場合、巨大噴火については、地下4ないし12 km程度にマグマ溜まりがあると推定されることが多い。

このような、日本の地殻の特性を考慮した浮力中立点の考え方、陥没カルデラの形成に係るマグマ溜まりの深さの制約の考え方、過去の巨大噴火の解析等から、巨大噴火におけるマグマ溜まりの定置位置は、地殻浅部とされている。

上記のような破局的噴火を含む巨大噴火とマグマ溜まりの位置等との関係については、Roche and Druitt (2001), 荒牧 (2003a), 荒牧 (2003b), 鍵山編 (2003), 小林 (2017), 下司 (2016), 下司 (2018), 篠原ほか (2008), 高橋 (2014), 東宮 (1997), 東宮 (2016), 安田ほか (2015), 吉田ほか (2017) 等の専門的知見において示されている。

#### e 噴火可能なマグマ

マグマに含まれる結晶量の割合が50%程度以上で、熔融した部分(メルト)の割合が50%程度以下の部分は、マッシュ、マッシュ状のマグマ又はクリスタルマッシュなどと呼ばれ、そのままでは噴火で

きないマグマの領域とされている。結晶量が50%程度以下では結晶相互の接触は少なく、結晶はほぼ自由に運動できるが、結晶量が50%前後から増加すると結晶同士の接触が多くなり、結晶の動きが著しく阻害され、結晶量が75%を超えると結晶同士が固着するため全体としてはほとんど固体として振る舞う。したがって、噴火可能なマグマは、結晶量が50%未満で、溶融したマグマが50%以上含まれるものであるといえる。

#### f マグマの発泡

マグマには、水(H<sub>2</sub>O)及び二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)等の揮発性成分が含まれており、そのほとんどが水である。マグマが、地下深部のような高い圧力下にあると、水はマグマの中に溶け込めるが、マグマの上昇による減圧等が起こると、その水が水蒸気となってマグマから分離し、マグマが発泡するとされている。マグマ中揮発性成分が飽和し、気泡が形成されることをマグマの発泡といい、マグマ全体の密度を大きく低下させ、マグマ溜まりからマグマが上昇する駆動力となるとされている。そして、マグマが発泡すると、その泡を含めたマグマの体積が増加し、マグマ溜まりの圧力が増加することで、その上部の岩石を破壊し、噴火に至るとされている。これらからすると、マグマに溶け込んだ水が噴火の主な駆動力となっており、マグマに含まれる水の量が少なければ、噴火を発生させるための駆動力が乏しくなると考えられる。

#### g VEI

VEI (Volcanic Explosivity Index) (火山爆発指数) は、火山噴火の規模を表す一つの指標であり、噴火終了後に噴出した火砕物(火山灰、火砕流等)の量で評価され、この噴出物量に溶岩は加味されない。噴出物量に応じて、次のとおり0から8までに分類されている。

る。VEI 7以上の大規模な噴火を破局的噴火という。

VEI 0 0.00001 km<sup>3</sup>未満

VEI 1 0.00001 km<sup>3</sup>以上0.001 km<sup>3</sup>未満

VEI 2 0.001 km<sup>3</sup>以上0.01 km<sup>3</sup>未満

VEI 3 0.01 km<sup>3</sup>以上0.1 km<sup>3</sup>未満

VEI 4 0.1 km<sup>3</sup>以上1 km<sup>3</sup>未満

VEI 5 1 km<sup>3</sup>以上10 km<sup>3</sup>未満

VEI 6 10 km<sup>3</sup>以上100 km<sup>3</sup>未満

VEI 7 100 km<sup>3</sup>以上1000 km<sup>3</sup>未満

VEI 8 1000 km<sup>3</sup>以上

h DRE換算体積

DRE換算体積は、全てのタイプの噴出物を溶岩と同じ比重にしたときに相当する体積を示すものであり、ほぼマグマの体積に一致する。

i 九州の火山分布

九州の活火山（過去1万年以内に噴火したことがある火山）は、北部では、北東から南西方向にかけて、北東から順に、鶴見岳・伽藍岳、九重山、阿蘇山、雲仙岳等が並んでおり、また、阿蘇山から南方には、霧島山、桜島、薩摩硫黄島、口永良部島、諏訪之瀬島等が並んでいる。九州中部・北部の火山は、別府一島原地溝に、九州南部の火山は鹿児島地溝という陥没帯に沿って分布している。

九州に分布するカルデラは、北の別府一島原地溝、南の鹿児島地溝に沿って分布しており、北から順に、阿蘇カルデラ、加久藤・小林カルデラ、始良カルデラ、阿多カルデラ及び鬼界カルデラ（本件5カルデラ）がある。加久藤・小林カルデラ、始良カルデラ及び阿多カルデラは、鹿児島地溝に含まれるとされている。

(イ) 本件5カルデラの位置及び噴火履歴（乙155、160、193、2

03, 丙27, 28, 32, 49)

a 阿蘇カルデラ

阿蘇カルデラは、本件各原子炉施設敷地の東南東約130km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、東側に根子岳がそれぞれ位置し、縁辺部には先阿蘇の火山岩類が分布する。

阿蘇カルデラにおいては、約27万年前から約25万年前に阿蘇1噴火(噴出量100km<sup>3</sup>以上)が、約14万年前に阿蘇2噴火(噴出量100km<sup>3</sup>以上)が、約12万年前に阿蘇3噴火(噴出量約200km<sup>3</sup>)が、約10万年前に阿蘇ABCD噴火が、約9万年前から約8.5万年前に阿蘇4噴火(噴出量約600km<sup>3</sup>)が発生した。このうち、最大規模の阿蘇4噴火の際には、火砕流堆積物は、九州北部及び中部並びに山口県南部の広い範囲に分布している。

地質調査の結果、阿蘇4噴火による火砕流堆積物は、本件各原子炉施設敷地を中心とする半径30kmの範囲には認められるものの、同敷地内には認められていない。

約9万年前の巨大噴火の後、約3万年前の阿蘇草千里ヶ浜噴火(噴出量約2km<sup>3</sup>)などが起こり、阿蘇山を含む中央火口丘が形成された。最近1万3千年の間には阿蘇山の中岳からの灰噴火を主体とする火山活動が継続しており、約3千年前から約4千年前の中央火口丘北西山麓での噴火活動など、0.05km<sup>3</sup>(DRE換算体積)程度の噴火も発生している。

b 加久藤・小林カルデラ

加久藤カルデラは、本件各原子炉施設敷地の南南東約180kmに、小林カルデラは、同敷地の南南東約200kmにそれぞれ位置し、両カルデラは隣接しており、いずれもカルデラ地形が不明瞭である。加久



藤・小林カルデラ周辺の火山としては、加久藤カルデラ南縁付近に霧島山が位置する。

加久藤・小林カルデラにおいては、約53万年前から約52万年前に小林笠森噴火（噴出量100km<sup>3</sup>以上）が、約33万年前から約32万年前に加久藤噴火（噴出量100km<sup>3</sup>以上）が発生した。それぞれの噴火の際に噴出した火砕流堆積物は、鹿児島県北部及び中部、宮崎県中部及び南部並びに熊本県南部の広い範囲に分布している。

地質調査の結果、小林笠森噴火及び加久藤噴火の火砕流堆積物は、本件各原子炉施設敷地を中心とする半径30kmの範囲には認められていない。

加久藤噴火以降は、約4.5万年前に霧島イワオコシ噴火（噴出量約1km<sup>3</sup>）が発生するなど、霧島山の栗野岳、獅子戸岳や新燃岳などにおいて、複数の火山活動が発生している。平成23年には新燃岳において噴火が発生したところ、これは0.02km<sup>3</sup>（DRE換算体積）程度の噴火であった。

#### c. 始良カルデラ

始良カルデラは、本件各原子炉施設敷地の南南東約220kmに位置する東西約17km、南北約23kmのカルデラである。始良カルデラ周辺の火山としては、カルデラの北東側に若尊カルデラが、南西縁に桜島がそれぞれ位置し、縁辺部に先始良の火山岩類が分布する。

始良カルデラにおいては、約9万年前に福山降下軽石（DRE換算体積24km<sup>3</sup>）（福山噴火）が、約6万年前に岩戸テフラ（DRE換算体積14.72km<sup>3</sup>）が、約3.1万年前に深港テフラ（DRE換算体積4.5km<sup>3</sup>）が噴出するなどした。約3万年前から約2.8万年前に始良Tn噴火（噴出量約500km<sup>3</sup>）が発生した。その際に噴出した火山灰は日本全域に、火砕流堆積物（入戸火砕流堆積物）は九州南部の広い範囲に分布している。約1.3万年前に桜島薩摩噴火（噴出量約11



km<sup>3</sup>ないし約1.4 km<sup>3</sup>)が発生している。

地質調査の結果、入戸火砕流堆積物は、本件各原子炉施設敷地を中心とする半径30 kmの範囲には認められていない。

約4500年前からは南岳を中心とした噴火が継続しており、大正3年には大正噴火(DRE換算体積1.5 km<sup>3</sup>)が発生した。

#### d 阿多カルデラ

阿多カルデラは、北側に位置するカルデラ及び南側に位置するカルデラから成る。北側のカルデラは、本件各原子炉施設敷地の南南東約250 kmに位置する東西約1.1 km、南北約1.0 kmのカルデラであり、南側のカルデラは、同敷地の南南東約270 kmに位置する東西約2.0 km、南北約1.0 kmのカルデラである。阿多カルデラ周辺の火山としては、南側のカルデラの西側に指宿火山群及び池田が、南西縁に開聞岳がそれぞれ位置する。

阿多カルデラにおいては、約24万年前に阿多鳥浜噴火(噴出量100 km<sup>3</sup>以上)が、その後、上ノ宇都噴火、塩屋噴火、阿多丸峰噴火などが、そして、約10.5万年前に阿多噴火(噴出量約400 km<sup>3</sup>)がそれぞれ発生し、約10万年前以降に山川湾溶岩などが、約5.3万年前に唐山スコリア丘清見テフラが、約3700年前以降に川尻凝灰角礫岩などがそれぞれ噴出した。阿多鳥浜噴火及び阿多噴火の際に噴出した火山灰は、関東地方を含む広い範囲に分布し、火砕流堆積物は、九州南部の広い範囲並びに鹿児島県の屋久島及び種子島に分布している。

地質調査の結果、阿多鳥浜噴火及び阿多噴火の火砕流堆積物は、本件各原子炉施設敷地を中心とする半径30 kmの範囲には認められていない。

阿多噴火以降、指宿火山群の噴火が発生し、約6400年前には池

田噴火（噴出量約5㎥）が発生し、それ以降は、開聞岳を中心とした比較的小規模な噴火が継続している。

e 鬼界カルデラ

鬼界カルデラは、本件各原子炉施設敷地の南方約310kmの海域に位置する東西約23km、南北約16kmのカルデラである。鬼界カルデラ周辺の火山としては、カルデラの北西縁に薩摩硫黄島が位置する。薩摩硫黄島は、硫黄岳及び稲村岳の成層火山から成る火山島である。

鬼界カルデラにおいては、約14万年前に小アビ山噴火（噴出量100㎥以上）が、約9.5万年前に鬼界葛原噴火（噴出量100㎥以上）が、約7300年前に鬼界アカホヤ噴火（噴出量約200㎥）がそれぞれ発生した。このうち、鬼界アカホヤ噴火の際に噴出した火山灰は、東北地方を含む広い範囲に分布し、火砕流堆積物（幸屋火砕流堆積物）は、鹿児島県南部を含む、鬼界カルデラから半径約100kmの範囲に分布している。

地質調査の結果、小アビ山噴火の火砕流堆積物（小アビ山火砕流堆積物）、鬼界葛原噴火の火砕流堆積物（長瀬火砕流堆積物）及び鬼界アカホヤ噴火の火砕流堆積物（幸屋火砕流堆積物）は、いずれも本件各原子炉施設敷地を中心とする半径30kmの範囲には認められていない。

その後、約6000年前から約530年前までに硫黄岳を形成した一連の噴火（DRE換算体積1.14㎥）、約3900年前から約3200年前までに稲村岳を形成した一連の噴火（DRE換算体積0.09㎥）、昭和9年に新硫黄島（昭和硫黄島）を形成させた噴火（噴出量1㎥以下）のような噴火が発生した。

(ウ) 被告参加人による本件5カルデラの本件各原子炉施設の運用期間中の破局的噴火の発生可能性の評価（乙54, 132, 153, 155, 1

60～163, 193, 200, 207, 丙25～28, 32, 33, 40, 41, 43～50, 115～121, 123～139, 143～168, 174, 175, 179)

被告参加人は、本件各原子炉施設に影響を及ぼす可能性がある火山について、その活動性及び影響範囲を把握するため、文献調査（地質調査総合センター「日本の火山（第3版）」（2013）及び町田・新井（2011）等の文献の調査）、地形・地質調査及び地球物理学的調査を実施した。その上で、認定事実(2)イ(i)aのとおり、本件各原子炉施設に影響を及ぼし得る火山として、過去に破局的噴火が発生した本件5カルデラを含む21火山を抽出し、認定事実(2)イ(i)bのとおり、本件5カルデラについては、本件各原子炉施設の運用期間中におけるVEI7以上の噴火（破局的噴火）の活動可能性が十分低いと評価した上で、現在の噴火ステージにおける既往最大規模の噴火を考慮して本件各原子炉施設への影響を評価し、その他の16火山については、既往最大規模の噴火を考慮して本件各原子炉施設への影響を評価した。

被告参加人は、上記のとおり、本件5カルデラについて、本件各原子炉施設の運用期間中の破局的噴火の活動可能性すなわち発生可能性が十分低いと評価した。その評価の方法及び内容は、次のとおりである。

被告参加人は、本件5カルデラについて、①破局的噴火の噴火間隔、②噴火ステージ、③マグマ溜まりの状況の三つの観点を総合的に考慮して、本件各原子炉施設の運用期間中の破局的噴火の発生可能性を評価した。①については、破局的噴火は極めて大規模な噴火であり、地下のマグマ溜まりに大量のマグマが蓄積されることが必要であるため、本件5カルデラにおける破局的噴火の噴火間隔と最新の破局的噴火からの経過時間との比較により、破局的噴火に必要な大量のマグマが蓄積されるために必要な時間が経過しているかを検討した。②については、対象とす

べき火山の活動時期、噴火規模等を想定する考え方の一つである上、Nagaoka (1988) の噴火ステージに関する知見等を踏まえ、本件5カルデラの噴火ステージを検討し、運用期間中の破局的噴火の可能性に関する一つの考慮要素とした。③については、破局的噴火を発生させるのは珪長質の大規模なマグマ溜まりであり、また、破局的噴火を発生させるためには、深さ10kmよりも十分浅い位置に、破局的噴火を発生させ得るほど多量の珪長質マグマが蓄積されている必要があるとされていることから(前記アb～d参照)、本件5カルデラについて、深さ10km以浅における大規模なマグマ溜まりの有無を検討し、また、Druitt et al. (2012) が、破局的噴火直前の100年程度の間に急激にマグマが供給されたと推定していること等を踏まえると、多くのカルデラ噴火の前にはマグマ溜まりの膨張があったと考えられるところ、マグマ溜まりの規模の変化は、カルデラ火山の基線長の変化等から推定することができると考え、マグマ溜まりの増大の有無について検討した。

被告参加人は、本件5カルデラのそれぞれの本件各原子炉施設の運用期間中の破局的噴火の発生可能性について、次のとおり、評価した。

a 阿蘇カルデラについて

① 破局的噴火の噴火間隔について

町田・新井(2011)、小野・渡辺(1983)、松本ほか(1991)、小野ほか(1977)、小野・渡辺(1985)、宮縁ほか(2003)、三好ほか(2009)及び須藤ほか(2007)等を踏まえると、阿蘇カルデラは、破局的噴火の最短の噴火間隔が約2万年、平均発生間隔が約5.3万年であるのに対して、最後の破局的噴火(阿蘇4噴火)からは約9万年が経過している。このことからすると、既に破局的噴火のマグマ溜まりを形成している可能性又はもはや破局的噴火を発生させる供給系ではなくなって

いる可能性があり、破局的噴火が切迫している可能性があるとの評価もあり得る。

#### ② 噴火ステージについて

阿蘇カルデラにおける現在の噴火活動は、最新の破局的噴火以降、阿蘇山において草千里ヶ浜軽石等の多様な噴火様式の小規模噴火が発生しているのみであることから、後カルデラ火山噴火ステージにあると考えられる。

なお、阿蘇カルデラは、一般的に、現在、後カルデラ期にあると考えられている。

#### ③ マグマ溜まりの状況について

Sudo and Kong (2001) , 高倉ほか(2000) , 三好(2012) 及び三好ほか(2005) を踏まえると、阿蘇カルデラにおいて、地下10 km以浅に大規模な珪長質マグマ溜まりは存在しないと考えられる。中央部の地下深さ6 km付近にマグマ溜まりがあると考えられているが、これは、破局的噴火を起こし得る大規模な珪長質マグマ溜まりではないと考えられる。

また、国土地理院による電子基準点の解析結果によると、大きな基線長の変化はなく、マグマ溜まりの顕著な増大は認められない。

したがって、阿蘇カルデラにおいて、破局的噴火を起こし得るようなマグマ溜まりが存在する可能性は低いと考えられる。

#### ④ 評価

被告参加人は、上記①から③までを総合的に考慮して、阿蘇カルデラにおいて本件各原子炉施設の運用期間中に破局的噴火が発生する可能性は極めて低いと評価した。

#### b 加久藤・小林カルデラについて

##### ① 破局的噴火の噴火間隔について

井村・小林（2001），長岡ほか（2010）及び町田・新井（2011）等を踏まえると，加久藤・小林カルデラは，最後の破局的噴火（加久藤噴火）から約33万年が経過しているが，加久藤噴火とその前の破局的噴火（小林笠森噴火）は約20万年の間隔である。このことからすると，既に破局的噴火のマグマ溜まりを形成している可能性又はもはや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があり，破局的噴火が切迫している可能性があるとの評価もあり得る。

一方，鹿児島地溝にある3カルデラ（加久藤・小林，始良，阿多）（前記アi参照）全体としての破局的噴火の噴火間隔について検討したところ，階段ダイヤグラムにおける過去60万年間の破局的噴火間隔は，約9万年の周期性を有していることが分かった。上記3カルデラにおける最新の破局的噴火は，約3万年前の始良T<sub>n</sub>噴火であり，始良T<sub>n</sub>噴火からの経過期間は約9万年よりも十分短いことから，運用期間中に上記3カルデラで破局的噴火が発生する可能性が低いことに関する積極的な事情の一つとなる。

## ② 噴火ステージについて

加久藤・小林カルデラにおける現在の噴火活動は，最新の破局的噴火以降，霧島山においてイワオコシ軽石等の多様な噴火様式の小規模噴火が発生していることから，後カルデラ火山噴火ステージにあると考えられる。

## ③ マグマ溜まりの状況について

井村・小林（2001），鍵山ほか（1997），鍵山（2003）及びGoto et al.（1997）等を踏まえると，加久藤・小林カルデラにおいて，地下10km以浅に大規模な珪長質マグマ溜まりは存在しないと考えられる。加久藤カルデラの南東縁に位置する霧島火

山群に関し、北西部の火山（硫黄山、新燃岳、中岳）の地下深さ10 km付近にマグマ溜まりがあると考えられているが、硫黄山や新燃岳における噴出物が安山岩質であることから、浅い位置に大規模な珪長質のマグマ溜まりが存在する可能性は低い上、マグマ溜まりが水平方向に広がっているのは約10 km以深であって、10 kmより十分浅い位置には広がっていないことから、破局的噴火を起こし得るような大規模な珪長質のマグマ溜まりではないと考えられる。

また、国土地理院による電子基準点の解析結果によると、大きな基線長の変化はなく、マグマ溜まりの顕著な増大は認められない。

したがって、加久藤・小林カルデラにおいて、破局的噴火を起こし得るようなマグマ溜まりが存在する可能性は低いと考えられる。

#### ④ 評価

被告参加人は、上記①から③までを総合的に考慮して、加久藤・小林カルデラにおいて本件各原子炉施設の運用期間中に破局的噴火が発生する可能性は極めて低いと評価した。

#### c 始良カルデラについて

##### ① 破局的噴火の噴火間隔について

町田・新井（2011）、長岡ほか（2001）、西村・小林（2012）、奥野（2002）、小林ほか（2013）、小林・溜池（2002）及び須藤ほか（2007）等を踏まえると、始良カルデラは、最後の破局的噴火（始良T<sub>n</sub>噴火）から約3万年が経過している。始良T<sub>n</sub>噴火の前の破局的噴火は約6万年以上前であるから、最後の破局的噴火からの経過時間は、破局的噴火の噴火間隔に比べて十分に短い。

また、前記b①のとおり、鹿児島地溝の3カルデラにおける破局的噴火の噴火間隔も、始良カルデラにおいて運用期間中に破局的噴

火が発生する可能性が低いことに関する積極的な事情の一つとなる。

## ② 噴火ステージについて

始良カルデラにおける現在の噴火活動は、桜島において多様な噴火様式の小規模噴火が発生しているのみであり、プリニー式噴火が間欠的に発生しているものではなく、Nagaoka (1988) においても、現在、始良カルデラが後カルデラ火山噴火ステージにあることが示されていることから、後カルデラ火山噴火ステージにあると考えられる。

なお、始良カルデラは、一般的に、現在、後カルデラ期にあると考えられている。

## ③ マグマ溜まりの状況について

井口ほか(2011)、京都大学防災研究所(2013)、安田ほか(2015)、井口(2015)及び小林ほか(2013)等を踏まえると、始良カルデラにおいて、地下10km以浅に大規模な珪長質マグマ溜まりは存在しないと考えられる。始良カルデラに関し、⑦中央部下約10～12kmに主マグマ溜まり、④桜島南岳下4kmと⑤桜島北岳下3～6kmに副マグマ溜まりがあるとの知見がある。しかし、上記⑦については、破局的噴火を起こすような大規模な珪長質マグマ溜まりは深さ10kmよりも十分浅い位置に定置すると考えられる上、始良カルデラでの過去の破局的噴火時のマグマ溜まりの上部は深さ4～5km程度の地殻浅部にまで広がっていたとされていることからすると、破局的噴火を起こすような大規模な珪長質のマグマ溜まりである可能性は低い。上記④については、桜島南岳における噴出物が安山岩質であり、このマグマ溜まりが大規模であることを示す知見がないことから、破局的噴火を起こすような大規模な珪長質のマグマ溜まりではないと考えられる。上記⑤については、



上記①と連動していることから安山岩質であると考えられ、このマグマ溜まりが大規模であることを示す知見がないことから、破局的噴火を起こすような大規模な珪長質のマグマ溜まりではないと考えられる。

また、国土地理院による電子基準点の解析結果によると、基線長に若干の変化がみられ、マグマ溜まりの増大を示唆する基線の伸張傾向が認められるが、加茂・石原（1980）、江頭（1989）、山本ほか（2013）、井口ほか（2013）及びDruitt et al.（2012）等を踏まえると、マグマ供給率は $0.01 \text{ km}^3/\text{年}$ 程度にすぎず、マグマ溜まりの顕著な増大はない。

したがって、始良カルデラにおいて、破局的噴火を起こし得るようなマグマ溜まりが存在する可能性は低いと考えられる。

#### ④ 評価

被告参加人は、上記①から③までを総合的に考慮して、始良カルデラにおいて本件各原子炉施設の運用期間中に破局的噴火が発生する可能性は極めて低いと評価した。

#### d 阿多カルデラについて

##### ① 破局的噴火の噴火間隔について

町田・新井（2011）、Nagaoka（1988）、川辺・阪口（2005）、藤野・小林（1997）、奥野ほか（1995）及び第四紀火山カタログ委員会編（1999）等を踏まえると、阿多カルデラは、最後の破局的噴火（阿多噴火）から約10.5万年が経過しているが、阿多噴火とその前の破局的噴火（阿多鳥浜噴火）は約14万年の間隔があったことから、最後の破局的噴火からの経過時間は、破局的噴火の噴火間隔に比べて十分に短い。

また、前記b①のとおり、鹿児島地溝の3カルデラにおける破局

的噴火の噴火間隔も、阿多カルデラにおいて運用期間中に破局的噴火が発生する可能性が低いことに関する積極的な事情の一つとなる。

## ② 噴火ステージについて

阿多カルデラにおける現在の噴火活動に関し、開聞岳においては多様な噴火様式の小規模噴火が発生していること、池田噴火についてはプリニー式噴火ステージの兆候である可能性があるが、随所で間欠的なプリニー式噴火が発生しているわけではなく、プリニー式噴火ステージである可能性が低い上に、仮にプリニー式噴火ステージにあるとしても、過去のプリニー式噴火ステージの継続期間は数万年であり、これに比べると、池田噴火からの経過時間（約0.6万年）は十分短いこと、Nagaoka（1988）においても、現在、阿多カルデラが後カルデラ火山噴火ステージ又はプリニー式噴火ステージの初期段階にあることが示されていることから、破局的噴火までには、十分な時間的余裕があると考えられる。

なお、阿多カルデラは、一般的に、現在、後カルデラ期にあると考えられている。

## ③ マグマ溜まりの状況について

西ほか（2001）等を踏まえると、地下10km以浅に大規模な珪長質マグマ溜まりは存在しないと考えられる。

また、国土地理院による電子基準点の解析結果によると、大きな基線長の変化はなく、マグマ溜まりの顕著な増大は認められない。

したがって、阿多カルデラにおいて、破局的噴火を起こし得るようなマグマ溜まりが存在する可能性は低いと考えられる。

## ④ 評価

被告参加人は、上記①から③までを総合的に考慮して、阿多カルデラにおいて本件各原子炉施設の運用期間中に破局的噴火が発生す

る可能性は極めて低いと評価した。

e 鬼界カルデラについて

① 破局的噴火の噴火間隔について

町田・新井（2011），小野ほか（1982），小林ほか（2010）及び前野・谷口（2005）等を踏まえると，鬼界カルデラは，最後の破局的噴火（鬼界アカホヤ噴火）から約7300年が経過しているが，その前の破局的噴火である鬼界葛原噴火と更にその前の破局的噴火である小アビ山噴火との間隔は約5万年，鬼界葛原噴火と鬼界アカホヤ噴火の間隔は約9万年であり，最後の破局的噴火からの経過時間は，破局的噴火の噴火間隔に比べて十分に短い。

② 噴火ステージについて

鬼界カルデラにおける現在の噴火活動は，薩摩硫黄島において多様な噴火様式の小規模噴火が発生しているのみであり，Nagaoka（1988）においても，現在，後カルデラ火山噴火ステージにあることが示されていることから，後カルデラ火山噴火ステージにあると考えられる。

なお，鬼界カルデラは，一般的に，現在，後カルデラ期にあると考えられている。

③ マグマ溜まりの状況について

前野ほか（2001）及び篠原ほか（2008）等を踏まえると，約7300年前の鬼界アカホヤ噴火時に蓄積されていた流紋岩質マグマ（珪長質マグマ）は，硫黄岳前期の活動（約5200年前以降）までにほとんど出尽くし，現在の流紋岩質マグマの大部分は，稲村岳の活動期（約3600年～2600年前）以降に生成したものであると考えられるので，破局的噴火を起こすほどの大規模な流紋岩質マグマ溜まりが蓄積されていないと考えられる。また，鬼界カル

デラの地下構造については、火山ガスの放出量等から、地下3 km程度に80 km<sup>3</sup>以上のマグマ溜まりの存在が推定されているものの、火山ガスの起源のほとんどが地下深くに潜在している玄武岩マグマとされており、マグマ溜まりのほとんどは玄武岩マグマと考えられるので、破局的噴火を発生させるものではないと考えられる。

また、国土地理院による電子基準点に基づく被告参加人の解析結果によると、大きな基線長の変化はなく、マグマ溜まりの顕著な増大は認められない。そして、井口ほか(2002)は、硫黄島等に設置されたGPSの観測結果から、鬼界カルデラ周辺では顕著な膨張は検出されておらず、少なくとも最近数年間には鬼界カルデラには深部からの新たなマグマの供給はないと判断できるとしている。

したがって、鬼界カルデラにおいて、破局的噴火を起こし得るようなマグマ溜まりが存在する可能性は低いと考えられる。

#### ④ 評価

被告参加人は、上記①から③までを総合的に考慮して、鬼界カルデラにおいて本件各原子炉施設の運用期間中に破局的噴火が発生する可能性は極めて低いと評価した。

(エ) 前記(ウ)の被告参加人の評価を裏付ける専門的知見等(前記(ウ)で記載したものを除く。)(乙154, 156, 163, 167, 170, 230, 233, 丙33, 49, 50, 118~121, 140~142, 165~168)

##### a 阿蘇カルデラ

前記(ウ)aの阿蘇カルデラの破局的噴火の可能性に関する被告参加人の評価は、Abe et al. (2017), 大倉(2017), 小林(2017)及び三好(2018)で示されている専門的知見と整合的であって、これに裏付けられているといえる。また、榊原正幸愛媛大学社



会共創学部教授及び Dr. Brittain E. Hill の各意見書（丙 166～168）で示されている専門的知見と整合的であるといえる。

b 鹿児島地溝にある 3 カルデラ（加久藤・小林，始良，阿多）

前記(ウ) b ①の鹿児島地溝にある 3 カルデラ全体の破局的噴火の噴火間隔に関する被告参加人の考え方は，小林・矢野（2007），中田（2015）及び中田（2014）等で示されている専門的知見に整合的であって，これに裏付けられているといえる。

c 加久藤・小林カルデラ

前記(ウ) b の加久藤・小林カルデラの破局的噴火の可能性に関する被告参加人の評価は，大倉（2017）及び小林（2017）で示されている専門的知見と整合的であって，これに裏付けられているといえる。

d 始良カルデラ

前記(ウ) c の始良カルデラの破局的噴火の可能性に関する被告参加人の評価は，関口ほか（2014），小林（2017），宮町ほか（2018），井口（2018），Hickey et al. (2016)，Yamamoto et al. (2013) 及び小林ほか（2010）で示されている専門的知見と整合的であって，これに裏付けられているといえる。

e 阿多カルデラ

前記(ウ) d 阿多カルデラの破局的噴火の可能性に関する被告参加人の評価は，大倉（2017）及び小林（2017）で示されている専門的知見と整合的であって，これに裏付けられているといえる。

f 鬼界カルデラ

前記(ウ) e の被告参加人の鬼界カルデラの破局的噴火の可能性に関する評価は，斎藤（2018）及び小林（2017）で示されている専門的知見と整合的であって，これに裏付けられているといえる。

(オ) 本件各原子炉施設に係る原子力発電所の運用期間（令和元年10月1日の本件進行協議期日における被告参加人の担当者による説明）

本件各原子炉施設について、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）（火山ガイド1.4（4）参照）は、数十年程度と想定され、また、火山活動の兆候を把握した場合に実施される原子炉の停止、適切な核燃料の搬出等（火山ガイド5.4（3）参照）に要する期間は、十年以内と想定されている。

(カ) 被告参加人による本件5カルデラの火山活動のモニタリング（丙28, 51, 52, 157, 169, 174, 176, 177, 183）

被告参加人は、認定事実(2)イ(イ)cの方針に従い、本件5カルデラについて、火山活動のモニタリングをしており、地殻変動や地震活動等の観測を実施し、定期的に評価している。また、モニタリングの結果を踏まえたマグマ供給率等に応じた移行判断基準と監視体制を定めている。

被告参加人は、本件5カルデラについて、平成28年4月以降（ただし、データは平成12年以降のものを用いている。）、上記のモニタリングの結果を1年単位で評価し、原子力規制委員会に対し、平成31年3月までの期間について、いずれも総合評価を活動状況の変化なしとする評価結果を報告した。原子力規制庁は、この被告参加人の評価結果について、いずれも妥当と判断した。その後も、被告参加人は、本件5カルデラの火山活動のモニタリング等を継続して実施しており、令和2年6月、原子力規制委員会に対し、平成31年4月から令和2年3月までの期間について、総合評価を活動状況の変化なしとする評価結果を報告した。

(キ) 本件各原子炉施設におけるフィルタコンテナの新設（丙174, 179）

被告参加人は、平成29年11月、本件各原子炉施設について、火山

影響等発生時に備え、非常用ディーゼル発電機の火山灰等に対する安全性を向上させるため、フィルタの取替えや清掃の作業性の向上を図るべく、非常用ディーゼル発電機の吸気フィルタ近傍に、運転中のフィルタの取替えが可能なフィルタコンテナを新設した。

(ク) 原告らが指摘する火山の噴火の予測等に関する主な専門的知見等（甲93～96, 98, 121, 123, 125, 乙165, 208, 丙170）

a 藤井敏嗣（東京大学名誉教授，山梨県富士山科学研究所所長，火山噴火予知連絡会会長）の見解

同人は、平成26年8月25日の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の第1回会合において、Druitt et al. (2012) について説明し、その中で、「マグマの蓄積が行われるのは、必ずしも地表が膨らむというわけではなくて、マグマ溜まりが下側に沈むとといいますか、底が沈むことによってボリュームを稼ぐことができ、地表には現れないかもしれないという議論をこの論文の中でしております。」 「Druitt のこの論文は、3500年前のサントリーニ火山のミノア噴火では準備過程の最終段階の100年間に数～10km<sup>3</sup>のマグマ供給があったということだけを述べただけで、カルデラ一般について述べたものではない。これは本人にも確認をしましたがけれども、これ、一般則を自分は述べたつもりはないというふうに言っています。」などと述べた。

また、被告参加人が設置する川内原子力発電所の差止仮処分に係る決定を受けて岩波「科学」の編集部が行った火山学者緊急アンケートに対し、「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などを判定することは困



難である。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不可能である。」などと回答した。

さらに、藤井（2016）において、「地下のマグマの動きを捉え、噴火発生時期を特定できるようになることに主眼を置いてきた火山噴火予知研究の中では、比較的最近まで長期予測手法の研究が注目されることはなかった。予知計画の進行の過程で地質学的手法が導入され、噴火履歴の解明がうたわれたものの、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。観測点の整備計画などでは、大学における概算要求との関係から、噴火間隔などに基づく中期的な予測をもとに予算計画が立てられたのであるが、比較的噴火間隔が規則的な火山においても、必ずしもこの意味での中・長期的予測には成功したとはいえない。」「長期予測については階段ダイアグラムの活用が指摘される。原子力発電所の火山影響評価ガイド（原子力規制庁，2013）においても、発電所に影響を及ぼすような噴火が発生する可能性が充分低いかどうかを階段ダイアグラムなどの使用により検討することが推奨されている。現実には九州電力は川内原発の再稼働に関して、階段ダイアグラムなどを使って、カルデラ噴火が原子力発電所の稼働期間内には生じないと主張し、規制委員会も結果としてそれを承認したことになる。しかし、階段ダイアグラムを活用して噴火時期を予測するには、マグマ供給率もしくは噴火噴出物放出率が一定であることが必要条件であるが、これが長期的にわたって成立する保証はない。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。」「わが国において、数十km<sup>3</sup>以上の噴出物を放出するような超巨大噴火が6千年から1万年に1度程度の頻度で発生してきたことはよく知られている（例えば、町田・新井，



2003)。このような規模の爆発的噴火を過去に頻繁に繰り返してきた南九州でカルデラ噴火が発生した場合、周辺100km程度が火砕流のために壊滅状態になり、更に国土の大半を10cm以上の火山灰で覆うことが予測されている(Tatsumi and Suzuki, 2014)。この種の噴火の最終活動は鬼界カルデラ噴火であり、既に7,300年が経過している(町田・新井, 2003)。このような国家としての存亡に関わる火山現象であるが、火山噴火予知や火山防災という観点からの調査研究は行われていない。2013年5月に内閣府から公表された「大規模火山災害対策への提言」において、このようなカルデラ噴火がわが国においては発生しうることを国民に周知すること、またカルデラ噴火の実態を理解するための研究体制を早急に確立することが述べられたが、現時点では実現していない。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しない。原子力発電所の稼働期間中にカルデラ噴火の影響をこうむ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。」などとする。

そして、藤井(2018)において、「(マグマ溜まりの大きさの推定は、どのくらい進んでいるのですか、という問いに対し)日本では正確にわかっているものはまだほとんどありません。かなりよくわかっているのは、アメリカのイエローストーンです。25年間、自然地震を観測しつづけた蓄積によって、地震波トモグラフィという手法で、マグマ溜まりの状態を三次元的にマッピングしているのです。巨大なマグマが、イエローストーンの下にあるということはわかっています。ただし、次の噴火がどうなるかは、本当は誰もわかりません。」「(前回のイエローストーンの噴火は、そのマグマ溜まりに比べてずいぶん小さいものだったということですか、という問いに対し)

その通りです。サイズがわかっているとしても、次にどのくらいの量が噴出するのかは、本当は予想が付きません。完全に大きさがわかってしまえば、最大限の噴火の規模はおそらくわかりますが、少なくとも日本のマグマ溜まりで、そこまでわかっているものはありません。伊豆大島でも、三宅島でも、桜島でも、前の噴火からマグマ溜まりにどのくらいのマグマの増し分があるかというのはわかるのです。しかし、それはあくまでも増し分でしかないのです。最大限どこまでいくかというのは、いえないのです。」 「(マグマ溜まりが深いから届かないのですね、という問いに対し) 人工地震では数kmぐらいの深さまでしかわかりません。最近の反射法だと、ある程度深いところまで読めるようになるかもしれませんが。」 「(地震計を置いたとしても、なかなか見えにくいのですね、という問いに対し) それに、日本ではノイズが多すぎて無理なのです。人がたくさんいて、電車も走りますから。イエローストーンのようなところでは、ノイズレベルもずっと低い。日本は観測場所を確保しても、ノイズが多くて使いものにならないということもある。昼間のデータは全部ダメで、夜中の皆が寝静まった時のデータだけは使えるとか。理想的にいかないのです。」 などとする。

b 小山真人(静岡大学防災総合センター)のアンケートの回答

同人は、上記の岩波「科学」の編集部による火山学者緊急アンケートに対し、「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、火山学の偽らざる現状です。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す。いっぽう巨大噴火直前の噴出物の特徴を調べることによって、後知恵的に経験則を見つけようとする研究も進行中ですが、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ません。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は達成できないでしょう。」などと回答した。

c 東宮昭彦（産業技術総合研究所活断層・火山研究部門）の論文

同人は、東宮（2016）において、「マグマ溜まりと噴火準備過程および噴火トリガーについて、最近の動向を中心に、簡単にまとめてみた。マグマ溜まりは、必然的にマッシュ状になりやすいこと、噴火にあたっては噴火可能なマグマが準備される必要があること、その準備はマッシュの再流動化によって起こり得ること、再流動化は比較的短期間であること、などを述べた。」とする。

d 須藤靖明（京都大学大学院理学研究科地球熱学研究施設火山研究センター）の陳述書

同人は、伊方原発3号機運転差止仮処分命令申立却下決定に対する即時抗告事件（広島高等裁判所平成29年（ワ）第63号）において、「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ま。すが、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出来ません。」

「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良く求めることは出来ません。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ます。」「実際、安部祐希氏の論文では、草千里南部のマグマ溜まりの下には、体積500km<sup>3</sup>の巨大な低速度領域が

あることが検知されています。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VEI 7級の噴火を引き起こす可能性も、決して否定はできないのです。」「現段階では、阿蘇カルデラにおいて、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は、あるとも、ないとも確定的な判断はできません。」などと記載した陳述書を提出した。

e 巽好幸（神戸大学海洋底探査センター長）の論文

同人は、巽（2018）において、「基本的な考え方について」について、「まず指摘すべきは、巨大噴火の活動間隔は「周期」という概念が適用できないほどに不揃いであり、最後のイベントからの経過時間が将来の噴火の切迫度を示す指標として使えない点である。日本列島で最も頻繁に巨大噴火を繰り返してきた阿蘇火山の事例を眺めてみよう。この火山では9万年前、12万年前、14万年前、そして26万年前に巨大噴火が起きている。つまり過去4回の巨大噴火の活動間隔は2万年から12万年と極めて幅が大きい。巨大噴火のサイクルには、一定のマグマ生成率の下でマグマ溜りがある大きさ（臨界サイズ）に達すると巨大噴火が発生する、というようなシンプルなモデルは適用できないのだ。」「次の問題は、現時点ではマグマ溜りの状況を把握することが困難なことだ。そもそも現時点でマグマ溜りの位置や大きさ、そして形を正確に捉えた例はなく、これを目指した観測は始まったばかりである。ましてや、巨大噴火の場合にどのような前兆現象が認められるかは、巨大噴火をこれまで一度も観測した経験をもたない私たちに知る由もない。規模の小さな噴火では前兆現象と考えられる火山性地震などが観測されることもあるが、これらとは噴火メカニズムが異なる巨大噴火にこの経験が適用できるとは言えない。」などとする。

イ 具体的審査基準の不合理な点の有無

(ア) 設置許可基準規則及び設置許可基準規則解釈について

設置許可基準規則6条1項及び2項並びに設置許可基準規則解釈6条1から6までは、安全施設について、地震及び津波以外の想定される自然現象が発生した場合においても安全機能が損なわれないように設計すること等を要求し、また、想定される自然現象の一つとして火山の影響を挙げているところ、これは合理的といえる。また、設置許可基準規則及び設置許可基準規則解釈は、前記4(1)ア(ア)のとおり高度の専門性を有する合議制の機関である原子力規制委員会が、前提事実(5)ウのとおり行政手続法に基づく意見公募手続を実施した上で策定したのであり、このような策定の主体及び過程は、設置許可基準規則及び設置許可基準規則解釈が合理的であることを裏付けるものといえる。

(イ) 火山ガイドについて

火山ガイドの不合理な点の有無について検討する。

a 策定過程及び主体について

火山ガイドの策定過程は、認定事実(2)イ(ア)bのとおりである。

火山ガイドは、日本電気協会が平成21年に制定した「原子力発電所火山影響評価技術指針」(JEAG4625-2009)やIAEAが平成24年に策定したIAEA・SSG-21等を参考にして、平成25年に策定されたものであるから、当時の最新の知見が反映された国際的にも信頼できる指針等を基にして策定されたといえる(乙195参照)。また、JNESが原案を作成し、これを基に原子力規制委員会における議論を経て制定されたものであり、その過程で、それぞれ火山の専門家から意見を聴取しているから、原子力の安全の確保に係る専門的機関が、火山の専門家の意見を踏まえて原案を作成し、これを基に、前記(ア)のとおり高度の専門性を有する原子力規制委員会が、火山の専

門家の意見を踏まえて制定したといえる。しかも、手続的に意見公募手続を経ている。

このような火山ガイドの策定の過程及び主体は、火山ガイドが専門的知見を踏まえた合理的なものであることを裏付けるといえる。

b 内容について

火山ガイドの内容は、認定事実(2)イ(ア)aのとおりであり、おおむね次のようにまとめられる。

原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価について、立地評価と影響評価の2段階で行う。立地評価では、①各種調査により、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出を行い、②影響を及ぼし得る火山が抽出された場合には、各種調査の結果を基に、原子力発電所の運用期間中において設計対応が不可能な火山事象を伴う火山活動の可能性の評価（個別評価）を行い、③個別評価により、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評価できる場合等であっても、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、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火山活動のモニタリングを行い、モニタリングにより火山活動の兆候を把握した場合の対処方針等を定める。その上で、個々の火山事象に対する影響評価を行う。影響評価では、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の抽出を行い、降下火砕物等の個々の火山事象について、その特性等を踏まえ、当該火山事象への設計対応及び運転対応の妥当性について評価を行う。一方、設計対応不可能な火山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と評価されない場合は、原子力発電所の立地は不適と考えられる。

火山ガイドの内容は、前記aのとおり、当時の最新の知見が反映さ

れた国際的にも信頼できる指針等を基にし、また、現在の火山学の発展状況を踏まえた上で、最新の火山学の知見を基にしている（火山ガイド1.1参照）（乙195参照）。また、火山影響評価について、体系的な評価方法を提示し、①評価の前提として各種の調査をすること、②個別評価において、調査結果から検討対象火山の噴火規模が推定できない場合は、設定すべき噴火規模を検討対象火山の過去最大の噴火規模とするなど、より保守的ないし安全側に評価すること、③個別評価とは別に、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、火山活動のモニタリングを行うこと、④影響評価において、個々の火山事象の特性等を踏まえた評価をすることなどを求めており、火山の影響について詳細な調査を基に慎重に評価をするという立場をとっている。そして、火山ガイドは、後記(2)アのとおり、その規定の内容及び策定過程等からすると、原告らが主張するような検討対象火山の噴火時期及び規模を相当以前の時点での確に予測することができることを前提とするものとはいえず、飽くまで、各種調査の結果を踏まえて分析すれば、当該火山の活動可能性等について一定の評価をすることができることを前提として、原子力発電所の運用期間という火山活動の歴史からみれば非常に限られた期間において、火山活動の可能性等が十分小さいかどうかの評価ないし判断をすることを求めているものといえる。これらの事情に照らすと、火山ガイドの内容に不合理な点は見当たらない。

(ウ) 「基本的な考え方について」（乙158）について

火山ガイドは、その文言のみからすると、設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価（4.1）において、過去に巨大噴火があった火山とそうでない火山とで異なる評価方法を明示しているとはいえない（なお、原規技発第1912182号（令和元年12月18日原子力規

制委員会決定)による改正後の火山ガイドには記載されている(認定事実(2)イ(ア)c(a))。)。他方、認定事実(2)イ(ア)c(b)のとおり、「基本的な考え方について」は、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、過去に巨大噴火が発生した火山については、巨大噴火の可能性評価を行った上で、巨大噴火以外の火山活動の評価を行うとし、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などとする。

以下では、火山ガイドを「基本的な考え方について」のように解釈することの不合理な点の有無について検討する。

#### a 巨大噴火の影響

巨大噴火が発生した場合の影響は、証拠(甲135, 乙108, 208~210, 丙27, 29, 30, 47)によれば、次のようなものと考えられる。

- ① マグマの噴出とともに大量の火砕流や火山灰など、種類の異なる火山事象が発生し、その火山事象の特徴に応じて、瞬時又は時間的経過を経て、人類の生命、身体や自然環境などに多大な影響を与える。莫大な量の火砕流が、広範囲に広がり、瞬時に流れる過程で、そこに居住する人を死亡させ、建物等を崩壊させ、当該地域を壊滅状態にする。阿蘇4噴火では、現在でいえば、熊本県、宮崎県北部、大分県、福岡県、佐賀県及び長崎県という約1100万人が居住する地域が火砕流によって覆われたことになる。鬼界アカホヤ噴火では、海底火山から火砕流が発生し、大隅半島、薩摩半島の南部、種



子島，屋久島に及んだとされている。

- ② 火山灰も大量に放出され，広域にわたって降り積もり，その荷重から木造家屋などが倒壊し，電気，水道などのライフラインは停止し，車，鉄道，航空機などの交通手段も遮断され，当該地域の社会機能が喪失することも十分考えられる。阿蘇4噴火では，九州から北海道まで日本列島全体が15cm以上の厚い火山灰で覆われたとされている。鬼界アカホヤ噴火では広い範囲で火山灰が降下し，火山灰層が，南部九州で30cm以上に及び，関東地方でも数cmに及ぶところがあったとされている。
- ③ 長期的にみれば，地球全体が，大量に供給される火山ガス等により形成される硫酸エアロゾルに覆われ，そのため，世界的にみて，寒冷化し，農業生産が落ち込むなどするとされている。
- ④ 現時点において，阿蘇4噴火クラスの破局的噴火が阿蘇カルデラで発生した場合，中部及び北部九州は，大規模な火砕流の直撃を受けるため，全滅に近い壊滅的被害を受け，これによる直接の死者は1000万人を超える可能性が高く，また，北海道を含む日本列島全体が15cm以上の厚い火山灰で覆われるため，その重さで木造一戸建て家屋の倒壊が相次ぎ，ライフラインが機能停止となる可能性が高く，さらに，食糧生産ができなくなって，日本は飢餓状態に置かれるなどするとされている。実際，鬼界アカホヤ噴火では，南九州の縄文文化と自然環境が壊滅的な打撃を受けたとされている。

このように，巨大噴火が発生すれば，その被害は極めて重大であり，巨大噴火は，我が国の全域又は広範な地域に我が国の存亡にも影響するような壊滅的な打撃を与えるものであって，「基本的な考え方について」のとおり，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」といえる。

## b 巨大噴火の発生頻度

本件5カルデラの噴火履歴（関連事実等(イ)参照）をみても、巨大噴火の発生は、本件5カルデラの個々の火山でみれば、数万年から数十万年までの間に1回であり、本件5カルデラの全体でみても、過去約10万年間に5回（阿蘇4噴火（約9万年前から約8.5万年前）、始良Tn噴火（約3万年前から約2.8万年前）、阿多噴火（約10.5万年前）、鬼界葛原噴火（約9.5万年前）、鬼界アカホヤ噴火（約7300年前））であり、有史以来、我が国において巨大噴火が発生したことはない。このように、巨大噴火は、その発生頻度が極めて低いといえるのであって、「基本的な考え方について」のとおり、巨大噴火は、「その発生の可能性は低頻度な事象である」といえる。

## c 法規制等における巨大噴火の想定

平成25年5月、内閣府において、広域的な火山防災対策に係る検討会（座長：藤井敏嗣東京大学名誉教授）による「大規模火山災害対策への提言」が取りまとめられた（甲117）。その中で、火砕物の総噴出量が100億 $m^3$ （10 $km^3$ ）程度以上の噴火で、大型のカルデラを形成する噴火を「巨大噴火」と定義し（「基本的な考え方について」にいう「巨大噴火」を含むものといえる。）、その「巨大噴火」について、「国は、地球史的時間スケールでみた場合、我が国においても巨大噴火が、これまで何度も発生し、今後も発生し得ることについて、国民に対して周知するとともに、今後、巨大噴火のメカニズム及び巨大噴火に対する国家存続の方策等の研究を行う体制の整備に努め、研究を推進すべきである。」などの提言がされている。

もっとも、我が国において、原子力利用における安全の確保に係る規制以外の分野において、実際に、「基本的な考え方について」にいう「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ものと認

められる（災害対策基本法，建築基準法，活動火山対策特別措置法，甲115，116，118，123，乙211～224，248参照）。我が国においては，「基本的な考え方について」のとおり，巨大噴火「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」といえる。

#### d 検討

前記b，cの事情に照らすと，「基本的な考え方について」が「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」としていることについて，直ちに不合理であるということとはできない。

また，「基本的な考え方について」は，火山ガイドの設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価（火山ガイド4.1）において，巨大噴火を検討する必要があるとしているのではない。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」と判断できるという判断枠組みではあるものの，巨大噴火の可能性評価を行うことを求めている。しかも，評価の前提として，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うことを求めており，さらに，運用期間中の巨大噴火の可能性が十分小さいと評価した場合であっても，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，火山活動のモニタリングを行うことを求めている。「基本的な考え方について」は，巨大噴火の可能性を無視することなく，そのリスクを適切に評価し，管理していくことを求めているのである。

巨大噴火のような極めて低頻度で不確実な巨大災害の危険性にどの

ように対応するかという問題は、我が国の国民全体に関わる問題である。災害の発生は不確実性のある事象であり、上記のとおり巨大噴火の発生については、現在の科学によって正確に予測することができない。しかし、そのような事象についても、国としての対応を決定しなければならないのであれば、データを収集し、専門的知見を集め、当該事象についてのリスク評価をした上で、国民のために最も合理的かつ効果的な最善の判断をするほかはない。その際、どのレベルの安全性（危険性）をもって線引きをするかについては、火山や防災等に関する専門的知見を踏まえた上で、いかなる危険性であれば社会的に受容され得るのかという観点も考慮に入れつつ、少なくとも第一次的には、国民の意思を反映した意思決定を行うべき立場にある立法及び専門技術的判断を行う能力のある行政において、社会的、政治的、経済的、あるいは倫理的な観点を考慮するとともに、専門家らによる議論の過程を公開し、必要に応じて意見公募を行うなど、国民の納得を得るための手続的な適正にも配慮しながら、最適と判断される基準を政策的に決定すべきである。しかるところ、我が国において、原子力利用における安全の確保に係る規制以外の分野においては、前記cのとおり、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。

我が国の発電用原子炉に関する規制に係る法体系について検討してみても、同様に、巨大噴火の発生を想定しているとはいえない。仮に、巨大噴火について、他の火山活動等の自然現象と同様の規制の対象とすることとした場合、巨大噴火が発生した場合に予想される前記aのような甚大な影響を前提とすれば、我が国の相当広範な地域において、発電用原子炉の設置、運転等が許されないこととなるはずである。しかし、本件処分の根拠法規である原子炉等規制法及び設置許可基準規則等をみても、我が国の相当広範な地域において、発電用原子炉の設

置、運転等が許されないことを前提とするような規定はない。このことは、我が国の発電用原子炉に関する規制に係る法体系において、巨大噴火については、それ以外の火山活動等の自然現象とは異なる取扱いをすることを許容する趣旨であると解される。

以上の事情を踏まえると、発電用原子炉に関する規制において、過去に巨大噴火があった火山とそうでない火山とを区別し、過去に巨大噴火があった火山については、「基本的な考え方について」のとおり、リスク評価とリスク管理を伴う火山影響評価を行うことは、本件処分の根拠法規である原子炉等規制法及び設置許可基準規則等の趣旨に反する不合理なものであるとはいえない。

「基本的な考え方について」は、火山ガイド制定後の平成30年3月7日付けで作成されたものではあるが、同日の原子力規制委員会第69回会議において、委員から、従来からこの考え方で規制を行ってきた旨の発言があった（認定事実(2)イ(ア)c(a)）。実際、本件申請に係る審査においても、被告参加人は、過去に巨大噴火を起こした本件5カルデラとそれ以外の火山とを区別して検討を行い、本件5カルデラについて、本件各原子炉施設の運用期間中に破局的噴火（VEI7以上の噴火）の発生ないし活動の可能性が十分低いと評価し、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において、本件5カルデラの運用期間中の噴火規模を、既往最大規模（過去最大の規模）の噴火（破局的噴火が含まれる。）ではなく、現在の噴火ステージにおける既往最大規模の噴火を用いて評価し、原子力規制委員会において、本件申請の内容ないし被告参加人の評価について、火山ガイドを踏まえていることを確認している（認定事実(2)イ(イ)b及び関連事実等(ウ)）。そうすると、原子力規制委員会ないし原子力規制庁は、火山ガイドにおいて、文言上、明示されているかどうかにかかわらず、

本件申請を含む発電用原子炉設置変更許可の申請に係る審査において当該申請の内容が火山ガイドを踏まえているかを確認するに当たって、「基本的な考え方について」に記載されているものと同様の考え方に基づき、審査をしていたと認められる。

(エ) まとめ

以上によれば、上記の具体的審査基準に不合理な点があるとは認められない。

ウ 具体的審査基準適合性に係る原子力規制委員会の審査及び判断の過程の看過し難い過誤、欠落の有無

本件申請のうち火山の影響による損傷の防止ないし火山の影響に対する設計方針に係る部分について、原子力規制委員会は、認定事実(2)イ(イ)のとおり、被告参加人の申請内容を綿密に検討した上で、設置許可基準規則6条1項及び2項、設置許可基準規則解釈6条1から6まで並びに火山ガイドを踏まえていることを確認した。

上記の申請及び審査において、本件5カルデラについては、被告参加人において、現在の噴火ステージにおける既往最大規模の噴火を考慮して、本件各原子炉施設の運用期間における火山活動に関する個別評価を実施し、原子力規制委員会において、当該評価を妥当と判断した。これは、本件5カルデラの本件各原子炉施設の運用期間中の破局的噴火（VEI 7以上の噴火）の発生ないし活動可能性について、被告参加人がこれを十分に小さいと評価し、原子力規制委員会が、その評価の手法が火山ガイドを踏まえていることを確認し、その評価が妥当であると判断したことを前提とする。この被告参加人の評価及び原子力規制委員会の判断は、原子力発電所の立地が不適となるかなどの結論を最も左右し得ると解されるので、この点について検討する。

(ア) 被告参加人の評価について

被告参加人による本件5カルデラの本件各原子炉施設の運用期間中の破局的噴火の発生ないし活動可能性の評価は、認定事実(2)イ(イ)b及び関連事実等(ウ)のとおりである。

上記評価は、被告参加人が実施した文献調査、地形・地質調査及び地球物理学的調査の結果に基づいてされているところ、当該調査に不足する部分があるとは認められない。また、関連事実等(ウ)のとおり、被告参加人は、本件5カルデラの本件各原子炉施設の運用期間中の破局的噴火の可能性について、①破局的噴火の噴火間隔、②噴火ステージ及び③マグマ溜まりの状況の三つの観点から検討して評価しているところ、この三つの観点及び検討ないし評価の方法等は、認定事実(2)イ(ア)b及び関連事実等(ア)の火山に関する知見、とりわけ、巨大噴火におけるマグマやマグマ溜まりの状況に関する知見や、関連事実等(イ)の本件5カルデラの噴火履歴と整合する。そして、上記の検討ないし評価は、関連事実等(ウ)のとおり、本件5カルデラのそれぞれの火山について、専門的知見等を踏まえた上で、当該火山の特徴等に応じ、個々の的に検討して評価し、かつ、上記の三つの観点から分析した結果を総合的に評価するものである。また、上記の評価の結論は、破局的噴火の可能性がないとするのではなく、本件各原子炉施設の運用期間という本件5カルデラの火山活動の歴史からみれば非常に限られた期間において、破局的噴火が発生する可能性が、十分に小さい、極めて低いと評価するにとどまっている。したがって、上記の検討ないし評価は、綿密かつ慎重にされているというべきである。しかも、上記の被告参加人の評価については、関連事実等(エ)のとおり、専門的知見等によっても裏付けられている。一方、本件5カルデラにおいて本件各原子炉施設の運用期間中に破局的噴火が発生する可能性があることを具体的かつ合理的に指摘する専門的知見は見当たらない。なお、被告参加人は、関連事実等(カ)のとおり、本件5カルデラについて、火山

活動のモニタリングをし、当該モニタリングに係る評価結果についてい  
ずれも総合評価を活動状況の変化なしとする評価をし、原子力規制庁は  
これを妥当と判断している。

これらの事情に照らすと、本件5カルデラの破局的噴火の発生ないし  
活動可能性に関し、現在の火山学の限界や地下深くのマグマの状況の把  
握の困難性等から不確実な点は残るため、正確な評価をすることは困難  
な面があることを踏まえても、上記の被告参加人による評価は、相応の  
根拠に基づきされているといえ、不合理であるとはいえない。

(イ) 原子力規制委員会の判断について

上記(ア)のとおり、被告参加人による評価は、不合理であるとはいえな  
いから、原子力規制委員会が、本件申請に係る審査において、被告参加  
人の評価の手法が火山ガイドを踏まえていることを確認し、その評価が  
妥当であると判断したことについても、不合理であるとはいえない。

以上に加え、認定事実(2)イ(イ)dのとおり、原子力規制委員会は、その  
審査の過程において、被告参加人に対し、九重山を対象とした降下火山  
灰シミュレーションにおいて、既往文献を踏まえ、噴出量を6.2 km<sup>3</sup>と  
し、風向きの不確かさも考慮して評価することを求め、被告参加人もこ  
れに応じている。これは、原子力規制委員会が、具体的審査基準に照ら  
し、被告参加人の申請内容を慎重かつ適切に審査していたことを裏付け  
るものといえる。

また、前記4(1)イと同様、原子力規制委員会が、本件各号機の審査書  
案に対する科学的・技術的意見の募集を実施した上で、本件各号機の審  
査書を作成したこと、本件申請に係る審査をした主体が、前記4(1)ア(ア)  
で述べた性格を有する原子力規制委員会であることは、本件申請に係る  
原子力規制委員会の審査及び判断が合理的であることを裏付けるものと  
いえる。





(ウ) まとめ

以上によれば、火山の影響による損傷の防止ないし火山の影響に対する設計方針に関し、本件申請の内容が具体的審査基準に適合するとした原子力規制委員会の審査及び判断の過程に看過し難い過誤、欠落があるとは認められない。

(2) 原告らの主張について

ア 噴火予測について

原告らは、立地評価に関する火山ガイドの定めは、検討対象火山の噴火時期及び規模が相当以前の時点での確に予測することができることを前提にするものであり、不合理であると主張するので検討する。

関連事実等(オ)のとおり、本件各原子炉施設に係る原子力発電所の運用期間は数十年程度と想定されているところ、認定事実(2)イ(ア) b 及び関連事実等(ク)からすれば、現在の火山学の限界や、地下深くのマグマの状況の把握の困難性等に照らすと、現段階では、数十年程度先の火山噴火とりわけ巨大噴火に関する状況を的確に予測をすることは困難といえる。

しかし、火山ガイドは、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において、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の可能性を総合的に評価し、検討対象火山の活動の可能性が十分小さいかどうかを判断することを求め(4. 1 (2))、上記可能性が十分小さいと判断できない場合には、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判断することを求めている(4. 1 (3))。また、火山活動のモニタリングについて、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ことを求めており(5.)、将来の火山活動を的確に予知ないし予測することを目的としているのではない。このような火山ガイドの規定からすれば、火山ガイ

ドは、検討対象火山の噴火時期及び規模が相当以前の時点での確に予測することができることを前提とするものとはいえず、飽くまで、将来の火山活動について不確実性があることを踏まえつつ、各種調査の結果を踏まえて分析すれば、当該火山の活動可能性等について一定の評価をすることができることを前提として、原子力発電所の運用期間という火山活動の歴史からみれば非常に限られた期間において、火山活動の可能性等が十分小さいかどうかの評価ないし判断を求めているというべきである。このことは、認定事実(2)イ(ア)bの火山ガイドの策定過程、特に中田節也教授による噴火の予測の限界に関する意見を含む火山学の知見を踏まえて火山ガイドが策定されたことから、裏付けられているといえる(乙195参照)。

また、火山の噴火とりわけ巨大噴火については、一定の前兆現象が生じ得ることを前提として、各種調査の結果を踏まえて分析すれば、当該火山の活動可能性について一定の評価をすることができることを指摘し、あるいはこれを前提とする専門的知見も存在するのであって(乙167, 168, 179, 195, 196, 丙49, 50, 142等)、上記の火山ガイドの考え方は、これらの専門的知見に裏付けられているといえる。

以上によれば、上記の原告らの主張は、採用できない。

#### イ 破局的噴火の発生可能性に係る評価の根拠について

原告らは、被告参加人による本件5カルデラの本件各原子炉施設の運用期間中の破局的噴火の発生可能性の評価について、①被告参加人が参考にしたNagaoka(1988)による噴火ステージの区分によっても、本件各原子炉施設の運用期間中における活動可能性が十分小さいとまで判断することはできない、②被告参加人が論拠にしたDruitt et al.(2012)によって火山噴火を事前に予測することは不可能である、③東宮(201

6)によれば、噴火に当たって、マグマ溜まりの状況の変化（マッシュの再流動化）は比較的短期間（数か月から数十年）で起こるから、マグマ溜まりの状況等から運用期間中に巨大噴火が発生するという点について一定程度確認できるという考え方には、相応の科学的根拠があるとはいえず、合理性があるとはいえないと主張するので検討する。

(ア) 原告らの主張① (Nagaoka (1988) によること) について

Nagaoka (1988) は、詳細な地質調査（テフラ層の調査）に基づき、始良カルデラ、阿多カルデラ及び鬼界カルデラの噴火史や噴火サイクル等を検討したものであり（乙160、丙32）、被告参加人において、これを参考にすることは合理的である。また、被告参加人は、Nagaoka (1988) の噴火ステージに関する知見のみから、本件5カルデラの本件各原子炉施設の運用期間中の破局的噴火の発生ないし活動可能性を評価しているわけではなく、その他の知見等を踏まえ、総合的な評価をしている。

(イ) 原告らの主張② (Druitt et al. (2012) によること) について

Druitt et al. (2012) の知見は、関連事実等(ク)aを踏まえると、主にサントリーニ火山のミノア噴火に関するものであり、カルデラ火山に関する一般則を示しているとするのは困難である（乙231参照）。

しかし、Druitt et al. (2012) において、別の火山のカルデラ噴火に関し、同様の事実が起こったことの指摘がある（乙207、丙43）。また、巨大噴火の前には大量のマグマの充填が起こったり、急激な地盤の上昇が起こったりすることを指摘する専門的知見が存在する（認定事実(2)イ(ア)b、小林(2017)参照）。

したがって、被告参加人が、本件申請において、本件5カルデラの本件各原子炉施設の運用期間中の破局的噴火の発生可能性の評価をするに当たり、Druitt et al. (2012) の知見を火山学の知見の一つとして考

慮することが不合理であるとはいえない。

(ウ) 原告らの主張③（東宮（2016））について

東宮（2016）は、関連事実等(ウ)cのとおり、マグマ溜まりは必然的にマッシュ状になりやすく、噴火に当たっては噴火可能なマグマが準備される必要があり、その準備はマッシュの再流動化によって起こり得るところ、再流動化は比較的短期間であることを指摘する。

しかし、上記指摘から直ちに巨大噴火の発生に要する期間が比較的短期間であるとはいえない。また、東宮（2016）は、マグマ溜まりと噴火準備過程及び噴火トリガーに関する論文であるところ、その内容に照らせば、本件各原子炉施設の運用期間中の巨大噴火の発生可能性を評価するに当たり、マグマ溜まりの状況を一つの検討対象とすることの合理性を否定するものとはいえない。

(エ) まとめ

以上によれば、上記の原告らの主張は、採用できない。

ウ MOX燃料の使用について

原告らは、本件3号機では、燃料としてMOX燃料が使用されているから原子力発電所の運用期間がより長くなるため、火山ガイドが、設計対応不可能な火山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といえるかの予測を要求する期間が長くなり、必然的に予測が一層困難になる旨主張する。

しかし、原告らが指摘する証拠（甲119、120）を検討しても、本件3号機で燃料としてMOX燃料が使用されていることをもって、直ちに、本件3号機について、火山ガイドにいう「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）がより長くなるとは認められない（乙239～242参照）。また、本件3号機で燃料としてMOX燃料が使用されていることにより、本件3号機について、上記の

「原子力発電所の運用期間」が長くなるとしても、火山活動とりわけ巨大噴火の非常に長期間にわたる活動の推移に照らすと、直ちに、本件申請及び審査等における「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」に係る結論に影響を及ぼすとは認められない。

したがって、上記の原告らの主張は採用できない。

#### エ 影響評価について

原告らは、影響評価に関し、被告参加人が九重山における九重第1噴火（噴出量6.2㎥）を考慮し、本件各原子炉施設敷地における降下火砕物の最大層厚を10cm、乾燥密度を1.0g/cm<sup>3</sup>、湿潤密度を1.7g/cm<sup>3</sup>と設定している点について、①約3万年前の始良カルデラの破局的噴火、約0.7万年前の鬼界アカホヤ噴火及び阿蘇カルデラにおける阿蘇4噴火と同規模の破局的噴火を考慮しておらず、また、②阿蘇カルデラの地下には、少なくとも体積14.1～33.5㎥のマグマ溜まりが存在するから、本件各原子炉施設の運用期間中に阿蘇山においてVEI6（噴出量10㎥以上）以上の噴火が生じる可能性が十分に小さいと評価することはできないにもかかわらず、これを考慮していないとして、③上記の被告参加人による降下火砕物の最大層厚及び密度の設定は過小評価となっている旨主張するので検討する。

#### ア 原告らの主張①（破局的噴火の考慮）について

関連事実等(イ)a、c及びeのとおり、始良カルデラ、鬼界カルデラ及び阿蘇カルデラにおいては、原告らが主張する破局的噴火が過去に発生している。

しかし、前記(1)イ(ウ)のとおり、過去に巨大噴火があった火山について、「基本的な考え方について」のとおり火山影響評価を行うことは、本件処分の根拠法規である原子炉等規制法及び設置許可基準規則等の趣旨に反する不合理なものであるとはいえない。また、前記(1)ウ(ア)のとおり、

被告参加人による本件5カルデラ（始良カルデラ，鬼界カルデラ及び阿蘇カルデラを含む。）の本件各原子炉施設の運用期間中の破局的噴火の発生ないし活動可能性が十分に小さいという評価は，不合理であるとはいえない。そうすると，「基本的な考え方について」によれば，始良カルデラ，鬼界カルデラ及び阿蘇カルデラは，「検討対象火山の過去最大の噴火規模」すなわち当該火山の最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模を用いて設計対応不可能な火山事象の評価を行うこととなる。

したがって，始良カルデラ，鬼界カルデラ及び阿蘇カルデラについて，過去に発生した破局的噴火を考慮しなくても不合理とはいえない。

(イ) 原告らの主張②（阿蘇カルデラのマグマ溜まりの考慮）について

須藤ほか（2006）によれば，阿蘇カルデラの地下に直径3～4 km程度のマグマ溜まりの存在が指摘されている（甲98）。

しかし，須藤ほか（2006）によれば，当該マグマ溜まりは数%以上の熔融状態であることが指摘されているところ（甲98），噴火可能なマグマは，結晶量が50%未満で，熔融したマグマが50%以上含まれるものであること（関連事実等(ア)e参照）等からすると，噴火可能なマグマは，上記マグマ溜まりのごく一部にすぎない可能性が高いと認められる（乙165，丙170，171）。また，被告参加人は，関連事実等(ウ)a③のとおり，文献調査等に基づき，阿蘇カルデラにおいて，破局的噴火を起こし得るような浅い位置にある珪長質のマグマ溜まりが存在する可能性は低いと評価しているところ，この評価が誤っていることを示す専門的知見は見当たらない。

したがって，原告らが指摘するマグマ溜まりの存在を考慮しても，阿蘇カルデラについて，VEI6の噴火を検討しなければならないとはいえない。

(ウ) 原告らの主張③（降下火砕物に係る過小評価）について



被告参加人は、本件申請において、原子力発電所への火山事象の影響評価のうち降下火砕物の影響評価について、次のとおり降下火砕物の層厚等を設定したことが認められる（認定事実(2)イ(イ)d及び関連事実等(イ)に加え、乙54, 132, 155, 200, 丙25, 27, 28, 174, 弁論の全趣旨）。

被告参加人は、抽出した21火山のうち、本件5カルデラについては、現在の噴火ステージにおける既往最大規模の噴火（阿蘇カルデラにつき約3万年前の阿蘇草千里ヶ浜噴火（VEI5）、加久藤・小林カルデラにつき約4.5万年前から約4万年前の霧島イワオコシ噴火（VEI5）、始良カルデラにつき約1.3万年前の桜島薩摩噴火（VEI6）、阿多カルデラにつき約6400年前の池田噴火（VEI5）、鬼界カルデラにつき約6000年前以降の薩摩硫黄島での噴火（VEI4））を考慮し、その他の16火山については、既往最大規模の噴火（VEI5以下）を考慮した。そして、本件各原子炉施設敷地に対して最も影響が大きい降下火砕物は、同敷地からの距離と噴出物量との関係から、九重山における約5万年前の九重第1噴火（噴出量6.2km<sup>3</sup>）によるものとした。九重第1噴火については、町田・新井（2011）により、降下火砕物は、給源である九重山の主に東側に分布し、九重山の西側に位置する本件各原子炉施設周辺には堆積していないことを確認した。その上で、九重第1噴火と同規模の噴火が起こった場合の本件各原子炉施設敷地における降灰量について、風や噴煙柱高さのパラメータを変化させてシミュレーションした結果、想定される層厚は最大で2.2cmであることを確認した。さらに、自然現象における不確かさを踏まえ、本件各原子炉施設敷地における降下火砕物の最大層厚を10cmと設定し、また、降下火砕物の粒径及び密度は、文献調査結果等を踏まえ、粒径を2mm以下、乾燥密度を1.0g/cm<sup>3</sup>、湿潤密度を1.7g/cm<sup>3</sup>と設定した。

このように、被告参加人は、降下火砕物の影響評価について、火山ガイドに基づき、しかも、自然の不確かさを踏まえ、より保守的ないし安全側に評価したといえる。また、原子力規制委員会は、このような被告参加人の評価について、火山ガイドを踏まえていることを確認した（認定事実(2)イ(イ)d）。これらの事情に照らすと、上記の被告参加人の評価及び原子力規制委員会の判断が不合理であるとはいえない。

以上によれば、上記の被告参加人による降下火砕物の最大層厚及び密度の設定が過小評価となっているとはいえず、上記の原告らの主張は採用できない。

### (3) まとめ

以上によれば、本件申請に係る火山の影響による損傷の防止ないし火山の影響に対する設計方針について、被告において、原子力規制委員会の審査及び判断に不合理な点のないことを相当の根拠、資料に基づき主張立証したといえ、原告らのその余の主張立証を踏まえても、原子力規制委員会の審査及び判断に不合理な点があるとは認められない。

したがって、原告らの本件各原子炉施設が設置許可基準規則6条1項（火山の影響に係る部分）に適合しないから本件処分が違法である旨の主張は採用できない。

## 6 争点(4)（設置許可基準規則37条2項、51条及び55条（重大事故等の拡大の防止等のうち原子炉格納容器の破損及び工場等外への放射性物質の異常な水準の放出の防止関係、原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備関係並びに工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備関係）適合性の有無）について

### (1) 原子力規制委員会の審査及び判断の不合理な点の有無

#### ア 具体的審査基準の不合理な点の有無

#### （ア）重大事故等の拡大の防止等のうち格納容器破損防止対策、原子炉格納



容器下部の溶融炉心を冷却するための設備及び発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための設備に係る具体的審査基準の策定過程について  
上記事項を含む重大事故等対策に関する新規制基準の策定過程は前提事実(5)のとおりであり、概要としては次のようなものである。

政府は、平成23年6月に「原子力安全に関する I A E A 閣僚会議に対する日本国政府の報告書」を作成し、アクシデントマネジメント対策を法規制上の要求にするとともに、設計要求事項の見直しを行うなどした。これを受けて、原子力安全委員会は、同年10月に「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であるとした。原子力安全・保安院は、平成24年3月に「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」を取りまとめるとともに、同年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考え方に関する整理を行い、「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。同年9月に設置された原子力規制委員会は、検討チームを設置し、学識経験者ら参加の下、事故防止対策に係る規制について、福島第一原発事故から得られた教訓による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視点で、I A E A 安全基準や欧米の規制状況等の海外の知見も勘案しつつ、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規則化等を検討することとした。また、重大事故等対策について、平成24年法律第47号による改正後の原子炉等規制法において新たに規制対象となった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て新規

制基準の骨子案を作成し、意見公募手続の結果を踏まえ、新規制基準案を取りまとめた。そして、原子力規制委員会は、平成25年4月、新規制基準案に対し、行政手続法に基づく意見公募手続を実施した上で、同年6月に設置許可基準規則及び設置許可基準規則解釈を策定するとともに、有効性評価ガイド等を策定した。

以上のとおり、福島第一原発事故の発生を受けて、重大事故等対策が平成24年法律第47号による改正後の原子炉等規制法において新たに法的規制の要求事項とされたところ、重大事故等対策に関する新規制基準は、専門的知見を踏まえ、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て策定されたものであり、しかも手続的に意見公募手続を経るなどしている。このような策定過程は、重大事故等の拡大の防止等のうち格納容器破損防止対策、原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備及び発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための設備に係る具体的審査基準が専門的知見を踏まえた合理的なものであることを裏付けるものといえる。

上記の新規制基準を策定したのは原子力規制委員会であり、前記4(1)ア(ア)と同様、策定主体の性格もまた、上記の具体的審査基準が専門的知見を踏まえた合理的なものであることを裏付けるものといえる。

(イ) 具体的審査基準の内容について

設置許可基準規則第3章（重大事故等対処施設）等は、全体として重大事故等への対策や設備を要求しているところ、本件では、その一部である次の3点に係る部分が問題になっているので、以下、各部分について検討する。

- ①重大事故等の発生や拡大を防止するために必要な措置に係る要求事項のうち格納容器破損防止対策（設置許可基準規則37条2項等）
- ②重大事故等対処設備に対する要求事項のうち原子炉格納容器下部の溶

融炉心を冷却するための設備（設置許可基準規則51条等）

③発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための設備（設置許可基準規則55条等）

a 格納容器破損防止対策に係る部分について

上記の部分は、認定事実(2)ウ(ア)aのとおり、設置（変更）許可申請者に対し、重大事故が発生した場合における「想定する格納容器破損モード」を想定することと、想定する格納容器破損モードに対して、原子炉格納容器の破損を防止し、かつ、放射性物質が異常な水準で敷地外へ放出されることを防止する対策に有効性があることを確認することを要求するものである。

有効性評価の前提として、格納容器破損モードを網羅的に抽出する必要があるという観点から、「必ず想定する格納容器破損モード」及び「個別プラント評価により抽出した格納容器破損モード」を「想定する格納容器破損モード」とすることを要求し（設置許可基準規則解釈37条2-1）、また、想定する格納容器破損モードごとに、PRAに基づく格納容器破損シーケンスの中から、格納容器に対する負荷などの観点から厳しい事故シーケンスを、評価事故シーケンスとして選定することを要求し（有効性評価ガイド3.2.3）、その上で、重大事故等対策として要求される設備等により、当該評価事故シーケンスに対して格納容器の破損を防ぐことができるかなどについて、計算シミュレーション等により設置許可基準規則解釈37条2-3及び2-4等所定の評価項目をおおむね満足していること等を確認して有効性評価をすることを求めている。このような格納容器破損防止対策の有効性評価は、格納容器破損モードを網羅的に抽出するという観点から、想定する格納容器破損モードを想定することを要求している点、より保守的ないし安全側に、格納容器に対する負荷などの観点から厳

しい事故シーケンスを評価事故シーケンスとして選定することを要求している点、個別プラントの特性に基づく格納容器破損モードの抽出や評価事故シーケンスの選定に当たりPRA等の適切な方法による評価の実施を求めている点、あらかじめ合理的な評価項目を掲げた上でこれらをおおむね満足することを求めている点等において、原子炉等規制法において重大事故等対策が規制対象とされた趣旨を踏まえた合理的なものといえる。

b 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備に係る部分について

上記の部分は、認定事実(2)ウ(ア)bのとおり、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を防止するための設備の一つとして、格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備を要求するものである。

原子炉格納容器は、原子炉の運転に伴って発生した放射性物質が一次冷却系統から漏えいした場合に放射性物質の外部への放出を防止するために設けられる容器であるところ、上記の部分は、「閉じ込める」機能の確保の観点から、これまでの研究成果を踏まえ、原子炉格納容器が破損に至るような現象に対する対策として、溶融炉心・コンクリート相互作用(MCCI)を抑制すること等のために原子炉格納容器下部注水設備を設置すること等を要求するものである(乙108の146～147頁参照)。これは、これまでの研究成果を踏まえた要求であり、原子炉等規制法において重大事故等対策が規制対象とされた趣旨を踏まえた合理的なものといえる。

c 発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための設備に係る部分について

上記の部分は、認定事実(2)ウ(ア)cのとおり、炉心の著しい損傷及び

原子炉格納容器の破損又は貯蔵槽内燃料体等の著しい損傷に至った場合を想定し、その場合に周辺環境への放射性物質の異常な水準の放出防止の観点から、工場等外への放射性物質の拡散を抑制するために必要な設備、具体的には放水設備等を要求するものである（乙108の147～148頁参照）。

このような設備の要求は、福島第一原発事故を踏まえ、上記のような場合をもあえて想定して、放射性物質の拡散を抑制するための設備を要求するものであり、原子炉等規制法において重大事故等対策が規制対象とされた趣旨を踏まえた合理的なものといえる。

なお、設置許可基準規則55条及び設置許可基準規則解釈55条1において、福島第一原発事故後に問題となった汚染水ないし汚染冷却水の流出対策を要求していないことが不合理とはいえないことは、後記(2)ウのとおりである。

(ウ) まとめ

以上によれば、上記の具体的審査基準に不合理な点があるとは認められない。

イ 具体的審査基準適合性に係る原子力規制委員会の審査及び判断の過程の看過し難い過誤、欠落の有無

(ア) 本件申請のうち重大事故等の拡大の防止等のうち格納容器破損防止対策に係る部分について

認定事実(2)ウ(イ)のとおり、原子力規制委員会は、被告参加人の申請内容を綿密に検討した上で、事故の想定、有効性評価の結果及び格納容器破損防止対策等の項目の審査を行い、被告参加人が有効性評価に用いた解析コードについて、その適用性を確認し、各項目について、本件申請の内容を確認した結果、設置許可基準規則に適合すると判断した。事故の想定（格納容器破損に至る重要な事故）について、被告参加人が特定

した格納容器破損モード及び選定した評価事故シーケンスを妥当なものであると判断し、有効性評価の結果（格納容器破損防止対策）について、被告参加人が、原子炉格納容器の閉じ込め機能に期待できる根拠と妥当性を示した上で、評価項目として原子炉格納容器の限界圧力及び限界温度を設定していることを確認し、格納容器破損モードごとに、それぞれ、被告参加人が、その特徴等を踏まえて対策を検討し、解析手法及び結果を検討して不確かさの影響評価を行い、その対策に必要な要員及び燃料等を検討した上で、計画している格納容器破損防止対策が、有効なものであると判断した。なお、被告参加人において、有効性評価においては、事象進展をより厳しくする観点などから、PRAの過程で選定された評価事故シーケンスに加え、複数の機能の喪失の重畳を考慮している場合もある。このような原子力規制委員会の審査及び判断の過程に看過し難い過誤、欠落があるとは認められない。

しかも、原子力規制委員会は、被告参加人に対し、①格納容器破損モード「原子炉圧力容器外の熔融燃料-冷却材相互作用」に係る審査の過程において、水蒸気爆発が実機において発生する可能性について、特別に確認する、②格納容器破損モード「水素燃焼」に係る審査の過程において、局所的な水素濃度上昇による爆轟発生の可能性及びイグナイタの信頼性向上について、特に指摘を行って確認する、③格納容器破損モード「熔融炉心・コンクリート相互作用」に係る審査の過程において、熔融炉心落下後における原子炉格納容器の閉じ込め機能への影響について、特に指摘を行って確認するなどしている。これは、原子力規制委員会が、被告参加人の申請内容を慎重かつ適切に審査していたことを裏付けるものといえる。

(イ) 本件申請のうち原子炉格納容器下部の熔融炉心を冷却するための設備に係る部分について

原子力規制委員会は、認定事実(2)ウ(ウ)のとおり、被告参加人の申請内容を綿密に検討した上で、原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するために被告参加人が計画する設備等が、設置許可基準規則51条等における各々の要求事項に対応していること等から、設置許可基準規則51条等に適合すると判断したのであって、その審査及び判断の過程に看過し難い過誤、欠落があるとは認められない。

(ウ) 本件申請のうち発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための設備に係る部分について

原子力規制委員会は、認定事実(2)ウ(エ)のとおり、被告参加人の申請内容を綿密に検討した上で、炉心の著しい損傷等に至った場合において発電所外への放射性物質の拡散を抑制するために被告参加人が計画する設備等が、設置許可基準規則55条等における各々の要求事項に対応していること等から、設置許可基準規則55条等に適合すると判断したのであって、その審査及び判断の過程に看過し難い過誤、欠落があるとは認められない。

(エ) その他の事情

前記4(1)イと同様、原子力規制委員会が、本件各号機の審査書案に対する科学的・技術的意見の募集を実施した上で、本件各号機の審査書を作成したことや、本件申請に係る審査をした主体が、前記4(1)ア(ア)で述べた性格を有する原子力規制委員会であることは、本件申請に係る原子力規制委員会の審査及び判断が合理的であることを裏付けるものといえる。

(オ) まとめ

以上によれば、重大事故等の拡大の防止等のうち格納容器破損防止対策、原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備及び発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための設備に関し、本件申請の内容が

具体的審査基準に適合するとした原子力規制委員会の審査及び判断の過程に看過し難い過誤、欠落があるとは認められない。

(2) 原告らの主張について

ア 設置許可基準規則37条2項及び51条違反の主張について

原告らは、①本件申請における想定によれば、被告参加人は、炉心溶融が始まるとすぐに原子炉格納容器上部のスプレイ水を注入するという方針に切り替えており、そもそも落下した溶融炉心の冷却をしないこととしている、②スプレイ水の注入への切替えについては、その遅れという不確定性が考慮されるべきである、③MAAPコードによる解析結果について、MAAPコードの信頼性には疑問がある、④スプレイ水が原子炉下部キャビティに到達するのかについて疑問がある、⑤設置許可基準規則51条は、現有設備とは別に、原子炉下部キャビティへの給水設備を設置することを求めているにもかかわらず、現有設備とは別個に原子炉下部キャビティへの給水設備が設置されていない、⑥福島第一原発事故時に実際に放出されたCs-137の放出量は約1万TBqであったから、被告参加人は、同程度の放射性物質が放出される場合を想定すべきであるなどとして、本件各原子炉施設が設置許可基準規則37条2項及び51条に違反する旨主張するので検討する。

(ア) 原告らの主張①（落下した溶融炉心の冷却）について

被告参加人は、認定事実(2)ウ(ウ)のとおり、本件申請において、設置許可基準規則51条等の要求事項に対応するため、本件各原子炉施設に関し、炉心の著しい損傷が発生した場合において、原子炉格納容器下部に落下した溶融炉心を冷却するための設備及び手順等並びに溶融炉心の原子炉格納容器下部への落下を遅延又は防止するための設備及び手順等を整備する方針とし、原子力規制委員会は、これらが設置許可基準規則51条等に適合するものと判断している。



具体的には、被告参加人は、本件申請において、設置許可基準規則 5 1 条等の要求事項に対応するため、

- i 原子炉格納容器下部に落下した溶融炉心の冷却のために格納容器スプレイを行うこととし、そのために、格納容器スプレイポンプ等を重大事故等対処設備として位置付け、
- ii 原子炉格納容器下部に落下した溶融炉心の冷却のために代替格納容器スプレイを行うこととし、そのために、常設電動注入ポンプ等を重大事故等対処設備として新たに整備し、
- iii 溶融炉心の原子炉格納容器下部への落下の遅延又は防止のために炉心注入を行うこととし、そのために、高圧注入ポンプ、余熱除去ポンプ等を重大事故等対処設備として位置付け、
- iv 溶融炉心の原子炉格納容器下部への落下の遅延又は防止のために代替炉心注入を行うこととし、そのために、B格納容器スプレイポンプ（RHRS-CSS タイライン使用）等を重大事故等対処設備として位置付けるとともに、常設電動注入ポンプ、B充てんポンプ（自己冷却）等を重大事故等対処設備として新たに整備するとし、

原子力規制委員会は、これらの対策等が設置許可基準規則 5 1 条等の要求事項に対応するものであることを確認していることが認められる（乙 5 4, 1 3 2（いずれも 3 1 8, 3 1 9 頁），丙 9 の 2）。

そうすると、被告参加人が、本件申請において、落下した溶融炉心の冷却をしないとしているとは認められない。原告らは、原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合第 9 回において、原子力規制委員会側から、炉心注入より C/V スプレイ注水を優先する被告参加人の方針に疑問が出されたと主張するが、同審査会合における原子力規制委員会委員等の発言をみると、被告参加人に対し、C/V スプレイ注水を優先する判断の時期や方法等が手順書等で明確になっているかを確認する必要

がある旨の意向を示したものと認められる（甲20）のであり、原子力規制委員会側において、上記の方針自体が疑問視されたとは認められない。実際、原子力規制委員会において、最終的には、この点を含めて、本件各原子炉施設が新規制基準に適合するとの判断がされている。

(イ) 原告らの主張②（スプレイへの切替えに係る不確定性の考慮）について

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合第9回及び第10回において、スプレイへの切替えの判断について時間的な不確定性があることを前提とした議論がされているところ、上記議論では、この点に留意する必要がある旨の指摘等がされているものと認められる（甲20、21）のであり、不確定性が考慮されていないとの指摘等がされているとは認められない。

(ウ) 原告らの主張③（MAAPコードの信頼性）について

東京電力福島原子力発電所事故調査委員会（国会事故調）の報告書では、東京電力株式会社による福島第一原発事故に係る福島第一原発2号機に関するMAAPコードを用いた解析結果等に疑問が残るとされたことが認められる（甲22）。

しかし、上記の報告書で上記の疑問が残るとされたのは、同社による解析の仕方であって、MAAPコード自体の信頼性に問題があるとされたわけではないから、本件各号機に係る本件申請において、解析コードとしてMAAPを使ったことに問題があるということとはできない。

(エ) 原告らの主張④（スプレイ水の到達）について

被告参加人は、本件申請において、設置許可基準規則51条等の要求に対応する設備であるとする格納容器スプレイ及び代替格納容器スプレイについて、次のとおり、熔融炉心が落下するまでに原子炉下部キャビティに十分な水量を蓄水できる設計とするとした（乙81、丙9の2）。

格納容器スプレイ水が原子炉格納容器に注水されると、格納容器スプレイ水が、格納容器と各フロア最外周部間の隙間、外周通路部の階段・開口部、ループ室内の各フロアのグレーチング、原子炉容器と原子炉キャビティの隙間、原子炉キャビティ底部から格納容器最下階フロアに通じる連通管という経路より、格納容器最下階フロアまで流下する。格納容器最下階フロアからは、原子炉下部キャビティに通じる連通穴及び格納容器最下階フロアの水位上昇に伴い開口する小扉から原子炉下部キャビティに流入する。保温材等のデブリ対策や原子炉下部キャビティ水位等監視対策を施し、原子炉下部キャビティへの注水を確実に実施することができる。

これを受けて、原子力規制委員会は、被告参加人の計画において、格納容器スプレイ水が格納容器とフロア最外周部間の隙間等を通じ格納容器最下部フロアまで流下し、さらに小扉及び連通穴を経由して原子炉下部キャビティへ流入することで、熔融炉心が落下するまでに原子炉下部キャビティに十分な水量を蓄水できる設計とされていることを確認した(乙54, 132(いずれも319頁))。

そうすると、本件各原子炉施設に関し、スプレイ水が原子炉下部キャビティに到達するのかについて疑問があるとはいえない。

(オ) 原告らの主張⑤(新たな設備の設置の必要性)について

設置許可基準規則51条及び設置許可基準規則解釈51条1は、認定事実(2)ウ(ア)bのとおり、「熔融し、原子炉格納容器の下部に落下した炉心を冷却するために必要な設備」の設置を求め、その設備は、a)原子炉格納容器下部注水設備を設置すること、b)同設備について交流又は直流電源が必要な場合は代替電源設備からの給電を可能とすることという措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための設備をいうとする。その文言からすれば、両規定は、「措置又はこれらと同等以

上の効果を有する措置を行うための設備」を求めているのであり、現有設備とは別に、新たに原子炉格納容器下部注水設備を設置することを求めているとは認められない。被告参加人が両規定の要求事項に対応する設備であるとする格納容器スプレイや代替格納容器スプレイ等が、その機能や効果に照らし、上記の「これらと同等以上の効果を有する措置を行うための設備」ということができれば、両規定の要求事項を満たすこととなる。したがって、本件各原子炉施設について、現有設備とは別に、新たに原子炉格納容器下部注水設備を設置していないからといって、両規定に反するという事はできない。

原告らは、原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合第10回における原子力規制庁の課長補佐の「建屋内についてはあらかじめ流路を施設する…ことになって」いるという発言（甲21参照）は、現有設備とは別の新たな設備の設置が必要であるとの指摘であると主張する。しかし、上記発言をそのような指摘と解することはできない上、最終的には、原子力規制委員会において、この点を含めて、本件各原子炉施設が新規制基準に適合するとの判断がされていることからすれば、上記発言をもって、設置許可基準規則51条が、現有設備とは別に、新たな設備の設置を求めていると解することはできない。

(カ) 原告らの主張⑥（放射性物質の放出量の想定）について

前提事実(4)ウ(ア)のとおり、福島第一原発事故に起因して福島第一原発1～3号機から大気中に放出されたCs-137の推計値は、原子力安全・保安院によれば約1.5万TBqであり、原子力安全委員会によれば約1.1万TBqであった。

もっとも、認定事実(2)ウ(イ)c(a)i③d.のとおり、被告参加人は、本件申請において、格納容器破損モード「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧破損）」に関する事象進展解析の結果として、原子炉



格納容器から環境に放出されるCs-137の放出量は、7日間で約4.5TBqであり、有効性評価ガイド3.2.1(6)が規定する100TBqを下回っているとする。また、認定事実(2)ウ(イ)c(a)iiのとおり、原子力規制委員会は、被告参加人の解析結果が、設置許可基準規則解釈37条2-3(c)の評価項目を満足しており、さらに被告参加人が使用した解析コード、解析条件の不確かさを考慮しても、上記の評価項目をおおむね満足しているという判断は変わらないことを確認したところ、その審査及び判断の過程に看過し難い過誤、欠落があるとは認められない。

そうすると、上記の福島第一原発事故に起因して大気中に放出されたCs-137の推計値が約1万TBqであるからといって、このことから、上記の被告参加人の解析結果に問題があるということとはできない。

以上によれば、上記の原告らの主張は、いずれも採用できず、原告らのその余の主張を検討しても、本件各原子炉施設が設置許可基準規則37条2項及び51条に違反するとはいえない。

#### イ 設置許可基準規則37条2項違反の主張について

原告らは、本件各原子炉施設について、①地震による原子炉格納容器下部キャビティのコンクリート壁のひび割れが想定されていない、②被告参加人は、原子炉圧力容器外の熔融燃料-冷却材相互作用として水蒸気爆発が起こらないとし、本件各原子炉施設について水蒸気爆発の防止のために必要な措置が講じられていない、③被告参加人の評価によれば、水素濃度は13vol%にほぼ達することになるなどするため、水素爆轟が起こり、原子炉格納容器が破損する可能性があるなどとして、原子炉格納容器が破損する可能性のある水素の爆轟を防止するための措置が取られているとはいえないとして、本件各原子炉施設が設置許可基準規則37条2項に違反すると主張するので検討する。

#### (ア) 原告らの主張①(地震によるひび割れ)について

地震による損傷の防止については、設置許可基準規則 37 条 2 項ではなく、設置許可基準規則 4 条（設計基準対象施設）及び 39 条（重大事故等対処施設）への適合性において検討されるべき事項である。そして、原子力規制委員会は、本件各原子炉施設が設置許可基準規則 4 条及び 39 条に適合すると判断している（乙 54, 132）。

(イ) 原告らの主張②（水蒸気爆発の発生）について

認定事実(2)ウ(イ)c(b)のとおり、被告参加人は、格納容器破損モード「原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用」において、水蒸気爆発の発生の可能性は極めて低いと考えられるとした。この点について、原告らは、小規模な実験を参照して水蒸気爆発が起こらないと決めつけていると主張する。

しかし、認定事実(2)ウ(イ)c(b)iiiのとおり、原子力規制委員会は、審査の過程において、水蒸気爆発が実機において発生する可能性について特別に確認している。その際、被告参加人は、COTELS, FARO, KROTOS 及び TROI の実験の結果等を綿密に検討し、水蒸気爆発が発生した一部実験での条件と実機条件を比較し、その相違を示すとともに、JASMINE コードによる評価想定と実機での想定とが異なることを示した。これらを踏まえ、原子力規制委員会は、原子炉容器以外の FCI で生じる事象として、水蒸気爆発を除外することを是認している。

したがって、被告参加人が、水蒸気爆発の発生の可能性は極めて低いと考えられるとし、原子力規制委員会が、それを妥当と判断したのは、科学的な根拠に基づく合理的なものといえる。

また、認定事実(2)ウ(イ)c(b)i①a. のとおり、被告参加人は、「必ず想定する格納容器破損モード」（設置許可基準規則解釈 37 条 2-1(a)）である格納容器破損モード「原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互



作用」を想定した上で、原子炉容器外のFCIには、衝撃を伴う水蒸気爆発と、溶融炉心から冷却材への伝熱による水蒸気発生に伴う急激な圧力上昇（圧カスパイク）があるが、前者の発生の可能性は極めて低いと考えられるとして、後者について考慮するとしており、上記の格納容器破損モードを想定した上で、その対策についての有効性評価をしているといえる。なお、前記ア(エ)によれば、本件各原子炉施設について、格納容器スプレイ水が原子炉格納容器に注水されると、溶融炉心が落下するまでに原子炉下部キャビティに十分な水量を蓄水できるとされている点に不合理な点があるとは認められない。

(ウ) 原告らの主張③（水素爆轟の防止）について

有効性評価ガイド3.2.3(4)b.(注)によれば、原子炉格納容器内の水素濃度がドライ条件に換算して1.3vol%以下であれば爆轟は防止できると判断される。認定事実(2)ウ(イ)c(c)iのとおり、被告参加人は、格納容器破損モード「水素燃焼」について、有効性評価ガイド3.2.3(4)等に従い、事故条件や機器条件を厳しく設定した上で解析を行い、ドライ条件に換算した原子炉格納容器内水素濃度は最大約1.2.8vol%で減少に転じ、1.3vol%を下回るとし、また、MCCIによる水素発生を考慮しても、PAR及びイグナイタにより水素処理することで、ドライ条件に換算した原子炉格納容器内水素濃度は最大約9.5vol%であるので、MCCIに伴い発生する水素の不確かさを考慮して評価しても、設置許可基準規則解釈37条2-3(f)の評価項目（原子炉格納容器が破損する可能性のある水素の爆轟を防止すること（水素濃度がドライ条件に換算して1.3vol%以下又は酸素濃度が5vol%以下であること））を満足しているとする。そして、認定事実(2)ウ(イ)c(c)iiのとおり、原子力規制委員会は、評価事故シーケンス「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」において、PARの設置などを行っ

た場合に対する被告参加人の解析結果は、設置許可基準規則解釈37条2-3(f)の評価項目を満足していること、MCCIに伴い発生する水素の不確かさを考慮して評価しても、上記の評価項目を満足していること、解析条件の不確かさを考慮しても、上記の評価項目をおおむね満足しているという判断は変わらないことを確認するとともに、イグナイタにより、可燃状態になった時点で水素を燃焼させることによって、MCCIによる更なる水素生成がある場合なども含めて、水素濃度をより確実に低く抑えることができることを確認している。しかも、認定事実(2)ウ(イ)c(c)iii②のとおり、原子力規制委員会は、審査の過程において、被告参加人に対し、イグナイタの信頼性向上について、特に指摘し、確認を行っている。これらに照らすと、被告参加人は、本件各原子炉施設に関し、格納容器破損モード「水素燃焼」について、相応の科学的根拠に基づき、解析コードの不確かさ等を考慮した上で、上記格納容器破損モードに対する被告参加人の対策に有効性があると評価し、原子力規制委員会は、被告参加人の評価を確認したといえる。

原告らは、MAAPコードの不確かさを考慮に入れれば、本件各原子炉施設において水素濃度が13vol%に達して水素爆轟が起こり、原子炉格納容器が破損する可能性があるとして主張するが、上記の被告参加人の評価及び原子力規制委員会による確認を覆すだけの科学的な根拠に基づいたものとはいえない。なお、イグナイタは、水素濃度を低減させる装置であり、水素燃焼の対策例として挙げられているものであるから（有効性評価ガイド3.2.3(4)c.(a)参照）、水素燃焼に係る解析において、イグナイタによる水素濃度の低減の効果を期待することは許容されるものである。そうすると、被告参加人が、MCCIに伴う水素発生の不確かさを考慮する感度解析においては、上記のとおり期待することが許容されるイグナイタの効果を考慮して評価することとし、一方で、解



析条件の機器条件の設定においては、その効果を期待しても許容されるのに、水素濃度の観点で条件がより厳しくなるようにするため、その効果を期待しないこととしたのは、矛盾するものではなく、不合理ではない。

(エ) まとめ

以上によれば、上記の原告らの主張は採用できず、原告らのその余の主張を検討しても、本件各原子炉施設が設置許可基準規則37条2項に違反するとはいえない。

ウ 設置許可基準規則55条に関する主張について

原告らは、新規制基準は、福島第一原発事故を踏まえ、重大事故の発生の防止とともに、重大事故が発生した場合の対策を規定したものであるから、①設置許可基準規則55条は、⑦放射性物質が気体として大気中に放散されて拡散していく場合の事象のみならず、少なくとも④溶融燃料が冷却水に溶け込んで液体として原子炉格納容器下部の貫通配管の破損部や原子炉格納容器下部キャビティ底部コンクリート等から流出して地中に浸み込んだり海中に流出したりして拡散していく場合の事象も想定した対策を要求するものであり、②仮に、同条が、福島第一原発事故後に生じたような汚染冷却水の漏えいへの対策を要求していないのであれば、同条自体が不合理であると主張する。

しかるところ、設置許可基準規則55条及び設置許可基準規則解釈55条1の要求事項は、認定事実(2)ウ(ア)cのとおりであり、原告らが主張するような汚染水ないし汚染冷却水の流出対策を要求するものとはいえないので、上記の原告らの主張②について検討する。

重大事故等が発生した場合においては、発電用原子炉施設の位置、構造及び設備といったハード面からの対策と、重大事故等に的確かつ柔軟に対処できるような手順、事故発生後に外部からの支援を受けられるよう

な体制の整備等，当該設備や緊急時資機材等を有効に活用する能力（アクシデントマネジメント能力）といったソフト面からの対策とがある。設置許可基準規則55条及び設置許可基準規則解釈55条1は，前者のハード面の要求として，工場等外への放射性物質の拡散を抑制するために必要な設備をあらかじめ設置しておくことを求めるものである（乙108の173～174頁，弁論の全趣旨）。そして，後者のソフト面の要求としては，原子炉等規制法43条の3の6第1項3号に規定する「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」の審査を行う際の審査基準である技術的能力審査基準（乙41，255）が，発電用原子炉設置者に対し，重大事故等対策における要求事項の共通事項のうち，支援に係る要求事項として，工場等内であらかじめ用意された手段（重大事故等対処設備，予備品及び燃料等）により，事故発生後7日間は事故収束対応を維持できる方針であること，関係機関と協議・合意の上，外部からの支援計画を定める方針であること，工場等外であらかじめ用意された手段（重大事故等対処設備，予備品及び燃料等）により，事象発生後6日間までに支援を受けられる方針であることを要求するとともに，手順書の整備，訓練の実施及び体制の整備として，重大事故等に的確かつ柔軟に対処できるよう，あらかじめ手順書を整備し，訓練を行うとともに人員を確保する等の必要な体制の適切な整備が行われているか，又は整備される方針が適切に示されていることを要求している（Ⅱ1.0（3）（4），Ⅲ1.0（4））。また，重大事故等対策における要求事項として，工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための手順等として，炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損又は貯蔵槽内燃料体等の著しい損傷に至った場合において工場等外への放射性物質の拡散を抑制するために必要な手順等が適切に整備されているか，又は整備される方針が適切に示されていることを要

求している（Ⅱ 1. 12, Ⅲ 1. 12）（乙108の175頁，弁論の全趣旨）。さらに，原子炉等規制法は，原子力施設において，地震，火災その他の災害が起こったことにより，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原子炉による災害が発生するおそれがあり，又は発生した場合においては，あらかじめ定められた対策だけでなく，当該施設の状況に応じた適切な方法により当該施設の管理を行うことが特に必要と認められる場合があることから，このような場合に，原子力規制委員会が当該施設を「特定原子力施設」として指定し，具体的な事態を踏まえた措置を講ずることを予定している（原子炉等規制法64条の2から64条の4まで）。

前記2(3)のとおり，原子炉等規制法43条の3の8第2項，43条の3の6第1項の趣旨が，同法43条の3の8第2項，43条の3の6第1項2号（技術的能力に係る部分に限る。），3号及び4号に規定する基準の適合性の判断については，原子力規制委員会の専門技術的裁量に委ねるものであることにかんがみれば，どのような事項が発電用原子炉の設置変更許可の段階における審査の対象となる事項に該当するのかという点も，上記の基準の適合性に関する判断を構成するものとして，原子力規制委員会の専門技術的裁量に委ねられていると解される。のみならず，上記の設置変更許可の段階において，どのような要求事項が上記のハード面からの対策に係る事項に該当し，どのような要求事項が上記のソフト面からの対策に係る事項に該当するのかという点も，上記の基準の適合性に関する判断を構成するものとして，原子力規制委員会の専門技術的裁量に委ねられていると解される。

そして，原子力規制委員会は，重大事故等対策に係る規制の全体像や，福島第一原発事故により得られた知見等を踏まえ，設置許可基準規則55条及び設置許可基準規則解釈55条1においては，上記のハード面の

要求として、認定事実(2)ウ(ア)cの一般に想定される放射性物質の拡散形態による放射性物質の拡散を抑制するための設備の設置を求めることとする一方、上記の拡散形態以外の事象については、当該発電用原子炉施設の破損・損傷部位等の具体的な状況により大きく異なるため、あらかじめ全ての事象を想定することは困難であり、これに対応する設備をあらかじめ要求することは不合理であることから、実際に発生した重大事故の状況に応じて臨機応変に対応していくことが現実的かつ適切であるとして、上記のソフト面の要求とし、さらに、当該施設の状況に応じた適切な方法により当該施設の管理を行うことが特に必要と認められる場合には、当該施設を特定原子力施設に指定し、具体的な事態を踏まえた措置を講じて、重大事故等の対策を実施することとしていると認められる(乙56, 108の173~177頁, 弁論の全趣旨)。このような原子力規制委員会による規制の方法ないし考え方は、実際に生じる重大事故等により発生するであろう具体的な事象等を踏まえれば、上記の原子力規制委員会の専門技術的裁量に照らし、不合理なものとはいえない。そして、このように解しても、原子炉等規制法等は、重大事故等対策に係る規制の全体を通じて、福島第一原発事故後に問題となっている汚染水ないし汚染冷却水の流出対策に係る規制をしているのであるから、福島第一原発事故を踏まえたものとなっていないとはいえない。

そうすると、設置許可基準規則55条及び設置許可基準規則解釈55条1について、上記の一般に想定される放射性物質の拡散形態による放射性物質の拡散を抑制するための設備の設置のみを求め、上記の汚染水ないし汚染冷却水の流出対策を求めていることをもって、不合理であるとはいえない。

そして、原子力規制委員会は、本件申請に係る審査において、認定事実(2)ウ(エ)のとおり、被告参加人の計画について、設置許可基準規則55条

及び技術的能力審査基準Ⅱ 1. 1 2に適合すると判断している。また、技術的能力審査基準Ⅱ 1. 0 (3) 及びⅢ 1. 0 (4) に則ったものであることを確認し、技術的能力審査基準Ⅱ 1. 0に適合すると判断している(乙54, 132(いずれも240~246頁))。

以上によれば、上記の原告らの主張は採用できず、原告らのその余の主張を検討しても、本件各原子炉施設が設置許可基準規則55条に違反するとはいえない。

### (3) まとめ

以上によれば、本件申請に係る重大事故等の拡大の防止等のうち原子炉格納容器の破損及び工場等外への放射性物質の異常な水準の放出の防止関係、原子炉格納容器下部の熔融炉心を冷却するための設備関係並びに工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備関係について、被告において、原子力規制委員会の審査及び判断に不合理な点のないことを相当の根拠、資料に基づき主張立証したといえ、原告らのその余の主張立証を踏まえても、原子力規制委員会の審査及び判断に不合理な点があるとは認められない。

### 7 本件処分の違法性の有無についての判断のまとめ

以上のとおり、原子力規制委員会の審査及び判断に不合理な点があるとは認められず、原告らのその余の主張立証を踏まえても、本件処分が違法であるとは認められない。


なお、原告らは、2016年熊本地震のような繰り返し地震では屋内退避ができないので、屋内退避が前提となっている避難計画は、2016年熊本地震を踏まえて抜本的に再検討される必要がある旨主張するが、避難計画に関する事項は、発電用原子炉設置変更許可処分の許可の基準に掲げられておらず(原子炉等規制法43条の3の8第2項、43条の3の6第1項参照)、原告らの主張する避難計画の再検討の必要性は、本件処分の違法事由となり得るものではない。

#### 第4 結論

以上によれば、別紙当事者目録記載の番号2, 8, 11, 13, 14, 17, 18, 20, 24, 28から30まで, 36, 41から44まで, 53, 55, 60, 64から68まで, 71, 74, 77, 82, 86, 88, 92, 94, 97, 99, 101, 106, 107, 112, 113, 122, 124から127まで, 131から133まで, 135から142まで, 147, 149から151まで, 154, 155, 159, 162から164まで, 167, 169から172まで, 176, 177, 179, 183, 187, 192, 195, 203, 204, 208, 219, 222から224まで, 228, 236, 239, 241から243まで, 249, 250, 255, 256, 259, 262, 265, 270, 272, 276, 278, 279, 281, 283, 286, 288, 290, 295から297まで, 299, 304, 305, 309, 310, 312から314まで, 316から319まで, 321, 324, 327から329まで, 331, 340, 344, 351から353まで, 356, 359, 364及び366の原告らには本件処分の取消しの訴えについて原告適格が認められないから同原告らの訴えはいずれも不適法なものとして却下し、その余の原告らの請求はいずれも理由がないからこれを棄却することとし、主文のとおり判決する。

佐賀地方裁判所民事部

裁判長裁判官

達野 下 幸 

裁判官

田辺 曉 志 

裁判官

野口 宏明

(別紙)

略 称 表

略称	用語
本件3号機	玄海原子力発電所3号機ないし玄海原子力発電所3号炉
本件4号機	玄海原子力発電所4号機ないし玄海原子力発電所4号炉
本件各号機	本件3号機及び本件4号機
本件各原子炉施設	本件各号機に係る発電用原子炉及びその附属施設
本件処分	原子力規制委員会が平成29年1月18日付けで被告参加人に対してした本件各号機に係る発電用原子炉設置変更許可処分
本件申請	被告参加人が平成25年7月12日付けで原子力規制委員会に対してした本件各号機に係る発電用原子炉設置変更許可の申請（平成28年9月20日付け、同年10月28日付け、同年11月4日付け及び平成29年1月5日付けで一部補正されたものを含む。）
福島第一原発	東京電力株式会社福島第一原子力発電所
福島第一原発事故	平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震及びこれに伴う津波に起因する福島第一原発の事故
I A E A	国際原子力機関



ICRP	国際放射線防護委員会
本件資料	近藤駿介原子力委員会委員長（当時）作成の「福島第一原子力発電所の不測事態シナリオの素描」と題する資料（甲28）
本件シミュレーション	平成24年10月及び同年12月に原子力規制委員会ないし原子力規制庁が公表した原子力発電所の事故により放出される放射性物質の拡散シミュレーションないしその試算結果（甲31）
もんじゅ最高裁判決	最高裁平成4年9月22日第三小法廷判決・民集46巻6号571頁
伊方原発最高裁判決	最高裁平成4年10月29日第一小法廷判決・民集46巻7号1174頁
Frankel (1995)	Arthur Frankel, 1995, Simulating strong motions of large earthquakes using recordings of small earthquakes
Fujii and Matsu'ura (2000)	YOSHIHIRO FUJII and MITSUHIRO MATSU'URA, 2000, Regional Difference in Scaling Laws for Large Earthquakes and its Tectonic Implication (甲131)
Irikura et al. (2017)	Kojiro Irikura, Ken Miyakoshi, Katsuhiko Kamae, Kunikazu Yoshida, Kazuhiro Somei, Susumu Kurahashi and Hiroe Miyake, 2017, Applicability of source scaling relations for crustal earthquakes to estimation of the ground motions of the 2016 Kumamoto earthquake (乙62)

Murotani et al. (2015)	Murotani, S., S. Matsushima, T. Azuma, K. Irikura, and S. Kitagawa, 2015, Scaling relations of source parameters of earthquakes occurring on inland crustal mega-fault systems
Noda et al. (2002)	S. Noda, K. Yashiro, K. Takahashi, M. Takemura, S. Ohno, M. Tohdo and T. Watanabe, 2002, RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES
Somerville et al. (1999)	Paul Somerville, Kojiro Irikura, Robert Graves, Sumio Sawada, David Wald, Norman Abrahamson, Y oshinori Iwasaki, Takao Kagawa, Nancy Smith and Akira Kowada, 1999, Characterizing crustal earthquake slip models for the prediction of strong ground motion (甲60参照)
「Somerville et al. 式」	Somerville et al. (1999) で提案された地震モーメント $M_0$ と断層面積 $S$ とのスケーリング則ないし(経験的)関係式ないし経験式
Somerville 規範	Somerville et al. (1999) で示された, 行又は列全体の平均すべり量が, 震源断層全体の平均すべり量の「0.3」倍未満となる行又は列を取り除く(トリミングする)という規範
Wells and Coppersmith (1994)	Donald L. Wells and Kevin J. Coppersmith, 1994, New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement (甲61参照)

入倉ほか（１９９３）	Paul G, Somerville, 入倉孝次郎, 澤田純男, 岩崎好規, 田居優及び伏見実「地震断層のすべり変位量の空間分布の検討」（１９９３年）（甲８７）
入倉ほか（２０１４）	入倉孝次郎, 宮腰研及び釜江克宏「強震動記録を用いた震源インバージョンに基づく国内の内陸地殻内地震の震源パラメータのスケーリング則の再検討」（２０１４年）（乙３８）
入倉・三宅（２００１）	入倉孝次郎及び三宅弘恵「シナリオ地震の強震動予測」（２００１年）（乙３１）
「入倉・三宅式」	入倉・三宅（２００１）で提案された地震モーメント $M_0$ と断層面積 $S$ とのスケーリング則ないし（経験的）関係式ないし経験式
加藤ほか（２００４）	加藤研一, 宮腰勝義, 武村雅之, 井上大榮, 上田圭一及び壇一男「震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベルー地質学的調査による地震の分類と強震観測記録に基づく上限レベルの検討ー」（２００４年）
片岡ほか（２００６）	片岡正次郎, 佐藤智美, 松本俊輔及び日下部毅明「短周期レベルをパラメータとした地震動強さの距離減衰式」（２００６年）（甲５４）
「片岡ほか式」	片岡ほか（２００６）に記載された地震モーメント $M_0$ と短周期レベル $A$ の（経験的）関係式ないし経験式
菊地ほか（１９９９）	菊地正幸, 中村操, 山田眞, 伏見実, 巽誉樹及び吉川一光「１９４８年福井地震の震源パラメーターー

	1倍強震計記録の解析ー」(1999年)(甲105)
強震動予測レシピ	「震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)」(乙33, 57, 79, 99, 142, 254。なお, 乙142は, 強震動予測レシピの初版が含まれる平成17年3月23日付け「全国を概観した地震動予測地図」報告書の抜粋, 乙33は平成21年12月21日改訂の強震動予測レシピ, 乙79は平成28年6月10日改訂・同年12月9日修正の強震動予測レシピ, 乙57及び99は平成29年4月27日改訂の強震動予測レシピ, 乙254は令和2年3月6日改訂の強震動予測レシピである。)
佐藤(2010)	佐藤智美「逆断層と横ずれ断層の違いを考慮した日本の地殻内地震の短周期レベルのスケーリング則」(2010年)(丙11)
佐藤(2016)	佐藤智美「経験的グリーン関数法に基づく熊本地震の強震動生成域の推定」(2016年)(日本地震学会講演予稿集(2016年度秋季大会))(丙22)
佐藤・堤(2012)	佐藤智美及び堤英明「2011年福島県浜通り付近の正断層の地震の短周期レベルと伝播経路・地盤増幅特性」(2012年)(丙12)
佐藤ほか(2013)	佐藤浩章, 芝良昭, 東貞成, 功刀卓, 前田宜浩及び藤原広行「物理探査・室内試験に基づく2004年

	留萌支庁南部の地震によるK-NET港町観測点 (HKD020)の基盤地震動とサイト特性評価 (2013年)
地震本部	地震調査研究推進本部
島崎提言	島崎邦彦「最大クラスではない日本海「最大クラス」の津波」(岩波「科学」2016年7月号653頁)(甲45)における提言
武村(1998)	武村雅之「日本列島における地殻内地震のスケーリング則—地震断層の影響および地震被害との関連—」(1998年)(甲8)
「武村式」	武村(1998)で提案された地震モーメント $M_0$ と断層面積 $S$ とのスケーリング則ないし(経験的)関係式ないし経験式。ただし、文脈により、武村(1998)で提案された地震モーメント $M_0$ と断層長さ $L$ とのスケーリング則ないし経験的(関係式)ないし経験式を指すこともある。
田島ほか(2013)	田島礼子, 松元康広, 司宏俊及び入倉孝次郎「内陸地殻内および沈み込みプレート境界で発生する巨大地震の震源パラメータに関するスケーリング則の比較研究」(2013年)(乙86)
壇ほか(2001)	壇一男, 渡辺基史, 佐藤俊明及び石井透「断層の非一様すべり破壊モデルから算定される短周期レベルと半経験的波形合成法による強震動予測のための震源断層のモデル化」(2001年)(甲53, 丙21)

「壇ほか式」	壇ほか（２００１）に記載された地震モーメント $M_0$ と短周期レベルAの（経験的）関係式ないし経験式
松田（１９７５）	松田時彦「活断層から発生する地震の規模と周期について」（１９７５年）
宮腰ほか（２０１５）	宮腰研，入倉孝次郎及び釜江克宏「強震動記録を用いた震源インバージョンに基づく国内の内陸地殻内地震の震源パラメータのスケーリング則の再検討」（２０１５年）（乙４０，８２）
Abe et al. (2017)	Yuki Abe, Takahiro Ohkura, Takuo Shibutani, Kazuro Hirahara, Shin Yoshikawa and Hiroyuki Inoue, 2017, Low-velocity zones in the crust beneath Aso caldera, Kyushu, Japan, derived from receiver function analyses (乙１７０)
Druitt et al. (2012)	T. H. Druitt, F. Costa, E. Deloule, M. Dungan and B. Scaillet, 2012, Decadal to monthly timescales of magma transfer and reservoir growth at a caldera volcano (乙２０７，丙４３)
Goto et al. (1997)	Tadanori GOTO, Naoto OSHIMAN and Norihiko SUMITOMO, 1997, The Resistivity Structure around the Hypocentral Area of the Ebino Earthquake Swarm in Kyushu District, Japan (丙１４８)
Hickey et al. (2016)	James Hickey, Joachim Gottsmann, Haruhisa Nakamichi and Masato Iguchi, 2016, Thermomechanical controls on magma supply and volcanic deformation: application to Aira caldera, Japan (乙２３

	0)
Nagaoka (1988)	Shinji NAGAOKA, 1988, THE LATE QUATERNARY TEPHRA LAYERS FROM THE CALDERA VOLCANOES IN AND AROUND KAGOSHIMA BAY, SOUTHERN KYUSHU, JAPAN (乙160, 丙32)
Roche and Druitt (2001)	Olivier Roche and Timothy H. Druitt, 2001, Onset of caldera collapse during ignimbrite eruptions (乙166)
Sudo and Kong (2001)	Y. Sudo and L. S. L. Kong, 2001, Three-dimensional seismic velocity structure beneath Aso Volcano, Kyushu, Japan (丙46)
Yamamoto et al. (2013)	Keigo YAMAMOTO, Tadaomi SONODA, Tetsuro TAKAYAMA, Nobuo ICHIKAWA, Takahiro OHKURA, Shin YOSHIKAWA, Hiroyuki INOUE, Takeshi MATSUSHIMA, Kazunari UCHIDA and Manami NAKAMOTO, 2013, Vertical Ground Deformation Associated with the Volcanic Activity of Sakurajima Volcano, Japan during 1996-2010 as Revealed by Repeated Precise Leveling Surveys (乙233)
荒牧 (2003a)	荒牧重雄「カルデラ噴火の地学的意味」(「死都日本」シンポジウムー破局噴火のリスクと日本社会ー講演要旨集) (2003年) (丙34)
荒牧 (2003b)	荒牧重雄「カルデラ噴火の地学的意味」(月刊地球 Vol. 25, No. 11) (2003年) (丙122)
井口 (2015)	井口正人「2015年桜島クライシスー噴火警戒レ

	ベル4」(2015年)(丙139)
井口(2018)	井口正人「地震波トモグラフィーによる始良カルデラ周辺の地震波速度構造調査結果及び始良カルデラの状態について」(平成29年度原子力規制庁請負調査報告書)(2018年)(乙167, 丙142)
井口ほか(2002)	井口正人, 高山鉄朗, 味喜大介, 西祐司及び斉藤英二「鬼界カルデラの地盤変動」(2002年)(丙158)
井口ほか(2011)	井口正人, 太田雄策, 中尾茂, 園田忠臣, 高山鐵朗及び市川信夫「桜島昭和火口噴火開始以降のGPS観測 2010年～2011年」(2011年)(丙137)
井口ほか(2013)	井口正人, 太田雄策, 中尾茂, 園田忠臣, 高山鐵朗及び市川信夫「桜島昭和火口噴火開始以降のGPS観測 2011年～2012年」(2013年)(丙136)
井村・小林(2001)	井村隆介及び小林哲夫「霧島火山地質図」(2001年)(丙144)
江頭(1989)	江頭庸夫「噴火活動に伴う桜島火山および始良カルデラ周辺の地盤変動」(1989年)(丙134)
大倉(2017)	大倉敬宏「測地学的手法による火山活動の観測について」(平成29年度原子力規制庁請負調査報告書)(2017年)(丙49)
奥野(2002)	奥野充「南九州に分布する最近約3万年間のテフラ



	の年代学的研究」(2002年)(丙127)
奥野ほか(1995)	奥野充, 成尾英仁, 新井房夫及び小林哲夫「大隅半島南部に分布する後期更新世テフラ」(1995年)(丙151)
小野ほか(1977)	小野晃司, 松本徂夫, 宮久三千年, 寺岡易司及び神戸信和「竹田地域の地質」(1977年)(丙161)
小野ほか(1982)	小野晃司, 曾屋龍典及び細野武男「薩摩硫黄島地域の地質」(1982年)(丙154)
小野・渡辺(1983)	小野晃司及び渡辺一徳「阿蘇カルデラ」(1983年)(丙159)
小野・渡辺(1985)	小野晃司及び渡辺一徳「阿蘇火山地質図」(1985年)(丙162)
鍵山(2003)	鍵山恒臣「火山観測から見た霧島火山群と加久藤カルデラ」(2003年)(丙147)
鍵山編(2003)	鍵山恒臣編「マグマダイナミクスと火山噴火」(2003年)(丙37)
鍵山ほか(1997)	鍵山恒臣, 歌田久司, 三ヶ田均, 筒井智樹及び増谷文雄「霧島火山群の構造とマグマ供給系」(1997年)(丙146)
火山学者緊急アンケート	「火山学者緊急アンケートー川内原発差止仮処分決定の記載に関連して」(岩波「科学」2015年6月号574頁)(甲95)
加茂・石原(1980)	加茂幸介及び石原和弘「地盤変動からみた桜島の火山活動」(1980年)(丙133)

川辺・阪口（２００５）	川辺禎久及び阪口圭一「開聞岳地域の地質」（２００５年）（丙１４９）
「基本的な考え方について」	原子力規制庁「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」（平成３０年３月７日）（乙１５８）
京都大学防災研究所（２０１３）	京都大学防災研究所「平成２５年度年次報告」（丙１３８）
下司（２０１６）	下司信夫「大規模火砕噴火と陥没カルデラ：その噴火準備と噴火過程」（２０１６年）（丙３８）
下司（２０１８）	下司信夫「カルデラを形成するマグマ溜まりの定置条件」（平成２９年度原子力規制庁請負調査報告書）（２０１８年）（乙１６４）
小林（２０１７）	小林哲夫「カルデラ噴火の前兆現象に関する地質学的研究」（平成２９年度原子力規制庁請負調査報告書）（２０１７年）（丙５０）
小林・溜池（２００２）	小林哲夫及び溜池俊彦「桜島火山の噴火史と火山災害の歴史」（２００２年）（丙１２９）
小林ほか（２０１０）	小林哲夫，奥野充，長岡信治，宮縁育夫，井口正人及び味喜大介「大規模カルデラ噴火の前兆現象－鬼界カルデラと始良カルデラ－」（２０１０年）（丙３３）
小林ほか（２０１３）	小林哲夫，味喜大介，佐々木寿，井口正人，山元孝広及び宇都浩三「桜島火山地質図（第２版）」（２０１３年）（丙１２８）

小林・矢野（２００７）	小林哲夫及び矢野徹「南九州の地質・地質構造と温泉」（２００７年）（乙１５６，丙１１８）
斎藤（２０１８）	斎藤元治「火山ガスと噴火メカニズムについて」（平成２９年度原子力規制庁請負調査報告書）（２０１８年）（乙１６８）
篠原ほか（２００８）	篠原宏志，斎藤元治，松島喜雄，川辺禎久，風早康平，浦井稔，西祐司，斎藤英二，濱崎聡志，東宮昭彦，森川徳敏，駒澤正夫及び安原正也（産業技術総合研究所地質調査総合センター）「火山研究解説集：薩摩硫黄島」（２００８年）（丙４１，１７５）
須藤ほか（２００６）	須藤靖明，筒井智樹，中坊真，吉川美由紀，吉川慎及び井上寛之「阿蘇火山の地盤変動とマグマ溜まりー長期間の変動と圧力源の位置ー」（２００６年）（甲９８）
須藤ほか（２００７）	須藤茂，猪股隆行，佐々木寿及び向山栄「わが国の降下火山灰データベース作成」（２００７年）（丙１３０）
関口ほか（２０１４）	関口悠子，長谷中利昭及び森康「始良カルデラ火山に見られる３回のマグマ活動サイクル」（２０１４年）（丙１４０）
第四紀火山カタログ委員会編（１９９９）	第四紀火山カタログ委員会編「日本の第四紀火山カタログ」（１９９９年）（丙１５２参照）
高倉ほか（２０００）	高倉伸一，橋本武志，小池克明及び小川康雄「MT法による阿蘇カルデラの比抵抗断面」（２０００）

	年) (丙48)
高橋 (2014)	高橋正樹「超巨大噴火のマグマ溜りに関する最近の研究動向」(日本火山学会講演予稿集2014年度秋季大会)(2014年)(丙42)
巽 (2018)	巽好幸「巨大噴火と原子力発電所:原子力規制庁の見解を検証する」(岩波「科学」2018年7月号701頁)(2018年)(甲121)
地質調査総合センター 「日本の火山(第3版)」(2013)	中野俊,西来邦章,宝田晋治,星住英夫,石塚吉浩,伊藤順一,川辺禎久,及川輝樹,古川竜太,下司信夫,石塚治,山元孝広及び岸本清行編「日本の火山(第3版)(概要及び付表)」(独立行政法人産業技術総合研究所地質調査総合センター発行)(2013年)(丙26)
東宮 (1997)	東宮昭彦「実験岩石学的手法で求めるマグマ溜まりの深さ」(1997年)(丙36)
東宮 (2016)	東宮昭彦「マグマ溜まり:噴火準備過程と噴火開始条件」(2016年)(乙165,丙170)
長岡ほか (2001)	長岡信治,奥野充及び新井房夫「10万~3万年前の始良カルデラ火山のテフラ層序と噴火史」(2001年)(丙125)
長岡ほか (2010)	長岡信治,新井房夫及び檀原徹「宮崎平野に分布するテフラから推定される過去60万年間の霧島火山の爆発的噴火史」(2010年)(丙143)
中田 (2014)	中田節也「火山噴火の規則性とその意味」(日本火山学会講演予稿集2014年度秋季大会)(201

	4年) (丙121)
中田 (2015)	中田節也「火山爆発指数 (VEI) から見た噴火の規則性」 (2015年) (丙120)
西ほか (2001)	西潔, 山本圭吾, 井口正人, 石原和弘及び古澤保 「南九州の3次元地震波速度構造」 (2001年) (丙153)
西村・小林 (2012)	西村光史及び小林哲夫「始良カルデラ, 高野ベース サージと新島火砕流堆積物の関係」 (2012年) (丙126)
藤井 (2016)	藤井敏嗣「わが国における火山噴火予知の現状と課 題」 (2016年) (甲96)
藤井 (2018)	藤井敏嗣「噴火からどう学ぶか: 予測の現状とすす め方」 (岩波「科学」2018年7月号684頁) (2018年) (甲123)
藤野・小林 (1997)	藤野直樹及び小林哲夫「開聞岳火山の噴火史」 (1 997年) (丙150)
本件5カルデラ	九州地方にある五つのカルデラないしカルデラ火 山, すなわち, 阿蘇カルデラ, 加久藤・小林カルデ ラ, 始良カルデラ, 阿多カルデラ及び鬼界カルデラ
前野 (2014)	前野深「カルデラとは何か: 鬼界大噴火を例に」 (岩波「科学」2014年1月号58頁) (201 4年) (丙30)
前野・谷口 (2005)	前野深及び谷口宏充「薩摩硫黄島におけるカルデラ 形成期以降の噴火史」 (2005年) (丙155)
前野ほか (2001)	前野深, 宮本毅及び谷口宏充「鬼界カルデラにおけ

	るアカホヤ噴火以降の火山活動史」(2001年) (丙156)
町田・新井(2011)	町田洋及び新井房夫「新編火山灰アトラスー日本列島とその周辺」(2011年)(丙27)
松本ほか(1991)	松本哲一, 宇都浩三, 小野晃司及び渡辺一徳「阿蘇火山岩類のK-Ar年代測定ー火山層序との整合性と火砕流試料への適応ー」(1991年)(丙160)
宮縁ほか(2003)	宮縁育夫, 星住英夫, 高田英樹, 渡辺一徳及び徐勝「阿蘇火山における過去約9万年間の降下軽石堆積物」(2003年)(丙163)
宮町ほか(2018)	宮町宏樹, 高橋浩晃, 青山裕, 椎名高裕, 高田真秀, 一柳昌義, 山口照寛, 小野夏生, 齊藤一真, 伊藤ちひろ, 村井芳夫, 筒井智樹, 井上雄介, 竹井瑠一, 山本希, 平原聡, 中山貴史, 東龍介, 大友周平, 日野亮太, 阿部英二, 蔵下英司, 岩崎貴哉, 篠原雅尚, 山田知朗, 中東和夫, 渡辺俊樹, 前田裕太, 堀川信一郎, 奥田隆, 辻修平, 長谷川大真, 片尾浩, 澁谷拓郎, 三浦勉, 中川潤, 加藤慎也, 山下裕亮, 松島健, 手操佳子, 宮町凜太郎, Agnis Triahadini, 磯田謙心, 清水洋, 小林励司, 早田正和, 仲井一穂, 八木原寛, 平野舟一郎, 田中康久, 川崎慎治及び佐藤紀男「大規模人工地震探査による始良カルデラ及び周辺域の地殻構造の解明(2)予備的成果と2018年観測計画」(日本火山学会講演予稿

	集2018年度秋季大会) (2018年) (丙141)
三好(2012)	三好雅也「カルデラ火山地域における大規模噴火再発の可能性評価」(2012年) (丙47)
三好(2018)	三好雅也「中部九州阿蘇火山におけるマグマ供給系の変遷: 岩石・地球化学的研究による制約」(平成30年度原子力規制庁請負調査報告書) (2018年) (乙163, 丙165)
三好ほか(2005)	三好雅也, 長谷中利昭及び佐野貴司「阿蘇カルデラ形成後に活動した多様なマグマとそれらの成因関係について」(2005年) (丙44)
三好ほか(2009)	三好雅也, 古川邦之, 新村太郎, 下野まどか及び長谷中利昭「阿蘇カルデラ外輪山に分布する先阿蘇火山岩類の岩石記載と全岩化学組成」(2009年) (丙164)
安田ほか(2015)	安田敦, 吉本充宏及び藤井敏嗣「始良火砕噴火のマグマ溜まり深度」(2015年) (丙40)
山本ほか(2013)	山本圭吾, 園田忠臣, 高山鐵朗, 市川信夫, 大倉敬宏, 横尾亮彦, 吉川慎, 井上寛之, 諏訪博之, 松島健, 藤田詩織及び神菌めぐみ「水準測量によって測定された桜島火山周辺域の地盤上下変動-2012年11月および12月測定の結果-」(2013年) (丙135)
吉田ほか(2017)	吉田武義, 西村太志及び中村美千彦「火山学」(2017年) (乙149, 丙39)

技術的能力審査基準

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（原規技発第1306197号（平成25年6月19日原子力規制委員会決定）（乙41，255。なお，乙41は，平成25年6月19日制定の技術的能力審査基準，乙255は平成29年11月29日改正後の技術的能力審査基準である。）



(別紙)

## 関係法令等の定め

### 第1 法律

#### 1 原子力基本法

##### (1) 1条 (目的)

この法律は、原子力の研究、開発及び利用（以下「原子力利用」という。）を推進することによって、将来におけるエネルギー資源を確保し、学術の進歩と産業の振興とを図り、もって人類社会の福祉と国民生活の水準向上とに寄与することを目的とする。

##### (2) 2条 (基本方針)

1項 原子力利用は、平和の目的に限り、安全の確保を旨として、民主的な運営の下に、自主的にこれを行うものとし、その成果を公開し、進んで国際協力に資するものとする。

2項 前項の安全の確保については、確立された国際的な基準を踏まえ、国民の生命、健康及び財産の保護、環境の保全並びに我が国の安全保障に資することを目的として、行うものとする。

##### (3) 3条 (定義)

この法律において次に掲げる用語は、次の定義に従うものとする。

1号 「原子力」とは、原子核変換の過程において原子核から放出されるすべての種類のエネルギーをいう。

2号 「核燃料物質」とは、ウラン、トリウム等原子核分裂の過程において高エネルギーを放出する物質であつて、政令で定めるものをいう。

3号 「核原料物質」とは、ウラン鉱、トリウム鉱その他核燃料物質の原料となる物質であつて、政令で定めるものをいう。



4号 「原子炉」とは、核燃料物質を燃料として使用する装置をいう。ただし、政令で定めるものを除く。

5号 「放射線」とは、電磁波又は粒子線のうち、直接又は間接に空気を電離する能力をもつもので、政令で定めるものをいう。

(4) 3条の2

原子力利用における安全の確保を図るため、別に法律で定めるところにより、環境省の外局として、原子力規制委員会を置く。

2 原子力規制委員会設置法

(1) 1条（目的）

この法律は、平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故を契機に明らかとなった原子力の研究、開発及び利用（以下「原子力利用」という。）に関する政策に係る縦割り行政の弊害を除去し、並びに一の行政組織が原子力利用の推進及び規制の両方の機能を担うことにより生ずる問題を解消するため、原子力利用における事故の発生を常に想定し、その防止に最善かつ最大の努力をしなければならないという認識に立って、確立された国際的な基準を踏まえて原子力利用における安全の確保を図るため必要な施策を策定し、又は実施する事務（原子力に係る製錬、加工、貯蔵、再処理及び廃棄の事業並びに原子炉に関する規制に関すること並びに国際約束に基づく保障措置の実施のための規制その他の原子力の平和的利用の確保のための規制に関することを含む。）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。

(2) 2条（設置）

国家行政組織法3条2項の規定に基づいて、環境省の外局として、原子力規制委員会を設置する。

(3) 3条（任務）

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（原子力に係る製錬、加工、貯蔵、再処理及び廃棄の事業並びに原子炉に関する規制に関すること並びに国際約束に基づく保障措置の実施のための規制その他の原子力の平和的利用の確保のための規制に関することを含む。）を任務とする。

(4) 4条（所掌事務）（平成29年法律第15号による改正前のもの）

1項 原子力規制委員会は、前条の任務を達成するため、次に掲げる事務をつかさどる。

1号 原子力利用における安全の確保に関すること。

2号 原子力に係る製錬、加工、貯蔵、再処理及び廃棄の事業並びに原子炉に関する規制その他これらに関する安全の確保に関すること。

3号 核原料物質及び核燃料物質の使用に関する規制その他これらに関する安全の確保に関すること。

4号 国際約束に基づく保障措置の実施のための規制その他の原子力の平和的利用の確保のための規制に関すること。

5号 放射線による障害の防止に関すること。

6号 放射性物質又は放射線の水準の監視及び測定に関する基本的な方針の策定及び推進並びに関係行政機関の経費の配分計画に関すること。

7号 放射能水準の把握のための監視及び測定に関すること。

8号 原子力利用における安全の確保に関する研究者及び技術者の養成及び訓練（大学における教育及び研究に係るものを除く。）に関すること。

9号 核燃料物質その他の放射性物質の防護に関する関係行政機関の事

務の調整に関すること。

10号 原子炉の運転等（原子力損害の賠償に関する法律2条1項に規定する原子炉の運転等をいう。）に起因する事故（以下「原子力事故」という。）の原因及び原子力事故により発生した被害の原因を究明するための調査に関すること。

11号 所掌事務に係る国際協力に関すること。

12号 前各号に掲げる事務を行うため必要な調査及び研究を行うこと。

13号 前各号に掲げるもののほか、法律（法律に基づく命令を含む。）に基づき、原子力規制委員会に属させられた事務

2項 原子力規制委員会は、その所掌事務を遂行するため必要があると認めるときは、関係行政機関の長に対し、原子力利用における安全の確保に関する事項について勧告し、及びその勧告に基づいてとった措置について報告を求めることができる。

(5) 5条（職権の行使）

原子力規制委員会の委員長及び委員は、独立してその職権を行う。

(6) 6条（組織）

1項 原子力規制委員会は、委員長及び委員4人をもって組織する。

2項 委員長は、会務を総理し、原子力規制委員会を代表する。

(7) 7条（委員長及び委員の任命）

1項 委員長及び委員は、人格が高潔であつて、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。

2項 委員長の任免は、天皇が、これを認証する。

7項 次の各号のいずれかに該当する者は、委員長又は委員となることができない。

3号 原子力に係る製錬、加工、貯蔵、再処理若しくは廃棄の事業を行

う者、原子炉を設置する者、外国原子力船を本邦の水域に立ち入らせる者若しくは核原料物質若しくは核燃料物質の使用を行う者又はこれらの者が法人であるときはその役員（いかなる名称によるかを問わず、これと同等以上の職権又は支配力を有する者を含む。）若しくはこれらの者の使用人その他の従業者

4号 前号に掲げる者の団体の役員（いかなる名称によるかを問わず、これと同等以上の職権又は支配力を有する者を含む。）又は使用人その他の従業者

(8) 10条（会議）

1項 原子力規制委員会は、委員長が招集する。

2項 原子力規制委員会は、委員長及び二人以上の委員の出席がなければ、会議を開き、議決をすることができない。

3項 原子力規制委員会の議事は、出席者の過半数でこれを決し、可否同数のときは、委員長の決するところによる。

(9) 13条（審議会等）

1項 原子力規制委員会に、次の審議会等を置く。

原子炉安全専門審査会

核燃料安全専門審査会

2項 前項に定めるもののほか、別に法律で定めるところにより原子力規制委員会に置かれる審議会等は、放射線審議会とする。

(10) 14条（原子炉安全専門審査会）

原子炉安全専門審査会は、原子力規制委員会の指示があった場合において、原子炉に係る安全性に関する事項を調査審議する。

(11) 15条

1項 原子炉安全専門審査会は、政令で定める員数以内の審査委員をもって組織する。

2項 審査委員は、学識経験のある者のうちから、原子力規制委員会が任命する。

(12) 25条（情報の公開）

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。

(13) 26条（規則の制定）

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。

(14) 27条（原子力規制庁）

1項 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を置く。

2項 前項の事務局は、原子力規制庁と称する。

3項 原子力規制庁に、事務局長その他の職員を置く。

4項 前項の事務局長は、原子力規制庁長官と称する。

5項 原子力規制庁長官は、委員長の命を受けて、庁務を掌理する。

6項 原子力規制庁の内部組織については、国家行政組織法7条7項の規定にかかわらず、同条3項、4項及び6項並びに同法21条1項及び5項の規定を準用する。この場合において、同法7条6項及び21条5項中「省令」とあるのは、「原子力規制委員会規則」と読み替えるものとする。

3 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。）

(1) 1条（目的）

この法律は、原子力基本法 の精神にのっとり、核原料物質、核燃料物質及

び原子炉の利用が平和の目的に限られることを確保するとともに、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し、及び核燃料物質を防護して、公共の安全を図るために、製錬、加工、貯蔵、再処理及び廃棄の事業並びに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ほか、原子力の研究、開発及び利用に関する条約その他の国際約束を実施するために、国際規制物資の使用等に関する必要な規制を行い、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。

(2) 2条（定義）（平成29年法律第15号による改正前のもの）

1項 この法律において「原子力」とは、原子力基本法3条1号に規定する原子力をいう。

2項 この法律において「核燃料物質」とは、原子力基本法3条2号に規定する核燃料物質をいう。

3項 この法律において「核原料物質」とは、原子力基本法3条3号に規定する核原料物質をいう。

4項 この法律において「原子炉」とは、原子力基本法3条4号に規定する原子炉をいう。

5項 この法律において「発電用原子炉」とは、発電の用に供する原子炉であつて研究開発段階にあるものとして政令で定める原子炉以外の試験研究の用に供する原子炉及び船舶に設置する原子炉を除くものをいう。

6項 この法律において「特定核燃料物質」とは、プルトニウム（プルトニウム238の同位体濃度が100分の80を超えるものを除く。）、ウラン233、ウラン235のウラン238に対する比率が天然の混



合率を超えるウランその他の政令で定める核燃料物質をいう。

7項 この法律において「原子力施設」とは、次条2項2号に規定する製錬施設、13条2項2号に規定する加工施設、23条2項5号に規定する試験研究用等原子炉施設、43条の3の5第2項5号に規定する発電用原子炉施設、43条の4第2項2号に規定する使用済燃料貯蔵施設、44条2項2号に規定する再処理施設、51条の2第2項2号に規定する廃棄物埋設施設及び廃棄物管理施設並びに53条2号に規定する使用施設等をいう。

(3) 43条の3の5（設置の許可）（平成29年法律第15号による改正前のもの）

1項 発電用原子炉を設置しようとする者は、政令で定めるところにより、原子力規制委員会の許可を受けなければならない。

2項 前項の許可を受けようとする者は、次の事項を記載した申請書を原子力規制委員会に提出しなければならない。

1号 氏名又は名称及び住所並びに法人にあっては、その代表者の氏名

2号 使用の目的

3号 発電用原子炉の型式、熱出力及び基数

4号 発電用原子炉を設置する工場又は事業所の名称及び所在地

5号 発電用原子炉及びその附属施設（以下「発電用原子炉施設」という。）の位置、構造及び設備

6号 発電用原子炉施設の工事計画

7号 発電用原子炉に燃料として使用する核燃料物質の種類及びその年間予定使用量

8号 使用済燃料の処分の方法

9号 発電用原子炉施設における放射線の管理に関する事項

10号 発電用原子炉の炉心の著しい損傷その他の事故が発生した場合



における当該事故に対処するために必要な施設及び体制の整備に関する事項

(4) 43条の3の6（許可の基準）（平成29年法律第15号による改正前のもの）

1項 原子力規制委員会は、前条1項の許可の申請があった場合においては、その申請が次の各号のいずれにも適合していると認めるときでなければ、同項の許可をしてはならない。

1号 発電用原子炉が平和の目的以外に利用されるおそれがないこと。

2号 その者に発電用原子炉を設置するために必要な技術的能力及び経理的基礎があること。

3号 その者に重大事故（発電用原子炉の炉心の著しい損傷その他の原子力規制委員会規則で定める重大な事故をいう。43条の3の22第1項及び43条の3の29第2項2号において同じ。）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その他の発電用原子炉の運転を適確に遂行するに足りる技術的能力があること。

4号 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。

2項 前項の場合において、43条の3の30第1項の規定により型式証明を受けた同項に規定する特定機器の型式の設計は、前項4号の基準（技術上の基準に係る部分に限る。）に適合しているものとみなす。

3項 原子力規制委員会は、前条1項の許可をする場合においては、あらかじめ、1項1号に規定する基準の適用について、原子力委員会の意見を聴かなければならない。

(5) 43条の3の8（変更の許可及び届出等）（平成29年法律第15号による改正前のもの）

1項 43条の3の5第1項の許可を受けた者（以下「発電用原子炉設置者」という。）は、同条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、政令で定めるところにより、原子力規制委員会の許可を受けなければならない。ただし、同項4号に掲げる事項のうち工場若しくは事業所の名称のみを変更しようとするとき、又は同項5号に掲げる事項の変更のうち4項の原子力規制委員会規則で定める変更のみをしようとするときは、この限りでない。

2項 43条の3の6の規定は、前項本文の許可に準用する。

(6) 71条（許可等についての意見等）（平成29年法律第15号による改正前のもの）

1項 原子力規制委員会は、23条1項、23条の2第1項、26条1項、26条の2第1項、39条1項若しくは2項、43条の3の5第1項、43条の3の8第1項若しくは43条の3の25第1項の規定による許可をし、又は31条1項若しくは43条の3の18第1項の規定による認可をする場合（以下この項において「許可等をする場合」という。）においては、次の各号に掲げる場合の区分に応じ、あらかじめ、当該各号に定める大臣の意見を聴かななければならない。

1号 発電用原子炉に係る許可等をする場合 経済産業大臣（試験研究の用に供する原子炉に係る場合にあつては文部科学大臣及び経済産業大臣）

## 第2 政令

核燃料物質，核原料物質，原子炉及び放射線の定義に関する政令

4条（放射線）

原子力基本法 3 条 5 号の放射線は、次に掲げる電磁波又は粒子線とする。

1 号 アルファ線，重陽子線，陽子線その他の重荷電粒子線及びベータ線

2 号 中性子線

3 号 ガンマ線及び特性エックス線（軌道電子捕獲に伴って発生する特性エックス線に限る。）

4 号 一メガ電子ボルト以上のエネルギーを有する電子線及びエックス線

### 第 3 原子力規制委員会規則

1 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。）

(1) 1 条（適用範囲）

この規則は，実用発電用原子炉（発電用原子炉であつて原子炉等規制法 2 条 5 項の政令で定める原子炉以外のものをいう。）及びその附属施設について適用する。

(2) 2 条（定義）（令和 2 年原子力規制委員会規則第 3 号による改正前のもの）

1 項 この規則において使用する用語は，原子炉等規制法において使用する用語の例による。

2 項 この規則において，次の各号に掲げる用語の意義は，それぞれ当該各号に定めるところによる。

1 号 「放射線」とは，原子力基本法 3 条 5 号に規定する放射線又は一メガ電子ボルト未満のエネルギーを有する電子線若しくはエックス線であつて，自然に存在するもの以外のものをいう。

4 号 「管理区域」とは，炉室，使用済燃料の貯蔵施設，放射性廃棄物の廃棄施設等の場所であつて，その場所における外部放射線に係る線量が原子力規制委員会の定める線量を超え，空気中の放射性物質（空気又は水のうちに自然に含まれているものを除く。以下同じ。）の濃度が原子力規制委員会の定める濃度を超え，又は放射性物質に

よって汚染された物の表面の放射性物質の密度が原子力規制委員会の定める密度を超えるおそれのあるものをいう。

6号 「周辺監視区域」とは、管理区域の周辺の区域であつて、当該区域の外側のいかなる場所においてもその場所における線量が原子力規制委員会の定める線量限度を超えるおそれのないものをいう。

(3) 4条（重大事故）

原子炉等規制法43条の3の6第1項3号の原子力規制委員会規則で定める重大な事故は、次に掲げるものとする。

1号 炉心の著しい損傷

2号 核燃料物質貯蔵設備に貯蔵する燃料体又は使用済燃料の著しい損傷

2 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（原子炉等規制法43条の3の6第1項4号の規定に基づき定められたもの。以下「設置許可基準規則」という。）

(1) 1条（適用範囲）

この規則は、実用発電用原子炉及びその附属施設について適用する。

(2) 2条（定義）（平成31年原子力規制委員会規則第4号による改正前のもの）

1項 この規則において使用する用語は、原子炉等規制法において使用する用語の例による。

2項 この規則において、次に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

1号 「放射線」とは、実用炉規則2条2項1号に規定する放射線をいう。

2号 「通常運転」とは、設計基準対象施設において計画的に行われる発電用原子炉の起動、停止、出力運転、高温待機、燃料体の取替えその他の発電用原子炉の計画的に行われる運転に必要な活動をいう。

3号 「運転時の異常な過渡変化」とは、通常運転時に予想される機械又は器具の単一の故障若しくはその誤作動又は運転員の単一の誤操作及びこれらと類似の頻度で発生すると予想される外乱によって発生する異常な状態であって、当該状態が継続した場合には発電用原子炉の炉心（以下単に「炉心」という。）又は原子炉冷却材圧力バウンダリの著しい損傷が生ずるおそれがあるものとして安全設計上想定すべきものをいう。

4号 「設計基準事故」とは、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をいう。

5号 「安全機能」とは、発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な機能であって、次に掲げるものをいう。

イ その機能の喪失により発電用原子炉施設に運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生し、これにより公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがある機能

ロ 発電用原子炉施設の運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の拡大を防止し、又は速やかにその事故を収束させることにより、公衆又は従事者に及ぼすおそれがある放射線障害を防止し、及び放射性物質が発電用原子炉を設置する工場又は事業所（以下「工場等」という。）外へ放出されることを抑制し、又は防止する機能

6号 「安全機能の重要度」とは、発電用原子炉施設の安全性の確保のために必要な安全機能の重要性の程度をいう。

7号 「設計基準対象施設」とは、発電用原子炉施設のうち、運転時の異常な過渡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。

- 8号 「安全施設」とは、設計基準対象施設のうち、安全機能を有するものをいう。
- 9号 「重要安全施設」とは、安全施設のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものをいう。
- 11号 「重大事故等対処施設」とは、重大事故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。以下同じ。）又は重大事故（以下「重大事故等」と総称する。）に対処するための機能を有する施設をいう。
- 12号 「特定重大事故等対処施設」とは、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ものをいう。
- 13号 「設計基準事故対処設備」とは、設計基準事故に対処するための安全機能を有する設備をいう。
- 14号 「重大事故等対処設備」とは、重大事故等に対処するための機能を有する設備をいう。
- 15号 「重大事故防止設備」とは、重大事故等対処設備のうち、重大事故に至るおそれがある事故が発生した場合であって、設計基準事故対処設備の安全機能又は使用済燃料貯蔵槽の冷却機能若しくは注水機能が喪失した場合において、その喪失した機能（重大事故に至るおそれがある事故に対処するために必要な機能に限る。）を代替することにより重大事故の発生を防止する機能を有する設備をいう。
- 16号 「重大事故緩和設備」とは、重大事故等対処設備のうち、重大事故が発生した場合において、当該重大事故の拡大を防止し、又はその影響を緩和するための機能を有する設備をいう。

- 17号 「多重性」とは、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をいう。
- 18号 「多様性」とは、同一の機能を有する二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（二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をいう。以下同じ。）又は従属要因（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をいう。以下同じ。）によって同時にその機能が損なわれないことをいう。
- 19号 「独立性」とは、二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をいう。
- 22号 「燃料材」とは、熱を発生させるために成形された核燃料物質をいう。
- 23号 「燃料被覆材」とは、原子核分裂生成物の飛散を防ぎ、かつ、一次冷却材による侵食を防ぐために燃料材を覆う金属管をいう。
- 31号 「一次冷却材」とは、炉心において発生した熱を発電用原子炉から直接に取り出すことを主たる目的とする流体をいう。
- 32号 「二次冷却材」とは、一次冷却材の熱を熱交換器により取り出すための流体であって、蒸気タービンを駆動させることを主たる目的とする流体をいう。
- 33号 「一次冷却系統」とは、炉心を直接冷却する冷却材が循環する回路をいう。
- 35号 「原子炉冷却材圧力バウンダリ」とは、発電用原子炉施設のう

ち、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、圧力障壁となる部分をいう。

36号 「原子炉格納容器」とは、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をいう。

37号 「原子炉格納容器バウンダリ」とは、発電用原子炉施設のうち、原子炉格納容器において想定される事象が発生した場合において、圧力障壁及び放射性物質の放出の障壁となる部分をいう。

38号 「最高使用圧力」とは、対象とする機器又は炉心支持構造物がその主たる機能を果たすべき運転状態において受ける最高の圧力以上の圧力であって、設計上定めるものをいう。

39号 「最高使用温度」とは、対象とする機器、支持構造物又は炉心支持構造物がその主たる機能を果たすべき運転状態において生ずる最高の温度以上の温度であって、設計上定めるものをいう。

(3) 3条（設計基準対象施設の地盤）（平成31年原子力規制委員会規則第4号による改正前のもの）

1項 設計基準対象施設は、次条2項の規定により算定する地震力（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（以下「耐震重要施設」という。）にあつては、同条3項に規定する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。

2項 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。

3項 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。

(4) 4条（地震による損傷の防止）（平成29年原子力規制委員会規則第13号による改正前のもの）

1項 設計基準対象施設は、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。

2項 前項の地震力は、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。

3項 耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（以下「基準地震動による地震力」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

4項 耐震重要施設は、前項の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。

(5) 6条（外部からの衝撃による損傷の防止）（平成31年原子力規制委員会規則第4号による改正前のもの）

1項 安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）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。

2項 重要安全施設は、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。

(6) 12条（安全施設）

1項 安全施設は、その安全機能の重要度に応じて、安全機能が確保され

たものでなければならない。

(7) 37条（重大事故等の拡大の防止等）

1項 発電用原子炉施設は、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、炉心の著しい損傷を防止するために必要な措置を講じたものでなければならない。

2項 発電用原子炉施設は、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工場等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たものでなければならない。

3項 発電用原子炉施設は、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、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。）の著しい損傷を防止するために必要な措置を講じたものでなければならない。

4項 発電用原子炉施設は、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、運転停止中における発電用原子炉内の燃料体（以下「運転停止中原子炉内燃料体」という。）の著しい損傷を防止するために必要な措置を講じたものでなければならない。

(8) 38条（重大事故等対処施設の地盤）

1項 重大事故等対処施設は、次に掲げる施設の区分に応じ、それぞれ次に定める地盤に設けなければならない。

1号 重大事故防止設備のうち常設のもの（以下「常設重大事故防止設備」という。）であって、耐震重要施設に属する設計基準事故対処設備が有する機能を代替するもの（以下「常設耐震重要重大事故防止設備」という。）が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。） 基準地震動による地震力が作用した場合においても当該重大事故等対処施設を十分に支持することができる地盤

2号 常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。）

4条2項の規定により算定する地震力が作用した場合においても当該重大事故等対処施設を十分に支持することができる地盤

3号 重大事故緩和設備のうち常設のもの（以下「常設重大事故緩和設備」という。）が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。） 基準地震動による地震力が作用した場合においても当該重大事故等対処施設を十分に支持することができる地盤

4号 特定重大事故等対処施設 4条2項の規定により算定する地震力が作用した場合及び基準地震動による地震力が作用した場合においても当該特定重大事故等対処施設を十分に支持することができる地盤

2項 重大事故等対処施設（前項2号の重大事故等対処施設を除く。次項及び次条2項において同じ。）は、変形し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なければならない。

3項 重大事故等対処施設は、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。

(9) 39条（地震による損傷の防止）

1項 重大事故等対処施設は、次に掲げる施設の区分に応じ、それぞれ次に定める要件を満たすものでなければならない。

1号 常設耐震重要重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。） 基準地震動による地震力に対して重大事故に至るおそれがある事故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ものであること。

2号 常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設

置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。）

4条2項の規定により算定する地震力に十分に耐えることができるものであること。

3号 常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。） 基準地震動による地震力に対して重大事故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ものであること。

4号 特定重大事故等対処施設 4条2項の規定により算定する地震力に十分に耐えることができ、かつ、基準地震動による地震力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ものであること。

2項 重大事故等対処施設は、4条3項の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ものでなければならない。

(10) 51条（原子炉格納容器下部の熔融炉心を冷却するための設備）

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の破損を防止するため、熔融し、原子炉格納容器の下部に落下した炉心を冷却するために必要な設備を設けなければならない。

(11) 55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）

発電用原子炉施設には、炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損又は貯蔵槽内燃料体等の著しい損傷に至った場合において工場等外への放射性物質の拡散を抑制するために必要な設備を設けなければならない。

#### 第4 原子力規制委員会の内規

1 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（原規技発第1306193号（平成25年6月19日原子力規制委

員会決定) ) (乙9, 97, 201, 252) (以下「設置許可基準規則解釈」という。)

(1) 設置許可基準規則に定める技術的要件を満足する技術的内容は、設置許可基準規則解釈に限定されるものではなく、設置許可基準規則に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠があれば、設置許可基準規則に適合するものと判断する。

(2) 3条(設計基準対象施設の地盤)(別記1)(原規技発第1903132号(平成31年3月13日原子力規制委員会決定)による改正前のもの)

1 設置許可基準規則3条1項に規定する「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(設置許可基準規則解釈4条2の「耐震重要度分類」をいう。以下同じ。)の各クラスに応じて算定する地震力(設置許可基準規則3条1項に規定する「耐震重要施設」(設置許可基準規則解釈4条2のSクラスに属する施設をいう。)にあつては、設置許可基準規則4条3項に規定する「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う。

なお、耐震重要施設については、上記に加え、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。

2 設置許可基準規則3条2項に規定する「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。

このうち上記の「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」については、広域的な地盤の隆起又は沈降によって生じるもののほか、局所的なものを含む。これらのうち、上記の「局所的なもの」については、支持地盤の傾斜及び撓みの安全性への影響が大きいおそれがあるため、特に留意が必要である。

3 設置許可基準規則3条3項に規定する「変位」とは、将来活動する可能性のある断層等が活動することにより、地盤に与えるずれをいう。

また、同項に規定する「変位が生ずるおそれがない地盤に設け」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無いことを確認した地盤に設置することをいう。

なお、上記の「将来活動する可能性のある断層等」とは、後期更新世以降（約12～13万年前以降）の活動が否定できない断層等とする。その認定に当たって、後期更新世（約12～13万年前）の地形面又は地層が欠如する等、後期更新世以降の活動性が明確に判断できない場合には、中期更新世以降（約40万年前以降）まで遡って地形、地質・地質構造及び応力場等を総合的に検討した上で活動性を評価すること。なお、活動性の評価に当たって、設置面での確認が困難な場合には、当該断層の延長部で確認される断層等の性状等により、安全側に判断すること。

また、「将来活動する可能性のある断層等」には、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。

(3) 4条（地震による損傷の防止）（別記2）（原規技発第1708302号（平成29年8月30日原子力規制委員会決定）による改正前のもの）

1 設置許可基準規則4条1項に規定する「地震力に十分に耐える」とは、ある地震力に対して施設全体としておおむね弾性範囲の設計がなされる



ことをいう。この場合、上記の「弾性範囲の設計」とは、施設を弾性体とみなして応力解析を行い、施設各部の応力を許容限界以下に留めることをいう。また、この場合、上記の「許容限界」とは、必ずしも厳密な弾性限界ではなく、局部的に弾性限界を超える場合を容認しつつも施設全体としておおむね弾性範囲に留まり得ることをいう。

2 設置許可基準規則4条2項に規定する「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。設計基準対象施設は、耐震重要度に応じて、以下のクラス（以下「耐震重要度分類」という。）に分類するものとする。

#### 一 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、少なくとも次の施設はSクラスとすること。

- ・原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系
- ・使用済燃料を貯蔵するための施設

- ・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
- ・原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設
- ・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
- ・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
- ・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、上記の「放射性物質の放散を直接防ぐための施設」以外の施設
- ・津波防護機能を有する設備（以下「津波防護施設」という。）及び浸水防止機能を有する設備（以下「浸水防止設備」という。）
- ・敷地における津波監視機能を有する施設（以下「津波監視設備」という。）

## 二 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い、例えば、次の施設が挙げられる。

- ・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
- ・放射性廃棄物を内蔵している施設（ただし、内蔵量が少ない又は貯蔵方式により、その破損により公衆に与える放射線の影響が実用炉規則2条2項6号に規定する「周辺監視区域」外における年間の線量限度に比べ十分小さいものは除く。）
- ・放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設で、その破損により、公衆及び従事者に過大な放射線被ばくを与える可能性のある施設
- ・使用済燃料を冷却するための施設



- ・放射性物質の放出を伴うような場合に、その外部放散を抑制するための施設で、Sクラスに属さない施設

### 三 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。

3 設置許可基準規則4条1項に規定する「地震力に十分に耐えること」を満たすために、耐震重要度分類の各クラスに属する設計基準対象施設の耐震設計に当たっては、以下の方針によること。

- 一 Sクラス（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）
  - ・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に留まる範囲で耐えること。
  - ・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、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とすること。
  - ・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、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力を組み合わせた荷重条件に対して、応答が全体的におおむね弾性状態に留まること。なお、「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」については、地震によって引き起こされるおそれのある事象によって作用する荷重及び地震によって引き起こされるおそれのない事象であっても、いったん事故が発生した場合、長時間継続する事象による荷重は、その事故事象の発生確率、継続時間及び地震動の超過確率の関係を踏まえ、適切な地震力と組み合わせ考慮すること。

### 二 Bクラス

- ・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。また、共振のおそれのある施設については、その影響についての検討を行うこと。その場合、検討に用いる地震動は、弾性設計用地震動に2分の1を乗じたものとする。
- ・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静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とすること。
- ・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の荷重と静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、応答が全体的におおむね弾性状態に留まること。

### 三 Cクラス

- ・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。
  - ・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静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とすること。
  - ・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の荷重と静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、応答が全体的におおむね弾性状態に留まること。
- 4 設置許可基準規則4条2項に規定する「地震力」の「算定」に当たっては、以下に示す方法によること。
- 一 弾性設計用地震動による地震力
- ・弾性設計用地震動は、基準地震動（設置許可基準規則4条3項の「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」による地震動をいう。以下同じ。）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。

- ・弾性設計用地震動による地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定すること。なお、建物・構築物と地盤との相互作用、埋込み効果及び周辺地盤の非線形性について、必要に応じて考慮すること。
- ・地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮のうえ、適切な解析法を選定するとともに、十分な調査に基づく適切な解析条件を設定すること。
- ・地震力の算定過程において建物・構築物の設置位置等で評価される入力地震動については、解放基盤表面からの地震波の伝播特性を適切に考慮するとともに、必要に応じて地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮すること。また、敷地における観測記録に基づくとともに、最新の科学的・技術的知見を踏まえて、その妥当性が示されていること。

## 二 静的地震力

### ①建物・構築物

- ・水平地震力は、地震層せん断力係数 $C_i$ に、次に示す施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じ、さらに当該層以上の重量を乗じて算定すること。

Sクラス 3.0

Bクラス 1.5

Cクラス 1.0

ここで、地震層せん断力係数 $C_i$ は、標準せん断力係数 $C_0$ 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とすること。

- ・また、建物・構築物の保有水平耐力が必要保有水平耐力を上回ることの確認が必要であり、必要保有水平耐力の算定においては、地震層せん断力係数 $C_1$ に乗じる施設の耐震重要度分類に応じた係数は、耐重要度分類の各クラスともに1.0とし、その際に用いる標準せん断力係数 $C_0$ は1.0以上とすること。この際、施設の重要度に応じた妥当な安全余裕を有していること。
- ・Sクラスの施設については、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。鉛直地震力は、震度0.3以上を基準とし、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た鉛直震度より算定すること。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とすること。

## ②機器・配管系

- ・耐震重要度分類の各クラスの地震力は、上記①に示す地震層せん断力係数 $C_1$ に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、当該水平震度及び上記①の鉛直震度をそれぞれ20%増しとした震度より求めること。
- ・なお、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。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とすること。

なお、上記①及び②において標準せん断力係数 $C_0$ 等を0.2以上としたことについては、発電用原子炉設置者に対し、個別の建物・構築物、機器・配管系の設計において、それぞれの重要度を適切に評価し、それぞれに対し適切な値を用いることにより、耐震性の高い施設の建設等を促すことを目的としている。耐震性向上の観点からどの施設に対してどの程度の割増し係数を用いれば良いかについては、設計又は建設に関わる者が一般産業施設及び公共施設等の耐震基準との関係を考慮して設定すること。

5 設置許可基準規則4条3項に規定する「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、次の方針により策定すること。

一 基準地震動は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定すること。

上記の「解放基盤表面」とは、基準地震動を策定するために、基盤面上の表層及び構造物が無いものとして仮想的に設定する自由表面であって、著しい高低差がなく、ほぼ水平で相当な広がりを持って想定される基盤の表面をいう。ここでいう上記の「基盤」とは、おおむねせん断波速度  $V_s = 700 \text{ m/s}$  以上の硬質地盤であって、著しい風化を受けていないものとする。

二 上記の「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」は、内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震について、敷地に大きな影響を与えると予想される地震（以下「検討用地震」という。）を複数選定し、選定した検討用地震ごとに、不確かさを考慮して応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価を、解放基盤表面までの地震波の伝播特性を反映して策定すること。

上記の「内陸地殻内地震」とは、陸のプレートの上部地殻地震発生層に生じる地震をいい、海岸のやや沖合で起こるものを含む。

上記の「プレート間地震」とは、相接する二つのプレートの境界面で発生する地震をいう。

上記の「海洋プレート内地震」とは、沈み込む（沈み込んだ）海洋プレート内部で発生する地震をいい、海溝軸付近又はそのやや沖合で発生する「沈み込む海洋プレート内の地震」又は海溝軸付近から陸側で発生

する「沈み込んだ海洋プレート内の地震（スラブ内地震）」の2種類に分けられる。

なお、上記の「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」については、次に示す方針により策定すること。

①内陸地殻内地震，プレート間地震及び海洋プレート内地震について，活断層の性質や地震発生状況を精査し，中・小・微小地震の分布，応力場，及び地震発生様式（プレートの形状・運動・相互作用を含む。）に関する既往の研究成果等を総合的に検討し，検討用地震を複数選定すること。

②内陸地殻内地震に関しては，次に示す事項を考慮すること。

i) 震源として考慮する活断層の評価に当たっては，調査地域の地形・地質条件に応じ，既存文献の調査，変動地形学的調査，地質調査，地球物理学的調査等の特性を活かし，これらを適切に組み合わせた調査を実施した上で，その結果を総合的に評価し活断層の位置・形状・活動性等を明らかにすること。

ii) 震源モデルの形状及び震源特性パラメータ等の評価に当たっては，孤立した短い活断層の扱いに留意するとともに，複数の活断層の連動を考慮すること。

③プレート間地震及び海洋プレート内地震に関しては，国内のみならず世界で起きた大規模な地震を踏まえ，地震の発生機構及びテクトニクス的背景の類似性を考慮した上で震源領域の設定を行うこと。

④上記①で選定した検討用地震ごとに，下記 i) の応答スペクトルに基づく地震動評価及び ii) の断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施して策定すること。なお，地震動評価に当たっては，敷地における地震観測記録を踏まえて，地震発生様式及び地震波の伝播経路等に応じた諸特性（その地域における特性を含む。）を十分に考慮する

こと。

i) 応答スペクトルに基づく地震動評価

検討用地震ごとに、適切な手法を用いて応答スペクトルを評価のうえ、それらを基に設計用応答スペクトルを設定し、これに対して、地震の規模及び震源距離等に基づき地震動の継続時間及び振幅包絡線の経時的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こと。

ii) 断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価

検討用地震ごとに、適切な手法を用いて震源特性パラメータを設定し、地震動評価を行うこと。

⑤上記④の基準地震動の策定過程に伴う各種の不確かさ（震源断層の長さ、地震発生層の上端深さ・下端深さ、断層傾斜角、アスペリティの位置・大きさ、応力降下量、破壊開始点等の不確かさ、並びにそれらに係る考え方及び解釈の違いによる不確かさ）については、敷地における地震動評価に大きな影響を与えると考えられる支配的なパラメータについて分析した上で、必要に応じて不確かさを組み合わせるなど適切な手法を用いて考慮すること。

⑥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⑤の各種の不確かさが地震動評価に与える影響をより詳細に評価し、震源の極近傍での地震動の特徴に係る最新の科学的・技術的知見を踏まえた上で、さらに十分な余裕を考慮して基準地震動を策定すること。

⑦検討用地震の選定や基準地震動の策定に当たって行う調査や評価は、最新の科学的・技術的知見を踏まえること。また、既往の資料等について、それらの充足度及び精度に対する十分な考慮を行い、参照すること。なお、既往の資料と異なる見解を採用した場合及び既往の評価と異なる結果を得た場合には、その根拠を明示すること。

⑧施設の構造に免震構造を採用する等、やや長周期の地震応答が卓越する施設等がある場合は、その周波数特性に着目して地震動評価を実施し、必要に応じて他の施設とは別に基準地震動を策定すること。

三 上記の「震源を特定せず策定する地震動」は、震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、これらを基に、各種の不確かさを考慮して敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定すること。

なお、上記の「震源を特定せず策定する地震動」については、次に示す方針により策定すること。

①解放基盤表面までの地震波の伝播特性を必要に応じて応答スペクトルの設定に反映するとともに、設定された応答スペクトルに対して、地震動の継続時間及び振幅包絡線の経時的変化等の地震動特性を適切に考慮すること。

②上記の「震源を特定せず策定する地震動」として策定された基準地震動の妥当性については、申請時における最新の科学的・技術的知見を踏まえて個別に確認すること。その際には、地表に明瞭な痕跡を示さない震源断層に起因する震源近傍の地震動について、確率論的な評価等、各種の不確かさを考慮した評価を参考とすること。

四 基準地震動の策定に当たっての調査については、目的に応じた調査手法を選定するとともに、調査手法の適用条件及び精度等に配慮することによって、調査結果の信頼性と精度を確保すること。



また、上記の「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」の地震動評価においては、適用する評価手法に必要な特性データに留意の上、地震波の伝播特性に係る次に示す事項を考慮すること。

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。なお、評価の過程において、地下構造が成層かつ均質と認められる場合を除き、三次元的な地下構造により検討すること。

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。

なお、上記の「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」については、それぞれが対応する超過確率を参照し、それぞれ策定された地震動の応答スペクトルがどの程度の超過確率に相当するかを把握すること。

6 設置許可基準規則4条3項に規定する「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」ことを満たすために、基準地震動に対する設計基準対象施設の設計に当たっては、以下の方針によること。

一 耐震重要施設のうち、二以外のもの

- ・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。
- ・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

建築物が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。なお、上記により求められる荷重により塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界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。また、動的機器等については、基準地震動による応答に対して、その設備に要求される機能を保持すること。具体的には、実証試験等により確認されている機能維持加速度等を許容限界とすること。

なお、上記の「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」については、地震によって引き起こされるおそれのある事象によって作用する荷重及び地震によって引き起こされるおそれのない事象であっても、いったん事故が発生した場合、長時間継続する事象による荷重は、その事故事象の発生確率、継続時間及び地震動の超過確率の関係を踏まえ、適切な地震力と組み合わせて考慮すること。

## 二 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物

- ・基準地震動による地震力に対して、それぞれの施設及び設備に要求される機能（津波防護機能、浸水防止機能及び津波監視機能をいう。）が保持できること。
- ・津波防護施設及び浸水防止設備が設置された建物・構築物は、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の組合せに対して、当該施設及び建物・構築物が構造全体として変形

能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有するとともに、その施設に要求される機能（津波防護機能及び浸水防止機能）を保持すること。

- ・浸水防止設備及び津波監視設備は、常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重等と基準地震動による地震力の組合せに対して、その設備に要求される機能（浸水防止機能及び津波監視機能）を保持すること。
- ・これらの荷重組合せに関しては、地震と津波が同時に作用する可能性について検討し、必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。

なお、上記の「終局耐力」とは、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。

また、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。この波及的影響の評価に当たっては、敷地全体を俯瞰した調査・検討の内容等を含めて、事象選定及び影響評価の結果の妥当性を示すとともに、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用すること。

なお、上記の「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」とは、少なくとも次に示す事項について、耐震重要施設の安全機能への影響が無いことを確認すること。

- ・設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響
- ・耐震重要施設と下位のクラスの施設との接続部における相互影響
- ・建屋内における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による耐

### 震重要施設への影響

- ・ 建屋外における下位のクラスの施設の損傷，転倒及び落下等による耐

### 震重要施設への影響

7 設置許可基準規則4条3項に規定する「基準地震動による地震力」の算定に当たっては，以下に示す方法によること。

- ・ 基準地震動による地震力は，基準地震動を用いて，水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定すること。なお，建物・構築物と地盤との相互作用，埋込み効果及び周辺地盤の非線形性について，必要に応じて考慮すること。
- ・ 基準地震動による地震力の算定に当たっては，地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮の上，適切な解析法を選定するとともに，十分な調査に基づく適切な解析条件を設定すること。
- ・ 地震力の算定過程において建物・構築物の設置位置等で評価される入力地震動については，解放基盤表面からの地震波の伝播特性を適切に考慮するとともに，必要に応じて地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮すること。また，敷地における観測記録に基づくとともに，最新の科学的・技術的知見を踏まえて，その妥当性が示されていること。

(4) 6条（外部からの衝撃による損傷の防止）（原規技発第1903132号（平成31年3月13日原子力規制委員会決定）による改正前のもの）

- 1 設置許可基準規則6条は，設計基準において想定される自然現象（地震及び津波を除く。）に対して，安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等（重大事故等対処設備を含む。）への措置を含む。
- 2 設置許可基準規則6条1項に規定する「想定される自然現象」とは，敷地の自然環境を基に，洪水，風（台風），竜巻，凍結，降水，積雪，落雷，地滑り，火山の影響，生物学的事象又は森林火災等から適用される

ものをいう。

- 3 設置許可基準規則6条1項に規定する「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」とは、設計上の考慮を要する自然現象又はその組み合わせに遭遇した場合において、自然事象そのものがもたらす環境条件及びその結果として施設で生じ得る環境条件において、その設備が有する安全機能が達成されることをいう。
- 4 設置許可基準規則6条2項に規定する「重要安全施設」については、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」（平成2年8月30日原子力安全委員会決定）の「V. 2. (2) 自然現象に対する設計上の考慮」に示されるものとする。
- 5 設置許可基準規則6条2項に規定する「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」とは、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。なお、過去の記録、現地調査の結果及び最新知見等を参考にして、必要のある場合には、異種の自然現象を重畳させるものとする。
- 6 設置許可基準規則6条2項に規定する「適切に考慮したもの」とは、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が発生した場合に生じる応力を単純に加算することを必ずしも要求するものではなく、それぞれの因果関係及び時間的変化を考慮して適切に組み合わせた場合をいう。

(5) 12条（安全施設）

- 1 設置許可基準規則12条1項に規定する「安全機能の重要度に応じて、安全機能が確保されたもの」については、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」による。ここで、当該指針における「安全機能を有する構築物、系統及び機器」は設置許可基準規則

解釈の「安全施設」に読み替える。

(6) 37条（重大事故等の拡大の防止等）

（原子炉格納容器の破損の防止）

2-1 設置許可基準規則37条2項に規定する「重大事故が発生した場合」において想定する格納容器破損モードは、以下の(a)及び(b)の格納容器破損モード（以下「想定する格納容器破損モード」という。）とする。なお、(a)の格納容器破損モードについては、(b)における格納容器破損モードの検討結果如何にかかわらず、必ず含めなければならない。

(a) 必ず想定する格納容器破損モード

- ・ 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）
- ・ 高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱
- ・ 原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用
- ・ 水素燃焼
- ・ 格納容器直接接触（シェルアタック）
- ・ 溶融炉心・コンクリート相互作用

(b) 個別プラント評価により抽出した格納容器破損モード

- ① 個別プラントの内部事象に関する確率論的リスク評価（PRA）及び外部事象に関するPRA（適用可能なもの）又はそれに代わる方法で評価を実施すること。
- ② その結果、上記2-1(a)の格納容器破損モードに含まれない有意な頻度又は影響をもたらす格納容器破損モードが抽出された場合には、想定する格納容器破損モードとして追加すること。

2-2 設置許可基準規則37条2項に規定する「原子炉格納容器の破損及び工場等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たもの」とは、次に掲げる要件を満たすものであること。

(a) 想定する格納容器破損モードに対して、原子炉格納容器の破損を防止

し、かつ、放射性物質が異常な水準で敷地外へ放出されることを防止する対策に有効性があることを確認する。

2-3 上記2-2の「有効性があることを確認する」とは、以下の評価項目を概ね満足することを確認することをいう。

- (a) 原子炉格納容器バウンダリにかかる圧力が最高使用圧力又は限界圧力を下回ること。
- (b) 原子炉格納容器バウンダリにかかる温度が最高使用温度又は限界温度を下回ること。
- (c) 放射性物質の総放出量は、放射性物質による環境への汚染の視点も含め、環境への影響をできるだけ小さくとどめるものであること。
- (d) 原子炉圧力容器の破損までに原子炉冷却材圧力は2.0 MPa以下に低減されていること。
- (e) 急速な原子炉圧力容器外の熔融燃料-冷却材相互作用による熱的・機械的荷重によって原子炉格納容器バウンダリの機能が喪失しないこと。
- (f) 原子炉格納容器が破損する可能性のある水素の爆轟を防止すること。
- (g) 可燃性ガスの蓄積、燃焼が生じた場合においても、(a)の要件を満足すること。
- (h) 原子炉格納容器の床上に落下した熔融炉心が床面を拡がり原子炉格納容器バウンダリと直接接触しないこと及び熔融炉心が適切に冷却されること。
- (i) 熔融炉心による侵食によって、原子炉格納容器の構造部材の支持機能が喪失しないこと及び熔融炉心が適切に冷却されること。

2-4 上記2-3(f)の「原子炉格納容器が破損する可能性のある水素の爆轟を防止すること」とは、以下の要件を満たすこと。

- (a) 原子炉格納容器内の水素濃度がドライ条件に換算して1.3 vol%以下又は酸素濃度が5 vol%以下であること

(7) 38条（重大事故等対処施設の地盤）

- 1 設置許可基準規則38条の適用に当たっては、設置許可基準規則解釈別記1に準ずるものとする。
- 2 設置許可基準規則38条1項2号に規定する「4条2項の規定により算定する地震力」とは、設置許可基準規則解釈別記2第4条2項から4項までにおいて、代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラスに適用される地震力と同等のものとする。
- 3 設置許可基準規則38条1項4号に規定する「4条2項の規定により算定する地震力」とは、設置許可基準規則解釈別記2第4条2項1号の耐震重要度分類のSクラスに適用される地震力と同等のものとする。

(8) 39条（地震による損傷の防止）（原規技発第1909021号（令和元年9月2日原子力規制委員会決定）による改正前のもの）

- 1 設置許可基準規則39条の適用に当たっては、設置許可基準規則解釈別記2に準ずるものとする。
- 2 設置許可基準規則39条1項2号に規定する「4条2項の規定により算定する地震力」とは、設置許可基準規則解釈別記2第4条2項から4項までにおいて、代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラスに適用される地震力と同等のものとする。
- 3 設置許可基準規則39条1項4号に規定する「4条2項の規定により算定する地震力」とは、設置許可基準規則解釈別記2第4条2項1号の耐震重要度分類のSクラスに適用される地震力と同等のものとする。
- 4 設置許可基準規則39条1項4号に規定する「特定重大事故等対処施設」に「基準地震動による地震力に対してその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もの」を適用する場合、基準地震動に対する設計基準上の許容限界は設計基準と同じものを適用する（例えば、基準地震動に対して設計基準上の許容値を適用する。）が、設計



基準における措置とは性質の異なる対策（多様性）を講じること等により、基準地震動を一定程度超える地震動に対して頑健性を高めること。

例えば、設計基準事故対処設備は剛構造であるのに対し、特定重大事故等対処施設に属する設備については、免震又は制震構造を有することをいう。

- 5 設置許可基準規則39条1項4号の適用に当たっては、特定重大事故等対処施設の機能を維持するために必要な間接支持構造物等の関連する設備等は、特定重大事故等対処施設に求められる地震力に対してその機能を喪失しないものであること。

(9) 51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）

- 1 設置許可基準規則51条に規定する「溶融し、原子炉格納容器の下部に落下した炉心を冷却するために必要な設備」とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための設備をいう。なお、原子炉格納容器下部に落下した溶融炉心の冷却は、溶融炉心・コンクリート相互作用（MCCI）を抑制すること及び溶融炉心が拡がり原子炉格納容器パウンドリに接触することを防止するために行われるものである。

a) 原子炉格納容器下部注水設備を設置すること。原子炉格納容器下部注水設備とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための設備をいう。

i) 原子炉格納容器下部注水設備（ポンプ車及び耐圧ホース等）を整備すること。（可搬型の原子炉格納容器下部注水設備の場合は、接続する建屋内の流路をあらかじめ敷設すること。）

ii) 原子炉格納容器下部注水設備は、多重性又は多様性及び独立性を有し、位置的分散を図ること。（ただし、建屋内の構造上の流路及び配管を除く。）



b) これらの設備は、交流又は直流電源が必要な場合は代替電源設備からの給電を可能とすること。

(10) 55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）

1 設置許可基準規則55条に規定する「工場等外への放射性物質の拡散を抑制するために必要な設備」とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための設備をいう。

a) 原子炉建屋に放水できる設備を配備すること。

b) 放水設備は、原子炉建屋周辺における航空機衝突による航空機燃料火災に対応できること。

c) 放水設備は、移動等により、複数の方向から原子炉建屋に向けて放水することが可能なこと。

d) 放水設備は、複数の発電用原子炉施設の同時使用を想定し、工場等内発電用原子炉施設基数の半数以上を配備すること。

e) 海洋への放射性物質の拡散を抑制する設備を整備すること。

2 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（原管地発第1306191号（平成25年6月19日原子力規制委員会決定））（乙10）（以下「地質審査ガイド」という。）

まえがき

1. 目的

地質審査ガイドは、発電用軽水型原子炉施設の設置許可段階の審査において、審査官等が設置許可基準規則及び設置許可基準規則解釈の趣旨を十分踏まえ、基準地震動及び基準津波の策定並びに地盤の安定性評価等に必要な調査及びその評価の妥当性を厳格に確認するために活用することを目的とする。

3. ガイドの構成

地質審査ガイドでは、I. においては、主に、将来活動する可能性のあ

る断層等の認定，建物・構築物の地盤の支持性能及び周辺斜面の安全性を評価するための調査，震源を特定して策定する地震動を評価するための断層調査及び基準地震動の策定における地震波の伝播特性等の把握のための調査等を，Ⅱ．においては，基準津波の策定に必要な調査を，Ⅲ．においては，調査の信頼性を規定している。

#### 4. 東北地方太平洋沖地震から得られた知見の反映

調査結果の総合的評価においては，2011年東北地方太平洋沖地震とそれに関連する事象から得られた知見が，可能な限り反映されていることが重要である。

特に，当該地震の発生により，従来地震活動のほとんど観測されていなかった場所においても誘発されたと考えられる地震活動が活発になっていることや，2011年4月11日に発生した井戸沢断層及び湯ノ岳断層の周辺の地震（M7.0）に関する従来及び新たな調査結果も踏まえ，断層等に関する詳細調査については，より厳密かつ総合的に行う必要があるため，特に以下のような点に注意が払われている必要がある。

- ① 当該地域について，地震観測等により，どのような応力場であるかを把握しておくこと。
- ② 変動地形学的調査，地質調査，地球物理学的調査について，それぞれが独立した視点から行う調査であることを踏まえ，例えば変動地形学的調査により，断層の活動を示唆する結果が得られ，これを他の調査で否定できない場合には，活動性を否定できないこと等を念頭に評価を進めること。
- ③ 後期更新世（約12～13万年前）の地形面又は地層が欠如する場合には，更に古い年代の地形面や地層の変形等を総合的に検討すること。

また，歴史地震・津波については，古文書等に記された歴史記録，伝承及び考古学的調査の資料等の既存文献等の調査・分析により，敷地周辺

において過去に来襲した可能性のある地震・津波の発生時期，規模及び要因等について，できるだけ過去にさかのぼって把握される必要がある。地質調査等によってその痕跡が把握できない場合は，調査地点の妥当性について詳細に検討する必要がある。

## I. 地質・地質構造，地下構造及び地盤等に関する調査・評価

### 1. 調査・評価方針

- (1) 基準地震動及び基準津波の策定並びに地盤の変位の評価に当たって行う調査については，断層等の活動性の評価が重要であり，目的に応じた調査手法が選定されるとともに，調査手法の適用条件及び精度等に配慮し，調査結果の信頼性と精度が確保されていることを確認する。
- (2) 調査方法に関しては，調査地域の地形・地質条件に応じ，既存文献の調査，変動地形学的調査，地質調査，地球物理学的調査等の特性を活かし適切に組み合わせた調査計画に基づいて得られた結果から総合的に検討されていることを確認する。
- (3) 基準地震動及び基準津波の策定並びに地盤の変位の評価に当たって行う調査や評価は，最新の科学的・技術的知見を踏まえていることを確認する。また，既往の資料等について，調査範囲を踏まえた上で，それらの充足度及び精度に対する十分な考慮を行い，参照されていることを確認する。なお，既往の資料と異なる見解を採用した場合には，その根拠が明示されていることを確認する。
- (4) 地震動評価並びに地震及び津波ハザード評価においては，既存文献の調査，変動地形学的調査，地質調査，地球物理学的調査の結果に基づく平均変位速度，1回の変位量・変位量分布及び活動間隔等を活用することが重要であり，地質・地質構造調査においてこれらが得られていることを確認する。

### 2. 将来活動する可能性のある断層等の認定

## 2. 2 将来活動する可能性のある断層等の活動性評価

将来活動する可能性のある断層等の活動性評価に当たっては、以下の各項目が満足されていることを確認する。

- (1) 将来活動する可能性のある断層等の認定においては、調査結果の精度や信頼性を考慮した安全側の判断が行われていることを確認する。その根拠となる地形面の変位・変形は変動地形学的調査により、地層の変位・変形は地表地質調査及び地球物理学的調査により、それぞれ認定されていることを確認する。
- (2) 将来活動する可能性のある断層等が疑われる地表付近の痕跡や累積的な地殻変動が疑われる地形については、個別の痕跡等のみにとらわれることなく、その起因となる地下深部の震源断層を想定して調査が実施されていることを確認する。また、それらの調査結果や地形発達過程及び地質構造等を総合的に検討して評価が行われていることを確認する。その際、地表付近の痕跡等とその起因となる地下深部の震源断層の活動時期は常に同時ではなく、走向や傾斜は必ずしも一致しないことに留意する。
- (3) 地球物理学的調査によって推定される地下の断層の位置や形状は、変動地形学的調査及び地質調査によって想定される地表の断層等や広域的な変位・変形の特徴と矛盾のない位置及び形状として説明が可能なことを確認する。
- (4) 将来活動する可能性のある断層等の認定においては、一貫した認定の考え方により、適切な判断が行われていることを確認する。
- (5) 将来活動する可能性のある断層等の認定においては、認定の考え方、認定した根拠及びその信頼性等が示されていることを確認する。

[解説]

- (3) 将来活動する可能性のある断層等の認定に当たっては、各調査手法に

は適用限界があり，すべての調査方法で断層等が確認されるとは限らないことに注意し，いずれかの調査手法によって，それらの断層等が存在する可能性が推定される場合は，調査手法の特性及び調査結果を総合的に検討する必要がある。

#### 4. 震源断層に係る調査及び評価

##### 4. 4 震源断層の評価

##### 4. 4. 1 震源断層の評価における共通事項

- (1) 4. 4. 2～4. 4. 4（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関する震源断層の評価）において設定される起震断層及び活動区間や震源領域の活動性は，既存文献の調査，変動地形学的調査，地質調査，地球物理学的調査の結果に基づく平均変位速度，変位量及び活動間隔等により推定されていることを確認する。また，ハザード評価に活用されていることを確認する。
- (2) 地震発生層の浅さ限界・深さ限界は，敷地周辺で発生した地震の震源分布・キュリー点深度・速度構造データ等を参考に設定されていることを確認する。ただし，地震発生層の浅さ限界を設定する際には，周辺地域やテクトニクス的背景が，類似の地域における大地震の余震の精密調査による観測点直下及びその周辺の精度の良い震源の深さが参考とされていることを確認する。
- (3) 地震発生層は，調査結果から判明した浅さ限界・深さ限界を明らかにし，調査の不確かさを踏まえた浅さ限界・深さ限界が設定されていることを確認する。
- (4) 震源断層の位置及び形状等は，調査結果から判明した長さ及び断層傾斜角等に基づき，調査の不確かさを踏まえて設定されていることを確認する。

[解説]

(4) 基準地震動の策定において、地震動を断層モデル等により詳細に評価した結果、震源特性パラメータ及びその不確かさ等の設定において、情報が不足する場合、不確かさの幅をより大きく設定する必要がある。

#### 4. 4. 2 内陸地殻内地震に関する震源断層の評価

(1) 内陸地殻内地震においては、複数の連続する活断層や近接して分岐、並行する複数の活断層が連動してより規模の大きな地震を引き起こすことを考慮して、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の結果に基づいて起震断層が設定されていることを確認する。

##### 〔解説〕

(1) 内陸地殻内地震における起震断層及び活動区間は、調査結果の信頼度（確からしさ）や精度等を考慮し、地形発達過程、地質構造、断層の活動履歴並びに地震1回の変位量分布・平均変位速度分布、過去及び現在の地震活動の特徴等を総合して安全側に設定される必要がある。また、地表においては断層が不連続である場合には、重力異常・地震波速度構造・地殻変動（測地・測量データ）等の地球物理学的データを十分に考慮して、連続性が検討される必要がある。

#### 5. 地震動評価のための地下構造調査

##### 5. 1 調査方針

(2) 地下構造調査により、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把握するとともに、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、岩相・岩質の不均一性、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把握できていることを確認する。

3 基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド（原管地発第1306192号（平成25年6月19日原子力規制委員会決定））（乙32）（以下「地震



動審査ガイド」という。)

## I. 基準地震動

### 1. 総則

#### 1. 1 目的

地震動審査ガイドは、発電用軽水型原子炉施設の設置許可段階の耐震設計方針に関わる審査において、審査官等が設置許可基準規則及び設置許可基準規則解釈の趣旨を十分踏まえ、基準地震動の妥当性を厳格に確認するために活用することを目的とする。

基準地震動の策定に係る審査のフローを図-1に示す。

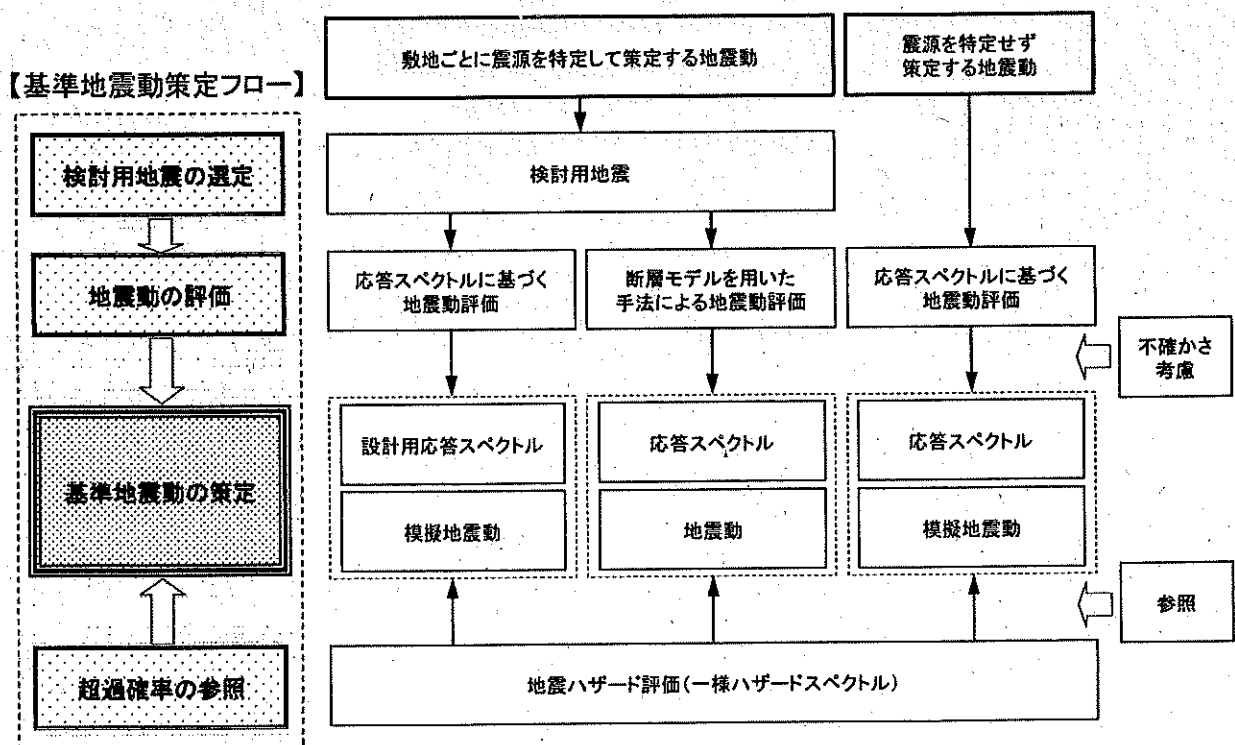


図-1 基準地震動の策定に係る審査フロー

#### 1. 2 適用範囲

地震動審査ガイドは、発電用軽水型原子炉施設に適用される。



## 2. 基本方針

基準地震動の策定における基本方針は以下の通りである。

- (1) 基準地震動は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について、それぞれ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策定されていること。
- (2) 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」は、内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震について、敷地に大きな影響を与えると予想される地震（以下「検討用地震」という。）を複数選定し、選定した検討用地震ごとに不確かさを考慮して、応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価により、それぞれ解放基盤表面までの地震波の伝播特性を反映して策定されていること。不確かさの考慮については、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の適切な手法を用いて評価すること。
- (3) 「震源を特定せず策定する地震動」は、震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、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こと。
- (4) 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」を相補的に考慮することによって、敷地で発生する可能性のある地震動全体を考慮した地震動として策定されていること。

## 3. 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

### 3. 1 策定方針

- (1) 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の策定においては、検討用地震ごとに「応答スペクトルに基づく地震動評価」及び「断層モデ

ルを用いた手法による地震動評価」に基づき策定されている必要がある。  
なお、地震動評価に当たっては、敷地における地震観測記録を踏まえて、地震発生様式、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。

- (2) 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。

### 3. 2 検討用地震の選定

#### 3. 2. 1 地震の分類

- (1) 内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震について、活断層の性質や地震発生状況を精査し、中・小・微小地震の分布、応力場、地震発生様式（プレートの形状・運動・相互作用を含む。）に関する既往の研究成果等を総合的に検討して、検討用地震が複数選定されていることを確認する。

- (2) 施設の構造に免震構造を採用する等、やや長周期の地震応答が卓越する施設等がある場合は、必要に応じてやや長周期の地震動が卓越するような地震が検討用地震として適切に選定されていることを確認する。

#### 3. 2. 2 震源として想定する断層の形状等の評価

- (1) 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、各種の調査及び観測等により震源として想定する断層の形状等の評価が適切に行われていることを確認する。

- (2) 検討用地震による地震動を断層モデル等により詳細に評価した結果、断層の位置、長さ等の震源特性パラメータの設定やその不確かさ等の評価においてより詳細な情報が必要となった場合、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査等の追加調査の実施を求めるとともに、追加調査の後、それらの詳細な情報が十分に得られていることを確認す

る。

### 3. 2. 3 震源特性パラメータの設定

- (1) 内陸地殻内地震の起震断層，活動区間及びプレート間地震の震源領域に対応する震源特性パラメータに関して，既存文献の調査，変動地形学的調査，地表地質調査，地球物理学的調査の結果を踏まえ適切に設定されていることを確認する。
- (2) 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。
- (3) プレート間地震及び海洋プレート内地震の規模の設定においては，敷地周辺において過去に発生した地震の規模，すべり量，震源領域の広がり等に関する地形・地質学的，地震学的及び測地学的な直接・間接的な情報が可能な限り活用されていることを確認する。国内のみならず世界で起きた大規模な地震を踏まえ，地震の発生機構やテクトニクス的背景の類似性を考慮した上で震源領域が設定されていることを確認する。特に，スラブ内地震についてはアスペリティの応力降下量（短周期レベル）が適切に設定されていることを確認する。
- (4) 長大な活断層については，断層の長さ，地震発生層の厚さ，断層傾斜角，1回の地震の断層変位，断層間相互作用（活断層の連動）等に関する最新の研究成果を十分考慮して，地震規模や震源断層モデルが設定されていることを確認する。
- (5) 孤立した長さの短い活断層については，地震発生層の厚さ，地震発生機構，断層破壊過程，スケーリング則等に関する最新の研究成果を十分に考慮して，地震規模や震源断層モデルが設定されていることを確認す

る。

### 3. 3 地震動評価

#### 3. 3. 1 応答スペクトルに基づく地震動評価

(1) 検討用地震ごとに適切な手法を用いて応答スペクトルが評価され、それらを基に設定された応答スペクトルに対して、地震動の継続時間、振幅包絡線の経時的変化等の地震動特性が適切に設定され、地震動評価が行われていることを確認する。

##### ① 経験式（距離減衰式）の選定

1) 応答スペクトルに基づく地震動評価において、用いられている地震記録の地震規模、震源距離等から、適用条件、適用範囲について検討した上で、経験式（距離減衰式）が適切に選定されていることを確認する。

2) 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る、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。

##### ② 地震波伝播特性（サイト特性）の評価

1) 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。

2) 敷地における地震観測記録が存在する場合には、それらを収集・整理・解析し、地震の発生様式や地域性を考慮して地震波の伝播特性の影響を評価し、応答スペクトルに反映させていることを確認する。

#### 3. 3. 2 断層モデルを用いた手法による地震動評価

(1) 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。

- (2) 観測記録がある場合には、記録の精度や想定する震源断層の特徴を踏まえ、要素地震としての適性について慎重に検討した上で、経験的グリーン関数法による地震動評価が行われていることを確認する。
- (3) 統計的グリーン関数法及びハイブリッド法（理論的手法と統計的あるいは経験的グリーン関数法を組み合わせたものをいう。以下同じ。）による地震動評価においては、地質・地質構造等の調査結果に基づき、各々の手法に応じて地震波の伝播特性が適切に評価されていることを確認する。
- (4) 経験的グリーン関数法、統計的グリーン関数法、ハイブリッド法以外の手法を用いる場合には、その手法の妥当性が示されていることを確認する。

#### ① 震源モデルの設定

- 1) 震源断層のパラメータは、活断層調査結果等に基づき、地震調査研究推進本部による「震源断層を特定した地震の強震動予測手法」等の最新の研究成果を考慮し設定されていることを確認する。
- 2) 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。

#### ② 経験的グリーン関数法による地震動評価

- 1) 経験的グリーン関数法を適用する場合には、観測記録の得られた地点と解放基盤表面との相違を適切に評価する必要がある。また、経験的グリーン関数法に用いる要素地震については、地震の規模、震源位置、震源深さ、メカニズム等の各種パラメータの設定が妥当であることを確認する。

③ 統計的グリーン関数法及びハイブリッド法による地震動評価

- 1) 統計的グリーン関数法やハイブリッド法による地震動評価においては、震源から評価地点までの地震波の伝播特性、地震基盤からの増幅特性が地盤調査結果等に基づき評価されていることを確認する。
- 2) ハイブリッド法を用いる場合の長周期側と短周期側の接続周期は、それぞれの手法の精度や用いた地下構造モデルを考慮して適切に設定されていることを確認する。また、地下構造モデルは地震観測記録等によってその妥当性が検討されていることを確認する。

④ 震源が敷地に極めて近い場合の地震動評価

- 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。
- 2) 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、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地震動が評価されていることを確認する。特に、評価地点近傍に存在する強震動生成領域（アスペリティ）での応力降下量などの強震動の生成強度に関するパラメータ、強震動生成領域同士の破壊開始時間のずれや破壊進行パターンの設定において、不確かさを考慮し、破壊シナリオが適切に考慮されていることを確認する。
- 3) なお、震源の極近傍での地震動の特徴に係る最新の科学的・技術的知見を取り込んだ手法により、地表に変位を伴う国内外被害地震の震源極近傍の地震動記録に対して適切な再現解析を行い、震源モ

デルに基づく短周期地震動，長周期地震動及び永久変位を十分に説明できていることを確認する。この場合，特に永久変位・変形についても実現象を適切に再現できていることを確認する。さらに，浅部における断層のずれの進展の不均質性が地震動評価へ及ぼす影響を検討するとともに，浅部における断層のずれの不確かさが十分に評価されていることを確認する。

4) 震源が敷地に極めて近い場合の地震動評価においては，破壊伝播効果が地震動へ与える影響について，十分に精査されていることを確認する。また，水平動成分に加えて上下動成分の評価が適切に行われていることを確認する。

#### ⑤ 地下構造モデルの設定

1) 「広域地下構造調査（概査）」と「敷地近傍地下構造調査（精査）」を組み合わせた調査により，地震動評価のための地下構造データが適切に取得されていることを確認するとともに，取得された概査データと精査データがそれぞれ相矛盾していないことを確認する。

2) 地震動評価において，震源領域から地震基盤までの地震波の伝播特性に影響を与える「地殻・上部マントル構造」，地震基盤から解放基盤までの「広域地下構造」，解放基盤から地表面までの「浅部地下構造」を考慮して，地震波速度及び減衰定数等の地下構造モデルが適切に設定されていることを確認する。特に，検討用地震としてプレート間地震及び海洋プレート内地震が選定された場合には，海域や海洋プレートを含む海域地下構造モデル，並びに伝播経路の幾何減衰及びQ値（内部減衰・散乱減衰）が適切に考慮されていることを確認する。

3) 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。

- 4) 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。
- 5) 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。)

### 3. 3. 3 不確かさの考慮

- (1) 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。

(2) 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。

① 支配的な震源特性パラメータ等の分析

1) 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。

② 必要に応じた不確かさの組み合わせによる適切な考慮

1) 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。

2) 地震動評価においては、震源特性（震源モデル）、伝播特性（地殻・上部マントル構造）、サイト特性（深部・浅部地下構造）における各種の不確かさが含まれるため、これらの不確かさ要因を偶然的な不確かさと認識論的な不確かさに分類して、分析が適切になされていることを確認する。

4. 震源を特定せず策定する地震動

4. 1 策定方針

- (1) 「震源を特定せず策定する地震動」は、震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、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。
- (2) 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る。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。
- (3) 地震動の策定においては、設定された応答スペクトルに対して、地震動の継続時間、振幅包絡線の経時的変化等の地震動特性が適切に評価されている必要がある。
- (4) なお、「震源を特定せず策定する地震動」として策定された基準地震動の妥当性については、最新の科学的・技術的知見を踏まえて個別に確認する。その際には、地表に明瞭な痕跡を示さない震源断層に起因する震源近傍の地震動について、確率論的な評価等、各種の不確かさを考慮した評価が適切に行われている必要がある。

#### 4. 2 地震動評価

##### 4. 2. 1 検討対象地震の選定と震源近傍の観測記録の収集

- (1) 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。
- (2) 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（スケーリング則が不連続となる地震規模）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する。
- (3) また、検討対象地震の選定の際には、「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。

〔解説〕

- (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わからない地震として地震学的検討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（ $M_w$  6.5 未満の地震））であり、震源近傍において強震動が観測された地震を対象とする。
- (2) 「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（ $M_w$  6.5 以上の地震））であり、孤立した長さの短い活断層による地震が相当する。なお、活断層や地表地震断層の出現要因の可能性として、地域によって活断層の成熟度が異なること、上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布する場合や地質体の違い等の地域差があることが考えられる。このことを踏まえ、観測記録収集対象の地震としては、以下の地震を個別に検討する必要がある。
  - ① 孤立した長さの短い活断層による地震
  - ② 活断層の密度が少なく活動度が低いと考えられる地域で発生した地震
  - ③ 上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布する地域で発生した地震
- (3) 震源を特定せず策定する地震動の評価において、収集対象となる内陸地殻内の地震の例を表-1に示す。

表-1 収集対象となる内陸地殻内の地震の例

No	地震名	日時	規模
1	2008年岩手・宮城内陸地震	(略)	Mw 6.9
2	2000年鳥取県西部地震	(略)	Mw 6.6
3	2011年長野県北部地震	(略)	Mw 6.2
4	1997年3月鹿児島県北西部地震	(略)	Mw 6.1
5	2003年宮城県北部地震	(略)	Mw 6.1
6	1996年宮城県北部(鬼首)地震	(略)	Mw 6.0
7	1997年5月鹿児島県北西部地震	(略)	Mw 6.0
8	1998年岩手県内陸北部地震	(略)	Mw 5.9
9	2011年静岡県東部地震	(略)	Mw 5.9
10	1997年山口県北部地震	(略)	Mw 5.8
11	2011年茨城県北部地震	(略)	Mw 5.8
12	2013年栃木県北部地震	(略)	Mw 5.8
13	2004年北海道留萌支庁南部地震	(略)	Mw 5.7
14	2005年福岡県西方沖地震の最大余震	(略)	Mw 5.4
15	2012年茨城県北部地震	(略)	Mw 5.2
16	2011年和歌山県北部地震	(略)	Mw 5.0

#### 4. 2. 2 応答スペクトル(地震動レベル)の設定と妥当性確認

- (1) 震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル(地震動レベル)は、解放基盤表面までの地震波の伝播特性が反映され、敷地の地盤物性が加味されるとともに、個々の観測記録の特徴(周期特性)を踏まえるなど、適切に設定されていることを確認する。

[解説]

- (1) 設定された応答スペクトル(地震動レベル)の妥当性の確認として、

例えば原子力安全基盤機構による「震源を特定しにくい地震による地震動：2005」，「震源を特定せず策定する地震動：2009」等に基づく地震動の超過確率別スペクトルを参照する。併せて，旧原子力安全委員会による「仮想震源を用いた面的地震動評価」に基づき地震動の妥当性が検討されていることを確認することが望ましい。

## 5. 基準地震動

### 5. 1 策定方針

- (1) 基準地震動は，「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」の評価結果を踏まえて，基準地震動の策定過程に伴う各種の不確かさを考慮して適切に策定されている必要がある。
- (2) 基準地震動の策定に当たっては，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。
- (3) 施設の構造に免震構造を採用する等，やや長周期の地震応答が卓越する施設等がある場合は，その周波数特性に着目して地震動評価を実施し，必要に応じて他の施設とは別に基準地震動が策定されている必要がある。

### 5. 2 基準地震動の策定

- (1) 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動は，検討用地震ごとに評価した応答スペクトルを下回らないように作成する必要がある，その際の振幅包絡線は，地震動の継続時間に留意して設定されていることを確認する。
- (2) 断層モデルを用いた手法による基準地震動は，施設に与える影響の観点から地震動の諸特性（周波数特性，継続時間，位相特性等）を考慮して，別途評価した応答スペクトルとの関係を踏まえつつ複数の地震動評価結果から策定されていることを確認する。なお，応答スペクトルに基

づく基準地震動が全周期帯にわたって断層モデルを用いた基準地震動を有意に上回る場合には、応答スペクトルに基づく基準地震動で代表させることができる。

(3) 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動は、設定された応答スペクトルに対して、地震動の継続時間、振幅包絡線の経時的変化等の地震動特性が適切に考慮されていることを確認する。

(4) 基準地震動は、最新の知見や震源近傍等で得られた観測記録によってその妥当性が確認されていることを確認する。

## 6. 超過確率

### 6. 1 評価方針

(1) 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について、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。

(2) 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。

#### [解説]

(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による「原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準：2007」や地震本部による「確率論的地震動予測地図」、原子力安全基盤機構による「震源を特定しにくい地震による地震動：2005」，「震源を特定せず策定する地震動：2009」等に示される手法を適宜参考にして評価する。

4 原子力発電所の火山影響評価ガイド（原規技発第13061910号（平成25年6月19日原子力規制委員会決定）（甲89，136，乙144，245，249から251まで）（以下「火山ガイド」という。）

## 1. 総則

火山ガイドは、原子力発電所への火山影響を適切に評価するため、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出、抽出された火山の火山活動に関する個別評価、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価のための方法と確認事項をとりまとめたものである。

### 1. 1 一般（原規技発第1912182号（令和元年12月18日原子力規制委員会決定）による改正前のもの）

設置許可基準規則6条において、外部からの衝撃による損傷の防止として、安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならないとしており、敷地周辺の自然環境を基に想定される自然現象の一つとして、火山の影響を挙げている。

火山の影響評価としては、最近では使用済燃料中間貯蔵施設の安全審査において評価実績があり、2009年に日本電気協会が「原子力発電所火山影響評価技術指針」（JEAG4625-2009）を制定し、2012年にIAEAがSafety Standards “Volcanic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations”（No. SSG-21）を策定した。近年、火山学は基本的記述科学から、以前は不可能であった火山システムの観察と複雑な火山プロセスの数値モデルの使用に依存する定量的科学へと発展しており、これらの知見を基に、原子力発電所への火山影響を適切に評価する一例を示すため、火山ガイドを作成した。

火山ガイドは、新規制基準が求める火山の影響により原子炉施設の安全性を損なうことのない設計であることの評価方法の一例である。また、火山ガイドは、火山影響評価の妥当性を審査官が判断する際に、参考とするものである。

原子力発電所の運用期間中に火山活動が想定され、それによる設計対応



不可能な火山事象が原子力発電所に影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価できない場合には、原子力発電所の立地は不適と考えられる。

## 1. 2 適用範囲

火山ガイドは、実用発電用原子炉及びその附属施設に適用する。

## 1. 4 用語の定義（原規技発第1912182号（令和元年12月18日原子力規制委員会決定）による改正前のもの）

火山ガイド及び解説における用語の定義は、以下のとおりである。

### (1) 火山

火山は、噴火活動で形成された特徴的な形態をもつ地形もしくは構造である。通常地形的高まりである凸の地形であるが、カルデラのように、沈降・陥没によって生じた凹地形の場合もある。

### (2) 火山活動

火山活動は、地下のマグマが地表またはその近くまで上昇して冷却固化するまでの間に引き起こすさまざまな作用で、貫入・噴火・熱水活動・火山性地震などが含まれる。

### (3) 火山事象

火山災害を引き起こすおそれのある、火山に関連したあらゆる事象若しくは一連の現象。火山事象には噴火を含めてもよく、通常は火山で発生する地滑りなどの非噴火によるものも含める。

### (4) 原子力発電所の運用期間

原子力発電所の運用期間とは、原子力発電所に核燃料物質が存在する期間とする。

### (5) 地理的領域

火山影響評価が実施される原子力発電所周辺の領域を指す。原子力発電所から半径160kmの範囲の領域とする。

### (6) 第四紀及び完新世



第四紀は地質時代の1つで、258万年前から現在までの期間。完新世は第四紀の区分のうちで最も新しいものであり、1万1700年前から現在までの期間。

#### (7) マグマ溜まり

マグマで満たされた、地下の貯留層。こうしたマグマ溜まりでは冷却により晶出した鉱物の分離、若しくは新しいマグマの注入・混合によりマグマ組成の変化が普通に起こる。

#### (8) 降下火砕物

大きさ、形状、組成若しくは形成方法に関係なく、火山から噴出されたあらゆる種類の火山砕屑物で降下する物を指す。

#### (9) 火山灰

爆発性破碎のさまざまなプロセスによって生じる平均直径2mm未満の火山岩の破片。

#### (10) 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現象の総称（すなわち、火砕流、サージ及びブラスト）。

#### (11) 火砕流

広い意味の火砕流は、火砕物密度流と同じく火山ガスと火砕物の混合物が斜面を流れ下る現象である。ただし、研究者によっては高温の流れに限定して用いられることも多い。こうした高温流は通常、噴煙柱若しくはドームの崩壊によって形成され、急速に斜面を流れ下る。火砕流は大きな砕屑岩（岩塊、火山弾）を運ぶことが可能であり、通常は地形の勾配に従う。火砕流内の温度は多くの場合、500℃を超える。速度は火砕流がどのようにして、どこで発生したか、及び流れる斜面に応じて異なるが、一般的には50～100km/hとされている。

#### (12) 火砕サージ

火砕物密度流のうち、比較的流れの密度が小さく乱流性が高いもの。火砕サージは爆発的噴火により火口から直接発生する場合や、濃度の高い火砕流から分離して生じることもある。火砕サージは、大半の火砕流よりも地形の勾配による制約を受けない。

### (13) ブラスト

火山ドーム、潜在溶岩ドーム、若しくは表層熱水系の突然の減圧によって生じる側方、低角度の成分を持つ火山性爆発。火山ブラストは、相当な速度（ $\sim 500 \text{ km/h}$ ）で側方に広がる強い乱流の火砕サージとして通常動く、ガスと火山性破片（岩塊及びこれよりも小さいサイズ）の希薄な混合物を生じさせることがあり、これには広範囲の破壊を引き起こす能力がある。

### (14) 溶岩

溶岩はマグマが地表に流体として流れ出る現象で、その温度は通常  $700 \sim 1200^\circ\text{C}$  である。その粘性は数桁も異なるほど非常にばらつきがあり、粘性が低い場合は溶岩流として斜面を流れ下り、粘性が高い場合は溶岩ドームとして地形的な高まりをつくる。

### (15) 岩屑なだれ

山体が大規模な斜面崩壊を起こし、高速で地表を流走する現象である。この現象で生じた堆積物は山麓を埋め尽くし、海域に流入した場合には津波を引き起こす。（以下略）

### (22) 火道

火山でマグマが地表に達するまでの通路。火道の形状は平板状の岩脈から、円筒形に近いほぼ垂直の管までさまざまであるが、複雑な形状が考えられる。地表の火道の開口部は火口である。

### (26) 地殻変動

地殻変動は、マグマが多量に上昇してくることにより生じる地表の変

形である。周辺地域で地盤の垂直・水平変動が著しく、多数の断層・亀裂・波状変形が生じ、地上および地下の構造物が破壊されることがある。この様な破壊は地震動による一過性の破壊と違い長期にわたって徐々に進行し、被害も徐々に拡大することがある。

2. 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の流れ（原規技発第1912182号（令和元年12月18日原子力規制委員会決定）による改正前のもの）

火山影響評価は、図1に従い、立地評価と影響評価の2段階で行う。

立地評価では、まず原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出を行い、影響を及ぼし得る火山が抽出された場合には、抽出された火山の火山活動に関する個別評価を行う。即ち、設計対応不可能な火山事象が原子力発電所の運用期間中に影響を及ぼす可能性の評価を行う。（解説－1）

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

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

解説－1. IAEA SSG-21では、火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ・地滑り及び斜面崩壊、新しい火道の開通及び地殻変動を設計対応が不可能な火山事象としており、火山ガイドでも、これを適用する。

3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出（原規技発第1912182号（令和元年12月18日原子力規制委員会決定）による改正前のもの）

原子力発電所の地理的領域に対して、文献調査等で第四紀に活動した火山を抽出する。(解説-3)

第四紀に活動した火山について、3.1文献調査、3.2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3.3将来の火山活動可能性の評価を行う。この場合、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る。なお、類似火山の活動を参照することも重要である。

本章で原子力発電所に影響を及ぼし得るとして抽出された火山について、4章で原子力発電所の運用期間中における火山活動に関する個別評価を、5章で火山活動のモニタリング及び異常を示す兆候を把握した時の対応の検討を行うこととする。

原子力発電所に影響を及ぼし得る火山が抽出されない場合は、当該原子力発電所又はその周辺で観測された降下火砕物の最大堆積量を基に、後述する6.1で降下火砕物の影響を評価する。

解説-3. 第四紀以前に火山活動があった火山で、第四紀の活動が認められない火山は既にその活動を停止しているとみなせる。従って、第四紀に活動した火山を調査の対象とする。

### 3.3 将来の火山活動可能性(原規技発第1912182号(令和元年12月18日原子力規制委員会決定)による改正前のもの)

地理的領域にある第四紀火山から、上述の3.1及び3.2の調査により、次の2段階の評価を行い、将来の活動可能性のある火山を抽出する。

#### (1) 完新世に活動を行った火山

完新世における活動の有無を確認する。完新世に活動を行った火山は、

将来の活動可能性があることを示すものとして広く受け入れられていることから、これを将来活動の可能性のある火山とする。

#### (2) 完新世に活動を行っていない火山

地理的領域にある第四紀火山のうち、完新世に活動を行っていない火山については3. 1及び3. 2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。

検討対象火山の過去の活動を示す階段ダイヤグラムにおいて、火山活動が終息する傾向が顕著であり、最後の活動終了からの期間が、過去の最大休止期間より長い等、将来の活動可能性が無いと判断できる場合は、火山活動に関する4章の個別評価対象外とする。それ以外の火山は、将来の火山活動可能性が否定できない火山として、4章の個別評価対象の火山とする。

将来の火山活動可能性は無いと評価された場合、原子力発電所又はその周辺で観測された降下火砕物の最大堆積量を基に、後述する6. 1降下火砕物の影響を評価する。

#### 4. 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（原規技発第1912182号（令和元年12月18日原子力規制委員会決定）による改正前のもの）

3章で、将来の活動可能性があるとして評価した火山については、原子力発電所の運用期間中において設計対応が不可能な火山事象を伴う火山活動の可能性の評価を行う。この際、検討対象火山の活動を科学的に把握する観点から、過去の火山活動履歴とともに、必要に応じて、4. 2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。

#### 4. 1 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価（原規技発第1912182号（令和元年12月18日原子力規制委員会決定）による改正前のもの）

##### (1) 設計対応不可能な火山事象

設計対応不可能な火山事象は6章に示す火山事象の内、6. 2火砕物密度流、6. 3溶岩流、6. 4岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊、6. 8新しい火口の開口、6. 11地殻変動の5事象とする。設計対応不可能な火山事象については、検討対象火山と原子力発電所間の距離が表1に示す原子力発電所との位置関係に記載の距離より大きい場合、その火山事象を評価の対象外とすることができる。

##### (2) 火山活動の可能性評価

3章の調査結果と必要に応じて実施する4. 2地球物理学的及び地球化学的調査の結果を基に、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の可能性を総合的に評価する。評価の結果、検討対象火山の活動の可能性が十分小さい場合には、過去の最大規模の噴火により設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達したと考えられる火山を抽出し、5章に従い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。

検討対象火山の活動の可能性が十分小さいと判断できない場合は、

##### (3) 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価を実施する。

##### (3) 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価

検討対象火山の調査結果から噴火規模を推定する。調査結果から噴火の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。評価では、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。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、5章に従い火山活動のモニタリングを実施し、運用期間中に火山活動の継続的な評価を行う。

#### 4. 2 地球物理学的及び地球化学的調査（原規技発第1912182号（令和元年12月18日原子力規制委員会決定）による改正前のもの）

地球物理学的調査では、地震波速度構造、重力構造、比抵抗構造、地震活動及び地殻変動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。（解説－8，9，10，11，12）

地球化学的調査では、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。

##### 解説－8. 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

##### 解説－9. 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

## 解説－１０．比抵抗構造

電磁気探査により求める比抵抗の空間分布

## 解説－１１．地震活動

火山周辺における地震発生現象

## 解説－１２．地殻変動

G P S 測量等によりもとめる火山活動に伴う地殻の変形現象

### ５．火山活動のモニタリング（原規技発第 1912182 号（令和元年 12 月 18 日原子力規制委員会決定）による改正前のもの）

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した火山であっても、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・対応をとる必要がある。

#### ５．１ 監視対象火山（原規技発第 1912182 号（令和元年 12 月 18 日原子力規制委員会決定）による改正前のもの）

過去の最大規模の噴火により設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達したと考えられる火山を監視対象火山とする。

#### ５．２ 監視項目（原規技発第 1912182 号（令和元年 12 月 18 日原子力規制委員会決定）による改正前のもの）

火山活動の監視項目としては一般的に次のような項目が挙げられる。

- ・地震活動の観測（火山性地震の観測）
- ・地殻変動の観測（G P S 等を利用し地殻変動を観測）
- ・火山ガスの観測（放出される二酸化硫黄や二酸化炭素量などの観測）

地震活動、地殻変動及び火山ガス状況等を適切な方法により監視すること。監視は事業者自ら実施するものとするが、公的機関が火山活動を監



視している場合においては、そのモニタリング結果を活用してもよい。

5. 3 定期的評価（原規技発第1912182号（令和元年12月18日原子力規制委員会決定）による改正前のもの）

モニタリング結果を定期的に評価し、当該火山の活動状況を把握し、状況に変化がないことを確認すること。（必要に応じて、地球物理学及び地球化学的調査を実施する。）

その際、火山活動状況のモニタリング結果の評価は、第三者（火山専門家等）の助言を得る方針とする。

事業者が実施すべきモニタリングは、原子炉の運転停止、核燃料の搬出等を行うための監視であり、火山専門家のみならず、原子力やその関連技術者により構成され、透明・公平性のあるモニタリング結果の評価を行う仕組みを構築する。

また、モニタリング結果については、公的な関係機関等に情報を提供し共有することが望ましい。

5. 4 火山活動の兆候を把握した場合の対処（原規技発第1912182号（令和元年12月18日原子力規制委員会決定）による改正前のもの）

モニタリングにより、火山活動の兆候を把握した場合の対処方針等を定めること。

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

6. 原子力発電所への火山事象の影響評価（原規技発第1912182号

(令和元年12月18日原子力規制委員会決定)による改正前のもの)

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表1に従い抽出し、その影響評価を行う。

ただし、降下火砕物に関しては、火山抽出の結果にかかわらず、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積あたりの質量と同等の火砕物が降下するものとする。なお、敷地及び敷地周辺で確認された降下火砕物で、噴出源が同定でき、その噴出源が将来噴火する可能性が否定できる場合は考慮対象から除外する。

また、降下火砕物は浸食等で厚さが低く見積もられるケースがあるので、文献等も参考にして、第四紀火山の噴火による降下火砕物の堆積量を評価すること。

抽出された火山事象に対して、4章及び5章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。

以下に、各火山事象の影響評価の方法を示す。

## 6. 1 降下火砕物 (原規技発第17112910号 (平成29年11月29日原子力規制委員会決定)による改正前のもの)

### (1) 降下火砕物の影響

#### (a) 直接的影響

降下火砕物は、最も広範囲に及ぶ火山事象で、ごくわずかな火山灰の堆積でも、原子力発電所の通常運転を妨げる可能性がある。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。

(b) 間接的影響

前述のように、降下火砕物は広範囲に及ぶことから、原子力発電所周辺の社会インフラに影響を及ぼす。この中には、広範囲な送電網の損傷による長期の外部電源喪失や原子力発電所へのアクセス制限事象が発生しうることも考慮する必要がある。

(2) 降下火砕物による原子力発電所への影響評価

降下火砕物の影響評価では、降下火砕物の堆積物量、堆積速度、堆積期間及び火山灰等の特性などの設定、並びに降雨等の同時期に想定される気象条件が火山灰等特性に及ぼす影響を考慮し、それらの原子炉施設又はその付属設備への影響を評価し、必要な場合には対策がとられ、求められている安全機能が担保されることを評価する。（解説－16）

(3) 確認事項

(a) 直接的影響の確認事項

- 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。

(b) 間接的影響の確認事項

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。

解説－16. 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、次の方法により堆積物量を設定する。

- ✓ 類似する火山の降下火砕物堆積物の情報を基に求める。
- ✓ 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。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、並びに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。

7. 附則（原規技発第1912182号（令和元年12月18日原子力規制委員会決定）による改正前のもの）

この規定は、平成25年7月8日より施行する。

評価方法は、火山ガイドに掲げるもの以外であっても、その妥当性が適切に示された場合には、その方法を用いることを妨げない。

また、火山ガイドは、今後の新たな知見と経験の蓄積に応じて、それらを適切に反映するように見直して行くものとする。

表1 原子力発電所に影響を与える可能性のある火山事象及び位置関係<sup>1)</sup>

火山事象	潜在的に影響を及ぼす特性	原子力発電所との位置関係
1. 降下火砕物	静的な物理的負荷、気中及び水中の研磨性及び腐食性粒子	注2
2. 火砕物密度流：火砕流、サージ及びブラスト	動的な物理的負荷、大気の過圧、飛来物の衝撃、300℃超の温度、研磨性粒子、毒性ガス	160km
3. 溶岩流	動的な物理的負荷、洪水及び水のせき止め、700℃超の温度	50km
4. 岩層なだれ、地滑り及び斜面崩壊	動的な物理的負荷、大気の過圧、飛来物の衝撃、水のせき止め及び洪水	50km
5. 火山性土石流、火山泥流及び洪水	動的な物理的負荷、水のせき止め及び洪水、水中の浮遊性粒子	120km
6. 火山から発生する飛来物（噴石）	粒子の衝突、静的な物理的負荷、水中の研磨性粒子	10km
7. 火山ガス	毒性及び腐食性ガス、酸性雨、ガスの充満した湖、水の汚染	160km
8. 新しい火口の開口	動的な物理的負荷、地盤変動、火山性地震	注3
9. 津波及び静振	水の氾濫	注4
10. 大気現象	動的過圧、落雷、ダウンバースト風	注4
11. 地殻変動	地盤変位、沈下又は隆起、傾斜、地滑り	注4
12. 火山性地震とこれに関連する事象	継続的微小動、多重衝撃	注4
13. 熱水系及び地下水の異常	熱水、腐食性の水、水の汚染、氾濫又は湧昇、熱水変質、地滑り、カルスト及びサモカルストの変異、水圧の急変	注4

(参考資料：IAEA SSG-21 及び JEAQ4625)

注1：噴出中心と原子力発電所との距離が、表中の位置関係に記載の距離より短ければ、火山事象により原子力発電所が影響を受ける可能性があるものとする。

注2：降下火砕物に関しては、原子力発電所の敷地及び敷地付近の調査から求められる単位面積あたりの質量と同等の火山灰等が降下するものとする。

注3：新火口の開口については、原子力発電所の運用期間中に、新火口の開口の可能性を検討する。

注4：火山活動によるこれらの事象は、原子力発電所との位置関係によらず、個々に検討を行う。

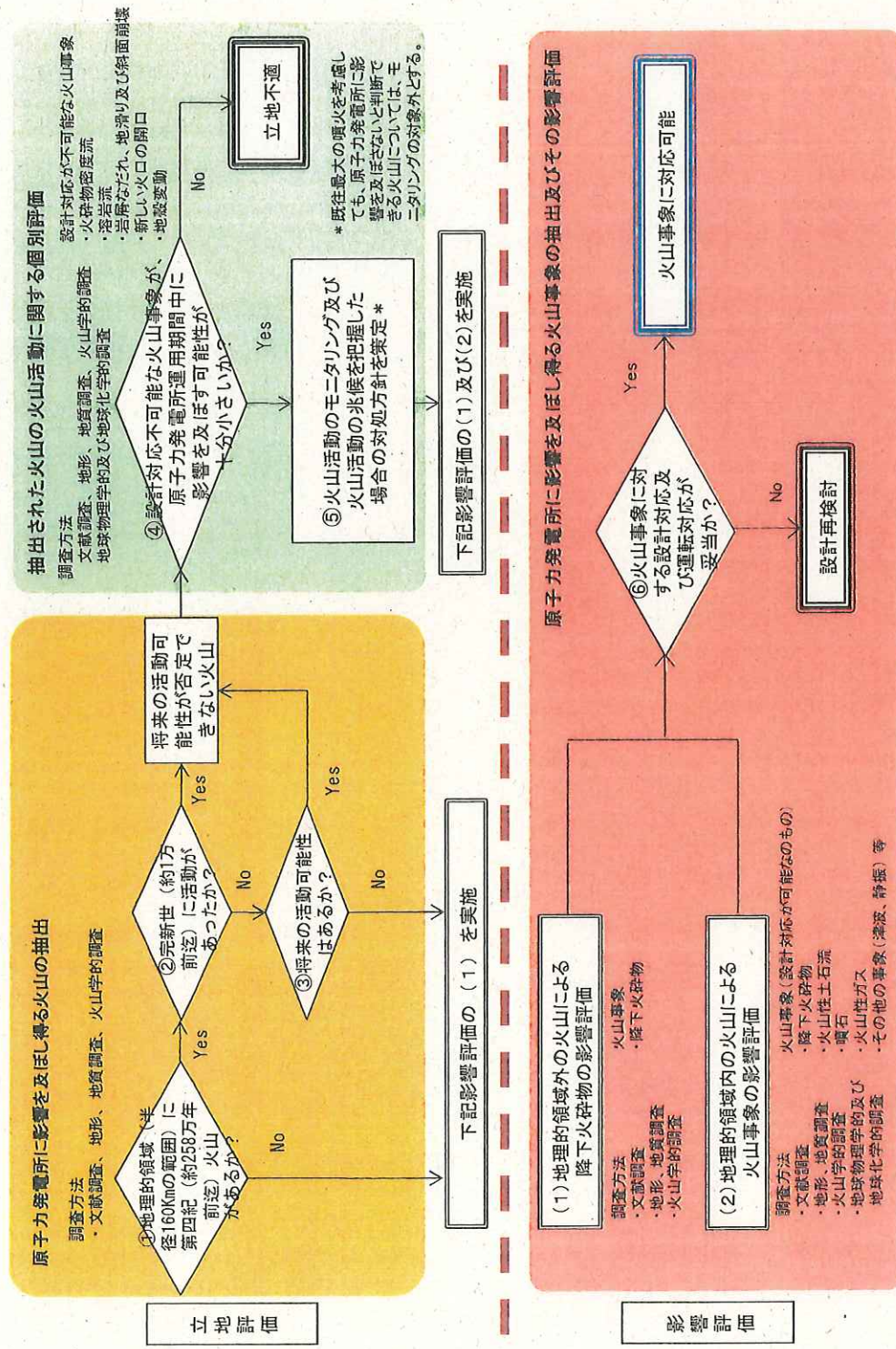


図1 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の基本フロー



- 5 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（原規技発第13061915号（平成25年6月19日原子力規制委員会決定））（乙12，105）（以下「有効性評価ガイド」という。）

1. 目的等

有効性評価ガイドは、設置許可基準規則解釈37条の規定のうち、評価項目を満足することを確認するための手法の妥当性を審査官が判断する際に、参考とするものである。申請者の用いた手法が、有効性評価ガイドに沿った手法であれば、概ね妥当なものと判断される。申請者が異なる手法を用いた場合は、有効性評価ガイドを参考に個別に判断する必要がある。

なお、有効性評価ガイドは、技術的知見、審査経験等に応じて、適宜見直すこととする。

3. 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

3. 2. 有効性評価に係る標準評価手法

3. 2. 1 有効性評価の手法及び範囲

(6) 設置許可基準規則解釈37条2-3(c)の「放射性物質による環境への汚染の視点も含め、環境への影響をできるだけ小さくとどめるものであること」を確認するため、想定する格納容器破損モードに対して、Cs-137の放出量が100TBqを下回っていることを確認する。

3. 2. 3 格納容器破損モードの主要解析条件等

(1) 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）

a. 現象の概要

原子炉格納容器内へ流出した高温の原子炉冷却材及び溶融炉心の崩壊熱等の熱によって発生した水蒸気、金属-水反応によって発生した非凝縮性ガスなどの蓄積によって、原子炉格納容器内の雰囲気圧力・

温度が緩慢に上昇し原子炉格納容器が破損する場合がある。

b. 主要解析条件（「3. 2. 2 有効性評価の共通解析条件」に記載の項目を除く。）

(a) 評価事故シーケンスはPRAに基づく格納容器破損シーケンスの中から、過圧及び過温の観点から厳しいシーケンスを選定する。  
（炉心損傷防止対策における「想定する事故シーケンスグループのうち炉心の著しい損傷後の原子炉格納容器の機能に期待できるもの」を包絡すること。）

(b) 崩壊熱による水蒸気の発生及び金属-水反応による水素及び化学反応熱の発生を、炉内又は炉外を問わず適切に考慮する。

(c) 溶融炉心・コンクリート相互作用による非凝縮性ガスの発生を考慮する。

(d) 外部水源を用いて原子炉格納容器内に注水する場合には、注水による格納容器空間部体積の減少に伴う加圧現象を考慮する。

(e) 水素燃焼が生じる場合には、燃焼に伴う熱負荷及び圧力負荷の影響を考慮する。

(f) 原子炉圧力容器内及び原子炉格納容器内における長期的な水の放射線分解による水素及び酸素の発生を考慮する。

(g) その他、評価項目に重大な影響を与える事象を考慮する。

c. 対策例

(a) 格納容器スプレイ代替注水設備

(b) 格納容器圧力逃がし装置又は格納容器再循環ユニット

(2) 高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接過熱

a. 現象の概要

原子炉圧力容器が高い圧力の状況で損傷すると、溶融炉心並びに水蒸気及び水素が急速に放出され、原子炉格納容器に熱的・機械的な負



荷が発生して原子炉格納容器が破損する場合がある。

b. 主要解析条件（「3. 2. 2 有効性評価の共通解析条件」に記載の項目を除く。）

(a) 評価事故シーケンスはPRAに基づく格納容器破損シーケンスの中から、原子炉圧力が高く維持され、減圧の観点から厳しいシーケンスを選定する。

(b) 原子炉冷却系の高温ガスによる配管等のクリープ破損や漏洩等による影響を考慮する。

(c) その他、評価項目に重大な影響を与える事象を考慮する。

c. 対策例

(a) 原子炉冷却材圧力バウンダリの減圧設備

(3) 原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用

a. 現象の概要

溶融炉心と原子炉圧力容器外の冷却水が接触して一時的な圧力の急上昇が生じる可能性がある。このときに発生するエネルギーが大きいと構造物が破壊され原子炉格納容器が破損する場合がある。

b. 主要解析条件（「3. 2. 2 有効性評価の共通解析条件」に記載の項目を除く。）

(a) 評価事故シーケンスはPRAに基づく格納容器破損シーケンスの中から、原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用の観点から厳しいシーケンスを選定する。

(b) 原子炉圧力容器直下の床面の水の温度及び量は、溶融炉心冷却のための対策（原子炉格納容器下部注水等）による影響を適切に考慮する。

(c) 溶融炉心の状態量や物性値等の評価に影響を与えるパラメータについては、炉心溶融に至る事故の解析結果又は実験等による知見に



基づいて設定する。

(d) その他、評価項目に重大な影響を与える事象を考慮する。

(注) 実ウラン溶融酸化物を用いた実験では、衝撃を伴う水蒸気爆発は発生していない。従って、水蒸気爆発の発生の可能性は極めて低いことを示すこと。ただし、溶融炉心から冷却材への伝熱による水蒸気発生に伴う急激な圧力上昇（圧カスパイク）の可能性があるので、その影響を評価する。

c. 対策例

(a) 解析によって原子炉格納容器バウンダリの機能が喪失しないことを確認する。

(4) 水素燃焼

a. 現象の概要

原子炉格納容器内に酸素等の反応性のガスが混在していると、水-ジルコニウム反応等によって発生した水素と反応することによって激しい燃焼が生じ、原子炉格納容器が破損する可能性がある。

b. 主要解析条件（「3. 2. 2 有効性評価の共通解析条件」に記載の項目を除く。）

(a) 評価事故シーケンスはP R Aに基づく格納容器破損シーケンスの中から水素燃焼の観点から厳しいシーケンスを選定する。また、炉心内の金属-水反応による水素発生量は、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する。

(b) 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等の発生を考慮する。

(c) 水の放射線分解によって発生する水素及び酸素を考慮する。

(d) 原子炉格納容器内の水素濃度分布については、実験等によって検証された解析コードを用いる。

(e) その他、評価項目に重大な影響を与える事象を考慮する。

(注) 原子炉格納容器内の水素濃度がドライ条件に換算して13 vol%以下又は酸素濃度が5 vol%以下であれば爆轟は防止できると判断される。

### c. 対策例

(a) グロープラグ式イグナイタ

(b) 触媒式リコンビナ (PAR)

(c) 原子炉格納容器内の不活性化 (窒素注入)

## (5) 格納容器直接接触 (シェルアタック)

### a. 現象の概要

原子炉圧力容器内の溶融炉心が原子炉格納容器内の床上へ流れ出す時に、溶融炉心が床面で拡がり原子炉格納容器の壁に接触することによって、原子炉格納容器が破損する場合がある。

b. 主要解析条件 (「3. 2. 2 有効性評価の共通解析条件」に記載の項目を除く。)

(a) 評価事故シーケンスはPRAに基づく格納容器破損シーケンスの中から格納容器直接接触の評価の観点から厳しいシーケンスを選定する。

(b) 原子炉圧力容器から落下する溶融炉心の量は、部分的に原子炉圧力容器内にとどまることが示されない限りは全炉心に相当する量とする。原子炉からの溶融炉心の落下量の時間変化は事象進展を考慮して適切に設定する。

(c) 溶融炉心の原子炉格納容器床上の拡がりについては床形状及び水張り等の対策の有無を考慮する。また、溶融炉心と水が接触する場

合の熱伝達及び溶融炉心の流動限界条件等は実験等によって得られた条件を用いる。

(d) その他、評価項目に重大な影響を与える事象を考慮する。

(注) 原子炉圧力容器の下部から溶融炉心が流れ出す時点で溶融炉心の冷却及び固化に寄与する十分な原子炉格納容器床上の水量及び水位が確保されており、かつ、崩壊熱等を十分に上回る原子炉格納容器下部注水が行われれば、評価項目を概ね満たすものと考えられる。

c. 対策例

(a) 原子炉格納容器下部注水設備

(b) 原子炉格納容器バウンダリの防護

(6) 溶融炉心・コンクリート相互作用

a. 現象の概要

原子炉圧力容器内の溶融炉心が原子炉格納容器内の床上へ流れ出し、溶融炉心からの崩壊熱や化学反応によって、原子炉格納容器床のコンクリートが浸食され、原子炉格納容器の構造部材の支持機能が喪失する場合がある。

b. 主要解析条件（「3. 2. 2 有効性評価の共通解析条件」に記載の項目を除く。）

(a) 評価事故シーケンスはPRAに基づく格納容器破損シーケンスの中から溶融炉心・コンクリート相互作用（MCCI）の観点から厳しいシーケンスを選定する。

(b) 落下する溶融炉心の量は、部分的に原子炉圧力容器内にとどまることが示されない限りは全炉心に相当する量とする。溶融炉心の落下量の時間変化は事象進展を考慮して適切に設定する。

(c) 溶融炉心が原子炉圧力容器直下の床面上に流れ出す前の床面上の

水及び原子炉格納容器下部への注水による冷却を適切に考慮する。

(d) その他、評価項目に重大な影響を与える事象を考慮する。

(注) 原子炉圧力容器の下部から熔融炉心が流れ出す時点で熔融炉心の冷却に寄与する十分な原子炉格納容器床の水量及び水位が確保されており、かつ、崩壊熱等を十分に上回る原子炉格納容器下部注水が行われれば、評価項目を概ね満たすものと考えられる。

c. 対策例

(a) 原子炉格納容器下部注水設備

(b) 原子炉格納容器バウンダリの防護

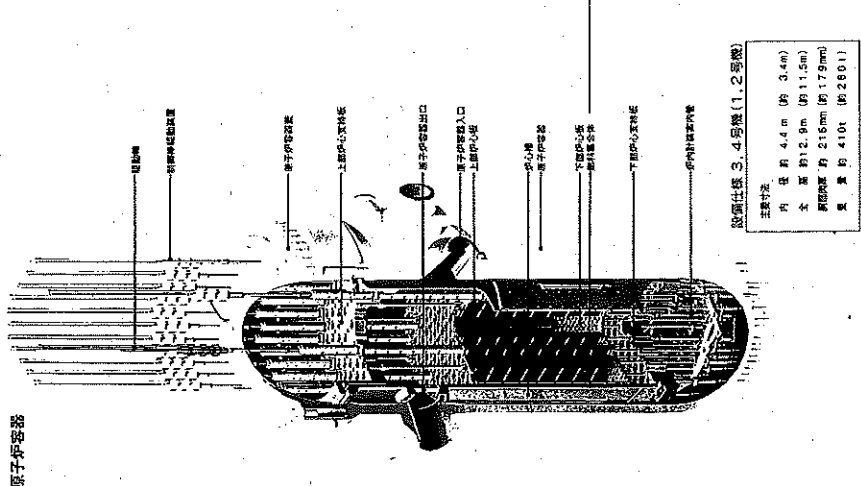
以上

# 原子力発電のしくみ

## 非常用炉心冷却装置

万一、1次系の配管などが破断して水が蒸出するような状態になった場合でも、高圧注入系、中圧注入系、低圧注入系の非常用炉心冷却装置によって水が注入されて原子炉が冷やされ、安全上問題がないようになっています。

## 原子炉容器



## 別図解

ウランの燃え方はこの別図解の出し入れによって調節することができます。また、なにか異常が発生するとこの別図解が自動的に作動されます。

## 原子炉容器

この中でウラン燃料を燃やし水を加熱します。

## 燃料集合体

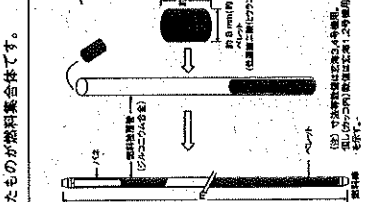
燃料集合体は、ウラン燃料棒を束ねたもので、原子炉容器の中に挿入されています。

## 1次冷却材ポンプ

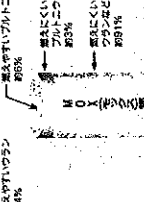
高圧注入系(タンク)、低圧注入系(ポンプ)によって水を循環させます。

## 燃料集合体の構造

ウランの粉末を強く焼き固めベレットにします。このベレットを燃料格納管に詰め、それを燃料集合体に組み立てたものが燃料集合体です。



## ウラン燃料とMOX燃料



## 原子炉格納容器

炉内を密封して放射性物質が外へ出ないようにしています。

## 蒸気発生器

原子炉から送られてきた熱湯で、2次冷却水を加熱します。

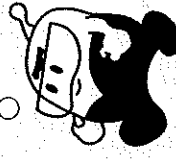
## タービン

蒸気によってタービンを回転させ、発電機を回し、電気を発生させます。

## 海水蒸発器

タービンを回した後の蒸気を冷却し、再び水を戻します。

原子力発電と火力発電は燃料が異なるだけ。皆同じしくみなんだ。



## しくみ

玄海原子力発電所の原子炉の型式は、加圧水型炉(PWR)と呼ばれるものです。加圧水型の特徴は、上図のように原子炉容器を通して水を循環させる系統(1次系)と、タービンへ蒸気を供給する系統(2次系)とが蒸気発生器の伝熱管を介し完全に分離されているので、タービン側に放射能が運ばれることはありません。

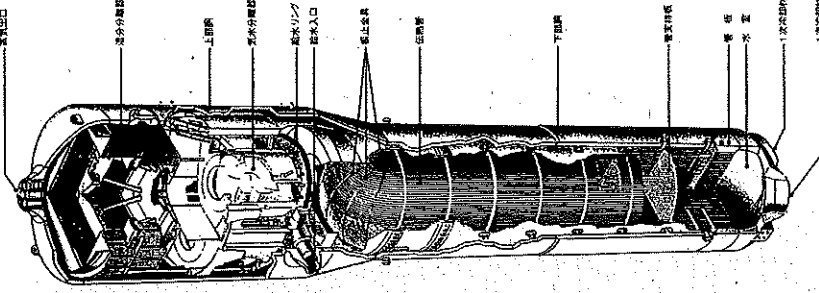
原子炉内部ではウラン燃料が核分裂を起こし多量の熱を発生します。この熱は1次系の水に伝えられ1次冷却材ポンプによって蒸気発生器へ送られます。

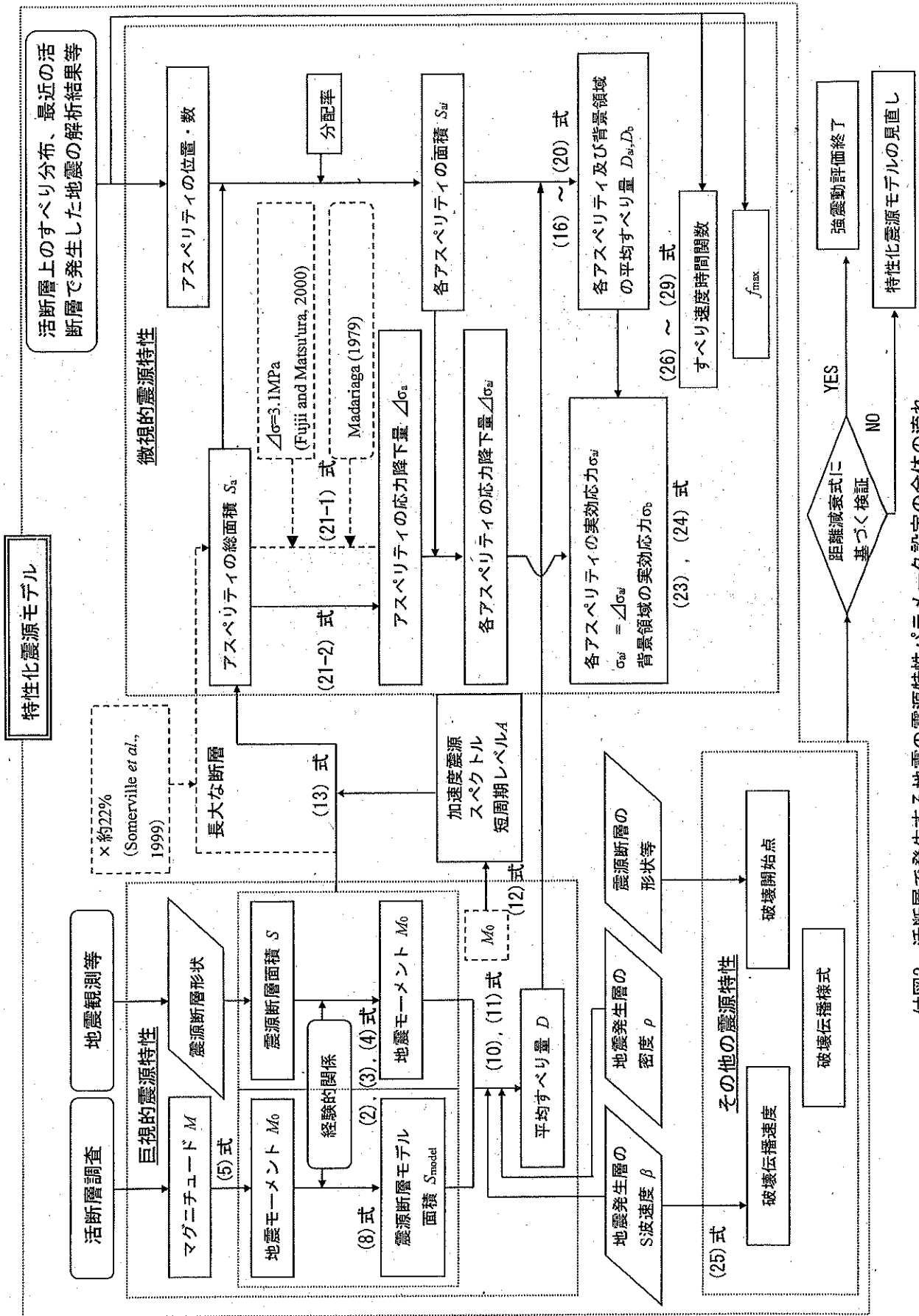
蒸気発生器へ送られた1次系の水は、伝熱管の内側を流れ、壁を隔てて外側を流れる2次系の水に熱を伝えた後、再び原子炉に戻ります。

一方、蒸気発生器で熱を受けた2次系の水は蒸気となりタービンへ送られ、タービン・発電機を回し電気を発生させます。

タービン・発電機で仕事を終えた蒸気は、復水器の細管を介して海水により冷却され、再び水に戻り蒸気発生器へ送られます。

## 蒸気発生器





付図2 活断層で発生する地震の震源特性パラメータ設定の全体の流れ



これは正本である。

令和3年3月12日

佐賀地方裁判所民事部

裁判所書記官

山本 拓郎

