

平成25年(行ウ)第13号

玄海原子力発電所3号機、4号機運転停止命令義務付け請求事件

原 告 石丸ハツミ ほか383名

被 告 国

参 加 人 九州電力株式会社

## 第24準備書面

令和元年9月13日

佐賀地方裁判所民事部合議2係 御中

被告訴讼代理人 竹野下 喜彦 代

被告指定代理人 阿波野 右起 代

九谷福弥 代

桑野博之 代

藤井浩一 代

大澤佳奈 代

甲斐美理 代

井上千鶴 代

小西常馬 代

山下ひとみ 代

庄崎英雄 代

内藤晋太郎 代

小林 勝 代  
舛野 龍 太 代  
前田 大 輔 代  
治 健 太 代  
笠原 達 矢 代  
大城 朝 久 代  
仲村 淳 一 代  
森川 久 規 代  
前田 后 穂 代  
野田 直 志 代  
吉田 匡 志 代  
海田 孝 明 代  
井藤 志 暉 代  
末永 憲 吾 代  
種田 浩 司 代  
松岡 賢 代  
花見 清 太 郎 代  
田口 達 也 代  
正岡 秀 章 代  
大浅田 薫 代  
沖田 真 一 代

## 目 次

第1 はじめに	5
第2 火山の基礎知識	5
1 我が国における火山発生のメカニズムについて	5
(1) プレートテクトニクスとの関係	5
(2) 火山の噴火における火山噴出物の定義	8
2 カルデラ及びこれを形成する巨大噴火に関する基礎知識等	10
(1) 噴出物の岩質	10
(2) カルデラ及びカルデラ火山	12
(3) 九州の火山	13
(4) 九州のカルデラ	14
(5) 鹿児島地溝	16
(6) 巨大噴火前後の火山の状態	17
(7) マグマ溜まりの定置位置	18
(8) 噴火可能なマグマの状態	21
(9) マグマの発泡と噴火	22
3 調査手法について	22
(1) 地質学的調査手法	22
(2) 岩石学的調査手法	24
(3) 地球物理学的調査手法	25
(4) 地球化学的調査手法	29
第3 火山ガイドの定めは合理的なものであること	30
1 はじめに	30
2 火山ガイドは、最新の火山学的な知見が十分反映される手続によって策定されていること	31
(1) 火山ガイドの策定経緯	31

(2) 火山に関する知見等の収集方法	34
3 火山ガイドの内容	36
(1) 火山ガイドの概要	36
(2) 火山ガイドが対象とする火山	36
(3) 火山ガイドにおける評価方法（概要）	36
(4) 火山ガイドにおける立地評価の方法	39
(5) 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	
	67
(6) 火山ガイドにおける火山事象の影響評価の方法	69
4 火山ガイドは IAEA・SSG-21 と整合していること	75
(1) はじめに	75
(2) IAEA・SSG-21 の枠組み	75
(3) 火山ガイドと IAEA・SSG-21 との整合性	84
5 火山ガイドの定めが合理的なものであること	91
第4 原告らの主張に対する反論	92
1 検討対象火山の噴火時期及び規模を予測できることを前提とする火山ガイドは不合理であることから立地不適とすべきとする原告らの主張には理由がないこと	92
(1) 原告らの主張	92
(2) 火山ガイドは、検討対象火山の噴火の時期及び規模を的確に予測できることを前提とするものではなく、原告らの主張は火山ガイドを正解しないこと	
	93
2 火山ガイドは不合理であるとする原告らの主張の根拠である福岡高裁宮崎支部決定は火山ガイドを正解しないものであること	94
第5 結論	95

## 第1 はじめに

「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。）は、原子力規制委員会の規制基準に関する内規であり、飽くまで、設置許可基準規則等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がない設計であることの評価方法の一例を示すものであって、審査官が火山の影響評価の妥当性を判断する際の参考とするものと位置づけられるものである。したがって、火山ガイドは、審査に当たって審査官を拘束するものではなく、他方、事業者は、申請内容の妥当性を適切に示した上で、火山ガイド以外の方法を用いて申請することも可能であり、原子力規制委員会は、火山影響によって当該原子力発電所が安全機能を損なわないことが確認できれば、当該申請を許可することになる（火山ガイド1. 1・1ページ、7. 附則・21ページ。乙第144号証〔以下、火山ガイドについては、書証番号及びページを略記することがある。〕）。

この点、原告らは、平成30（2018）年5月23日付け原告準備書面（13）（以下「原告ら準備書面（13）」という。）において、立地評価に関する火山ガイドの定めについて不合理であるなどと主張していることから、以下では、火山の基礎知識（後記第2）及び火山ガイドの合理性（後記第3）について、被告の主張を整理して述べた上で、原告らの上記主張には、理由がないことを詳述する（後記第4）。

なお、略語等の使用は、本準備書面において新たに定義するもののほか、従前の例による（本準備書面末尾に略称語句使用一覧表を添付する。）。

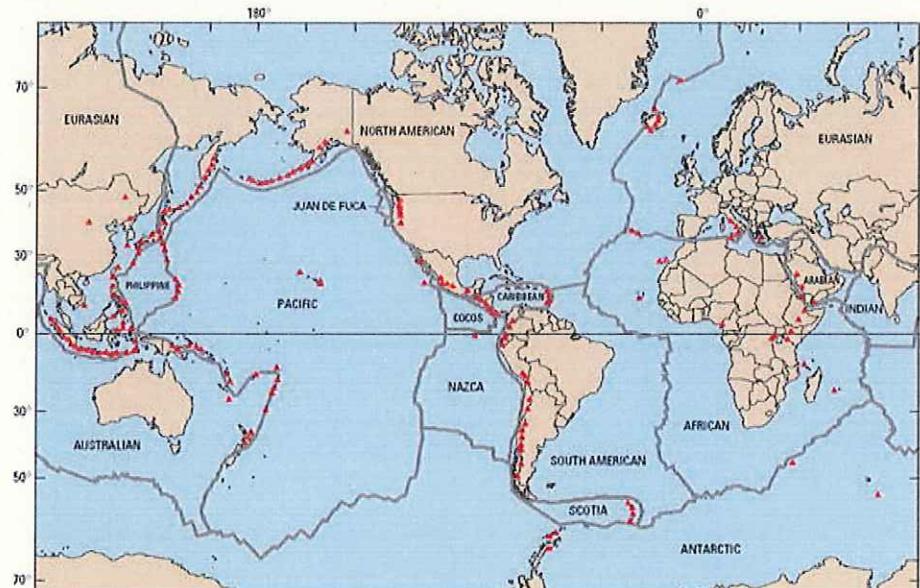
## 第2 火山の基礎知識

### 1 我が国における火山発生のメカニズムについて

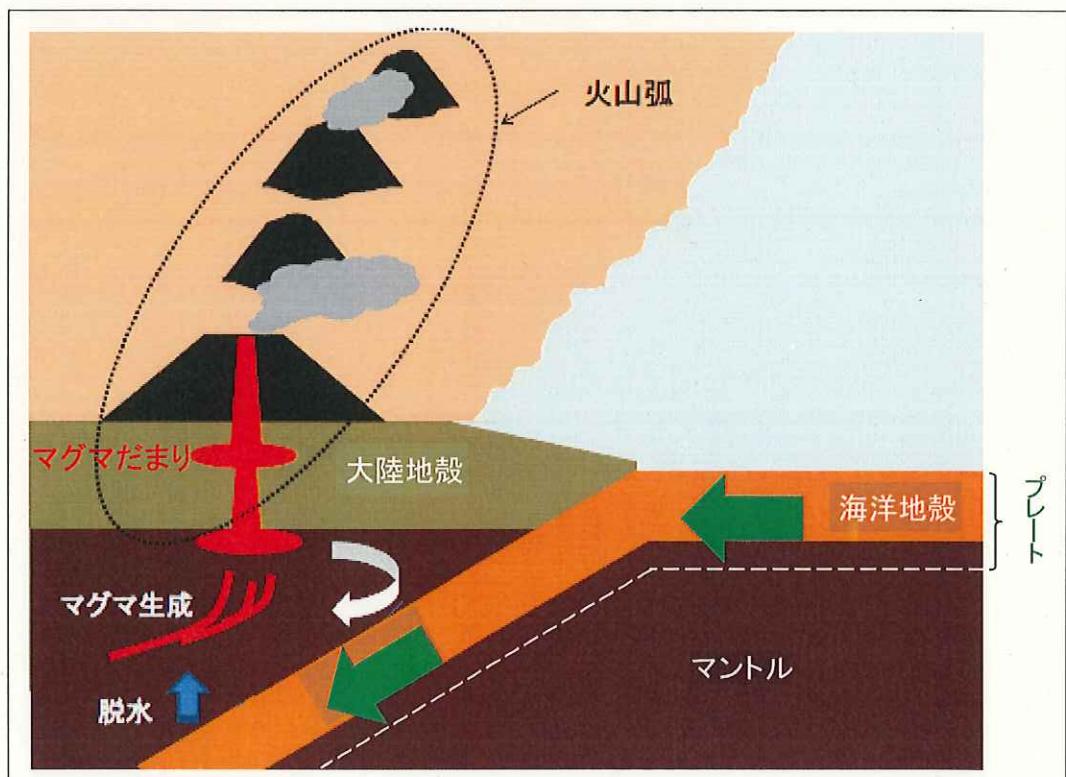
#### (1) プレートテクトニクスとの関係

火山の分布は、いわゆるプレートテクトニクスとして理解されている地球表層部の動きと大きな関係をもっていると考えられている。すなわち、地球表層部は、十数枚のプレートと呼ばれる岩盤で覆われており、これらのプレートが地球の表面上を移動したり衝突したりしているところ、図1のとおり、世界の火山の大部分は、

このプレートの境界に沿って形成されている。これは、図2のとおり、プレートの沈み込みによって火山が形成されることによるものである。



【図1】 火山の分布（出典「U S G S」、乙第108号証・328ページ）



【図2】 日本の火山形成のメカニズム（乙第108号証・329ページに一部加筆）

すなわち、プレート（地殻及び上部マントルの最上部）が沈み込む際、プレート上部の海洋地殻には多くの水が含まれており、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し、その水によりマントル内の岩石の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。そして、マグマ（液体）は、周囲の地殻（固体）との密度差から上昇し、地殻浅所でマグマ溜まりを形成する。その後、マグマ溜まりから供給されたマグマが地表に到達して噴出し、火山が形成される（乙第108号証・329及び330ページ）。

海洋プレートが大陸プレートに沈み込む際には、大陸プレート側の土地が隆起し（弧）、また、海溝が形成されることから、このようなプレート境界（変動帶）を「弧一海溝系」という。そして、特に、弧の高まりが日本列島のような島列をなす場合を、島弧又は弧状列島という（乙第145号証・2ないし15ページ）。日本列島は、現在、千島弧、東北日本弧、伊豆一小笠原弧、西南日本弧、琉球弧という五つの島弧によって形成されている。

そして、プレートの沈み込みによって、島弧に沿うように火山が形成されており、これらのプレートの沈み込みによって形成された火山を島弧型火山という（乙第146号証・74ページ。図3参照）。日本列島の火山は島弧型火山である。

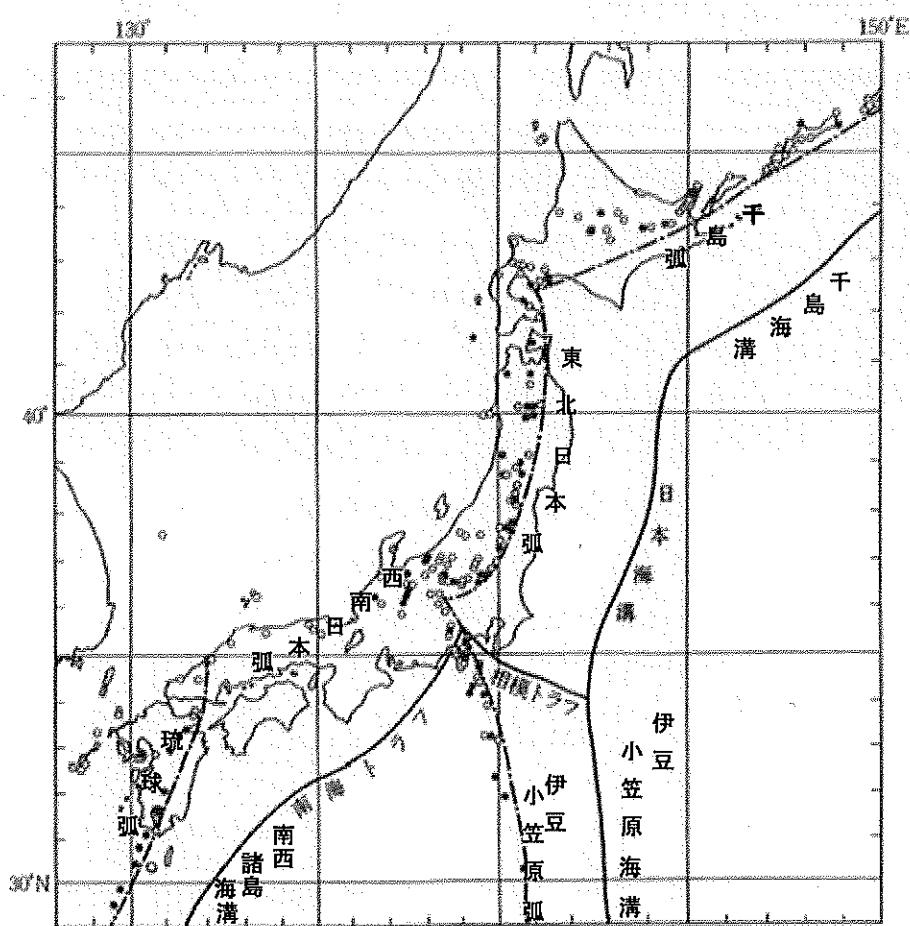


図1.2 日本の火山の分布および火山フロント

●：活火山、○：その他の第四紀火山、---：火山フロント。  
〔杉村 新, 1978, 岩波地質科学講座10(笠原・杉村編), p.164より改変〕

【図3】 乙第147号証・8ページに加筆

## (2) 火山の噴火における火山噴出物の定義

火山は、地球内部を構成する岩石が融けて生じたマグマの地表近傍での活動によって形成される。火山の噴火によって地表に運び出された物質を火山噴出物といい、火碎物（火山碎屑物の略）、溶岩、火山ガスがこれに当たる。一般に、火碎物及び溶岩の総量を噴出量という<sup>\*1</sup>。

\*1 溶岩噴出を伴わない場合には、火碎物の総量が噴出量と表現されることから、噴出量と表現をしても、火碎物及び溶岩の総量という場合とは必ずしも同義ではないことがあるため、注意が必要である。なお、後記のVEI（火山爆発指数）は溶岩の量を含まない。

火山噴出物のうち、火碎物とは、火口から破片状に放出された固体物質の総称であり、火山灰、軽石、スコリア<sup>\*2</sup>などがこれに当たる。火碎物のうち、噴火によって火口から上昇し、風に流されて地表に降下する火碎物を、降下火碎物という。降下火碎物は、火山ガイドにおいては、「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碎屑物で降下する物を指す。」と定義されている（火山ガイド1. 4(8)）。また、火碎物を含んだ噴煙が地表に沿って流れ下ると火碎流となる。火碎流は、火山ガイドにおいては、「広い意味の火碎流は、火碎物密度流と同じく火山ガスと火碎物の混合物が斜面を流れ下る現象である。」などと定義されている（火山ガイド1. 4(11)）。そして、これらの堆積物は、降下火碎堆積物や火碎流堆積物と呼ばれる（乙第148号証・79ページ、乙第149号証・166ページ）。

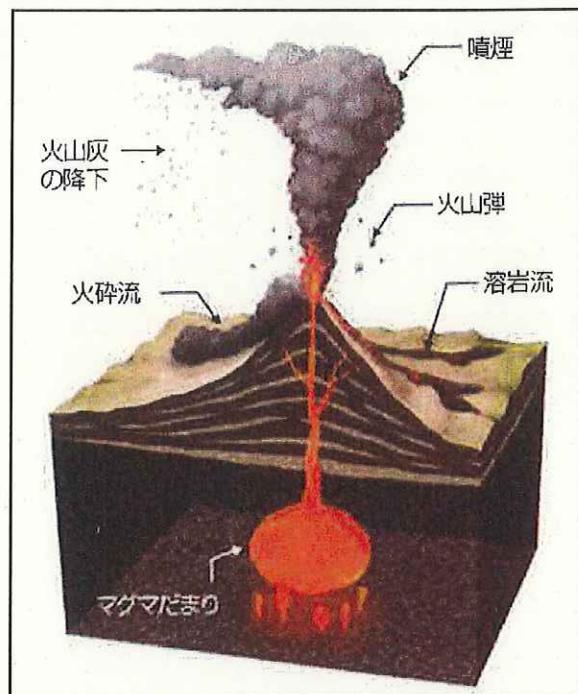
上記のような火口からの流動による定義とは別に、火碎物は、粒径、発泡度、色などの違いによっても区分される。火碎物の粒径による区分は、一番

---

\*2 塊状で多孔質のもののうち淡色のものを軽石といい、暗色のものをスコリアという（更に後述する。）。

単純な区分であり、直径が64ミリメートルより大きいものを火山岩塊とし、2ミリメートル以上64ミリメートル以下のものを火山礫、2ミリメートル未満のものを火山灰とする区分である（乙第150号証・2ページ、火山ガイド1.4(9)）。

また、これらの区分とは異なり、よく発泡した粒子は軽石と呼ばれる。軽石は、白から灰色がかった粒子で、見かけの密度は小さく、水に浮く。暗色の発泡した粒子はスコリアとして区別される（乙第150号証・2ページ）。



【図4】 乙第148号証・78ページ

## 2 カルデラ及びこれを形成する巨大噴火に関する基礎知識等

### (1) 噴出物の岩質

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り、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（乙第147号証・79ページ、乙第148号証・78及び79ページ）。

マグマが冷却して固化した岩石の総称を火成岩というが、火成岩<sup>\*3</sup>は、含有される苦鉄質鉱物（鉄、マグネシウムに富む有色の鉱物）と珪長質鉱物（ケイ素、ナトリウム、カリウムに富む無色及び白色の鉱物）の量比により、苦鉄質鉱物に富む

\*3 火成岩は、火山岩と深成岩に大別される。一般的には、地表や地下の浅いところで急速に冷えてできた岩石が火山岩であり、地下の深いところでゆっくりと冷えてできた岩石が深成岩である。

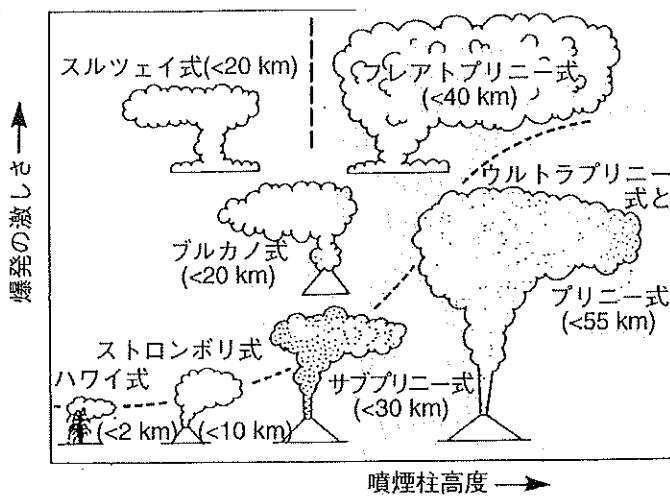
苦鉄質岩、珪長質鉱物に富む珪長質岩、両者の中間に位置する中間質岩、ほとんど苦鉄質鉱物からなる超苦鉄質岩に区分される。この観点から火山岩を区分すると、苦鉄質岩には玄武岩、中間質岩には玄武岩質安山岩及び安山岩、珪長質岩にはデイサイト及び流紋岩が、それぞれ相当する（乙第148号証・87ないし92ページ、乙第151号証・55ないし63ページ）。

そして、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にあるため、火山活動<sup>\*4</sup>を理解する上で重要な性質である。一般的に、玄武岩質マグマ<sup>\*5</sup>は、温度が高く、粘性が低い場合が多いが、流紋岩質マグマは、玄武岩質マグマと比べて、温度は低く、粘性が高い（乙第146号証・94及び95ページ、乙第147号証・53ページ、乙第149号証・83及び84ページ）。

珪長質マグマ（流紋岩質マグマ）はSiO<sub>2</sub>（二酸化ケイ素）成分に富み、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とされている。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とされている。そして、珪長質マグマは粘性が高いことにより、噴火した際にはプリニ一式噴火を引き起こすとされている（図5）（乙第149号証・128ないし139ページ、丙第50号証・8ページ）。

\*4 火山活動とは、地下のマグマが地表又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様々な作用で、貫入・噴火・熱水活動・火山性地震などが含まれる（火山ガイド1.4(2)）。

\*5 マグマは、岩石が溶融してできた高温の液体で、液体のみではなく気泡や鉱物結晶も含むものとして定義される。マグマが地表付近あるいは地表で固結して岩石となったものが火山岩であるため、マグマを区分するときには、そのマグマが固結したときに作られる火山岩の名前に基づいて呼ばれることが多い。例えば、地上に噴出して固結した際に、玄武岩となるマグマは、玄武岩質マグマ又は苦鉄質マグマと呼ばれ、他方、流紋岩となるマグマは、流紋岩質マグマ又は珪長質マグマと呼ばれる（乙第147号証・48及び49ページ）。



【図5】 噴煙柱高度と爆発の激しさの関係による噴火形式の分類

(乙第149号証・130ページ)

## (2) カルデラ及びカルデラ火山

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ある。火道（火山ガイド1. 4 (22)）に直接連なっている火口の大きさは、通常直径1キロメートルを超えないと言われるので、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ることから、火口と区別し、カルデラと呼ばれている。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（大量のマグマが噴出しそのマグマが貯蔵されているマグマ溜まりが崩壊し、その天井に当たる上部の土地が陥没して形成されるもの）である（乙第152号証・271ページ）。カルデラを形成するような大規模カルデラ噴火（以下「カルデラ噴火」という。）を経験したことがある火山を、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形成する陥没を、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数十キロ平方メートルであるのに対し、カルデラ

噴火の場合は、マグマの性質はほとんど流紋岩質かデイサイト質に限られ、また、通常の活火山の数倍ないし数十倍に至るマグマをほぼ瞬時に噴出する（乙第153号証・11ページ）。

### (3) 九州の火山

九州の北部には、北東から南西方向にかけて火山が並んでおり、北東から順に、鶴見岳・伽藍岳、九重山、阿蘇山、雲仙岳などが位置している。また、阿蘇山から南方には、霧島山、桜島、開聞岳、薩摩硫黄島、口永良部島、諏訪之瀬島などの火山が連なっている（図6）。

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）のうち、九州中部・北部の火山は、別府一島原地溝<sup>\*6</sup>に分布し、九州南部の火山は、鹿児島地溝に沿って分布している（乙第153号証・1ないし3ページ）。



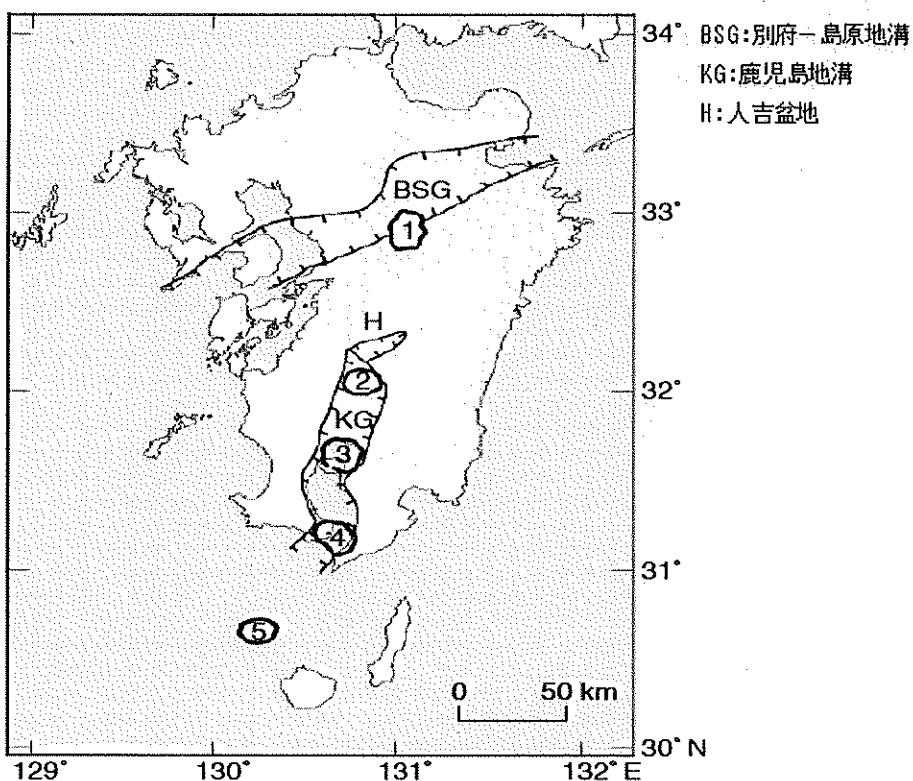
【図6】 日本の代表的な活火山（気象庁、2013）（乙第153号証・3ペ

\*6 地溝とは、ほぼ平行な2本以上の断層によって限られ、その間に相対的に沈降して形成された狭長な地形的凹地をいう（乙第152号証・811ページ）。

ージ)

#### (4) 九州のカルデラ

九州に分布するカルデラには、北から順に、阿蘇カルデラ、加久藤・小林カルデラ、姶良カルデラ、阿多カルデラ及び鬼界カルデラがあり（以下「本件5カルデラ」と総称する。），北の別府－島原地溝，南の鹿児島地溝に沿つて分布し，その内部や周辺には活火山が存在している（図7）（乙第153号証・2ないし4ページ，乙第154号証・84ページ）。これらでは，過去にはVEI<sup>\*7</sup>7以上のカルデラ噴火が発生しており，いずれも，陥没カルデラである（乙第199号証・185ページ〔表6.2〕）。



\*7 Volcanic Explosivity Index の略。「火山爆発指数」と呼ばれ，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）の量で評価されるが，溶岩は噴出量に加味されない。

### 【図7】 九州の活動的なカルデラ火山

北から阿蘇（1），加久藤（2），姶良（3），  
阿多（4），鬼界（5）のカルデラが連なる。

（乙第154号証・84ページ）

#### ア 阿蘇カルデラ

阿蘇カルデラは、本件各原子炉施設の敷地の東南東約130キロメートルに位置する東西約17キロメートル、南北約25キロメートルのカルデラである。阿蘇カルデラ周辺の火山としては、カルデラの中央部に阿蘇山が、東側に根子岳が位置し、縁辺部に先阿蘇の火山岩類が分布する（乙第155号証・6条（火山）－24ないし26ページ）。

#### イ 加久藤・小林カルデラ

加久藤カルデラは、本件各原子炉施設の敷地の南南東約180キロメートルに、小林カルデラは、同敷地の南南東約200キロメートルに位置し、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（乙第155号証・6条（火山）－26及び27ページ）。

#### ウ 姶良カルデラ

姶良カルデラは、本件各原子炉施設の敷地の南南東約220キロメートルに位置する東西約17キロメートル、南北約23キロメートルのカルデラである。姶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、南西縁に桜島が位置し、縁辺部に先姶良の火山岩類が分布する（乙第155号証・6条（火山）－27ないし29ページ）。

#### エ 阿多カルデラ

阿多カルデラは、それぞれ北側と南側に位置するカルデラから成り、北

側のカルデラは、本件各原子炉施設の敷地の南南東約250キロメートルに位置する東西約11キロメートル、南北約10キロメートルのカルデラであり、南側のカルデラは、同敷地の南南東約270キロメートルに位置する東西約20キロメートル、南北約10キロメートルのカルデラである。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、南西縁に開聞岳が位置する（乙第155号証・6条（火山）－29及び30ページ）。

#### オ 鬼界カルデラ

鬼界カルデラは、本件各原子炉施設の敷地の南方約310キロメートルの海域に位置する東西約23キロメートル、南北約16キロメートルのカルデラである。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し、薩摩硫黄島は、硫黄岳（標高704メートル）及び稻村岳（標高236メートル）の成層火山からなる火山島である（乙第155号証・6条（火山）－30ないし32ページ）。

#### （5）鹿児島地溝

九州地域は、フィリピン海プレートの沈み込みに伴う島弧系の一部である。南西島弧の背後の海域に広がる沖縄トラフの形成は、1000万年前頃に始まり、同時に、九州一帯では広域的な地殻変動とともに火山活動が活発化し、その火山活動の過程で、南九州において、鹿児島地溝の原型が形成された。鹿児島地溝には、加久藤・小林カルデラ、姶良カルデラ及び阿多カルデラの計3カルデラが含まれており（鬼界カルデラまで含まれるかについては知見が確立していない。）、これらは、現在でも活動的な火山構造性地溝<sup>\*8</sup>である（乙第154号証・84及び91ページ、乙第156号証・11ページ、乙

---

\*8 火山構造性地溝とは、火山作用に關係して生じた地溝をいう。

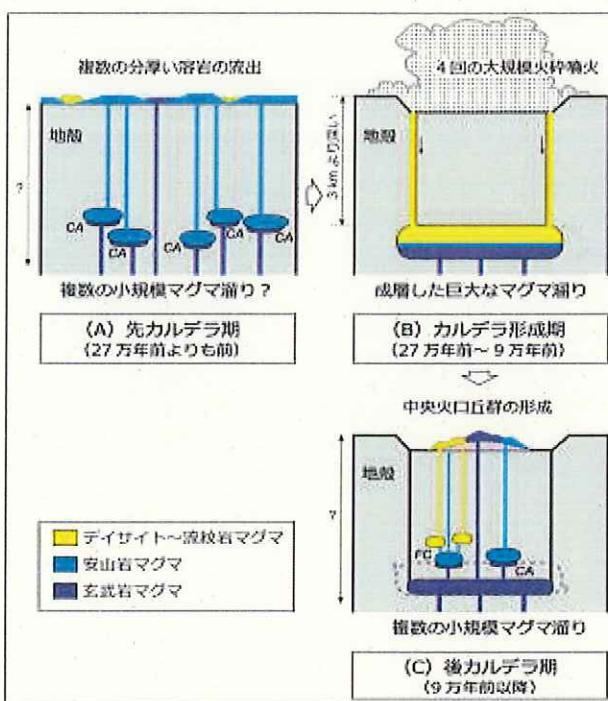
第157号証・11ページ)。

#### (6) 巨大噴火<sup>\*9</sup>前後の火山の状態

カルデラを形成するような巨大噴火の前には、巨大噴火に至らないものの比較的規模の大きい噴火が発生し、その後、巨大噴火に至ってカルデラを形成し、その後は、中央火口丘群を形成するような小規模な噴火が続くとされている(図8)。カルデラを形成する噴火が続く時期をカルデラ形成期、その前を先カルデラ期、その後を後カルデラ期又はポストカルデラという。日本の火山の過去の噴火履歴を精査すると、カルデラ形成期以前(先カルデラ期)には、珪長質マグマ溜まりを起因とするプリニー式噴火<sup>\*10</sup>(例えば、姶良カルデラ、鬼界カルデラ)が発生したものが多い。九州に存在する現在の本件5カルデラは、噴火様式や噴出物の解析結果から、後カルデラ期にあるとされている(乙第159号証・151ないし154ページ、乙第160号証の1・105ないし117ページ、同号証の2・後ろから5枚目以降、乙第161号証・2ページ、乙第162号証・309ページ、丙第44号証・270ページ、丙第50号証・33ないし36ページ)。

\*9 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、総噴出量数十km<sup>3</sup>程度を超えるような噴火を指す(乙第158号証・1ページ)。

\*10 プリニー式噴火とは、大量の軽石や火山灰が火口から空高く噴出されて、主として大規模な降下火砕物として風下に降下するような噴火活動をいう(乙第152号証・1153ページ)。



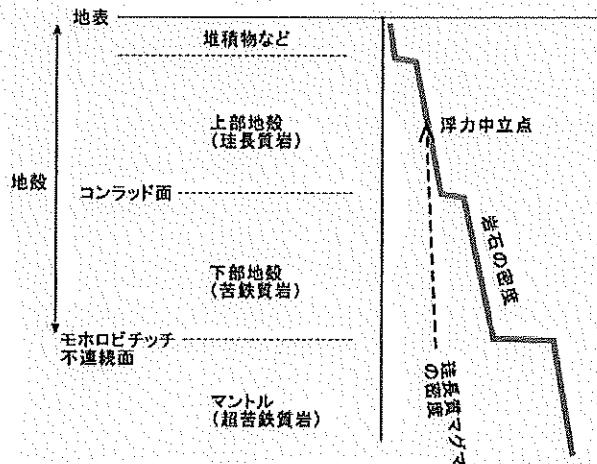
【図8】 阿蘇火山のマグマ供給系変遷のイメージ（乙第163号証・21ページ）

### (7) マグマ溜まりの定置位置

地球の内部構造は、基本的に、密度の大きな物質がより深い場所に存在し、密度の小さな物質がより表面付近に存在する。このとき、マグマが一定の深さに溜まる条件として、浮力中立（または密度中立）の考え方方が広く受け入れられている。この考え方によれば、マグマの密度が周囲の岩石よりも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。

例えば、地球内部の密度構造は、比較的密度の大きな苦鉄質岩からなる下部地殻、比較的密度の小さな珪長質岩からなる上部地殻などがあり、下部地殻より密度の小さな珪長質マグマは、浮力によって上部地殻へ移動しながら、密度が均衡する深さで滞留することになる（図9）（乙第164号証・1及び2ページ）。浮力中立点にマグマが定置するという考え方は、火山学において広く採用されており（乙第148号証・78ページ、乙第149号証・16ないし18ページ）、東宮（1997）（丙

第36号証・723ページ)においては、日本の地殻の特性を考慮し、日本の一般的な地殻の密度から、日本における各種マグマの浮力中立点を示している。<sup>\*11</sup>



【図9】 地殻を構成する岩石種類と浮力中立点（乙第164号証・2ページ）

地球内部（地下100キロメートル以浅）は、密度の大きいマントルと密度が小さい地殻に、更に地殻は下部地殻と上部地殻に区分され、前者の境界をモホロビチッチ不連続面<sup>\*12</sup>、後者のそれをコンラッド面<sup>\*13</sup>といい、密度構造が大きく変化するが、明確な不連続面として認識できないことも多い。

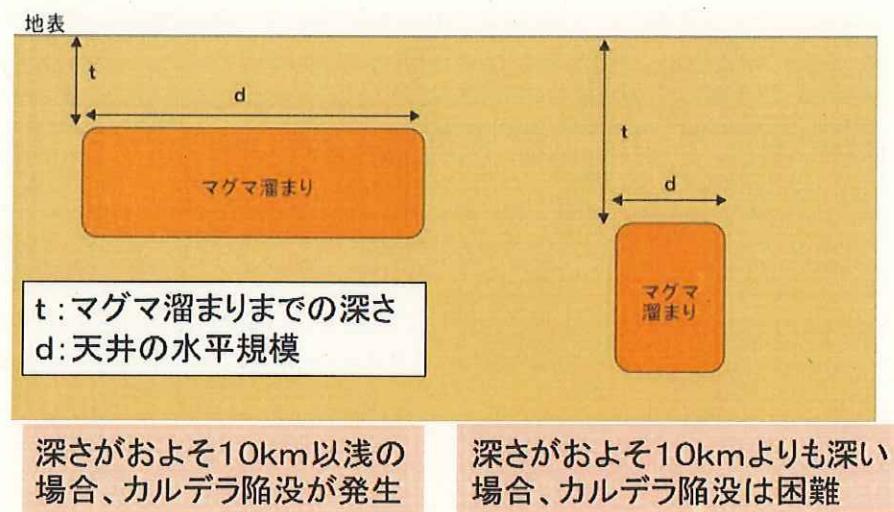
また、カルデラ陥没の形成の条件としては、マグマ溜まりの深さによる制限を受ける。すなわち、カルデラ陥没は、マグマ溜まりが比較的浅いところに存在する場合に特徴的に形成されるのであり、マグマ溜まりの深さがおよそ10キロメートル以浅の場合にカルデラ陥没が発生し得るのに対し、それ

\*11 東宮（1997）は、日本の地殻の密度から浮力中立点を示したものであり、巨大噴火に関する浮力中立点について見解を示した論文ではない。そのため、巨大噴火ではない小規模な噴火（例えば、有珠山など）も検討されている。

\*12 日本列島では地下25ないし40キロメートル程度とされている。

\*13 日本列島では地下15キロメートル程度とされている。

よりも深い場合にはカルデラ陥没は困難となっている（図10）（乙第164号証・11ないし16ページ）。



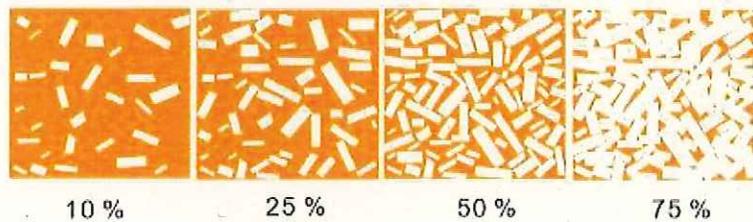
【図10】 マグマ溜まりまでの深さの比の概念図（乙第164号証・12ページに加筆）

さらに、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キロメートル程度にマグマ溜まりがあると推定されることが多い（乙第165号証・284ページ、乙第166号証の1・196及び198ページ、同号証の2・196及び200ページ、丙第36号証・722及び723ページ、丙第37号証・13ページ、丙第40号証・395及び396ページ、丙第41号証・3枚目、丙第42号証・98ページ）。例えば、姶良カルデラでは、含水量、鉱物組成などから総合的に判断して、姶良火碎噴火を引き起こした珪長質マグマ溜まりの上部は、地下4から5キロメートル程度の地殻浅部にあったと見積もられている（丙第40号証・395及び396ページ）。

このように、日本の地殻の特性に基づく浮力中立点の考え方、陥没カルデラの形状に係るマグマ溜まりの深さの制約、過去の巨大噴火の解析結果等から、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（乙第164号証、丙第38号証・104ページ、丙第50号証・8ページ）。

## (8) 噴火可能なマグマの状態

マグマに含まれる結晶量の割合が 50 %程度以上で、溶融した部分（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、クリスタルマッシュ等とも呼ばれる。）といい、そのままでは噴火できないマグマの領域であるとされている（乙第 165 号証・283 ページ）。結晶量が 50 %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る。結晶が 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（図 11, 12）（乙第 164 号証・3 ページ）。したがって、噴火可能なマグマは、そこに含まれる結晶量が 50 %未満で、溶融したマグマが 50 %以上含まれるものである。



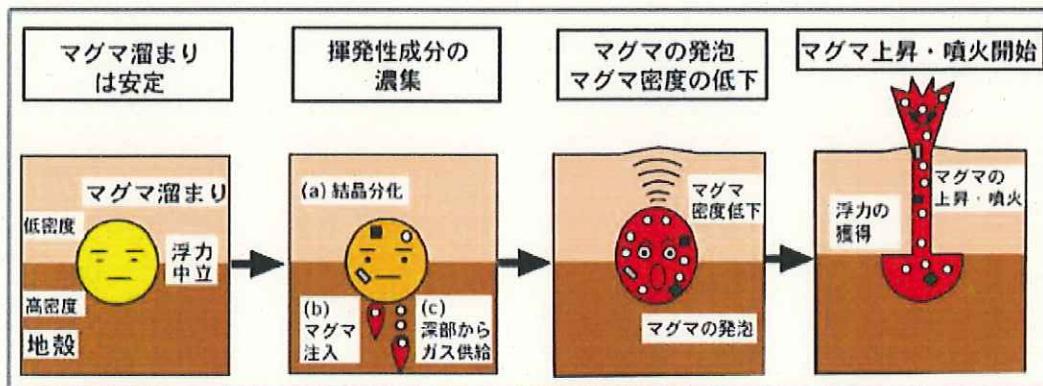
【図 11】 マグマ中の結晶量の増加と結晶同士の接触関係（乙第 164 号証・3 ページ）



【図 12】 部分溶融した岩石のイメージ図（乙第 167 号証・4 ページより抜粋。部分的に溶けた岩石（メルト）が赤い部分であり、5.0 %以上が溶融すると噴火可能となる。）

## (9) マグマの発泡と噴火

マグマには、水 ( $H_2O$ ) や二酸化炭素 ( $CO_2$ ) 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。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（図13）。つまり、マグマに溶け込んだ水が、噴火の主な駆動力となっているのであり、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（乙第146号証・91及び92ページ、乙第149号証・191ないし195ページ、乙第168号証・10ないし13ページ）。



【図13】 マグマの発泡と噴火のイメージ（乙第168号証・11ページ）

## 3 調査手法について

### (1) 地質学的調査手法

火山地質学とは、岩石・地層の性質や構造に関する知識に基づき火山の諸現象を解明する学問分野である。火山地質学においては、野外において地層調査を行うことにより、火山噴出物（火山岩）の種類、堆積物分布範囲、噴出量及び各地層の順

序を確認し、各地層における堆積物の放射年代値<sup>\*14</sup>を調べることで、火山噴出物が噴出した年代を推定して、当該火山における噴火履歴をまとめるなどの研究を行う。火山の過去の噴火履歴を把握することにより、現在の活動状況や将来の活動状況を推定することができる場合もある。

そして、上記の噴火履歴は、個々の火山におけるマグマ供給系ごとに検討される必要がある。すなわち、噴火履歴の検討は、上記の調査に基づき、個々の火山におけるマグマ供給系の特徴に着目し、その周期性の有無や噴出量の減少傾向を見るものである。そのため、他の火山におけるマグマ供給系の噴火履歴は、検討対象となる火山の特徴（周期性）を否定する事情にはならない。

地質学的な調査結果については、階段ダイヤグラム<sup>\*15</sup>を作成して噴火履歴が示されることがある。火山学においては、1960年頃から、階段ダイヤグラムを作成して、火山の噴火史が検討されるようになり、広く用いられるようになった。

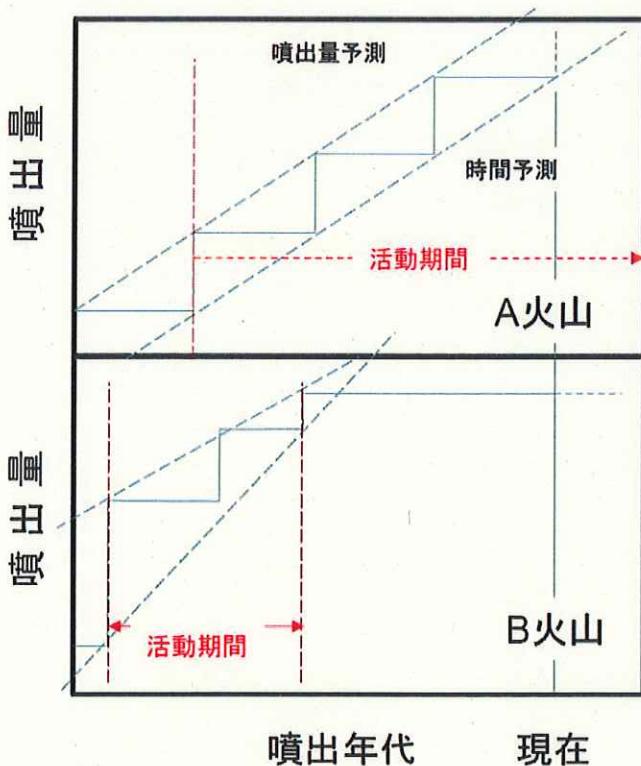
階段ダイヤグラムを分析することで、火山活動が終息する傾向が顕著であり、最後の活動終了からの期間が、過去の最大休止期間より長い等、将来の活動可能性が

\*14 試料中の放射性同位体核種などの放射壊変などを利用して得られる年代。試料に残存する放射性核種の量、親核種と生成した娘核種の量の比などから推定する。火山噴出物試料自体の放射年代値を調べる手法として、K（カリウム）-Ar（アルゴン）法などが挙げられる。

\*15 階段ダイヤグラムとは、火山別の噴出量及び噴出年代の調査結果に基づき、縦軸に噴出量を、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14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が認められ、近い将来噴火を起こす可能性が大きいと評価する。他方、同図のB火山は、活動期間の当初に噴出量が大き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貢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。

（以上、乙第108号証・340及び341ページ）

ないと判断できる場合がある（図14）（乙第108号証・340及び341ページ、乙第169号証の1・34ページ、同号証の2・27ページ〔IAEA・SS G-21項目5. 14〕）。



【図14】 階段ダイヤグラムの例。B火山の階段ダイヤグラムでは、火山活動が終息する傾向が顕著である（乙第108号証・341ページ）。

## (2) 岩石学的調査手法

岩石学とは、岩石の性質・産状・相互関係・成因などを研究し、火山の諸現象を解明する学問分野である。火山岩（火山噴出物）の岩石学的調査を行うことにより、火山噴出物を産出したマグマの特徴、マグマの成因などを推定することができる。すなわち、顕微鏡などを用いて火山岩を観察し、火山岩に含まれる鉱物の種類・体積量の比率・サイズ、特徴的な組織等を把握することにより、マグマの特徴を確認したり、主成分・微量元素組成分析によって火山岩の化学組成を明らかにし、これに基づき、火山岩試料の詳細な岩質（玄武岩、安山岩、流紋岩等）を決定したり、

マグマの生産過程を推定したりすることができる（乙第163号証・29及び30ページ）。

また、火山岩試料のK（カリウム）含有量とAr（アルゴン）同位体<sup>36</sup>比を分析すること等で、その火山岩試料が噴出した年代を推定することができる（乙第163号証・2ないし12ページ）。

さらに、火山噴出物に含まれる鉱物のメルトインクルージョン<sup>17</sup>の組成を分析することによって、マグマの蓄積環境（温度、圧力、含水量）の推定等から、マグマ溜まりの深度を判断することができる。例えば、安田ほか（2015）は、この手法によって姶良Tn噴火（約3.0万年から2.8万年前に起きたカルデラ噴火）におけるマグマ溜まりの上面の深度を推定したものである（丙第40号証・382及び396ページ）。

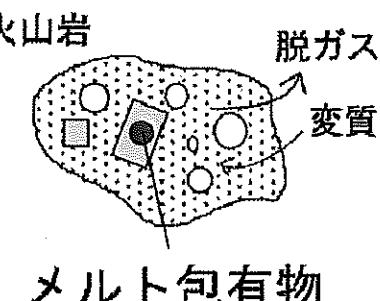
### （3）地球物理学的調査手法

地球物理学とは、物理学的方法により地球を研究する地球科学の一分野である。

地球物理学における火山に関する調査手法としては、地震波の観測により地下の地震波速度構造を解析することで、マグマ溜まりの位置等を推定する手法（地震波トモグラフィー等）、自然の電磁気変動の観測により地下の電気抵抗の構造を解析することで、マグマ溜まりの位置等を推定する手法（MT

\*16 同じ元素であっても、元素を構成する中性子の数が異なる場合があり、これを同位体という。例えば、水素の同位体は、軽水素（中性子0個）、重水素（中性子1個）、三重水素（中性子2個）がある。

\*17 鉱物中に閉じ込められたガラス状の物質。ガラス包有物又はメルト包有物と呼ぶ場合もある。右図（斎藤主任研究報告書、乙第168号証・9ページより抜粋）を参照のこと。

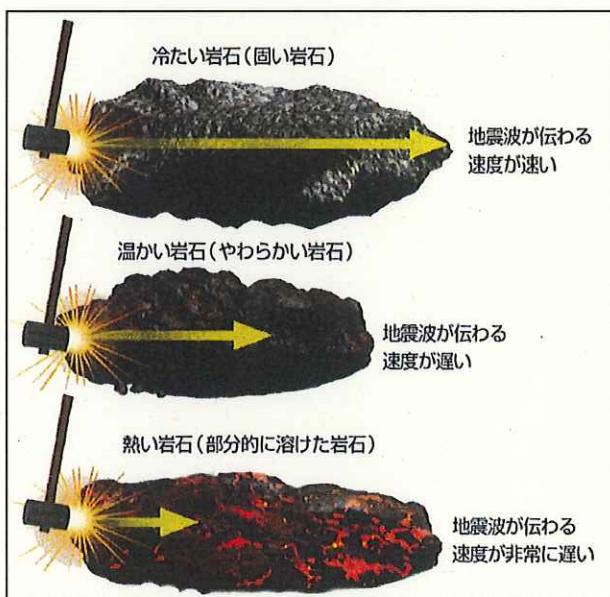


法)などがあり、これらの手法により、現在のマグマ溜まりの状態を推定する。

以下、代表的な地球物理学的調査手法を説明する。

#### ア 地震波トモグラフィー

地震が発生すると、地震の揺れ（地震波）が震源から地表まで伝わる。地震波が地表まで伝わる途中には、岩盤や、岩盤が一部（数%程度）融解し、メルト（液状のマグマ）が一部にしか存在しない領域、メルトとマグマの冷却により析出した結晶が半々程度存在しておかゆ状になっている領域（マッシュ）、メルトが全体を占める領域、熱水がたまっている領域等、いろいろな状態の領域が存在するが、これらの領域の物理的性質（剛性率<sup>\*18</sup>、密度など）によって地震波の伝わる速度は異なる（図15参照）。その速度の違いを把握することによって、地下のどの辺りにどのような性質の物質が存在するか推定することが可能となる。このような地下の地震波速度構造解析技術を、地震波トモグラフィーという。



【図15】 地震波の速度の違いについて（乙第167号証・4ページ）

\*18 物体に横から力が加わったときのずれによる、物体の変形のしにくさのこと。

上記のとおり、地震波の速度は、地震波が通る岩盤等の剛性率や密度によって変化するところ、岩盤等の剛性率や密度は、その温度、圧力その他岩石の状態によって変化する。例えば、低温の岩盤等を通るときは地震波の速度が速く、岩盤が一部融解するなどした高温の岩盤等や、熱水やマグマ等の液体が多く含まれている岩盤等を通るときは地震波の速度が遅い。つまり、ある地震において、一般的な地震波速度により想定される地震波到達時間より遅延がある等の速度異常が見られる場合、地下の震源から地表の観測点までの間に低速度領域があり、その原因となるマグマ溜まりや熱水等が存在する可能性がある（乙第167号証・2ないし5ページ）。

また、地震波速度の低下率等によって、岩石の溶融度を推定できる場合もある（甲第98号証・300ないし303ページ、乙第170号証の1・20ページ、同号証の2・2枚目）。

#### イ MT法 (Magnetotelluric method, 地磁気地電流法)

電離層や磁気圏起源の電磁場変動を地表で観測し、電磁場間の周波数応答（振幅比、位相差など）により地下構造の比抵抗を推定する電磁探査手法の一種である。地震波トモグラフィーは地震波を用いて地震波速度構造を探査するが、MT法は電磁波を用いて、比抵抗構造を探査するものである。低比抵抗領域は、水などの地下流体の分布を反映する（乙第171号証の1及び2）。

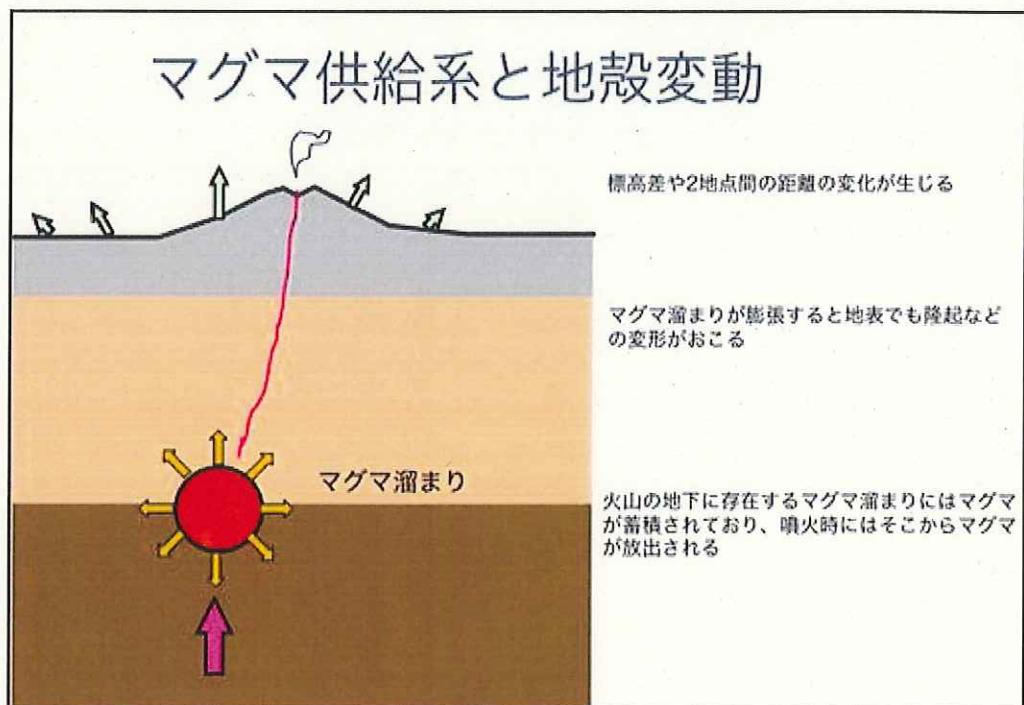
#### ウ 地殻変動に基づくマグマ溜まりの状態の推定

##### (ア) はじめに

地殻変動とは、火山現象の観点からいえば、火山の地下にある体積と質量をもったマグマ等の物質が、地中を移動するときなどに、地表面等に変形を生じさせる現象である。

例えば、火山の地下にあるマグマ溜まりの圧力あるいは体積が増大すると、火山体の膨張、隆起が引き起こされ、逆に、火口からマグマや火山ガスが噴

出するとマグマ溜まりの体積は減少し、火山体の収縮、沈降が引き起こされる（図16）。火山活動に伴うこれらの地殻変動をGNSS測量や水準測量等の技術により観測することで、以下で述べるような、マグマ溜まりの場所やマグマ供給量を推定することができる（丙第49号証・3及び16ページ）。



【図16】 マグマ供給系の概念図 マグマ溜まりが膨張すると、地表面に地殻変動が生じる（丙第49号証・16ページ）。

#### (イ) 茂木モデルを利用したマグマ溜まりの位置、マグマの体積変化量及びマグマ供給量の推定方法

地殻変動からマグマの深度を推定する方法として、火山学においては、茂木モデルが長年広く用いられてきた。茂木モデルは、Mogi (1958) で提唱された、球状圧力源を仮定する数値モデルであり、Mogi (1958) では、桜島大正噴火（1914年）前後で観測された姶良カルデラ周辺の地殻変動データに球状圧力源モデルを適用し、桜島などいくつかの火山について圧力源（マグマ溜まり）の位置、マグマの体積変化量及びマグマ供給量を推定した（乙第17

2号証・18ページ、丙第49号証・15ないし19ページ)。

また、茂木モデルは、マグマ溜まりの位置が浅く、マグマ溜まりの半径が大きい場合には、マグマ溜まりの位置は過剰に浅く決定されるが、球状圧力源の体積変化量は比較的正確に見積もることができるとされている(乙第172号証・30ページ)。茂木モデルでは、隆起や沈降の変動源が球状のマグマ溜まりであると仮定し、地殻変動の結果を、数値モデルである計算式に入力することで、圧力源の中心を推定する。

#### (ウ) 地殻変動によるマグマ供給率の推定方法

地殻変動により評価されたマグマ溜まりの体積変化量は、カルデラ全体の容積変化量や、地下から供給されるマグマ量と火山ガスなどによって地表に放出されるマグマ量の差分により推定される。一定期間のマグマ溜まりの体積変化量から消費されるマグマ量を差し引くことにより、地下からのマグマ供給率を推定することができる。また、火山活動による地殻変動がない火山は、火山ガスの放出や溶岩の流出等によるマグマの放出量と、地下深部からのマグマの供給の收支バランスがとれており、マグマ溜まりの体積変化がない状態である。基線長や比高に変化がない火山においてガスの放出やマグマの放出がなければ、地下深部からマグマ溜まりへのマグマ供給がない状態にあると考えられる(丙第49号証・18ページ)。

### (4) 地球化学的調査手法

ア 火山学における地球化学とは、化学的な解析により火山現象を研究する学問分野である。

この分野における調査手法としては、火山ガスやその他火山噴出物、湧出する温泉等について化学的な成分分析を行い、マグマ溜まりの組成や成因等を推定する手法などがある。

#### イ 火山ガスの分析手法

マグマを構成する物質のうち、マグマ中で気相(気泡)を形成しやすい

物質をマグマ中揮発性成分と呼ぶ。主要なマグマ中揮発性成分は、水 ( $H_2O$ )、二酸化炭素 ( $CO_2$ )、硫黄 (S)、塩素 (Cl) である。マグマ中揮発性成分がガスとしてマグマから分離したものが火山ガスであり、マグマの情報を引き出すため、火山ガスの化学組成・同位体組成、放出率の観測が行われている。マグマ中揮発性成分の増減はマグマの物性変化に大きく影響し、マグマの上昇・噴火機構に関わる情報である。火山ガスは、直接火口から採取するものだけでなく、火山噴出物の鉱物にあるメルトイックルージョン（メルト包有物）からも抽出され、噴火時の火山ガスの状態を調査することができる。

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。さらに、地表近くでは急激な膨張によりマグマの破碎を引き起こし、噴火を爆発的にする。メルト包有物と火山ガス観測から深部マグマの  $H_2O$  および  $CO_2$  濃度を決定し、マグマの発泡度と密度を計算することで、マグマ上昇・噴火過程を把握できる（乙第168号証・2ないし12ページ）。

### 第3 火山ガイドの定めは合理的なものであること

#### 1 はじめに

原子炉等規制法43条の3の6第1項4号は、発電用原子炉施設の設置（変更）許可の要件の一つとして、「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こと」を定めている。この「災害の防止上支障がないもの」とされる基準は、相対的安全性の考え方に基づき、原子力規制委員会が、時々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という社

会通念をも見定めて、専門技術的裁量により決定するものである<sup>\*19</sup>。すなわち、「災害の防止上支障がないもの」と認めるに足りる基準の策定について、原子力規制委員会の専門技術的裁量に委ねた趣旨には、最新の科学技術水準のみならず、上記の社会通念をも考慮した基準を策定すべき趣旨を含むものと解され、設置許可基準規則の策定において上記の考慮が必要であることはもとより、同規則への妥当性評価の一例を示した火山ガイド等の内容及びその解釈適用に当たっても同様の考慮が必要である。

しかるところ、火山ガイドは、最新の火山学的な知見が十分反映される手続によって策定され、最新の科学的技術的知見（設置許可基準規則6条の解釈5参照、乙第201号証・15及び16ページ<sup>\*20</sup>）を踏まえたものとなっていことに加え、上記の意味での社会通念も考慮し、安全面に十分に配慮した内容となっており、国際基準であるIAEA・SSG-21とも整合的なものであって、十分に合理的なものである。

以下、詳述する。

## 2 火山ガイドは、最新の火山学的な知見が十分反映される手続によって策定されること

### (1) 火山ガイドの策定経緯

#### ア 国際的な安全指針であるIAEA・SSG-21に基づいて策定されたこと

原子力規制委員会は、IAEA（乙第173号証）が作成したIAEA・SSG-21や、社団法人日本電気協会が作成した「原子力発電所火山影響評価技術指針」（JEAG4625-2009）（乙第174号証）などに基づいて火山ガイドを策定した。

\*19 なお、原子炉等規制法43条の3の6第1項4号は、「安全であること」を要件とはせず、「災害の防止上支障がない」ことを要求している。これは、各種の安全対策により災害の発生確率が社会的に許容されている程度に縮減されていることが求められていることを意味しているのであって、「安全か安全でないか」の図式的な二者択一が問題となっているものではないことに留意が必要である（乙第175号証・178ページ）。

\*20 乙第201号証は、乙第97号証の改訂版である。

IAEAは、原子力の平和的利用を促進するとともに、原子力が平和的利用から軍事的利用に転用されることを防止することを目的とした国際機関であり、電離放射線の有害な影響から人及び環境を防護するためのIAEA安全基準<sup>\*21</sup>を策定している。IAEA安全基準は、最新の科学的知見に基づいた世界的な安全基準であり、①基本的な安全目標と防護及び安全の原則を示した「安全基本事項」、②安全基本事項に基づく要件を定めた「安全要件」、③安全要件を遵守する方法に関する勧告と指針を提供する「安全指針」から構成される。

IAEA・SSG-21は、かかるIAEA安全基準のうちの安全指針の一つであり、原子力施設サイト（敷地）（以下「サイト」という。）における火山ハザードの評価に関する勧告と指針を提供し、将来の火山事象<sup>\*22</sup>と関連すると考えられる全ての潜在的な現象の識別と包括的な特性評価を可能にすることを目的としている（乙第169号証の1及び2）。

IAEAの提供するIAEA・SSG-21は、最新の科学的知見に基づく火山の影響評価に関する国際的な安全指針であり、火山ガイドは、かかる国際的な安全指針に基づいて、日本における火山の影響評価の手法を示したものである。

#### イ 専門家からのヒアリング等も経て策定されたこと

火山ガイドは、原子力の安全の確保のための基盤の整備を図ることを目的として設立された技術支援機関である独立行政法人原子力安全基盤機構

---

\*21 IAEA Safety Standards

\*22 火山事象とは、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のことを指す。火山事象には噴火を含めてよく、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（火山ガイド1. 4(3)）。

\*<sup>23</sup> (Japan Nuclear Energy Safety Organization。以下「J N E S」という。) 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、完成したものである。J N E Sは、火山ガイドの策定に当たり、平成25年3月14日及び同年4月2日に研修会を開催するとともに、同年5月27日に第1回規制基準検討会を開催し、火山岩岩石学及び火山地質学を専門とする中田節也東京大学地震研究所火山噴火予知研究センター教授（同検討会委員長。以下「中田教授」という。）、火山物理学を専門とする藤田英輔独立行政法人防災科学技術研究所観測・予測研究領域地震・火山防災研究ユニット主任研究員（同委員），地理学、自然災害科学及び地質学を専門とし、文部科学省地震調査研究推進本部地震調査委員会委員などを歴任した山崎晴雄首都大学東京大学院教授（同委員。以下「山崎教授」という。），地質学及び岩石・鉱石・鉱物・鉱床学を専門とする山元孝広独立行政法人産業技術総合研究所地質情報研究部門主幹研究員（同委員）の4名の外部有識者から意見を聴取した（乙第176号証の1及び2）。

また、原子力規制委員会は、平成25年3月28日に開催された、発電用軽水型原子炉の新規制基準に関する検討チーム（第21回会合において、従前の、発電用軽水型原子炉の新安全基準に関する検討チームから改称された。）の第20回会合において、中田教授から意見を聞くなどして、審議を行った（乙第179号証）。

#### ウ 意見公募手続も経て策定されたこと

\*<sup>23</sup> 独立行政法人原子力安全基盤機構は、平成15年10月1日、原子力施設及び原子炉施設に関する検査等、原子力施設及び原子炉施設の設計に関する安全性の解析及び評価並びに原子力災害の予防、原子力災害の拡大の防止及び原子力災害の復旧に関する業務等を行うことにより、原子力の安全の確保のための基盤の整備を図ることを目的として設立された技術支援機関であったが、福島第一発電所事故後に、規制実施体制を一元化し、規制当局本体に専門人材を取り込むことが必要との考え方から、平成26年3月1日をもって、原子力規制庁に統合された（乙第177号証、乙第178号証）。

原子力規制委員会は、平成25年4月11日から同年5月10日までの間、行政手続法に基づく意見公募手続を行い、その意見を検討した上で、火山ガイドにつき必要な修正を行った（乙第180号証の1及び2）。

## （2）火山に関する知見等の収集方法

原子力規制委員会及び原子力規制庁は、安全追求に終わりではなく、より一層の安全を追求するため、不斷の努力をすべきであるという理念の下、火山に関する知見も含め、最新の科学的・技術的知見を含む各種情報を収集して分析評価を行い、必要に応じて対策を検討し、隨時、規制基準等の規制に反映させている（乙第181号証）。

### ア 情報の収集方法

最新知見を含む各種の情報は、例えば審査会合、事業者からのヒアリングといった、原子力発電所の設置（変更）許可等に係る審査に関わる活動や、施設定期検査等の検査活動などによって得られる。

また、原子力規制委員会が実施している安全研究によって、新たな知見が判明することがある。火山についていえば、「火山影響評価に係る技術的知見の整備事業」として、大規模噴火進展プロセス調査手法の検討、マグマ供給系発達過程の研究、降灰シミュレーション手法の検討、活動的カルデラ火山の地下構造調査など、規制基準や規制活動等の向上に資する様々な安全研究を行っている。なお、同事業の一部は、大学や研究機関の専門家に委託して実施している。

さらに、国内外の研究活動を調査するほか、各種学会等に出席し、最新の研究状況や学会の動向も幅広く把握するよう努めている。これら以外にも、諸外国の規制動向や、国際基準の策定・改定に係る状況、海外でのトラブル情報等についても把握に努めており、これらから最新知見を含む各種の情報が得られる場合もある。

### イ 規制基準等の規制への反映プロセス

前記アの方法で収集された情報は、まず、原子力規制庁内で、我が国の規制に関連する可能性があるか否かのスクリーニングがされる。次に、我が国の規制に関連する可能性があるとした情報について、詳細な分析評価を行い、その中から、何らかの規制対応が必要となる可能性がある最新知見に関する情報（以下「要対応技術情報」という。）の候補を抽出し、併せて対応方針案を作成する。

要対応技術情報の候補及び対応方針案は、原子力規制庁が開催する「技術情報検討会」で検討が行われ、その結果、要対応技術情報に当たるとされた案件及びその対応方針案については、原子炉安全専門審査会等において調査・審議が行われた後に、原子力規制委員会に報告され、必要に応じ、規制基準への反映等が行われる。ただし、収集された情報の安全上の重要性及び緊急性に応じて、必要な場合には、前述の手続によらず、原子力規制庁内の関係部署が連携して対応し、技術情報検討会等での検討を経て、原子力規制委員会で審議することもある。

#### ウ 火山ガイドへの最新知見の具体的な反映事例

火山に関する知見に関しては、必要な調査研究<sup>\*24</sup>や必要に応じて行う検討チーム<sup>\*25</sup>等を通じて火山学者の意見を聴取し、最新の火山学上の知見を情報収集し、新たな規制に取り込むこととしており（乙第181号証）、平成25年6月の火山ガイド策定以降、平成29年11月には降下火砕物

\*24 原子力規制委員会は、必要な調査研究を行っており（原子力規制委員会設置法4条1項12号），それにより収集した最新の知見により、規則等の基準を改正することがある。原子力規制委員会は、気象庁の観測記録の収集や公刊物による最新の知見の収集はもとより、火山の研究については、近年、独自に数億円の費用をかけて行っている（乙第182号証）。

\*25 降下火砕物の規制に関する規則等の改正の際には、降下火砕物濃度の評価に関する検討チームが立ち上げられ、前記山元孝広氏及び日本火山学会火山防災委員会の委員を務め、御嶽山の噴火等の災害対応の経験もある国立保健医療科学院上席主任研究官石峯康浩氏が外部専門家として参加した（乙第183ないし185号証）。

の規制に係る実用炉則の規定に加え、火山ガイドにも改正を加えている。

このように、火山ガイドは、その時々における最新の火山学の知見を十分反映しているものである。

### 3 火山ガイドの内容

#### (1) 火山ガイドの概要

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取りまとめたものである（乙第144号証・1ページ）。

#### (2) 火山ガイドが対象とする火山

日本の火山弧の活動は、1億年以上継続していると考えられているが、火山弧の活動に関連すると考えられている現在のテクトニクス場（主に岩石圏の動きによる地殻の応力場）が成立した時期は、おおむね鮮新世（約500万年前から258万年前）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合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のであるから、火山ガイドは、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<sup>\*26</sup>に影響を与える個々の火山を評価の対象としている（乙第108号証・329及び330ページ）。

#### (3) 火山ガイドにおける評価方法（概要）

##### ア 評価方法の概要

(7) 火山影響評価とは、原子力発電所の安全に影響を及ぼし得る火山活動の評価をいう。

(イ) 火山ガイドは、火山影響評価として、立地評価と影響評価の2段階で行うこととしている（図17参照）。

---

\*26 原子力発電所に核燃料物質が存在する期間をいう。

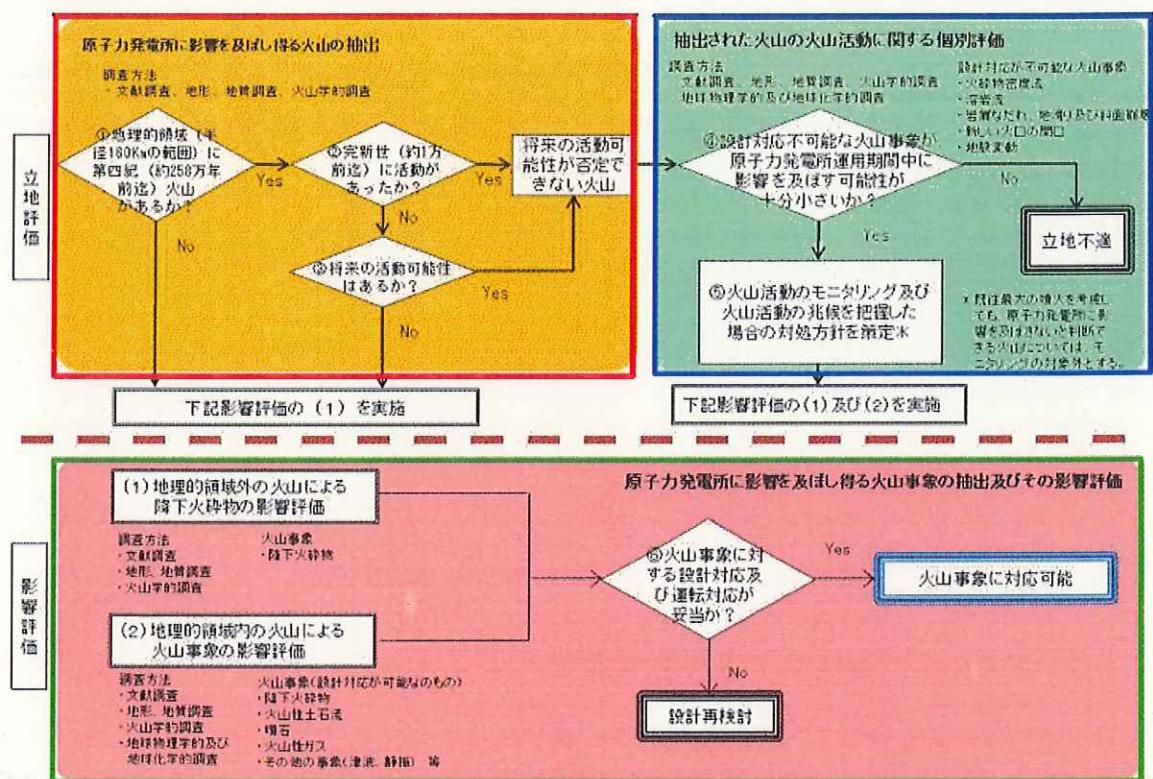
立地評価とは、評価対象場所周辺の火山事象の影響を考慮して原子力発電所を建設するサイトとしての適性を評価することをいい、主として、火山の将来の活動可能性を検討しながら、設計対応不可能であるか否か、つまり、施設や設備で対応が不可能な火山事象<sup>\*27</sup>が原子力発電所の運用期間中に当該サイトに影響を及ぼす可能性を評価するものである。

影響評価とは、立地評価の結果、立地不適とされないサイトにおいて、原子力発電所の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、主に、設計対応可能であるか否か、つまり、施設や設備で対応が可能な火山事象<sup>\*28</sup>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。

(ウ) 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影響を及ぼす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）（火山ガイド2、乙第144号証・5ページ、乙第108号証・331及び332ページ）。

\*27 設計対応不可能な火山事象とは、火碎物密度流、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。

\*28 設計対応可能な火山事象とは、降下火碎物、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。



【図17】 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

#### イ 立地評価の概略について

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17の橙色部分参照）。

その抽出の結果、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山がない場合は、立地不適とならない。

他方、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山が抽出された場合は、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17の緑色部分参照）。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、立地不適とならない。

ただし、この場合には、火山ガイドでは、その可能性が十分小さいとの評価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求められており、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求められている。

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火山がある場合には、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（乙第108号証・332及び333ページ）。

なお、上記「影響を及ぼす可能性が十分小さい」か否かの具体的な評価方法については、後記(4)エにおいて、詳述する。

#### ウ 影響評価の概略について

立地が不適でない場合には、次に影響評価を行う（図17の桃色部分参照）。

影響評価では、火山灰<sup>\*29</sup>など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。

ここで、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にて対応することを意味し、例えば、火山灰の堆積荷重に耐え得るように建物を設計することである。また、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を意味し、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（以上につき、乙第108号証・333ページ）。

#### (4) 火山ガイドにおける立地評価の方法

##### ア 地理的領域内における火山の抽出（図17の橙色部分①）

火山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原子力

\*29 爆発性破碎の様々なプロセスによって生じる平均直径2ミリメートル未満の火山岩の破片。

発電所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。

立地評価では、最初に原子力発電所に影響を及ぼし得る個々の火山の抽出を行うが、この抽出については、文献調査等から、原子力発電所の地理的領域（火山影響評価が実施される原子力発電所の領域を指し、原子力発電所から半径 160 キロメートルの範囲の領域とされている〔火山ガイド 1. 4 (5)〕において、第四紀（地質時代の一つであり、約 258 万年前から現在までの期間〔火山ガイド 1. 4 (6)〕）に活動した火山（第四紀火山）を抽出することとされている（火山ガイド 3, 3. 1 及び 3. 2, 図 17 の橙色部分①）。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、立地不適とはならない（乙第 108 号証・335 ページ）。

#### (7) 地理的領域を 160 キロメートルの範囲とする理由

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）において火碎物密度流<sup>\*30</sup>（火碎流<sup>\*31</sup>、火碎サージ<sup>\*32</sup>など）が到達した距離が 160 キロメートル（乙第 15

\*30 火山噴火で生じた火山ガス、火碎物の混合物が斜面を流れ下る現象の総称（すなわち、火碎流、サージ及びブラスト）（火山ガイド 1. 4 (10)、ブラストにつき同(13)）。

\*31 広い意味の火碎流は、火碎物密度流と同じく火山ガスと火碎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。火碎流は、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。火碎流内の温度は、多くの場合、500°C を超える。速度は、火碎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（火山ガイド 1. 4 (11)）。

\*32 火碎物密度流のうち、比較的流れの密度が小さく乱流性が高いもの。火碎サージは、爆発的噴火により火口から直接発生する場合や、濃度の高い火碎流から分離して生じることもある。火碎サージは、大半の火碎流よりも地形の勾配による制約を受けない（火山ガイド 1. 4 (12)）。

2号証・23ページ、乙第186号証の1・2ページ、同号証の2・50ページ)と考えられているからである(乙第108号証・336ページ)。

#### (イ) 対象とする火山を第四紀火山に限定している理由

対象とする火山を第四紀火山に限定しているのは、日本国内における島弧型火山の活動期間を考慮したからである。すなわち、個々の島弧型火山の活動において、同一のマグマ供給系<sup>\*33</sup>の火山活動期間は、数十万年程度と考えられている(乙第146号証・74ページ、乙第187号証・220ページ)。そのため、地質時代区分で新生代第四紀を指す258万年前まで遡って火山を抽出することによって、活動可能性のある火山を余すところなく抽出することができる。他方、258万年前より以前に活動していた火山があったとしても、それ以降活動が認められなければ、活動期間を終えたものと考えられる。実際、日本国内における火山のうち、258万年間の休止期間を経た後に同一のマグマ供給系で火山活動を再開させた火山は確認されていない。そのため、一般的に258万年前までに活動を終えた日本国内の火山が、火山活動を再開させる蓋然性は極めて低い。そこで、火山ガイドでは、「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」とされているのである(火山ガイド3解説3、乙第144号証・6ページ、乙第108号証・336ページ)。

#### イ 完新世の活動の有無(図17の橙色部分②)

前記アで、地理的領域内に第四紀火山がある場合には、完新世(第四紀の区分のうちで最も新しいものであり、約1万年前から現在までの期間)に当該火山の活動があったか否かを評価する(図17の橙色部分②)。これ

---

\*33 単一の火山の地下にあるマグマが供給される系統。

は、気象庁がおおむね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ところ、かかる基準が活動性がある火山の認定方法として広く認められていることから、火山ガイドにおいても、これらの火山を評価対象とすることとしたものである。

完新世に活動があった火山は、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、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（火山ガイド3. 3(1), 乙第144号証・7及び8ページ）。

第四紀火山で完新世に活動がなかった火山については、後記ウのとおり、更に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評価し、将来の活動可能性が否定できる場合は、立地不適とはならない（火山ガイド3. 3(2), 乙第144号証・8ページ）。

他方、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（後記エ）（火山ガイド3. 3(1)及び(2), 乙第144号証・7及び8ページ, 乙第108号証・337ページ）。

#### ウ 将來の活動可能性の評価方法（図17の橙色部分③）

火山に将来の活動可能性がないかどうかの評価（図17の橙色部分③）は、立地評価のうち、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出において行うものである。ここで行う評価は、当該火山に将来の活動可能性がないといえるかどうかであり、他方、後に述べる個別評価においては、当該火山について当該原子力発電所の運用期間中における活動可能性が十分小さいかを評価する。

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結果を基に、

当該火山の第四期の噴火時期、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、前記文献調査及び地形・地質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ないと判断できる場合にのみ、当該火山の火山活動に関する個別評価を行う必要はない」とされ、立地不適とはならない（火山ガイド3.3(2)、乙第144号証・8ページ）。このように、火山ガイドは、完新世に活動がなかった火山について、将来の活動可能性を評価するに当たっても、慎重な考慮をしている（乙第108号証・339ないし341ページ）。

## エ 火山活動に関する個別評価（図17の緑色部分）

### (ア) 概要

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、火山活動に対する個別評価を行う（乙第108号証・342ページ）。火山の抽出の際には、原子力発電所の運用期間中であるか否かを問わず、広く活動可能性を評価して検討対象火山を抽出するが、個別評価においては、原子力発電所の運用期間中に限定して、検討対象火山の活動可能性や設計対応不可能な火山事象の到達可能性を評価する。ここで行う個別評価は、噴火の時期及び規模を的確に予測するものではなく、飽くまで当該原子力発電所の運用期間中に限定した上で、活動可能性や設計対応不可能な火山事象の到達可能性を通じて、抽出された検討対象火山の当該原子力発電所に対する影響を評価するものである。

具体的には、個別評価に当たっては、まず、検討対象火山の将来の活動可能性を評価し、当該原子力発電所の運用期間中における活動可能性

が十分小さいと認められた場合には、当該火山との関係では立地不適とはならず、当該火山についての立地評価は終了する（ただし、後述するところ、火山活動のモニタリングが実施される。）（火山ガイド4.1(2)、乙第144号証・9ページ）。

これに対し、当該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が十分に小さいと認められない場合には、次に、当該火山の噴火規模を設定した上で、設定した噴火規模におけるその火山による設計対応不可能な火山事象（火碎物密度流、溶岩流、岩屑など<sup>\*34</sup>、地滑り及び斜面崩壊、新しい火口の開口、地殻変動）が、原子力発電所の運用期間中に到達する可能性が十分小さいかを評価する。その結果、検討対象火山による設計対応不可能な火山事象について原子力発電所の運用期間中に到達する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（火山ガイド4.1(2)及び(3)、乙第144号証・9ページ、乙第108号証・337及び338ページ）。

したがって、「影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価」（火山ガイド2、乙第144号証・5ページ）されるか否かについては、上記のとおり、当該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と設計対応不可能な火山事象の到達する可能性を評価することによって判断される（火山ガイド4及び4.1、乙第144号証・8及び9ページ、図17の緑色部分④）。

そして、運用期間中の火山活動の可能性評価及び設計対応不可能な火山事象の到達可能性の評価の方法は、後記(i)で詳述するとおり、過去に巨大噴火を引き起こした火山と引き起こしたことがない火山を区別し、過去に巨大噴火を引き起こした火山については社会通念を考慮し、

---

\*34 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（火山ガイド1.4(15)）。

巨大噴火を引き起こしたことがない火山と異なる評価を実施する。

なお、検討対象火山の運用期間中の活動可能性が十分小さいと評価で  
きる場合には、立地は不適ではないが、念のため、後記(5)（67ペー  
ジ）のとおり、当該検討対象火山の過去の噴火により設計対応不可能な  
火山事象が発電所に到達したと考えられる火山については、活動可能性  
が十分小さいと評価した根拠が継続していることを確認するため、事業  
者が運用期間中にモニタリングを実施するものとしている（火山ガイド  
5ないし5.3、乙第144号証・10及び11ページ、図17の緑色  
部分⑤）。

#### (イ) 過去に巨大噴火を引き起こした火山についての評価方法

a 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。」とは、どのような異常事態が生じても、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  
達成不可能なレベルの高度の安全性（絶対的な安全性）をいうもので  
なく、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ものと解するのが相当である。

この点、上記の相対的安全性の意味するところは、発電用原子炉施  
設を含む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  
であるとして利用することを許容する考え方である（高橋利文・最高  
裁判所判例解説民事篇（平成4年度）[伊方最高裁判決調査官解説]）

417及び418ページ)。

そして、上記の危険性が社会通念上容認できる水準以下であるか否かなどの判断や上記の比較衡量は、時々の科学技術水準のみによって判断することはできず、我が国の社会通念に依拠せざるを得ない。伊方最高裁判決の調査官解説において、上記の相対的安全性を具体的な水準として捉えようとするのであれば、原子力規制委員会が、時々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決定するほかはない旨述べているのも、専門技術的裁量に基づく判断をするに当たっては、科学技術水準に従うことのみならず、事故発生等の危険性を発生させ得る災害の特徴等（発生頻度、被害の特徴やその程度、発電用原子力施設への影響及びその他の社会的影響等）を踏まえ、上記の危険性に対する社会の容認の程度といった社会通念を考慮すべきことを述べるものと解される。

したがって、「災害の防止上支障がないもの」とされる基準の策定について、原子力規制委員会の専門技術的裁量に委ねた趣旨には、最新の科学技術水準のみならず、上記の社会通念をも考慮した基準を策定すべき趣旨を含むものと解され、設置許可基準規則の策定において上記の考慮が必要であることはもとより、同規則の解釈及び同規則への妥当性評価の一例を示した火山ガイドの内容及びその解釈適用に当たっても同様の考慮が必要である。

すなわち、火山に対する安全確保を求める設置許可基準規則6条は、「安全施設（中略）は、想定される自然現象（中略）が発生した場合においても安全機能を損なわないのでなければならない。」（同条1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ぬ。」（同条2項）と規定し、上記の「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解される（同規則6条の解釈5、乙第9.7号証・13及び14ページ）が、これは、最新の科学的技術的知見から合理的に想定される自然現象に起因する危険性を想定した安全確保対策を求める一方、これを超える危険性については、これを想定した対策を講じなくとも社会通念上容認される場合があるという見地に立つものと解される。

そして、設置許可基準規則6条への妥当性評価に用いられる火山ガイドの4.1(2)「検討対象火山の活動の可能性を総合的に評価」、「検討対象火山の活動の可能性が十分小さい」という定めについても、同様の見地から、上記の社会通念を踏まえて解釈適用される必要がある。

b しかるところ、巨大噴火とそれ以外の噴火とにおいて、安全確保上、その危険性に対する社会通念が異なることから、両者を区別して検討する必要がある。すなわち、巨大噴火は、それ以外の噴火とは異なり、他に比肩し得るものがないほどに、広域的な地域に重大かつ深刻な災害をもたらす一方で、低頻度な事象であるという特徴を有しており<sup>\*35</sup>、また、これを想定した法規制や防災対策が行われていない。防災対策においては、通常、後カルデラ期における近年の大規模な噴火から噴火規模を想定している。このことからすると、巨大噴火については、それ以外の噴火とは異なり、巨大噴火の発生可能性が相応の根拠を

---

\*35 本件5カルデラについてみても、巨大噴火については、数万年に1回程度の頻度にすぎない（詳細は被告第25準備書面において主張する。）。

もって示されない限り、安全確保上、巨大噴火を想定しないことが社会通念上容認されていると判断することができる。もっとも、原子力規制行政においては、安全確保に万全を期する観点から、あえて巨大噴火を想定することとし、上記の社会通念を考慮し、過去に巨大噴火を起こした火山については、巨大噴火の可能性評価とそれ以外の活動可能性評価を区別して検討することとしている。

具体的にいようと、原子力規制委員会は、巨大噴火に係る上記の社会通念を考慮し、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、(a) 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、(b) 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（以下、上記(a)及び(b)を併せて「本件各要件」という。）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し、火山ガイド4. 1 (2) の「活動の可能性が十分小さい」と評価するものである（乙第158号証・「原子力発電所の火山影響評価ガイドにおける『設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価』に関する基本的な考え方について」〔以下「本件報告」という。〕）。

このように、巨大噴火の可能性評価における本件各要件は、各種の調査に基づき、最新の火山学の知見のみならず、巨大噴火に係る社会通念をも考慮し、火山事象の到達可能性評価に進むまでもなく、立地不適としなくとも、「安全機能を損なわないもの」（設置許可基準規則6条）であって、「災害の防止上支障がないもの」（原子炉等規制法43条の3の6第1項4号）であるか否かを判断するものとして機能することになる。

- c そして、上記のような巨大噴火に係る社会通念の考慮については、

司法判断がこれを是認している。すなわち、発電用原子炉施設の運用期間中に巨大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、立地不適としなくとも、原子炉等規制法の趣旨に反するということはできないと判断し、実質的にみて、本件各要件に基づき巨大噴火の可能性評価を行うのと同旨の判示をしている（福岡高等裁判所宮崎支部平成28年4月6日決定〔以下「福岡高裁宮崎支部決定」という。〕、佐賀地方裁判所平成30年3月20日決定のほか、広島高等裁判所平成30年9月25日異議審決定〔以下「広島高裁異議審決定」という。〕、高松高等裁判所平成30年11月15日決定〔以下「高松高裁決定」という。〕、大分地方裁判所平成30年9月28日決定、山口地方裁判所岩国支部平成31年3月15日決定、福岡高等裁判所令和元年7月10日決定〔以下「福岡高裁決定」という。〕も、巨大噴火に係る社会通念について同様の考え方立つものと思われる。）。

このうち、広島高裁異議審決定は、「破局的噴火は、他の自然災害などとは異なり国家の解体、消滅をもたらし得る大規模な災害であり、破局的噴火を具体的な危険と認めるのであれば、これに対処する法、インフラの整備等を進めなければならないはずであるが、そのような動きがみられないことは、社会通念として、壊滅的打撃をもたらすものであっても、低頻度の事象については、これを具体的危険として認めず、抽象的可能性にとどまる限り容認する社会通念が存するものと判断するほかない。」、「原子力発電所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、これを前提として立地不適としなくと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託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。」と判示し、その上で、原子力発電所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ないと認定し、「本件原子炉施設を火山事象との関係で立地不適としなかった原子力規制委員会の判断は、結論において合理的と認められる。」と判示している。

また、高松高裁決定も、前記bと同旨の判示をした上で、「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の規模及び態様のV E I 7 クラスの破局的噴火を含む、噴出物が数十  $\text{km}^3$  を超える巨大噴火の危険性については、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、先で見たとおり、開発行為の制限や建築構造物の規制をはじ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、上記の現行法令における巨大地震と上記のような破局的噴火を含む巨大噴火の位置づけや対策の違いからもうかがい知ることができるるべきであり、また、噴出物が数十  $\text{km}^3$  を超える巨大噴火の危険性については、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、その危険性については想定せず、これを容認するという社会通念の反映とみることができるるべきである。」「噴出物が数十  $\text{km}^3$  を超える巨大噴火については、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とも、当該発電用原子炉施設が客観的に見て安全性に欠けるところがあるということはできない。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こともできない。そして、まさにそのように解釈すべきとするのが、『基本的な考え方』（引用者注：本件報告〔乙第158号証〕）である。」と判示している。

さらに、福岡高裁決定も、「火山ガイドの解釈において、設計対応不可能な火山事象を伴う巨大噴火の発生可能性をどのように理解すべ

きかを検討するに、この問題は、火山ガイドが原子力発電所への火山影響を適切に評価することを目的としている以上（甲110〔引用者注：火山ガイド・乙第144号証〕），原子力安全規制に関する現行法制度の中で巨大噴火の発生可能性をどのように取り扱うべきかという問題に帰着する。」、「巨大噴火は、ひとたび発生すれば、広域的な地域に重大かつ深刻な災害を引き起こすものである一方、その発生の可能性は低頻度な現象であって、上記のとおり、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は、原子力安全規制以外の分野においては行われていないのが実情であり、このことは、巨大噴火の発生可能性が上記のような抽象的なものにとどまる限り、法規制や防災対策においてこれを想定しないことを容認するという社会通念の反映とみることができる。そうすると、原子力安全規制に関する現行法制度の下においても、巨大噴火の発生可能性が全くないと言い切れない限り、これを自然災害として想定すべきであるとの立法政策がとられていると解することはできない。」、「したがって、基本的な考え方（引用者注：本件報告〔乙第158号証〕）にあるとおり、巨大噴火については、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とも、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はできないし、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こともできない。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、当該発電用原子炉施設の運用期間中にそのような巨大噴火が発生する可能性が相当の根拠をもって示されない限り、立地不適としなくとも、原子炉等規制法や設置許可基準規則6条1項の趣旨に反す

るということはできないというべきである。」、「火山ガイドの前記定めは、以上の観点に基づいて解釈すべきであり、本件各原子炉施設における火山事象に対する安全性の評価に関する原子力規制委員会の審査の合理性についても、以上を踏まえて検討するのが相当である。」と判示している。

d そして、原子力規制委員会が、火山ガイド4. 1 (2)において過去に巨大噴火を起こしたことがある火山を検討するに当たり、前記のような解釈適用をしてきたことは、後記 fにおいて述べる本件適合性審査の状況や、九州電力川内原子力発電所1号炉及び2号炉の設置変更許可処分に係る適合性審査の状況（乙第188号証）、平成29年度原子力規制委員会第69回会議における石渡委員の「『基本的な考え方について』という文書につきましては、いわゆる巨大噴火に対する原子力規制の基本的な考え方をよくまとめてあると思っております。我々としては、従来もこの考え方で規制を行ってまいりましたし、これからもこの考え方で行っていくということでございます。」などという本件報告に係る説明にも裏付けられている（乙第189号証・18及び19ページ）<sup>\*36</sup>。

e 以上のとおりであるから、火山ガイド4. 1 (2)の「検討対象火山

---

\*36 広島高裁異議審決定においては、本件報告について、「火山ガイドや考え方（引用者注：「新規制基準の考え方」〔乙第108号証〕）は、巨大噴火とその余の規模の噴火を特段区別せず、むしろ（中略）巨大噴火をも想定した内容となっている。（中略）火山ガイドが、巨大噴火について基本的考え方（引用者注：本件各要件に基づき巨大噴火の可能性評価を行うような考え方を指すが、正確には決定中の略称定義を参照されたい。）のような考え方を取っているものとは認めるることはできない。」と判示しているが、前述したことによれば誤りである。後記 f のとおり、少なくとも、本件適合性審査においては、火山ガイド4. 1 (2)の火山の活動の可能性評価を行うに当たり、巨大噴火とそれ以外の噴火とを区別し、本件各要件と整合的な評価を行っていることは明らかであって、上記の判示は本件に直ちに妥当するものではない。

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可能性が十分小さい」という定めについては、巨大噴火に係る社会通念に着目し、本件各要件と整合的な解釈適用がされることになる。

この点、高松高裁決定も、「原子力規制委員会は、火山ガイドに従つて立地評価及び影響評価をするに際しては、従前から、『基本的な考え方』を前提として審査をしていたものと認められる。したがって、火山ガイドについては、『基本的な考え方』の内容も踏まえた上で、その合理性の有無を検討する必要があるというべきである。」、「上記に詳細に説示したとおり、基本的な考え方を前提とした火山ガイドの規定内容は合理性があるというべきである。」として、被告の上記主張と同旨の判示をしている。

f そして、本件適合性審査に用いられた火山ガイド4. 1 (2)における火山の活動可能性の評価も、前記b（47ページ）の解釈に基づいて行われていたことは明らかである。

すなわち、参加人九州電力は、原子力発電所の規制基準適合性に係る審査会合等において、複数回にわたり、説明資料を提出するなどしているところ、立地評価に係る申請内容は、一貫して、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噴火とを区別した検討を行い、前者については、巨大噴火が差し迫った状態ではないことをそれぞれ確認するなどした上で、運用期間中の設計対応不可能な火山事象の敷地への到達可能性の評価においては、後カルデラ期における最大規模の噴火を用いている（乙第190号証・3ないし18、21ないし23ページ、乙第191号証・11ないし45ページ、乙第192号証・11ないし43ページ、乙第193号証、丙第28号証・11ないし56ページ〔図18は11ページ、図19は40ページ〕）。

また、本件各原子炉施設に係る審査書（案）のパブリックコメントに対する考え方においても、「現在のマグマ溜まりがVE I 7以上の噴火直前の状態ではなく、VE I 7以上の噴火の活動可能性が十分に小さいと評価し、現在の噴火ステージにおける既往最大規模を考慮するとしていることを審査で確認しています。」と、本件各要件と整合的な検討がされたことが示されている（乙第194号証・別紙1の16ページ）。そして、審査書においても、原子力規制委員会は、巨大噴火とそれ以外の噴火とを区別して検討された参加人九州電力の申請内容（乙第193号証、乙第200号証<sup>\*37</sup>）を確認した上で、そのように区別した検討が火山ガイドを踏まえていることを確認した旨記載されている（乙第132号証・64ないし66ページ）<sup>\*38</sup>。

---

\*37 例えば、乙第200号証・6(3)－7－8－4ページ以下では、将来の活動可能性が否定できない火山のうち、過去に巨大噴火を発生させた本件5カルデラをそれ以外の火山とは区別して、運用期間中の活動性評価を行っている。

\*38 例えば、乙第132号証・65ページ3及び4行目には、「申請者は、本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ついて、以下のとおりとしている。」と記載され、これに引き続く(1)ないし(5)において、申請者は、本件5カルデラ（阿蘇カルデラ、鹿児島地溝のカルデラ〔加久藤・小林カルデラ、姶良カルデラ及び阿多カルデラ〕、鬼界カルデラ）とそれ以外の火山とを区別して評価したものと記載されている。そして、同号証・66ページ2ないし4行目には、「規制委員会は、申請者が実施した本発電所の運用期間中の検討対象火山の活動の評価は、過去の活動履歴の把握や地球物理学的調査に基づいており、これらの手法が火山ガイドを踏まえていることを確認した。」と記載されている。

### 3.1 評価方法

- 将来の活動可能性がある火山のうち、過去に破局的噴火を発生させたカルデラについては、運用期間中の噴火規模を検討した。
- カルデラにおける運用期間中の噴火規模については、①噴火履歴の特徴、②地下構造から、現在のマグマ溜まりが破局的噴火直前の状態にあるかを検討し、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た。
- その他の火山における運用期間中の噴火規模については、既往最大規模を考慮した。



九州におけるカルデラの位置

運用期間中の噴火規模の評価

対象火山	運用期間中の噴火規模の評価概要	
	運用期間中の破局的噴火の可能性に関する検討項目	
カルデラ	① 噴火履歴の特徴	①-1 活動間隔 ①-2 噴火ステージ
	② 地下構造	②-1 マグマ溜まりの状況
その他の火山	運用期間中の噴火規模として既往最大規模の噴火を考慮	

11

【図18】

## 4.1 評価結果の概要

火山事象の敷地到達可能性の評価結果

火 山 名	敷地 からの 距離 (km)	完新世 の活動	将来の 活動可能 性	①～⑥火山事象毎の最大到達距離・既往最大規模を考慮、⑦敷地内で想定される火山灰層厚 (○：敷地に影響を与えない、×：敷地に影響を及ぼす)									
				①火山弾		②溶岩流		③岩屑なだれ		④火山泥流			
				0～10km	0～50km	0～50km	0～50km	0～120km	0～160km	0～160km	0～160km		
2 岩岐火山群	28	なし	あり		約4km	○	約4km	○		○認められない	○	○認められない	○
8 多良岳	63	なし	あり							○認められない	○	○認められない	○
10 小植賀島火山群	77	なし	あり							○認められない	○	○認められない	○
15 薩摩岳	94	あり	あり							○認められない	○	○認められない	○
17 南島原	103	なし	あり							○認められない	○	○認められない	○
18 金峰山	108	なし	あり							○認められない	○	○認められない	○
24 阿蘇カルデラ	120	あり	あり							○認められない	○	○認められない	○
27 万年山火山群	124	なし	あり							○認められない	○	○認められない	○
28 鮫野山	125	なし	あり							○認められない	○	○認められない	○
31 滝蓋火山群	130	なし	あり							○認められない	○	○認められない	○
33 福江火山群	133	あり	あり							○認められない	○	○認められない	○
										○認められない	○	○認められない	○
37 九重山	140	あり	あり							○認められない	○	○認められない	○
38 立石火山群	140	なし	あり							○認められない	○	○認められない	○
40 野村火山群	143	なし	あり							○認められない	○	○認められない	○
42 由布岳	147	あり	あり							○認められない	○	○認められない	○
45 高平火山群	148	なし	あり							○認められない	○	○認められない	○
46 鶴見岳	150	あり	あり							○認められない	○	○認められない	○
- 加久藤・小林カルデラ	180	あり	あり							○認められない	○	○認められない	○
- 始良カルデラ	220	あり	あり							○認められない	○	○認められない	○
- 同多カルデラ	180	あり	あり							○認められない	○	○認められない	○
- 鬼界	220	あり	あり							○認められない	○	○認められない	○

【図 19】

このように、本件適合性審査においては、火山ガイド4. 1(2)の解釈適用について、巨大噴火とそれ以外の噴火とを区別し、巨大噴火について本件各要件と整合的な審査判断をしており、これが本件適合性審査における具体的な審査の内容である。

g 上記のとおり、巨大噴火の可能性評価は、本件各要件の充足性を見るべきところ、本件各要件の充足性は、火山地質学、岩石学、地球物理学及び地球化学的調査を尽くし、その結果を総合考慮し、検討する

ことで、火山学的に評価・判断することが可能である<sup>\*39</sup>。

この点、現在、我が国において巨大噴火を想定した防災対策が、喫緊の課題として取り組まれておらず、具体的な法整備も行われていないという事情は、少なくとも現在の我が国において、火山学的に、巨大噴火が差し迫った状態にあるとする見解がないことを意味するものといえる。したがって、かかる事情もまた、巨大噴火が差し迫った状態にないことを推認する一事情として、本件各要件のうち(a)の要件（前記48ページ）の該当性において考慮されるべきである。

さらに、火山学的にみて、大規模なマグマ溜まりが蓄積するには相当長期間かかると考るのが相当であること、マグマ溜まりが発泡して巨大噴火に至る過程にも、相応の時間がかかると考るのが相当であることなどからすれば、現在巨大噴火が差し迫った状態にない場合には、原子力発電所の運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理的な根拠があるとはいえないことが推認されるといえる（なお、運用期間中に巨大噴火を引き起こすかどうかは分からず、というにとどまる見解は、本件各要件のうち(b)の「運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的な根拠」〔前記48ページ〕に当たらないことはいうまでもない。）。

したがって、本件各要件のうち(a)の要件が満たされる場合には、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認められない限り、(b)の要件が満たされることが推認され

\*39 このことは、小林哲夫鹿児島大学名誉教授の見解（丙第50号証・33ないし36ページ）、大倉敬宏京都大学教授の見解（丙第49号証・32ページ）、井口正人京都大学教授の見解（乙第167号証・17ページ）、斎藤元治産業技術総合研究所主任研究員の見解（乙第168号証・21ないし23ページ）、山崎教授の見解（乙第195号証・11及び12ページ）からも明らかである。

るということができる。

- h そして、このような本件各要件が満たされる場合には、巨大噴火の可能性が十分小さいと評価できるため、過去に巨大噴火を起こした火山のうち、巨大噴火以外の火山活動の活動可能性の評価を行い、十分小さいといえない場合には、巨大噴火以外の設計対応不可能な火山事象の到達可能性、つまり、火山ガイド4. 1 (3)の評価を行うこととなる。
- i 過去に巨大噴火を起こしたことがある火山について、巨大噴火以外の火山活動の活動可能性の評価を行うときには、一般的に噴火規模の推定は困難であるから、過去最大規模の噴火を評価することとなる。巨大噴火の可能性は十分小さいと評価されているため、検討対象火山の過去最大規模の噴火には、当該検討対象火山の最後の巨大噴火より後の最大の噴火規模を用いる。

#### (ウ) 過去に巨大噴火を引き起こしたことがない火山の評価方法

過去に巨大噴火を引き起こしたことがない火山については、運用期間中の活動可能性の評価については、火山学的な調査結果を総合考慮し、運用期間中における検討対象火山の活動可能性の評価を実施し、活動可能性が十分小さいといえない場合には、火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の到達可能性の評価を行う（火山ガイド4. 1 (2)及び(3)，乙第144号証・9ページ）。

もっとも、巨大噴火を引き起こしたことがない火山は、過去最大の噴火規模が大きくないため、検討対象火山の活動可能性の評価をせずとも、過去最大規模の噴火における設計対応不可能な火山事象の到達距離を評価すれば、設計対応不可能な火山事象の到達可能性は十分小さいと評価されることになる。

#### a 原子力発電所の運用期間中における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。

将来の火山活動の可能性を評価する際に用いた階段ダイヤ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。

他方、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、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調査によって、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（乙第108号証・342及び343ページ）。

#### b 設計対応不可能な火山事象の到達可能性の評価

##### (a) 評価方法

当該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<sup>\*40</sup>の到達可能性を評価する（図20参照）。

まず、検討対象火山の調査結果から、原子力発電所の運用期間中に発生する噴火規模を推定し、これを設定対象とする（図20の左

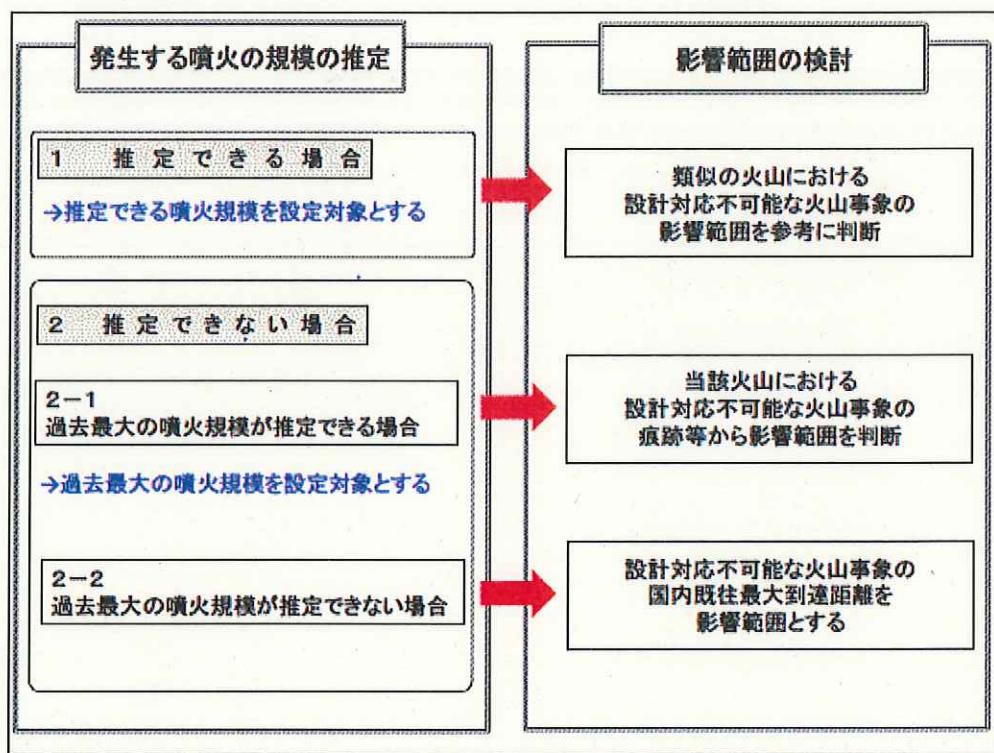
\*40 火山ガイド表1（乙第144号証・22ページ）に掲げられている火山事象のうち、碎物密度流（火碎流、サージ及びブラスト）、溶岩流、岩屑などれ、地滑り及び斜面崩壊、新しい火口の開口、地殻変動を指す（前記(7)参照）。

側の 1)。調査結果から原子力発電所の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を設定対象とする（図 20 の左側の 2-1）。

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。その評価においては、検討対象火山の調査結果から噴火規模を設定した場合（図 20 の左側の 1）には、その噴火規模での影響範囲を判断するが、その際には、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ます。過去最大の噴火規模から設定した場合（図 20 の左側の 2-1）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（検討対象火山の調査結果から運用期間中に発生する噴火規模を推定できず、当該火山の過去最大の噴火規模も推定できない場合。図 20 の左側の 2-2）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、立地不適とはならない（火山ガイド 4. 1 (3), 乙第 144 号証・9 ページ, 乙第 108 号証・343ないし 345 ページ）。



【図20】 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

#### (b) VEI（火山爆発指数）との関係

VEI（火山爆発指数）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、VEI2からVEI8までは、区分の数値が一つ上がるごとに噴出物の量が10倍になる<sup>\*41</sup>。また、VEIは、火山噴火の規模を表す一つの指標であり、噴出した火碎物（火山灰、火碎流等）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が困難である上、VEI

\*41 VEI0は0.00001km<sup>3</sup>未満、VEI1は0.00001km<sup>3</sup>以上0.001km<sup>3</sup>未満、VEI2は0.001km<sup>3</sup>以上0.01km<sup>3</sup>未満、VEI3は0.01km<sup>3</sup>以上0.1km<sup>3</sup>未満、VEI4は0.1km<sup>3</sup>以上1km<sup>3</sup>未満、VEI5は1km<sup>3</sup>以上10km<sup>3</sup>未満、VEI6は10km<sup>3</sup>以上100km<sup>3</sup>未満、VEI7は100km<sup>3</sup>以上1000km<sup>3</sup>未満、VEI8は1000km<sup>3</sup>以上の噴出量である。

I 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、VE I のみから原子力発電所への火山事象の影響範囲を導くことはできない（乙第108号証・345ページ）。

(I) 火山ガイドにおける立地評価の定めは火山の噴火の時期及び規模を的確に予測できることを前提とするものではないこと

a 前記のとおり、火山ガイドにおける立地評価は、過去に巨大噴火を起こした火山とそれ以外の火山を区別し、「火山活動の可能性評価」をした上で（火山ガイド4. 1(2)），到達可能性の評価を行う（火山ガイド4. 1(3)）ものであるところ、前者の「火山活動の可能性評価」は、火山の噴火の時期及び規模を的確に予測することを意味するものではなく、また、かかる予測を前提とするものでもない。

b すなわち、上記の「火山活動の可能性」という用語は、IAEA・SSG-21項目5. 10の「potential for future activity」等を参考にしたものであり、火山学において噴火の時期及び規模等を的確に推定することを意味する「予知」「予測」「噴火予知」「噴火予測」（乙第196号証の1・4ページ、同号証の2・6ページ参照）とは異なる概念である。

要するに、原子力発電所の運用期間中における火山の活動の可能性の評価とは、原子力発電所の運用期間中の火山の活動の可能性が小さいかどうかを評価することを意味するものであって、いつ、どの程度の火山活動（噴火等）が発生するかを予測するものではない。火山ガイドでは、そのような意味で、「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」（火山ガイド1. 1）、「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」（火山ガイド2）などと定めているのであって、審査書等においても同様

の表現が用いられているのである。

- そして、上記の火山の活動の可能性評価を含む立地評価は、上記の意味での予知ないし予測を前提とするものでもない。むしろ、火山ガイドにおける立地評価は、将来の火山活動の不確実性を踏まえたものである。

すなわち、現在の火山学の水準では、火山噴火の時期及び規模を的確に推定することはできず、このような推定が可能であることを前提とした原子力規制を行うことはできない。この点については、原子力規制委員会において火山ガイドの内容が検討された基準検討チーム第20回会合においても、中田教授が「噴火の予測というのはどういう具合にやっているかということを説明したいと思います。噴火の予測には五つの要素があって、時期と場所、それから、規模、様式、推移という、そういう五つの要素があるわけですけれども、時期と場所については、我々は何となくできているという感覚を持っています。それに対して噴火の規模、様式、(中略) 推移(中略)，その三つについては、我々はまだできていないと考えています。」、「段階3(引用者注：予測の発展段階)というのは、これは、実現は当分不可能だと思っていますが、物理的な法則で噴火の規模、様式、推移というものが検討できて、噴火観測のデータから予測ができるというものです。これは恐らく不可能ではないかと思っています。」などと述べた上で、平成23年新燃岳の噴火開始時期の予測の失敗例等を紹介している(乙第196号証の1・4ページ、同号証の2・6及び7ページ)。このように、火山ガイドの内容が検討された原子力規制委員会の会合においても、中田教授によって、噴火の時期については「なんとなくできているという感覚」という程度であり、近年においても噴火開始時期の予測が失敗した例があることが説明され、噴火の規模を予測す

ることについては「まだできていない」、「不可能である」と説明されている。

そして、原子力規制委員会もまた、上記の中田教授の指摘等や火山活動の不確実性を踏まえて火山ガイドを策定したのであり、このことは、火山ガイドの原案に対するパブリックコメントへの考え方において、「現在の科学技術においても火山の活動性等についての一定の評価は可能であり、原子力発電所運用期間中に設計対応不可能な火山事象が当該発電所の安全性に影響を及ぼす可能性が十分小さいことについて判断できるものと考えていますが、不確実性を伴うものであることはご指摘のとおりです。」、「現在の科学技術の水準を踏まえれば、火山の活動可能性について、長期の活動予知の不確定性が大きい」と回答されていることからも明らかである（乙第197号証・5及び14ページ）。

d そして、火山ガイドの内容それ自体をみても、火山ガイドが火山の噴火の時期及び規模を的確に予測できることを前提としていることをうかがわせる記載はなく、かえって、将来の火山活動の不確実性を前提とした内容となっている。

すなわち、予測とは、将来が過去の延長線にあるとの前提の下、過去のデータ（情報）に基づき、過去の傾向等を調べ、これを将来に延長して将来の姿を推測することにある。したがって、予測の精度は、過去のデータ（情報）の質や量に依存する。しかしながら、火山ガイドにおける検討対象火山は、歴史年代において人類が経験したことがない第四紀（約258万年前から現在までの期間）に活動した火山までも含まれるのである（火山ガイド3），これらの火山について、精度の良い十分なデータが残されているということは期待し得ない。この点については、山崎教授の意見書（乙第195号証・13ページ）

においても、「火山の地質記録も、数百万年前のように、年代が古くなれば当然その地質記録の精度は落ちますし、地層が見つかっても、どの火口から噴火した堆積物かすら分からぬこともあります。」などと述べられている。また、火山は、ある程度の周期性を有する地震とは異なり、「噴火のメカニズムが複雑であること、火山の噴火は常に周期をもって起こることは限らないこと」(同号証・13ページ等)といった火山活動固有の不確実性も有している。

このような火山に係る過去のデータの量や精度、火山活動固有の不確実性に照らせば、火山の噴火の時期及び規模等を的確に予測することはできず、これを前提とした安全確保対策を講じることができるのは自明である。しかしながら、原子力規制においては、そのような火山であってもその活動可能性自体は否定できず、原子力発電所の安全性に影響を及ぼし得るものであることから、想定すべき自然現象として位置づけた上で(設置許可基準規則6条、同規則の解釈)，火山ガイドにおいては、上記の火山のうち将来の火山活動可能性が否定できない火山を検討対象火山として抽出すべきことを示し(火山ガイド3)，将来の火山活動に不確実性があることを前提として、まず、地球物理学的及び地球化学的調査を尽くし、火山学における最新の知見を参照して、上記の不確実性の程度をできる限り減じた上で(火山ガイド4.1(2), 4.2)，運用期間中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焦点を当てて、その活動可能性が十分小さいことを評価することとしたものである。そして、「活動可能性が十分小さい」というのは、運用期間中のどの時点において噴火の可能性があるかという判断や、運用期間後のある時点で噴火する可能性があるから運用期間中に噴火することはないという判断を前提とするものではなく、火山活動の不確実性に鑑み、運用期間中に火山の噴火が起

きる可能性自体はどの時点においても完全には否定できないことを前提として、各種調査を踏まえ、火山学的にみて、その可能性が十分に小さいか否かを評価し、原子力発電所の立地として不適としなくとも、「災害の防止上支障がない」（原子炉等規制法43条の3の6第1項4号）といえるか否かを判断するものである。そして、その判断は、上記のとおり、最新の科学技術水準に従うのみならず、社会通念をも踏まえた判断であり、最新の科学技術水準のみに従つたいわゆる噴火予測とは全く異なる性質の判断とならざるを得ない。そして、運用期間中という限られた期間における活動可能性が十分小さいことの評価は、そもそも、どの時点においても火山が噴火する可能性が完全に否定されるものではなく、上記の評価それ自体にも不確実性を含むものであることから、火山活動の可能性が十分に小さい状態であることを将来にわたって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が行われることになる（火山ガイド5）。

また、火山噴火の規模についてみても、火山ガイドは、「検討対象火山の調査結果から噴火規模を推定する」とする一方、「調査結果から噴火の規模を推定できない場合」があることを前提とし、この場合には、「検討対象火山の過去最大の噴火規模とする」（火山ガイド4.1(3))として、過去最大の噴火規模から到達可能性を評価することとしている。これは、前記cの中田教授の指摘にもあるとおり、火山の噴火の規模が的確に予測できないことを前提とするものであることは明らかであり、より安全面に配慮した定めをしているのである。

- e 以上のとおりであるから、火山ガイドにおける立地評価は、火山の噴火の予知ないし予測を前提とするものではなく、将来の火山活動の不確実性を踏まえたものというべきである。

この点、高松高裁決定も、「基本的な考え方の観点で火山ガイドを

見る限り、火山ガイドは、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的確に予測できるとの前提に立っているのではなく、巨大噴火の時期及び規模を的確に予測することまではできなくとも、少なくとも巨大噴火直前の状態にあるか否かは確認可能であるとの考え方を立っているのであって、この点で、火山ガイドが不合理であるということはできない。」と判示している。

#### (5) 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

##### ア 目的

原子力規制委員会は、我が国が福島第一発電所事故を経験したことを踏まえ、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、火山ガイドでは、立地評価において、個別評価により、当該原子力発電所の運用期間中において、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、設計対応不可能な火山事象が到達する可能性が十分小さいと評価できる場合において、評価の根拠が継続していることを確認するため、事業者に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を求めている（火山ガイド5、乙第144号証・10ページ）。

このように、モニタリングを行うのは、そもそも、当該原子力発電所の運用期間中において、検討対象火山の活動可能性が十分小さいと評価できる場合や、設計対応不可能な火山事象が到達する可能性が十分小さいと評価できる場合であり、すなわち、既に立地不適ではないと評価している場合である。

しかし、火山ガイドは、かかる場合であっても、その評価の根拠が継続していることを確認するため、事業者に対し、モニタリングを義務付けて

いるのであり、さらに、モニタリングを行うのであれば、それにより火山活動の兆候を把握できる場合もあるから、当然のこととして、それに対する対処方針を事前に定めておくこととしたものである（乙第108号証・350ページ）。

#### イ 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、監視対象火山とならない（火山ガイド5. 1，乙第144号証・10ページ）。

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（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）などが考えられる。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（火山ガイド5. 2，乙第144号証・10ページ）。

前記アのとおり、モニタリングの目的は、原子力発電所の運用期間中における火山の活動可能性や設計対応不可能な火山事象の到達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、飽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（乙第108号証・350及び351ページ）。

#### ウ 火山活動の兆候を把握した場合の対処方針の策定

前記アのとおり、モニタリングを行うことにより火山活動の兆候を把握

できる場合もあるため、火山ガイドでは、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<sup>\*42</sup>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求めている（火山ガイド5.4、乙第144号証・11ページ）。

そもそも、モニタリングを行うのは、原子力発電所の運用期間中において、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、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る場合であるから、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に、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限りの対処方針を定めることとしたものである（乙第108号証・351及び352ページ）。

#### (6) 火山ガイドにおける火山事象の影響評価の方法（図17の桃色部分）

##### ア 概要

火山事象の影響評価は、立地評価において、立地不適とならなかった場合に、抽出された検討対象火山の各火山事象の影響評価を行うものである。

火山ガイドでは、設計対応の可否を問わず、全ての火山事象についてそ

---

\*42 例えば、火山性地震、地殻変動である。

の影響評価の方法を示している。しかしながら、立地評価において、設計対応不可能な火山事象の到達可能性があると評価した場合には、その際に既に立地不適との評価をしているし、他方で、立地不適ではないときは、設計対応不可能な火山事象の到達可能性は十分小さいと既に評価していることになるから、火山事象の影響評価においては、設計対応不可能な火山事象の影響評価を改めて行う必要はない。

その結果、火山事象の影響評価においては、設計対応可能な火山事象による影響評価を行うこととなる。

なお、設計対応可能な火山事象は降下火砕物などが該当し、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（乙第108号証・353ページ）。

#### イ 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、前記(4)ア（39ページ）のとおり、原子力発電所から半径160キロメートルの範囲の領域であるが、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も、影響評価が必要となる<sup>\*43</sup>（乙第108号証・353ページ）。

#### ウ 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価

前記イの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、地理的領域内で将来の活動可能性があると評価された火山についても、設計対

\*43 火山ガイド6（乙第144号証・11ページ）は、「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。」（注：下線は引用者）として、地理的領域外の火山による降下火砕物も評価対象としている。

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<sup>\*44</sup>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（乙第108号証・353及び354ページ）。

## エ 降下火碎物の影響評価の方法

降下火碎物の影響評価の方法は、以下のとおりである（火山ガイド6.1、乙第144号証・12ページ）。

### (7) 降下火碎物の影響評価

降下火碎物の影響評価については、直接的影響と間接的影響の観点から評価を行う。

#### a 降下火碎物の影響

##### (a) 直接的影響

降下火碎物は、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。降下火碎物による影響としては、原子力発電所の構造物への静的負荷<sup>\*45</sup>、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

\*44 設計対応と運転対応につき、前記第3の3(3)ウ（39ページ）参照。

\*45 静的負荷とは、構造物に加わる荷重のうち、時間的に変化しない一定の加重のことをいう。

系、電気系及び計装制御系に対する機械的・化学的影響、並びに原子力発電所周の大気汚染等の影響が挙げられる。

また、降雨・降雪などの自然現象は、火山灰等の堆積物の静的負荷を著しく増大させる可能性があるので、考慮する必要がある（火山ガイド6. 1 (1) (a), 乙第144号証・12ページ）。

#### (b) 間接的影響

前記(a)のとおり、降下火碎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し得る。この中には、広範囲な送電網の損傷による長期の外部電源喪失や原子力発電所へのアクセス制限事象が発生し得ることも考慮する必要がある（火山ガイド6. 1 (1) (b), 乙第144号証・12ページ）。

#### b 降下火碎物による原子力発電所への影響評価

降下火碎物の影響評価では、降下火碎物の降灰量、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の特性<sup>\*46</sup>に及ぼす影響を考慮し、それらの原子炉施設又はその附属設備への影響を評価し、必要な場合には対策がとられ、求められている安全機能が担保されることを評価する（火山ガイド6. 1 (2), 乙第144号証・12ページ）。

降下火碎物の降灰量（厚さ）の設定は、原子力発電所又はその周

\*46 火山灰の特性としては粒度分布、化学的特性等がある（火山ガイド6. 1解説18・乙第144号証・13ページ）。粒度分布とは、火山ガイドでは粒径分布と同義であり、運用期間中に想定される火山事象により原子力発電所敷地において降灰（堆積）する降下火碎物の粒径の度数分布のことをいう（火山ガイド添付1の2(3)）。火山灰の粒度分布は、降雨等の気象条件によって火山灰の粒子が凝集し、降灰時の粒径が変化することにより生ずる。また、化学的特性とは、火山灰粒子に、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、硫酸物イオン等）が含まれていることをいう（火山ガイド6. 1 (1) (a)参照、乙第144号証・12ページ）。

辺敷地で確認された降下火碎物の最大降灰量（厚さ）を基に評価する。すなわち、堆積量（層厚）の観測結果による実測値に基づき評価を行うのが原則である<sup>\*47</sup>。

他方、原子力発電所内及びその周辺敷地において降下火碎物の堆積が観測されない場合は、次の方法により降灰量を設定する。すなわち、類似する火山の降下火碎堆積物の情報を基に求めるか、あるいは、対象となる火山の総噴出量、噴煙柱高度、全粒度分布、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碎物の数値シミュレーションを行うことにより求める。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、及び類似の火山降下火碎堆積物等の情報を参考とすることができます（火山ガイド6. 1解説16, 乙第144号証・13ページ）。

これは、数値シミュレーションは、複数のパラメータを設定し、それを入力すれば、結果は算出されるものの、火山の噴火については観測例が乏しく、シミュレーションコードの適用範囲に限界があり、そのシミュレーション結果の科学的妥当性についての評価は困難であることから、降下火碎物の堆積量（層厚）の評価においては、

\*47 火山ガイド6（乙第144号証・11ページ）は、「降下火碎物に関しては、（中略）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碎物が降下するものとする。」とし、原則として、原子力発電所の敷地及びその周辺の調査で確認された降下火碎物（実測値）と同等の堆積量（すなわち、確認された最大の堆積量）の降下火碎物を評価対象として設定している。なお、火山ガイド6は、「敷地及び敷地周辺で確認された降下火碎物で、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。」とする一方、「降下火碎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碎物の堆積量を評価すること。」ともしている。

科学的に信頼性が高い堆積量（層厚）の実測値を用いて評価することを原則とするものである。なお、上記の観点からすれば、堆積量（層厚）の観測記録がある場合には、これに基づいて堆積量（層厚）を適切に評価すれば十分であるが、この場合であっても、安全面により配慮して、数値シミュレーションを補助的に用いることを妨げるものではない。

#### (1) 確認事項

##### a 直接的影響の確認事項

直接的影響については、①降下火砕物堆積荷重<sup>\*48</sup>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<sup>\*49</sup>、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を確認する（火山ガイド6. 1 (3) (a)、乙第144号証・13ページ）。

\*48 降下火砕物堆積荷重とは、建屋・構築物、屋外機器に対する、降下火砕物の静的な堆積による荷重をいう。降下火砕物による直接的影響の要因の一つとして評価し、構造物の許容効力値以下であることを確認している。

\*49 ③を確認する際には、堆積速度、堆積期間については、類似火山の事象やシミュレーション等に基づいて評価し、また、外気取入口から侵入する火山灰の想定に当たっては、火山ガイドの「添付1」の「気中降下火砕物濃度の推定方法について」を参照して推定した気中降下火砕物濃度を用い、さらに、堆積速度、堆積期間及び気中降下火砕物濃度は、原子力発電所への間接的な影響の評価にも用いることとしている（火山ガイド6. 1解説17・乙第144号証・13ページ）。

### b 間接的影響の確認事項

間接的影響については、原子力発電所外での影響（長期間の外部電源の喪失及び交通の途絶）を考慮し、燃料油等の備蓄又は外部からの支援等により、原子炉及び使用済燃料プールの安全性を損なわないように対応が取れることを確認する（火山ガイド6. 1(3)(b), 乙第144号証・13ページ）。

## 4 火山ガイドは IAEA・SSG-21と整合していること

### (1) はじめに

火山ガイドは、前記2(1)ア（31ページ）のとおり、火山の影響評価に関する国際的な安全指針である IAEA・SSG-21に基づいて策定されたものである。

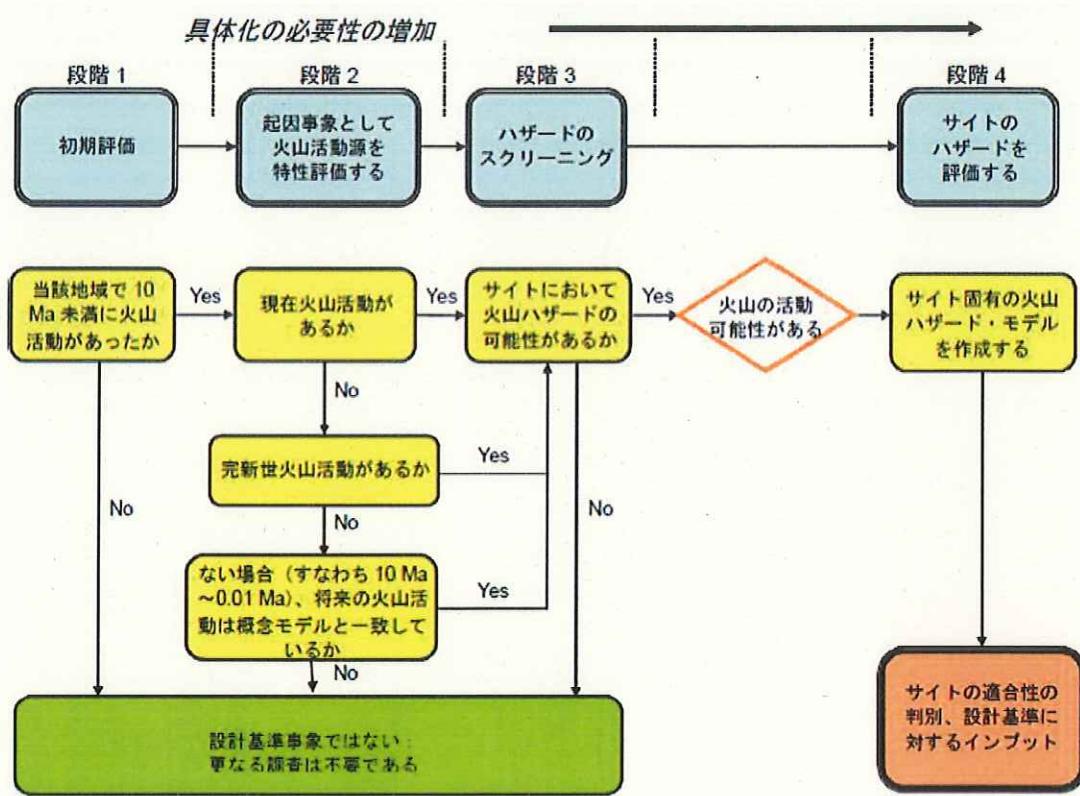
以下では、IAEA・SSG-21の枠組みを説明した上で（後記(2)），火山ガイドは、IAEA・SSG-21と整合しており、国際的な安全水準を満たした十分な合理性を有するものであることを述べる（後記(3)）。

### (2) IAEA・SSG-21の枠組み

#### ア 全体の枠組み

IAEA・SSG-21は、図21のとおり、段階1から段階4の評価手法を探っている（IAEA・SSG-21項目3. 2, 乙第169号証

の2・12ページ)。



【図21】 IAEA・SSG-21のフロー(抜粋)

#### イ 段階1(初期評価)について

まず、初期評価においては、過去1000万年(10 Ma<sup>\*50</sup>)の間に発生した可能性のある全ての火山活動の発生源を包含するサイト周辺の地理的領域を定義する(IAEA・SSG-21項目3.2, 乙第169号証の2・12及び13ページ)。

#### (7) 過去1000万年までの火山活動の抽出

IAEA・SSG-21は、まず、過去1000万年までの火山活動を抽出しているが、これは、原子力施設に対する外部事象のハザード評

\*50 Maとは、Mega annumの略であり、百万年のことという。

価（「IAEA Safety Standards Series No. NS-G-3. 1<sup>\*51</sup>」第4. 3項を参照）において、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スクリーニング値が、一部の加盟国では  $10^{-7}$  ( $1000$ 万年に1回) にされていることによるものである (IAEA・SSG-21項目2. 7及び5. 12, 乙第169号証の2・8及び27ページ)。

#### (4) 地理的領域について

評価対象の地理的領域については、過去1000万年未満の火山活動からもたらされ、原子力発電所プラントの安全性に影響を与える可能性のある危険な現象の種類に基づいて決定することがよいとされている (IAEA・SSG-21項目4. 5, 乙第169号証の2・17ページ)。同決定に当たっては、火山の種類及び関連の火山噴火の可能性の観点から火山活動の特性評価を実施するのがよく、具体的には、噴火挙動及び地殻構造環境の年代、全体的な時空間的傾向、形態、噴火生成物及びその関連範囲の観点から検討することが有益であるとされている (IAEA・SSG-21項目4. 7, 乙第169号証の2・17ページ)。

#### ウ 段階2（起因事象として火山活動の発生源を特性評価する）について

段階1によって、過去1000万年までの火山の事象発生源がその地理的領域内に存在することが明らかになった場合には、段階2で実施する追加的調査によって、これらの火山の事象発生源の特性評価をして、将来における噴火若しくは別の火山事象が生じる可能性を判別する (IAEA・SSG-21項目3. 2, 項目5. 5, 乙第169号証の2・12及び1

---

\*51 INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, External Human Induced Events in Site Evaluation for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-3.1 IAEA, Vienna(2002)

3ページ、25ページ)。

#### (ア) 火山の活動可能性の評価手法の枠組み

IAEA・SSG-21は、サイトに影響を与える危険な現象を潜在的に生じさせ得る火山又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」との概念を導入している。ここで、「可能性のある火山若しくは火山域」とは、①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ぴょう性があり、②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をいう。可能性のある火山若しくは火山域を一つ以上特定した後、包括的な特定サイトの火山ハザード評価を展開する。

可能性のある火山としての指定は、直近の火山の噴火以降の経過時間のみに依存するものではなく、むしろ将来の火山噴火の発生の信ぴょう性に依存している(IAEA・SSG-21項目2.19、乙第169号証の2・10ページ)。

#### (イ) 現在の火山活動の有無

将来における噴火若しくは別の火山事象を生じる可能性を判別するに当たっては、まず、現在の火山活動の有無を確認する。現在の火山活動の証拠が確認された場合には、将来の噴火の可能性があるため、そのハザード評価を段階3に進めることがよいとされている(IAEA・SSG-21項目5.6、乙第169号証の2・26ページ)。

#### (ウ) 完新世の火山活動の有無

現在の火山活動が確認されなかった場合でも、次に、完新世(過去1万年の間)の火山活動の有無を確認する。これは、完新世の噴火の証拠は、将来の噴火の信ぴょう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指標であるためである(IAEA・SSG-21項目5.7、乙第169号証の2・26ページ)。

IAEA・SSG-21は、安全の観点から、完新世における噴火の

記録が不確かな場合であっても、完新世の火山活動があるとして、その解析を段階3に進めることがよいとしている（IAEA・SSG-21項目5.9、乙第169号証の2・26ページ）。

#### (I) 将来の火山活動と概念モデルとの一致

a 現在の火山活動が否定され、更に完新世の火山活動も否定された場合（すなわち、現在から1万年前までの間に火山活動がない場合）には、完新世より古い活動の時期を評価する。例えば、過去200万年の噴火の証拠は、一般的に、火山の将来の活動可能性が引き続きあるということを示しており、さらに、分散火山域やまれにしか活動しないカルデラなどの一部の火山系に対しては、およそ過去500万年間の活動も、将来の活動に対する可能性をある程度示している場合がある。十分な評価を確実なものとするために、地質データを評価して、1000万年程度古いその領域の火山の事象発生源が将来の噴火の可能性を持っているかどうかについて判断することがよいとしている（IAEA・SSG-21項目5.10、乙第169号証の2・26ページ）。

b また、IAEA・SSG-21は、前記(a)の評価（火山ハザード評価）に当たっては、確率論的評価及び決定論的評価を用いることができるとしている（IAEA・SSG-21項目5.10ないし5.15、乙第169号証の2・26及び27ページ）。

ここで、確率論的評価とは、サイトについて可能性のある全てのハザード・シナリオを考慮し、各シナリオに関連する不確実性を最終的なハザード計算に組み込む方法をいい、決定論的評価とは、想定される一つ若しくは二、三の最悪状況のシナリオを用いて火山ハザードを評価することをいう（IAEA・SSG-21項目2.20、乙第169号証の2・10及び11ページ）。

確率論的評価については、特定の危険な火山現象の年間発生確率の許容可能な限界値を、各国の規制機関が定めることがよいとしているが（IAEA・SSG-21項目5.12, 乙第169号証の2・27ページ），火山の活動可能性について、確率論的評価をする具体的な手法についてまでは示していない。また、決定論的評価については、火山の活動期間と噴出物の量を解析することなどによって行うとしている（IAEA・SSG-21項目5.13及び14, 乙第169号証の2・27ページ）。

## エ 段階3（ハザードのスクリーニング）について

### （7）選別排除の対象

段階3としては、サイトに悪影響を及ぼす可能性のある危険な現象を生じる将来の火山事象の可能性を評価する。ここで、サイトにおいて危険な現象を生じる可能性がないとされた火山については、更なる検討をする必要がない（IAEA・SSG-21項目3.2, 乙第169号証の2・12及び13ページ）。

他方、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、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とされている。もっとも、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場合には、特定の危険な現象を更なる検討から排除することができる（IAEA・SSG-21項目5.16, 乙第169号証の2・27ページ）。

### （4）火山事象の性質

a 前記（ア）の解析は、IAEA・SSG-21項目2表1（乙第169号証の2・7ページ）の現象それぞれに対して実施する（IAEA・SSG-21項目5.16, 乙第169号証の2・27ページ）。同表は、サイトに潜在的ハザードをもたらす可能性のある火山事象に関連

する現象をまとめたものである（IAEA・SSG-21項目2.2，乙第169号証の2・5及び6ページ）。ここで、火山事象とは、火山噴火の前、最中若しくは後に発生する可能性がある一連の潜在的に危険な現象をいう（IAEA・SSG-21・項目2.1，乙第169号証の2・5ページ）<sup>\*52</sup>。

- b 火山事象については、上記aの表のとおり、サイト選定段階で候補サイトの選定を排除するためにその特性を考慮すべき現象と、設計及び運転に対する手段によって適応できる現象との分類がされている（IAEA・SSG-21・項目2表1〔本項では、以下単に「表1」という。〕参照、乙第169号証の2・7ページ）。

具体的には、火山灰の降下、火山ガス及び噴霧、大気現象、火山性地震及びその関連のハザード（表1で第3欄が「No」のもの）は、サイト選定段階で候補サイトの選定を排除するためにその特性を考慮することなく、設計及び運転に対する手段によって適応できる現象である。

これに対し、火碎物密度流、溶岩流、岩屑なだれ等、火山土石流等、新しい火口の開口、火山から発生する飛来物、津波・静振等、地盤変動、熱水系・地下水の異常（表1で第3欄が「Yes」のもの）は、サイト選定段階で候補サイトの選定を排除するためにその特性を考慮すべき事項である。これらの現象が、サイト区域若しくはサイト近隣において発生する可能性があり、それらが原子力発電プラントの安全性に影響を与える可能性があること及び現実的な工学的解決策が利用できないことが分かった場合には、そのサイトを不適合とみなすのがよ

---

\*52 火山事象については、脚注22（32ページ）も参照。

いとされている（IAEA・SSG-21項目2.3, 乙第169号証の2・6ページ）。ただし、これらのうち、火山土石流等、火山から発生する飛来物、津波・静振等、熱水系・地下水の異常（表1で第4欄が「Yes」のもの）については、適切な設計、防護手段及び運転手段によって対処できる場合もあり（IAEA・SSG-21項目2.4, 乙第169号証の2・6ページ），その場合にはサイトを不適合とするまでの必要はないとされている。

#### (ウ) 評価手法

段階3においてハザードを評価するための決定論的評価は、特定の各火山現象に対するスクリーニング距離値に基づくことができる。スクリーニング距離値とは、それを超えると火山現象が広がることが合理的に予想できない閾値である。スクリーニング距離値は、起源火山の特性及び起源火山とサイトの間の地形の性質を考慮して、特定の噴火生成物の最大既知範囲の観点から定義することができる。一般的に、あらゆる種類の火山現象に対する特定のスクリーニング距離値の使用に関する正当化は、類似する火山からの事例と整合しているのがよいとされている（IAEA・SSG-21項目5.17, 乙第169号証の2・28ページ）。

そして、サイトが特定の火山現象に対するスクリーニング距離を超えた場所にある場合、その現象に対する更なる解析は不要となる。しかし、将来の活動可能性があると考えられる場合及び特定の火山現象に対するスクリーニング距離の範囲内にサイトがある場合、その火山若しくは火山域については噴火の可能性があるものと考え、特定サイトのハザード評価を実施する（IAEA・SSG-21項目5.18, 乙第169号証の2・28ページ）。

また、段階3の評価に当たっては、確率論的評価をすることもできるが、この場合も、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の一つである  $10^{-7}$  を用いることができる。例えば、火山事象の発生確率と事象が発生すると考えた場合にこの事象に伴う現象がサイトに到達する確率とを乗算することによって、年間確率を計算することができる。サイトに対する排除条件に関連する現象については、規制機関の合意を得て許容可能な限界値を定めるのがよいとされている (IAEA・SSG-21項目5.19ないし5.22, 乙第169号証の2・28及び29ページ)。

#### オ 段階4（サイトのハザードを評価する）について

最後に、段階4として、可能性のある火山事象発生源が特定された場合には、特定サイトの火山ハザードを評価する。この評価では、サイトに影響を与える可能性のある具体的な各現象を含め、これらの現象の間の潜在的因果関係について検討する (IAEA・SSG-21項目3.2, 乙第169号証の2・12及び13ページ)。

すなわち、段階1ないし3の評価の結果としてスクリーニングされなかった火山現象については、段階4において、特定のサイトの火山ハザード評価の検討を進め、潜在的ハザードの頻度、性質及び規模について判断する必要がある。段階4における評価では、当該火山ハザードに対する設計基準若しくは他の現実的な解決策を確立できるかどうかを判断するための十分な情報を確保すべきであり、当該火山ハザードに対する設計基準若しくは他の現実的な解決策を確立できない場合には、当該サイトは不適合とみなすのがよいとされている (IAEA・SSG-21項目6.2, 乙第169号証の2・30ページ)。

段階4で火山ハザードを評価するためには、段階2及び3で行われたスクリーニング決定で見られるように、決定論的評価手法と確率論的評価手法の組合せが必要となる場合もあり、決定論的評価手法においては、過去の火山活動の経験的観測、他の火山からの類似情報又は火山プロセスの数

値シミュレーションに基づいて、閾値が定義される。他方、確率論的評価手法においては、ハザード現象が規定の規模を超える可能性の確率分布を作成するために、様々な経験的観察、他の火山からの類似情報又は数値シミュレーションも使用することができる（IAEA・SSG-21項目6.3、乙第169号証の2・30ページ）。

IAEA・SSG-21は、その上で、各火山事象に対する考慮事項、決定論的評価手法及び確率論的評価手法を示している（IAEA・SSG-21項目6.6ないし6.7、乙第169号証の2・30ないし47ページ）。

#### カ 追加的考慮事項（IAEA・SSG-21項目3.10）について

IAEA・SSG-21は、地理的領域内の火山がサイトにおける信ぴょう性のあるハザードの発生源である場合には、これらの可能性のある火山の特性を施設の全耐用年数期間にわたってモニターする必要があるとして、モニタリングの実施を要求した上、モニタリング・プログラム及び運転手順を緊急時計画に含めるとしている（IAEA・SSG-21項目3.10、乙第169号証の2・15ページ）。

### (3) 火山ガイドとIAEA・SSG-21との整合性

#### ア 全体の枠組みの整合性

前記(2)のとおり、IAEA・SSG-21は、段階1から3において、評価対象の火山について、原子力発電所の運用期間中における活動可能性を評価し、各火山事象のサイトへの影響可能性を評価するという枠組みを採用し、さらに、これらの評価をした上で、段階4において、サイトに影響を与える可能性がある火山事象について、設計及び運転により適切な措置ができるかを評価することとしている。

火山ガイドも、立地評価において、原子力発電所の運用期間中における検討対象火山の将来の活動可能性及び設計対応不可能な火山事象の到達可

能性を評価し、立地が不適とならなかつた場合には、各火山事象の影響評価を行うこととしている。

このように、両者とも、対象火山の活動可能性や火山事象の到達可能性を評価した上で、到達可能性のある各火山事象の影響評価をしており、評価の枠組みにおいて、火山ガイドが IAEA・SSG-21 と整合していることは明らかである。

#### イ 段階1との整合性

##### (7) 火山の抽出期間

a IAEA・SSG-21 は、段階1として、過去1000万年をスクリーニング値とし、過去1000万年間に活動した火山を抽出することとしている（前記(2)イ(ア)・76ページ）。これに対し、火山ガイドでは、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とならないとしており（前記3(4)ア・39ページ），両者では、火山の抽出期間が異なっている。

b 上記aのとおり、火山ガイドにおける抽出期間が258万年前以前とされたのは、前記3(4)ア(イ)（41ページ）のとおり、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ため、地質時代区分で新生代第四紀を指す258万年前まで遡ればスクリーニングとして十分であることによる。また、個々の火山の活動において、同一のマグマ供給系の火山活動期間は、数十万年程度と考えられており（乙第146号証・74ページ、乙第187号証・220ページ）、過去258万年間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とによるものである。すなわち、これらの点を考慮すると、258万年前を基準に火山を抽出すれば、日本において現在評価すべき火山を包含できるのである。

他方、IAEA・SSG-21が火山の抽出期間として過去1000万年間を基準としているのは、確率論的評価手法において、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の一つが $10^{-7}$ とされていることによるものであるが（前記(2)イ(ア)・76ページ）、確率論的評価を火山の抽出方法として採用する科学的根拠は明らかにされていない。

そのため、火山ガイドでは、上記のような日本の火山の特徴を考慮して、抽出期間を過去258万年間としたものであり、このことには十分な科学的合理性があるということができる。

なお、IAEA・SSG-21が決定論的評価手法を用いることを排除していないことからすると、火山ガイドにおいて、日本の個々の火山の特徴を前提に、第四紀の期間を基準として火山の抽出を行うことは、IAEA・SSG-21の考え方と矛盾するものではない。

#### (イ) 地理的領域の評価設定

IAEA・SSG-21は、地理的領域の決定に当たっては、火山活動の特性として、噴火挙動及び地殻構造環境の年代、全体的な時空間的傾向、形態、噴火生成物及びその関連範囲の観点から検討することが有益であるとしている（前記(2)イ(イ)・77ページ）。これに対し、火山ガイドでは、原子力発電所から半径160キロメートルの範囲の領域をもって地理的領域とされている。これは、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、火碎物密度流が到達した距離が160キロメートルであったことによるものであるから（前記3(4)ア(ア)・40ページ），火山活動の特性を踏まえた上で地理的範囲を決定するというIAEA・SSG-21の考え方を整合する。なお、火山ガイドは、降下火碎物については、広範囲に飛散することから、地理的領域の

内外を問うことなく評価対象としている（前記3(6)イ・70ページ）。

また、IAEA・SSG-21は、過去1000万年未満の火山活動からもたらされた現象を基準にするとしているが、火山ガイドにおける上記半径160キロメートルの地理的領域は、特に年代を限定せずに、これまでの日本の最大規模の火碎物密度流の飛散距離を設定根拠にしたものであるから（なお、日本の火山については258万年前まで遡れば十分であることは、前記(ア)で述べたとおりである。）、このような火山ガイドの考え方は、IAEA・SSG-21の考え方と整合しているということができる。

#### ウ 段階2との整合性

##### (7) 活動可能性の評価の枠組み

IAEA・SSG-21は、火山を抽出した上、段階2として、当該火山について、原子力発電所の運用期間中<sup>\*53</sup>における火山の活動可能性を評価するとしている（前記(2)ウ(ア)・78ページ）。火山ガイドも、地理的領域内（半径160キロメートル以内）かつ時間的範囲内（約258万年前から現在までの期間に活動した火山）に存在する火山を抽出した上、当該火山の将来の活動可能性が否定できるか否かを検討し、否定できない場合には、原子力発電所の運用期間中における活動可能性を個別評価することとしている（前記3(4)アないしウ・39ないし43ページ）。

このように、火山ガイドは、活動可能性の評価の枠組みについて、IAEA・SSG-21と整合している。

\*53 前記(2)ウ(ア)及び乙第169号証の2・10ページ（項目2.19の3行目）では「耐用年数期間」と記載されているが、これらの原典である乙第169号証の1・14ページ（2.19の5行目）では「the lifetime of the installation」すなわち「設備の存続期間」とされており、「運用期間中」と同義である。

#### (イ) 火山の活動可能性の評価方法について

IAEA・SSG-21は、火山の活動可能性を評価するに当たり、

①現在火山活動があるか、②完新世の火山活動があるかを検討しているところ（前記(2)ウ(イ)及び(ウ)・78及び79ページ），火山ガイドも、完新世までに火山活動があった火山については、活動可能性を肯定しており（前記3(4)イ・41ページ），IAEA・SSG-21と整合している。

また、IAEA・SSG-21は、将来の火山活動の可能性を考慮することとし、過去200万年間の噴火の証拠は、一般的には将来の活動可能性が引き続きあることを示すとしている（前記(2)ウ(エ)a・79ページ）。火山ガイドは、まず、原子力発電所の運用期間中であるか否かを問わず、約258万年前から現在までの期間において活動した火山を抽出した上で、将来の活動可能性が否定できるか否かを評価し、否定できない場合は、広く活動可能性を認め、更に個別評価を実施して、原子力発電所の運用期間中における活動可能性が十分小さいかどうかを評価することとしている（前記3(4)・39ページ）。つまり、火山ガイドにおいても、活動可能性について、慎重かつ詳細な検討を必要とする枠組みを取り入れており、IAEA・SSG-21と整合している。

加えて、IAEA・SSG-21は、決定論的評価において、火山の活動期間や噴出物の量の解析などによるとしているところ（前記(2)ウ(エ)b・79ページ），火山ガイドは、階段ダイヤグラムによる活動期間等の調査、地質調査、地球物理学的及び地球化学的調査等によって、評価することとしており（前記3(4)ウ・42ページ、同エ(ウ)a・58ページ），この点についても、IAEA・SSG-21と整合している。

なお、IAEAは、確率論的評価について示しているが、原子力発電所の運用期間中における活動可能性について、確率論的評価をする具体

的な手法は示していない（前記(2)ウ(エ)b・79ページ）。この点、火山ガイドも、将来の活動可能性について、確率論的評価を用いること自体は否定はしておらず、その評価の具体的な手法を示しているわけでもないから、火山ガイドの確率論的評価に対する態度は、IAEA・SSG-21と矛盾するものではない。

## エ 段階3との整合性

### (ア) 評価対象となる火山事象について

IAEA・SSG-21は、段階3において、サイトに悪影響を及ぼす可能性のある危険な現象を生じる将来の火山事象の可能性を評価することとしているところ（前記(2)エ(ア)・80ページ），火山ガイドにおいても、将来の活動可能性が否定できない火山について、火山の活動可能性や火山事象に関する個別評価をすることとしている（前記3(4)エ・43ページ）。このように、IAEA・SSG-21と火山ガイドは、それぞれ評価すべきこととしている火山事象について整合している（IAEA・SSG-21項目2表1〔乙第169号証の2・7ページ〕，火山ガイド表1〔乙第144号証・22ページ〕）。

### (イ) 設計及び運転によってその影響を緩和できない火山事象

IAEA・SSG-21は、火碎物密度流、溶岩流、岩屑なだれ等、新しい火口の開口及び地盤変動については、サイト選定段階における排除条件としているところ（前記(2)エ(イ)b・81ページ），火山ガイドも、これらの事象については、設計対応不可能な火山事象としている（前記3(4)エ・43ページ）。このように、両者は、上記の各事象を、サイトの選定、すなわち原子力発電所の立地に係る事象として扱っている点で、整合している。

また、IAEA・SSG-21は、サイト選定段階における排除条件に該当すれば、それだけで立地不適とまではしておらず、全ての火山事

象について、サイトに到達する可能性がごくわずかであれば、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（前記(2)エ(ア)・80ページ）。火山ガイドも、設計対応不可能な火山事象について、原子力発電所の運用期間中における到達可能性が十分小さいと評価できる場合には立地不適としないとしている（前記3(4)エ・43ページ）。このように、IAEA・SSG-21も火山ガイドも、設計対応が不可能な火山事象に対して、その到達可能性を評価することができることを前提にし、その可能性を評価することとしており、この点において、火山ガイドは、IAEA・SSG-21と整合している。

#### (ウ) 火山事象の距離による検討について

IAEA・SSG-21は、ハザード評価の決定論的評価については、スクリーニング距離値に基づくことができるとしているところ（前記(2)エ(ウ)・82ページ），火山ガイドは、火山事象が到達する一般的な距離を示している<sup>\*54</sup>。このように、火山ガイドも、火山事象の特徴に応じて、距離によるスクリーニングを行っており、IAEA・SSG-21と整合している。

なお、IAEA・SSG-21では、確率論的評価も示されているが、その評価の具体的な手法まで示しているものではないことから、この点でも、火山ガイドはIAEA・SSG-21と矛盾するものではない。

#### オ 段階4との整合性

IAEA・SSG-21は、段階4において、可能性のある火山の事象発生源が特定された場合に、特定サイトの火山ハザードを評価するとして、

\*54 火碎物密度流を160km、溶岩流を50km、岩屑なだれ・地滑り及び斜面崩壊を50km、火山性土石流・火山泥流及び洪水を120km、火山から発生する飛来物（噴石）を10km、火山ガスを160kmとしている（火山ガイド表1 [乙第144号証・22ページ] 参照）。

各火山事象に対する評価手法を定めている（前記(2)オ・83ページ）。火山ガイドも、各火山事象に対する評価手法を示している（乙第144号証・12ページ以下）。そして、両者の各火山事象に対する評価手法は、類似火山の評価結果や現実の堆積量の調査結果、シミュレーション等に基づくなどとしている点で、整合している。

#### カ 追加的考慮事項とモニタリングとの整合性

IAEA・SSG-21は、モニタリングを実施することや、モニタリング・プログラム及び運転手順を緊急時計画の要件に取り込むこととしている（前記(2)カ・84ページ）。火山ガイドも、設計対応不可能な火山事象について個別評価をし、立地不適としなかった場合においては、モニタリングを実施することを求めており、それに併せて対処方針の策定も求めている（前記3(5)・67ページ）。

このように、IAEA・SSG-21も火山ガイドも、追加的にモニタリングの実施と対処方針の策定を求めており、この点においても、火山ガイドは、IAEA・SSG-21と整合している。

#### キ 小括

以上のとおり、火山ガイドは、IAEA・SSG-21と整合しており、国際的な安全水準を満たした、十分な合理性を有するものということができる。

### 5 火山ガイドの定めが合理的なものであること

以上のとおり、火山ガイドは、最新の火山学的な知見が十分反映される手続によって策定され、最新の科学的技術的知見（設置許可基準規則6条の解釈5参照）を踏まえたものとなっており、立地評価については、将来の火山活動の不確実性を踏まえ、将来の火山活動可能性がある半径160キロメートルの範囲（地理的領域）にある第四紀火山を検討対象火山として抽出することとして評価すべき火山を網羅的に抽出した上で、各種の調査を尽くし、最新の火山学

の知見のみならず、社会通念を適切に考慮し、火山の活動の可能性評価と原子力発電所への設計対応不可能な火山事象の到達可能性を評価するという安全面に十分に配慮した定めを設けている。また、火山ガイドは、降下火砕物の影響評価においても、科学的に信頼性が高い堆積量（層厚）の実測値を用いて適切に評価することを原則とし、堆積量（層厚）の設定は、原子力発電所内又はその周辺敷地で確認された降下火砕物の最大堆積量（層厚）を基に評価するとして、安全面に十分に配慮した定めを設けている。

さらに、前記のとおり、火山ガイドは、国際基準である IAEA・SSG-21 とも整合している。

このように、火山ガイドは、原子力発電所について、安全面に十分に配慮した合理的な定めを設け、想定される火山事象が発生した場合においても、「安全機能を損なわないもの」（設置許可基準規則 6 条）であり、「災害の防止上支障がないもの」（原子炉等規制法 43 条の 3 の 6 第 1 項 4 号）か否かを判断しようとするものであって、その内容が合理的なものであることは明らかである。

#### 第4 原告らの主張に対する反論

1 検討対象火山の噴火時期及び規模を予測できることを前提とする火山ガイドは不合理であることから立地不適とすべきとする原告らの主張には理由がないこと

##### (1) 原告らの主張

原告らは、福岡高裁宮崎支部決定において、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前の時点での的確に予測（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」（引用者にてカッコ内文字補足）との説示について「審査基準の不合理性を明確に認定し」たとし、「設計対応が不可能な火山事象が原発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否か」を

検討するまでもなく、立地不適と判断すべきである旨主張する（原告ら準備書面（13）・5及び6ページ）。

（2）火山ガイドは、検討対象火山の噴火の時期及び規模を的確に予測できることを前提とするものではなく、原告らの主張は火山ガイドを正解しないこと

しかしながら、火山ガイドは、飽くまで原子力発電所の運用期間中に限定し、活動可能性や設計対応不可能な火山事象の到達可能性を通じて、抽出された検討対象火山の当該原子力発電所に対する影響を評価するものであり（活動可能性が十分小さいと認められるか否か、到達可能性が十分小さいと認められるか否かを評価するもの）、火山の噴火の規模、時期を的確に予測することを求めるものでも、これが的確にできることを前提とするものでもない。原告らの上記主張は、火山ガイドを正解しないものであって、その前提において誤りである。

また、前記第3の4(3)（84ページ）のとおり、火山ガイドにおける原子力発電所の運用期間中の火山活動の可能性の評価手法は、IAEA・SSG-21と整合しており、国際水準においても、運用期間中の火山活動の可能性について評価することは可能であるとされている。したがって、この点からも、火山ガイドが不合理であるとはいえない。

さらに、火山ガイドがモニタリングを要求する（乙第144号証・10及び11ページ）のは、活動可能性や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されたことを前提として、その評価の根拠が継続しているかを確認するためであり、立地評価の枠組みからすると、原子力発電所の運用期間中における対象火山の活動可能性や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ないのであれば、そもそも立地不適と判断されるのである。モニタリングは、飽くまで、上記活動可能性や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された場合に、その根拠が継続していることについての確認を求めるものなのである。

そして、前記第3の3(5)（67ページ）のとおり、火山ガイドが対処方針を策定することを求めるのは、モニタリングを行うこととする以上、火山活動を示唆するモニタリング結果が認められることも完全には否定しきれないから、対処方針がないときに比べて適切な対処をしやすくするため、できる限りの対処方針を定めることを求めるものであって、モニタリングにより必ずしも火山活動の兆候を把握できることを前提としたものではないし、モニタリングによりあらゆる兆候を把握した上で、それに対してあらゆる対処をすることを求めるものでもない。

なお、火山ガイドは、立地評価において立地不適としなかった場合にモニタリングの実施を求めているところ、IAEA・SSG-21も、モニタリングについては、「追加的考慮事項」として実施することとしており（前記第3の4(2)カ・84ページ）、モニタリングに対するIAEA・SSG-21と火山ガイドの理解・態度は整合している（前記第3の4(3)カ・91ページ）。

したがって、原告らの前記主張は理由がない。

## 2 火山ガイドは不合理であるとする原告らの主張の根拠である福岡高裁宮崎支部決定は火山ガイドを正解しないものであること

(1) 福岡高裁宮崎支部決定は、火山ガイドの火山活動可能性の評価について、地球（火山）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的確に予測できることを前提としているとした上で、現在の科学技術水準によれば、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り、マグマの蓄積量を精度良く推測することもできないと説示し（乙第198号証・218及び230ページ）、火山ガイドは不合理であるとした。その上で、少なくともVEI7以上の噴火については、そのリスクを無視し得るものとして受容することが社会通念上是認されているものであるから、申立人において、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、立地不適としなくとも、原子炉等規制法の趣旨に反するということはできないとしたものである。

- (2) しかしながら、これまで述べてきたとおり、火山ガイドにおける火山活動の可能性評価は、火山の噴火の時期及び規模を的確に予測するという趣旨のものではなく、また、かかる予測を前提とするものでもない（前記第3の3(4)エ(イ)・62ページ以下）。

福岡高裁宮崎支部決定の火山ガイドは不合理である旨判示した部分は、火山ガイドが上記の予測が可能との前提に立つものと誤解し、火山ガイドが不合理であるなどと判示したものであって、誤りである。かえって、前記高松高裁決定や福岡高裁決定は、火山ガイドの合理性を肯定している。

## 第5 結論

以上のとおり、火山ガイドの内容は合理的なものであり、これが不合理であることを前提に立地不適と判断すべきなどとする原告らの主張は、火山ガイドの誤った評価を前提とするものなどであって、いずれも理由がない。

以上

## 略称語句使用一覧表

事件名 佐賀地方裁判所平成25年（行ウ）第13号  
 玄海原子力発電所3号機、4号機運転停止命令義務付け請求事件  
 原告 石丸ハツミ ほか383名

略称	基本用語	使用書面	ページ	備考
数字				
1990年勧告	ICRPの1990年勧告（乙第13号証）	第5準備書面	5	
1号機	福島第一発電所1号機	第5準備書面	33	
2007年勧告	ICRPの2007年勧告（乙第15号証）	第5準備書面	10	
2011年東北地方太平洋沖地震	平成23年（2011年）3月の東北地方太平洋沖地震	第21準備書面	8	
2号要件	(改正原子炉等規制法43条の3の6第1項2号で定められた) その者に発電用原子炉を設置するためには必要な技術的能力があること	第2準備書面	32	
3号要件	(改正原子炉等規制法43条の3の6第1項3号で定められた) 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	第2準備書面	32	

	事故をいう。第43条の3の22 第1項（中略）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号要件	(改正原子炉等規制法43条の3 の6第1項4号で定められた)  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	第2準備書面	30及び 31	
英字				
(a)ルート	「壇他の式」(レシピ(12)式)と (レシピ(13)式)を用いてアスペ リティ面積比を求める手順であ り、M <sub>0</sub> からスタートし、加速度 震源スペクトル短周期レベルA, (13)式を経て、アスペリティの総 面積S <sub>a</sub> に至る実線矢印のルート	第15準備書面	21	
(b)ルート	地震モーメントの増大に伴ってア スペリティ面積比が増大する場合	第15準備書面	21	

	に、地震モーメントM <sub>0</sub> や短周期レベルAに基づきアスペリティ面積比等を求めるのではなく、「長大な断層」と付記された破線の矢印のとおり、アスペリティ面積比を約0.22の固定値に設定するルート			
E.L.	原子炉格納容器及び原子炉周辺建屋基礎底版位置の標高	第21準備書面	25	
IAEA	国際原子力機関	第20準備書面	15	
ICRP	国際放射線防護委員会	第5準備書面	5	
JNES	独立行政法人原子力安全基盤機構 (Japan Nuclear Energy Safety Organization)	第24準備書面	33	
Katoほか(2016)	Aitaro KATO (2016) (甲第77号証)	第17準備書面	35	
Sub	地下に存在する震源断層の長さ	第13準備書面	15	
MCCI	溶融炉心・コンクリート相互作用	第14準備書面	15	
MFCI	使用済み燃料プールへの注水不能による水位低下により、露出した燃料に、冷却不足によって破損、溶解が生じ、プール底面のコンクリートとの間で生じる相互作用	第5準備書面	34	
PAR	静的触媒式水素再結合装置	第14準備書面	16	
PAZ	放射線被ばくにより重篤な確定的影响を回避する区域	第20準備書面	11	

P R A	確率論的リスク評価	第10準備書面	8	
PWR	加圧水型軽水炉（PWR）	第1準備書面	16	
Somerville規範	「Somerville et al. (1999)」においては、すべり量の平均値が「0.3」倍未満である場合にトリミングするとの規範	第13準備書面	33	
S波速度	せん断波速度	第13準備書面	64	
S R CMOD	Finite-Source Rupture Model Database (甲第88号証)	第15準備書面	46	
U P Z	確率的影響のリスクを合理的な範囲で最小限に押さえる区域	第20準備書面	16	
あ				
安全審査指針類	旧原子力安全委員会（その前身としての原子力委員会を含む。なお、平成24年9月19日の原子力規制委員会発足に伴い、原子力安全委員会は廃止され、その所掌事務のうち必要な部分は原子力規制委員会に引き継がれている。）が策定してきた各指針	第2準備書面	40	
い				
伊方最高裁判決	最高裁判所平成4年10月29日第一小法廷判決・民集46巻7号 1174ページ	第5準備書面	6	
イグナイタ	電気式水素燃焼装置	第22準備書面	32	
入倉氏	入倉孝次郎氏	第13準備書面	24	

入倉（2014）	入倉孝次郎＝宮腰研＝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」	第6準備書面	24	
入倉ほか（1993）	入倉孝次郎ほか「地震断層のすべり変位量の空間分布の検討」	第15準備書面	39	
入倉・三宅（2001）	シナリオ地震の強震動予測	第6準備書面	5	
お				
汚染水	福島第一発電所建屋内等で生じた放射能を有する水	第2準備書面	6	
か				
改正原子炉等規制法	平成24年法律第47号による改正後の原子炉等規制法  ※なお、平成24年改正前原子炉等規制法と改正原子炉等規制法を特段区別しない場合には、単に「原子炉等規制法」という。	第2準備書面	5	第1準備書面から略称を変更
解析値	断層面積及び地震モーメントの解析値	第22準備書面	26	
火山ガイド	原子力発電所の火山影響評価ガイド（乙第144号証）	第24準備書面	5	
カルデラ噴火	カルデアを形成するような大規模カルデラ噴火	第24準備書面	12	
き				

菊地ほか（2003）	Kikuchi et al. (2003) (乙第83号証)	第15準備書面	46	
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	第1準備書面	20	
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必要な技術的能力に係る審査基準（原規技発第1306197号）（乙第41号証）	第9準備書面	5	
基準地震動による地震力	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	第6準備書面	6	
基本震源モデル	震源特性パラメータを設定したモデル	第6準備書面	10	
九州電力	九州電力株式会社	第1準備書面	4	
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」）（乙第33, 57, 79, 99号証）	第13準備書面	13	第12準備書面までは「地震本部レシピ」と略称定義
行訴法	行政事件訴訟法	第1準備書面	4	
け				

原告ら準備書面(1)	原告らの平成26年9月10日付け準備書面(1)	第5準備書面	6	
原告ら準備書面(2)	原告らの平成26年12月26日付け準備書面(2)	第5準備書面	5	
原告ら準備書面(3)	原告らの平成27年11月13日付け準備書面(3)	第7準備書面	4	
原告ら準備書面(4)	原告らの平成27年12月25日付け準備書面(4)	第8準備書面	4	
原告ら準備書面(6)	原告らの2016(平成28)年6月24日付け準備書面(6)	第11準備書面	5	
原告ら準備書面(7)	原告らの2016(平成28)年9月15日付け準備書面(7)	第12準備書面	7	
原告ら準備書面(8)	原告らの2016(平成28)年12月12日付け準備書面(8)	第13準備書面	9	
原告ら準備書面(9)	原告らの2017(平成29)年3月10日付け準備書面(9)	第13準備書面	9	
原告ら準備書面(10)	原告らの2017(平成29)年6月12日付け準備書面(10)	第14準備書面	7	
原告ら準備書面(11)	原告らの2017(平成29)年7月14日付け準備書面(11)	訴えの変更申立てに対する答弁書	5	
原告ら準備書面(12)	原告らの2017(平成29)年11月24日付け準備書面(12)	第15準備書面	10	
原告ら準備書面(13)	原告らの2018(平成30)年5月23日付け準備書面(13)	第24準備書面	5	
原告ら準備書	原告らの2018(平成30)年	第22準備書面	8	

面(15)	9月21日付け準備書面(15)			
原災指針	原子力災害対策指針	第20準備書面	15	
原災法	原子力災害対策特別措置法	第20準備書面	15	
原子力災害対策重点区域	原子力災害が発生した場合において、住民等に対する被ばくの防護措置を短期間で効率的に行うために、重点的に原子力災害に特有な対策が講じられる区域	第5準備書面	23	
原子力発電工作物	電気事業法における原子力を原動力とする発電用の電気工作物	第2準備書面	29	
原子力利用	原子力の研究、開発及び利用	第1準備書面	13	
原子炉設置(変更)許可	原子炉設置許可又は原子炉設置変更許可を併せて	第2準備書面	30	
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	第1準備書面	4	第2準備書面で略称を変更
こ				
広域地下構造調査(概査)	地震発生層を含む地震基盤から解放基盤までを対象とした地下構造調査	第18準備書面	49	
後段規制	段階的規制のうち、設計及び工事の方法の認可以降の規制	第2準備書面	16	
近藤委員長	平成23年3月25日当時の内閣府原子力委員会委員長である近藤駿介	第5準備書面	6	

さ				
サイト	原子力施設サイト（敷地）	第24準備書面	32	
佐賀地裁決定	佐賀地方裁判所平成29年6月1 3日決定（乙第96号証）	第17準備書面	46	
参加人準備書 面2	参加人の平成30年3月16日付 け準備書面2	第21準備書面	28	
し				
敷地近傍地下 構造調査（精 査）	地震基盤から表層までを対象とし た地下構造調査	第18準備書面	49	
事故防止対策	自然的条件及び社会的条件との関 係をも含めた事故の防止対策	第3準備書面	5	
地震調査委員 会（2007）	地震本部地震調査委員会「200 5年福岡県西方沖の地震の観測記 録に基づく強震動予測手法の検証 について（中間報告）」	第13準備書面	68	
地震等検討小 委員会	地震・津波関連指針等検討小委員 会	第21準備書面	8	
地震等基準検 討チーム	断層モデルを用いた手法による地 震動評価に関する専門家を含めた 発電用軽水型原子炉施設の地震・ 津波に関わる規制基準に関する検 討チーム	第6準備書面	17	
地震動審査ガ イド	基準地震動及び耐震設計方針に係 る審査ガイド（乙第32号証）	第6準備書面	10	
地震本部	地震調査研究推進本部	第6準備書面	11	

地震本部長期評価手法報告書	地震本部の「『活断層の長期評価手法』報告書（暫定版）」（乙第100号証）	第18準備書面	22	
地震本部レシピ	震源断層を特定した地震の強震動予測手法（乙第33号証）	第6準備書面	11	第13準備書面以降、「強震動予測レシピ」に略称変更
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）	第2準備書面	31	
島崎証言	島崎氏の名古屋高等裁判所金沢支部に係属する事件における証言	第17準備書面	19	
島崎提言	島崎氏による「最大クラスではない日本海『最大クラス』の津波」と題する論文における提言	第13準備書面	23	
島崎発表	平成27年の日本地震学会秋季大会を含めた複数の地震関係の学会において行われた、「入倉・三宅式」は過小評価をもたらすという内容の島崎氏の発表	第13準備書面	11	
重大事故	炉心等の著しい損傷に至る事故	第3準備書面	5	
重大事故等	重大事故に至るおそれがある事故	第3準備書面	6	

	又は重大事故			
重大事故等対策	重大事故の発生防止対策及び重大事故の拡大防止対策	第3準備書面	5	
重大事故の拡大防止対策	重大事故が発生した場合における自然的条件及び社会的条件との関係をも含めた大量の放射性物質が敷地外部に放出される事態を防止するための安全確保対策	第3準備書面	5	
重大事故の発生防止対策	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。）が発生した場合における自然的条件及び社会的条件との関係をも含めた炉心等の著しい損傷を防止するための安全確保対策	第3準備書面	5	
常設重大事故緩和設備	重大事故緩和設備のうち常設のもの	第18準備書面	10	
常設重大事故防止設備	重大事故防止設備のうち常設のもの	第18準備書面	9	
常設耐震重要重大事故防止設備	常設重大事故防止設備であって、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	第18準備書面	9	
新規制基準	設置許可基準規則及び技術基準規則等	第1準備書面	20	
審査基準等	核原料物質、核燃料物質及び原子	第2準備書面	39	

	炉の規制に関する法律等に基づく 原子力規制委員会の処分に関する 審査基準等			
す				
滑り分布モデル	国土地理院が示した、不均質なすべり分布を仮定したモデル「本震の震源断層モデル（滑り分布モデル）」（乙第94号証）	第17準備書面	38	
せ				
設置許可基準規則	実用発電所用原子炉及び附属施設の位置、構造及び施設の基準に関する規則	第1準備書面	4	
設置許可基準規則の解釈	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（平成25年6月19日原規技発第1306193号原子力規制委員会決定）（乙第9, 97, 201号証）	第3準備書面	6	
設置変更許可申請等	設置変更許可及び工事計画認可の各申請	第1準備書面	27	
設置法	原子力規制委員会設置法（平成24年6月27日法律第47号）	第1準備書面	19	
そ				
訴訟要件③①	救済の必要性について、一定の処分がされないことによる重大な損害を生ずるおそれがあること	第1準備書面	5	

訴訟要件④	原告らが、行政庁が一定の処分をすべき旨を命ずることを求めるにつき、法律上の利益、すなわち原告適格を有する者であること	第1準備書面	5	
た				
耐震重要施設	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	第18準備書面	8	
第2ステージ	地震モーメントが $M_0 \geq 7.5 \times 10^{18} \text{ Nm}$	第22準備書面	20	
武村（1998）	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－	第6準備書面	5	
高松高裁決定	高松高等裁判所平成30年11月15日決定	第24準備書面	49	
武村式＋片岡他の式手法	「壇他の式」を「片岡他の式」に置き換えた手法	第17準備書面	42	
田島ほか（2013）	田島礼子氏ほかによる「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」（乙第94号証）	第17準備書面	61	
ち				
地質審査ガイド	敷地内及び敷地周辺の地質・地質	第3準備書面	6	

ド	構造調査に係る審査ガイド（平成25年6月19日原管地発第1306191号原子力規制委員会決定）（乙第10号証）			
地理院暫定解	平成28年熊本地震の震源断層モデル（暫定）（乙第93号証）	第17準備書面	36	
て				
適合性判断等	原子力規制委員会が本件各原子炉施設について行う、原告らの主張する事項及び内容が設置許可基準規則に適合するか否かの判断並びに使用停止等処分の発令についての判断	第5準備書面	42	
と				
特定重大事故等対処施設	重大事故等対処施設のうち、故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムにより炉心の著しい損傷が発生するおそれがある場合又は炉心の著しい損傷が発生した場合において、原子炉格納容器の破損による工場等外への放射性物質の異常な水準の放出を抑制するためのもの	第18準備書面	9	
な				
中田教授	中田節也東京大学地震研究所火山噴火予知研究センター教授	第24準備書面	33	

に				
任意移転者	年間線量が自然放射線量を大幅に超えることを理由に移転を希望する者	第5準備書面	34	
ね				
燃料体	発電用原子炉に燃料として使用する核燃料物質	第2準備書面	35	
は				
発電用原子炉設置者	原子力規制委員会の発電用原子炉の設置許可を受けた者	第2準備書面	17	
ひ				
広島高裁異議審決定	広島高等裁判所平成30年9月25日異議審決定	第24準備書面	49	
ふ				
福井地裁異議審決定	福井地方裁判所平成27年12月24日決定(乙第72号証)	第22準備書面	8	
福井地裁仮処分決定	福井地方裁判所平成27年4月14日決定	第15準備書面	10	
福岡高裁決定	福岡高等裁判所令和元年7月10日決定	第24準備書面	49	
福岡高裁宮崎支部決定	福岡高等裁判所宮崎支部平成28年4月6日決定	第24準備書面	49	
福島第一発電所	東京電力株式会社福島第一原子力発電所	第2準備書面	6	
福島第一発電所事故	東京電力株式会社福島第一原子力発電所における原子炉事故	第1準備書面	19	

^				
平成18年耐震指針	平成18年9月に改訂した発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針	第21準備書面	8	
平成24年改正前原子炉等規制法	平成24年法律第47号による改正前の原子炉等規制法	第1準備書面	10	
平成24年審査基準	平成24年9月19日付けの審査基準等	第2準備書面	40	
平成24年防災基本計画	中央防災会議が平成24年9月に、福島第一発電所事故を踏まえて見直しを行った防災基本計画 (乙第22号証)	第5準備書面	22	
平成25年審査基準	平成25年6月19日付けの審査基準等	第2準備書面	40	
ほ				
本件3号炉	玄海原子力発電所3号炉	第1準備書面	4	
本件4号炉	玄海原子力発電所4号炉	第1準備書面	4	
本件各原子炉施設	本件各原子炉とその附属施設	第1準備書面	4	
本件各原子炉	本件3号炉及び4号炉	第1準備書面	4	
本件各要件	(a)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、(b)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	第24準備書面	48	

	扱があるとはいえない場合			
本件カルデラ	九州地方に分布するカルデラ火山 (阿蘇カルデラ、加久藤・小林カルデラ、阿多カルデラ、姶良カルデラ、鬼界カルデラ)	第24準備書面	14	
本件シミュレーション	平成24年10月24日付けで原子力規制委員会が公表した原子力発電所の事故時における放射性物質拡散シミュレーション	第5準備書面	6	
本件資料	前原子力委員会委員長の近藤駿介氏が作成した平成23年3月25日付け「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（甲第28号証）	第5準備書面	6	
本件審査	本件設置変更許可処分に係る適合性審査	第18準備書面	7	
本件設置変更許可処分	原子力規制委員会が平成29年1月18日付けでした本件各原子炉施設の設置変更許可処分	訴えの変更申立てに対する答弁書	5	
本件適合性審査	本件各設置変更許可申請に係る設置許可基準規則等への適合性審査	第21準備書面	7	
本件報告	「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」（乙第158号証）	第24準備書面	48	

み				
宮腰（2015）	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	第8準備書面	16	第15準備書面以降、「宮腰ほか（2015）」ともいう。
宮腰ほか（2015）正誤表	宮腰ほか（2015）表6（乙第40号証）の地震データの値の一部についての正誤表	第15準備書面	42	
も				
もんじゅ最高裁判決	最高裁判所平成4年9月22日第三小法廷判決・民集46巻6号571ページ	第1準備書面	10	
や				
山形発言	平成25年8月20日の審査会合における原子力規制庁の山形浩史・安全規制管理官（当時）の発言	第15準備書面	38	
山崎教授	山崎晴雄首都大学東京大学院教授	第24準備書面	33	
ゆ				
有効性評価ガイド	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（乙第12, 105号証）	第10準備書面	9	
よ				

要対応技術情報	原子力規制庁内で、我が国の規制に関連する可能性があるとした情報について、詳細な分析評価を行い、その中から、何らかの規制対応が必要となる可能性があると判断した最新知見に関する情報	第24準備書面	35	
れ				
レシピ解説書	震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）の解説（乙第139号証）	第23準備書面	7	
ろ				
炉心等の著しい損傷	発電用原子炉の炉心の著しい損傷又は核燃料物質貯蔵設備に貯蔵する燃料体若しくは使用済燃料の著しい損傷	第3準備書面	4	