



# リサイクル燃料備蓄センター 使用済燃料貯蔵事業変更許可申請 火山影響評価

(補足資料①:施設に影響を及ぼし得る火山の抽出)

平成28年7月8日  
リサイクル燃料貯蔵株式会社

# 施設に影響を及ぼし得る火山の抽出 火山の活動履歴【33.恐山】

活動期	細分	噴出物	記号	様式	年代 (万年前)	噴出量 (DRE km <sup>3</sup> )	見かけの体積・密度	
							体積(km <sup>3</sup> )	密度(g/cm <sup>3</sup> )
新恐山火山	剣山活動期	剣山溶岩円頂丘(地藏岳含む)	—	溶岩ドーム	8.0	0.02	0.03	2.0
		南鶏頭山溶岩円頂丘	—	溶岩ドーム	11.0	0.01	0.01	2.0
		北鶏頭山溶岩円頂丘	—	溶岩ドーム	18.0	0.01	0.01	2.0
		火砕丘	—	降下火砕物等	20~18	0.06	0.08	2.0
	後カルデラ —火砕流活動期	0s-6	—	降下火砕物	20.4	0.25	1.24	0.5
		関根第2火砕流	0s-Sk2	火砕流	20.8	0.09	0.23	1.0
		関根第1火砕流	0s-Sk1	火砕流	21.3	0.48	1.20	1.0
		0s-5	—	降下火砕物	21.7	0.02	0.11	0.5
		0s-4	—	降下火砕物	22.1	0.17	0.86	0.5
		0s-3	—	降下火砕物	22.5	0.22	1.11	0.5
		二又沢火砕流	0s-Ft	火砕流	24.8	0.03	0.08	1.0
	カルデラ形成期	正津川火砕流	0s-Sh	火砕流	27.0	1.74	4.34	1.0
		0s-2	—	降下火砕物		0.69	3.46	0.5
	先カルデラ —火砕流活動期	出戸川第3火砕流	0s-De3	火砕流	30.3	0.42	1.05	1.0
		出戸川第2火砕流	0s-De2	火砕流	32.7	0.3	0.76	1.0
		0s-1	—	降下火砕物	34.0	0.94	4.68	0.5
		0s-De1u	—	降下火砕物	36.7	0.06	0.29	0.5
		出戸川第1'火砕流	0s-De1'	火砕流	39.3	0.16	0.39	1.0
		出戸川第1火砕流	0s-De1	火砕流	42.0	0.08	0.21	1.0
		0s-0tu	—	降下火砕物	44.6	0.06	0.30	0.5
		落野沢火砕流	0s-0t	火砕流	47.3	0.96	2.40	1.0
		高野川火砕流	0s-Ky	火砕流	47.40	0.16	0.39	1.0
		0s-Kyfa	—	降下火砕物	47.45	0.36	1.79	0.5
		0s-Ygfa	—	降下火砕物	47.5	0.27	1.34	0.5
		八木沢川火砕流	0s-Yg	火砕流		0.07	0.17	1.0
		戸沢川火砕流	0s-Tz	火砕流	48.0	0.12	0.30	1.0

注) マグマ噴火の噴出物のみを示した。

注) マグマ換算体積(DRE)の算出には密度2.5g/cm<sup>3</sup>を用いた。

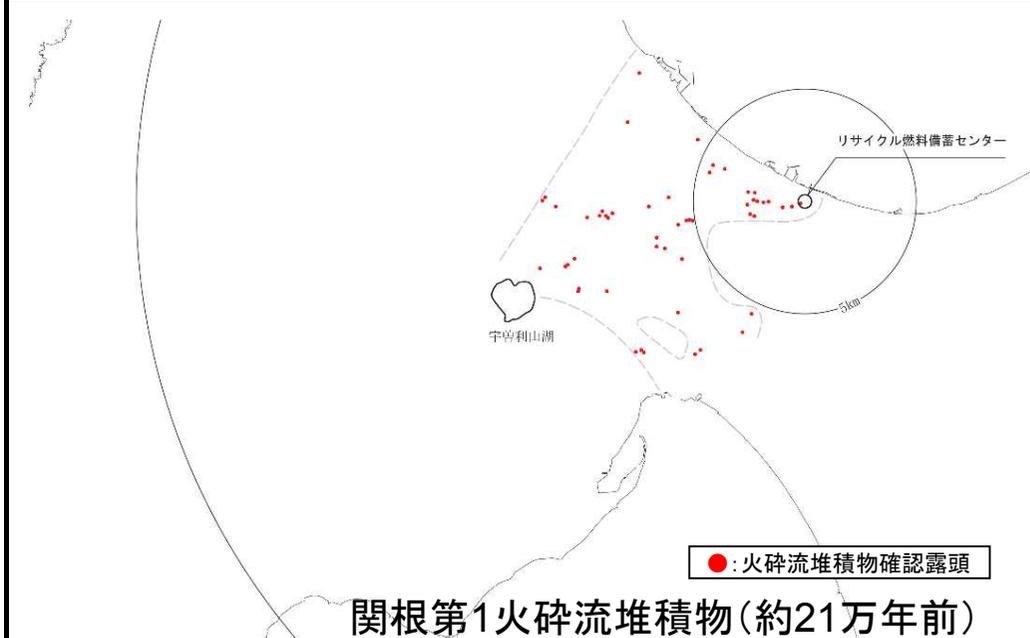
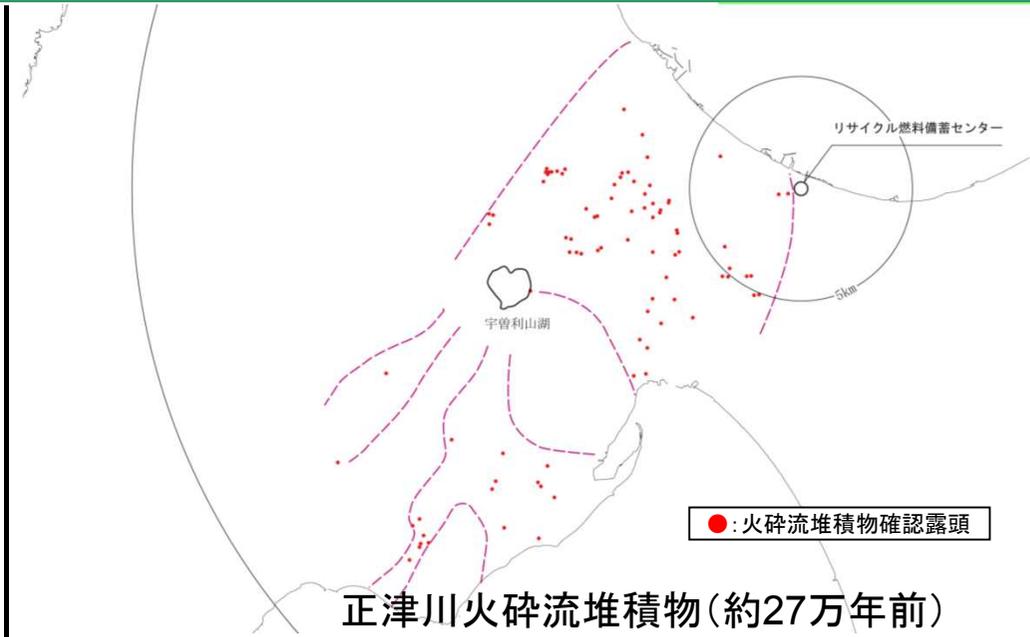


リサイクル燃料備蓄センター  
使用済燃料貯蔵事業変更許可申請  
火山影響評価  
(指摘回答)

平成28年12月16日  
リサイクル燃料貯蔵株式会社

### 3. 2 火砕物密度流・溶岩流の影響評価（恐山の火砕流堆積物分布）

敷地付近で確認された火砕流堆積物を確認した露頭位置図



## 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  
原子力規制庁

本年2月21日に開催された第67回原子力規制委員会において、更田委員長から、火山の巨大噴火に関する基本的な考え方について改めて分かりやすくまとめるよう指示があったので、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」（以下「火山ガイド」という。）における考え方を以下のとおり整理した。ここで「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、噴火規模としては、数10km<sup>3</sup>程度を超えるような噴火を指している。

### 1. 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

○火山影響評価は、火山ガイドの図1に従って行っており、このうち、設計対応不可能な火山事象については、当該事象が原子力発電所の運用期間中に影響を及ぼす可能性が十分小さいかどうかを評価する。過去に巨大噴火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。

### 2. 巨大噴火の可能性評価の考え方について

○巨大噴火の可能性評価に当たっては、火山学上の各種の知見を参照しつつ、巨大噴火の活動間隔、最後の巨大噴火からの経過時間、現在のマグマ溜まりの状況、地殻変動の観測データ等から総合的に評価を行い、火山の現在の活動状況は巨大噴火が差し迫った状態にあるかどうか、及び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かどうかを確認する。

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

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

### 3. 巨大噴火以外の火山活動の評価の考え方について

○巨大噴火以外の火山活動について、その活動の可能性が十分小さいと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、火山ガイドに従い、「検討対象火山の過去最大の噴火規模」について火山事象の評価を行うこととなる。ここで「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。

### (参考) 火山活動のモニタリングについて

○火山活動のモニタリングは、「運用期間中の巨大噴火の可能性が十分に小さい」と評価して許可を行った場合にあっても、この評価とは別に、評価の根拠が継続していることを確認するため、評価時からの状態の変化を検知しようとするものである。また、火山ガイドでは、モニタリングにより火山活動の兆候を把握した場合には、当然のこととして、原子炉の停止を含めた対処方針を事業者が事前に定めておくこととされている。事業者の火山活動のモニタリング評価結果については、原子炉安全審査会に設置されている原子炉火山部会において少なくとも年一回評価することとしている。

○また、原子力規制委員会が策定する原子炉の停止等に係る判断の目安についても原子炉火山部会において検討中である。

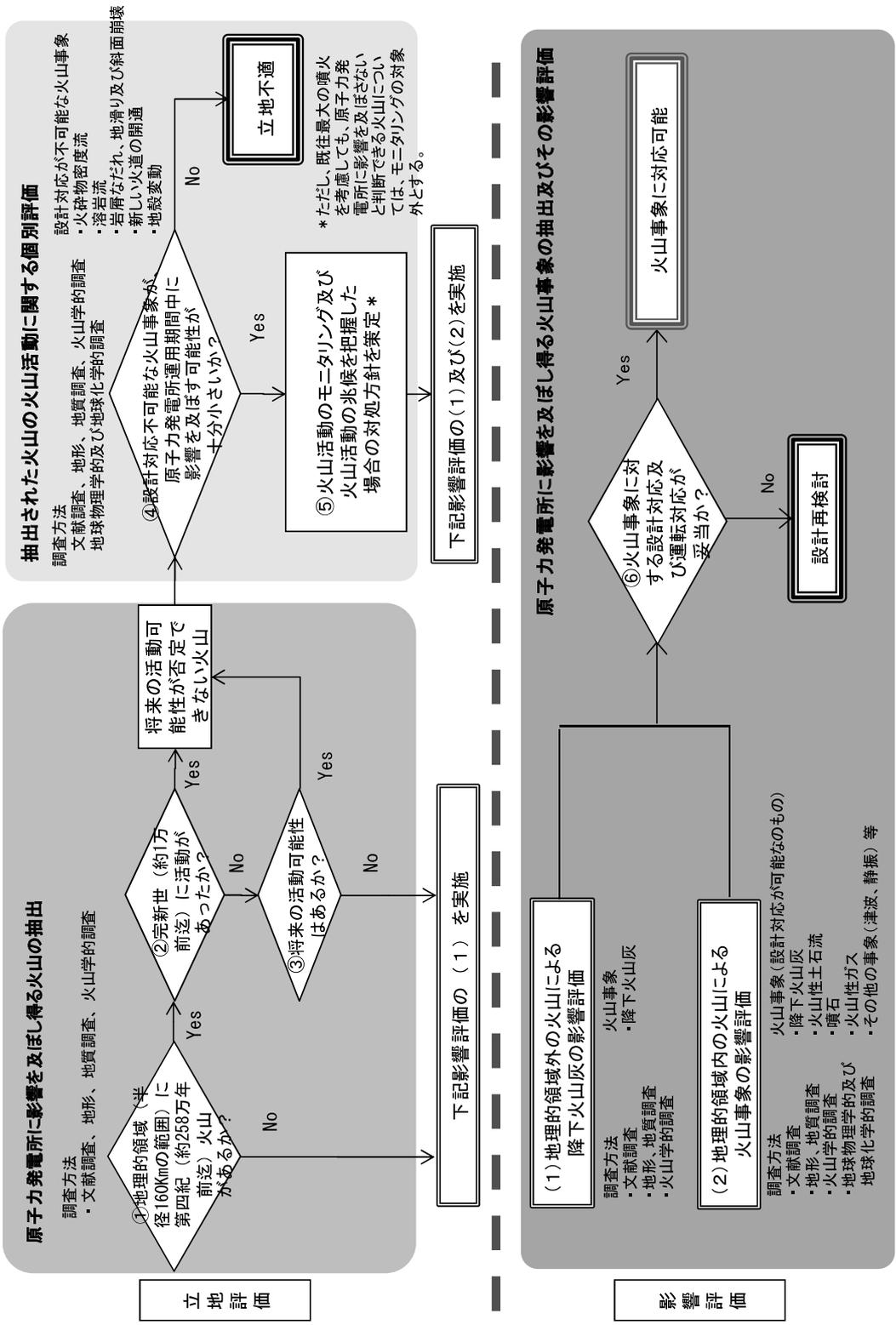


図1 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の基本フロー

原子炉の停止等に係る判断の目安の  
基本的考え方について(案)

平成30年8月10日

原子力規制庁

# 「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」 における考え方

「原子力施設における火山活動のモニタリングに関する提言とりまとめ」(平成27年7月31日)において、「原子力規制委員会として、原子力施設設置者が行うモニタリングによって巨大噴火につながる可能性のある観測データの変化が確認された場合には、運転停止命令を含む対応の要否について判断することが必要となることも考えられる。」とし、異常の判定の考え方と判断基準に関して、以下のとおりとしている。

## 異常判定の考え方

対象火山の観測データが現状から変化したという時点で安全側に判断するという対処法を検討しており、判定を行う際はこのような異常検知の限界も考慮して、“空振りも覚悟のうえ”で安全側にたった判定を行い、早期警戒として責任をもった処置を講ずる必要があるとする方針である。

## 判断基準

現状で不確定な要素を含んでいるものの、少なくとも予め閾値を定めておいたうえで、それを超えた場合は遅滞なく予定した行動に移行することが必要である。原子炉は短時間で停止することが可能だが、通常行われている使用済み核燃料の冷却・搬出には年単位の時間を要していることを考慮すれば、事態が深刻化してからでは対処が間に合わない可能性がある。」としている。

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第7回会合(平成27年7月31日)、資料1「原子力施設に係る巨大噴火を対象とした火山活動のモニタリングに関する基本的考え方」及び資料3「原子力施設における火山活動のモニタリングに関する提言とりまとめ」より抜粋

## 原子炉安全専門審査会原子炉火山部会への調査審議事項

原子炉安全専門審査会火山部会第1回会合、平成28年10月17日、資料5(再掲)

原子力規制委員会は、発電用原子炉設置者が行う火山モニタリングの結果について評価するとともに、設計対応が不可能な火山事象により安全性に影響が及ぶ可能性は十分小さいとした状況に変化が生じた場合には、早い段階で原子炉の停止を命じるなどの対応をとることとしている。

これらに関し、原子力規制委員会が評価及び判断を適切に行うためには、火山学、測地学、地質学、地震学等関連する学術分野の外部専門家や関係研究機関、関係行政機関が有する知見が必要であり、原子炉安全専門審査会に対して、原子力規制委員会における火山モニタリングに係る評価及び原子力規制委員会が策定する原子炉の停止等に係る判断の目安について調査審議を行うよう指示する。

(原子炉安全専門審査会における新たな調査審議事項等について、原子力規制委員会、平成27年12月16日、資料3-1)

原子力規制委員会から原子炉安全専門審査会へ指示された調査審議事項(原子炉安全専門審査会から原子炉火山部会に付託)は、以下の2つである。

- ①原子力規制委員会が行う発電用原子炉設置者の火山モニタリング結果に係る評価
- ②原子力規制委員会が策定する火山活動に係る原子炉の停止等に係る判断の目安

(原子炉安全専門審査会への指示について(通知)、原子炉安全専門審査会・核燃料安全専門審査会 第7回合同審査会、平成28年3月25日、資料3-1)

### 【上記②の説明】

原子力規制委員会は、設計対応が不可能な火山事象により安全性に影響が及ぶ可能性は十分小さいとした状況に変化が生じた場合には、早い段階で原子炉の停止を命じるなどの対応をとることとしている。このため、あらかじめ「原子炉の停止等に係る判断の目安」を整理しておく必要があり、この「目安」について、御審議いただく。なお、最終的に原子炉等の停止等に係る判断を行うのは原子力規制委員会である。

(原子炉安全専門審査会火山部会第1回会合、平成28年10月17日、資料2)

## 原子炉安全専門審査会火山部会第3回会合における委員からの主な意見

- どれくらい前にそれ(巨大噴火、あるいは、桜島大正クラスの噴火)を評価する必要があるのか、規模の大きさはどれくらいを評価する必要があるのか。その目的として、今回、対象としているのは、どれくらいのスパンの予測であったり、ないしは推移の評価であるのかということを明示して欲しい。(篠原委員)
- 前回会合のコメントに、「どのようなハザードをマネジメントしていくのかわからない。」とある。どういう事象になったらどういうことをしなきゃいけないかとかは判断できないが、どういう事象になるかということは、ある程度議論できると思うので、どのレベルで判断したらいいのか説明して欲しい。(篠原委員)
- 過去の事例においても、VEIで言うと、4ないし5クラスの火山噴火の場合でも、いわゆる顕著な現象が表れるというのが、非常に短時間でしか物事が実際のところわかっていない。そう考えると、事業者が年に1回報告する仕組みではナンセンスなのではないか。評価自体も、公的機関などと、きちんと連携して、事業者の評価だけに頼らずに、できるだけリアルタイム的な評価というのを得るような体制をつくらなければ、せっかくモニタリングしても、なかなか、活かすのが非常に難しいのではなか。(宮町委員)
- ダイレクトに火山活動が今どうなるからカルデラ噴火に至るかどうかというよりは、やはり長期的な地殻変動、モニタリング、それで顕著な変動があるかないかというのを見ていくのが、今の段階では、我々がやらざるを得ないところであろうと考える。(小林部会長)
- どういう火山現象があったときに止めることを検討するのかということを具体的に示していただければ、今度は現象が起きそうかという判断基準の目安を考えると、火山の立場から考えやすい。ぜひ、次回説明していただくのであれば、そういう観点からお願いしたい。(村上部会長代理)

## 原子炉の停止等に係る判断の目安の基本的考え方(案)(1/4)

### 原子炉の停止等に係る判断の「目安」とは何か

- 原子炉の停止等に係る判断の「目安」とは、①早期警戒のための安全側にたった(巨大噴火\*)に至らないかも知れないが念のための)目安なのか、②巨大噴火が差し迫った状態と考えられるモニタリングデータが得られた段階の目安なのか、という2つの考え方がある(次ページの目安①、目安②に対応)。

(\*)ここでいう「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、噴火規模としては、数10km<sup>3</sup>程度を超えるような噴火を指している。(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(原子力規制委員会、平成30年3月7日、資料6))

- 「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」における提言取りまとめでは、「現代の火山モニタリング技術で巨大噴火の発生に至る過程を捉えた事例は未だなく、実際にどのような異常が観測されるかの知見は未だ無い状況である。このような現状において、巨大噴火の時期や規模を正確に予知するだけのモニタリング技術はないと判断される。」との見解が示されている。現状では火山専門家のコンセンサスを得て、かつ、短期間で目安②の作成は困難である。
- 過去のいくつかの(巨大噴火よりも小さい)大規模噴火の事例を鑑みると、前駆現象が認められた事例があり、巨大噴火の早期警戒に対しても火山モニタリングが有用であることは想定される(例えば、1914年桜島大正噴火では、水準測量による地殻変動のデータがある)。過去の事例調査も踏まえ、マグマ溜まりの成長に伴う地殻変動等をモニタリングすることが、現実的であり議論可能な範疇ではないか。

# 原子炉の停止等に係る判断の目安の基本的考え方(案)(2/4)

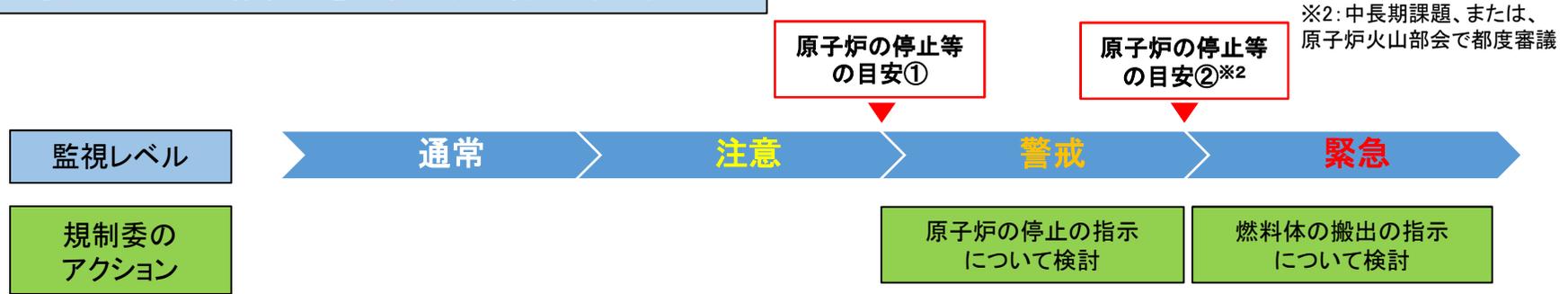
## 原子力規制委員会の「監視レベルの段階設定」について

### 「監視レベルの段階設定」の前提

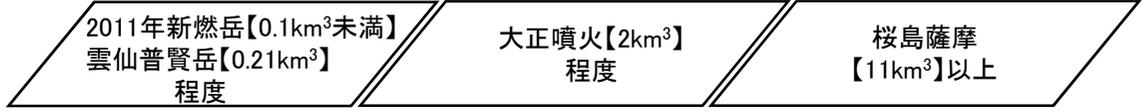
- 監視レベルの段階設定の前提として、「巨大噴火は、マグマ溜まりの成長、広域的な地殻変動、火山性地震の増加、及び火山性ガス放出量の増加等を経て噴火に至る可能性がある」と考える。その上で、原子力規制委員会の監視レベルの段階を国内外の火山防災を目的とした監視レベルの段階設定※1を参考とし、「通常」、「注意」、「警戒」及び「緊急」の4段階と考える。
- 巨大噴火に至る過程で火山活動や地殻変動等が活発化していくとの考えの下、段階の進展に応じて監視頻度の増加等を検討する。

※1: 諸外国の火山防災体制、内閣府、火山防災対策会議(第6回)、平成29年6月23日、資料2-1

### 「監視レベルの段階設定」と原子炉の停止等の目安



(例)噴火規模  
川内原子力発電所を  
考えた場合の想定  
(直接計測できないので、  
噴煙柱高度等で類推。)



(歴史記録として残っている最大規模)

(設置変更許可で想定した噴火規模(最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模))

## 原子炉の停止等に係る判断の目安の基本的考え方(案)(3/4)

### 目安①の考え方

目安①は、複数の監視項目における観測データにおいて、平常時の火山活動(これまでの観測データ)とは異なる兆候を継続的に示している場合と考える。

⇒ 目安①を原子炉火山部会でご審議いただく

### 目安②の考え方

目安②は、火山影響評価ガイドに示している「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」とする前提条件が失われたと判断される場合、または、火山の現在の活動状況は巨大噴火が差し迫った状態と考えられるモニタリングデータが得られたと判断される場合と考える。

⇒ 目安②は中長期課題と位置付け、今後の審議事項とする。

# 原子炉の停止等に係る判断の目安の基本的考え方(案)(4/4)

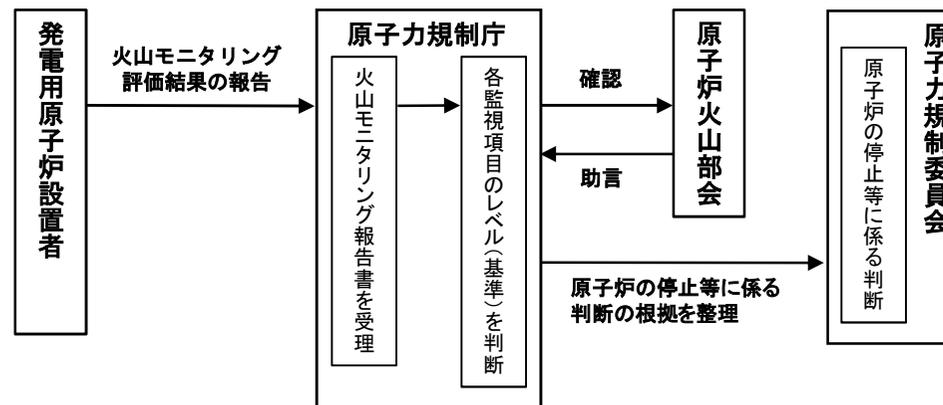
## 原子力規制委員会における原子炉の停止等に係る判断

- 原子力規制庁は、監視項目における観測データが、あるレベル(基準)に達したと認定する。
- 原子力規制委員会は、委員会として下記により判断を行う。
  - ✓ 原子炉の停止等の判断にあたっては、単独の監視項目だけで判断せず、組合せにより判断する。
  - ✓ 地質学的観測事象を考慮し、地球物理学的観測事象、地震波トモグラフィー、比抵抗構造の評価により判断する。なお、判断に当たっては、気象庁の火山情報や公的機関の評価も参考とする。

- ・地球物理学的観測事象～地震活動、地殻変動、火山ガス
- ・地質学的観測事象～噴火規模(噴煙柱高度)、降灰、火砕物密度流、噴出物

## 火山部会の関与

- 原子炉火山部会は、「個別の監視項目における観測データが、あるレベル(基準)に達した」とする原子力規制庁の認定を確認するとともに、必要に応じ留意事項等を助言する。



平成27年(ワ)第33号 川内原発稼働等差止仮処分申立却下決定に対する即時抗告事件(原審・鹿児島地方裁判所平成26年(ワ)第36号)

決 定

当事者の表示 別紙当事者目録記載のとおり

主 文

- 1 抗告人らの本件抗告をいずれも棄却する。
- 2 抗告費用は抗告人らの負担とする。

理 由

第1 抗告の趣旨

- 1 原決定を取り消す。
- 2 相手方は、相手方が設置している原決定別紙設備目録記載の川内原子力発電所1号機及び2号機を運転してはならない。

第2 事案の概要

以下、略称については、本決定において新たに定めるほかは、原決定のそれに従う。

本件は、抗告人らが、相手方が設置、運転している原決定別紙設備目録記載の川内原子力発電所1号機及び2号機(以下、それぞれ「川内1号機」及び「川内2号機」といい、併せて「本件原子炉施設」という。)は、地震や火山噴火等に対する安全性が著しく不十分であり、地震動や火山噴火による火砕流や火山降下物等の事象により、本件原子炉施設から大量に放射性物質が外部に放出される事故が発生し、抗告人らの生命、身体に危険が生じるおそれがあると主張して、人格権に基づき、本件原子炉施設の運転の差止めを命じる仮処分命令を申し立てた事案である。

原審は、上記事象によって、本件原子炉施設から放射性物質が外部に放出される事故が発生し、抗告人らの生命、身体に危険が生じるおそれがあるとは認められないとして、抗告人らの本件仮処分命令の申立てをいずれも却下したこ

とから、これを不服として抗告人らが本件即時抗告をした。

1 前提事実

前提事実は、以下のとおり補正するほかは、原決定の「理由」中「第2 事案の概要」の2に記載のとおりであるから、これを引用する。

- (1) 原決定4頁5行目「である」の後に「。電気協会耐震設計技術指針(JEAG4601-1970)によると、原子力発電所における安全上重要な施設は、建築基準法の3倍(機器・配管系はさらに2割増しの3.6倍)を想定した静的地震力と設計地震による地震動を想定した動的地震力に対して、変形が弾性範囲に収まるよう設計することとされていた。さらに、安全上特に重要な施設においては、この設計地震の1.5倍の強さの地震波(安全余裕検用地震動)を用いて安全上の余裕を確認することとされていた。」を加え、12行目「地帯構造」を「地体構造(地震の性質に影響を与えるような地質構造や地形の地域性)」と改める。
- (2) 原決定5頁1行目「(乙101)」を「。旧耐震指針は、地震動を想定するに当たって、活断層や地震地体構造を考慮するとされたが、これらは、旧耐震指針策定当時の地質学等の知見を踏まえたものである。また、強震観測記録の蓄積を踏まえ、応答スペクトルに基づく手法が提唱されていたが、この手法も初めて基準地震動の評価に取り入れられた。旧耐震指針においては、電気協会耐震設計技術指針(JEAG4601-1970)と同様、原子力発電所における安全上重要な施設は、建築基準法の3倍(機器・配管系はさらに2割増しの3.6倍)を想定した静的地震力と設計用最強地震に基づく基準地震動 $S_1$ による動的地震力に対して、変形が弾性範囲に収まるよう設計することとされていた。さらに、安全上特に重要な施設においては、設計用限界地震による基準地震動 $S_2$ 及び直下地震による基準地震動 $S_2$ による動的地震力を用いてその安全機能が保持できることを確認することとされていた。このように、旧耐震指針は、旧耐震指針前から考慮していた過去地震(被害地震歴)

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

イ 相手方が行った火山の影響評価は、前提事実(10)イ及び認定事実イのとおりであり、その概略は次のようなものである。

(ア) 相手方は、火山による影響を評価するに当たり、まず、本件原子炉施設の敷地から半径160km内にある5つのカルデラ火山（始良，加久藤・小林，阿多，阿蘇及び鬼界）のほか合計34の火山の中から、完新世に活動を行った火山又は完新世に活動がなかった火山でも将来の活動が否定できないものとして、上記5つのカルデラ火山を含めた合計14の火山を抽出した。

(イ) 次に、相手方は、上記14の火山につき、破局的噴火の活動間隔と直近の破局的噴火からの経過時間の比較、Nagaoka(1988)による噴火ステージ論及び地球物理学的情報から判断されるマグマ溜りの状況等を踏まえて、本件運用期間中の破局的噴火の可能性について評価を行ったところ、いずれも本件運用期間中の破局的噴火の可能性は十分に低いものと判断したが、上記5つのカルデラ火山については、本件運用期間中にモニタリングを行い、地殻の変動状況等を継続的に確認することとした。

(ロ) そして、相手方は、上記14の火山のうち、阿蘇カルデラ、始良カルデラ、阿多カルデラ、加久藤・小林カルデラ及び鬼界カルデラについては、VEI6以下の既往最大規模の噴火を、その余の9火山については各火山の既往最大規模の噴火を考慮して、降下火砕物以外の火山事象（火砕物密度流や溶岩流など）が本件原子炉施設に与える影響を評価したところ、いずれも本件原子炉施設の敷地には到達しないことを確認し、降下火砕物については、過去影響が最も大きかった約1万3000年前の桜島薩摩噴火を踏まえて、本件原子炉施設に層厚15cmの降下火砕物が生じた場合についての評価をして、防護設計を行った。

ウ 原子力規制委員会は、認定事実ウ(イ)のとおり、相手方の検討対象火山の抽出並びにその立地評価及び影響評価がいずれも火山ガイドを踏まえたものになっているとして新規制基準に適合するものとしている。

### (3) 立地評価に関する火山ガイドの合理性

ア 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。）が発生した場合においても安全機能が損なわれないものでなければならないとし、同条2項は、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なければならないとしており、設置許可基準規則解釈は、「想定される自然現象」には火山による影響を含むものとし、「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としている。そして、火山ガイドは、発電用原子炉施設の火山影響からの安全性の確保に関する上記新規制基準の定めを受けて、原子力発電所への火山影響を適切に評価するため、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出、抽出された火山の火山活動に関する個別評価、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価のための方法と確認事項をとりまとめたものであり、前記のとおり、立地評価と影響評価から構成されている。

火山ガイドにおける立地評価は、火山事象のうち「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」、「地殻変動」の5事象を設計対応不可能な火山事象とし、原子力発電所の運用期間（原子力発電所に核燃料物質が存在する期間）中に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（到達する）可能性の大きさを基準とし、その可能性が十分に小さいと評価できない場合には、原子力発電所の立地を不適とし、その可能性が十分に小さいと評価できる場合には、

立地不適としないが、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運用期間中のモニタリングを行うこととし、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（火山活動の兆候を把握した場合）には、原子炉の停止、適切な核燃料の搬出等の実施を含む対応を行うものとして、その判断条件及び実施方針を定めるというものである。なお、設計対応不可能な火山事象の選定は、IAEA SSG-21に従ったものであるとされる。

イ 上記のとおり、立地評価に関する火山ガイドの定めは、原子力発電所にとって設計対応不可能な火山事象が当該原子力発電所の運用期間中に到達する可能性の大小をもって立地の適不適の判断基準とするものであり、しかも、上記の可能性が十分小さいとして立地不適とされない場合であっても、噴火可能性につながるモニタリング結果が観測された（火山活動の兆候を把握した）ときには、原子炉の停止、適切な核燃料の搬出等の実施を含む対応を行うものとしているところからすると、地球物理学的及び地球化学的調査等によって検討対象火山の噴火の時期及び規模が相当前の時点での確に予測できることを前提とするものであるということが出来る。

そうであるところ、認定事実によれば、火山の噴火規模と噴火頻度ないし休止期間との間に相関関係が認められ、この関係は、個々の火山のみならず火山帯ないし地域においても成り立つことが広く承認されているものの、最新の知見によっても噴火の時期及び規模についての的確な予測は困難な状況にあり、VEI 6以上の巨大噴火についてみても、中・長期的な噴火予測の手法は確立しておらず、何らかの前駆現象が発生する可能性が高いことまでは承認されているものの、どのような前駆現象がどのくらい前に発生するのかについては明らかではなく、何らかの異常現象が検知されたとしても、それがいつ、どの程度の規模の噴火に至るのか、それと

も定常状態からのゆらぎに過ぎないのかを的確に判断するに足りる理論や技術的手法を持ち合わせていないというのが、火山学に関する少なくとも現時点における科学技術水準であると認められる（前記モニタリング検討チームにおける検討結果として原子力規制庁が平成27年8月26日付でとりまとめた「提言とりまとめ」の内容は、現時点における火山学の科学技術水準を的確に要約したものであるということが出来る。）。

そうであるとすれば、現在の科学的技術的知見をもってしても、原子力発電所の運用期間中に検討対象火山が噴火する可能性やその時期及び規模を的確に予測することは困難であるといわざるを得ないから、立地評価に関する火山ガイドの定めは、少なくとも地球物理学的及び地球化学的調査等によって検討対象火山の噴火の時期及び規模が相当前の時点での確に予測できることを前提としている点において、その内容が不合理であるといわざるを得ない。立地評価は、そもそも設計対応不可能な事象の到達、すなわち、いかなる設計対応によっても発電用原子炉施設の安全性を確保することが不可能な事態の発生を基準とするものであって、その評価を誤った場合には、いかに多重防護の観点からの重大事故等対策を尽くしたとしても、その危険が現実化した場合に重大事故等を避けることはできず、しかも、火山事象の場合、その規模及び態様等からして、これによってもたらされる重大事故等の規模及びこれによる被害の大きさは著しく重大かつ深刻なものとなることが容易に推認される。このような観点からしても、立地評価に関する火山ガイドの定めは、発電用原子炉施設の安全性を確保するための基準として、その内容が不合理であるというべきである。そして、発電用原子炉施設の安全性確保のために立地評価を行う趣旨からすれば、火山噴火の時期及び規模を的確に予測することが困難であるという現在の科学技術水準の下においては、少なくと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

が当該発電用原子炉施設の地理的領域に存在する場合には、原則として立地不適とすべきであると考えられる。

なお、火山ガイドの策定に当たって参考とされた「IAEA安全基準『原子力発電所の立地評価における火山ハザード』(No.S.S.G-21)」(乙199)においては、サイト(敷地)固有の火山ハザード評価として、決定論的手法と確率論的手法の組合せが必要となり、決定論的手法による場合は、過去の火山活動の経験的な観察、他の火山からの類似情報、火山プロセスの数値シミュレーションに基づき閾値を判断し、サイトの適合性及び設計基準上の判断は、これらの閾値が許容限界を超えるか否かに基づいて行うものとされ、確率論的手法による場合は、任意の規模の災害的な現象が制限値を超える確率の分布を求めるため、経験的な観察、他の火山の類似情報、火山プロセスの数値シミュレーションを使用してよく、サイトの適合性及び設計基準上の判断は、これらの確率分布の分析結果に基づいて行うものとされ、いずれの評価手法においても、発生し得る火山事象の発生可能性と原子力発電所に対するそれらの影響可能性を評価するものとされている。そして、サイト除外基準とされる火山事象(設計対応不可能な事象)としての火砕物密度流については、決定論的手法では、噴火で引き起こされる火砕物密度流の量とエネルギーを考慮する必要があり、潜在的な最大到達距離に基づき閾値を定めなければならないとされ、これらの現象のスクリーニング距離は、対象の地域に堆積する火砕物密度流堆積物の体積と性質に基づくか、又は類似火山の流れ現象を参考とすることによって判断されるなどとされ、確率論的評価では、与えられた噴火強度の噴火確率と、火砕物密度流に係る条件付確率分布を掛けた関数として計算すべきであるなどとされている。

ウ もっとも、前記のとおり、原子炉等規制法は、大規模な自然災害の発生をも想定した必要な規制を行うことを目的として規定しているものの、想

定すべき自然災害の内容や規模については、具体的な定めをしていないが、本件改正後の原子炉等規制法における規制の目的及び趣旨からすれば、原子炉等規制法は、最新の科学的技術的知見を踏まえて合理的に予測される規模の自然災害を想定した発電用原子炉施設の安全性の確保を求めるものと解される。また、福島第一原発事故の経験を経た後の我が国において発電用原子炉施設の安全性の確保について上記のような立法政策がとられたことに鑑みれば、発電用原子炉施設の安全性が確保されないときにもたらされる災害がいかにか重大かつ深刻なものであるとしても、原告人らが主張するような発電用原子炉施設について最新の科学的、技術的知見を踏まえた合理的な予測を超えた水準での絶対的な安全性に準じる安全性の確保を求めることが社会通念となっているということもできず、また、極めてまれではあるが発生すると発電用原子炉施設について想定される原子力災害をはるかに上回る規模及び態様の被害をもたらすような自然災害を含めて、およそあらゆる自然災害についてその発生可能性が零ないし限りなく零に近くなる限り安全確保の上でこれを想定すべきであるとの社会通念が確立しているということもできないのであり、原子力利用に関する現行法制度の下において上記のような立法政策が採用されていると解すべき根拠も見いだせない。

これを火山事象についてみると、火山の噴火規模と発生頻度との間に相関関係が認められており、その規模が大きくなればなるほど、発生頻度(発生確率)は低下する関係にあるが、発生確率が零になることはないものであり、地球物理学的な観点からして、その規模には限界が考えられるとしても、その最大規模の火山事象の発生頻度(発生確率)が零になることはないものであって、VEI7以上のいわゆる破局的噴火についても、その頻度は極めてまれであるとしても、世界中のみならず日本国内においても将来必ず発生するものであり、更には本件原子炉施設の存在する南九州地域に



においても将来必ず発生するものであるといえる。他方で、前記のとおり、最新の知見によっても噴火の時期及び規模についての的確な予測は困難な状況にあり、VEI 6以上の巨大噴火についてみても、中・長期的な噴火予測の手法は確立しておらず、何らかの異常現象が発生する可能性が高いことまでは承認されているものの、どのような前駆現象がどのくらい前に発生するのかについては明らかではなく、何らかの異常現象が検知されたとしても、それがいつ、どの程度の規模の噴火に至るのか、それとも定常状態からのゆらぎに過ぎないのかを的確に判断するに足りる理論や技術的手法を持ち合せていないというのが、火山学に関する少なくとも現時点における科学技術水準であると認められる。そうであるとすれば、発電用原子炉施設の安全性確保のための火山事象の想定においては、上記のような合理的予測の困難さを踏まえつつ、我が国の社会がこれに対する危険性をどの程度まで容認するかという社会通念を基準として判断するほかないというべきである。

前記のとおり、VEI 7以上のいわゆる破局的噴火については、日本全体でみても（日本には世界の活火山の約7%が存在するといわれている。甲16, 431）約1万年に1回程度とされており、約7300年前の鬼界アカホヤ噴火が完新世（約1万1700年前以降）における地球上で最大の噴火であるとされているが、地球物理学的見地からは、将来必ず発生するものである。他方で、前記のとおり、VEI 7以上のいわゆる破局的噴火がもたらす影響は、鬼界アカホヤ噴火によって発生した巨大火砕流が薩摩・大隅半島、種子島、屋久島を覆い、火山灰は偏西風により東日本まで運ばれて、南九州の縄文文化と自然環境に壊滅的なダメージを与えるとともに、西日本から東日本にかけても降灰による甚大な影響を及ぼしたと考えられるとされ、約9万年前の阿蘇4噴火（日本最大級の噴火といわれる。）によって発生した火砕流が南九州の一部を除きほぼ九州一帯に及ん

だほか、山口県や愛媛県の一部にも達したといわれ、その降下火山灰は北海道でも約15cmの厚さで地層に残されているとされ、約3万年前の始良Tn噴火によって発生した火砕流が、90km以上流走し、南九州にシラス台地を形成するとともに、北方の九州山地を超えて人吉盆地にも流れ込み、その分布域は3万km<sup>2</sup>にも及んだなどとされているところからして、広大な地域の自然及び社会を一瞬にして壊滅させ、全国的規模で生活基盤や社会の諸機能に深刻な被害を与えるにとどまらず、地球的規模でその生態系等に影響を与えるものということができ、その被害の規模及び態様は、発電用原子炉施設について想定される原子力災害をはるかに上回るものということができる。

そうであるところ、少なくとも今日の我が国においては、このようにその影響が著しく重大かつ深刻なものではあるが極めて低頻度で少なくとも歴史時代において経験したことがないような規模及び態様の自然災害の危険性（リスク）については、その発生の可能性が相応の根拠をもって示されない限り、建築規制を始めとして安全性確保の上で考慮されていないのが実情であり、このことは、この種の危険性（リスク）については無視し得るものとして容認するという社会通念の反映とみることができる。

そうであるとすれば、発電用原子炉施設の安全性確保についてのみ別異に考える根拠はないというべきであり、上記のとおり発電用原子炉施設の安全性が確保されないときにもたらされる災害がいかに重大かつ深刻なものであるとしても、そのことから直ちに独り発電用原子炉施設についてのみこの種の自然災害の危険性（リスク）についてまで安全性確保の上で考慮すべきであるという社会通念が確立しているとまで認めることはできず、このような危険性（リスク）をも発電用原子炉施設の安全性確保の観点から自然災害として想定すべきか否かは、結局のところ政策判断に帰するものというべきところ、少なくとも原子力利用に関する現行法制度の下

においては、これを自然災害として想定すべきとの立法政策がとられていると解する根拠は見だし難い。

エ 以上認定説示したところによれば、少なくともVEI7以上の規模のいわゆる破局的噴火については、その発生の可能性が相応の根拠をもって示されない限り、発電用原子炉施設の安全性確保の上で自然災害として想定しなくても、当該発電用原子炉施設が客観的にみて安全性に欠けるところがあるということとはできない。また、そのように解しても、本件改正後の原子炉等規制法の趣旨に反するという 것도できない。これを火山の影響に係る立地評価の基準についていえば、過去の最大規模の噴火がVEI7以上の破局的噴火であってこれにより火砕物密度流等の設計対応不可能な火山事象が当該発電用原子炉施設に到達したと考えられる火山が当該発電用原子炉施設の地理的領域に存在する場合であっても、当該発電用原子炉施設の運用期間中にそのような噴火が発生する可能性が相応の根拠をもって示されない限り、立地不適としなくても、原子炉等規制法の趣旨に反するという ことはできず、また、原子炉等規制法の委任を受けて制定された設置許可基準規則6条1項の趣旨にも反しないというべきである（なお、上記のように解したとしても、設計対応不可能な火山事象が当該発電用原子炉施設に到達したと考えられる火山について火山ガイドに定める火山活動のモニタリングを行う意味が失われるものではない。）。

#### (4) 本件原子炉施設の立地評価について

ア 上記(1)において認定説示したとおり、発電用原子炉施設について火山の影響に対する安全性確保の観点から立地評価を行う趣旨からすれば、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が当該発電用原子炉施設の地理的領域に存在する場合には、原則として立地不適とすべきであるが、少なくとも過去の最大規模の噴火がVEI7以上の破局的噴火であるような場合には、当該発電用

原子炉施設の運用期間中にそのような噴火が発生する可能性が相応の根拠をもって示されない限り、立地不適としなくても、当該発電用原子炉施設が客観的にみて安全性に欠けるところがあるということとはできず、原子炉等規制法及び設置許可基準規則の趣旨にも反しないと解されるので、このような観点から本件原子炉施設の立地評価について検討する。

イ 前記のとおり、相手方は、本件原子炉施設の敷地から半径160km以内にある合計34の火山の中から、完新世に活動を行った火山及び完新世に活動を行っていないが活動履歴において最後の活動終了からの期間が過去の最大休止期間より長いなどとは認められない火山として5つのカルデラ火山を含む合計14の火山を抽出し、上記14の火山（検討対象火山）のうち阿蘇カルデラ、始良カルデラ、阿多カルデラ、加久藤・小林カルデラ及び鬼界カルデラについては、VEI6以下の既往最大規模の噴火を、その余の9火山については各火山の既往最大規模の噴火を考慮して、降下火砕物を除く火山事象（火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ、地滑り、斜面崩壊、火山土石流、火山泥流、火山ガス、新しい火口の開口、地殻変動等）については、いずれも本件原子炉施設の敷地まで到達しないなど影響がないことを確認し、また、本件原子炉施設敷地の半径5kmの範囲に火砕流堆積物が認められていることから、加久藤・小林カルデラ、始良カルデラ及び阿多カルデラについては、設計対応不可能な火山事象が過去に敷地に到達したことが否定できないが、これらの3カルデラに加えて阿蘇カルデラ及び鬼界カルデラについては、本件原子炉施設の運用期間中のVEI7以上の噴火の活動可能性は十分に小さいと判断している。

相手方の上記評価のうち上記5つのカルデラ火山の噴火の活動可能性に係る評価以外の部分については、認定事実にも照らしても、不合理な点は見当たらない。

ウ 前提事実(10)イ(イ)、認定事実イ及び疎明資料（乙57の1、59）によれ

ば、相手方が上記5つのカルデラ火山の噴火の活動可能性が十分に小さいと判断した根拠は、①鹿児島地溝全体としてのVEI7以上の噴火の平均発生間隔は約9万年であり、当該地域における最新のVEI7以上の噴火は約3.0万年ないし約2.8万年(始良Tn噴火)であることから、鹿児島地溝については、VEI7以上の噴火の活動間隔は最新のVEI7以上の噴火からの経過時間に比べて十分長い、②Nagaoka (1988)によると、始良カルデラ及び阿多カルデラにおいては、破局的噴火に先行して、プリニー式噴火が間欠的に発生するプリニー式噴火ステージ、破局的噴火が発生する破局的噴火ステージ、破局的噴火時の残存マグマによる火砕流を噴出する中規模火砕流噴火ステージ、多様な噴火様式の小規模噴火が発生する後カルデラ火山噴火ステージが認められるとされ、また、鍵山恒臣「マグマダイナミクスと火山噴火、地球科学の新展開」(2003)、東宮(1997)等によるマグマ溜まりの浮力中立点に関する検討及びRoche, O and Druitt T.H. 「Onset of caldera collapse during ignimbrite eruptions.」(2001)、篠原ほか(2008)等によるメルト含有物、鉱物組成等に関する分析結果に基づくと、破局的噴火時のマグマ溜まりは少なくとも地下10km以浅にあると考えられ、また、Druitt et al. (2012)によると、結晶成長に関する分析から、破局的噴火直前の100年程度の間、急激にマグマが供給されたと推定されている、③上記②の知見を踏まえ、地球物理学的調査の情報から各カルデラの地下構造を推定した知見や国土地理院による電子基準点の解析結果等に基づいてマグマの供給状態を推定し、また、階段ダイヤグラムに基づく噴火ステージの評価を行ったところ、④始良カルデラについては、破局的噴火の活動間隔は約6万年以上と考えられるから、破局的噴火までは十分な余裕があると考えられ、桜島の活動は後カルデラ火山噴火ステージとされており、破局的噴火に先行して発生するプリニー式噴火ステージの兆候が認められず、水準測量結果に基づくマグマ供給量はDruitt et

al. (2012) に示される破局的噴火直前でのマグマ供給量に比べ十分小さい、⑤加久藤・小林カルデラについては、破局的噴火の活動間隔は最新の破局的噴火からの経過時間に比べて短い、現在の霧島山の活動は後カルデラ火山噴火ステージと判断され、霧島山の比抵抗構造において、比抵抗域の上面は深さ約10kmとされ、加久藤カルデラの地下10km以浅に大規模な低比抵抗域は認められず、小林カルデラについては大規模なマグマ溜まりは存在しないと考えられ、マグマ溜まりの顕著な増大を示唆する基線変化は認められないから、現在のマグマ溜まりの状態は破局的噴火の直前の状態ではない、⑥阿多カルデラについては、破局的噴火の活動間隔は最新の破局的噴火からの経過時間に比べて長く、現在の噴火ステージは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であるものの、プリニー式噴火ステージの継続期間は数万年であって池田噴火からの経過時間に比べて十分長く、地震波速度構造においてマグマ溜まりの存在の可能性を示す低速度異常が認められるものの、マグマ溜まりの顕著な増大を示す基線変化は認められないから、現在のマグマ溜まりは破局的噴火直前の状態ではない、⑦鬼界カルデラについては、いずれの破局的噴火の活動間隔も最新の破局的噴火からの経過時間と比べて十分長く、薩摩硫黄島の活動は後カルデラ火山噴火ステージとされており、地下3kmにマグマ溜まりの存在が推定され、現在の火山ガスの放出量が800年間継続していたと仮定した場合80km以上のマグマ溜まりが存在すると推定されるが、マグマ溜まりの顕著な増大を示唆する基線変化は認められないから、現在のマグマ溜まりは破局的噴火直前の状態ではない、⑧阿蘇カルデラについては、破局的噴火の最短の活動間隔は最新の破局的噴火からの経過時間に比べて短い、現在の阿蘇山の活動は後カルデラ火山噴火ステージと判断され、地震波速度構造において地下6kmに小規模なマグマ溜まりは認められるものの、大規模なマグマ溜まりは認められず、また、地下10km

以浅にマグマと予想される低比抵抗域は認められず、阿蘇4噴火以降の火山岩の分布とそれらの組成から、大規模な流紋岩質ないしデイサイト質マグマ溜まりは想定されず、マグマ溜まりの顕著な増大を示唆する基線変化は認められないから、現在のマグマ溜まりは破局的噴火直前の状態ではない、というものである。

エ 相手方が上記5つのカルデラ火山の噴火の活動可能性が十分に小さいと判断した根拠のうち、上記ウ①の鹿児島地溝全体としてのVEI7以上の噴火の平均発生間隔については、確かに、認定事実によれば、南九州には、1000万年前以降の沖縄トラフの形成、拡大と関連して形成された鹿児島地溝と呼ばれる火山構造性地溝が存在しており、始良カルデラ、阿多カルデラ及び加久藤・小林カルデラは鹿児島地溝に存在し、鬼界カルデラも鹿児島地溝に存在するものもあり、また、鬼界カルデラを始め阿多、始良等の大型カルデラの配置が鹿児島地溝と重なるのは、熱源とともにマグマが蓄積しやすい地殻の応力状態と温度構造が継続しているためと考えられるとする見解や、さらに、噴火規模と噴火頻度との関係は個々の火山にとどまらず地域で見ても良い相関があり、巨大噴火についても、鹿児島地溝全体で熱の放出量の観点からみると統計的に扱うことができるとする見解(乙64)もある。しかし、それ以上に鹿児島地溝に存在するカルデラ火山の破局的噴火の発生に周期性ないし規則性があることを理論的に根拠づける疎明資料はなく、BPT分布による確率計算(乙83)もこれを統計的に裏付けるものということではできない。

また、前記②のうち Nagaoka (1988) (乙65) のいわゆる噴火ステージ論についても、同論文は、南九州地方の鹿児島湾周辺におけるカルデラ火山の第4紀後期テフラ層の検討から第4紀後期の噴火シーケンスを整理したものであり、鹿児島地溝に存在するカルデラ火山が同論文で整理されたような噴火サイクルを繰り返すことについての理論的根拠は示されて

いない(甲266の1)。

また、前記②のうち Druitt et al. (2012) の破局的噴火直前の100年程度の間には急激にマグマが供給されるという知見についても、同論文は、サントリーニ火山のミノア噴火(マグマ噴出量40~60km<sup>3</sup>とされているところからしてカルデラ噴火ではあるがVEI7以上のいわゆる破局的噴火ではないと考えられる。)についての記述であって、カルデラ火山一般について述べたものでなく、また、その推論の前提とされた岩石学的手法についての問題点も指摘されている(甲266の1、乙82)。

さらに、マグマ溜まりの顕著な増大が基線変化として現れるとする点についても、マグマ溜まり底部の流動変形やマグマの圧縮性等からマグマ溜まりへのマグマの供給率が過小評価となる可能性等が指摘されている(甲266の1、乙250)。

オ 上記エで指摘した点等からすれば、相手方がした前記5つのカルデラ火山の噴火の活動可能性が十分に小さいとした評価には、その過程に不合理な点があるといわざるを得ない。

カ もっとも、認定事実等からすれば、少なくとも破局的噴火が発生するためには地下浅所に大量の主に珪長質マグマ(流紋岩質ないしデイサイト質)が蓄積されている必要があるというのが一般的な知見である(ただし、地下10km以浅に蓄積されるという知見が確立しているものではない。甲266の1)。また、地下浅所のマグマ溜まりは破局的噴火の直前の数千年から数百年(あるいはそれ以下)のきわめて短期間に大量のマグマが充填されて形成されるとする見解も有力である。さらに、破局的噴火の直前にはプリニー式等の爆発的噴火が先行することが多く、このことはカルデラ噴火の機序からも説明できる。他方で、マグマの蓄積率を推測する手法は存在するものの、マグマの蓄積量を精度良く推測する手法はいまだ存在しないとされている(甲65、乙82)。

認定事実これらの知見を踏まえて検討すると、前記5つのカルデラ火山のうち、加久藤・小林カルデラについては、加久藤カルデラと重なるように存在している霧島火山群の北西部の火山で深さ10km以浅にマグマが滞留しているとされるものの、それ以外に破局的噴火につながり得るような事象等は示されておらず、少なくとも現時点においては、本件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相応の根拠をもって示されているということとはできない。また、阿多カルデラについても、阿多カルデラ地域の地震波速度構造において、深さ5kmに桜島、霧島等と同様の火山活動に関連する可能性がある低速度異常が認められるものの、阿多カルデラのマグマ溜まりの状況等を明らかにするに足りる疎明資料はないというのであるから、同様に、本件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相応の根拠をもって示されているということとはできない。さらに、阿蘇カルデラについても、草千里南部付近直下(地下6km)にマグマ溜まりが存在することが推測されているほか、マグマ溜まりの存在を示唆する調査結果等が得られているが、カルデラ直下に大規模な珪長質マグマ溜まりが存在することを裏付ける材料は見いだされておらず、これらからすると、本件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相応の根拠をもって示されているということとはできない。

以上に対し、始良カルデラは、本件原子炉施設敷地の最も近くに位置するカルデラ火山であるところ、始良カルデラ中央部の比較的浅所(海面下5km以深、10km、12km等)にマグマ溜まりが存在し、珪長質マグマが蓄積されつつあるとされ、その量を数十km程度と推測するものもあるが、現在桜島で噴出しているマグマが安山岩質であることから、マグマ供給系について種々の説明が試みられている。また、始良カルデラについては、始良カルデラの内部ないし周辺で、7500年に一度の割合で噴火が発生し、始良火砕噴火(始良Tn噴火)の直前の3000年間は1000年に

一度の割合に急増しており、直前の前兆現象ではないが、大規模なカルデラ噴火に向かって徐々にマグマの噴出頻度が増しているのは注目すべき現象であるとする見解(乙66)、大正3年(1914年)の噴火(VEI4)によって生じた地盤沈降がその後の隆起により回復されてきて、2020年代から2030年代にはほぼ100%に達する見込みであるから、今後大正3年級大規模噴火(VEI4)に備える時期に入ってきたといえるとする見解や(乙86)、日本では、樽前山の噴火(1739年)を最後にVEI5以上の噴火はなく、VEI4の噴火も桜島大正噴火(1914年)及び北海道駒ヶ岳の噴火(1929年)以降途絶えており、このあたりで比較的大きな噴火が起きても不思議ではなく、VEI4、5の噴火は必ず到来するという見解(甲43)も存在する。

しかしながら、前記のとおり、そもそも、現在の科学的技術的知見をもってしては、火山が噴火する可能性やその時期及び規模を的確に予測することは困難であり、また、マグマの蓄積量を精度良く推測することもできないというのであり、上記事実関係の下においては、始良カルデラにおいて既に地下浅所に相当量のマグマが蓄積されていることが推測され、近い将来VEI4、5クラスの噴火が発生する可能性が小さくないということとはできるとしても、また、そのような噴火がカルデラ噴火に発展する可能性を排除することができないとしても、本件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相応の根拠をもって示されているということとはできない(中田節也東京大学地震研究所教授も、科学85巻6号568頁(甲189)において、この4、50年の間に本件原子炉施設の敷地に火砕流が確実に到達すると思っている火山研究者はほとんどいないと思うとしている。)

鬼界カルデラについても、約7300年前のアカホヤ噴火後の最大の噴火である約6000年前の薩摩硫黄島での噴火のころは、アカホヤ噴火時

のマグマと同じ残存していたマグマを噴出していたとされるが、その後、新たなマグマを生産する活動期に入ったとされ(乙78)、また、約7300年前のカルデラ形成後から1935年までの多量のマグマ(約50km<sup>3</sup>)を噴出しており、噴出せずに地下で脱ガス化したマグマの総量が80km<sup>3</sup>以上と推定され、マグマ溜まりは、その上面が深さ3km程度にあり、下部に玄武岩マグマ、上部に流紋岩マグマがあって、中間に両者の混合によって生じた安山岩マグマが存在しているとされ、さらに、アカホヤ噴火からまだ1万年も経っていないが、カルデラ中央には再生ドームが形成されており、次のカルデラ噴火が差し迫りつつあるものかどうか、多面的な研究が望まれるとする見解(乙86)もある。これらからすると、鬼界カルデラについて既に地下浅所に相当量のマグマが蓄積されていることが推測されなくはないものの、上記事実関係からは、本件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相応の根拠をもって示されているということとはできない。

以上検討したところによれば、相手方が火山影響評価の検討対象火山として抽出した火山に含まれるカルデラ火山(始良カルデラ、加久藤・小林カルデラ、阿多カルデラ、阿蘇カルデラ及び鬼界カルデラ)については、いずれも、本件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相応の根拠をもって示されているということとはできない。

キ 以上認定説示したところによれば、相手方が火山影響評価の検討対象火山として抽出した火山に含まれるカルデラ火山との関係において立地不適としなくても本件原子炉施設が客観的にみて安全性に欠けるところがあるということとはできず、その余の火山については設計対応不可能な火山事象が本件原子炉施設敷地に到達する可能性はないというのであるから、本件原子炉施設が火山の影響に対する安全性の確保の観点から立地不適と考えられないとした原子力規制委員会の判断が結論において不合理であるとい

うことはできない。

#### (5) 本件原子炉施設の影響評価について

ア 火山ガイドは、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火山事象を抽出し、その影響評価を行うものとし、火山事象として、降下火砕物、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、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、新しい火口の開口、津波及び静振、大気現象、地殻変動、火山性地震とこれに関連する事象、熱水系及び地下水の異常を挙げて、そのそれぞれについて影響評価のための方法及び確認事項を定めている。

前提事実(10)イ(ウ)のとおり、相手方は、検討対象火山と本件原子炉施設敷地との距離等からして、降下火砕物を除く火山事象による影響はないと評価しているところ、この評価が不合理であるということとはできない(前記のとおり検討対象火山に含まれる5つのカルデラ火山が破局的噴火を起こした場合には火砕物密度流が本件原子炉施設敷地に到達する可能性が否定できないほか、津波を始め降下火砕物以外の火山事象による影響を受ける可能性があるが、少なくともVEI7以上の破局的噴火については、その発生の可能性が相応の根拠をもって示されない限り、発電用原子炉施設の安全性確保の上で自然災害として想定しなくても、当該発電用原子炉施設が客観的にみて安全性に欠けるところがあるということとはできず、本件改正後の原子炉等規制法及び同法の委任を受けて制定された設置許可基準規則の趣旨にも反するといえないことは、前記のとおりである。なお、審尋の全趣旨によれば、桜島大正噴火(1914)の際に火山性地震(桜島地震)が発生しているが、後に説示するとおり、検討対象火山と本件原子炉施設敷地との距離等に鑑みると、火山性地震による影響については地震動評価に基づく耐震安全性の確保において評価し尽くされていると考えられ