

平成26年(行ウ)第152号 大間原子力発電所建設差止等請求事件

原告 函館市

被告 国 ほか1名

## 第23準備書面

令和3年5月24日

東京地方裁判所民事第3部 御中

被告国訴訟代理人

熊谷明彦

被告国指定代理人

鈴木和孝

原啓晋

田原慎士

竹内友紀子

大平直美

川村聖

寺部敦

蛇原諒

近藤元樹

守 谷 純 子

石 井 克 典

竹 澤 重 幸

谷 口 真 央

宮 川 和 大

布 村 希志子

小 林 勝

柴 田 延 明

渕 田 祐 介

前 澤 いづみ

坂 上 陽

笠 原 達 矢

大 城 朝 久

仲 村 淳 一

後 藤 堯 人

藤 田 悟 郎

上 村 香 織

吉 田 国 志

田 上 雅 彦

井 藤 志 暢

末 永 憲 吾

小久保 舞

村 田 太 一

村 川 正 德

田 口 達 也

正 岡 秀 章

大 浅 田 薫

小 林 源 裕

## 目 次

第1 はじめに	6
第2 火山の基礎知識	6
1 我が国における火山発生のメカニズムについて	6
(1) プレートテクトニクスとの関係	6
(2) 火山の噴火における火山噴出物の定義	9
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	11
(1) 噴出物の岩質	11
(2) カルデラ及びカルデラ火山	13
(3) 巨大噴火前後の火山の状態	14
(4) マグマが一定の深さに留まる条件とカルデラ陥没の形成条件	15
(5) 噴火可能なマグマの状態	19
(6) マグマの発泡と噴火	20
3 調査手法について	21
(1) 地質学的調査手法	21
(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	32
第3 火山ガイドの全体像及び合理性	33
1 火山ガイドの法的位置づけ	33
2 火山ガイドの策定経緯等	35
(1) 火山ガイドの策定経緯	35
(2) 火山に関する知見等の収集方法	38
3 火山ガイドの内容	40
(1) 火山ガイドの目的等	40
(2) 火山ガイドが対象とする火山	40

(3) 火山ガイドの概要 .....	41
(4) 立地評価の具体的方法 .....	44
(5) 影響評価の具体的方法 .....	54
(6) 火山活動のモニタリングについて(火山ガイド6. 及び図17の右下部分)	
.....	61
4 火山ガイドは IAEA・SSG-21と整合していること .....	63
(1) はじめに .....	64
(2) IAEA・SSG-21の枠組み .....	64
(3) 火山ガイドと IAEA・SSG-21との整合性 .....	72
5 火山ガイドの定めが合理的なものであること .....	79

## 第1 はじめに

被告は、原告が、平成28年7月14日付け準備書面(17)(以下「原告準備書面(17)」という。), 平成29年11月8日付け準備書面(28), 同日付け準備書面(29)及び令和2年9月9日付け準備書面(40)(以下「原告ら準備書面(40)」といふ。)において、原子炉施設の設置許可申請に係る審査の際に参考として用いられることになる「原子力発電所の火山影響評価ガイド」(以下「火山ガイド」といふ。)の不合理性を主張していることを踏まえ、本準備書面において、まず、火山の基礎知識について説明した上で(後記第2), 火山ガイドの全体像及び合理性を明らかにする(後記第3)。

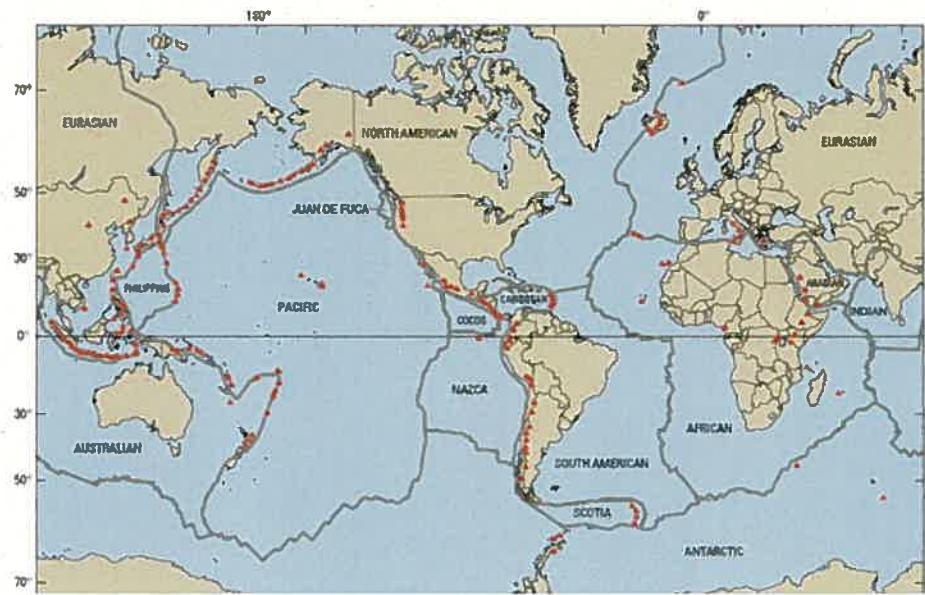
なお、以下では、火山ガイドのうち特に現行のもの(令和元年12月18日原規技発第1912182号原子力規制委員会決定, 乙A第130号証)を「現行火山ガイド」といふ。また、略語等の使用は、本準備書面において新たに定義するもののほか、従前の例による。

## 第2 火山の基礎知識

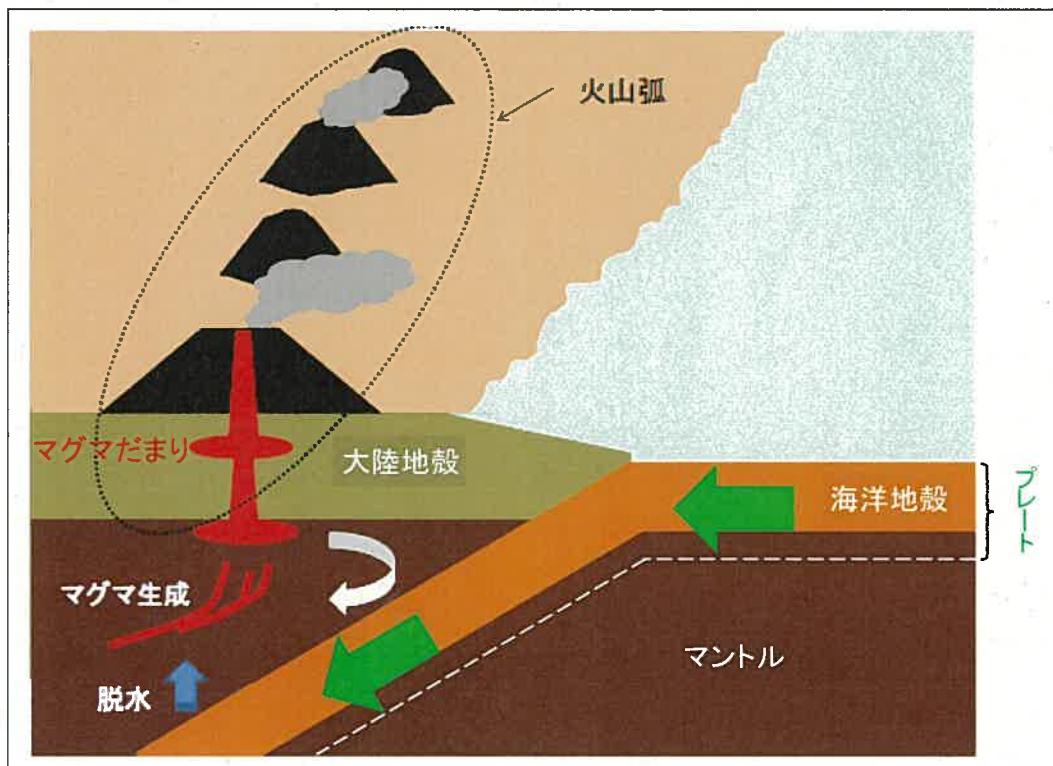
### 1 我が国における火山発生のメカニズムについて

#### (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つ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A第41号・328ページ)



【図2】 日本の火山形成のメカニズム(乙A第41号証・329ページに一部加筆)

すなわち、プレート(地殻及びマントルの最上部)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

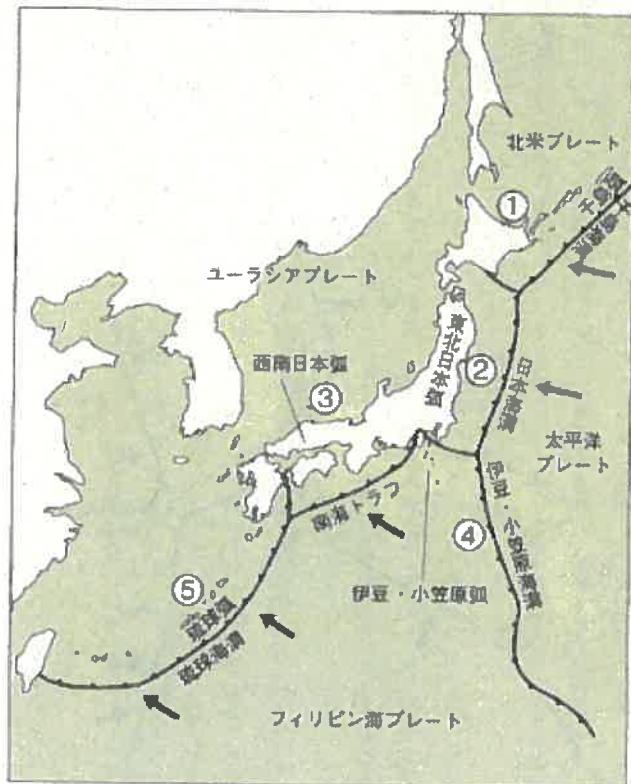
条件まで沈み込むと水を放出し、その水と混ざることによりマントル内の岩石の融点が降下するため、岩石を溶解する温度・圧力条件を満たす領域でマグマが生成される。そして、マグマ(液体)は、周囲の地殻(固体)との密度差から地表方向へ上昇し、周囲の密度と釣り合うところでマグマ溜まり形成する。その後、マグマ溜りから供給されたマグマが地表に到達して噴出し、火山が形成される(乙A第41号証・329, 330ページ)。

海洋プレートが大陸プレート<sup>\*1</sup>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(変動帯)を「弧-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A第131号証・47ないし54ページ)。日本列島は、現在、図3のとおり、千島弧、東北日本弧、西南日本弧、伊豆-小笠原弧、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A第132号証・74ページ)。日本列島の火山は島弧型火山である(図3参照)。

---

\*1 地球の表面をとりまく厚さ約100キロメートルの深い岩石の層をプレートといい、大陸が乗っている部分を大陸プレート、海がある部分を海洋プレートという(乙A132号証・51ページ)。



日本列島は5つの島弧一海溝系でできている

- ①千島弧と千島海溝系
- ②東北日本弧と日本海溝
- ③伊豆・小笠原弧と伊豆・小笠原海溝
- ④西南日本弧と南海トラフ
- ⑤琉球弧と琉球海溝

(木村2002を改変)

【図3】5つの島弧(乙A第133号証・41ページ)

## (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(図

4 参照)。一般に、火碎物及び溶岩の総量を噴出量という<sup>\*2</sup>。

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>\*3</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(現行火山ガイド 1. 4 (7))。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(現行火山ガイド 1. 4 (10))。そして、降下火碎物及び火碎流の堆積物は、降下火碎(物)堆積物や火碎流堆積物と呼ばれる(乙A第134号証・166ページ)。

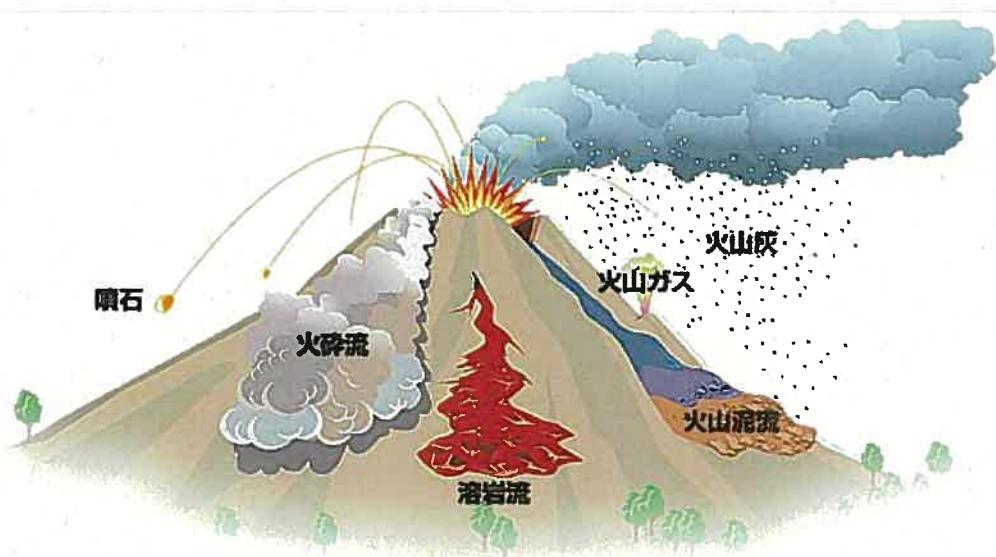
上記のような火口からの流動による定義とは別に、火碎物は、粒径、発泡度、色などの違いによっても区分される。火碎物の粒径による区分は、最も単純な区分であり、直徑が64ミリメートルより大きいものを火山岩塊とし、2ミリメートル以上64ミリメートル以下のものを火山礫、2ミリメートル未満のものを火山灰とする区分である(乙A第135号証・2ページ、現行

---

\*2 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。なお、後記のVEI(火山爆発指数)は溶岩の量を含まない。

\*3 噴火の際に揮発成分が発泡した状態のマグマが固まることによりできた、塊状で多孔質の火山噴出物のうち、主に流紋岩質又は安山岩質のマグマからできたもので、白から灰色がかかった淡色のものを軽石といい、主に玄武岩質のマグマからできたもので、暗色のものをスコリアという。

火山ガイド 1. 4 (8) )。



【図4】 火山噴火の概念図 (出典：鹿児島県ホームページ「火山災害への備え」<sup>\*4</sup>)

## 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<sup>\*5</sup>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A第136号証・79ページ、乙A第137号証・78、79ページ)。

\*4 <http://www.pref.kagoshima.jp/aj01/bosai/sonae/sonae/c-sonae-kazan.html>

\*5 一般に、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(乙A第136号証・48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>\*6</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成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A第137号証・87ないし92ページ、乙A第138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>\*7</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>\*8</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A第132号証・94、95ページ、乙A第136号証・53ページ、乙A第134号証・83、84ページ)。

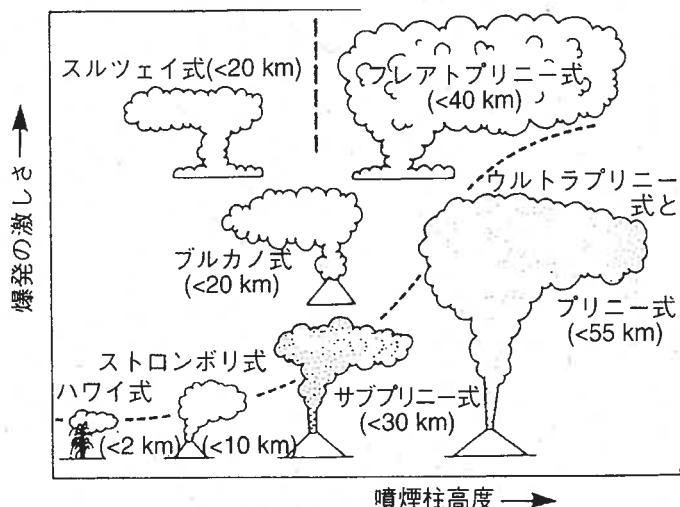
珪長質マグマ(流紋岩質マグマ及びデイサイト質マグマ)はSiO<sub>2</sub>(二酸化ケイ

\*6 火成岩は、生成プロセスにより、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、地下の深いところなどでゆっくりと冷えてできた岩石が深成岩である。

\*7 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(現行火山ガイド1. 4(2))。

\*8 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A第136号証・48及び49ページ)。

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ー式噴火<sup>\*9</sup>を引き起こすとされている(図5参照)(乙A第134号証・128ないし139ページ、乙A第139号証・8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A第134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。火道に

\*9 粘性が高く揮発性成分に富むマグマが盛大に発泡して連続的に噴出すると、噴煙が1万メートルを超える上空まで立ち上がり、大量の火山灰や軽石が放出される。上空の風に流され、たなびいた噴煙からは火山灰や軽石が雨のように地表に降下し、降り積もる。こうした噴火様式をプリニー式噴火という。プリニー式噴火は、1回の噴火の継続時間が長く、火碎物(主に火山灰)と火山ガスが高速で噴出される。(乙A第134号証・133, 134ページ)

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きがあるので、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。カルデラは、爆発カルデラ、陥没カルデラ及び浸食カルデラに大別されるが、世界の主なカルデラは、陥没カルデラ(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A第140号証・271ページ)。カルデラ噴火を経験したことがある火山を、カルデラ火山<sup>\*10</sup>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立方キロ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A第141号証・11ページ)。

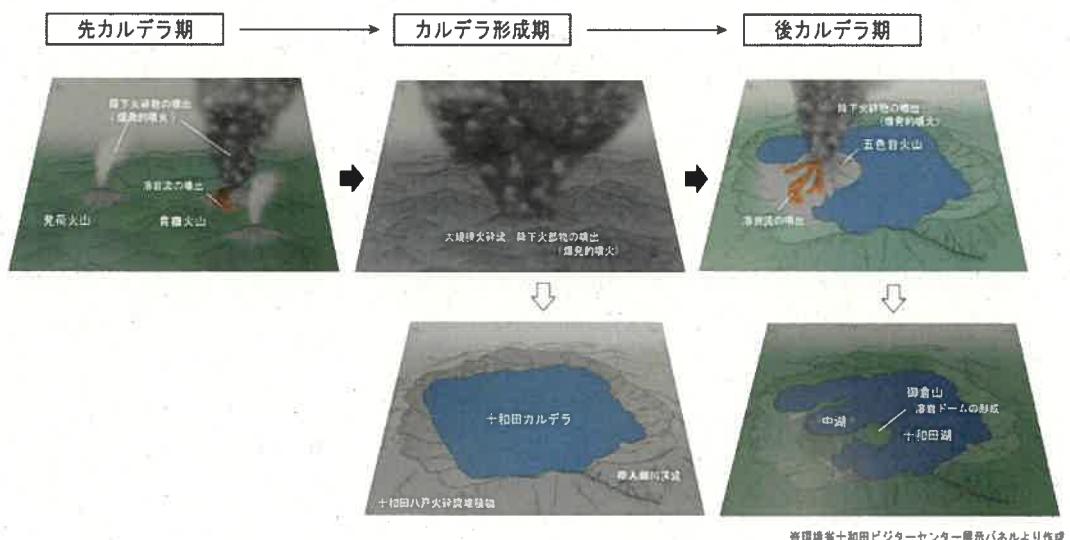
### (3) 巨大噴火<sup>\*11</sup>前後の火山の状態

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

\*10 火山ガイドにおける立地評価では、原子力発電所から半径160キロメートルの範囲を地理的領域とする(第3の3(4)ア柱書及び(ア)で後述)。これは、国内の最大規模の噴火である阿蘇(あそ)4(よん)噴火(ふんか)(約9万年前)において火碎物密度流が到達した距離が160キロメートルと考えられていることによるが、阿蘇4噴火はカルデラ噴火である。

\*11 巨大噴火とは、地下のマグマが一気に地上に噴出し、大量の火碎流となるような噴火であり、その規模として噴出物の量が数10立方キロメートル程度を超えるようなものをいう(現行火山ガイド4. 1解説-10)。

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、大ないし小規模の噴火が続く例が多いとされている。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(図6参照)(乙A第142号証・151ないし154ページ、乙A第139号証・33ないし36ページ)。



【図6】巨大噴火前の火山の状態のイメージ(十和田カルデラ) (乙A第143号証・29ページ)

#### (4) マグマが一定の深さに留まる条件とカルデラ陥没の形成条件

##### ア マグマが一定の深さに留まる条件(マグマ溜りの定置位置)

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、密度の小さい物質がより表面付近に存在する。

深さ約100キロメートルよりも浅い地球の内部は、深部から順に、密度の大きなかんらん岩などの超苦鉄質岩から成るマントルと、それよりも密度が小さい

岩石から成る地殻に分かれており(この境界面をモホロビチッヂ不連続面<sup>\*12</sup>といふ。), 日本列島などの島弧をつくる地殻の内部はさらに, 鉄などに富む比較的密度の大きな苦鉄質岩から成る下部地殻と, ケイ素やアルミニウムなどに富む比較的密度の小さな珪長質岩から成る上部地殻に区分できる(この境界面をコンラッド(不連続)面<sup>\*13</sup>といふ。)(図7参照)。

マグマが一定の深さに溜まる条件としては, 浮力中立(又は密度中立)の考え方方が広く受け入れられている。この考え方には, 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というものである。

例えば, 苦鉄質岩から成る下部地殻より密度の小さな珪長質マグマは, 浮力によって珪長質岩から成る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7参照)(以上につき, 乙A第144号証・1, 2ページ)。

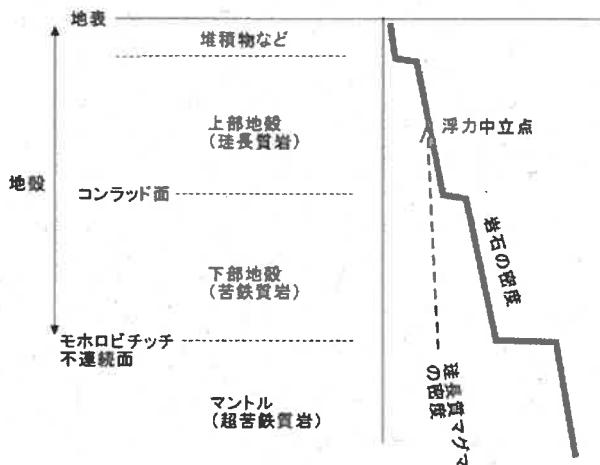
浮力中立点にマグマが定置するという考え方には, 火山学において広く採用されており(乙A第137号証・78ページ, 乙A第134号証・16ないし18ページ), 東宮昭彦「実験岩石学的手法で求めるマグマ溜まりの深さ」(乙A第145号証・723ページ)においては, 日本の地殻の特性を考慮した一般的な地

---

\*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。「不連続面」とは, 密度や地震波速度が不連続に変化する境界面をいう。なお, 密度と地震波速度の関係につき, 後記3(3)ア参照。

\*13 日本列島では地下15キロメートル程度とされている。もっとも, 上部地殻と下部地殻の境界はしばしば不鮮明で, 明瞭な不連続面として認識できることも多い。

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>\*14</sup>



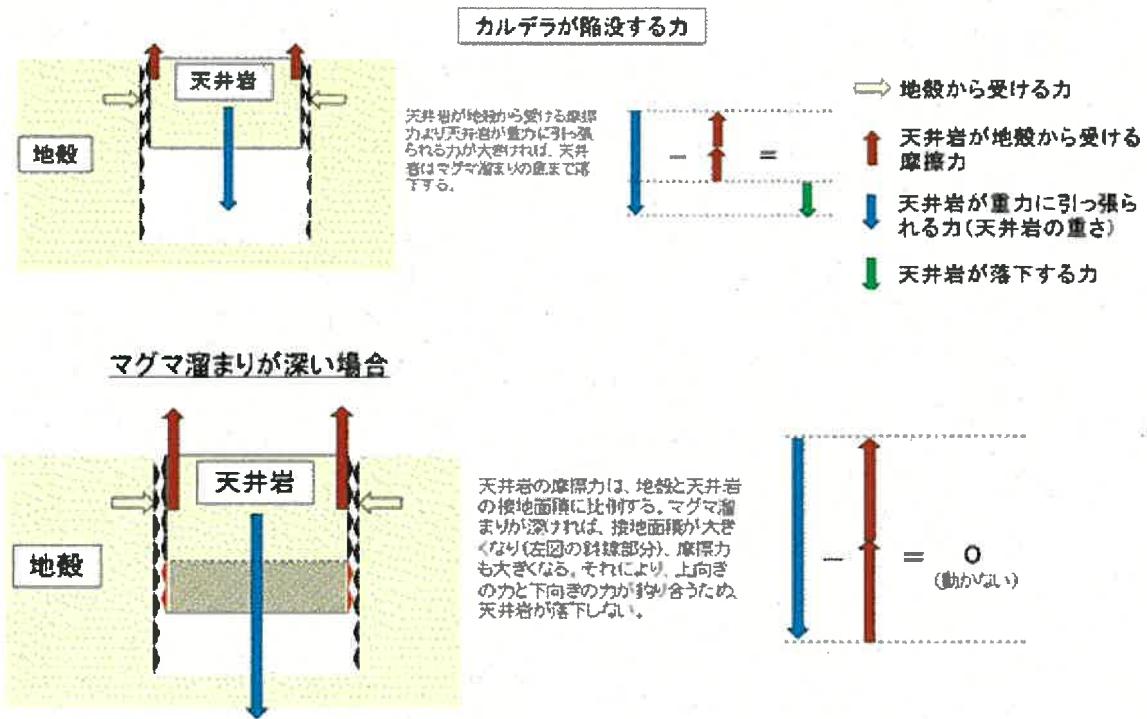
【図7】 地殻を構成する岩石種類と浮力中立点(乙A第144号証・2ページ)

#### イ カルデラ（カルデラ陥没）の形成の条件とマグマ溜まりの深さ

(巨大噴火となるほどに) マグマの大量噴出が生じ、カルデラ（カルデラ陥没）が形成される機序としては、一般に、マグマの大量噴出によるマグマ溜まりの天井崩壊によるカルデラ陥没の形成、というモデルが想定される。そして、このモデルを前提に先に述べた各種マグマの浮力中立点の考え方を踏まえると、そのマグマ溜まりの深さは比較的浅くなるものと考えられる。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、例えば、直径10キロメートル程度のカルデラで、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、それよりも深い場合に

\*14 東宮昭彦「実験岩石学的手法で求めるマグマ溜まりの深さ」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、巨大噴火の際の浮力中立点に限った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。

はカルデラ陥没は困難となっている(図8参照)(乙A第144号証・11ないし16ページ)。



【図8】 カルデラ陥没の形成の条件の概念図(乙A第144号証・15, 16ページに加筆)

さらに、実際、日本の火山が類別される島弧型火山の場合、過去の巨大噴火については、その含水量や鉱物組成等の解析の結果において、地下4ないし12キロメートル程度にマグマ溜まリがあると推定されることが多いことが分かっている(乙A第146号証・284ページ、乙A第147号証の1・196, 198ページ、乙A第147号証の2・196, 200ページ、乙A第145号証・722, 723ページ、乙A第148号証・13ページ、乙A第149号証・3枚目、乙A第150号証・98ページ)。例えば、鹿児島県の姶良カルデラでは、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)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(乙A第151号証・395, 396ページ)。この点、原子力規制庁長官官房技術基盤グループにおける令和元年5月の安全研究成果報告「火山影響評価に係る科学的知見の整備」(乙A第152号証)には、同グループが平成25年度から平成30年度までの間、既往研究による知見を踏まえ、過去に巨大噴火を起こした火山の巨大噴火時の噴出物につき、噴火直前に留まっていたマグマの深さを推定するという岩石学的検討を詳細に実施したという最新の研究成果が記載されているところ、これによれば、調査対象とされた九州地方のカルデラ火山(鬼界、阿蘇、姶良)につき、鬼界カルデラ(アカホヤ噴火)のマグマ溜まりの深さは5±2キロメートル(同号証・43ページ)、阿蘇カルデラ(阿蘇4噴火)のマグマ溜まりの深さは2~8キロメートル(同号証・168ページ)、姶良カルデラ(入戸火碎流噴火)のマグマ溜まりの深さは4~5キロメートル(同号証・50ページ)であって、噴火直前のマグマ溜まりはおおむね10キロメートル以浅に蓄積していたと考えられるとされている(同号証・40ないし79ページ、168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A第144号証、乙A第153号証・104ページ、乙A第139号証・8ページ)。

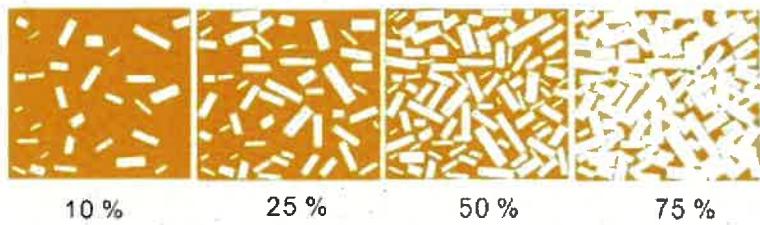
#### (5) 噴火可能なマグマの状態

また、地下にマグマが存在するとしても、それが噴火可能な状態にあるかどうかについては、マグマに含まれる結晶量の割合に左右されると考えられている。

すなわち、マグマに含まれる結晶量が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

超えると接触した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9及び10参照）（乙A第144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が50%未満で、溶融したマグマが50%以上含まれるものであると理解される。

その一方で、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A第146号証・283ページ）。



【図9】 マグマ中の結晶量の増加と結晶同士の接触関係（乙A第144号証・3ページ）



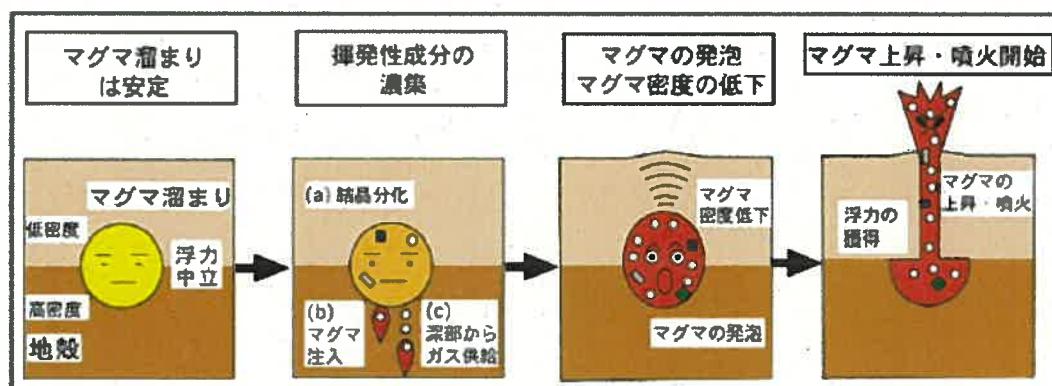
【図10】 部分溶融した岩石のイメージ図（乙A第154号証・4ページより抜粋。部分的に溶けた岩石（メルト）が赤い部分であり、50%以上が溶融すると噴火可能なマグマの領域である。）

#### (6) マグマの発泡と噴火

さらに、マグマの発泡や噴火は、マグマに含まれる水の量にも左右される

と考えられている。

すなわち、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11参照)。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のである(乙A第132号証・91, 92ページ、乙A第134号証・191ないし195ページ、乙A第155号証・10ないし13ページ)。



【図11】 マグマの発泡と噴火のイメージ(乙A第155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堆積

順序を確認し、各地層における堆積物の放射年代<sup>\*15</sup>等を調査することで、火山噴出物が噴出し堆積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<sup>\*16</sup>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増加・減少傾向を見るものである。そのため、マグマ供給系を異にする他の火山における噴火履歴は、検討対象となる火山の特徴(周期性)を否定する根拠にはならない。

---

\* 15 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。

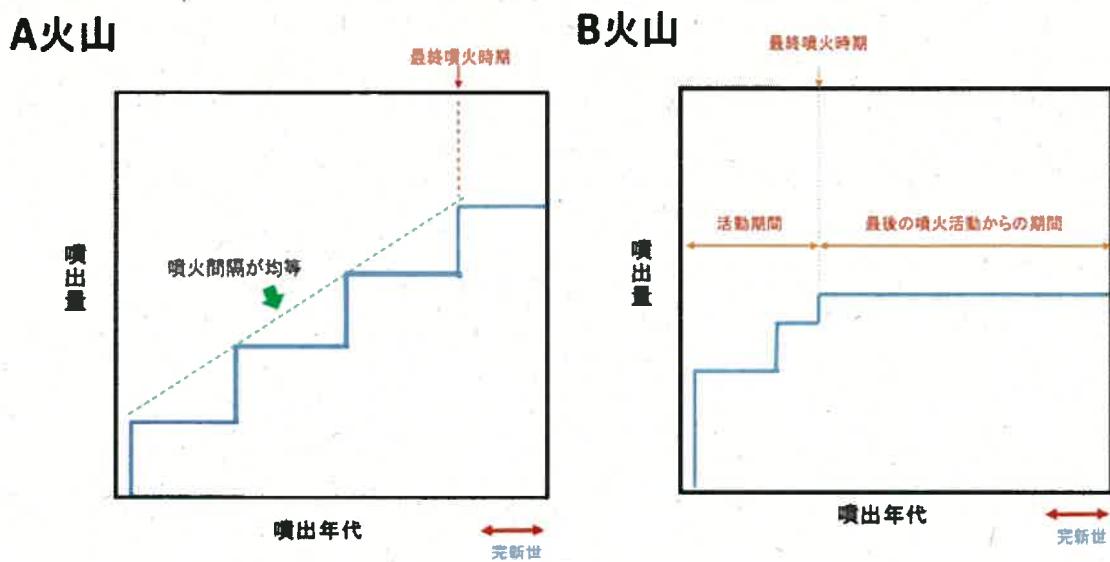
\* 16 単一の火山の地下にあるマグマが供給される系統。

地質学的な調査結果については、階段ダイヤグラム<sup>\*17</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十分小さいと判断できる場合がある(図12)(乙A第41号証・340, 341ページ、乙A第156号証の2・27ページ[IAEA・SSG-21項目5. 14])。

---

\*17 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12のA火山(完新世に活動していない火山)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ることから、将来噴火を起こす可能性が十分小さいと判断することはできない。他方、同図のB火山(完新世に活動していない火山)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期間が最後の噴火活動以前の活動期間よりも長いことが認められることから、将来の活動可能性が十分小さいと判断する根拠の一つとなる。さらに、地球物理学的調査(地震波の観測等によりマグマ溜まりの位置等を推定するもの)及び地球化学的調査(火山噴出物等を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もの)を追加的に行い、現在の当該火山の活動が終息していることを示すことも可能であり、これらを併せて、近い将来噴火を起こす可能性が十分小さいと判断することもできる。(以上につき、乙A第41号証・340及び341ページ)



【図1-2】 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A第41号証・341ページ)。

## (2) 岩石学的調査手法

火山岩石学とは、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。火山噴出物(火山岩)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することや、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A第157号証・29、30ページ)。

また、火山岩試料に含まれる半減期約12.5億年の放射性同位体<sup>40</sup>K(カリウ

ム)とそれが放射性壊変<sup>\*18</sup>した<sup>40</sup>Ar(アルゴン)の比を分析すること等で、その火岩試料が噴出した年代を推定することができる(乙A第157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>\*19</sup>の組成を分析し、その組成のマグマが蓄積する環境(温度、圧力、水などの揮発性成分の飽和濃度等)を推定することにより、かかる蓄積環境に整合するマグマ溜まりの深度を推定することができる(乙A第144号証・6ページ)。例えば、安田ほか(2015)は、この手法によって始良Tn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(乙A第151号証・382、396ページ)。

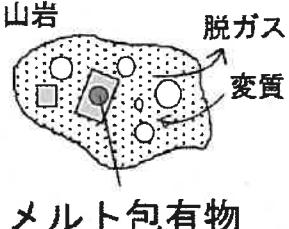
### (3) 地球物理学的調査手法

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)、自然の電磁場変動の観測により地下の比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法電磁探査)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。

\*18 放射性壊変とは、電子軌道の電子が原子核に取り込まれ、原子核内の陽子と反応して中性子になる現象。この結果、中性子数が1つ増え、陽子数が1つ減るため、原子番号が1つ減る(質量数は不变)。

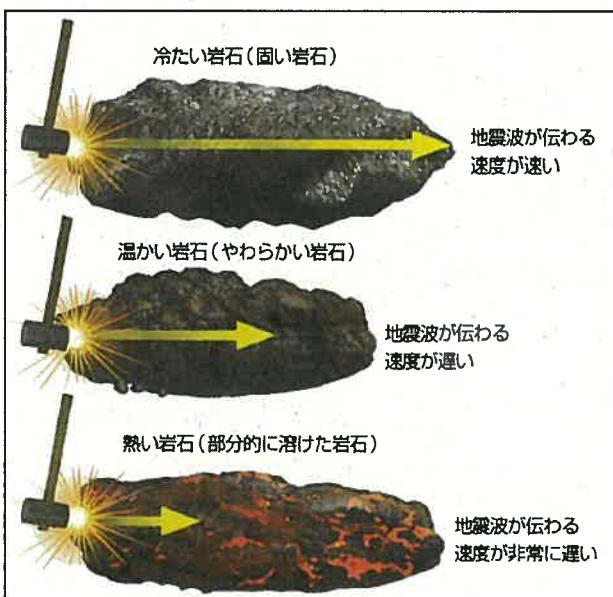
\*19 鉱物中に閉じ込められたガラス状の物質。ガラス包有物又は火山岩メルト包有物と呼ぶ場合もある。右図(斎藤主任研究報告書、乙A第155号証・9ページより抜粋)を参照のこと。



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)融解してメルト(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、様々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>\*20</sup>、密度など)によって地震波の伝わる速度は異なる(図13参照)。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13】 地震波の速度の違いについて(乙A第154号証・4ページ)

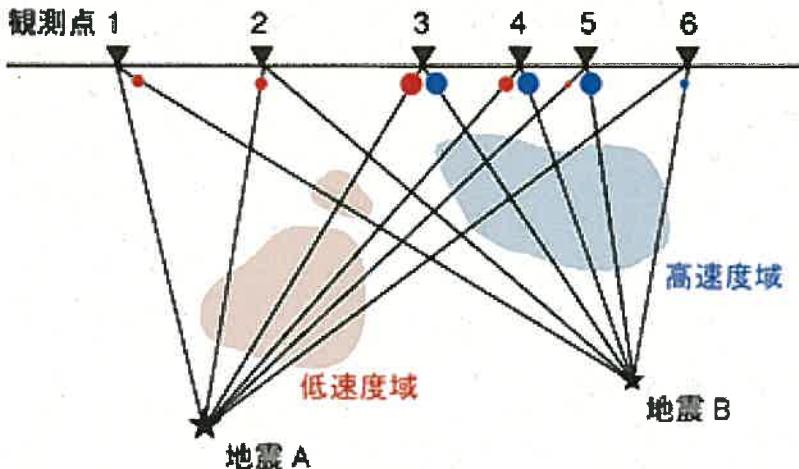
上記のとおり、地震波の速度は、地震波が通る岩盤等の剛性率や密度等の物理的性質によって変化するところ、岩盤等の剛性率や密度は、その温

\*20 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。

度、圧力その他の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を通るときは地震波の速度が遅くなる(乙A第154号証・2ないし4ページ)。また、水や二酸化炭素を含む岩石や一部が溶融しメルトとなっている岩石の地震波速度は、流体(水や気体やメルトの総称)を含まない岩石に比べて遅くなる(乙A第158号証・39ページ)。

つまり、例えば、周囲よりも地震波速度の遅い(低速度域)マグマ溜りを通過する地震波は、一般的な速度構造モデルから期待される到着時刻に比べ遅く観測点に到着する。一方、冷たくて地震波速度が速い(高速度域)海洋プレートを伝わる地震波はそれよりも早く到着する。このような観測点への到着時刻の違いは地下の速度構造の空間変化を反映している。この特性を用いることで地震波の到着時刻の違いから地下構造を把握することができる(図14参照)(乙A第158号証・15ページ)。

このように、水や二酸化炭素を含む岩石やその一部が溶融しメルトとなっている岩石の地震波速度は、流体(水や気体やメルトの総称)を含まない岩石に比べて遅くなる。また、岩石中の流体が地震波速度に与える影響の傾向や度合いは、その流体量のみならず、流体の種類(水なのか空気なのかメルトなのか)等にも強く依存するところ(乙A第158号証・39ないし42ページ)、地震波速度の低下率や推定される流体の種類等から流体量を推定するという研究も行われている。流体の種類がメルトなのか水なのかにつき判別し難いといった場合もあるが、その場合には、解析地域が火山地域を含むかどうかなどの地理的な条件を考慮したり、既往研究でなされている解釈等の情報を考慮して流体の種類を仮定したりすることにより、地震波速度の低下率等から流体量を推定するという研究例も多い(乙A第158号証・43ないし46ページ)。



【図14】地震波トモグラフィ原理(概念図)

赤丸、青丸は地震波が標準よりそれぞれ遅く、または早く到着することを表す。

丸の大きさは遅く又は早く到着する時間の度合いを表す(乙A第158号証・15ページより)。

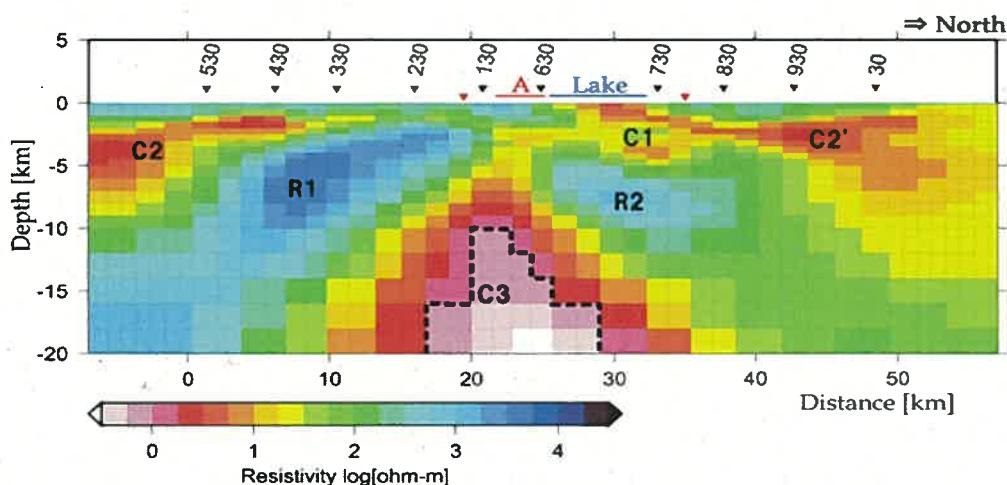
#### イ MT法 (Magnetotelluric method, 地磁気地電流法)

MT法電磁探査とは、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電気抵抗(物質内の電気の流れにくさ)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のに対し、MT法電磁探査は、電磁波を用いて地下内の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A第159号証及び乙A第160号証)。

具体的に説明すると、まず、地殻岩石の比抵抗値は、温度や液相の存在に強く依存して変化する。地殻を構成する岩石の低温(300°C程度)無水状態での比抵抗値は $10^6 \Omega\text{m}$ と非常に高い。しかし、温度が高くなると、電気伝導度(物質内の電気の流れやすさ)は温度に強く依存して増加し、反対に比抵抗値は減少する。また、高温になると電気を運ぶのは、主にイオンになるところ、イオンの

動きやすさは液相においてより大きくなるので、間隙水や部分溶融したマグマの存在により電気伝導度は桁違いに大きくなる。

例えば、北海道東部にある大型のカルデラである屈斜路カルデラ内には、アトサヌブリ火山の下に顕著な低比抵抗値を有する領域が見出されている。この低比抵抗値は、下の図15のとおり、最も低い値で $1\Omega\text{m}$ を下回っているところ、岩石中のメルト分率の増加とともに比抵抗値は小さくなるので、 $1\Omega\text{m}$ 以下の比抵抗値ではかなりの高分率でのメルトの存在が示唆されることになる（乙A第161号証）。



【図15】屈斜路カルデラ下の比抵抗値構造（乙A第161号証・10ページ<sup>\*21</sup>）。

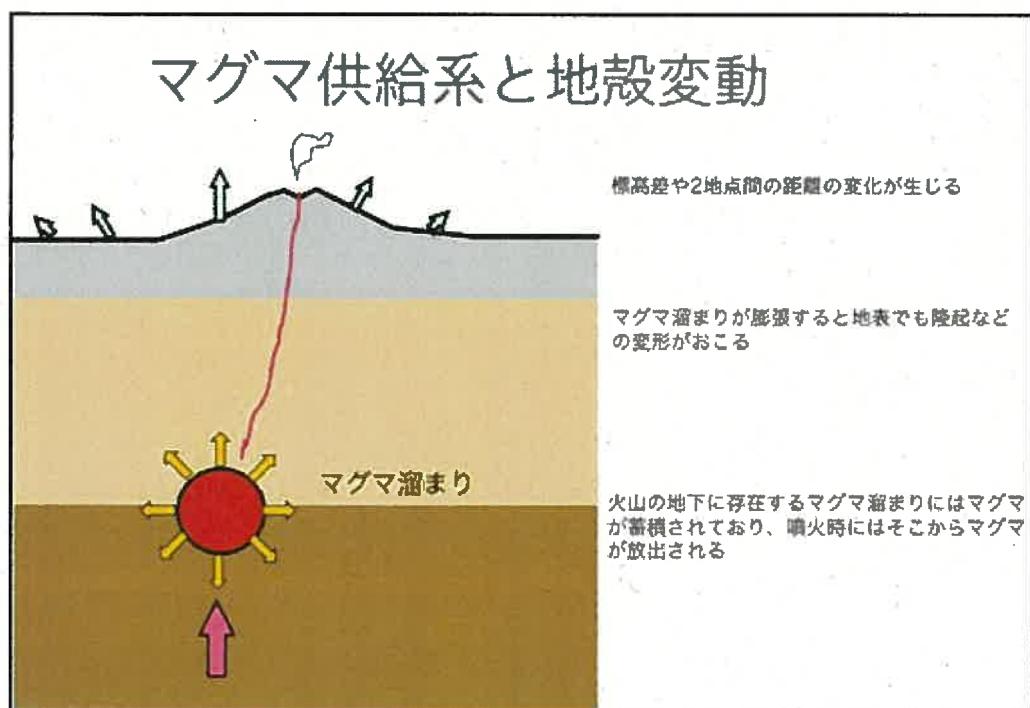
#### ウ 地殻変動に基づくマグマ溜まりの状態の推定

##### (7) はじめに

\*21 図面上の着色の区分は「Resistivity log [ohm-m]」と記載のバーに示されているとおり。このバーの下部の目盛りは $\log$ スケール（対数）で表示したものであり、この値が $a$ のとき、比抵抗値は $10^a \Omega\text{m}$ となる。そのため、図面上で $1\Omega\text{m}$ となるのは、この目盛りの「0」（つまり $10^0 = 1$ ）に該当する部分である。図面上の点線はその外側が $1\Omega\text{m}$ 以上、その内側が $1\Omega\text{m}$ 以下であるという境界を示したもの。

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16参照)。火山活動に伴うこれらの地殻変動を後記(イ)で説明する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(乙A第162号証・3, 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(乙A第162号証・16ページ)。

#### (イ) GNSS測量及び水準測量

我が国における地殻変動の観測は、一般に三角測量と水準測量が実施されて

きた。

三角測量は、元来、全国に配置された多数の三角点間の角度を継続的に測量し、その角度の変化から地殻変動をとらえるものであったが、現在は、この三角点に代わり、全国約130か所、おおむね20キロメートル間隔で設置されている電子基準点に対するGNSS測量が実施されている。

GNSS (Global Navigation Satellite System) は、人工衛星から送られてくる電波を受信している地点の位置を計る測量方法であり、アメリカ合衆国が開発したGPS、ロシアが運用するGLONASSなどの総称である。具体的には、個々の電子基準点において上空の4つ以上の人衛星から受信する電波を長時間記録し、比較対象となる別の電子基準点とともに解析して、受信地点の正確な位置を割り出すものであり、数センチメートルの動きはもちろん、条件が良ければ数ミリメートル以下の変動もとらえることができる。

一方、水準測量は、全国に配置された多数の水準点間の高さの差（比高）を計測する方法である。具体的には、計測機器を用いて2地点間の高さの差を精密に測るという作業を積み重ねていき、遠く離れた地点間の比高を知ることができるというものであり、その比高の変動から地殻変動をとらえることができる（以上につき、乙A第162号証・3ないし9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

噴火前後の火山ではしばしば同心円状の火山体の隆起や沈降が観測されるところから、隆起や沈降の変動源は球状のマグマ溜まりであることが推測される。この球状圧力源（マグマ溜まり）の位置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、桜島など幾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A第163号証・18ページ、乙A第162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、球状圧力源の半径は真の値に比較的近い値に決定され、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A第163号証・29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。

#### (I) 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収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(乙第162号証・18ページ)。

#### (4) 地球化学的調査手法

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。以下、火山ガスの分析手法について説明する。

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、直接噴出孔から採取するものだけでなく、火山噴出物の鉱物に含まれるメルトインクルージョン(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水( $H_2O$ )及び二酸化炭素( $CO_2$ )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A第155号証・2ないし12ページ)。

### 第3 火山ガイドの全体像及び合理性

#### 1 火山ガイドの法的位置づけ

原子炉等規制法43条の3の6第1項4号は、設置許可処分における発電用原子炉施設の安全性の要件として、「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ものであること」を定めている。この規定を受けて、「原子力規制委員会規則で定める基準」たる設置許可基準規

則（乙A第164号証）は、6条1項で「安全施設（兼用キャスクを除く。）<sup>\*22</sup>は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能<sup>\*23</sup>を損なわないのでなければならない。」と定め、同条2項で「重要安全施設<sup>\*24</sup>は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。」と定めている。

そして、これらの規定の解釈を定めた行政手続法上の審査基準である設置許可基準規則解釈（乙A第165号証）は、同規則6条1項の「想定される自然現象」とは、敷地の自然環境を基に想定される各種自然現象をいい、「火山の影響」もこれに含まれる旨定め（同条の解釈の2），同規則6条2項の「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

---

\*22 設計基準対象施設（発電用原子炉施設のうち、運転時の異常な過渡変化〔設置許可基準規則2条2項3号参照〕又は設計基準事故〔同項4号参照〕の発生を防止し、又はこれらの拡大を防止するために必要となるもの）のうち、安全機能を有するものをいう（同項7号）。

\*23 発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な機能であって、①その機能の喪失により発電用原子炉施設に運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生し、これにより公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがある機能、②発電用原子炉施設の運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の拡大を防止し、又は速やかにその事故を収束させることにより、公衆又は従事者に及ぼすおそれがある放射線障害を防止し、及び放射性物質が発電用原子炉施設を設置する工場又は事業所外へ放出されることを抑制し、又は防止する機能をいう（設置許可基準規則2条2項5号）。

\*24 安全施設のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものをいう（設置許可基準規則2条2項9号）

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という。」と定めている（同条の解釈の5）。

このように、設置許可処分における発電用原子炉施設の安全性については、原子炉等規制法43条の3の6第1項4号が「災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準に適合するものであること」を要件とし、これを受け、火山の影響等の自然現象（地震及び津波を除く。）への安全対策に係る基準を定めたものが設置許可基準規則6条1項及び2項である。

一方、火山ガイドは、法規でも、行政手続法上の審査基準に該当するものでもなく、事業者の申請に係る火山影響評価に対する妥当性判断の一例を示した内規にすぎない。このことは、火山ガイドの「本評価ガイドは、新規制基準が求める火山の影響により原子炉施設の安全性を損なうことのない設計であるとの評価方法の一例である。また、本評価ガイドは、火山影響評価の妥当性を審査官が判断する際に、参考とするものである。」（現行火山ガイド1. 1），「評価方法は、本評価ガイドに掲げるもの以外であっても、その妥当性が適切に示された場合には、その方法を用いることを妨げない。」（現行火山ガイド7.）との記載から明らかである。

したがって、事業者としては、申請内容の妥当性を適切に示した上で、火山ガイドの記載によらない方法を用いて申請することが可能であるし、原子力規制委員会としても、法規でない火山ガイドには拘束されず、火山ガイドによらずとも、その妥当性を確認できれば当該申請を許可することとなる。

## 2 火山ガイドの策定経緯等

### (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(国際原子力機関、乙A第166号証)が作成したIAEA・SSG-21(後述)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A第167

号証)などに基づいて火山ガイドを策定した(現行火山ガイド1.3)。

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>\*25</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「安全原則」、②「安全原則」の下に定められ、現在と将来において環境の防護を確保するために満たされなければならない要件を制定する「安全要件」、③「安全要件」を遵守するための奨励された手段又はこれと等価な代替的手段や手引きを提示する「安全指針」から構成される(乙A第41号証・64ないし66ページ)。

IAEAの提供する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>\*26</sup>と関連すると考えられる全ての潜在的に危険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A第156号証の1及び2)。

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

---

\*25 IAEA Safety Standards

\*26 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又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(現行火山ガイド1.4(3))。

\*<sup>27</sup> (Japan Nuclear Energy Safety Organization。以下「JNES」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、策定されたものである。JNES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A第170号証, 乙A第171号証, 乙A第172号証)。

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

---

\* 27 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A第168号証, 乙A第169号証)。

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A第173号証)。

#### ウ 意見公募手続も経て策定されたこと

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、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A第174号証、乙A第175号証)。

#### (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A第176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(以上につき、乙A第177号証)。

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>\*28</sup>や必要に応じて立ち上

\*28 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、独自に毎年数億円の費用をかけて行っている(乙A第178号証)。

げられる検討チーム<sup>\*29</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A第176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、落下火碎物の規制に係る実用炉則の規定及び火山ガイドの改正を行い、また、令和元年12月18日には、火山ガイドの各規定の趣旨及び審査実務の考え方を正確に表現し、かつ、文章としてより分かりやすいものとする観点から、火山ガイドの記載を見直す改正(令和元年12月18日原規技発1912182号原子力規制委員会決定)を行い、現行の火山ガイドとなった(乙A第182号証・1, 78, 79ページ)。

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。

以下では、現行火山ガイドに従って、火山ガイドの内容を説明する。

### 3 火山ガイドの内容

#### (1) 火山ガイドの目的等

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(現行火山ガイド1.)。

#### (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

\*29 落下火碎物の規制に関する規則等の改正の際には、落下火碎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A第179, 180, 181号証)。

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。そのため、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>\*30</sup>に影響を与える得る個々の火山を評価の対象としている(乙A第41号証・329, 330ページ)。

### (3) 火山ガイドの概要

#### ア 火山影響評価の流れ

- (7) 火山ガイドにおける「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。
- (4) 火山ガイドは、この火山影響評価を、「立地評価」と「影響評価」の2段階で行うこととしている(現行火山ガイド2. 及び「図1 本評価ガイドの基本フロー」[下記の図17]参照)。

立地評価とは、評価対象たる当該原子力発電所周辺の火山事象の影響を考慮して原子力発電所を建設するサイト(敷地)としての適性を評価することをいい、主として、火山の将来の活動可能性を検討するとともに、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当該原子力発電所に影響を及ぼす可能性を評価するものである(現行火山ガイド2. 1 (1) 及び図17の左上及び右上部分)。

ここで、「設計対応」とは、原子力発電所に到達することが想定される火山事象に対し、安全機能の保持を施設や設備の設計によって対応することをいうところ、「設計対応不可能な火山事象」とは、かかる設計対応によっても安全機能の保持が不可能な火山事象をいい、火碎物密度

---

\*30 原子力発電所に核燃料物質が存在する期間をいう(現行火山ガイド1. 4. (4))。

流等がこれに当たる<sup>\*31</sup>。

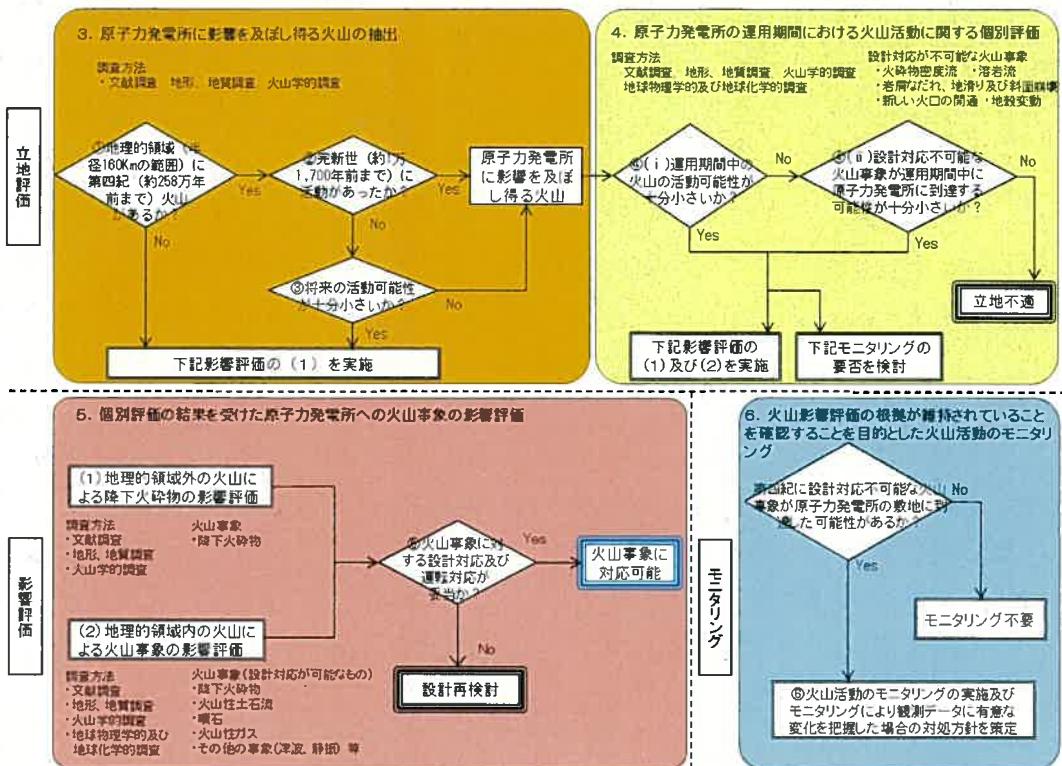
影響評価とは、立地評価の結果、立地不適とされない原子力発電所について、原子力発電所の運用期間中に生じ得る火山事象による影響を評価することをいい、主に、設計対応可能、つまり、施設や設備の設計対応により安全機能の保持が可能な火山事象(火山灰を始めとする降下火砕物等)<sup>\*32</sup>の影響を評価し、これに対する事業者の設計方針について評価を行うものである(現行火山ガイド2.1(2)及び図17の左下部分)。

(b) また、これらの評価とは別に、評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認することを目的として、特定の火山に対しては、運用期間中における火山活動のモニタリングの実施方針及びモニタリングにより観測データの有意な変化を把握した場合の対処方針を策定することとしている(現行火山ガイド2.2及び図17の右下部分)。

---

\* 31 「設計対応不可能な火山事象」とは、火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ・地滑り及び斜面崩壊、新しい火口の開口並びに地殻変動が該当する(火山ガイド4.1(1), 「表1」の2, 3, 4, 8及び11・9, 23ページ)。

\* 32 「設計対応可能な火山事象」とは、降下火砕物、火山性土石流・火山泥流及び洪水、火山から発生する飛来物(噴石)、火山ガス、津波及び静振、大気現象、火山性地震ととも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(火山ガイド「表1」参照)。



【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

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（現行火山ガイド3. 及び図17の左上部分）。

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。

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、抽出された火山について、原子力発電所の運用期間中における火山活動に関する「個別評価」を行うこととなる（現行火山ガイド4. 及び図17の右上部分）。

その結果、運用期間中の火山の活動可能性が十分小さいとは評価できず、かつ設計対応不可能な火山事象が運用期間中に原子力発電所に到達する可能性が十分小さいとも評価できない場合には、原子力発電所の運用期間中において設計対応が不可能な火山事象が原子力発電所に影響を及ぼす可能

性が十分小さいとはいはず、立地不適となる。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。

#### ウ 影響評価の概略

立地評価の結果、当該原子力発電所の立地が不適とならない場合には、次に影響評価を行う（火山ガイド5. 及び図17の左下部分）。

影響評価では、火山灰<sup>\*33</sup>を始めとした降下火砕物等の設計対応可能な個々の火山事象の影響の程度を評価した上で、「設計対応」及び「運転対応」の妥当性について評価を行う。

そして、上記の「設計対応」とは、前記アで述べたとおり、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よっ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、上記の「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A第41号証・333ページ）。

#### （4）立地評価の具体的方法

##### ア 地理的領域内における火山の抽出（図17の左上部分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、複数の火山を包含する火山弧として抽出するものではない。

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、この抽出は、文献調査等に基づき、原子力発電所の地理的

---

\*33 爆発性破碎のさまざまなプロセスによって生じる平均直径2ミリメートル未満の火山岩の破片をいう（現行火山ガイド1. 4 (8)）。

領域(火山影響評価が実施される原子力発電所の領域をいい、原子力発電所から半径160キロメートルの範囲の領域とする〔現行火山ガイド2.1解説-1〕)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〔現行火山ガイド1.4(5)〕)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(現行火山ガイド3., 3.1及び図17の左上部分①)。地理的領域内に、約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、当該原子力発電所に影響を及ぼし得る火山はないこととなり、個別評価(図17の右上部分)を行うまでもなく、立地不適とはならない(乙A第41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>\*34</sup>(火碎流

---

\*34 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、サージ及びプラスト)をいう(現行火山ガイド1.4(9)、プラストにつき同「(1)2)」)。

\*<sup>35</sup>, 火碎サージ\*<sup>36</sup>など)が到達した距離が160キロメートル(乙A第140号証・23ページ, 乙A第183・2ページ, 乙A第184号証・50ページ)と考えられているからである(乙A第41号証・336ページ)。

#### (4) 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、日本のように海洋プレートが大陸プレートの下に沈み込んでいる場所にできる個々の島弧型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いる(乙A第132号証・74ページ, 乙A第185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約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、約258万年前より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

---

\*35 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が多い。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(現行火山ガイド1. 4 (10))。

\*36 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(現行火山ガイド1. 4 (11))。

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、約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、一般的に約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（現行火山ガイド3. 解説-5., 乙A第号41証・336ページ）。

#### イ 完新世の活動の有無（図17の左上部分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。これは、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」と定義しているところ、かかる定義が活動性の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。

完新世に活動を行ったと認められる火山は、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、直ちにこれを将来の活動可能性のある火山とする（現行火山ガイド3. 3(1)）。

第四紀火山で完新世に活動を行ったとは認められない火山については、後記ウのとおり、更に詳しく将来の活動可能性の有無を評価することとなり、将来の活動可能性が十分小さいと判断できる場合は、当該火山は原子力発電所に影響を及ぼし得る火山には当たらず、当該火山についての評価は終了する（現行火山ガイド3. 3(2)）。

完新世に活動があった火山や、完新世に活動がなかったものの、将来の活動可能性が十分小さいと判断できない火山については、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（後記工）。

#### ウ 将來の活動可能性の評価方法（図17の左上部分③）

火山の将来における活動可能性が十分小さいか否かの評価は、立地評価のうち、原子力発電所に影響を及ぼし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十分小さいといえるかどうかであり、他方、後記工で述べる個別評価においては、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、更に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ものである。

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、当該火山の第四紀の噴火時期、噴火規模、活動の休止期間を示す階段ダイヤグラム（前記第2の3(1)脚注16参照）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十分小さ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」とされる（以上につき、現行火山ガイド3.3(2)、乙A第41号証・339ないし341ページ）。

このように、火山ガイドは、完新世に活動が認められなかった火山であっても、将来の活動可能性を評価するに当たり、慎重な考慮をしている。

#### エ 原子力発電所の運用期間中における火山活動に関する個別評価（図17の右上部分）

##### (7) 概要

前記アないしウの評価により原子力発電所に影響を及ぼし得る火山(検討対象火山)として抽出した火山、つまり地理的領域内の第四紀火山のうち、完新世に活動があった火山あるいは完新世に活動はなかったものの将来の活動可能性が十分小さいとは判断できない火山については、原子力発電所の運用期間中における火山活動についての個別評価を行う。前記ウのとおり、原子力発電所に影響を及ぼし得る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、広く将来の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及び設計対応不可能な火山事象の到達可能性を評価する。

なお、後記(カ)のとおり、ここで行う個別評価は、設計対応不可能な火山事象が発生する時期及びその規模を的確に予測できることを前提とするものではなく、現在の火山学の知見に照らして現在の火山の状態を評価するものである(現行火山ガイド2. 1解説-3.)。

#### (イ) 活動可能性の評価

まず、個々の検討対象火山について、当該原子力発電所の運用期間中における活動可能性を評価し、これが十分小さいと判断した場合には、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(現行火山ガイド4. 1(2)及び図17の右上部分④(i))。

#### (カ) 設計対応不可能な火山事象の到達可能性の評価

前記(イ)で、検討対象火山の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に小さいとは認められない場合には、次に、運用期間中において想定すべき当該火山の噴火規模を設定し、その噴火規模における設計対応不可能な火山事象が当該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。当該火山の噴火規模は、同火山の調査結果から推定するのであるが、調査結果から噴火規模を推定できない場

合は、同火山の過去最大の噴火規模とする(以上につき、現行火山ガイド4. 1 (3) 及び図17の右上部分④(ii))。

なお、検討対象火山が後記(I)のように過去に巨大噴火を引き起こした火山でなければ、審査実務上は、前記(I)の活動可能性の評価をするまでもなく、先に当該火山の過去最大規模の噴火規模を用いて設計対応不可能な火山事象の到達可能性を評価し、これが十分小さいと判断できれば、立地不適とはならないとの結論を導くことができる。

#### (I) 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 火山ガイドにおける「巨大噴火」とは、地下のマグマが一気に地上に噴出し、大量の火碎流となるような噴火であり、その規模として噴出物の量が数 $10\text{ km}^3$ 程度を越えるようなものをいう(現行火山ガイド4. 1解説-10.)。

b 検討対象火山のうち過去に巨大噴火を引き起こした火山については、前記(I)の活動可能性の評価に当たり、まず、火山活動のうち巨大噴火の可能性を評価する。

これは、巨大噴火については、噴火に至る過程が十分に解明されておらず、また、発生すれば広域的な地域に重大かつ深刻な災害を引き起こす火山活動であるが、一方で極めて低頻度な火山事象であって、有史において観測されたことがないこと等の特性を有するので、これらを踏まえた評価を行うことが適切であるためである。

そこで、かかる特性を踏まえ、(a) 当該火山の現在の活動状況は巨大噴火が差し迫った状態ではないと評価でき、(b) 運用期間中における巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られない場合は、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと判断できるとしている(現行火山ガイド4. 1 (2) の第2段落)。

なお、上記(a)の「巨大噴火が差し迫った状態ではない」ことの評価

に当たっては、現在の火山学の知見に照らした調査を尽くした上で、検討対象火山における巨大噴火の活動間隔、最後の巨大噴火からの経過時間、現在のマグマ溜りの状況、地殻変動の観測データ等から総合的に評価を行う（現行火山ガイド4. 1解説-11.）。

また、上記(a)のみならず、上記(b)の「運用期間中における巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていない場合」との要件を設けたのは、「現在の火山学の知見」自体が進歩していくことからすれば、「現在の火山学の知見に照らした調査を尽くした」としても、なお新たに巨大噴火の可能性に関する科学的知見が得られることもあり得ると考えられ、かかる知見が合理性のある具体的な根拠であるとすれば、当然参照すべきものであるということを示すためである（乙A第182号証・12, 13ページ・項番34の「考え方」欄）。

c 上記(a)及び(b)の両要件が満たされる場合には、当該火山につき、当該原子力発電所の運用期間中における巨大噴火の可能性は十分小さいと判断できるので、次に、当該火山の巨大噴火以外の火山活動について、当該原子力発電所の運用期間中における活動可能性の評価を行う。

そして、当該火山の巨大噴火以外の活動可能性が十分小さいといえない場合には、その巨大噴火以外の火山活動について、運用期間中における設計対応不可能な火山事象の到達可能性の評価を行うこととなる。

この到達可能性の評価は、前記(ウ)のとおり行うのであるが、当該火山の調査結果から、運用期間中における巨大噴火以外の火山活動として想定すべき噴火規模を推定することは一般的に困難であるため

<sup>\*37</sup>、噴火規模は、「検討対象火山の過去最大規模の噴火」を用いて評価することとなる。ただし、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分小さいと評価済みであるため、当該火山の「過去最大規模の噴火」には、当該火山の最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模を用いることとする(現行火山ガイド4.1(3),乙A第41号証・349ページ)。

#### (オ) 具体的な評価方法

##### a 活動可能性の評価方法

原子力発電所に影響を及ぼし得るか否か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。

原子力発電所に影響を及ぼし得るか否か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

---

\*37 火山ガイドの策定に携わった山崎晴雄・首都大学東京名誉教授（意見書作成当時）は、意見書（乙A第186号証・10ページ）において「例えば長期にわたって噴出量が一定であるなどの特殊な事情によって、噴出量を具体的に見積もれる場合を念頭に置いていますので、基本的には個々の火山の過去最大の噴火規模が設定されるようになっています。」と述べている。

析し、現在の活動状況を確認して評価を行う(以上につき、現行火山ガイド4. 2, 乙A第41号証・342, 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方法等**

**(a) 評価方法**

前記(ウ)のとおり、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想定すべき噴火規模を推定し、これを設定対象とする。調査結果からその噴火規模を推定できない場合は、検討対象火山の過去最大の噴火規模とする。

次に、設定した噴火規模における設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達する可能性が十分小さいかどうかを評価する。検討対象火山の調査結果から噴火規模を設定した場合には、類似の火山における設計対応不可能な火山事象の影響範囲を参考に到達可能性を評価する。過去最大の噴火規模から設定した場合には、検討対象火山での設計対応不可能な火山事象の痕跡等から影響範囲を定め、到達可能性を評価する。

いずれの方法によっても影響範囲を定めることができない場合には、設計対応不可能な火山事象の国内既往最大到達距離を影響範囲として到達可能性を評価する。

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判断できる場合には、立地不適とはならない(以上につき、現行火山ガイド4. 1(3))。

**(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>\*38</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では、噴出物の種類ごとの評価ができず、各区分の噴出物の量の幅が大きいため、VEIのみから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A第41号証・345ページ)。

### (5) 影響評価の具体的方法

#### ア 概要(現行火山ガイド5. 及び図17の左下部分)

(ア) 影響評価は、前記の立地評価における個別評価により、原子力発電所の運用期間中に設計対応不可能な火山事象(前記3(3)ア(1)脚注24参照)が原子力発電所の安全性に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価された検討対象火山につき、さらに、それが噴火した場合に原子力発電所の安全性に影響を与える可能性のある設計対応可能な火山事象(同脚注25参照)を抽出した上で、同火山事象に対する設計対応及び運転対応の妥当性について評価を行うものである。

ただし、設計対応可能な火山事象のうち降下火碎物については、その影響が最も広範囲に及ぶことから、原子力発電所への影響を評価するに当たり、前記(4)アのとおり地理的領域内(原子力発電所から半径160キロメートルの範囲の領域内)から抽出された検討対象火山の噴火による降下火碎物の影響を評価するだけでは足りない。そこで、地理的領域

\*38 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。

内の火山の噴火によるものか否かにかかわらず、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積当たりの質量と同等の火碎物が降下するものとして評価し、原則として、地理的領域外の火山も評価対象に含むものとする。もっとも、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の噴出源である火山事象が同定でき、これと同様の火山事象が原子力発電所の運用期間中に発生する可能性が十分小さいと認められる場合は考慮対象から除外する。

また、降下火碎物は浸食等で厚さが小さ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。

このような影響評価を行う際の設計対応可能な各火山事象の特性と規模については、立地評価における個別評価を踏まえて設定する。

(4) なお、火山ガイドは、設計対応の可否を問わず、全ての火山事象についてその影響評価の方法を示している。しかしながら、立地評価における個別評価により、検討対象火山につき、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、そもそも立地不適との判断をすることになるし、他方で、立地不適ではないと判断した場合には、その前提として、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していることから、個別評価の結果を踏まえて行う影響評価においては、設計対応不可能な火山事象の影響を改めて評価する必要はない。

そのため、影響評価においては、設計対応可能な火山事象に限って評価を行うこととなる。

#### イ 地理的領域外の火山による影響評価(図17の左下部分の(1))

地理的領域外の火山については、前記アのとおり、降下火碎物についてのみ影響評価を行う。降下火碎物とは、主に火山灰である。地理的領域と

は、前記(4)アのとおり、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、降下火碎物以外の火山事象は地理的領域外にまで影響を及ぼすとは認められず、他方で、降下火碎物はその影響が非常に広範囲にわたり、地理的領域外にまで影響を及ぼすと認められることから、地理的領域外の火山についても、影響評価が必要となる(乙A第41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(図17の左下部分の(2))

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は、降下火碎物のみならず、火山性土石流や噴石、火山ガス等の設計対応可能な火山事象による影響も評価する。

具体的には、例えば、火山ガスは、窒息性や有毒性、腐食性等といった直接的影響だけでなく、そのような影響により、原子力発電所周辺の人及びその生活に対し活動制限が課される等といった間接的影響をも及ぼす事象である。そこで、運用期間中に活動可能性のある火山に対する火山ガスの評価では、類似する火山から収集した情報又は当該火山におけるガス濃度計測値等観測データを用いること等によって、原子力発電所への影響を示し、設計対応の可否を判断する。

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>\*39</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原子力発電所への影響の程

---

\*39 設計対応と運転対応につき、前記第3の3(3)ウ参照。

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原子力発電所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A第41号証・353, 354ページ)。

## 工 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(現行火山ガイド5. 1)。

### (7) 降下火碎物の影響の種類

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

#### 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>\*40</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、換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的・化学的影响、並びに原子力発電所周辺の大気汚染等の影響が挙げられる。

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(現行火山ガイド5. 1 (1) (a))。

#### 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

---

\*40 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行う。

限事象が発生し得ることも考慮する必要がある(現行火山ガイド5.1(1)(b))。

#### (イ) 原子力発電所への影響評価の方法

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>\*41</sup>に及ぼす影響を考慮し、それらの発電用原子炉施設への影響を評価し、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(現行火山ガイド5.1(2))。

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

---

\*41 火山灰の特性としては粒度分布、化学的特性等がある(現行火山ガイド5.1解説-21)。

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(現行火山ガイド添付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、硫化物イオン等)が含まれていることをいう(現行火山ガイド5.1(1)(a)参照)。

る<sup>\*42</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(物)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、及び類似の火山の降下火碎堆積物等の情報を参考とすることができる(現行火山ガイド5. 1解説-19)。

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、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

---

\*42 現行火山ガイド5. は、「降下火碎物に関しては、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積当たりの質量と同等の火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、現行火山ガイド5. は、「敷地及び敷地周辺で確認された降下火碎物の噴出源である火山事象が同定でき、これと同様の火山事象が原子力発電所の運用期間中に発生する可能性が十分に小さい場合は考慮対象から除外する。」とする一方、「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。

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。

#### (iv) 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降下火碎物堆積荷重<sup>\*43</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降下火碎物により、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>\*44</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碎物の除去等の対応が取れることを確認する(現行火山ガイド5. 1 (3) (a))。

\*43 降下火碎物堆積荷重とは、建屋・構築物、屋外機器に対する、降下火碎物の静的な堆積による荷重をいう。降下火碎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。

\*44 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、現行火山ガイドの「添付1」の「気中降下火碎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碎物濃度を用い、さらに、堆積速度、堆積期間及び気中降下火碎物濃度は、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(現行火山ガイド5. 1 解説-20)。

### 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(現行火山ガイド5. 1 (3) (b))。

### (6) 火山活動のモニタリングについて(火山ガイド6. 及び図17の右下部分)

#### 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、火山ガイドは、立地評価における個別評価により、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、この評価とは別に、評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認することを目的として、運用期間中のモニタリングを行うことを事業者に求めている(現行火山ガイド6.)。

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、つまり立地不適ではないと判断できる場合なのであるが、火山ガイドは、かかる場合でも、その評価の根拠が維持されていることを確認するため、事業者に対し、モニタリングを行うことを義務付けたのであり、さらに、モニタリングを行うのであれば、それにより観測データに有意な変化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

る対処方針を事前に定めておくこととしたのである(乙A第41号証・350ページ)。

そこで、実用炉の設置(変更)許可段階では、当該原子力発電所の運用期間中に行うモニタリングの実施方針及びモニタリングにより観測データの有意な変化を把握した場合の対処方針を策定することとしている(現行火山ガイド2.2参照。)

#### イ 火山活動のモニタリングの実施方針の策定

火山ガイドは、「監視対象火山」、すなわち、第四紀に設計対応不可能な火山事象が原子力発電所の敷地に到達した可能性が否定できない火山に対してモニタリングを行うこととしている(現行火山ガイド6.1)。よって、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た可能性が否定できる火山は、監視対象火山とはならない。

火山活動の監視項目としては、一般的に、地震活動の観測(火山性地震の観測)、地殻変動の観測(GNSS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、自ら、適切な方法により監視するが、公的機関による火山活動の観測結果は、火山ガイドにおける監視とは目的が異なるものも含め、参考となる場合に活用することを妨げるものではない(現行火山ガイド6.2)。

そして、事業者は、モニタリング結果を定期的に評価し、当該火山の活動状況を把握し、状況に有意な変化がないことを確認することとされ、その際、同評価は第三者(火山専門家等)の助言を得るなどして行うこととされている(現行火山ガイド6.3)。

なお、前記アのとおり、モニタリングは、原子力発電所の運用期間中に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評価できる火山につき、この評価とは別に、評価時から状態の

変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認するために、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するものではない。

#### ウ 観測データの有意な変化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観測データの有意な変化を把握できる場合もあるため、火山ガイドでは、観測データの有意な変化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観測データの有意な変化と、それを把握した場合に對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観測データの有意な変化に基づき、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モニタリングにより観測データの有意な変化を把握した場合の対処として、原子炉の停止、適切な核燃料の搬出等を実施する方針を事業者が定めることを求めている(現行火山ガイド6.4)。

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、モニタリングにより観測データの有意な変化を把握した場合の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對して備えをすることで、対処方針が全くない場合と比較して、適切な対処を比較的容易にできるようにするためであり、あらかじめ、原子炉の停止、適切な燃料の搬出等の対策を想定し、可能な範囲での対処方針を定めることとしたものである。

#### 4 火山ガイドはIAEA・SSG-21と整合していること

## (1) はじめに

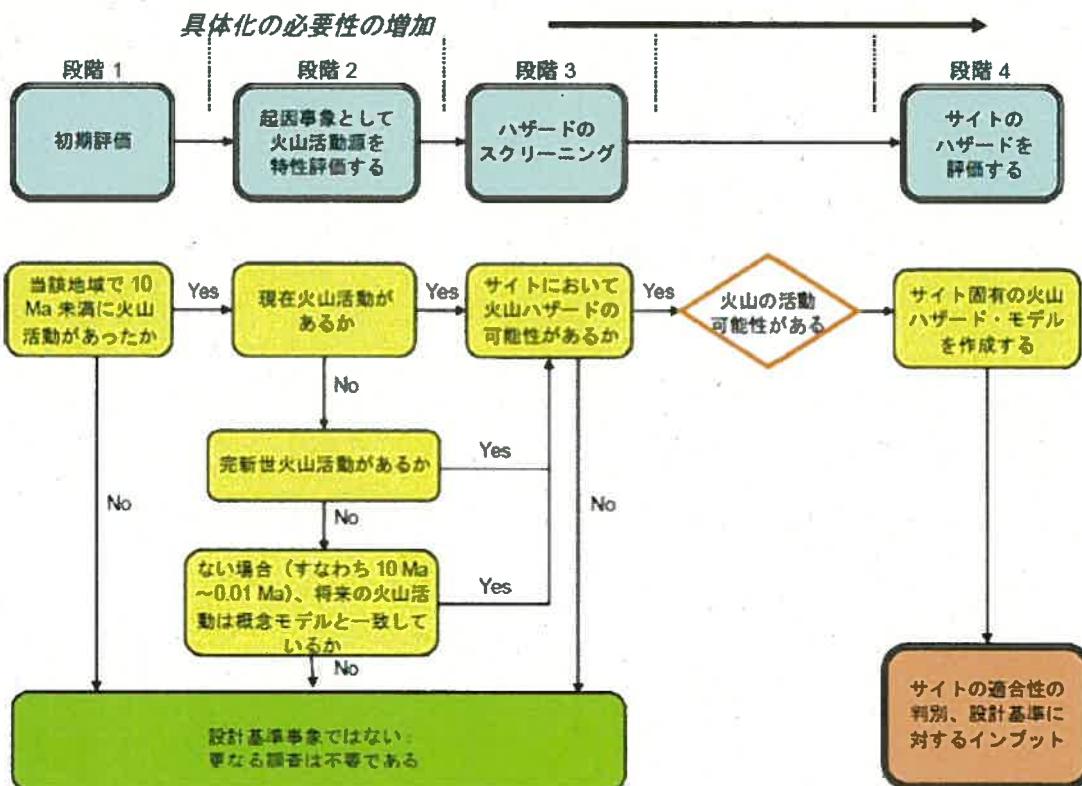
火山ガイドは、前記2(1)アのとおり、火山の影響評価に関する国際的な安全指針であるIAEA・SSG-21（乙A第156号証の1及び2）に基づいて策定されたものである。

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18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）。



【図18】 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( $10\text{ Ma}^{*45}$ )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)。

### (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価('IAEA Safety Standards Series No. NS-G-3.1<sup>\*46</sup>')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)。

### (イ) 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)。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)。

---

\*45 Maとは、Mega annumの略であり、百万年のことという。

\*46 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)

## 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及び5.5)。

### (7) 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施設の運用期間<sup>\*47</sup>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)。

### (4) 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

\*47 IAEA・SSG-21の和訳(乙A第156号証の2・10ページ)では「耐用年数期間」と記載されているが、これらの原典(乙A第156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。

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)。

#### (4) 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(約1万年前から現在までの期間)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)。

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)。

#### (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、将来の火山活動の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500万年の間の活動も、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、100万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)。

b また、IAEA・SSG-21は、前記(4)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)。

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)。

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)，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5.14)。

## 工 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)。

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除外することができる(IAEA・SSG-21項目5.16)。

### (4) 火山事象の性質

- a 前記(7)の解析は、IAEA・SSG-21項目2表1の現象それぞれに対して実施する(IAEA・SSG-21項目5.16)。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する現象をまとめたものである(IAEA・SSG-21項目2.2)。ここで、火山事象とは、火山噴火の前、最も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)<sup>\*48</sup>。
- b 火山事象については、上記aで指摘したIAEA・SSG-21項目2表1(本項では以下単に「表1」という。)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。

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

---

\*48 火山ガイドにおける「火山事象」の定義については、前記第3の2(l)ア脚注19参照。

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いとされている(IAEA・SSG-21項目2.3)。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)，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。

#### (iv) 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しきい値である。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)。

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)。

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 $10^{-7}$ (1000万年に1回)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。サイトを立地不適と判定する基準（排除基準）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）。

#### 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）。

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）。

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、しきい値が定義される。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)。

IAEA・SSG-21は、その上で、各火山事象に対しての考慮事項、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)。

#### 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)。

### (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った場合には、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

##### (ア) 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))。これに対し、火山ガイドでは、約 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)，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約 258 万年前以降とされたのは、前記 3(4)ア(イ) のとおり、約 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、地質時代区分で第四紀を指す約 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A第 132 号証・74 ページ、乙A第 185 号証・220 ページ)、過去約 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、約 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<sup>-7</sup> とされていることによるものであるが(前記(2)イ(ア))、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、抽出期間を過去約258万年間としたものであり、このこと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。

#### (4) 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(1))。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(7))、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)。

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約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))。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)。

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。

### (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)), 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), 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(イ)a)。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)）。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(I)b）、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、同工(オ)a），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(I)b）。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り、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。

## 工 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)工(ア)），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)工）。このように、I

AEA・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、現行火山ガイド表1）。

#### (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）、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(3)ア(イ)脚注24参照）。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)）。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(ウ)）。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)），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>49</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、各火山事象に対する評価手法を定めている(前記(2)オ)。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(現行火山ガイド5.1ないし5.13)。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)。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))。

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

---

\*49 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(現行火山ガイド表1参照)。

イドは、 IAEA・SSG-21と整合している。

## キ 小括

前記アからカで述べたとおり、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、その内容も、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つつ、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、降下火碎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碎物の最大堆積量(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、前記第3の4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、原子炉施設について、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。

以 上

## 略称語句使用一覧表

平成26年(行ウ)第152号  
大間原子力発電所建設差止等請求事件  
原告:函館市

略語	語彙	書面	ページ
<b>数字</b>			
2号要件	「原子炉設置(変更)許可」の基準の一つである、「その者に発電用原子炉を設置するために必要な技術的能力」	第5準備書面	28
3号要件	「原子炉設置(変更)許可」の基準の一つである、「その者に重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力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。」	第5準備書面	28
4号要件	「原子炉設置(変更)許可」の基準の一つである、「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つ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5準備書面	26
<b>英字</b>			
IAEA	国際原子力機関	第12準備書面	5
IAEA安全基準	IAEA安全基準「Safety of Nuclear Power Plants: Design, Specific Safety Requirements No. S SR-2/1」	第3準備書面 ※第19準備書面で変更	61
IAEA安全基準SSR-2/1	IAEA安全基準「Safety of Nuclear Power Plants: Design, Specific Safety Requirements No. S SR-2/1」	第19準備書面 ※第3準備書面から変更	13
MS	異常影響緩和系	第11準備書面	12
PS	異常発生防止系	第11準備書面	12
JNES	独立行政法人原子力安全基盤機構	第16準備書面	13
IAEA閣僚会議日本政府報告書	原子力安全に関するIAEA閣僚会議に対する日本国政府の報告書－東京電力福島原子力発電所の事故について	第18準備書面	12
IAEA安全基準	原子力安全に係るIAEAの基準	第19準備書面	13
IAEA核セキュリティ基準	核セキュリティに係るIAEAの基準	第19準備書面	13

IAEA憲章	国際原子力機関憲章	第19準備書面	13
IAEA安全基準NS-R-3(改定第1版)	“Site Evaluation for Nuclear Installations” No.NS-R-3(Rev.1)	第19準備書面	18
IAEA安全基準SSR-1	新に策定されたIAEA安全基準SSR-1 “Site Evaluation for Nuclear Installations”	第19準備書面	19
EUR	European Utility Requirements	第19準備書面	19
<b>あ</b>			
安全重要度分類	発電用軽水原子炉施設の安全性を確保するために必要な各種の機能について、安全上の見地から定めた相対的重要度	第11準備書面	9
安全審査指針類	旧原子力安全委員会が策定してきた各指針	第5準備書面	36
安全設計審査指針	発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針(平成2年8月30日原子力安全委員会決定、平成13年3月29日一部改訂)	第3準備書面	11
安全評価指針	発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針(平成2年8月30日原子力安全委員会決定、平成13年3月29日一部改訂)	第3準備書面	11
<b>い</b>			
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	答弁書	27
異常影響緩和機能	発電用原子炉施設の運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の拡大を防止し、又は速やかにその事故を収束させることにより、公衆又は従事者に及ぼすおそれがある放射線障害を防止し、及び放射性物質が発電用原子炉を設置する工場又は事業所外へ放出されることを抑制し、又は防止する機能	第10準備書面	7
異常発生防止機能	その機能の喪失により発電用原子炉施設に運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生し、これにより公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがある機能	第10準備書面	7
伊東弁護士「再論」	伊東良徳弁護士が月刊「科学」2014年3月号(電子版)に掲載した「再論 福島第一原発1号機の全交流電源喪失は津波によるものではない」	第3準備書面	30
入倉氏	入倉孝次郎京都大学名誉教授	第20準備書面	9
<b>お</b>			
大熊町	福島県双葉郡大熊町	第3準備書面	9
屋外火災	屋外における火災	第13準備書面	24
屋内火災	屋内における火災	第13準備書面	24

女川発電所	東北電力株式会社女川原子力発電所	第18準備書面	19
か			
改正原子力基本法	平成24年改正後の原子力基本法	第1準備書面	41
改正原子炉等規制法	平成24年改正後の核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律	答弁書	5
外部事象	地震などの自然現象と外部人為事象といった発電所外の事象	第10準備書面	6
仮想事故	重大事故を超えるような技術的見地からは起るとは考えられない事故	第17準備書面	10
核セキュリティ勧告I NFCIRC/225(改訂第5版)	「核物質及び原子力施設の物理的防護に関する核セキュリティ勧告」(INFCIRC/225/Revision 5)	第19準備書面	16
火山ガイド	原子力発電所の火山影響評価ガイド	第23準備書面	6
か			
技術基準規則	実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則(平成25年6月28日原子力規制委員会規則第6号)	第4準備書面	11
技術基準適合命令	平成24年改正前電気事業法40条に基づく、経済産業大臣による事業用電気工作物の修理、改造、移転、使用の一時停止、使用の制限の命令	第5準備書面	11
技術的能力基準	実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準	第13準備書面	10
基準地震動による地震力	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7準備書面	13
基準津波	設計基準対象施設の供用中に大きな影響を及ぼすおそれがある津波	第13準備書面	10
規制法	核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(昭和52年法律第80号による改正前のもの)	第6準備書面	16
行訴法	行政事件訴訟法	答弁書	6
緊急時対応	避難計画を含むその地域の緊急時における対応	第12準備書面	12
基本的目標a	立地審査指針1及び2ページの基本的目標のa	第17準備書面	9
基本的目標b	立地審査指針1及び2ページの基本的目標のb	第17準備書面	9
基本的目標c	立地審査指針1及び2ページの基本的目標のc	第17準備書面	9
け			

原告第2準備書面	原告の平成26年9月30日付け第2準備書面	第1準備書面	8
原告準備書面(5)	原告の平成26年12月18日付け準備書面(5)	第7準備書面	5
原告準備書面(6)	原告の平成27年3月12日付け準備書面(6)	第6準備書面	6
原告準備書面(9)	原告の平成27年9月29日付け準備書面(9)	第7準備書面	5
原告準備書面(10)	原告の平成28年1月19日付け準備書面(10)	第11準備書面	5
原告準備書面(11)	原告の平成27年10月6日付け準備書面(11)	第6準備書面	6
原告準備書面(12)	原告の平成28年1月19日付け準備書面(12)	第6準備書面	6
原告準備書面(13)	原告の平成28年(2016年)1月19日付け原告準備書面(13)	第6準備書面	6
原告準備書面(14)	原告の平成28年4月20日付け準備書面(14)	第17準備書面	5
原告準備書面(15)	原告の平成28年4月20日付け準備書面(15)	第15準備書面	6
原告準備書面(17)	原告の平成28年7月14日付け準備書面(17)	第23準備書面	6
原告準備書面(18)	原告の平成28年10月18日付け準備書面(18)	第16準備書面	8
原告準備書面(19)	原告の平成28年10月18日付け原告準備書面(19)	第9準備書面	6
原告準備書面(20)	原告の平成29年1月18日付け原告準備書面(20)	第13準備書面	7
原告準備書面(21)	原告の平成29年4月21日付け原告準備書面(21)	第17準備書面	5
原告準備書面(22)	原告の平成29年4月21日付け原告準備書面(22)	第12準備書面	5
原告準備書面(35)	原告の令和元年7月9日付け原告準備書面(35)	第19準備書面	5
原告準備書面(40)	原告の令和2年9月9日付け原告準備書面(40)	第23準備書面	6
原子力利用	原子力の研究、開発及び利用	第5準備書面	12
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	第5準備書面	26
原子炉等規制法	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区別しないとき	答弁書	5
検討チーム	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16準備書面	13
原則的立地条件(1)	立地審査指針1ページの原則的立地条件の(1)	第17準備書面	8
原則的立地条件(2)	立地審査指針1ページの原則的立地条件の(2)	第17準備書面	8
原則的立地条件(3)	立地審査指針1ページの原則的立地条件の(3)	第17準備書面	8

原子炉施設等基準 検討チーム	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18準備書面	22
二			
航空機	大型航空機	第13準備書面	12
航空機衝突影響評価	特定重大事故等対処施設における故意による大型航空機の衝突による影響の評価	第13準備書面	12
航空機衝突評価ガイド	実用発電用原子炉に係る航空機衝突影響評価に関する審査ガイド	第13準備書面	15
工場等	発電用原子炉を設置する工場又は事業所	第13準備書面	7
後段規制	原子炉の設計及び工事の方法の認可以降の規制	第5準備書面	8
国会事故調	東京電力福島原子力発電所事故調査委員会	第3準備書面	25
国会事故調報告書	東京電力福島原子力発電所事故調査委員会作成に係る国会事故調報告書	第3準備書面	25
さ			
3条委員会	国家行政組織法(昭和23年法律第120号)3条2項に規定される委員会	第22準備書面	7
サイト	原子力施設サイト	第23準備書面	36
し			
事件性の要件	当事者間の具体的な権利義務ないし法律関係の存否に関する紛争であること	第1準備書面	17
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7準備書面	6
地震ガイド	基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド	第14準備書面	11
地震本部	地震調査研究推進本部	第14準備書面	22
地震本部報告書	『「活断層の長期評価手法」報告書(暫定版)』(平成22年11月)	第14準備書面	22
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年通商産業省第77号)	第4準備書面	12
重大事故	炉心等の著しい損傷に至る事故	第7準備書面	6
重大事故等	重大事故とは、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を指し(改正原子炉等規制法43条の3の6第1項3号、実用炉則4条)、それに至るおそれがある事故(ただし、運転時の異常な過渡変化や設計基準事故を除く。)とを併せたもの	第8準備書面	5
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」を併せて	第7準備書面	7
重大事故等対処設備	重大事故等に対処するための機能を有する設備	第11準備書面	15

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7準備書面	7
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7準備書面	7
重要度分類指針	「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」(平成2年8月30日原子力安全委員会決定)	第8準備書面	9
使用済燃料	原子炉に燃料として使用した核燃料物質その他原子核分裂をさせた核燃料物質	第5準備書面	7
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14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14準備書面	10
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14準備書面	10
使用停止等処分	改正原子炉等規制法43条の3の23第1項に基づく、発電用原子炉施設の使用の停止、改造、修理又は移転、発電用原子炉の運転の方法の指定その他保安のために必要な措置	第3準備書面	57
省令62号	発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令(昭和40年6月15日通商産業省令第62号)	第5準備書面	10
昭和38年最高裁判決	最高裁判所昭和38年3月27日大法廷判決(刑集17巻2号112ページ)	第1準備書面	15
昭和39年立地審査指針	原子炉立地審査指針及びその適用に関する判断のめやすについて」(昭和39年5月27日原子力委員会決定。平成元年3月27日一部改訂)	第3準備書面	42
昭和57年最高裁判決	最高裁判所昭和57年9月9日第一小法廷判決(民集36巻9号1679ページ)	第6準備書面	19
審査基準等	「核原料物質、核燃料物質及び原子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係る審査基準等」	第5準備書面	35
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18準備書面	18
地震等基準検討チーム	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18準備書面	22
地震本部	文部科学省に設置されている地震調査研究推進本部	第20準備書面	16
事態対処法 せ	武力攻撃事態等及び存立危機事態における我が国の平和と独立並びに国及び国民の安全の確保に関する法律(平成15年6月13日法律第79号)	第21準備書面	10

政府案	原子力の安全の確保に関する組織及び制度を改革するための環境省設置法等の一部を改正する法律案	第1準備書面	51
設置許可基準規則	実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(平成25年6月28日原子力規制委員会規則第5号)	第3準備書面	15
設置許可基準規則の解釈	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「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」	第7準備書面	9
設置法	原子力規制委員会設置法	答弁書	30
設置許可基準規則等	原子力規制委員会が定めた設置許可基準規則、同規則の解釈及び審査ガイド等	第18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14準備書面	8
耐震重要度	設計基準対象施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度	第11準備書面	9
耐震重要度分類	耐震重要度に応じた設置許可基準規則の解釈別記2の2に掲げる分類	第11準備書面	9
竜巻ガイド	原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	第16準備書面	8
耐震指針	改正前を含む「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」(平成18年9月19日原子力安全委員会決定)	第18準備書面	18
大規模損壊	大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる発電用原子炉の大規模な損壊	第19準備書面	9
田中前委員長	田中俊一前原子力規制委員会委員長	第22準備書面	19
ち			
地域協議会	地域原子力防災協議会	第12準備書面	11
地質審査ガイド	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「敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド」	第7準備書面	9
と			
東電	東京電力株式会社	第3準備書面	25
東北地方太平洋沖地震	平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震	第3準備書面	9
特重審査ガイド	実用発電用原子炉に係る特定重大事故等対処施設に関する審査ガイド	第13準備書面	11
東海第二発電所	日本原子力発電株式会社東海第二発電所	第18準備書面	19
な			

仲野意見書	仲野教授の意見書	第6準備書面	6
仲野教授	京都大学仲野武志教授	第6準備書面	6
浪江町	福島県双葉郡浪江町	第3準備書面	9
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23準備書面	37
<b>ね</b>			
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5準備書面	31
<b>は</b>			
函館市長	工藤壽樹函館市長	第3準備書面	9
発電用原子炉設置者	原子力規制委員会から発電用原子炉の設置許可を受けた者	第5準備書面	13
<b>ひ</b>			
被告会社	被告電源開発株式会社	答弁書	5
被告会社準備書面1	被告会社の平成26年9月30日付け準備書面1	第6準備書面	26
被告国第1準備書面	被告国の平成26年12月25日付け第1準備書面	第2準備書面	4
被告国第4準備書面	被告国の平成27年10月6日付け第4準備書面	第6準備書面	21
被告国第5準備書面	被告国の平成28年1月12日付け第5準備書面	第7準備書面	5
被告国第6準備書面	被告国の平成28年7月14日付け第6準備書面	第7準備書面	5
被告国第7準備書面	被告国の平成28年10月18日付け第7準備書面	第8準備書面	5
被告国第12準備書面	被告国の平成30年2月9日付け被告国第12準備書面	第17準備書面	14
被告国第13準備書面	被告国の平成30年5月14日付け被告国第13準備書面	第19準備書面	6
被告国第18準備書面	被告国の令和元年7月17日付け被告国第18準備書面	第19準備書面	12
被告国第11準備書面	被告国の平成29年11月8日付け被告国第11準備書面	第21準備書面	6
被告国第9準備書面	被告国の平成29年4月21日付け被告国第9準備書面	第21準備書面	6
被告国第19準備書面	被告国の令和元年11月6日付け被告国第19準備書面	第21準備書面	6
被告国第10準備書面	被告国の平成29年8月2日付け被告国第10準備書面	第21準備書面	19
<b>ふ</b>			
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3準備書面	9
福島第一発電所事故	平成23年3月11日の福島第一原子力発電所における原子炉事故	第3準備書面	9

双葉町	福島県双葉郡双葉町	第3準備書面	9
福島第一発電所事故の技術的知見	東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見について(平成24年3月原子力安全・保安院)	第18準備書面	11
福島第二発電所	東京電力株式会社福島第二原子力発電所	第18準備書面	19
藤原氏	藤原広行氏	第20準備書面	24
<b>へ</b>			
米国NRC	アメリカ合衆国原子力規制委員会	第16準備書面	13
平成9年最高裁判決	最高裁判所平成9年1月28日第三小法廷判決(民集5 1巻1号250ページ)	第6準備書面	20
平成13年3月最高裁判決	最高裁判所平成13年3月13日第三小法廷判決(民集5 5巻2号283ページ)	第1準備書面	30
平成13年7月最高裁判決	最高裁判所平成13年7月13日第二小法廷判決(訟務 月報48巻8号2014ページ)	第1準備書面	24
平成14年1月最高裁判決	最高裁判所平成14年1月22日第三小法廷判決(民集5 6巻1号46ページ)	第1準備書面	36
平成14年7月最高裁判決	最高裁判所平成14年7月9日第三小法廷判決(民集56 巻6号1134ページ)	第1準備書面	18
平成18年耐震設計審査指針	発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」(平成1 8年9月19日原子力安全委員会決定)	第3準備書面	14
平成24年改正	平成24年法律第47号による改正	答弁書	5
平成24年改正前原子力基本法	平成24年改正前の原子力基本法	第1準備書面	41
平成24年改正前原子炉等規制法	平成24年改正前の核原料物質、核燃料物質及び原子 炉の規制に関する法律	答弁書	5
平成24年改正前電気事業法	設置法による改正前の電気事業法	第5準備書面	6
平成24年審査基準	平成24年9月19日付け審査基準等	第5準備書面	35
平成25年審査基準	平成25年6月19日付け審査基準等	第5準備書面	36
平成18年耐震指針	平成18年改正後の「発電用原子炉施設に関する耐震 設計審査指針」	第18準備書面	18
平成13年耐震指針	平成18年耐震指針以前の平成13年耐震設計審査指 針	第20準備書面	19
<b>ほ</b>			
保安院	原子力安全・保安院	第3準備書面	26
本件訴え変更申立書	原告の平成27年7月7日付け訴えの交換的変更申立 書(被告国関係)	第4準備書面	6
本件各訴え	本件差止めの訴え及び本件無効確認の訴えを併せると き	答弁書 ※第4準備書 面で変更	5

本件各訴え	本件差止めの訴え及び本件無効確認の訴えを併せて提起	第4準備書面 ※答弁書から変更	7
本件義務付けの訴え	原子力規制委員会が被告会社に対して本件発電所の建設の停止を命ずることの義務付けの求め	答弁書	5
本件原子炉	本件発電所に係る原子炉	答弁書	5
本件原子炉施設	本件発電所に係る原子炉及びその附属施設	答弁書	5
本件工事計画認可申請	被告会社が平成26年12月16日付けで原子力規制委員会に対して、本件原子炉施設に係る工事計画認可申請	第4準備書面	12
本件差止めの訴え	原告の本件設置変更許可処分をすることの差止めの訴え	第4準備書面	6
本件設置許可処分	経済産業大臣の平成20年4月23日付け被告会社に対する本件発電所の設置許可処分	答弁書	5
本件設置変更許可処分	原子力規制委員会の本件設置変更許可申請に対する本件原子炉の設置変更許可処分	第4準備書面	6
本件設置変更許可申請	被告会社が平成26年12月16日付けで原子力規制委員会に対して、本件原子炉の設置変更許可申請	第4準備書面	6
本件発電所	大間原子力発電所	答弁書	5
本件法律案	「原子力規制委員会設置法案」起草案	第1準備書面	52
本件無効確認の訴え	本件設置許可処分の無効確認の訴え	答弁書	5
防災指針	平成12年に改称された原子力施設等の防災対策について	第17準備書面	28
み			
南相馬市	福島県南相馬市	第3準備書面	33
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	答弁書	9
もんじゅ最高裁平成17年判決	差戻し後の上告審である最高裁判所平成17年5月30日第一小法廷判決	第22準備書面	17
や			
山崎教授	山崎晴雄首都大学東京大学院教授	第23準備書面	37
よ			
要対応技術情報	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	第23準備書面	39
り			
立地審査の指針2. 1	立地審査指針2ページの立地審査の指針の2. 1	第17準備書面	10
立地審査の指針2. 2	立地審査指針2ページの立地審査の指針の2. 2	第17準備書面	10
立地審査の指針2. 3	立地審査指針2ページの立地審査の指針の2. 3	第17準備書面	10

立地審査指針要求 事項①	原則的立地条件(2), 基本的目標a, 立地審査の指針2. 1	第17準備書面	13
立地審査指針要求 事項②	原則的立地条件(3), 基本的目標b, 立地審査の指針2. 2	第17準備書面	13
立地審査指針要求 事項③	原則的立地条件(3), 基本的目標c, 立地審査の指針2. 3	第17準備書面	14
れ			
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」)	第15準備書面	23
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若しくは核燃料物質貯蔵設備に貯蔵する燃料体又は使用済燃料の著しい損傷	第7準備書面	6
炉心損傷防止等有効性評価ガイド	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災対策の有効性評価に関する審査ガイド	第17準備書面	22