

実用発電用原子炉に係る新規制基準の
考え方について

平成28年6月29日策定
平成28年8月24日改訂
平成29年11月8日改訂
平成30年12月19日改訂
原子力規制委員会

改訂履歴

年 月 日	改訂箇所、改訂内容及び改訂理由
平成28年6月29日	策定
平成28年8月24日	地震・津波関連の説明等を追加
平成29年11月8日	特定重大事故等対処施設、地盤、竜巻対策関連の説明等を追加
平成30年12月19日	バックフィット、地震、津波、火山対策関連の説明等を追加

<本資料について>

- 本資料は、専門技術者以外の利用も想定しており、表現方法等について、できる限り分かりやすいものとして作成されている。そのため、学术论文等の厳密な記載方法とは異なる部分があることに留意が必要である。
- 本資料は、新たに説明すべき事項や、より分かりやすい記載にした方がよいものがあれば、適宜改善していく。

本資料で使う主な略語又は用語は以下のとおり。

略 語	正 式 名 称 又 は 定 義
原子炉等規制法	核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和32年法律第166号）
実用炉則	実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（昭和53年通商産業省令第77号）
設置許可基準規則	実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年原子力規制委員会規則第5号）
設置許可基準規則の解釈 （「同規則の解釈」「 <u> </u> 条の解釈」等も同じ。）	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・原子力規制委員会決定）
技術基準規則	実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（平成25年原子力規制委員会規則第6号）
技術的能力基準	実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準（原規技発第1306197号・原子力規制委員会決定）
設置（変更）許可申請者	原子炉等規制法43条の3の5第1項の発電用原子炉の設置許可を受けるため申請した者及び同法43条の3の8第1項により同法43条の3の5第1項の設置許可を変更する許可を受けるため申請した者

用 語	用 語 の 定 義
運転時の異常な過渡変化	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及び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（設置許可基準規則2条2項3号）
設計基準事故	発生頻度が運転時の異常な過渡変化より低い異常な状態であって、当該状態が発生した場合には発電用原子炉施設から多量の放射性物質が放出するおそれがあるものとして安全設計上想定すべきものをいう（設置許可基準規則2条2項4号）

用語	用語の定義
設計基準対象施設	発電用原子炉施設のうち、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生を防止し、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（設置許可基準規則2条2項7号）
重大事故等対処施設	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。）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（設置許可基準規則2条2項11号）
設計基準事故対処設備	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（設置許可基準規則2条2項13号）
重大事故等対処設備	重大事故等に対処するための機能を有する設備をいう（設置許可基準規則2条2項14号）
原子炉冷却材圧力バウンダリ	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（設置許可基準規則2条2項35号）。§3 3-2 3-2-1を参照
基準地震動	最新の科学的・技術的知見を踏まえ、敷地及び敷地周辺の地質・地質構造、地盤構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から想定することが適切なものとして策定する地震動をいう（設置許可基準規則の解釈別記2の5）。§5 5-3を参照
基準津波	最新の科学的・技術的知見を踏まえ、波源海域から敷地周辺までの海底地形、地質構造及び地震活動性等の地震学的見地から想定することが適切なものとして策定する津波をいう（設置許可基準規則の解釈別記3の1）。§5 5-4を参照

実用発電用原子炉に係る新規制基準の考え方について（全体の構成）

- § 1 原子力規制委員会及び原子炉等規制法の概要
 - 1-1 原子力規制委員会の独立性・中立性
 - 1-2 原子力規制委員会の専門技術的裁量と安全性に対する考え方
 - 1-3 原子炉等規制法における実用発電用原子炉の規制の体系
 - 1-4 新規制基準の体系

- § 2 設置許可基準規則の基本的な考え方
 - 2-1 原子力発電所の仕組み
 - 2-2 設置許可基準規則等の策定経緯
 - 2-3 国際原子力機関の安全基準と我が国の規制基準の関係
 - 2-4 深層防護の考え方
 - 2-5 深層防護の考え方 避難計画
 - 2-6 安全目標と新規制基準との関係
 - 2-7 安全重要度分類・耐震重要度分類の考え方
 - 2-8 共通要因に起因する設備の故障を防止する考え方

- § 3 設置許可基準規則等の合理性（総論）
 - 3-1 設置許可基準規則の概要
 - 3-2 設計基準対象施設
 - 3-3 重大事故等対処施設
 - 3-4 大規模損壊対策

- § 4 設置許可基準規則等の合理性（各論：個別の施設・設備関係）
 - 4-1 電源確保対策
 - 4-2 使用済燃料の貯蔵施設

- § 5 設置許可基準規則等の合理性（各論：自然現象関係）
 - 5-1 自然現象による損傷の防止
 - 5-2 地盤
 - 5-3 地震
 - 5-4 津波
 - 5-5 火山
 - 5-6 竜巻

- § 6 その他
 - 6-1 立地審査指針

実用発電用原子炉に係る新規制基準の考え方について（問目次）

問	ページ
§ 1 原子力規制委員会及び原子炉等規制法の概要	
1-1 原子力規制委員会の独立性・中立性	
1-1-1 原子力規制委員会における組織としての独立性、中立性はどのように保たれているのか。	1
1-2 原子力規制委員会の専門技術的裁量と安全性に対する考え方	
1-2-1 原子力規制委員会が設置許可基準規則を策定するにあたり、裁量が認められるのか、認められる場合、その内容はどのようなものか。	5
1-3 原子炉等規制法における実用発電用原子炉の規制の体系	
1-3-1 原子炉等規制法における実用発電用原子炉の規制の設計から運転までに関する体系はどのようなものか。	9
1-4 新規制基準の体系	
1-4-1 東京電力福島第一原子力発電所事故以降に新たに制定又は改訂された新規制基準とはどのような体系になっているか。	12
§ 2 設置許可基準規則の基本的な考え方	
2-1 原子力発電所の仕組み	
2-1-1 原子力発電所は、どのような仕組みなのか。	29
2-1-2 原子炉発電所を安全に停止させるための、「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」とは、どのような仕組みなのか。	37
2-2 設置許可基準規則等の策定経緯	
2-2-1 設置許可基準規則を含む新規制基準は、どのような検討を経て策定されたのか。特に策定段階において、東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえた議論がなされたのか。	41
2-2-2 なぜ、東京電力福島第一原子力発電所事故が全て解明されていないくても新規制基準が策定できるのか。	58
2-2-3 バックフィット制度とは何か。	61
2-3 国際原子力機関の安全基準と我が国の規制基準の関係	
2-3-1 国際原子力機関（IAEA）の安全基準と我が国における規制基準とはどのような関係にあるか。	64
2-4 深層防護の考え方	

2-4-1 国際原子力機関（IAEA）が採用している深層防護の考え方とはどのような考え方か。	67
2-5 深層防護の考え方 避難計画	
2-5-1 国際原子力機関（IAEA）で採用されている深層防護の考え方によれば、その第5の防護レベルにおいて、緊急時の対応における緊急時計画の整備などが必要であるとされている。対して、現行法制において、避難計画に関する事項は設置許可基準規則等における事業者規制の内容に含まれていない。そのため、設置許可基準規則等は、国際基準に抵触するものではないか。	70
2-5-2 原子炉等規制法では、原子力規制委員会による避難計画等の審査は行われていないが、避難計画等については、原子力規制委員会を含む国の行政機関による関与、支援はなされているのか。	77
2-6 安全目標と新規制基準との関係	
2-6-1 安全目標と新規制基準はどのような関係にあるか。	81
2-7 安全重要度分類・耐震重要度分類の考え方	
2-7-1 安全重要度分類とはどのような考え方なのか。また、それを規制で採用する理由は何か。	88
2-7-2 国際原子力機関（IAEA）においては、安全重要度分類について、どのように考えられているか。	96
2-7-3 耐震重要度分類とは何か。	99
2-8 共通要因に起因する設備の故障を防止する考え方	
2-8-1 設計基準対象施設（設置許可基準規則第2章）における、共通要因に起因する設備の故障（共通要因故障）に対する基本的な考え方はどのようなものか。	105
2-8-2 設計基準対象施設（設置許可基準規則第2章）における設備の偶発故障に対する対策はどのようなものか。	107
2-8-3 設置許可基準規則における共通要因に起因する設備の故障（共通要因故障）に対する考え方はどのようなものか（外部事象関係）。	112
2-8-4 地震や津波等の外部事象によって、安全機能を有する系統が多数同時に故障することを想定し、安全機能を損なうおそれのない設計を求めないのは不合理ではないか。	114
2-8-5 「単一故障の仮定」の考え方とはどのようなものか。	116
§3 設置許可基準規則等の合理性（総論）	
3-1 設置許可基準規則の概要	

3-1-1	設置許可基準規則はどのような内容で、何を確認しようとするものか。	1 2 0
3-2 設計基準対象施設		
3-2-1	設置許可基準規則における設計基準対象施設に係る規制上の要求事項は何か。	1 2 3
3-2-2	設計基準対象施設に関する要求事項（設置許可基準規則3条から36条）は何か。	1 3 0
3-3 重大事故等対処施設		
3-3-1	設置許可基準規則における重大事故等対策に係る規制上の要求事項は何か。	1 3 8
3-3-2	重大事故等対処施設及び重大事故等対処設備に関する要求事項（設置許可基準規則38条から62条）は何か。	1 4 1
3-3-3	実用発電用原子炉の炉心損傷防止対策及び格納容器破損防止対策等に係る有効性評価の方法はどのようなものか。	1 5 0
3-3-4		1 5 7
	(1) 炉心損傷防止対策において必ず想定する事故シーケンスグループの重量を検討する必要があるか。例えば、全交流動力電源喪失と高圧・低圧注水機能喪失が同時に発生することは考慮しないのか。	
	(2) 個別プラント評価による事故シーケンスグループの抽出に確率論的リスク評価（PRA）を採用するのはなぜか。	
3-3-5	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係る審査ガイドにおいて、「設置許可基準規則の解釈内規第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、セシウム137の放出量が100テラベクレルを下回っていることを確認する」とするのは、なぜか。	1 6 1
3-3-6	重大事故等対処設備として、可搬型設備を要求するのはなぜか。	1 6 4
3-3-7	特定重大事故等対処施設に係る要求事項は何か。また、特定重大事故等対処施設の設置について、猶予期間（5年）を設けることは合理的か。	1 6 6
3-3-8		1 7 0
	(1) 設置許可基準規則42条の解釈では、「原子炉建屋及び特定重大事故等対処施設が同時に破損することを防ぐために必要な離隔距離（例えば100m以上）を確保すること、又は故意による大型航空機の衝突に対して頑健な建屋に収納すること。」と定められているところ、100メートルの離隔距離を満たせばそれでよいのか。	

(2) 特定重大事故等対処施設につき、原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズム発生後、発電用原子炉施設の外からの支援が受けられるまでの間、使用できるものであることが求められるところ、それを少なくとも7日間、必要な設備が機能するのに十分な容量を有するよう設計を行うことを求めるのはなぜか。	
3-3-9	1 7 3
(1) 設置許可基準規則55条の要求事項は何か。	
(2) 例えば、福島第一原子力発電所事故で発生した工場等外への汚染冷却水の流出のような事象の防止についても設置許可基準規則55条は想定しているのか。想定していない場合、その理由は何か。	
3-4 大規模損壊対策	
3-4-1 大規模損壊における対策は、どのようなものか。	1 7 8
§ 4 設置許可基準規則等の合理性（各論：個別の施設・設備関係）	
4-1 電源確保対策	
4-1-1 発電用原子炉施設において、電源はどういう役割を果たし、それに対してどういう規制を行っているのか。	1 8 1
4-1-2 外部電源系が重要度分類指針において、PS-3クラスに分類されているのは合理的か。	1 9 2
4-1-3 外部電源系が耐震設計上の重要度分類において、Cクラスに分類されているのは合理的か。	1 9 4
4-2 使用済燃料の貯蔵施設	
4-2-1 使用済燃料の貯蔵施設に係る設置許可基準規則の内容はどのようなものか。	1 9 6
4-2-2 使用済燃料貯蔵槽に対する要求事項とはなにか。	2 0 3
4-2-3 使用済燃料の貯蔵槽等について、耐震重要度の分類は適切に判断され、合理的であるか。	2 0 5
4-2-4 使用済燃料の貯蔵槽等について、安全重要度の分類は適切に考慮され、合理的であるか。	2 0 7
§ 5 設置許可基準規則等の合理性（各論：自然現象関係）	
5-1 自然現象による損傷の防止	
5-1-1 設置許可基準規則は、自然現象に対する発電用原子炉施設の防護についてどのようなことを要求しているか。	2 0 9
5-2 地盤	
5-2-1 設置許可基準規則における耐震重要施設の設置地盤及び周辺斜面に係る規制上の要求事項は何か。	2 1 5

5-2-2 「将来活動する可能性のある断層等」とは何か。	2 2 2
5-3 地震	
5-3-1 設置許可基準規則における地震対策に係る規制上の要求事項は何か。	2 2 6
5-3-2 基準地震動とは何か。(解放基盤表面の設定理由含む。)	2 4 3
5-3-3 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動は、具体的にどのようなものか。	2 4 9
5-3-4 応答スペクトルに基づく地震動評価とは、具体的にどのようなものか。	2 5 1
5-3-5 断層モデルを用いた手法による地震動評価とは、具体的にどのようなものか。	2 5 4
5-3-6 「応答スペクトル」という用語は、様々な場面で用いられるが、それぞれどのような意味なのか。	2 6 4
5-3-7 震源を特定せず策定する地震動とは、具体的にどのようなものなのか。	2 6 9
5-3-8 耐震設計とは何か。(基準地震動についての解説含む。)	2 7 4
5-3-9 新規制基準の策定の際、耐震重要度分類の考え方のうち、見直したところはどこか。	2 7 9
5-3-10 基準地震動を超える地震が発生した場合、即座に耐震重要施設の安全機能が喪失してしまうのか。	2 8 1
5-3-11 地震動審査ガイドにおいて、地震動の超過確率を求める趣旨は何か。	2 8 9
5-3-12 地震動審査ガイド I. 3. 2. 3(2)の「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。」との規定の意味とは何か。	2 9 3
5-3-13 地震動審査ガイドにおいて、震源断層のパラメータの設定につき、レシピが、最新の研究成果として例示されているのはなぜか。	2 9 6
5-4 津波	
5-4-1 設置許可基準規則における津波対策に係る規制上の要求事項は何か。	2 9 8
5-4-2 津波対策とはどのようなものか。	3 0 4
5-4-3 基準津波とは何か。	3 0 7
5-4-4 新規制基準策定前後で津波対策を見直したのか。	3 1 3
5-4-5 基準津波を超えると、即座に安全機能は喪失してしまうのか。	3 1 7
5-4-6 立地条件から想定する基準津波を超えることを否定できないのであれば、全ての発電所に全世界での既往最大を上回る高さの防潮堤の建設を義務づけるべきではないか。	3 2 1

5-4-7	津波対策における防潮堤等の津波防護施設に対する規制上の要求事項については、津波そのものだけでなく、津波に伴う漂流物の影響も考慮されているのか。	3 2 3
5-5 火山		
5-5-1	火山に係る設置許可基準規則の内容及び火山影響評価ガイドの法的位置付けはどのようなものか。	3 2 7
5-5-2	火山影響評価ガイドにおける評価方法はどのようなものか（概要）。	3 3 1
5-5-3	火山影響評価ガイドにおける立地評価の方法はどのようなものか（概要）。	3 3 5
5-5-4	火山影響評価ガイドにおいて、火山の将来における活動可能性を否定する評価はどのように行うか。	3 3 9
5-5-5	火山影響評価ガイドにおいて、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として立地評価で抽出した火山について、火山活動に関する個別評価はどのように行うか。	3 4 2
5-5-6	火山影響評価ガイドにおいて、過去の巨大噴火を起こした火山における活動可能性の評価はどのように行うのか。	3 4 6
5-5-7	火山影響評価ガイドにおける火山活動のモニタリング及び火山活動の兆候を把握した場合の対処方針とはどのようなものか。	3 5 0
5-5-8	火山影響評価ガイドにおける影響評価の方法はどのようなものか。	3 5 3
5-5-9	気中降下火砕物濃度の設定に関する火山影響評価ガイド等の改正の経緯及びその内容はどのようなものか。	3 5 5
5-6 竜巻		
5-6-1	竜巻影響評価ガイドの策定経緯及び法的位置付けはどのようなものか。	3 6 0
5-6-2	竜巻影響評価ガイドにおける評価方法はどのようなものなのか（概要）。	3 6 3
5-6-3	竜巻影響評価ガイドにおける基準竜巻等の設定の評価方法はどのようなものなのか（概要）。	3 6 6
5-6-4	竜巻影響評価ガイドにおける設計竜巻、設計竜巻荷重、設計荷重の設定及び竜巻随件事象に対する考慮の評価方法はどのようなものなのか（概要）。	3 7 3
5-6-5	竜巻影響評価ガイドにおいて、基準竜巻の最大風速の設定には既往最大風速が用いられているが、地球温暖化といった気象現象の将来的変化については考慮されているのか。	3 7 7
§ 6 その他		

6-1 立地審査指針	
6-1-1 立地審査指針は、どのようなもので、どのような役割を果たしていたのか。	379
6-1-2 現在の立地審査指針の位置づけはどのようなものか。	385
6-1-3 立地審査指針の「(旧) 重大事故」、「(旧) 仮想事故」と原子炉等規制法、設置許可基準規則の「重大事故」は同じ意味か。	390
6-1-4 立地審査指針で要求していた、原子炉施設で発生し得る大きな事故が敷地周辺の公衆に放射線による確定的影響を与えないという観点について、現在の法体系においてはどのように考えられているか。	393
6-1-5 立地審査指針で、「必要に応じ公衆に対して適切な措置を講じうる環境にあること」の観点から要求していた「原子炉からある距離の範囲内であって、非居住区域の外側の地帯は、低人口地帯であること」について、現在の法体系においてはどのように考えられているか。	397
6-1-6 新規制基準等において、社会的影響の観点から、「原子炉敷地は、人口密集地帯からある距離だけ離れていること」について、現在の法体系においてはどのように考えられているか。	401

§ 1 1-2 原子力規制委員会の専門技術的裁量と安全性に対する考え方

1-2-1 原子力規制委員会が設置許可基準規則を策定するにあたり、裁量が認められるのか、認められる場合、その内容はどのようなものか。

1 設置許可基準規則の策定について原子力規制委員会の専門技術的裁量が認められていること

平成24年6月27日に改正された原子炉等規制法43条の3の5第1項に基づき、発電用原子炉を設置しようとする者は、原子力規制委員会の許可を受けなければならない。原子力規制委員会は、設置許可の申請があった場合においては、その申請が同法43条の3の6第1項各号のいずれにも適合していると認めるときでなければ、当該許可をしてはならないとされている。

発電用原子炉施設は、発電の用に供する、核燃料物質を燃料として使用する装置であり、その運転により、内部に多量の人体に有害な放射性物質を発生させるものであって、発電用原子炉施設の安全性が確保されないときは、当該発電用原子炉施設の従業員やその周辺住民等の生命、身体に重大な危害を及ぼし、周辺環境を放射能によって汚染するなど、深刻な災害を引き起こすおそれがある。

このような災害が発生する可能性を極めて低くするため、原子力規制委員会において、発電用原子炉の設置の許可の段階で、申請に係る発電用原子炉施設の位置、構造及び設備の安全性につき、独立した立場で、科学的、専門技術的見地から、発電用原子炉の設置許可基準への適合性に関する十分な審査を行う必要がある。

このため、原子炉等規制法43条の3の6第1項4号には、発電用原子炉の設置許可の基準の一つとして、「発電用原子炉施設の位置、構造及び設備が核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物又は発電用原子炉による災害の防

止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準に適合するものであること」を定めている。

そして、このような発電用原子炉施設の安全性に関する審査は、当該発電用原子炉施設そのものの工学的安全性や運転開始後の平常時における従業員、周辺住民及び周辺環境への放射線の影響及び事故時における周辺住民及び周辺環境への放射線の影響等を、当該発電用原子炉施設の地形、地質、気象等の自然的条件等との関連において、多角的、総合的見地から検討するものである。さらに、審査の対象には、将来の予測に係る事項も含まれていることから、審査の基礎となる基準の策定及びその基準への適合性の審査においては、原子力工学はもとより、多方面にわたる極めて高度な最新の科学的、専門技術的知見に基づく総合的判断が必要とされる。

したがって、原子炉等規制法43条の3の6第1項4号が、発電用原子炉施設の位置、構造及び設備が災害の防止上支障がないものであることを審査するための基準を原子力規制委員会規則で定めることとされているのは、前記のような発電用原子炉施設の安全性に関する審査の特質を考慮し、同号の基準の策定について、原子力利用における安全の確保に関する各専門分野の学識経験者等を擁する原子力規制委員会の科学的、専門技術的知見に基づく合理的な判断に委ねる趣旨と解するのが相当である。

2 発電用原子炉施設の安全性の具体的水準に関する規則制定についても専門技術的裁量が認められていること

(1) 科学技術分野における一般的な安全性の考え方

一般に、科学技術の分野においては、絶対的に災害発生の危険がないといった「絶対的な安全性」というものは、達成することも要求することもできないものであり、司法においてもそのように理解されている（高橋利文・最高裁判所判例解説民事篇（平成4年度）417、418ページ）。

すなわち、科学技術を利用した各種の機械、装置等は、絶対に安全というものではなく、常に何らかの程度の事故発生等の危険性を伴っているものであるが、その危険性が社会通念上容認できる水準以下であると考えられる場合に、又はその危険性の相当程度が人間によって管理できると考えられる場合に、その危険性の程度と科学技術の利用により得られる利益の大きさととの比較衡量の上で、これを一応安全なものであるとして利用しているのであり、このような相対的安全性の考え方が従来から行われてきた安全性についての一般的な考え方であるといつてよい。

こうした危険性をも秘めた科学技術の利用は、エネルギーの利用、巨大な建築物、自動車、航空機等の交通機関、医療技術、医薬品の製造利用等、世のすみずみに及び、我々の生活を支え、利便と富をもたらしているものである。こうして高度な科学技術を利用し、その効用を享受して営まれている現代の社会生活は、上記のような相対的安全性の理念を容認することによって成り立っているのであり、実定法制度による科学技術に対する行政的規制も、この考え方を基礎としているのが通常である。

(2) 原子力規制委員会が安全性の具体的水準を定める理由

東京電力福島第一原子力発電所事故後に改正・施行された原子炉等規制法は一定の要件の下で原子力の利用を認めている。そして、「原子炉」は、核燃料物質を燃料として使用する装置（原子力基本法3条4号、原子炉等規制法2条4項）であり、原子力発電は原子炉内で核分裂をさせた際に発生する熱を利用して発電するものであり、科学技術を利用する点において他の科学技術と異なるところはないことから、発電用原子炉施設についても前記（1）のような相対的安全性の考え方が当てはまる。

したがって、原子炉等規制法43条の3の6第1項4号にいう「災害の防止上支障がないもの」とは、どのような異常事態が生じても、発電用原子炉施設

内の放射性物質が外部の環境に放出されることは絶対にないといった達成不可能な安全性をいうものではなく、発電用原子炉施設の位置、構造及び設備が相対的安全性を前提とした安全性を備えていることをいうものと解するのが相当である。

この安全性を具体的な水準として捉えようとするならば、原子力規制委員会が、時々最新の科学技術水準に従い、かつ、社会がどの程度の危険までを容認するかなどの事情をも見定めて、専門技術的裁量により選び取るほかはなく、原子炉等規制法は、設置許可に係る審査につき原子力規制委員会に専門技術的裁量を付与するに当たり、この選択をも委ねたものと解すべきである。

§ 5 5-5 火山

5-5-1 火山に係る設置許可基準規則の内容及び火山影響評価ガイドの法的位置付けはどのようなものか。

1 設置許可基準規則における火山影響評価に関する規制

設置許可基準規則6条1項は、「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。」と定め、6条の解釈2において、「想定される自然現象」には「火山の影響」を含むとしている。

2 火山影響評価ガイドの策定経緯及び法的位置付け

原子力規制委員会は、IAEAの安全指針^{*1}、日本電気協会作成の「原子力発電所火山影響評価技術指針」（JEAG4625-2009）等の文献や専門家からのヒアリング結果を基に、最新の科学的知見を集約し、火山影響評価をするための一例として、原子力発電所の火山影響評価ガイド（以下「火山影響評価ガイド」という。）を策定した。

火山影響評価ガイドは、設置許可基準規則6条に基づき、原子力発電所への火山影響を評価する際、審査官が参考とするものである。そのため、事業者において、その妥当性が適切に示されれば、火山影響評価ガイド以外の方法を用いてよい。

*1 IAEA Safety Standards “Volcanic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations” (No. SSG-21, 2012)

3 火山影響評価ガイドが対象とする火山について

(1) 日本の火山の特徴

世界には、火山が広く分布している（図1参照）。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5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。

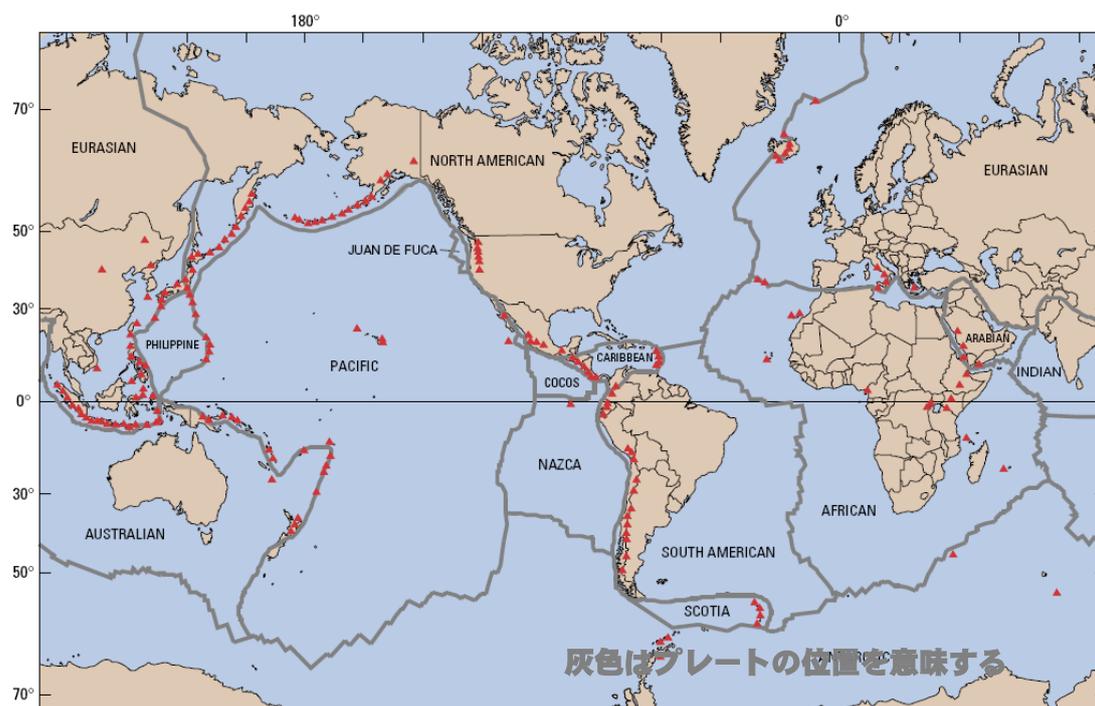


図1 火山の分布（出典「USGS (United States Geological Survey)」）

(2) 火山弧の活動

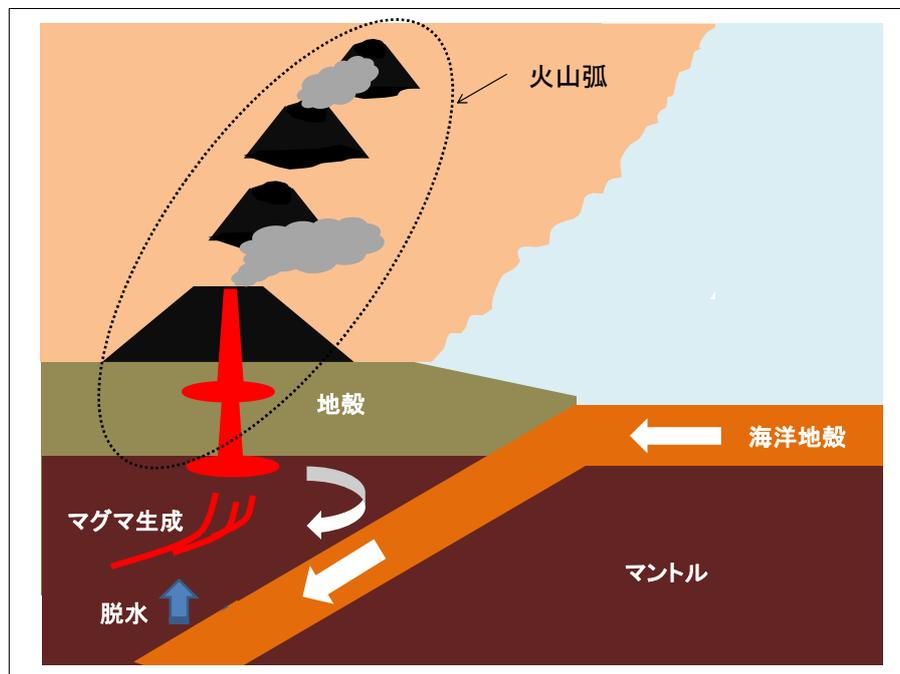


図2 火山活動の仕組み

火山の噴火は地下で生成されたマグマが地表に噴出することによって生じるものである。

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^{*2}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低下するため、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（液体）は周囲（固体）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

*2 主に岩石圏の動きによる地殻の応力場。

形成されると考えられている。一方、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。

このような火山弧の活動は、日本において1億年以上継続していると考えられているが、現在のテクトニクス場が成立した時期は、概ね鮮新世（約500万年前から258万年前まで）から第四紀更新世（約258万年前から約1万年前まで）の間であると考えられ、地殻変動の傾向や火山活動の場は数十万年から数百万年にわたって変化がないと考えられている。

（3）火山影響評価ガイドが対象とする火山

前記のとおり、日本の火山弧の活動は、1億年以上継続しているのであるから、火山影響評価ガイドは、日本周辺の火山弧の活動が当面の間変化しないことを前提として、原子力発電所の運用期間中に影響を与え得る個々の火山を評価の対象としている。

§ 5 5-5 火山

5-5-2 火山影響評価ガイドにおける評価方法はどのようなものか（概要）。

1 評価方法の概要

火山影響評価とは、原子力発電所の安全に影響を及ぼしうる火山活動の評価のことをいう。

火山影響評価ガイドでは、火山影響評価として、図1のように、立地評価と影響評価の2段階で行うこととしている。

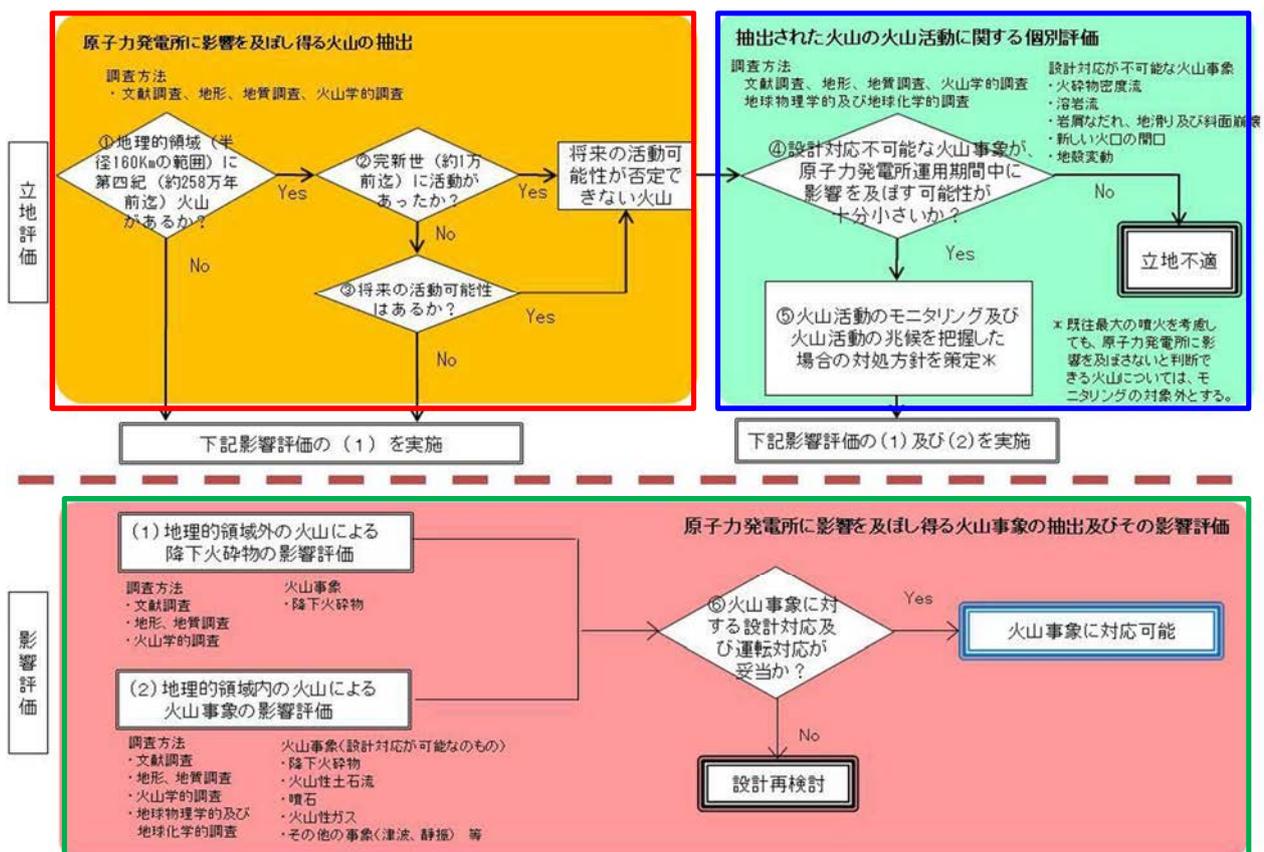


図1 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の基本フロー

立地評価とは、評価対象場所周辺の火山事象の影響を考慮して原子力発電所を建設するサイト（敷地）としての適性を評価することをいい、主として、火山活動の将来の活動可能性を検討しながら、設計対応不可能、つまり、施設や設備で対応が不可能な火山事象^{*1}の当該サイトへの到達の可能性を評価するものである。

影響評価とは、立地評価の結果、立地が不適とされないサイトにおいて、運用期間中に生じ得る火山事象に対し、その影響を評価することをいい、具体的には、設計対応可能、つまり、施設や設備で対応が可能な火山事象^{*2}の影響を評価し、これに対する事業者の設計方針について評価を行うものである。

このように、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到達する可能性を評価することで、原子力発電所の立地として不適切なものを排除し（立地評価）、その上で、設計対応可能な火山事象に対する施設や設備の安全機能の確保を評価している（影響評価）。

2 立地評価について（詳細については5-5-3から5-5-6で説明）

立地評価では、最初に原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出を行う（図1赤枠部分参照）。

原子力発電所に影響を及ぼし得る火山がない場合、立地は不適とはならない。

他方、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こととなる（図1右上の青枠部分参照）。その結果、抽出された火山によって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た場合は、立地は不適とならない。

ただし、この場合には、火山影響評価ガイドでは、その可能性が十分小さいとの評価

*1 火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ・地滑り及び斜面崩壊、新しい火口の開口並びに地殻変動が該当する。

*2 降下火砕物、火山性土石流・火山泥流及び洪水、火山から発生する飛来物（噴石）、火山ガス、津波及び静振、大気現象、火山性地震とこれに関連する事象並びに熱水系及び地下水の異常が該当する。

の根拠が継続していることを審査時点以降も確認することを目的として、事業者において、検討対象火山の状態の変化を検知するためのモニタリングを行うことが示されており、併せて、火山活動の兆候を把握した場合の対処方針等の策定が示されている。

個別評価において、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火山がある場合は、原子力発電所の立地は不適となり、この場合、当該敷地に原子力発電所を立地することは認められない。

3 影響評価について

立地が不適でない場合には、次に影響評価を行う（図1 緑枠部分参照）。

影響評価では、火山灰^{*3}等の設計対応可能な個々の火山事象の影響の程度を評価した上で、設計対応及び運転対応の妥当性について評価を行う。設計対応とは、原子力発電所に到達する火山事象に対し安全機能の保持を設計で対応できることであり、例えば、火山灰の堆積荷重に耐えるように建物を設計することである。運転対応とは、原子力発電所に到達する火山事象に対する運転時の対応のことであり、例えば、敷地内に堆積した火山灰を除去する作業がこれに該当する。

4 IAEA・SSG-21との整合性

火山影響評価ガイドを作成するに当たり、IAEA・SSG-21を参考にしているが、これには、具体的な評価基準や指標は記載されていない。もっとも、火山影響評価ガイドは、判断の枠組みや評価手法についてIAEA・SSG-21に整合している。すなわち、評価の手順としては、完新世（約1万年前まで）に活動した火山を将来の活動可能性を否定できない火山とする考え方については整合している。また、立地評価及び影響評価を行うという判断の枠組み、検討の対象とする火山の運用期間中における活

*3 爆発性破砕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。

動可能性を評価するという枠組み^{*4}、設計対応可能な火山事象と設計対応不可能な火山事象の選定の枠組み^{*5}、火山事象のサイトへの到達可能性を評価する評価手法^{*6}及び降下火砕物の最大層厚の設定方法^{*7}等について、火山影響評価ガイドは I A E A ・ S S G - 2 1 に整合している。

*4 I A E A ・ S S G - 2 1 項目 2 . 1 9 は「原子力施設のサイトに影響を与える危険な現象を潜在的に生じることが可能な火山及び／若しくは火山域を示すために、「可能性のある」火山若しくは火山域の概念を本安全指針に導入している。可能性のある火山若しくは火山域とは、(i) 施設の耐用年数期間において将来活動を経験する可能性に信憑性があり、(ii) 施設のサイトに影響を与える現象を生じる可能性を有しているものである。」としている。

*5 I A E A ・ S S G - 2 1 表 1 では、設計及び運転に対する手段によって影響を緩和できる現象として、「火山灰の降下」「火砕土石流、火山泥流及び洪水」「火山から発生する弾道性飛来物」「火山ガス及びエアロゾル」「津波、静振、火口湖の崩壊及び氷河の決壊」「大気現象」「火山性地震及びその関連ハザード」「熱水系及び地下水の異常」を列挙し、緩和できない現象として「火砕物密度流：火砕流、サージ及びブラスト」「溶岩流」「岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊」「新しい火口の開口」「地盤変動」を列挙している。

*6 I A E A ・ S S G - 2 1 項目 5 . 1 6 は「サイト領域における将来の火山活動の可能性が特定された場合、若しくはこの可能性を排除できない場合は、危険な現象がサイトに影響を与える可能性について解析するのがよい。」「場合により、これらの現象がサイトに到達する可能性がごくわずかであるならば、特定の危険な現象を更なる検討から選別排除することができる。」としている。

*7 I A E A ・ S S G - 2 1 項目 6 . 8 は「決定論的アプローチでは、サイトにおける降下火砕堆積物に対する最大想定層厚の閾値を設定するのがよい。例えば、類似する火山の噴火からの実際の堆積物を用いて、可能性のある火山に対するサイトの堆積物の最大層厚を定義することができる。」としている。

§ 5 5-5 火山

5-5-3 火山影響評価ガイドにおける立地評価の方法はどのようなものか（概要）。

1 火山影響評価ガイドにおける立地評価の方法

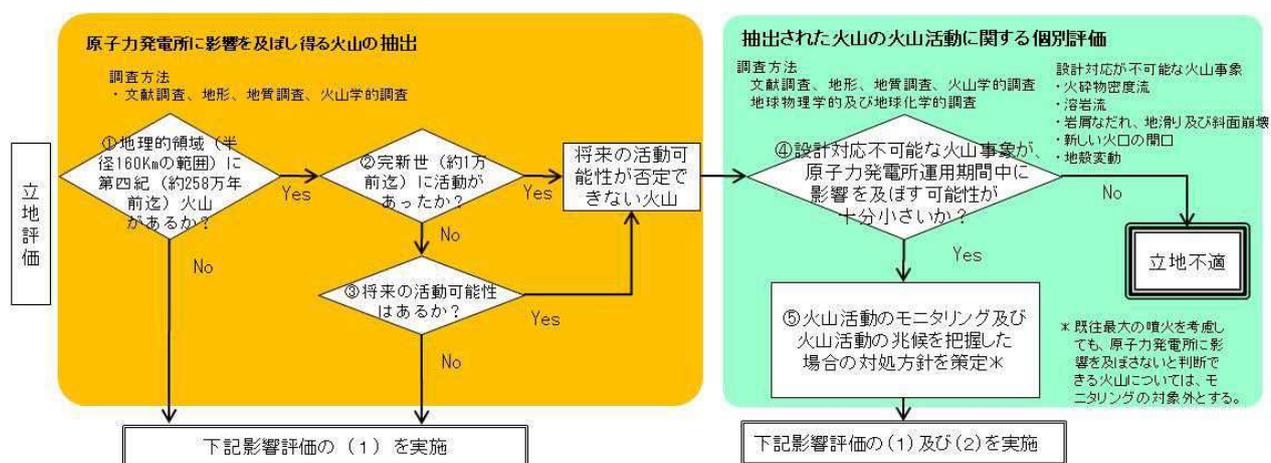


図1 基本フローより該当箇所の抜粋

(1) 地理的領域内の火山の抽出（図1）

火山影響評価ガイドにおける立地評価では、個々の火山の火山事象によるサイトへの影響を検討することが求められるのであり、立地評価における火山の抽出は、個々の火山の抽出であって火山弧の抽出ではない。

個々の火山の抽出において、まず、原子力発電所のサイトを中心に半径160キロメートルの範囲内において（以下、160キロメートルの範囲を「地理的領域」とする。）、第四紀（約258万年前まで）火山があるかどうかを評価する。地理的領域内に、258万年前から現在までの間に活動した火山がない場合には、立地不適にはならない。

ア 地理的領域について

160キロメートルの範囲を地理的領域とするのは、国内の最大規模の噴火である阿蘇4噴火（約9万年前）において火砕物密度流^{*1}（火砕流^{*2}、火砕サージ^{*3}など）が到達した距離が160キロメートルであると考えられているからである。

イ 第四紀火山について

日本には、258万年間の休止期間を経た後に火山活動を再開させた火山は存在しておらず、258万年前までに活動を終えた日本の火山が火山活動を再開させる蓋然性は極めて低い。また、個々の火山の活動において、同一のマグマ供給系^{*4}の火山活動期間は、数十万年から100万年程度と考えられており、過去258万年に活動した火山を評価することはこの期間を優に包含する。これらなどを考慮すると、258万年を基準に火山を抽出すれば、現在評価すべき火山を包含できるものと認め、火山影響評価ガイドでは、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とした。

なお、IAEA・SSG-21は、火山影響評価の対象となる火山の抽出について、1000万年前から現在までに活動があった火山としているが、1000万年と設定した明確な理由を示していない。むしろ、IAEA・SSG-21では、放射線学的影響の可能性を有する事象の年間発生確率のスクリーニング値は、一部の加盟国では 10^{-7} という値にされており、年間発生確率がこの値を下回っている起因事象は、その影響にかかわらず更なる検討を行う必要はないとして、初期評価の

*1 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）。

*2 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。火砕流は大きな碎屑岩（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°C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50~100 km/h とされている。

*3 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。

*4 単一の火山の地下にあるマグマが供給される系統。

段階では、サイトにおける噴火による危険な影響は可能性が非常に低いということ
を考慮すると、 10^{-7} という年間発生確率（1000万年に1回）は、ある火山が将来
何らかの種類の火山活動を発生させる可能性があるかどうかを評価する際の合理的
な基準であるとしている。この説明手法は、結局のところ、確率論的評価手法を
用いて、放射線学的影響の可能性を有する事象の年間発生確率の限界値を 10^{-7} と
して、1000万年という数値を導いているにすぎないと認められる。このように、
確率論的評価を検討対象とすべき火山の抽出方法として採用する根拠が明らかでな
い。他方、IAEA・SSG-21は、決定論的手法を用いることを排除していな
いことからすると、火山影響評価ガイドにおいて、第四紀を基準として火山の抽出
を行うことはIAEA・SSG-21の考え方に整合している。

（2）完新世の活動の有無

前記地理的領域内に第四紀火山がある場合には、完新世（約1万年前まで）に当該
火山の活動があったか否かを評価する。気象庁が概ね1万年以内に噴火した火山及び
現在活発な噴気活動のある火山を活火山としていることから、火山影響評価ガイドに
おいても、これらの火山を評価対象とすることとした。

第四紀火山で完新世に活動がなかった火山については、過去の活動状況を確認した
上で将来の活動可能性を休止期間の検討などによって検討し、否定できる場合は、当
該火山の評価は終了する。

完新世に活動があった場合や、完新世に活動がなかったものの、将来の活動可能性
が否定できない場合には、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として、火山活動に
関する個別評価を行う。

（なお、火山活動に関する個別評価については、本資料「§5 5-5 5-5-4」に
おいて述べる。）

（3）火山活動に関する個別評価

火山活動に関する個別評価を行うのは、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出された火山である。

まず、将来の活動可能性を評価し、十分小さいと認められた場合には、当該火山の立地評価は終了する。

将来の活動可能性が十分に小さいと認められない場合には、次に、その火山による設計対応不可能な火山事象（火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ*5、地滑り及び斜面崩壊、新しい火口の開口、地殻変動）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かを評価する。その結果、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認められる場合は立地不適とならない。

*5 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。

§ 5 5-5 火山

5-5-4 火山影響評価ガイドにおいて、火山の将来における活動可能性を否定する評価はどのように行うか。

1 評価方法

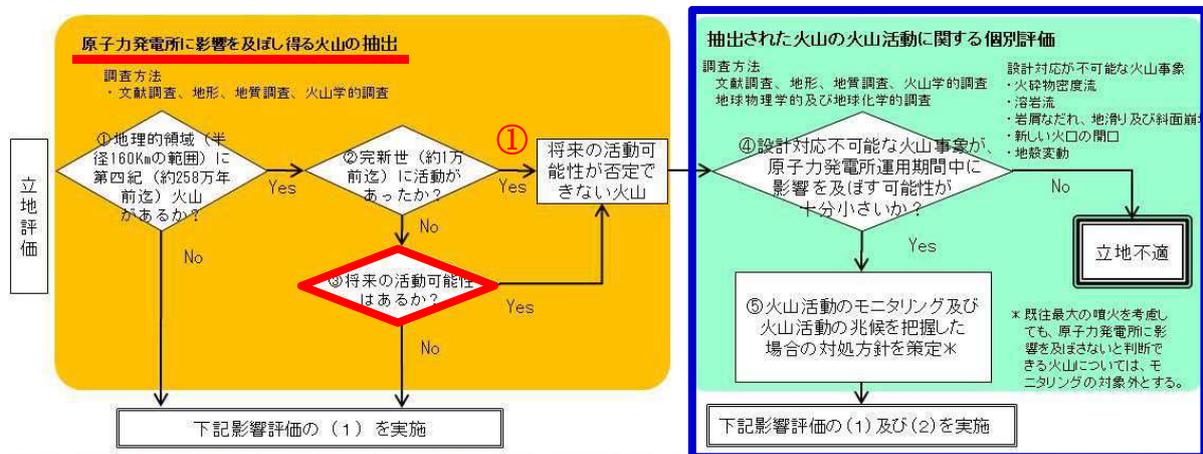


図1 基本フローより該当箇所の抜粋

火山に将来の活動可能性がないかどうかの評価は、立地評価のうち、原子力発電所に影響を及ぼしうる火山の抽出において行うものである（図1赤枠部分参照）。

完新世に活動があった火山は、将来の活動可能性の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、完新世に活動していることが認められれば直ちにこれを将来の活動可能性のある火山とする（図1①）。

他方、地理的領域にある第四紀火山のうち、完新世に活動していない火山については、文献調査並びに地形・地質調査及び火山学的調査の調査結果を基に、当該火山の噴火時期、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、前記文献調査及び調査結果等から得られた知見と併せて、完新世（1万年前まで）よりも古い時期まで遡り、

活動状況を踏まえて将来の火山活動を評価する。

これらの評価の結果、火山活動が終息する傾向（噴火様式や噴出物の特性等）が顕著であり、最後の活動終了から現在までの期間が、過去の最大休止期間より長い等過去の火山活動の調査結果を総合的に考慮し、将来の活動可能性が無いと判断できる場合は、当該火山の火山活動に関する個別評価（図1 青枠部分参照）を行う必要はない。

2 検討例

階段ダイヤグラムとは、縦軸に噴出量、横軸に噴出年代を設定し、それを分析することで、将来の火山活動の規模や時期について評価するものである。

将来の活動可能性が否定できるかどうかの判断では、階段ダイヤグラムによる検討結果や噴出物の変化等の特性を総合的に考慮して行う。個別の火山の特徴に応じて総合的に考慮するものであり、階段ダイヤグラムの検討によって活動可能性を評価できるものもあれば、それだけでは足りないものもある。

例えば、図2のA火山は、階段ダイヤグラムにより、噴火間隔が均等であることを認められ、近い将来噴火を起こす可能性が大きいと評価する。

他方、図2のB火山は、活動期間の当初に噴出量が多い火山活動を行っており、次第にその噴出量が減少し、最後の噴火活動以降現在までの休止期間が活動期間よりも長い。他にも、噴出物や噴出様式が、一連の火山活動を終息する傾向を示した場合、B火山の活動は新たなマグマの貫入や熱供給がない限り、近い将来噴火を起こす可能性が小さいと評価することができる。

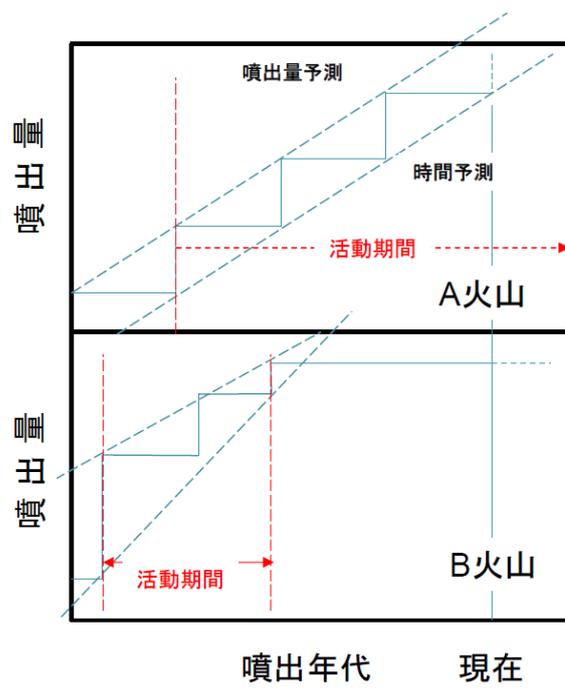


図2 階段ダイヤグラムの例

§ 5 5-5 火山

5-5-5 火山影響評価ガイドにおいて、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として立地評価で抽出した火山について、火山活動に関する個別評価はどのように行うか。

1 火山活動に関する個別評価の方法

原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した火山については、抽出された火山活動に対する個別評価を行う（図1赤枠部分参照）。

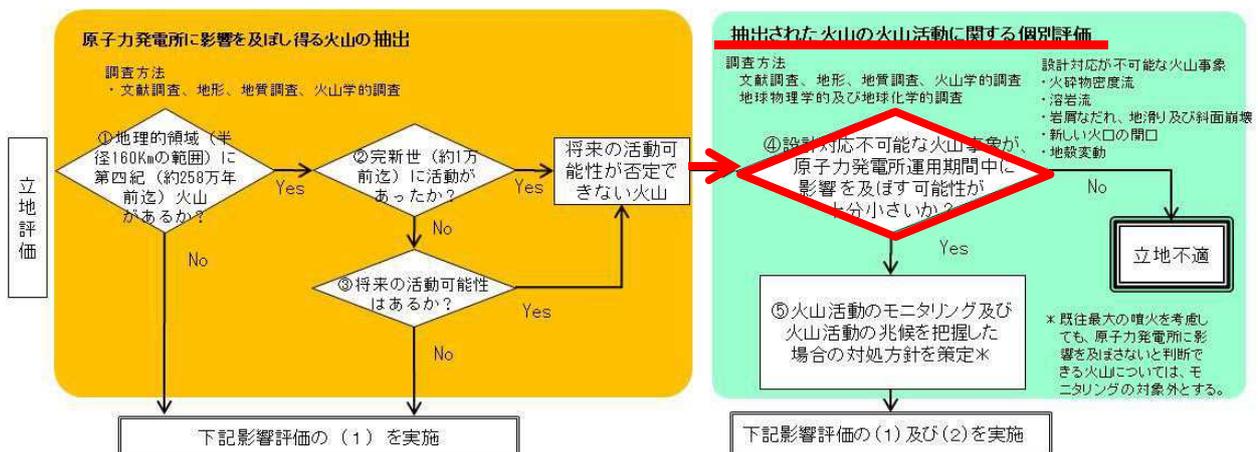


図1 基本フローより該当箇所の抜粋

(1) 運用期間中の火山の活動可能性の評価

将来の活動可能性を評価する際に用いた調査結果と必要に応じて実施する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可能性を総合的に評価する。

将来の活動可能性を評価する際に用いた階段ダイアグラムや地質調査等は、対象とする火山の過去から現在までの火山活動に焦点を当てた調査方法であるが、地球物理学的及び地球化学的調査は、対象とする火山の現在の火山活動に焦点を当てた調査方法

である。地球物理学的調査とは、例えば、現在、地下にマグマ溜まりがあるのか^{*1}、火山性地震は発生しているのか等を調査する方法である。地球化学的調査とは、火山ガスの観測、地下水に含まれるマグマ起源のガス分析等である。これらの地球物理学的調査や地球化学的評価によって、現在の火山の状態を分析し、現在の活動状況を確認して評価を行う。

ここで行う評価は、当該原子力発電所施設の運用期間中において、検討対象火山の噴火の可能性が十分小さいかどうかを対象としており、噴火の時期や規模を予測することではない。つまり、当該原子力発電所施設の運用期間中という限定された期間に限り、その期間中に検討対象火山が噴火する可能性を評価するものである。その評価においては、火山地質学、地球物理学及び地球化学等から認められる最新の知見を抽出し、それらを総合的に考慮して、検討対象火山の噴火の可能性が十分小さいと評価できる場合か否か、火山の活動可能性を評価することになる。

(2) 設計対応不可能な火山事象の到達可能性の評価

ア 評価方法

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、火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の到達可能性を評価する（図2参照）。

*1 例えば、地殻変動観測により、地下のマグマ溜まりを推定する手法がある。これは、地下のマグマの移動に伴い地盤の変動が生じると考えられるため、GPS観測結果を用いて地殻変動の結果から火山体の膨張や収縮などを観測し、地下のマグマ溜まりの変化を推定するものである。

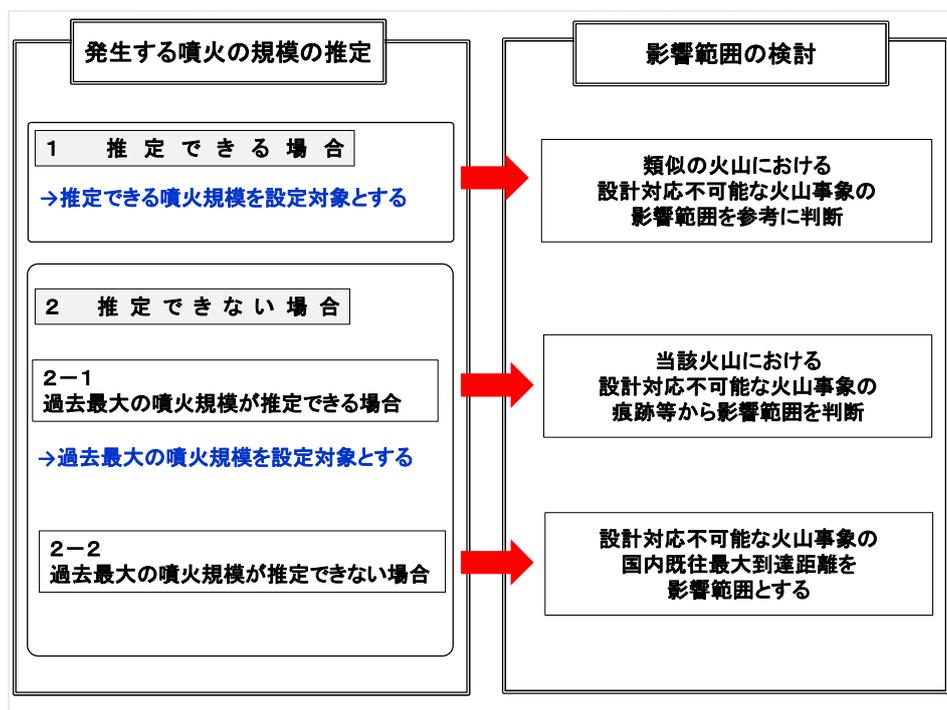


図2 設計対応不可能な火山事象の到達可能性の評価のフロー

検討対象火山の調査結果から原子力発電所運転期間中に発生する噴火規模を推定する。

調査結果から原子力発電所運用期間中に発生する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、その噴火規模での影響範囲を推定する。推定する際には、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とすることができる。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。

これらの評価の結果、設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達する可能

性が十分小さいと評価できる場合には、立地は不適とはならない。

イ 火山爆発指数との関係

火山爆発指数 (Volcanic Explosivity Index、以下「VEI」という。) は、噴火終了後に噴出量の大きさを評価する指標である。区分は0から8までに分かれており、VEI 2からVEI 8までは、区分の数値が一つ上がるごとに噴出物の量は10倍になる*2。また、VEIは、火山噴火の規模を表す一つの指標であり、噴出した火砕物(火山灰、火砕流等)の量で評価されるが、溶岩は噴出量に加味されない。

そもそも、噴出物の量を認定すること自体に困難がある上、VEIでは、噴出物の種類ごとの評価ができず、各区分の噴出物の量の幅が大きいため、VEIのみからサイトへの火山事象の影響範囲を導くことはできない。

*2 VEI0は0.00001km³未満、VEI1は0.00001km³以上0.001km³未満、VEI2は0.001km³以上0.01km³未満、VEI3は0.01km³以上0.1km³未満、VEI4は0.1km³以上1km³未満、VEI5は1km³以上10km³未満、VEI6は10km³以上100km³未満、VEI7は100km³以上1000km³未満、VEI8は1000km³以上の噴出量である。

§ 5 5-5 火山

5-5-6 火山影響評価ガイドにおいて、過去に巨大噴火を起こした火山における活動可能性の評価はどのように行うのか。

1 巨大噴火とは何か

巨大噴火とは、地下のマグマが一気に地上に噴出し、大量の火砕流によって広域的な地域に重大かつ深刻な災害を引き起こすような噴火であり、噴火の規模としては、数10 km³程度を超えるような噴火を指す。例えば、阿蘇4噴火^{*1}がこれに該当する。

2 巨大噴火に対する規制の在り方につき、原子力規制委員会が有する専門技術的裁量の範囲について

原子炉等規制法43条の3の6第1項4号にいう「災害の防止上支障がないもの」とは、発電用原子炉施設内の放射性物質が外部の環境に放出されることは絶対になく、発電用原子炉施設の位置、構造及び設備が相対的安全を前提とした安全性を備えていることをいう。この相対的な安全性の考え方を前提として、原子力規制委員会は、時々最新の科学技術水準に従い、かつ、社会がどの程度の危険までを容認するかなどの事情をも見定めて、専門技術的裁量により、事象に対する規制の在り方を合理的に判断する（「§ 1 1-1 1-2-1」参照）。

したがって、火山影響評価ガイドにおいては、「巨大噴火」を原子炉等規制法43条の3の6第1項第4号の「災害」に含めた上で、その規制の在り方については、原子力規制委員会が専門技術的裁量を行使し、社会通念を踏まえ相対的な安全性の考え方に従

*1 約9万年前に起こったとされる噴火。火砕流は九州の大部分のみならず山口県まで届いており、火口から約160 km先まで到達したとされ、また火山灰は北海道を含む日本列島全体を覆い尽くしており、火口から約1,700 km先まで到達したとされる。

って行うこととなる。

3 巨大噴火の特質

(1) 巨大噴火は広域的な地域に重大かつ深刻な災害をもたらす一方で、低頻度事象であること

ア 巨大噴火が発生した場合には、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。

イ 火砕流は、火口から噴出したマグマの破片、火山ガス及び大気の混合物が、高密度な流れとして地表に沿って流れる現象である。火砕流は、高温の粒子とガスの混合体であるため、少なくとも摂氏500度以上はある。また、火砕流は、一般的には時速50～100km、噴火規模によってはそれ以上の速度で地表に沿って流れ広がる。巨大噴火では、火砕流の噴出量が莫大であり、広範囲^{*2}に広がる。火砕流が瞬時に広範囲で流れる過程で、火砕流はそこに居住する人を死亡させ、建物等も崩壊させ、当該地域を壊滅状態にする。また、上流域に堆積した多量の火砕流堆積物は噴火後大規模な火山泥流も発生させる。

ウ 巨大噴火においては、大量の火砕流のみならず、噴火時の爆発的な破砕プロセスによって生じた平均直径2mm未満の火山岩の破片である火山灰も大量に放出され、広域^{*3}にわたって降り積もる。そして、このような事象が起き、火山灰が降り積もると、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は喪失することも十分に考えられる。

エ このように、巨大噴火は、その事象自体による被害が余りにも甚大で他に比肩し

*2 例えば、阿蘇4噴火火砕流到達範囲については、前記脚注1参照。

*3 例えば、阿蘇4噴火火山灰到達範囲については、前記脚注1参照。

得るものがない事象である。

オ 一方で、現在の火山学の知見において、規模の大きな噴火であるほどその発生頻度は小さいと考えられており、そのため巨大噴火の発生の可能性は低頻度な事象であるといえる。

(2) 我が国においては、巨大噴火を想定した法規制や防災対策が行われていないこと

我が国においては、火山噴火が想定される地域での行為の制限については、法制上の対策の例^{*4}があるものの、その中でも巨大噴火は想定されていない。また、我が国の火山防災対策は、災害対策基本法及び活動火山対策特別措置法に基づき講じられており、都道府県防災会議、市町村防災会議は、噴火シナリオ、火山ハザードマップ、避難計画などを記載した地域防災計画を作成しているが、巨大噴火を想定している例はない。

4 原子力規制行政における巨大噴火の可能性評価の考え方

上記の巨大噴火の特質及び巨大噴火を想定した法規制や防災対策が行われていないことからすれば、巨大噴火の発生可能性が相応の根拠をもって示されない限り、巨大噴火によるリスクは、社会通念上容認される水準以下であると判断できる。

その上で、原子力規制委員会は、福島第一原子力発電所の事故を踏まえ、安全確保に万全を期する観点から、科学技術的判断のため必要な範囲内において巨大噴火を考慮することとしており、この考え方は相対的安全性の考え方と合致する。

そして、巨大噴火の可能性評価については、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

*4 例えば、災害対策基本法や建築基準法。

が十分小さいと判断する。

5 巨大噴火以外の火山活動の評価の考え方

巨大噴火以外の火山活動について、その活動の可能性が十分小さいと判断できない場合には、火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価を行うこととなる。噴火の規模を特定することは一般に困難であるため、「検討対象火山の過去最大の噴火規模」について火山事象の評価を行うこととなる（§ 5 5-5 5-5-5 参照。）。ここで「検討対象火山の過去最大の噴火規模」には、当該検討対象火山の最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模を用いる。

§ 5 5-5 火山

5-5-7 火山影響評価ガイドにおける火山活動のモニタリング及び火山活動の兆候を把握した場合の対処方針とはどのようなものか。

1 目的

我が国は、福島第一原子力発電所における事故を経験し、原子力規制委員会は、想定される事象に対する規制を強化し、十分な対策を取ることを求めるだけでなく、想定を超える事象に対しても、事前にできる限りの準備を求めることが重要であることを認識した。

このため、火山影響評価ガイドでは、立地評価において、当該原子力発電所の運用期間中、検討対象火山の将来の活動可能性が十分小さいと評価できる場合及び設計対応不可能な火山事象が影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価できる場合であっても、評価の根拠が継続していることを確認するため、検討対象火山の状態の変化を検知するためのモニタリングを事業者が行うことを示している。

このように、モニタリングを行うのは、そもそも、検討対象火山の将来の活動可能性が十分小さいと評価できる場合及び設計対応不可能な火山事象が影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価できる場合であるから、モニタリングを行うことによって火山活動の兆候を把握するような事態は想定し難い場合であるが、火山影響評価ガイドでは、モニタリングを行うのであれば、当然のこととして、火山活動の兆候を把握した場合の対処方針を事業者が事前に定めておくことを示している。

2 火山活動のモニタリングの方法及びその結果の評価方法

監視対象火山は、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であり、仮に、過去の最大規模の噴火を考慮しても、

設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達しないと判断できる火山については監視対象火山とはならない。

火山活動の監視項目としては一般的に、地震活動の観測（火山性地震の観測）、地殻変動の観測（GPS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）等が考えられる。事業者は、適切な方法により監視するが、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。

前記のとおり、モニタリングの目的は、運転期間中の火山の活動可能性及び設計対応不可能な火山事象の影響可能性が十分に小さいとの評価の根拠が継続していることを確認するためであり、あくまで火山の状態の変化を検知することを目的としているのであって、モニタリングによって噴火の時期や規模を予測することを目的としていない。

そして、事業者は、抽出したモニタリング結果を第三者の助言を得るなどして定期的に評価する必要がある。

3 火山活動の兆候を把握した場合の対処方針の策定

火山影響評価ガイドでは、火山活動の兆候を把握した場合の対処方針として、①対処を講じるために把握すべき火山活動の兆候^{*1}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を事業者が定めることを示している。

そもそも、モニタリングを行うのは、検討対象火山の将来の活動可能性が十分小さいと評価できる場合及び設計対応不可能な火山事象の到達可能性が十分小さいと評価できた場合であるから、原子力発電所の運用期間中に火山の状態が著しく変化することは想

*1 例えば、火山性地震、地殻変動である。

定できない場合である。

それにもかかわらず対処方針を定めておくこととしたのは、想定を超える事象に対して備えをすることで、対処方針が全くない場合と比較して、適切な対処を比較的容易にできるようにするためであり、大規模な噴火を示唆するモニタリング結果が認められた場合に備えて、あらかじめ、原子炉の停止、燃料の搬出等の対策を想定したできる限りの対処方針を定めることとしている。

§ 5 5-5 火山

5-5-8 火山影響評価ガイドにおける影響評価の方法はどのようなものか。

1 火山影響評価ガイドにおける影響評価の方法

影響評価では、設計対応が可能な火山事象による影響を評価する。設計対応可能な火山事象は降下火砕物^{*1}等が該当し、構造物や設備等により、原子力発電所に影響を及ぼす各火山事象に対してその影響を十分に小さくする必要がある。

(1) 地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価

地理的領域外の火山による影響評価は、降下火砕物の影響評価を行う。降下火砕物は主に火山灰である。地理的領域とは、原子力発電所のサイトを中心にして半径160キロメートルの範囲であり（詳細は「§ 5 5-5 5-5-3」を参照）、降下火砕物以外の火山事象は地理的領域外に影響を及ぼすとは認められず、他方で、降下火砕物は地理的領域外にも影響を及ぼすと認められるため、地理的領域外については、降下火砕物の影響評価が必要となる。降下火砕物の堆積量（厚さ）の設定は、原子力発電所又はその周辺で確認された降下火砕物の最大堆積量（厚さ）を基に評価する。

(2) 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価

地理的領域内で将来の活動可能性があるとして評価された火山については、地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価に加え、設計対応可能な火山事象による影響を評価する。

各影響を評価するに当たっては、事業者において、原子力発電所が存在する立地周

*1 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。

辺の地質調査や文献、数値シミュレーション等から、設計対応可能な火山事象の影響の程度を認定し、その各事象に対する設計対応や運転対応を定め、原子力規制委員会において、その妥当性を審査する。

影響評価は、立地評価時の地質調査や文献等から、設計対応可能な火山事象の原子力発電所の運用期間中における当該サイトへの影響の程度を評価することが求められるのであり、理由なく過去の当該サイトへの影響実績を超えた火山事象に対する設計を求めるものではない。

§ 5 5-5 火山

5-5-9 気中降下火砕物濃度の設定に関する火山影響評価ガイド等の改正の経緯及びその内容はどのようなものか。

1 平成29年12月改正の経緯

(1) 降下火砕物の影響評価に関する検討チームの設置

平成28年10月5日第35回原子力規制委員会において、委員から、降下火砕物の気中濃度（以下「気中降下火砕物濃度」という。）に関して、同年4月に電力中央研究所が公表した富士宝永噴火に関する数値シミュレーションに係る研究報告^{*1}等の学術研究について、収集・分析や研究を進め、規制へ反映するか否かを判断する必要がある旨の指摘があった。

また、同年10月26日第40回原子力規制委員会における指示に基づき、原子力規制庁は、既に新規制基準への適合に係る設置変更許可がなされていた九州電力株式会社川内原子力発電所1・2号炉、四国電力株式会社伊方発電所3号炉及び関西電力株式会社高浜発電所1～4号炉^{*2}について、1980年のセントヘレンズ山の噴火で得られた観測データを用いた場合の影響を確認することを求めるとともに、上記電力中央研究所の研究報告に対する事業者の見解等を報告することを求めた。

上記の確認結果等については、それぞれ同年11月16日第43回原子力規制委員会及び平成29年1月25日第57回原子力規制委員会において、原子力規制庁から

*1 「数値シミュレーションによる降下火山灰の輸送・堆積特性評価法の開発（その2）」（電力中央研究所）

*2 これら設置変更許可の審査に際しては、吸気口から降下火砕物が侵入し難い設計であることを確認し、念のため、降下火砕物がすべて侵入した場合を仮定して、フィルタの閉塞時間を計算し、その時間に適切にフィルタ交換が可能とする手順を整備することを確認した。その際、参考として2010年のエイヤフイヤトラヨークトル火山の噴火で得られた観測データを用いた場合の影響を確認した。

報告を行った。

これらの対応を踏まえ、気中降下火砕物濃度に係る最新知見の規制への反映について検討を行うため、平成29年1月25日第57回原子力規制委員会及び同年2月15日の第61回原子力規制委員会において、「降下火砕物の影響評価に関する検討チーム」（以下「降下火砕物検討チーム」という。）を設置することが了承された。

（２）降下火砕物検討チームにおける検討

降下火砕物検討チームは、平成29年3月29日から同年6月22日までの間、学識経験者^{*3}らの参加の下、計3回の会合を開催し、同会合において①原子力発電所敷地における気中降下火砕物濃度の評価の考え方、及び②機器への影響評価の考え方について検討を行った。

計3回の会合における検討の結果については「気中降下火砕物濃度等の設定、規制上の位置付け及び要求に関する基本的考え方」（以下「気中降下火砕物に係る規制の考え方」という。）として取りまとめ、平成29年7月19日第25回原子力規制委員会において報告を行った。

あわせて、同委員会において、気中降下火砕物に係る規制の考え方に基づき規則等の改正を行うことが了承された。

（３）規則等の改正に係る意見公募手続及び施行状況

原子力規制委員会は、降下火砕物に係る規制の考え方に基づく規則等の改正案に対して、平成29年9月21日から1か月間の意見公募手続を行った。意見公募手続での指摘等を踏まえて一部修正された規則等の改正案については、同年11月29日第

*3 石峯 康浩（国立保健医療科学院 上席主任研究官）、土志田 潔（一般財団法人電力中央研究所 原子力リスク研究センター 主任研究員）、三浦 大助（一般財団法人電力中央研究所 原子力リスク研究センター 上席研究員）、山元 孝広（国立研究開発法人産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門 研究部門付総括研究主幹）。肩書きは当時のもの。

5 2回原子力規制委員会において決定され^{*4}、同年12月14日に施行された。これらについては、施設の運転の安全性に与える影響、事業者及び規制当局の評価・確認等に要する期間等を踏まえ、経過措置として施行から約1年（平成30年12月31日まで）の猶予期間を設けることとした。

2 改正の内容（規則・火山影響評価ガイドにおける要求）

（1）気中降下火砕物に係る規制の考え方

気中降下火砕物は、改正以前から、火山影響評価ガイドにおいて、原子力発電所に影響を及ぼす火山事象として、その影響を十分に小さくする必要がありと、（§5 5-5 5-5-7 参照）具体的には、外気取入口からの火山灰の侵入により非常用ディーゼル発電機の損傷等による系統・機器の機能損失が生じないこと等としている。（ガイド6.1（3）(a)③等）

気中降下火砕物に係る規制の考え方においては、前述の電力中央研究所の研究報告及び産業技術総合研究所の研究報告^{*5}を踏まえ、1980年のセントヘレンズ山の噴火で得られた観測データ等より高濃度の気中降下火砕物が到来する可能性があり、非常用ディーゼル発電機の吸気フィルタが閉塞する可能性があることが分かったため、これを考慮する必要があるとした。そこで、大きな不確実さを含んでいるものの、降灰継続時間を仮定して堆積量から推定する手法と数値シミュレーションにより推定する手法による推定値を考慮し、フィルタ交換等による安全施設の機能維持が可能かどうかの評価に用いる気中降下火砕物濃度及び継続時間を総合的・工学的判断により設定することとした。

（2）平成29年12月改正の内容

*4 同年12月6日第53回原子力規制委員会において、第52回原子力規制委員会での指摘に係る追加報告を行った。

*5 産業技術総合研究所山元孝広ほか(2016年)「吸気フィルタの火山灰目詰試験」

ア 原子力発電所敷地における気中降下火砕物濃度の評価（上記1（2）①）

気中降下火砕物濃度の評価に関し、火山影響評価ガイド（添付1）において、(a)降灰継続時間を仮定して堆積量から推定する手法、及び(b)数値シミュレーションにより推定する手法を新たに示し、これらのうちいずれかの手法^{*6}を用いて気中降下火砕物濃度を算出し、その算出された気中濃度における環境下における影響評価を行わなければならないとした^{*7}。

イ 機器への影響評価（上記1（2）②）

地震、津波等については、発生時に復旧が困難な損傷等の共通要因故障を複数設備に同時に引き起こす可能性があることから、あらかじめ、施設・設備等の設計において対応をすることを求めている。

他方、気中降下火砕物については、降灰時に使用しない施設・設備等は、外気取入口の閉止等を行い一時的に設備の停止を行うこと、また降灰時に使用する施設・設備等は、外気取入口に設置したフィルタの交換等を行うことにより、損傷等を防ぐことができる。また、降灰が収まれば安全機能の復旧が可能であることから、必ずしも降灰と同時に損傷等を引き起こすとは限らない。

このように、気中降下火砕物濃度に対しては、その特性を踏まえ、施設・設備等の設計による対策だけでなく、外気取入口の閉止等の運用による対策も含めて全体として対応することが適切である。

そのため、実用炉規則（第84条の2、第92条）において、気中降下火砕物に対して、原子炉の運転の停止等による安定な状態への移行及び当該状態の維持、並びに

*6 想定すべき火山事象に対して、現に用いた手法による推定結果が保守的であると認められる場合には、いずれかの手法を用いればよい。

*7 気中降下火砕物に係る規制の考え方においては、機能維持評価用基準を、総合的、工学的判断により設定したものが「機能維持評価用参考濃度」であるとしていた。機能維持評価用基準は、確立した知見による規制を行う際に用いてきた設計基準と区別するために用いられた用語である。もっとも、検討の結果、確立した知見ではないものの、上記(a)及び(b)の推定する手法によって気中降下火砕物濃度を算出する方法を採用し、原子力規制委員会としてはこのような区別をしないこととした。

これら措置に必要な安全施設の機能を維持するための対策を求めることとした。具体的には、(i)上記アに示す手法で算出した気中降下火砕物濃度における安全施設の機能を維持するための対策を要求することに加え、更に深層防護の観点から、(ii)前記気中降下火砕物濃度を上回る場合も含め、濃度にかかわらず動作することが期待できる設備（例えば、タービン動補助給水ポンプ）による対策などを求めている*8。

前述のとおり、気中降下火砕物に対しては、その影響を考慮すべき施設を抽出し必要な対策を講じる必要があるが、例えば、上記(i)の機能維持対策としては、原子炉の運転の停止等に必要な非常用交流動力電源等が上記アに示す手法で算出した気中降下火砕物濃度における環境下で使用できることを確認する必要がある。

非常用交流動力電源等を当該濃度環境下で使用するための対策として、例えば、外気取入口のフィルタの交換体制の整備や交換用フィルタの用意等を行うことは運用による対策であり、設置（変更）許可に係る審査における確認内容を変更するものではないことから、保安規定（変更）認可に係る審査において確認することとなる。なお、事業者の判断で、設置（変更）許可を伴う設備変更による対策を講じることを妨げるものではない。

*8 「火山灰対策に係る保安規定の審査について一火山灰対策における考え方の再整理一」（平成30年1月7日第40回原子力規制委員会）