

平成23年(ワ)第1291号、平成24年(ワ)第441号、平成25年(ワ)第516号、平成26年(ワ)第328号、平成31年(ワ)第93号、令和4年(ワ)第381号 伊方原発運転差止請求事件

原告 須藤 昭 男 外1501名

5 被告 四国電力株式会社

最終準備書面(火山)

2024(令和6)年6月13日

10 松山地方裁判所民事第2部 御中

原告ら訴訟代理人

	弁護士	薦田伸夫
	弁護士	東俊一
15	弁護士	高田義之
	弁護士	今川正章
	弁護士	中川創太
	弁護士	中尾英二
	弁護士	谷脇和仁
20	弁護士	山口剛史
	弁護士	定者吉人
	弁護士	足立修一
	弁護士	端野真
	弁護士	橋本貴司
25	弁護士	山本尚吾
	弁護士	高丸雄介

弁護士 南 拓 人

弁護士 東 翔

訴訟復代理人

弁護士 内 山 成 樹

弁護士 只 野 靖

弁護士 中 野 宏 典

目 次

	第 1	はじめに - 争点と主張の整理.....	- 9 -
	第 2	証拠及び弁論の全趣旨から認定されるべき事実	- 11 -
	1	火山事象に関する基本的な前提知識	- 11 -
5	(1)	日本列島と火山	- 11 -
	(2)	火山事象に係る基本的な用語	- 12 -
	(3)	火山事象が原発に与える影響	- 16 -
	(4)	現在の火山学における活動可能性評価、火砕物密度流の到達可能性評価及びモニタリングの水準	- 18 -
10	2	火山事象に関する原子力関連法令等の定め	- 40 -
	(1)	原子力関連法令等	- 40 -
	(2)	SSG-21（甲 5 1 1）	- 41 -
	(3)	安全目標（甲 5 0 9）	- 46 -
	(4)	平成 2 5 年制定の火山ガイド（本件火山ガイド）（甲 4 4 3）	- 48 -
15	(5)	平成 2 9 年火山ガイド（甲 4 7 0 の 1）	- 54 -
	(6)	「基本的な考え方」（甲 4 6 9）	- 57 -
	(7)	令和元年火山ガイド（甲 4 7 0 の 1）	- 61 -
	3	被告の設置変更許可申請における評価の内容及び原規委の基準適合判断の内容（乙 C 1 0 3）	- 65 -
20	(1)	原発に影響を及ぼし得る火山の抽出（本件火山ガイド 3 章）	- 65 -
	(2)	火山活動に関する個別評価① - 活動可能性（本件火山ガイド 4 . 1 項(2)）	- 66 -
	(3)	火山活動に関する個別評価② - 噴火規模の推定及び到達可能性（本件火山ガイド 4 . 1 項(3)）	- 66 -
25	(4)	原発への火山事象の影響評価① - 九州カルデラ火山（本件火山ガイド 6 章）	- 67 -

	(5) 原発への火山事象の影響評価② - 九重山 (本件火山ガイド6章)	- 68 -
	(6) 原発への火山事象の影響評価③ - 間接的影響 (本件火山ガイド6. 1項)	
	- 69 -
	4 本件火山ガイドの策定経緯及びその後の原規委における議論等	- 69 -
5	(1) 新規制基準検討チームにおける議論の状況等	- 69 -
	(2) モニタリング検討チームにおける議論の状況等	- 77 -
	(3) 原子炉火山部会における議論の状況等	- 80 -
	(4) 降下火砕物検討チームにおける議論の状況等	- 82 -
	5 その後の事情	- 86 -
10	(1) 平成29年火山ガイド改正と被告の気中濃度推定の修正	- 86 -
	(2) 基準適合審査に関する中田節也教授の受け止め (甲814)	- 87 -
	第3 噴火の中長期的予測を前提としていることに関する基準の不合理性 (争	
	点I①)	- 89 -
	1 本件火山ガイドは噴火の中長期的予測を前提としていること	- 89 -
15	2 現在の火山学の水準では噴火の中長期的予測は困難であること	- 90 -
	3 前提となる火山学の知識に関する証言	- 91 -
	(1) 火山フロントと火山活動	- 91 -
	(2) 噴火の規模	- 92 -
	(3) 鉱物の種類とマグマの特徴	- 93 -
20	(4) 火山の活動期間 (寿命) とその原因	- 94 -
	4 火山噴火のメカニズム	- 95 -
	(1) 沈み込み帯におけるマグマの生成	- 95 -
	(2) マントルダイアピルの形成と上昇	- 95 -
	(3) 地殻の融解とマグマ溜まりの形成	- 96 -
25	(4) 親マグマ溜まり等からのマグマの注入と発泡	- 97 -
	5 巨大マグマ溜まりの状態と破局的噴火	- 98 -

	(1) マグマ溜まりにおけるマグマの状態	- 98 -
	(2) 再活性化とそのタイムスケール	- 100 -
	(3) マグマ溜まりの検知は困難であること	- 100 -
	(4) メカニズムの違い	- 102 -
5	6 現在の火山学の水準で、活動可能性（とりわけ噴火規模）を精度良く評 価することは困難であること	- 103 -
	7 できる調査やシミュレーションすら尽くしていないこと	- 105 -
	8 まとめ	- 105 -
	第4 巨大噴火とそれ以外を区別していることに関する基準の不合理性（争点 10 I ②）	- 106 -
	1 問題の整理	- 106 -
	2 本件火山ガイドは巨大噴火とそれ以外とを区別していないこと	- 106 -
	3 本件基準適合判断における判断	- 107 -
	4 巨大噴火とそれ以外とを区別して評価を行うことの不合理性	- 108 -
15	(1) とりわけ噴火規模の推定は困難であること	- 108 -
	(2) 活動可能性評価はおざなりになされたこと	- 109 -
	(3) 令和元年火山ガイドは不合理であること	- 109 -
	(4) 後カルデラ期であることは巨大噴火が発生しない根拠にならないこと 110 -	
20	5 社会通念上破局的噴火のリスクを容認する考え（いわゆる「社会通念論」） の不合理性	- 112 -
	(1) 社会通念論	- 112 -
	(2) 原発の安全確保と一般防災を区別しないことの不合理性	- 112 -
	(3) 政府事故調報告書の提言に反すること	- 113 -
25	(4) 原規委の認識として社会通念は考慮していなかったこと	- 114 -
	(5) 定量的指標として安全目標が存在すること	- 115 -

	(6) 専門家による批判.....	- 116 -
	6 まとめ	- 121 -
	第5 モニタリングに関する基準の不合理性（争点Ⅰ③）	- 122 -
	1 原規委はモニタリングの実力を誤解していたこと	- 122 -
5	(1) 本件火山ガイドの定め（運転停止・各燃料搬出等のための監視） ..	- 122 -
	(2) 本件火山ガイド策定時の原規委の認識.....	- 122 -
	2 燃料の搬出に十分なリードタイムをもって前兆現象を確実に把握でき るとは限らないこと	- 123 -
	3 まとめ	- 124 -
10	第6 火砕物密度流の到達可能性に関する基準適合判断の不合理性（争点Ⅱ）	- 124 -
	1 火砕物密度流の到達に関する本件火山ガイドの定め	- 124 -
	(1) 活動可能性は当然否定されないこと	- 124 -
	(2) 噴火規模の推定	- 125 -
15	(3) 到達可能性の評価.....	- 125 -
	(4) モニタリングの実施	- 125 -
	2 噴火規模の推定は困難であること	- 127 -
	(1) 最大の噴火規模が草千里ヶ浜軽石を超えないという科学的根拠は薄弱であ ること	- 127 -
20	(2) Nagaoka（1988）について	- 128 -
	(3) 地下のマグマ溜まりの状況について	- 128 -
	(4) 測地学的手法について.....	- 128 -
	(5) 総合的考慮という弁解について	- 129 -
	3 阿蘇4火砕物密度流は原発敷地に到達したと考えられること	- 130 -
25	(1) 本件火山ガイドの定めと物理現象としてのカルデラ噴火火砕流	- 130 -
	(2) 専門家の評価.....	- 131 -

	(3) 町田洋教授の証言.....	- 132 -
	(4) 被告の評価の不合理性.....	- 136 -
	4 まとめ	- 142 -
	第7 九州カルデラ火山の噴火規模に関する過小評価（争点Ⅲ①関連）	- 142 -
5	1 本件火山ガイドの定め	- 142 -
	2 九州カルデラ噴火を考慮しないことは過誤、欠落であること	- 143 -
	3 巨大噴火に準ずる規模の噴火を考慮しないことは、論理的に誤っていること	- 144 -
	4 巨大噴火に準ずる規模の噴火に関する科学的知見	- 145 -
10	5 後カルデラ期であることを理由として噴火規模を切り下げることは許されないこと	- 146 -
	6 「噴出源」を特定の噴火規模と解することの不合理性	- 147 -
	7 2020（令和2）年1月17日広島高裁決定	- 147 -
	(1) 立地評価について.....	- 148 -
15	(2) 破局的噴火以外の噴火について.....	- 151 -
	8 まとめ	- 152 -
	第8 九重第一軽石噴火による最大層厚の想定 of 過小評価（争点Ⅳ①関連）	- 153 -
	1 噴出物量の推定方法とその不確実性	- 153 -
20	(1) 噴出物量の推定方法に含まれる不確実性.....	- 153 -
	(2) 噴出物量（噴火規模）はしばしば上方修正されること.....	- 154 -
	2 九重第一軽石テフラの噴火規模の過小評価について	- 154 -
	(1) 被告の評価.....	- 155 -
	(2) 噴出物量の把握に含まれる不確実性を考慮しないこと.....	- 155 -
25	(3) 火山ガイドを踏まえた評価.....	- 155 -
	(4) 九重第一軽石に関する最新の知見.....	- 157 -

	(5) 小括	- 157 -
3	大規模噴火におけるテフラの広がり	- 158 -
4	降灰シミュレーション (Tephra2) の不確実性	- 158 -
	(1) Tephra2 の概要とユーザー・マニュアルの記載 (甲 1 1 7 2)	- 158 -
5	(2) 萬年一剛氏「Tephra2 の理論と現状」 (甲 5 6 8)	- 159 -
	(3) 浜田信生氏による学会ポスター掲示 (甲 8 1 5)	- 163 -
5	まとめ	- 166 -

第1 はじめに - 争点と主張の整理

本準備書面は、被告が火山の危険のないことについて証明できておらず、火山事象によって、本件原発に深刻な事故が発生し、原告らの人格権を侵害する具体的危険が存することについて主張する。

5 火山事象に関しては、これまで、図表1、2のとおり争点を整理してきた。

	立地評価に関する問題	影響評価に関する問題
基準の不合理性	領域 I	領域 III
基準適合判断の不合理性	領域 II	領域 IV

図表1 火山事象に関する問題の整理

領域	争点	概要	書面
(前提)		火山学の基礎知識と科学の不定性	JS (64) 第2、3、JS (72) JS (86)、JS (98) 第5 JS (107)
領域 I	争点 I ①	噴火の中長期的予測を前提としていることに関する基準の不合理性	JS (64) 第3、4、JS (73) 第2 JS (87) 第3、JS (91) JS (98) 第3、JS (101) 第2
	争点 I ②	巨大噴火とそれ以外を区別していることに関する基準の不合理性	JS (64) 第3、JS (73) 第3 JS (87) 第3、JS (98) 第3 JS (101) 第2
	争点 I ③	モニタリングに関する基準の不合理性	JS (64) 第3、JS (73) 第4 JS (87) 第3、JS (98) 第3 JS (101) 第2
領域 II	争点 II	火砕物密度流の到達可能性に関する基準適合判断	JS (64) 第4、JS (77) JS (87) 第3、JS (98) 第4

		の不合理性	JS (101) 第2、JS (107)
領域Ⅲ	争点Ⅲ①	巨大噴火に至らない噴火の噴火規模に関する基準の不合理性	JS (78) 第3、JS (90) 第2・3 JS (100) 第2、JS (101) 第3
	争点Ⅲ②	気中降下火砕物濃度の推定手法に関する基準の不合理性	JS (78) 第4、JS (90) 第3 JS (100) 第4、JS (101) 第3
領域Ⅳ	争点Ⅳ①	最大層厚の想定に関する基準適合判断の不合理性	JS (82)、JS (90) JS (100) 第3、JS (101) 第3 JS (107)
	争点Ⅳ②	気中降下火砕物濃度の推定手法に関する基準適合判断の不合理性	JS (64) 第3、4、JS (78) 第5 JS (90) 第3、JS (100) 第4 JS (101) 第3

図表2 領域と争点の整理

本準備書面では、上記整理を踏まえつつ、まず、【第2】証拠及び弁論の全趣旨から認定されるべき事実として、【1項】火山事象に関する基本的な前提知識、

5 【2項】火山事象に係る規制及び具体的審査基準の内容、並びに、【3項】本件原発に関する新規制基準適合判断の内容を述べる。【4項】では本件火山ガイドの策定経緯及びその後の原規委の議論を述べる。

そのうえで、とりわけ本庁及び他庁（広島地裁及び鹿児島地裁）における証人尋問の結果を中心に、【第3】において争点Ⅰ①について、【第4】において

10 争点Ⅰ②について、【第5】において争点Ⅰ③について、それぞれ原告らの主張を補充する。

【第6】では争点Ⅱについて、主として町田証人の証言をもとに、原告らの主張を補充する。

争点Ⅲ①及び争点Ⅳ①については、要約書面において、層厚・噴火規模の過小評価という形で整理し直した。そこで、【第7】では、このうち、阿蘇や始良などのカルデラにおいて、破局的噴火（ないし巨大噴火）に至らないがこれに準ずる規模の噴火（以下「巨大噴火に準ずる規模の噴火」という。）を考慮しないことの問題について、【第8】では、九重第一軽石を前提としたとしても、その噴火想定に過小評価が存在し、想定層厚が過小評価になっているという問題点について、尋問結果を踏まえて原告らの主張を補充する。

5

争点Ⅲ②及び争点Ⅳ②については、既にこれまでの準備書面で十分に主張を尽くしていることから、判断に当たって重要な証拠について【第2】の中で触れるにとどめ、本書面では改めては述べない。上記準備書面を参照されたい。

10

第2 証拠及び弁論の全趣旨から認定されるべき事実

1 火山事象に関する基本的な前提知識

火山事象に関する判断の前提となる事実として、証拠及び弁論の全趣旨に照らして、以下の事実が認められる。

15

(1) 日本列島と火山

日本は火山大国であり、狭い国土（全世界の0.29%の面積）に、全世界の活火山（約1500座）の約7%（111座）が集中している。

20

「活火山」とは、概ね過去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いい、2003（平成15）年に再定義された当初は108座だったが、その後の約20年間で3座増え、現在は111座となっている。

25

弧状列島（島弧）である日本列島付近では、4つのプレートがひしめき合っており、その境界と概ね並行する、火山活動が活発な火山列と、プレート境界側で火山活動が見られなくなる境界線のことを「火山フロント」という。九州地方では、火山フロントの概ね西側（陸側）において火山活動が活発となる。

本件で問題となる阿蘇山及び九重山は、この火山フロントの西側に存在する、非常に活動的な火山である。

(2) 火山事象に係る基本的な用語

- 5 ア 「火山活動」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さまざまな作用をいう（本件火山ガイド1. 4項(2)。甲443・2頁）。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を「火山事象」といい（同1. 4項(3)）、マグマで満たされた地下の貯留層を「マグマ溜まり」という（同1. 4項(7)）。
- 10 イ 噴火によって火口から噴出されるもののうち、溶岩を除くものを「火山^{さいせつぶつ}碎屑物（火砕物）」ないし「テフラ」という。これに対し、溶岩を含めたものを「火山噴出物」という。
- ウ 火山事象のうち、「火砕物密度流」とは、火山噴火で生じた火山ガス、火砕物の混合物が斜面を流れ下る現象の総称をいい、火砕流、火砕サージ及びブラストを
- 15 含む（同1. 4項(10)）。
- 「火砕流」は、広義では火砕物密度流と同義で用いられるが、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。火砕流の温度は、多くの場合、500℃を超えるとされ、時速は、火砕流の発生場所や発生原因等によっても異なるが、一般的には時速50～100kmとされている（同1. 4項(11)）。
- 20 火砕流の発生機構には、カルデラ噴火型、噴煙柱崩壊型及び溶岩ドーム型がある（甲546、準備書面（72）・18頁以下）。本件火山ガイドでは、「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」とされているが（同1. 4項(11)）、カルデラ形成噴火における火砕流は、噴煙柱崩壊型とは機構が異なる場合がある。
- 25 「火砕サージ」とは、火砕物密度流のうちで比較的流れの密度が小さく乱流性が高いものをいう（同1. 4項(12)）。火砕サージには、ベースサージ、グラウンド

サージ、灰雲サージなどがある（準備書面（72）・21頁以下）。

I A E A の火山ハザードに関する安全基準である No.SSG-21(以下、単に「SSG-21」という。)によれば、「全ての火砕物密度流は、状況によって地形的障害を乗り越え、大きな水域を横断して流れることが分かっている」という（6.12項。

5 甲511・40頁）。本件火山ガイドにおいても、「影響の範囲が広く地形によって抑制できる程度が低く、通常はほとんどの地形的障害を乗り越える。さらに、状況によっては…大きな水域を横断して流れる」とされている（本件火山ガイド6.2項(1)(a)）。

エ 「降下火砕物」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砕屑物で、降下するものを指す(火山ガイド4.1項(8))。このうち、粒子の直径が64mmを超えるものを「火山岩塊」、2～64mmのものを「火山礫」ないし「ラピリ」、平均直径2mm未満のものを「火山灰」ないし「アッシュ」という（甲471・2頁、火山ガイド1.4項(9)）。

15 火山灰には、PM2.5（粒径2.5 μ m以下の細粒粒子）も含まれており、気管支や肺に入り込んで健康障害をもたらし得る（甲471・2頁）。なお、粒径を表す指標として、 $[\phi]$ という単位が用いられることがある。 $n[\phi]$ は、 $(1/2)^n$ [mm] で与えられる（例えば、PM2.5は、概ね9 ϕ 以下の粒子といえる）。

20 さらに、火山灰の密度は、一般的に、乾燥状態で0.4～1.5 [g/cm³]程度とされ、細粒火山灰が水を含むと泥のようにこびりついたり、乾燥後に固まったりする。湿潤状態の密度は、1.0～2.0 [g/cm³]と、雪の10倍程度にもなり得る（甲471・5頁）。

オ 火山噴出物の量を表す表現としては、「総噴出物量」「見かけ噴出物量」(km³)と、「マグマ噴出量」(DRE km³)とがある。噴火による堆積物（≠噴出物）は、その噴火に関連したマグマに起源を持つ「本質物質」と、噴火によって既存の山体や基盤岩が破碎・放出された「類質物質・外来物質」から構成されているところ、
25 「総噴出物量」は、これらすべてを合わせた堆積物の見かけの体積値を表してい

る。

他方、厳密な意味での「マグマ噴出量」は、これらのうちの本質物質の量であるが、これを求めることは容易でないため、マグマ噴火及びマグマ水蒸気噴火による噴出物を、100%本質物質で構成されているものと仮定したうえで、それを DRE (Dense Rock Equivalent) 換算したものが「マグマ噴出物量」として扱われる。

DRE 換算体積とは、すべてのタイプの噴出物を溶岩と同じ比重に仮定したときに相当する体積をいう。例えば、降下火砕物や火砕流では、比重が 1 g/cm^3 程度とされ、溶岩では 2.5 g/cm^3 程度とされており、見かけ体積で 2.5 km^3 の降下火砕物は、DRE 換算体積では 1 DRE km^3 となる。

火山学における文献では、基本的にこれらが区別されているが、単に「 km^3 」で表されている場合でも、マグマ噴出量を表している場合があることに注意が必要である。

カ 噴火の規模は、噴出物量の体積に依拠した「火山爆発指数 (VEI)」や、質量に依拠した「噴火マグニチュード」という指標で表される。噴出物量が 1 km^3 ないし 10 億トン以上の噴火が VEI 5 ないし噴火マグニチュード 5 であり、1桁変わると増減する。一般に、VEI 5 の噴火を「大規模噴火」、VEI 6 の噴火を「巨大噴火」、VEI 7 以上の噴火を「超巨大噴火」ないし「破局的噴火」という (甲 8 0 7・2 頁、甲 9 5 4・1～4 頁)。

キ マグマは、マンツルの構成物質である^{かんらん}橄欖岩の一部が溶融してできる。マグマは、二酸化珪素 (SiO_2) の含有割合が多いものから、流紋岩質、デイサイト (これらを合わせて「珪長質」ということもある)、安山岩質、玄武岩質 (苦鉄質) などと分類されている。

一般に、二酸化珪素の含有割合が多いものほど、粘性が高く、爆発的噴火を起こしやすい。また、二酸化珪素の含有割合が多いものほど、密度は小さくなる (甲 9 5 4・5～7 頁)。マグマ溜まりでは、冷却によって晶出した鉱物が分離したり、

あるいは、地下のより深い場所から新しくマグマが注入、混合したりすることによって、マグマ組成の変化が普通に起こる（本件火山ガイド1. 4項(7)）。

ク 地下のマグマの中には、水などの揮発成分が溶けているところ、一般に、液体中に気体が溶解できる量（溶解度）は、高温になるほど、また、圧力が小さいほど小さくなる。体積と圧力は反比例するから、体積が増えると、圧力が小さくなって溶解できる量は小さくなる。

5
10
そのため、マグマ中に溶けている揮発成分も、マグマが高温になったり、体積が増えたり、圧力が小さくなることによって、マグマ中に溶けていられなくなり、気体（泡）となる。これを「発泡」という。この発泡現象が短時間で大量に起こる（正のフィードバックを起こす）ことで「マグマ爆発（マグマ噴火）」が発生する。

15
ケ 火山噴火でできた巨大な^{おうち}凹地を、「カルデラ」という。カルデラ形成を伴う噴火は「カルデラ噴火」「カルデラ形成噴火」とも呼ばれ、噴出物量が10 km³以上の噴火（VEI6以上）でカルデラ噴火が見られるようになる。これに対し、破局的噴火では、ほぼカルデラ噴火となる。

日本列島では、このようなカルデラ噴火が概ね6000～7000年に1回程度の頻度で発生しており、破局的噴火は概ね1万年に1回程度の頻度で発生している。

20
コ 「気中降下火砕物濃度」とは、運用期間中に想定される火山事象により原発敷地に降下する気中降下火砕物の単位体積当たりの質量で、粒径ごとの気中濃度の総和をいう（平成29年火山ガイド・添付1の2項(1)。甲470の2・27頁）。

25
「粒径分布」とは、運用期間中に想定される火山事象により原発敷地において降灰（堆積）する降下火砕物の粒径の度数分布であり（同・2項(3)）、「全粒径分布」とは、一回の噴火により噴出する全火砕物の粒径の度数分布である（同・2項(10)）。

「終端速度」とは、降下時に重力によって加速度運動する火砕物が、空気抵抗

など速度に依存する抗力を受けて最終的に一定となった速度である(同・2項(4))。

「噴出率」は、一回の噴火において単位時間当たりに噴出する火砕物の質量であり(同・2項(9))、「降灰継続時間」は、運用期間中に想定される火山事象により原発敷地において降灰が継続する時間をいう。これは、堆積時間に相当する(同・

5

2項(5))。

さらに、「噴煙柱高度」は、噴煙の頂点が到達する高度をいう(同・2項(8))。

(3) 火山事象が原発に与える影響

ア 「火砕物密度流」は、非常に高温・高速の乱流であり、流路上の全ての物質を
10 高温の火砕物で覆ってしまう。したがって、火砕物密度流が、核燃料の装荷され
た、あるいは使用済核燃料の保管された原発敷地にまで到達すれば、たとえその
運転を停止していたとしても、これら核燃料を冷却し続けることが不可能となり
(「冷やす」機能の喪失)、核燃料が溶融し、計り知れない量の放射性物質が施設
外に放出され、風に乗って極めて広範囲にまき散らされることになる(「閉じ込め
15 る」機能の喪失)。

火砕物密度流の到達範囲に原発さえなければ、たとえ破局的噴火による火砕物
密度流が発生したとしても、時間はかかれど復旧・復興が可能であるが、万が一、
そこに原発が存在し、大事故が発生してしまえば、噴火の短期的予測が功を奏し
て数日から数週間前に破局的噴火を逃れることができた避難民に対して、放射性
20 物質を含んだ火山灰が追い打ちをかけることになる。日本列島から生命の営みが
消滅し、半永久的に帰還すら不可能になるという破局をもたらすことになりかね
ない(原発さえなければ、時間はかかっても復旧・復興が可能であるという点が
重要である)。

火砕物密度流に襲われた原発には、しばらくの間、何人も近づけないし、どの
25 ような対策・設計対応も意味をなさない。そのため、火砕物密度流は、火山ガイ
ド上も「設計対応不可能な火山事象」とされ(本件火山ガイド・解説-1、4、1

項(1)、6. 2項(1)(a))、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できない場合には、立地不適と評価される(本件火山ガイド2項、図1・フロー図)。

イ 本件火山ガイド上、設計対応可能な火山事象とされているもののうち、重要な
5 のは「降下火砕物」である。まず、噴火が発生すると、火砕物は火山ガスや高温の空気と混じって噴煙として立ち昇る。噴火と降灰のモデルとして標準的な重力流モデルによれば、噴煙は、この間、周囲の大気を巻き込みながら上昇するため、火砕物は噴煙柱から離脱せず、大気と密度が平衡する高度まで上昇を続ける。大規模噴火では、30～40kmという高度にまで達するものがある。

10 噴煙の密度と大気の密度が平衡すると、噴煙はそれ以上上昇できなくなり、水平方向へと傘状に広がっていく。これを「傘型噴煙」などという。この広がりには、多少風の影響を受けるものの、ある程度同心円状に広がることが知られており、1991(平成2)年のピナツポ噴火では、直径300kmを超えるような大きさに傘型噴煙が広がったことが知られている。

15 上空まで上昇した火砕物は、重力等の影響によって地上に降下する。一般に、粒径が大きく重い火砕物は火口に近い場所に降下し、粒径が小さく軽い火砕物はより遠方まで運ばれる。

20 降下火砕物は、大気汚染はもとより、水質汚濁、荷重による建物の倒壊、交通障害、電気・電装システムの障害、コンピュータの機能障害、健康被害など、複数の障害を同時かつ広範囲にもたらす(甲472)。

25 まず、荷重の影響については、火砕物は水を含むと湿って重くなり(密度は新雪の10倍にもなり得る)、粘りを増すので、わずかな堆積でも大きな被害につながる可能性がある。また、交通障害については、わずか6mmの降灰によって自動車のエンジンが故障した例も報告されており、降雨時ではなくても5cmの降灰で道路は通行不能となる。

電力への影響については、降雨時に1cm以上の降灰がある範囲では停電が起こ

り得る。重さによって電線が切断する可能性もある。これら降灰の在ったほぼ全域で同時多発的に発生するため、たとえ外部電源の回線が複数用意されていたとしても、それだけで十分な安全性が確保されることにならない。

ウ 「降下火砕物」が原発に与える影響については、本件火山ガイド6. 1項(1)において、(a)直接的影響として、「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り」、「降下火砕物により、原子力発電所の構造物への静的負荷、粒子の衝突、水循環系の閉塞及びその内部における磨耗、換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的及び化学的影響、並びに原子力発電所周辺の大気汚染等の影響が挙げられる。」、「降雨・降雪などの自然現象は、火山灰等堆積物の静的負荷を著しく増大させる可能性がある。火山灰粒子には、化学的腐食や給水の汚染を引き起こす成分（塩素イオン、フッ素イオン、硫化物イオン等）が含まれている。」などとされている。

(b)間接的影響として、「降下火砕物は広範囲に及ぶことから、原子力発電所周辺の社会インフラに影響を及ぼす。この中には、広範囲な送電網の損傷による長期の外部電源喪失や原子力発電所へのアクセス制限事象が発生しうることも考慮する必要がある。」とされている（甲443・12頁）。

(4) 現在の火山学における活動可能性評価、火砕物密度流の到達可能性評価及びモニタリングの水準

現在の火山学の水準によれば、噴火の時期及び規模を相当前の時点（少なくとも原発の運転を停止して核燃料物質等を敷地外へ搬出するために要する期間として、噴火の数年ないし十数年前の時点）で、相当の確度で予測すること（以下「中長期予測」という。）は困難である。これは、原規委自身も、新火山ガイドにおいて、「『火山活動に関する個別評価』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い」と認めるに至っている（甲470の1・新火山ガイド2. 1(2)項・解説-3.）。

現在の火山学における活動可能性評価、火砕物密度流の到達可能性評価及びモニタリングの水準については、以下のような専門家の知見が存在する。

ア 『科学』 85巻6号「火山学者緊急アンケート」(甲484)

- 5 2015(平成27)年4月22日に出された川内原発に関する鹿児島地裁決定(火山事象について初めて判断された決定。証拠中「決定主文」とされている)を受けて、火山学者に対して緊急に行われたアンケートの結果として、以下のような指摘が認められる。

(ア) 小山真人・静岡大学教授、同大学防災総合センター研究員

- 10 「綿密な機器観測網の下で大規模なマグマ上昇があった場合に限り、数日～数十日前に噴火を予知できる場合もあるというのが、火山学の偽らざる現状です。機器観測によって数十年以上前に噴火を予測できた例は皆無です。いっぽう巨大噴火直前の噴出物の特徴を調べることによって、後知恵的に経験則を見つけようとする研究も進行中ですが、まだわずかな事例を積み重ねているだけで一般化には至っていません。カルデラ火山の巨大噴火の予測技術の実用化は、おそらく今後いくつかの巨大噴火を実際に経験し、噴火前後の過程の一部始終を調査・観測してからでないと達成できないでしょう。こうした現状を考えれば、『少なくとも数十年以上前に(破局的噴火の)兆候を検知できる』という九州電力の主張は荒唐無稽であり、学問への冒瀆と感じます。」(甲484・574頁)

- 20 「過去の噴火履歴の検討により、日本のどこかでカルデラ火山の巨大噴火(VEI 7程度)が起きる確率はおおよそ1万年に1回程度であることがわかっています(最新のものは鬼界カルデラの7300年前の巨大噴火)。したがって、今後1万年間に日本列島のどこかでカルデラ火山の巨大噴火が起きる確率は、ほぼ100%とみてよいでしょう。今後100年間では1%程度ということになります。
- 25 こうした巨大噴火を起こすカルデラ火山は日本列島に10個程度あり、その半数が九州(阿蘇以南)とその近海に位置しています。…桜島のVEI5程度の噴火は

数百年に1度起きており、マグマ蓄積量はすでに大正噴火前と同レベルに戻っていることが地殻変動の観測からわかっているため、近い将来の大噴火の再来が懸念されています。よって、桜島の次の大噴火が、VEI5規模にとどまらずに始良カルデラのVEI6～7の巨大噴火にまで発展する可能性を、常に念頭に置く必要があります。」(甲484・575頁)

5

「新規制基準検討チームで意見を述べた火山学者は前述の中田教授のみであり、それもたった1度の会議に呼ばれただけです。」(甲484・576頁)

「火山影響評価ガイド案の根幹部分への疑問を投げかけたパブリックコメントに対し、原子力規制委員会が正面から回答せずに、『総合的評価』に逃げている様子は、決定主文166～167ページに引用された例を見ても明らかですが、それを肯定的にとらえている決定主文は、むしろ滑稽です。」(甲484・577頁)

10

(イ) 藤井敏嗣・東京大学地震研究所名誉教授

「多くの場合、モニタリングによって火山活動の異常を捉えることは可能であるが、その異常が破局噴火につながるのか、通常の噴火なのか、それとも噴火未遂に終わるのかなどを判定することは困難である。いずれにせよ、モニタリングによって把握された異常から、数十年先に起こる事象を正しく予測することは不可能である。…特定地域の平均的噴火発生期間から噴火の頻度を求めること自体には問題があるわけではない。しかし、…平均噴火発生間隔の数値を用いて次期カルデラ噴火の切迫度を見積もるには適切な噴火発生モデルを想定する必要があるが、そのようなモデルを提示することなく、特定のカルデラ火山の最終噴火からの経年が平均発生間隔より短いから、次の噴火まで余裕があるという九州電力の主張は合理的ではない。適切な噴火発生モデルを提示できない段階で切迫度を検討するとしたら、平均発生間隔に依拠することなく、カルデラ噴火が複数回発生した阿蘇山では最短間隔が2万年であることを考慮すべきである。すなわち、最終噴火から2万年を経過したカルデラ火山は既に再噴火の可能性のある時期に到達したと考えるべきであろう。」(甲484・577頁)

15

20

25

(ウ) 匿名の火山学者 A

「現代の監視、観測体制で、破局噴火を経験、観測したことがないので、どのような推移（特に時間推移）で噴火に至るのか、破局噴火をどこまで一般化して考えることができるのか、実用的な“検知”が可能な段階に現在あるとは言えない
5 と思います。九州電力の主張は単なる期待ないし希望であり、これを了とした決定主文の判断は理解できません。」（甲 4 8 4 ・ 5 7 8 頁）

「（巨大噴火に関する知識）の精度は、社会的なリスク評価を厳密に行うためにはまだまだ十分ではないと思います。九州電力の主張は…異なる火山の噴火を全て統合したものであること、噴出物体積や年代の誤差の評価もなされていないこと、
10 マグマシステムや噴火原理のきちんとした理解に基づくものではないことから、“平均発生間隔”に達していないこと（他）を理由に噴火の可能性が充分低いこと——安全であること——を保証する意味のあるものではないと考えます。」（甲 4 8 4 ・ 5 7 8 頁）

「VEI 7 以上の噴火直前の状態ではないとの（積極的）評価は仮説段階にある論文の主張を都合よく取り入れて得た、検証されていない結論に見えます。」（甲 4
15 8 4 ・ 5 7 8 頁）

「階段ダイヤグラムの扱い（決定主文 p. 1 6 6）は、全体の活動傾向を理解する助けにはなるが、精度の問題もあり、噴火予測の根拠や原発立地の適格性を議論する厳密な議論に耐えるものではないと考えています。原子力規制委員会の
20 考え方…には同意できません」「我々が知らないことは『なかったことだから安全』という論理にすり替えられることを怖れています」（甲 4 8 4 ・ 5 7 9 頁）

(I) 匿名の火山学者 B

「数十年以上前に兆候を検知して、巨大噴火を予知することはできません。」「観測データが得られているのはこの数十年しかなく、VEI 7 のような巨大噴火の前に起きる現象との因果関係はわかりません。そもそも、データが多少ある中規模
25 噴火についても、現在規模や様式の予測はできていません。また、理論的にも、

巨大噴火だからできるという保証はありません。」「予測できないことを一般に列挙するのは、科学者として少々残念ですが、これが現実です。」(甲484・579頁)

5 イ 町田洋・陳述書(甲485の1、甲485の2)

「(阿蘇4の)火砕流として流れたものは、噴出中心から放射状に広がり約150kmも離れた山口県内陸部の秋吉台周辺でも、海拔200-300mの台地に厚さ270cmで載っています。」「火砕流が到達した最前線がどこかは、なかなか決め難いものです。火砕流の堆積物とみなされるのは、高速で流動する噴煙の重力流のうち高密度の部分が堆積したものです。この噴煙流には浮いた状態の多量の細粒固形物があって、それは重さに応じて地表に降下していきます。これが火砕流堆積物分布域の外側の広大な地域で見いだされる火砕流と同時の降下火山灰層です。火砕流堆積物の特徴をもつものから火山灰層への変化は漸移的ですので、火砕流の範囲は厳密には決め難いのです。

15 大火砕流は液体として流れる溶岩流のように地形的な低まり(谷間や平坦地)だけを通るとは考えられません。火砕流は、ジェットコースターのよう斜面を乗り越えながら流動する、厚くて熱い粉体流です。厚さが数百メートルを超す高温高速のガスと火山灰・岩屑の流れだと考えられ、これが噴出口から概ね同心円状に広がったと見られます。現在確認できる分布範囲が平坦地または谷間に限られるのは、その後侵食されずに残った場所です。元来は大分県の佐賀関半島や国東半島などの現在あまり火砕流堆積物が認められない周辺諸地域の斜面も覆い尽くした筈です。噴出中心から約150km離れた山口県秋吉台でも阿蘇4火砕流堆積物が厚く残っていることからすると、噴出中心から半径約150kmの範囲内に火砕流が到達したとみるのは、ごく常識的な判断であると考えます。

25 佐田岬半島から西へ30-40kmほど離れた大分県の大分市や臼杵市では、阿蘇4火砕流堆積物は厚さ10m以上で大部分溶結しています。したがって、阿蘇

4 火砕流は、佐田岬半島を根元まで包み込んだに違いないと、『火山灰アトラス』ではおよその分布範囲を示してあります。阿蘇カルデラから伊方原発まで約130 kmしかないので、伊方原発敷地は阿蘇4火砕流が到達した範囲に入るといえるでしょう。さらに、四国西部一帯もやや濃度を減らしたガスの流れである火砕サージに襲われたといえるでしょう」(甲485の1・1～2頁)

5 「伊方の周辺地域に火砕流堆積物がないからといって火砕流が来なかったというのは見当違いです。伊方原発敷地周辺には阿蘇4火砕流堆積物は、普通には残存していないでしょう。それは、佐多岬半島¹が急斜面からなる山地の続きですので、テフラ(火砕流堆積物や降下火山灰)は残り難く、積もっても、海水や風雨ですぐに侵食される地形だからです。また、温暖な地形ほど、テフラとして識別される火山ガラスや斑晶鉱物は粘土化し易いものです。…佐多岬半島の急峻な地形、四国の気候や約9万年前という古さを考えれば、火砕流堆積物や火山灰が普通には認定し難いことは、何ら不思議なことではありません。ただし阿蘇4火山灰の場合は四国よりはるか遠方で認定されているため、もともと積もらなかった筈はありません。」(甲485の1・2～3頁)

10 「四国電力は、『火山灰アトラス』に掲載した阿蘇4火砕流堆積物の分布図から、阿蘇4火砕流堆積物の分布は方向によって偏りがあると解釈していますが、そう解釈できるほど厳密には書かれていません。」(甲485の1・2～3頁)

20 「四国電力が使っている Nagaoka (1988) で、記されている噴火ステージのサイクルは、テフラ整理のための一つの考え方に過ぎず、これによって破局的噴火ま

¹ 「佐田岬」半島の誤字である。

での時間的猶予を予測できる理論的根拠にはなりません。」(甲485の1・3頁)

「1991年ピナツボ噴火は、テフラとガスからなる非常に高く大規模な傘型雲を形成したことが衛星画像から知られています。この噴火は、噴出量がマグマ換算で5.5 km³、噴煙柱は上空40 kmほどに達し9時間余り続きました。大気とテフラの浮力が均衡して、高度25 km程度で噴煙は水平方向に広がり直径約600 kmの真っ黒な傘型・円盤を形成しました。傘型部からはテフラが降下しましたが、次第に東風に流されたため降灰範囲は移動していき、きわめて広くなりました。…このような傘型雲は、ピナツボ噴火クラスの噴火であれば一般的に発生するものと考えられており(ます)。」(甲485の2・2～3頁)

10 「大地震を起こす可能性のある活断層と同様で、少なくとも後期更新世以降、すなわち、12万5000年前以降に1回でも活動したことが明らかな火山は、将来活動する可能性があると考えらるべきではないでしょうか。これは、多くの火山学者からも異論の少ないものだと思います。」(甲485の2・5頁)

15 **ウ 須藤靖明・陳述書(甲486、甲496)**

「まずお分かりいただきたいのは、現在の科学研究では、火山についての噴火の時期も規模も形態様式もまた推移や継続時間も、予測することは出来ないというのが、大多数の火山研究者の共通認識だということです。地下のマグマ溜まりの規模や性状を把握し、その火山における噴火の潜在能力を評価しようというのは、噴火の中長期の予測を可能にする方法として、大きな方向性としては間違っていないと思われま

20 す。ですが、現状の火山についての科学研究では、それでその火山の今後数十年間における最大規模の噴火を評価することは出来ません。」

「四国電力は、阿蘇カルデラ内に小規模な低速度領域しかない、大規模なマグマはないと決めつけていますが、まず、地下のマグマ溜まりの体積を地下構造探査によって精度良く求めることは出来ません。」(甲486・1頁)

25

「東宮昭彦氏の論文にも書かれているように、近時の通説的見解では、マグマ

溜まりはその周辺の母岩（地殻）と比較的明瞭な壁のようなもので仕切られているのではなく、マグマ溜まりの大部分はマッシュ状（半固結状態）でほとんど流動できない状態であり、その外縁は周辺の母岩と明瞭な区別はできないと考えられています。…そのマグマ溜まりのうち、熔融状態の部分だけが噴出する仮定で最大規模の噴火を評価しようというものも奇妙な議論です。…マッシュ状マグマへの新たな高温のマグマの注入や、マグマ溜まりのオーバーターンがなされることにより、これが急速に再流動化し噴火に至るモデルが記されています。」（甲486・2～3頁）

10 「四国電力は、草千里南のマグマ溜まりについて、最近の噴出物からすれば玄武岩質～玄武岩質安山岩だと決めつけているようですが、一般に地下構造は複雑であるため、噴出物から地下のマグマ溜まりの性質を精度よく推定することは出来ません。草千里南部のマグマ溜まりの性質が珪長質なのか、安山岩質なのか、玄武岩質なのか、安易に決めつけることは出来ません。」（甲486・4頁）

15 「一般的に阿蘇は現在『後カルデラ火山活動期』などと言われることはありますが、それは地質学的な噴火履歴の評価に過ぎません。今は現在この時が『後カルデラ火山期』だと整理されていても、近い将来阿蘇5が起き、『先カルデラ期』や『カルデラ形成期』などと評価し直されている可能性は、火山学的にはまったく否定できないのです。…阿蘇については、約26万年前以降、VEI7級の噴火を4回繰り返しています。いずれVEI7級の阿蘇5はあると見るのが、常識的で科学的な評価です。ただ、現在の火山学では、それが数年後なのか、数万年後なのかは分からない、それだけの話です。」（甲486・5頁）

25 「確かに、VEI7級の噴火は低頻度の現象です。…VEI7とほぼ同視できる、M7以上の噴火は、日本全体でも1万年に1回程度、すなわち100年に1%程度の確率でしか起きません。同様の考え方をすれば、阿蘇だけなら6万年に1回程度、九州全体なら2～3万年に1回程度と見ることは出来るでしょう。しかし、原子力発電所において万が一の大規模自然現象をも想定し、深刻な事故の確率を

1000年に1回未満に抑えるという安全目標を国として立てているのであれば、阿蘇その他の日本のカルデラ火山におけるVEI7級の噴火は、無視できないほど高い確率で発生するものといえます。」(甲486・5頁)

5 エ モニタリング検討チーム提言とりまとめ(甲487)

2015(平成27)年8月26日に開催された原規委の第25回会合において、モニタリング検討チームでの議論を取りまとめた「提言とりまとめ」が了承された(甲487)。その内容は以下のとおりである。

10 「現代の火山モニタリング技術で巨大噴火の発生に至る過程を捉えた事例は未だなく、実際にどのような異常が観測されるかの知見は未だ無い状況である。このような現状において、巨大噴火の時期や規模を正確に予知するだけのモニタリング技術はないと判断される。…現状で行われている火山モニタリングは巨大噴火を想定した体制ではない。例えば直径20km規模のカルデラのモニタリングを考慮した場合、地震計やGNSS(Global Navigation Satellite Systems: 全球測位衛星システム)の稠密観測網をより広域に展開することが必要である。さらに、マ
15 グマ溜まりの深度を考慮すると、より地下深部のマグマの挙動を捉えるための観測機器の設置と技術開発も検討課題である。」(甲487・3頁)

20 「モニタリングで異常が認められたとしても、それを巨大噴火の予兆なのか或いは定常状態からの『ゆらぎ』の範囲なのかを科学的に識別できないおそれがある。…原子力施設設置者や原子力規制委員会・原子力規制庁が策定する判断基準
25 に関しては、現状で不確定な要素を含んでいるものの、少なくとも予め閾値を定めておいたうえで、それを超えた場合は遅滞なく予定した行動に移行することが必要である。原子炉は短時間で停止することが可能だが、通常行われている使用済み核燃料の冷却・搬出には年単位の時間を要していることを考慮すれば、事態が深刻化してからでは対処が間に合わない可能性がある。」(甲487・3～4頁)

「(ドルイット (2012)²に対して) この論文ではマグマの供給量に見合う隆起が実際に起きたかどうかについては疑問を呈している。またこの事象はミノア噴火での事例であって、世界のカルデラ火山一般について述べたものでは無い。よって普遍性のある事象として用いるには他の火山での検証が必要である。」(甲 487・5頁)

「巨大噴火には何らかの前駆現象が数年～数カ月前に発生する可能性が高いと考えられるが、そのような事象が巨大噴火の前駆現象か或いは噴火未遂に終わるのかを予測することも簡単ではない。」(甲487・5頁)

「VEI6以上の巨大噴火に関しては発生が低頻度であり、モニタリング観測例がほとんど無く、中・長期的な噴火予測の手法は確立していない。」「国内の通常の火山活動については、気象庁が防災の観点から110³の活火山について『噴火警報・予報』を発表することになっているが、噴火がいつ・どのような規模で起きるかといった的確な予測は困難な状況にある。未知の巨大噴火に対応した監視・観測体制は設けられていない。」(甲487・11頁)

15

オ モニタリング検討チームにおける専門家の発言 (甲488)

(7) 石原和弘・京都大学名誉教授、火山噴火予知連絡会元会長

「原子力規制委員会の火山影響評価ガイド、非常に立派なものできておりますけれども、それを拝見したり、関係者の巨大噴火に関してのいろんな御発言を聞きますと、どうも火山学のレベル、水準をえらく高く評価しておられると、過大に。地震学に比べれば、随分と遅れていると思うんですが」(甲488・6頁)

「噴火の兆候が大きい、あるいはGPSと地震観測、監視カメラで噴火予知は

² Druitt et.al."Decadal to monthly timescales of magma transfer and DRE reservoir growth at a caldera volcano" (2012)を指す。

³ 提言が取りまとめられた2015(平成27)年時点では110座であったが、その後、111座となっている。

できるというのは、これは思い込み、俗説・誤解であります。…噴火の前に地面が隆起するというのは、多くの場合はそうなのですが、そうでない場合が多いわけですね」(甲488・10頁)

5 「巨大噴火は何らかの前駆現象が数カ月、あるいは数年前に発生する可能性が高いわけであります。ただ、そういう前駆現象が出たからといって、前駆現象というのは何らの異変が起こったからといって、巨大噴火になるとは限らない。」
(甲488・11頁)

10 「GPSは確かに水平方向の変位に対しては強いんですが、…(略)…実際の隆起量は、GPSでは、これは検知できない。…(略)…GPSの上下の変動に対して1mmぐらいの精度できちつと言えればそうですけども、…(略)…なかなかそれまでやろうとすると、相当のものが観測やらなきゃいけない。ですから、GPSにあまり過剰に評価すると危ないと。」(甲488・36頁)

15 「マグマが深いところにたまっているんじゃないかと。現在の地殻変動で見ているのは、大きいところが主体になっていますから、せいぜい10kmまでの深さをいけば見ているわけで、マグマがたまるとすると、つまり上限の上のところですよ、そこをみているというふうな考え方でちょっと評価しないと、…(略)…あまり単純なモデルで評価すると、これは非常に過小評価になるところがあるんじゃないかと思います」(甲488・36頁)

(イ) 中田節也・東京大学地震研究所教授

20 「巨大噴火の時期や規模を予測することは、現在の火山学では極めて困難、無理であるということですね。それでも評価ガイドのほうでは、その異常を見つけ、現状と変わらないかどうかを確認するということは、異常を見つけるということなんですけれども、ただ、その異常が、その『ゆらぎ』の範囲ではないか、バックグラウンドの『ゆらぎ』の範囲ではないかと。そういう判断は、実は我々
25 はバックグラウンドについての知識を持っていないので、異常を、そんなに異常ではないんだけど異常と思い込んでしまう、そういう危険性があります。そ

れから、異常があっても、その噴火はしないという例が幾つもありますし、それからずっとタイムラグを置いて噴火するということもあるわけですね。そういうバックグラウンドの理論的理解というのが非常に不足しているという気がします。」(甲488・28頁)

- 5 「本当に異常を検出するということは可能なのだろうかという気がします。」
(甲488・28頁)

- 10 「マグマ溜まりの深さというのは、実は今10kmとじていますけれども、もっと深いかもしれない。そうすると蓄積量自身の計算が狂ってくるわけですね。…マグマ溜まりの増減はモニタリングできるかもしれませんが、そもそもどれぐらいたまっているのかというのはわからんわけですね。それについては、トモグラフィ、それからレーザー関数解析、散乱解析によって、ある程度の推定ができるように、技術を開発する必要があるだろうということです。」(甲488・29頁)

- 15 「カルデラ噴火には必ず前兆があって——ここで見る限りですね⁴——必ず前兆があって、直前には明らかに大きな変動が見かけ上は出ると。そういう意味で、普通の避難には間に合いますけれども、ここで要求されている燃料の搬出等に間に合うだけのリードタイムは、多分、数年とか、あるいは10年という単位では、とてもこの現象は見えるものではないということですね。」(甲488・30頁)

- 20 (ウ) 藤井敏嗣・東京大学地震研究所名誉教授、火山噴火予知連絡会元会長

「(マグマが) 100km³たまっているということを今の時点で推定する手法というのは、ほとんどないというふうに理解をしています。これは10年ぐらい前から私が予知連のほうでいろんな探査の専門家に問い合わせてきました。カルデラ噴火の場合は、例えば直前にマグマが一定量、つまり100km³以上ぐらいがな

⁴ 中田教授は、あくまでも数例を前提に「必ず前兆がある」と話している点に注意が必要である。

ければそういうことが起こらないわけですから、それをつかまえばいいはずだ
と思って聞いてきたんですが、実際にマグマの量を100km³というと、面積とし
て60～100km²の下にマグマが存在するわけで、厚さが1kmぐらいの液体が存
在する。そういうものを例えば今の地震学的な手法で探査できるかという、な
5 かなか難しいというのが探査の専門家の意見です。新しい手法を開発するか、も
のすごい量の地震計を張りめぐらして例えば反射を見つけるとか、何かそういう
ことをやらなくちゃいけなくて、これは今の日本の国内では現実的ではない。金
額的にも、あるいは地理的な分布からいってもですね。」(甲488・34頁)

10 「ある異常現象をつかまえたときに、それが巨大噴火に至るのか、あるいは小
さな規模の噴火で終わってしまうのか、あるいは噴火未遂になるのかという、こ
ういう判断をする基準を私どもはまだ持っていないというふうに理解します。」
(甲488・35頁)

15 「先ほどのDruittの例は、サントリーニの一つの例でありまして、ああいう
ものが本当にカルデラ噴火の最終段階で急速なマグマ供給があるのかどうかとい
うことを含めて、まだ我々は一例を知っているだけですから、そういうものが一
般化できるのかということも含めて調査をしなければいけないと。だから、単
なるモニタリングを今やればわかるというような段階ではない。」(甲488・35
頁)

20 カ 藤井敏嗣「わが国における火山噴火予知の現状と課題」(甲490)

藤井敏嗣名誉教授は、2016(平成28)年に「わが国における火山噴火予
知の現状と課題」と題する論文を發表しているところ(以下「藤井(2016)」
という。)、概要、以下のように述べられている。

25 「火山は複雑でダイナミックなシステムであり、噴火は様々なプロセスの競合
により発展し、これらのプロセスを支配する要因は常に多くの不確実性を内包し
ている。このため、真の火山噴火予知の実現は遠い道のりである。ところが、社

会や行政の防災担当者は、いつ、どこで噴火がおこるのか、どのような噴火になるのか、いつまで続くのか、噴火によってどの領域までが影響を受けるのかについて早急な回答を求める。火山学あるいは科学技術はこれらの問題に解答を用意していると思っている。少なくとも一部では観測を行えばこれらの問題に解答が

5 得られると誤解している。」(甲490・211頁)

「長期予測については階段ダイアグラムの活用が指摘される。原子力発電所の火山影響評価ガイド⁵(原子力規制庁、2013)においても、発電所に影響を及ぼすような噴火が発生する可能性が充分低いかどうかを階段ダイアグラムなどの使用により検討することが推奨されている。現実九州電力は川内原発の再稼働

10 に関して、階段ダイアグラムなどを使って、カルデラ噴火が原子力発電所の稼働期間内には生じないと主張し、規制委員会も結果としてそれを承認したことになる。しかし、階段ダイアグラムを活用して噴火時期を予測するには、マグマ供給率もしくは噴火噴出物放出率が一定であることが必要条件であるが、これが長期的にわたって成立する保証はない。特に数千年から数万年という長期間に

15 においてはこのような前提が成立することは確かめられていない。…さらに、階段ダイアグラムのもとになる噴出物量の推定そのものに大きな誤差が含まれていること、また噴火年代についても大きな誤差があることから、数万年レベルの噴火履歴から原子力発電所の稼働期間⁶である数十年単位の噴火可能性を階段ダイアグラムで議論すること自体に無理がある。火山噴火の長期予測に関しては、その

20 切迫度を測る有効な手法は開発されていない。」(甲490・219頁)

「地下のマグマの動きを捉え、噴火発生時期を特定できるようになることに主眼を置いてきた火山噴火予知研究の中では、比較的最近まで長期予測手法の研究が着目されることはなかった。予知計画の進行の過程で地質学的手法が導入され、

⁵ 本件火山ガイドを指すが、新火山ガイドも同様である。

⁶ なお、藤井氏は、運用期間と運転期間を混同していると思われる。火山ガイド上、運転期間ではなく、運用期間中の噴火可能性を検討しなければならず、その予測は、運転期間と比べてよりいっそう困難である。

噴火履歴の解明がうたわれたものの、火山噴火の長期予測については明確な手法は確立していない。」(甲490・219頁)

5 「カルデラ噴火は原子力発電所の再稼働問題で社会的に注目を集めたが、科学的な切迫度を求める手法は存在しない。原子力発電所の稼働期間中にカルデラ噴火の影響をこうむる可能性が高いか低いかという判定そのものが不可能なはずである。このような判定を原子力発電所設置のガイドラインに含むこと自体が問題であろう。」(甲490・220頁)

10 キ 小山真人「原子力発電所の『新規制基準』とその適合性審査における火山影響評価の問題点」(甲491)

前述の小山真人教授は、『科学』(85巻2号)に論考を投稿している(以下「小山(2015)」という。)

15 「火山影響評価ガイドと適合性審査の中身には、火山学・火山防災上の数多くの欠陥や疑問点がある上に、火山専門家がほとんど不在の場で議論が進められ、危うい結論が出され始めている。」(甲491・182頁)

20 「火山影響評価ガイドにおける『設計対応が不可能な火山事象』は、活断層の変異と同等、もしくはそれ以上の厳しいダメージを原発の重要施設にもたらす可能性があることは明白であるから、活断層に対する基準と同様の数値基準を適用し、12方～13方年前以降に『設計対応が不可能な火山事象』が達した可能性が否定できない原発は立地不適とすべきであろう。」(甲491・185頁)

「実際に VEI7 以上の噴火を機器観測した例は世界の歴史上にない。つまり、現代火山学は、どのような観測事実があれば大規模カルデラ噴火を予測できるか(あるいは未遂に終わるか)についての知見をほとんど持ちあわせていない。(川内原発の)審査書は、モニタリングによる予知可能性の根拠のひとつとしてギリ

シアのサントリーニ火山のミノア噴火に先立つマグマ供給率推定結果⁷を挙げているが、こうした研究は事例収集の初期段階に過ぎず、今後他のカルデラでの検討結果が異なってくることも十分考えられる。個々の火山や噴火には固有の癖があり、その癖の原因がほとんど解明できていないことは、火山学の共通理解である。」(甲491・190頁)

5

「大規模カルデラ噴火の発生確率がいかに小さくても、その被害の甚大さと深刻さを十分考慮しなければならない。厚さ数mから十数mの火砕流に埋まった原発がどうなるかを厳密にシミュレーションし、放射性物質の放出量や汚染の広がりを計算した上で、その被害規模と発生確率を掛け算したリスクを計算すべきである。その上で、そのリスクが許容できるか否かの社会的合意を得るべきである。…巨大噴火の発生確率が小さいことばかりを強調し、被害規模をまじめに定量する姿勢を一切示さない原子力規制委員会は、おそらく発生確率だけで単純にリスクを判断するという初歩的な誤りを犯しているとみられる。」(甲491・191頁)

15

ク 「第6次火山噴火予知計画の推進について(建議)」(甲1173)

(ア) 1998(平成10)年8月に測地学審議会が出した「第6次火山噴火予知計画の推進について(建議)」によれば、火山噴火予知は、観測データの変化から、火山活動の異常を検出して、噴火の可能性を警告する段階(第1段階)、観測データの解釈に基づいて火山の状態を評価し、過去の噴火事例も考慮して、噴火の発生時期や推移を定性的に予測する段階(第2段階)、火山の地下の状態を的確に把握し、噴火の物理化学モデルを用いて、噴火の開始や推移を定量的に予測する段階(第3段階)の3つの段階に分けられ、地震観測網などを用いて常時監視が行われると、第1段階の予知が可能になる、という(2～3頁)。

20

⁷ ドルイット(2012)を指す。

しかし、第2段階では、火山の状態をかなり正しく認識できるようになるが、異常を検出しても、噴火が確実に発生するかどうかは判断が難しく、噴火の様式や規模については、過去の経験を超えた予測は難しいとされる。

この時点で常時観測が行われていた30余りの活火山では、第1段階か第2段階にあるものと評価できるが、いずれも予測内容は定性的で、予測の確実さも明確でないことから、高度に発達した複雑な現代社会の要求には十分に答えきれないことが多い、とされる（3頁）。

5 (イ) 2013（平成25）年の新規規制基準検討チーム第20回会合に招かれた中田節也教授は、「1の段階よりも2の段階にいると今考えている」としつつ、「最近の噴火のどれをとってみても、ある程度失敗をしているというのが実情です。というのは、それぐらい完全には予測ができていないということです。」と発言している（甲780・4頁）。2017（平成29）年7月の講演でも、基本的に同様の発言が見られる（甲723・39分15秒）。

10 (ウ) 前記第2・1項(4)カの藤井（2016）では、この建議を引用し、「この整理から15年以上が経過したが、この状況に本質的変化はない。部分的に噴火の物理モデルに基づいて噴火の推移を予測する試みも行われるようになってきているが、地下のマグマ供給系の状況を的確に把握できているとはいえない。」としている（甲490・212～213頁）。

20 ケ 大規模火山災害対策への提言（甲514）

内閣府が設置した広域的な火山防災対策に係る検討会（座長・藤井敏嗣教授）が、2013（平成25）年5月16日に行った「大規模火山災害対策への提言」では、基本的にVEI4～5の大規模噴火に対する備えを行うよう提言するものであるが、6項として、「大規模噴火を超える巨大噴火」についても述べられている。

25 すなわち、「我が国では、これまでおよそ1万年に1回の頻度で、火砕流や降灰等が日本列島の広い範囲に及び、文明の断絶にもつながりかねないほど深刻な被

害をもたらす巨大噴火（大型のカルデラを形成する噴火）が発生してきたが、この巨大噴火に関する知見は非常に限られている。また、噴火予知や対応策について研究を進める体制も整っていない。」「国は、地球史的時間スケールでみた場合、我が国においても巨大噴火が、これまで何度も発生し、今後も発生し得ることについて、国民に対して周知するとともに、今後、巨大噴火のメカニズム及び巨大噴火に対する国家存続の方策等の研究を行う体制の整備に努め、研究を推進すべきである」と提言している（甲514・20頁）。

コ 石原和弘「火山噴火予知と原子力施設への火山活動影響評価」（甲501）

10 (ア) モニタリング検討チームのメンバーでもある京都大学の石原和弘名誉教授は、日本原子力学会の2015（平成27）年の学会誌にも、以下のとおり論考を寄せている（甲501）。

15 (イ) 「噴火予知においては、時期（いつ）、場所（どこから）、規模（どのぐらいの量・激しさで）、様式（どのような）の予測に加え、噴火が始まったら推移・終息（いつまで）の予測が重要である。」「1974年に開始された火山噴火予知計画により、事前に多項目の観測を実施していれば、顕著な噴火については、数時間～数日前に噴火に先立つ現象が捕捉できる可能性が高く、他の多くの火山でも観測データに何らかの異常が現れる事例が多いことが分かった。そこで、完全な噴火予知は困難であるが、国民の生命の安全確保の観点から、異変を検知した時に
20 切迫度や予想される影響範囲に応じた段階的警告を発する噴火警報の業務を2007年12月に開始した。しかし、警報を発しても噴火に至るとは限らない。」（甲501・63頁）

25 (ウ) 「噴火活動が始まってからの推移の予測は更に困難である。その理由の一つとして、現在の火山観測で把握できる対象が最大でも地下約10kmまでであり、噴火に寄与するマグマの総量を把握できないことがあげられる。噴火が始まった後に10kmより深い場所からのマグマの上昇率が急増して大噴火に移行、あるいは

活動が長期化した例もある。… (略) …火山噴火予知の可能性・限界・曖昧さを理解することなく、火山噴火予知や噴火警報に過大な期待を抱くことは避けられなければならない。」(甲501・63頁)

5 (エ) 「約7万年前に発生した阿蘇4噴火では、現在の山口県や愛媛県まで火砕流が到達している。」「巨大噴火発生のプロセスやメカニズムについても火山学的には未解決の問題である。巨大噴火に関与するマグマは地下約10kmから数10km付近に蓄えられていると推定されるが、前述のように現在の火山観測では地下10km付近より深いマグマの挙動は捉えられていない。また、巨大噴火のどれくらい前に、どのような範囲に、どのような兆候が現れるか、巨大噴火の経験は世界的に少なく、地質学、岩石学、地球化学及び地球物理学を総合した本格的な調査研究は端緒に着いたばかりであり、残念ながら判断する材料を持ち合わせていない。」

10 (甲501・64頁)

(オ) 「原子力施設など、設置後には避難がほぼ不可能な対象では、事前に噴火の影響を『評価』することが必要である。… (略) …SSG-21では、火山噴火の影響評価において、ケーパビリティ (capability) という概念を導入し、地質学的に得られた噴火実績に基づいて、噴火の潜在能力を有するケーパブル火山 (capable volcano) を抽出し、噴火リスクを評価することになっている。評価の段階が上位に進むほど、判断には明確な『論拠』を要求する仕組みとなっており、これにより評価結果の透明性を担保している。」(甲501・64頁)

15

20

サ 石原和弘「原発と火山噴火予知」(甲500)

(ア) さらに、石原教授は、雑誌『世界』においても次のような論考を寄せている。

(イ) 「火山影響評価ガイド (※本件火山ガイド) に示された火山学及び火山噴火予知に対する過大な評価と火山活動のモニタリングによる巨大噴火の兆候把握の可能性に対する楽観的な見通しに、多くの火山研究者が衝撃を受けた。巨大噴火の予測可能性に関する火山研究者の認識と余りにも大きなギャップがあるからであ

25

る。」(甲500・103頁)

(ウ) 「現実の噴火予知、特に、火山ハザードの影響範囲の定量的予測に不可欠な噴火の規模、様式及び活動の推移の予測は極めて困難であるというのが、わが国の火山活動のモニタリングにかかわってきた研究者の共通認識である。」「公的機関のモニタリング結果として、気象庁の噴火警報や火山噴火予知連絡会の評価が例示されているが、これらは火山周辺の住民向けの情報と現状の火山活動の評価に基づく短期的な活動予測であって、数年以上要するとされる核燃料の搬出等に役立つ情報ではない。」(甲500・101～102頁)

(エ) 「19世紀から20世紀に発生した3つの巨大噴火では、約2カ月～3年前に地震活動や噴火が始まっているが、主噴火の直接的な兆候としての地震や噴火活動の高まりは前日～2週間前である。」「巨大噴火発生のプロセス及び巨大噴火に関与するマグマが蓄積していると推定される地下10km付近より深い場所のマグマの挙動把握は未解決の問題であり、現時点では、火山学的根拠に裏付けられた、より早期の巨大噴火の予知は困難である。」(甲500・102～103頁)

15

シ 火山学会「巨大噴火の予測と監視に関する提言」(甲517)

(ア) 前記石原教授の論考(甲500)に詳しい経緯が記載されているが、火山学会は、巨大噴火の予測に関する火山ガイドの在り方に強い危機感を募らせ、2014(平成26)年11月2日、緊急の提言を行った(甲517)。

(イ) 石原教授の論考によれば、まず、2013(平成25)年9月に原子力問題対応委員会が設けられ、2014(平成26)年4月から3回の会合を開いて検討が行われた。委員は7名であり、そのうち5名は職務上、あるいは学識経験者として何らかの形で原子力発電や関連施設等にかかわってきた経験を有する。7名のうち5名が火山地質学分野、2名が観測を主とする火山物理学分野の研究者である。このほか、火山の観測・研究の経験と実績を有する会員と火山の監視や活動評価に従事してきた会員4名がオブザーバーして議論に参加した(甲500・

25

99～100頁)。

- (ウ) 提言の内容としては、巨大噴火(≧VEI6)の監視体制や噴火予測の在り方について、火山学会として取り組むべき重要な課題と位置づけ(つまり、未だ監視や予測が不十分であることを前提としている)、協議の場が設けられるべきこと、予測のための調査・研究は応用と基礎の両面から推進すべきこと、噴火予測の可能性、限界、曖昧さを理解しなければならないこと、火山ガイド等においては噴火予測の特性を十分に考慮されるべきことなどが示された(甲517)。

ス 下司信夫「大規模火災噴火と陥没カルデラ：その噴火準備と噴火過程」

10 (甲497)

- (ア) 産総研の下司信夫氏は、「長期間にわたり極めて高い安全性を保つ必要があり、発生頻度の低いとされる災害に対しても特別の注意を払って管理・保全しなければならないようなインフラストラクチャ、例えば原子力施設などに対しては、このような巨大噴火の頻度とそのリスクは決して無視しえない」と述べ、「このような大規模噴火の実態について、想定外事象として目をつぶることは火山学としては許されない」と述べる(甲497・102頁)。

- また、現在の知見で、地下のマグマ溜まりの状況を把握できるかということに関して、「大規模火災噴火の長期予測のためには、まずクリスタルマッシュ状のマグマ溜まりの存在や規模を検知することが必要である」が、「これまで行われてきたようなさまざまな物理探査は、このようなクリスタルマッシュ状マグマ溜まりの検出にはいまだほとんど成功していない」と述べている(甲497・114～115頁)。

セ 三ヶ田均・意見書(甲689)

- 25 (ア) 応用地球物理学、物理探査の専門家である三ヶ田均・京都大学名誉教授は、原規委の依頼による受託研究成果報告書等が原発訴訟に提出され、あたかも、始良

や阿蘇などのカルデラの地下の大規模マグマ溜まりの深さや体積を物理探査によって精度良く推定できるかのような主張がなされていることに対し、「研究者の意図を大きく超えた拡大解釈として一人歩きしかねないことに、強い危機感を覚えています」と述べ、「現状の地球物理学的手法で、地殻中に存在する大規模なマグマ溜まりを検出することは極めて困難」と断言する（甲689・1頁）。

5 (イ) その根拠として、まず、マグマ溜まりが、地下に湯たんぼのように（扁平楕円型に）存在するのか、おびただしい数の岩石亀裂の集合であるのかなど、その実態が認識できないことを挙げる。地震波トモグラフィも、どの範囲を速度異常の色分布あるいは等異常値線とするかによって、異常値の分布の大きさや形状など
10 見る者に与える影響が変化することが知られている。仮に、マグマ溜まりらしき何らかの異常が解析できたとしても、その体積を推定することは現在の火山学では極めて困難である。

(ウ) もし、マグマ溜まりを地震波によって発見しようとするなら、火山体の表面に
15 数百mから1km間隔で均等に設置される地震計からなる稠密常時地震観測ネットワークを敷き、5～10年単位の長期間これを維持する必要があるが、その維持だけで莫大な費用がかかり、現実的ではない。

(エ) 測地学的な手段によってマグマ溜まりを検知しようという試みに関して、これ
らは、観測している圧力あるいは体積変化が、地下のある一点に集中しているという仮定を基本とする「茂木モデル」を用いているところ、茂木モデルでは、マ
20 グマ溜まりの深さを多少変化させても推定誤差が大きく変化せず、深度に不確かさが残ることが知られている。

(オ) 被告が提出するB r i t t a i n E. H i l lの意見書では、伊方原発に影響を与える過去の噴火として、阿蘇4のみが挙げられ、阿蘇で十分な地球物理学
的調査が行われており、大規模なマグマ溜まりは、小規模なものより容易に検出
25 できるはずだ、と述べられているところ、地下のマグマ溜まりの大きさを定量的に導くことのできない現在の火山学の見地から、地下に大きなマグマ溜まりは存

在しないと評価することには大きな問題がある。人為的に40年という期間を設定し、VEI7の噴出量の2倍となる200km³のマグマ供給があるかどうかを議論することは、妥当性を判断できない仮定の上に人為的な基準を設けるもので、科学的に極めて理不尽である（甲689・1～2頁）。

5

2 火山事象に関する原子力関連法令等の定め

火山事象に関する原子力関連法令等の定めとして、証拠及び弁論の全趣旨に照らして、以下の事実が認められる。

10 (1) 原子力関連法令等

ア 原子力関連法令等は、福島第一原発事故の教訓を踏まえ、同事故のような深刻な災害を二度と起こさないことを目的として、2012（平成24）年の第180回国会において改正された。

15 原子力基本法（以下「原基法」という。）2条1項は、原子力の利用について、「安全の確保を旨として」行うものとする定め、同条2項は、「安全の確保については、確立された国際的な基準を踏まえ、国民の生命、健康及び財産の保護、環境の保全並びに我が国の安全保障に資することを目的として、行うものとする」と定めている。

20 イ 原子力規制委員会設置法（以下、単に「設置法」という。）1条は、「原子力利用における事故の発生を常に想定し、その防止に最善かつ最大の努力をしなければならないという認識に立って、確立された国際的な基準を踏まえて原子力利用における安全の確保を図る」ために必要な施策を策定すること等が原規委を設置する目的であることを定め、3条は、そのような安全の確保を図ることが原規委の任務であることを定めている。

25 ウ 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（以下「炉規法」という。）1条は、「大規模な自然災害及びテロリズムその他の犯罪行為の発生も想定

した必要な規制を行う」こと等を目的と定めている。

同法43条の3の8第2項は、設置変更許可に関して設置許可の要件である43条の3の6を引用している。この要件のうち、同条1項4号は、設置（変更）許可の基準として、原子炉施設の位置、構造及び設備が、災害の防止上支障がないものとして原規委が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。

エ ここでいう原規委の規則が、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（以下「設置許可基準規則」という。）であり、同規則は、原発の安全施設について、想定される自然現象が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならないとされる（設置許可基準規則6条1項）。

ここでいう「想定される自然現象」には「火山の影響」が含まれる（設置許可基準規則の解釈6条2項）。

(2) SSG-21（甲511）

15 ア 国際原子力機構（IAEA）は、原発の火山事象に関する安全確保に関する指針として、「原子力発電所の立地評価における火山ハザードに関する安全指針」（以下「SSG-21」という。）を策定している（甲511）。SSG-21は、確立された国際的な基準とあってよく、原基法2条2項、設置法1条に照らして我が国においても重要な解釈指針とされるべきである。SSG-21には、以下のような規定がある。

20 イ 『原子力施設のサイト評価』に記載された安全要求は次のように述べている。
“重要な自然現象や人的事象の状況・苛酷な経験に関する有史以前、有史時代または機器により記録された情報と記録は、その地域で収集され、信頼性、精度、安全性のために慎重に分析されなければならない。”（参考資料[1]パラグラフ2.17参照。）この点に関しては、参考資料[1]パラグラフ3.52に『火山活動、砂嵐、豪雨、降雪、氷、あられ、地表面での凍結（氷晶）のような、原子力施設

の安全性に悪影響を与える可能性のある自然現象に関連する歴史的資料は収集され、評価されるべきである』と明記されている。したがって、火山活動は原子力施設のサイト選定から立地評価の段階で考慮される必要がある。」(1. 2項)

ウ 「火山現象は、原子力施設の安全と性能に影響を及ぼす他の自然現象のほとんどと関連しており、稀な現象である。火山の中には何千年か、それ以上の期間休止した後に噴火したものもある。…いくつかの火山は、1万年以上の休止期間の後に再活動している。多くの火山は完新世に噴火をしたかどうかを確認するための詳細な調査が十分なされていない。したがって、火山ハザードの検討は、完新世火山に範囲を限定すべきではない。」(2. 6項)

10 「多くの火山弧が10Ma⁸以上にわたる火山活動を繰り返しているが、火山弧内の個々の火山自体は1Ma程度しか活動を維持できない。このように分散した活動は数百万年間も継続する可能性があるため、過去10Maの間に火山活動があった地域は、将来の活動可能性を考慮すべきである。…原子力施設における外部事象のハザード評価では、放射線影響の可能性のある事象の年間発生確率の上限値は、screening probability level (SPL) と呼ばれ、いくつかの加盟国では10⁻⁷が用いられている。」(2. 7項)

20 「過去の火山現象の代表的な特徴と頻度は、あらゆる火山のハザード評価のための重要なデータである。しかしながら、地質学的記録は、通常このようなデータ源としては不完全である。大規模な事象は、小規模な事象よりも地質学的記録として保存されやすい傾向がある。しかし、このような記録されていない小規模イベントが原子力施設に災害をもたらすこともある。地質学的記録にないイベントや、記録自体の解釈は、不確かさの発生源であり、それはハザード評価の中で取り扱われるべきである。」(2. 11項)

「類似火山の情報は、不完全な地質学的記録の解釈に起因する不確かさを制約

⁸ Maとは、Mega annumの略であり、100万年を表す。したがって、10Maは1000万年という意味である。

し、減少させるとともに、火山ハザードのポテンシャルの時間的な変化を評価する助けともなる」(2. 12項)

- 5 「過去のイベントの頻度とタイミングは、ほとんどの火山で不完全にしか理解されておらず、不確かである。例えば、最も近年の噴火のタイミングは、歴史的な活動の記録が欠乏している火山においては確定するのが困難である。火山が休眠火山か死火山かは主観的であり判断が難しい。」(2. 13項)

「考慮すべき火山及び火山域とは、(i) 原子力施設の運用期間に火山活動が発生すると思われるに足る十分な確率があり、(ii) その火山活動が原子力施設に影響を及ぼす現象をもたらす可能性がある。」(2. 19項)

- 10 「決定論的手法は、一つあるいは数個の最悪ケースのシナリオを仮定して火山ハザードを評価する。よって、決定論的手法は特定の事象について将来の考慮が不要としてふるい分けるために閾値を用いる。この閾値は、しばしば経験的な証拠(例えば、火砕流の最大体積や横方向への最大広がり)に基づいている。しかしながら、これらの手法は、分析において、データ、モデルの不確かさを全ての
- 15 範囲では考慮しない。…決定論と確率論は相補的な性質を持っているため、火山の能力とサイト固有の火山ハザードは可能な限り、決定論と確率論両方を使用すべきである」(2. 20項)

「確率論的及び決定論的な手法いずれの場合においても、データやモデルの不確かさの分析は、ハザード評価に不可欠な部分である」(2. 21項)

- 20 エ 「専門家が完新世の火山活動の証拠とすることに対して意見が合わない場合や、最近の噴火に関する推定年代に顕著な不確実性が見受けられる場合があるかもしれない。このような場合、その火山は確立した火山学用語に則り『完新世(?)』に分類されるべきである。安全性の観点から、完新世の噴火に関する不確実な記録を持つ火山を含む、全ての完新世火山については、将来の噴火はあり得るとみなされるべきであり、解析はステージ3に進むことになる」(5. 9項)
- 25

「火山系における時間と量との関係、もしくは岩石学的傾向が援用できるであ

ろう。例えば、前期更新世あるいはより古い時期の時間と量の関係から、火山活動の明らかな衰退傾向と明白な休止が明らかになるかもしれない。この状況では、火山活動の再開が非常に稀であることを示せるかもしれない。これらの他の基準に基づき解決ができない場合には、決定論的手法は、単純に、10Maよりも若いあらゆる火山においても噴火の可能性があると仮定する必要がある」(5.14項)

5
10 「将来の火山活動可能性があり、サイトが特定の火山現象のスクリーニング距離の範囲内に位置する場合には、火山又は火山域は考慮すべきとみなされ、サイト固有のハザード評価(すなわちステージ4)が行われるべきである」(5.18項)

15 「不確かさを伴う特定の火山現象に対し、条件付き確率推定値を使用することにより、確率の範囲を求め、サイト評価に用いることができる。サイトに到達する可能性のあるなんらかの火山事象が無視できるほど低い場合には、それ以上の評価は不要であり、火山ハザードはそのサイトで想定すべき設計基準に影響しない。条件付きハザード確率の使用が単独でスクリーニングを裏付けるのに不十分である場合、火山の危険性が考慮されなければならない。」(5.20項)

20 「火山事象の発生により生じるサイトに影響するハザード現象の年発生確率が 10^{-7} 以下であることが、ステージ2(パラグラフ5.12参照)で推奨した方法と同様、スクリーニング決定の妥当な基準とみなされる。…サイトの除外基準を構成する現象としても年発生許容確率の 10^{-7} は採用して良いが、どの場合でも規制当局が定める許容確率との一致が必要となる」(5.21項)

オ 「(降下火砕物について)僅かなテフラの堆積さえ原子力発電所の通常運転に影響を及ぼす可能性を持っている。」(6.6項)

25 「決定論的手法では、サイトでの降下火砕物の堆積物の最大厚さの閾値を求めるべきである。例えば、類似の火山の噴火における実際の堆積量は、当該サイトの考慮すべき火山における最大堆積厚さを規定するために使用できるであろう。

粒子のサイズの特徴（粒径分布及び碎屑物の最大サイズ）はこれらの堆積物から推定できるであろう。…特定の噴火及び気象条件に関連するサイトのテフラの堆積に基づく降下火砕物の数値モデルもまた、閾値を得るために使用されて良い。個々のパラメータの不確実性は適切に考慮されなければならない。様々なパラメータの不確実性は適切に考慮されなければならない。」（6. 8項）

5 「火砕物密度流の影響は、その高速度と高温（300℃以上）のため、流路上に位置する構造物には非常に苛酷なものとなる。加えて、それらは、地表を覆う高温の溶岩、灰、火山性ガスの大量の混合物による運動量のため、破壊的なものとなる。火砕物密度流によってもたらされる堆積物の厚さは何十mにも及ぶことがある。火砕物密度流の影響は通常的设计基準を超越し、このため火砕物密度流はサイト除外基準と見なされる。」（6. 11項）

10 「(火砕物密度流評価の) 決定論的手法では、噴火で引き起こされる火砕物密度流の量とエネルギーを考慮する必要がある、従って潜在的な最大到達距離(runout)に基づき閾値を定めなければならない。」（6. 14項）

15 「火砕流、サージとブラストに対する閾値は同じである必要はない。例えばサージは、火砕流から形成される場合、火砕流の先端から数キロも先に伸長することがある。この場合、火砕サージのスクリーニング距離は火砕流のものより大きくなるだろう。」（6. 15項）

20 「(火砕物密度流に関する数値モデルについて) この分野は火山学でも熱心に研究が進められており、火砕物密度流の包括的な動的モデルはまだ完全に確立されていない。従って、さまざまな観察とモデル化手法が決定論的及び確率論的手法において考慮されるべきである。」（6. 17項）

カ 「もし原子力施設に災害的な現象を引き起こす火山が関係しており、設計あるいは防護上の配慮が必要な場合は、その火山は施設の運用期間中にモニタリングされなければならない。よって、火山モニタリングプログラムがサイト評価期間に存在しない場合は、そのようなプログラムは施設の建設開始に先立って用意さ

れなければならず、運転段階を通じて整備され、最新に保たれなければならない。」

(8. 1項)

- 「火山ハザードは施設の境界を大きく越えて発生するものであるため、モニタリングは適切な国内・国際機関（火山の調査とモニタリングを目的とする機関）の協力のもとに実施されるべきである。考慮すべき火山が、国レベルでの火山モニタリングあるいはハザード低減を目的とした国内・国際観測所によって、現在モニタリングされていない、あるいは比較的低い優先順位しか与えられていないということもあり得る。それゆえ、全ての関係機関は、これらの観測所が考慮すべき火山の特性や、発電所へ及ぼす影響に見合ったレベルの観測を行うよう働きかける必要がある。既存の火山観測所がない場合は、必要なモニタリングプログラムの一環としてそのような観測所を設ける必要があるだろう」(8. 2項)

- 「原子力施設の非常時の計画は、火山モニタリングプログラムからの情報あるいは警報が、緊急対応上どのように使用されるか考慮しなければならない。モニタリングシステムにより検知された火山ハザードの危険性の変化に応じて、詳細な手順が準備されていなければならない。」(8. 4項)

- 「火山のハザード評価の複雑さからみれば、独立した専門家による評価は、専門家による評価委員会によって行われなければならない。専門評価委員会は火山ハザード評価の他の面にかかわってはならない、また、結果に関して利害関係があってはならない。」(9. 2項)

- ク なお、SSG-21には、巨大噴火とそれ以外の規模の噴火を区別したり、原子力規制以外の分野で法規制や防災対策が行われていない場合には巨大噴火のリスクを無視してよいといった規定は存在しない。

(3) 安全目標 (甲509)

- ア 安全目標の合意

原発にどの程度の安全を求めるのかを確率的に定量化する指標として、我が国

では、福島第一原発事故後に、安全目標を定めた（甲509）。

これは、原子力規制委員会が2013（平成25）年4月10日の会合において合意したものであり、具体的には、事故時のセシウム137の放出量が100 TBqを超えるような事故の発生頻度は、100万炉年に1回程度を超えないように抑制されるべきである（テロ等によるものを除く）とされている。

イ 原規委2013（平成25）年4月10日会合での議論

上記会合において、安全目標に関し、原規委の委員（全て当時の肩書き）から次のような意見が示されている。

10 (7) 更田豊志委員

「今後は規制の要求であるとか、事業者における実際の活動が安全目標にかなったものになっているかどうか。これは確率論的リスク評価に負うところがずいぶん大きくなりますけれども、個々の施設であるとか、規制の要求内容が適合したものであるかということを確認していく作業というのが、非常に重要であると
15 考えています。」（甲510・19頁）

(イ) 中村佳代子委員

「実際に安全目標というのは、リスクを限りなくゼロに、しかし、ゼロにすることはできないわけですが、限りなくゼロに近いように努力をし、闘い続けていくというのが、安全目標だと思っております。」（甲510・20頁）

20 (ウ) 田中俊一委員長

「安全目標を持たない国というのは、原子力をやっている国では、例外的に日本だったわけで、ようやくこういうものを決める、こういうものを持つことができるということは、やっとな国際的なレベルに近づいたというか、一歩だということ
25 です」（甲510・20～21頁）

(I) 島崎邦彦委員

「これによっていろいろな議論の共通となるような土俵ができた」「例えば外か

5 らこういう場合を考えなくていいかという意見を申し上げると、そこまでは考えなくていいんだ。実際に書かれていないし、数値もわからないけれども、何らかのものを持っていていらした。おそらくその基準が、今から考えると、リスクを甘く見ていたのではないか。30年だとか、50年だとか、原子炉がある間に起こらなければいいんだという甘さが、そこにはあったのではないかと思います。」(甲510・19～20頁)。

(4) 平成25年制定の火山ガイド(本件火山ガイド)(甲443)

ア 本件火山ガイドの制定

10 火山事象の影響を評価するための具体的な審査基準として、2013(平成25)年6月19日、本件火山ガイドが制定された。

15 そもそも新規制基準は、「発電用軽水型原子炉の新安全基準に関する検討チーム」(以下「新規制基準検討チーム」という。)において、2012(平成24)年10月25日から翌2013(平成25)年6月3日までの7か月あまりの間に、合計23回の会合で議論された。このうち、火山ガイドについて実質的に議論されたのは、2013(平成25)年3月28日に開催された第20回会合と、同年4月4日に開催された第21回会合の2回だった(最後の23回会合でも確認的な議論がされている)。

20 火山ガイドの原案を作成したのは、原子力安全基盤機構(JNES)の職員である安池由幸氏(現在は原規庁の職員)である。

イ 1章:総則

25 (7) 本件火山ガイド1.1項では、設置許可基準規則6条において、外部からの衝撃による損傷として、安全施設は、想定される自然現象(地震及び津波を除く。)が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならないとしており、敷地周辺の自然環境を基に想定される自然現象の一つとして、火山の影響

を挙げていることが確認されている。

そして、現在の火山学の水準として、「近年、火山学は基本的記述科学から、以前は不可能であった火山システムの観察と複雑な火山プロセスの数値モデルの使用に依存する定量的科学へと発展して(いる)」と認識していることが示されている。

5 (イ) そのうえで、本件火山ガイドは、「火山の影響により原子炉施設の安全性を損なうことのない設計であることの評価方法の一例」とされ、「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」とされている。

10 (ウ) 1. 4項は、用語の定義が定められている。このうち、「原子力発電所の運用期間」とは、原発に核燃料物質が存在する期間である(1. 4項(4))。

また、「地理的領域」とは、火山影響評価が実施される原発周辺の領域であり、原発から半径160kmの範囲の領域とされる(1. 4項(5))。

「第四紀」とは、地質時代の1つで、258万年前から現在までの期間をいう。

15 「完新世」は、このうち、最も新しいものであり、1万1700年前から現在までの期間をいう(1. 4項(6))。

さらに、「マグマ溜まり」に関し、冷却により晶出した鉱物の分離、若しくは新しいマグマの注入・混合によりマグマ組成の変化が普通に起こるとされている(1. 4項(7))。

20 ウ 2章：原発に影響を及ぼす火山影響評価の流れ

本件火山ガイドは、火山影響評価について、立地評価と影響評価の2段階で行うこととし、立地評価では、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出を行い、影響を及ぼし得る火山が抽出された場合には、抽出された火山の火山活動に関する個別評価として、設計対応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の評価を行うものとしている。この影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価できない場合、原発は立地不適となる。

影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価された場合、火山活動のモニタリングと火山活動の兆候把握時の対応を適切に行うことを条件として、個々の火山事象に対する影響評価、すなわち、個々の火山事象への設計対応及び運転対応の妥当性についての評価を行うこととしている。

5

エ 3章：原発に影響を及ぼし得る火山の抽出

- (ア) 原発の地理的領域に対して、3. 1項で定める文献調査、3. 2項で定める地形・地質調査及び火山学的調査を行って、第四紀に活動した火山を抽出し、3. 3項で定める将来の火山活動可能性評価を行う（柱書）。
- 10 (イ) 3. 1項の文献調査は、文献やデータベースを活用して、地理的領域における火山源の存在と分布を決定するものである。3. 2項のうち、地形調査は、地形図等に基づいて火山地形の把握を行うものであり（3. 2項(1)）、地質調査は、ボーリング等によって活動時期や堆積物分布等の評価に必要な情報を収集するものである（3. 2項(2)）。
- 15 火山学的調査は、地質調査において、火山堆積物が認められた場合に、火山灰、火砕流等、溶岩流等など火山事象に応じた必要な調査を行うものである（3. 2項(3)）。
- (ウ) 完新世に活動を行った火山については、将来の活動可能性がある火山とされ（3. 3項(1)）、完新世に活動を行っていない火山でも、調査結果を基に階段ダイヤグラムを作成し、当該階段ダイヤグラムにおいて火山活動が終息する傾向が顕著であり、将来の活動可能性が無いと判断できる場合は、4章の個別評価の対象外とされる。
- 20

オ 4章：原発の運用期間における火山活動に関する個別評価

- 25 (ア) 立地評価における個別評価は、過去の火山活動履歴とともに、必要に応じて、4. 2項で定める地球物理学的及び地球化学的調査を行い、現在の火山の活動の

状況も併せて評価することとされる。地球物理学的観点からは、検討対象火山に関連するマグマ溜まりの規模や位置、マグマの供給系に関連する地下構造等について分析し、地球化学的観点からは、検討対象火山の火山噴出物等について分析することにより、火山の活動状況を把握することとされる（柱書）。

5 (イ) 設計対応不可能な火山事象については、まず、検討対象火山と当該原発との間の距離が、本件火山ガイド表1（甲443・22頁）に示す距離よりも大きい場合に評価対象外とする（4.1項(1)）。

10 (ウ) 次に、「火山活動の可能性評価」として、3章で定める調査と4.2項で定める調査の結果を基に、原発の運用期間中における検討対象火山の活動の可能性を総合的に評価することとされ、活動可能性が十分小さい場合には、過去の最大規模の噴火により設計対応不可能な火山事象が当該原発に到達したと考えられる火山を抽出し、5章に定めるモニタリングを実施して、運用期間中における火山活動を継続的に評価する（4.1項(2)）。

15 (エ) 活動可能性が十分小さいと判断できない場合は、「噴火規模の推定」を行う。調査結果から噴火規模を推定できない場合、検討対象火山の過去最大の噴火規模とする。

20 さらに、設定した噴火規模における設計対応不可能な火山事象の当該原発への「到達可能性」評価を行う。調査から噴火規模を設定した場合、類似火山における影響範囲を参考に判断し、過去最大の噴火規模から設定した場合、検討対象火山で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、設計対応不可能な火山事象の国内既往最大到達距離⁹を影響範囲とする。

設計対応不可能な火山事象が原発に到達する可能性が十分小さいと評価できない場合、立地不適とされる。十分小さいと評価できる場合は、過去の最大規模の

⁹ 阿蘇4噴火の160kmとされている。

噴火により設計対応不可能な火山事象が原発に到達したと考えられる火山については、モニタリング対象とする（4. 1項(3)）。

カ 5章：火山活動のモニタリング

- 5 (ア) 本件火山ガイド上、モニタリングの対象とされるべきは、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発に到達したと考えられる火山である（5. 1項。以下「監視対象火山」という。）。
- (イ) モニタリングでは、地震活動、地殻変動及び火山ガスなどが監視項目とされる（5. 2項）。
- 10 (ウ) 事業者が実施すべきモニタリングは、原子炉の運転停止、核燃料の搬出等を行うための監視とされ（5. 3項）、原子炉の停止や適切な核燃料の搬出等が実施される方針など、火山活動の兆候を把握した場合の対処方針を定めることとされている（5. 4項）。

15 キ 6章：原発への火山事象の影響評価

(ア) 原発の運用期間中に設計対応不可能な火山事象によって原発の安全性に影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価された火山について、それが噴火した場合の影響評価を行う。

20 火山事象ごとに本件火山ガイド表1（甲443・22頁）に従って抽出されるが、降下火砕物については、抽出の結果にかかわらず、原発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される。なお、敷地及び敷地周辺で確認された降下火砕物で、噴出源が同定でき、その噴出源が将来噴火する可能性が否定できる場合は考慮対象から除外する。

25 本件火山ガイド上も、降下火砕物が浸食等で厚さが低く見積もられるケースがあることを明記している（以上、柱書）。

(イ) 降下火砕物は、ごくわずかな堆積でも原発の通常運転を妨げる可能性があり、

原発の構造物への静的負荷や換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的及び化学的影響などの直接的影響のほか（6. 1項(1)(a)）、長期の外部電源喪失やアクセス制限事象などの間接的影響が指摘されている（6. 1項(1)(b)）。

5 降雨・降雪などの自然現象は、火山灰等堆積物の静的負荷を著しく増大させる可能性があるとされる。

10 (ウ) 降下火砕物による原発への影響評価としては、降下火砕物の堆積物量、堆積速度、堆積期間及び火山灰等の特性などの設定、並びに降雨等の同時期に想定される気象条件が火山灰等特性に及ぼす影響を考慮し、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こととされている（6. 1項(2)）。

原発及びその周辺において降下火砕物の堆積が観測されない場合は、類似火山の情報、数値シミュレーションの方法によって堆積物量を設定する（解説-16.）。

火山灰の特性としては、粒度分布と化学的特性等が挙げられている（解説-18.）。

15 (エ) 直接的影響の確認事項としては、①降下火砕物の堆積荷重に対して、安全機能を有する構築物、系統及び機器の健全性が維持されること、②降下火砕物により、取水設備、原子炉補機冷却海水系統、格納容器ベント設備等の安全上重要な設備が閉塞等によりその機能を喪失しないこと、③外気取入口からの火山灰の侵入により、換気空調系統のフィルタの目詰まり、非常用ディーゼル発電機の損傷等による系統・機器の機能喪失がなく、加えて中央制御室における居住環境を維持す
20 ること、④必要に応じて、原発内の構築物、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が挙げられる（6. 1項(3)(a)）。

25 間接的影響の確認事項としては、原発外での影響（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、原子炉及び使用済み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があげられている（6. 1項(3)(b)）。

(オ) なお、影響評価に関する6章には、6. 2項として火砕物密度流が掲げられて

いる。このうち、直接的影響（6. 2項(1)(a)）については、立地評価として、影響が及ぶ可能性が否定できない場合は立地不適となるが、仮に、直接的には影響が及ばなくても（すなわち到達可能性が十分小さいと考えられる場合でも）、間接的影響（6. 2項(1)(b)）として、火砕物密度流が広範囲に影響を及ぼし、原発周辺の社会インフラに影響を及ぼし得ることから、広範囲の送電網の損傷による長期間の外部電源の喪失、原発へのアクセス制限（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ことが定められている（6. 2項(3)）。

10

(5) 平成29年火山ガイド（甲470の1）

ア 平成29年改正の経緯

(ア) 降下火砕物の影響のうち、上記直接的影響の確認事項の③と関連して、原発敷地に到来する気中降下火砕物濃度が適切に想定されることが重要となるところ、
15 原規委は、新規制基準適合性審査を開始した当初、気中濃度について、2010年にアイスランド共和国で発生したエイヤヒャトラ＝ヨークトル氷河噴火（VEI4）の際のヘイマランド地区（火口から約40km離れた地点）における観測値約3〔mg/m³〕を一律に用いていた（以下「ヘイマランド観測値」という。）。

20 しかし、このヘイマランド観測値は、層厚が5mm程度の地点（火口から約50kmの地点）における、PM10（粒径が10μm以下の粒子）のみを測定する機器で測定された数値であり、しかも、噴火から3週間後の再飛散値であった。

25 電力事業者（九州電力）は、この数値を採用した理由として「他に適切な参考値がないから」としていたが、実際には、1980年にアメリカ合衆国で発生したセントヘレンズ噴火（VEI5）において、ヤキマ地区（火口から約135km離れた地点）という場所で、約33〔mg/m³〕という濃度が観測されていた（以下「ヤキマ観測値」という。）。

ヤキマ観測値も、層厚が5～9mmの地点の、PM10のみの観測値であり、1982年に出された英語論文では、機器の限界によってヤキマ観測値が正確ではないこと、より高濃度になり得ることが明記されていた。

- 5 (イ) 2016（平成28）年4月、電力中央研究所から、1707年の富士宝永噴火に基づいて首都圏周辺の気中濃度を推定した研究結果が公表された（以下「電中研報告」という）。電中研報告によれば、富士山において、富士宝永噴火（VEI4）と同規模の噴火が発生した場合、火口から約85km離れた横浜地区で約16cmの降灰が生じる可能性があり、その際の気中濃度は1〔g/m³〕程度となり得ることであった。
- 10 (ウ) 2016（平成28）年10月5日に開催された原規委の第35回会合において、気中濃度の過小評価が議題に上がった。発端は、美浜原発の適合性審査に関するパブリックコメントの中で、ヘイマランド観測値の妥当性に疑問を呈する意見が寄せられたことであった。この意見は、電中研報告には触れておらず、ヤキマ観測値の存在を示して、ヘイマランド観測値の正当性を問うものであった。
- 15 同月19日、原規委の第21回技術情報検討会において、電中研報告が原規委に報告され、事業者側に、フィルタへの影響評価の対応を求めることとされ、同月25日、原規委の第40回会合において、電中研報告には過大な評価になっている疑いがあることが示されつつ、他方で、ヤキマ観測値の過小性が指摘され、ガイド改正も踏まえた検討がされることとなった。
- 20 その後、同年11月16日の第43回会合を経て、2017（平成29）年1月25日の第57回会合において、降下火砕物の影響評価に関する検討チーム（以下「降下火砕物検討チーム」という。）を設けて濃度の評価・推定手法についての考えをまとめ、規制基準等への反映に関する検討を開始することとされた。
- 25 (エ) 降下火砕物検討チームにおける議論の詳細は後述するが、同チームは2017（平成29）年6月22日までに3回の会合を開いてとりまとめを行った。これを受け、同年7月19日に開催された第25回会合に、「発電用原子炉施設に対す

る降下火砕物の影響評価に関する検討結果及び今後の予定について」と題する書面が提出され(甲567)、火山ガイドの改正が具体的に議論された(甲566)。

このような整理を踏まえ、同年11月29日、原規委の第52回会合において、火山ガイドを改正する旨了承された。

5

イ 平成29年火山ガイド6. 1項(3)

平成29年火山ガイドは、主に降下火砕物に関する影響評価、とりわけ気中降下火砕物濃度に関して改正されたものである。

10 本件火山ガイドの6. 1項(2)に付されていた解説-17.を、6. 1項(3)(a)の直接的影響の確認事項③末尾に移し、「外気取入口から侵入する火山灰の想定に当たっては、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を用いる。」という文言を追加した(解説-17.)。

ウ 添付1：気中降下火砕物濃度の推定手法について

15 (ア) 添付1の1項では、降下火砕物検討チームにおける議論を踏まえ、降下火砕物濃度の推定に必要な実測値(観測値)や理論的モデルは大きな不確かさを含んでおり、基準地震動や基準津波のようにハザード・レベルを設定することは困難であることが示されたこと、そこで、総合的判断に基づき、気中降下火砕物濃度を推定すること、この濃度は、設計及び運用等による安全施設の機能維持が可能かどうかを評価するための基準として用いることなどが示されている(1項・27
20 頁)。

「ハザード・レベル」とは、自然現象の影響を考慮する際に想定する水準である。設定に当たっては、既往最大の実測値(観測値)や検証された理論的モデル評価などを用いるとされる(【注釈-1】)。

25 (イ) 平成29年火山ガイドは、気中濃度の推定手法として、「3. 1降灰継続時間を仮定して降灰量から気中降下火砕物濃度を推定する手法」、「3. 2数値シミュレ

ーションにより気中降下火砕物濃度を推定する手法」の2つを定めている（添付1の3項。以下、それぞれ「3. 1の手法」「3. 2の手法」という。）。

「3. 1の手法」に関し、降灰継続時間は、同程度の噴火規模での噴火継続時間を参照して設定されるが、評価対象火山から原発敷地に向かう一定風を仮定するケースでは、噴火継続時間≒降灰継続時間（降灰量に支配的な主要な降灰）とみなすことが可能とする。降灰継続時間を合理的に説明できない場合、降灰継続時間は24時間とされる（3. 1項・29頁）。

また、粒径分布は実測値を用いることを基本とするが、実測値の使用が困難な場合は、類似火山噴火の降下火砕物のデータを参考に粒径分布を設定するとされ、想定される降灰量を数値シミュレーションにより求めた場合は、降灰量と同時に算出される粒径分布を使用するとされている（【注釈-2】）。

(ウ) なお、添付1では、「3. 1の手法」について、降下火砕物の粒径の大小に関わらず降灰が起こると仮定していること（以下「同時降灰仮定」という。）、粒子の凝集を考慮しないこと（以下「凝集不考慮」という。）等から、推定値は実際の降灰現象と比較して保守的な値となっているとする。また、「3. 2の手法」についても、原発への影響が大きい観測値に基づく気象条件を設定していること（以下「保守的気象条件設定」という。）等から、やはり推定値は保守的な値となっているという。そのため、これらの手法については、いずれかの手法によって推定すればよい（併用を要求しない）こととされている（3項・28頁）。

20

(6) 「基本的な考え方」（甲469）

ア 「基本的な考え方」の公表に至る経緯

(7) 川内原発に関する福岡高裁宮崎支部2016（平成28）年4月6日即時抗告審決定（以下「宮崎支部決定」という。）において、立地評価に関する本件火山ガイドの定めは、噴火の相当前の時点で、時期や規模を、相当程度の確度をもって予測できることを前提としている点で不合理と認定された（甲325・217～

25

219頁)。ただし、同決定では、VEI7以上の破局的噴火については、社会通念上、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、原発の安全確保の上で自然災害として想定しなくても、当該原発が客観的にみて安全にかけるところがあるとはいえないとして、差止め自体は認めなかった(同223頁)。その後

5

(イ) また、伊方原発に関する広島高裁2017(平成29)年12月13日即時抗告審決定(以下「平成29年広島高裁決定」という。)では、本件火山ガイドの規定を忠実に解釈し、阿蘇4のような破局的噴火を考慮しないことは基準適合判断の過誤、欠落に当たるとして、人格権侵害の具体的危険の存在を認め、火山事象

10

(ウ) このような中、平成29年広島高裁決定直後の2018(平成30)年2月21日に開催された第196回国会・資源エネルギーに関する調査会において、自民党の青山繁晴氏から、火山噴火に関する基準を見直す必要性が指摘された(甲1164・3～4頁)。

15

この時点で、火山ガイドは平成29年改正が行われていたが、立地評価の部分については本件火山ガイドから変更はされていなかった。原規委の更田豊志委員長(当時)は、火山ガイドを見直す必要はないと答弁したものの(甲1164・4頁)、同日に開催された原規委の第67回会合において、原規庁に対し、破局的噴火について、改めて、原規委の考え方について分かりやすくまとめるよう指示

20

(エ) これを受け、原規庁が同年3月7日に公表したのが、「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」(甲469。以下、括弧つきで「基本的な考え方」という。)である。

25

イ 「巨大噴火」の可能性評価の考え方(2項)

(ア) 「基本的な考え方」は、まず、「巨大噴火」を、「地下のマグマが一気に地上に噴出し、大量の火砕流によって広域的な地域に重大かつ深刻な災害を引き起こすような噴火であり、噴火規模としては、数10 km³程度を超えるような噴火」と定義している。これは、前記第2・1項(2)カで示した火山学における一般的な用語とは異なる定義である（以下、これと区別するため、「基本的な考え方」における巨大噴火を、括弧つきで「巨大噴火」と表記する）。

そのうえで、平成29年火山ガイドにおける火山影響評価に関し、「過去に巨大噴火が発生した火山については、『巨大噴火の可能性評価』を行った上で、『巨大噴火以外の火山活動の評価』を行う」とした（1項）。

10 (イ) 「巨大噴火」の可能性評価に当たっては、「巨大噴火」の活動間隔、最後の「巨大噴火」からの経過時間、現在のマグマ溜まりの状況、地殻変動の観測データ等から総合的に評価を行い、火山の現在の活動状況は「巨大噴火」が差し迫った状態にあるかどうか（以下「非切迫性の要件」という。）、及び運用期間中における「巨大噴火」が発生するという科学的に合理性のある具体的な根拠があるかどうか（以下「具体的根拠欠缺の要件」という。）を確認するとされる。

「基本的な考え方」は、このように「巨大噴火」をそれ以外の噴火と別異に扱う理由として、「巨大噴火」の発生の可能性が低頻度であること、これを想定した法規制や防災対策が原子力安全規制以外の分野で行われていないことを挙げ、「巨大噴火」のリスクは、社会通念上容認される水準であると判断できるとしている。

20 (ウ) そのため、「巨大噴火」の可能性評価については、非切迫性の要件及び具体的根拠欠缺の要件を具備すれば、少なくとも運用期間中は、「巨大噴火の可能性が十分に小さい」と判断できるとしている（以上、2項）。

ウ 「巨大噴火」以外の火山活動の評価の考え方（3項）

25 「巨大噴火」以外の火山活動について、その活動の可能性が十分に小さいと判断できない場合には、火山活動の規模と到達可能性評価を行うことになるが、噴火

の規模を特定することは一般に困難であり、「検討対象火山の過去最大の噴火規模」について評価を行うこととなる。この「検討対象火山の過去最大の噴火規模」は、当該検討対象火山の最後の「巨大噴火」以降の最大の噴火規模を用いるとされる（3項）。

5

エ 火山活動のモニタリング（参考）

モニタリングについては、運用期間中の巨大噴火の可能性が十分小さいと評価して許可を行った場合にあっても、この評価とは別に、評価の根拠が継続していることを確認するため、評価時からの状態の変化を検知しようとするもの、とする（参考）。

10

オ 「基本的な考え方」に対する批判

(ア) 「基本的な考え方」に対し、2018（平成30）年3月11日の読売新聞朝刊で、中田節也教授は、「国が率先して法規制や防災体制を考えるべきなのに、全く反対のことを言っている」と批判した（甲516）。

15

(イ) また、月13日には、脱原発弁護団全国連絡会から、「基本的な考え方」について抗議する声明が出されている（甲1166）。

(ウ) さらに、前記第2・1項(4)ケの提言を行った広域的な火山防災対策に係る検討会の座長を務めた藤井敏嗣教授は、同年6月19日の新聞赤旗朝刊で、「基本的な考え方」を受けて、「(巨大噴火のリスクの水準は、社会通念上容認されるのかという質問に対し) 法規制や防災対策が原子力規制以外で行われていないから、社会通念上容認されるということ自体がおかしい。巨大噴火に対する防災対策がないのは、分かっていないからです。対策はやらなくてははいけません、データが無いので、現在は調査から始めなくてははいけないのです。このことは、内閣府などが設置した検討会で私が座長としてまとめた『大規模火山災害対策への提言』

20

25

（2013年）でも指摘しています。将来、日本に巨大噴火が発生することは確

かです。それが10年先なのか100年先のかは分からないけれど、何千年も先ということはたぶんないでしょう。子孫、あるいはわれわれ自身が被害を受けるかもしれない。だから提言では、巨大噴火について周知が必要とも書いています。」「(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示される可能性はあるのかという質問に対し)現時点では、運用期間中に発生するとか、しないとかの判定そのものが不可能です。…原発の運用期間の40年¹⁰が安全とか安全でないとか、言うことができないのです。」「1000万年に1回と比べれば、はるかに巨大噴火の方が、出現率が高いです。」「カルデラ噴火を複数回したときの繰り返し期間も分かっている、一つのカルデラで見ると最短で約2000年、最長で約9万年です。規制委は、活断層の場合は13万年以内に動いていれば活断層とみなし、真上に原発の重要施設を造ってはいけないとしています。その態度は正しいと思います。…13万年以内に火砕流が到達した場所にある原発も止めるという、活断層と同様の判断をすべきだと思います。」「この『考え方』と火山ガイドは矛盾しています。伊方原発の運転差し止めを命じた広島高裁の決定(2017年12月)の方がはるかに正しいです。そこで否定された理屈を、『考え方』が引っ張りだしているのです。原子力の新しい神話を作ることになるのでそれだけはやめてほしいと思いますね。」と強く批判している(甲513)。

(7) 令和元年火山ガイド(甲470の1)

20 ア 令和元年改正の経緯

原規委は、「基本的な考え方」について、平成29年火山ガイドを分かりやすく説明したものであって、内容に変更はないとしていた。しかし、この説明は、伊方原発に関する広島高裁2018(平成30)年9月25日異議審決定において、

¹⁰ 藤井教授は、運用期間を運転期間の40年と誤解しているが、運用期間は更に長期に及ぶ。

「火山ガイドや考え方¹¹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、立地評価においては、設計対応不可能な火山事象の評価に際して、噴火規模が推定できない場合には検討対象火山の過去最大の噴火規模によることとし、到達可能性の評価に際しても影響範囲が判断できない場合には、設計対応不可能な火山事象の国内既往最大到達距離を影響範囲とするなど、巨大噴火をも想定した内容となっている。…火山ガイドが、巨大噴火について基本的考え方のような考え方をとっているものと認めることはできない」と、明確に否定された（甲785・11～12頁）。

5
10
そこで、改めて、2019（令和元）年12月18日、火山ガイドは、「基本的な考え方」を踏まえた内容に改正された（令和元年火山ガイド、甲470の1）。

イ 1章：総則

15
(ア) 令和元年火山ガイドは、前記第2・2項(4)イ(ア)の火山学の水準について、「(火山学は) 以前は不可能であった火山システムの観察と複雑な火山プロセスの数値モデルの使用に依存する定量的科学へと発展してあり」との記述を「…定量的科学へと発展しつつあり」へと変更している（1. 1項）。

(イ) 平成29年火山ガイド1. 4項(5)に定められていた「地理的領域」の定義（前記第2・2項(4)イ(ウ)）が、令和元年火山ガイドでは、2. 1項(1)の解説-1.に移されている。

20
(ウ) 平成29年火山ガイドでは、「マグマ溜まり」の特徴について、鉱物の分離若しくは新しいマグマの注入・混合により「マグマ組成の変化が普通に起こる」とされていたが（前記第2・2項(4)イ(ウ)、1. 4項(7)）、令和元年火山ガイドでは、「マグマ組成の変化が生じる」と、「普通に」という文言が削除された（1. 4項(6)）。

¹¹ 原規委「実用発電用原子炉に関わる新規制基準の考え方について」を指す。

ウ 2章：令和元年火山ガイドの概要

- (ア) 大きな位置づけとして、平成29年火山ガイドで立地評価の一部として5章に定められていたモニタリングが、火山影響評価のほかに、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ものとして、6章へと移されている（柱書、2. 2項）。
- 5
- (イ) 運用期間における火山活動に関する個別評価について、「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」とされた（解説-3.）。
- 10

エ 3章：原発に影響を及ぼし得る火山の抽出

- (ア) 平成29年火山ガイドでは、「将来の活動可能性のある火山を抽出する」とされていたが（前記第2・2項(4)エ(ウ)）、令和元年火山ガイドでは、「原発に影響を及ぼし得る火山を抽出する」と変更された（3. 3項）。
- 15
- (イ) 平成29年火山ガイドでは、階段ダイヤグラムにおいて、「将来の活動可能性が無いと判断できる場合」には個別評価対象外とし、それ以外は個別評価の対象とすることとされていたが（前記第2・2項(4)エ(ウ)）、令和元年火山ガイドでは、「将来の活動可能性が十分に小さいと判断できる場合」に個別評価対象外とし、それ以外を個別評価の対象とすることへと変更された（3. 3項(2)）。
- 20

オ 4章：原発の運用期間における火山活動に関する個別評価

- (ア) 前記第2・2項(4)オ(ウ)の「火山活動の可能性評価」に関し、令和元年火山ガイドでは、「巨大噴火」を「基本的な考え方」と同様に定義し（解説-10.）、過去に「巨大噴火」が発生した火山の活動可能性評価に当たり、「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
- 25

大かつ深刻な災害を引き起こす火山活動であるが、低頻度な火山事象であり有史において観測されたことがないこと等を踏まえて評価を行うことが適切である」とされ、「基本的な考え方」と同様、非切迫性の要件と具体的根拠欠缺の要件を充たせば、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、と改正された（４．１項(2)）。

(イ) 前記第２・２項(4)オ(エ)の「噴火規模の推定」については、過去に「巨大噴火」が発生した火山で、運用期間中における「巨大噴火」の可能性が十分小さい場合には、「検討対象火山の過去最大の噴火規模」を「当該火山の最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模」に読み替えることとされた（４．１項(3)）。

10

カ ５章：個別評価の結果を受けた原発への火山事象の影響評価

モニタリングが６章に移行したことに伴い、影響評価は５章に移行した。

影響評価については、前記第２・２項(4)キ(ア)の降下火砕物の層厚評価に関し、「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」に考慮対象から除外するとされていた例外要件が、「敷地及び敷地周辺で確認された降下火砕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」へと変更された（柱書）。

15

20

キ ６章：影響評価の根拠が維持されていることの確認を目的とした火山活動のモニタリング

(ア) 前述のとおり、モニタリングは個別評価とは別に行われるものとされ、評価時から、状態変化の検知により評価の根拠が継続されていることを確認することを目的として行うとされた。

25

平成２９年火山ガイドでは「噴火可能性につながるモニタリング結果が観測された場合」に必要な判断・対応をとる必要があるとされていたが（平成２９年火

山ガイド5章柱書)、「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」に、状況に応じた判断・対応を行う、と修正された(令和元年火山ガイド・6章柱書)。

- 5 (イ) 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発に到達したと考えられる火山」とされていたが(平成29年火山ガイド・5.1項)、「第四紀に設計対応不可能な火山事象が原発の敷地に到達した可能性が否定できない火山」へと修正され(令和元年火山ガイド・6.1項)、「過去の最大規模」という表現が削除されている。
- 10 (ウ) 監視項目に関し、「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」とされていたが(平成29年火山ガイド・5.2項)、「公的機関による火山活動の観測結果は、本評価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ない」へと修正された(令和元年火山ガイド・6.2項)。

15 3 被告の設置変更許可申請における評価の内容及び原規委の基準適合判断の内容(乙C103)

原規委による本件原発の新規制基準への適合判断は、2015(平成27)年7月15日の設置変更許可処分で示された(乙C103)。被告の設置変更許可申請における評価の内容及び原規委の基準適合判断の内容として、証拠及び弁論の
20 全趣旨に照らして、以下の事実が認められる。

(1) 原発に影響を及ぼし得る火山の抽出(本件火山ガイド3章)

- ア 被告は、本件設置変更許可申請において、本件原発に影響を及ぼし得る火山の抽出について、(1)地理的領域内にある42の第四紀火山のうち、完新世に活動を行
25 った火山として、鶴見岳、由布岳、九重山、阿蘇及び阿武火山群の5火山を抽出し、(2)完新世に活動を行っていない火山について、将来の活動可能性が否定で

きない火山として2火山を抽出した。

イ 原規委は、本件火山ガイド3章を踏まえ、被告の評価が本件火山ガイドを踏まえていることを確認した（乙C103・64頁、1項）。

5 (2) 火山活動に関する個別評価① - 活動可能性（本件火山ガイド4. 1項(2)）

ア 被告は、本件原発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、(1) 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については、本件原発に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価した。(2)火砕物密度流については、阿蘇以外の火山は考慮する必要がないと評価した。

10 イ 審査書においては、阿蘇について、本件火山ガイド4. 1項(2)の活動可能性評価に関する記載はみられない。阿蘇は完新世に活動を行った火山であり、規模の如何を問わず、運用期間中の活動可能性が十分小さいとはいえないことを当然の前提としているものと考えられる（乙C103・64頁）。

ウ これに対する原規委の基準適合判断は、次項でまとめて述べる。

15

(3) 火山活動に関する個別評価② - 噴火規模の推定及び到達可能性（本件火山ガイド4. 1項(3)）

ア 被告は、上記活動可能性評価に続き、(2)火砕物密度流について、阿蘇は、その噴火履歴から約9万～8.5万年前の阿蘇4噴火が大型のカルデラを形成する噴火の中で最大とされ、火砕流堆積物は九州北部及び中部並びに山口県南部の広い範囲に分布するが、敷地に近い佐田岬半島、また敷地周辺での地質調査の結果、阿蘇4火砕流堆積物が確認されておらず、敷地まで達していないと評価した。

25 また、(3)現在の阿蘇山の活動は、Nagaoka（1988）を参考にすると後カルデラ火山噴火ステージと判断されること、Sudo and Kong（2001）によると地下6kmに小規模なマグマ溜まりは認められるものの、大規模なマグマ溜まりは認められないこと、高倉ほか（2000）によると阿蘇カルデラの地下10km以浅にマグマと

5 予想される低比抵抗域は認められないこと、三好ほか（2005）によると大規模な流紋岩質～デイサイト質マグマ溜まりは想定されていないこと、また、国土地理院による電子基準点の解析結果によると基線変化は認められないことから、現在のマグマ溜まりは巨大噴火直前の状態ではなく、今後も、現在のステージが継続するものと判断されることから、運用期間中の噴火規模について、後カルデラ火山噴火ステージである阿蘇山での既往最大噴火規模を考慮するとした。

そして、阿蘇山起源の火砕流堆積物の分布は阿蘇カルデラ内に限られることから、本件原発に影響を及ぼす可能性はないと評価した。

10 (4)このように、本件原発の運用期間における火山活動に関する個別評価を行った結果、阿蘇は後カルデラ火山噴火ステージでの既往最大規模、それ以外の火山は既往最大規模の噴火を考慮しても、本件原発に影響を及ぼさないと評価した。

イ 原規委は、被告が行った運用期間における火山活動に関する個別評価は、活動履歴の把握、地球物理学的手法によるマグマ溜まりの存在や規模等に関する知見に基づいており、本件火山ガイドを踏まえていることを確認した。また、原規委
15 は、被告が本件原発の運用期間に設計対応不可能な火山事象が本件原発に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価していることは妥当であると判断した（乙C 103・64～65頁、2項）。

(4) 原発への火山事象の影響評価① - 九州カルデラ火山(本件火山ガイド6章)

20 ア 被告は、設計対応不可能な火山事象以外の火山事象の影響評価のうち、降下火砕物の影響評価について、(2)文献調査及び地質調査の結果から、敷地付近で厚さ5cmを超える降下火山灰はいずれも九州のカルデラ火山を起源とする広域火山灰であり、地下構造に関する文献によると現在の九州のカルデラ火山のマグマ溜まりは巨大噴火直前の状態ではないため、原発の運用期間中に同規模の噴火の可能性は十分低く、これらの降下火砕物が敷地に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価した。
25

イ 原規委は、上記評価について、文献調査、地質調査等により本件原発への影響を評価するものであり、本件火山ガイドを踏まえていることを確認した（乙C103・65～66頁、3項）。

5 (5) 原発への火山事象の影響評価② - 九重山（本件火山ガイド6章）

ア 被告は、降下火砕物の影響評価について、(3)九重山を給源とする九重第一軽石について、四国南西端の宿毛市で火山灰が確認されているとし、宿毛市における地質調査の結果、厚さ20cmの九重第一軽石を確認できるが、水流による再堆積層と判断できること、敷地周辺の宇和盆地の連続した細粒堆積物中に九重第一軽石と対応する火山灰層は認められないこと、九重第一軽石の分布の長軸は四国南西端方向であることから、敷地付近における降下火砕物の層厚はほぼ0cmと評価した。

また、文献調査の結果及び活動履歴等の検討結果を踏まえ、九重第一軽石と同規模の噴火規模を考慮し、須藤ほか（2007）の噴出量2.03km³及び長岡・奥野（2014）の噴出量6.2km³のケースで、移流拡散モデルを用いたシミュレーションを実施した結果、降下火砕物の最大層厚は14cmであったため、(4)敷地における降下火砕物の最大層厚を15cmと設定した。

粒径は、調査の結果1mm以下が主体だったことを踏まえ1mm以下、密度は乾燥密度を0.5〔g/cm³〕、湿潤密度を1.5〔g/cm³〕と設定した。

20 イ 原規委は、審査の過程において、九重山を対象とした降下火山灰シミュレーションによる降下火砕物の厚さと、既往文献による火山灰等層厚線図との整合性を検討して評価することを求めたところ、被告は、噴出量2.03km³に加えて、噴出量6.2km³のケースでも降下火山灰シミュレーションを行い、降下火砕物の影響評価を示した。

25 ウ 原規委は、これら評価について、文献調査、地質調査等により本件原発への影響を評価するとともに、数値シミュレーションによる降下火砕物の検討も行って

いることから、本件火山ガイドを踏まえていることを確認した（乙C103・6
6頁、3項）。

(6) 原発への火山事象の影響評価③ - 間接的影響（本件火山ガイド6. 1項）

- 5 ア 本件火山ガイド上、降下火砕物の間接的影響として長期間の外部電源喪失及び交通の途絶を想定し、外部からの支援がなくても、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が求められているところ、被告は、原子炉及び使用済燃料ピットの安全性を損なわないよう、ディーゼル発電機の7日間の連続運転により、電力の供給を可能とする設計としている。
- 10 イ 原規委は、被告の設計が、降下火砕物の間接的影響として外部電源喪失及び交通の途絶を想定し、ディーゼル発電機、燃料油貯油槽及び重油タンクを備え、ディーゼル発電機の7日間の連続運転を可能とするため、重油移送配管により燃料の輸送を確実に行う運用とするとしており、この方針が本件火山ガイドを踏まえたものであることを確認した（乙C103・70～71頁、8項）。

15

4 本件火山ガイドの策定経緯及びその後の原規委における議論等

本件火山ガイドの策定経緯及びその後の原規委における議論等として、証拠及び弁論の全趣旨に照らして、以下の事実が認められる。

20 (1) 新規制基準検討チームにおける議論の状況等

ア 2013（平成25）年3月28日・第20回会合

- (ア) 前記第2・2項(4)アのとおり、本件火山ガイドは、新規制基準検討チームの第20回及び第21回会合で議論され、決定された。

第20回会合では、火山学者の中田節也教授が招かれ、ヒアリングが行われた
25 (甲780(甲507))。中田教授が説明のための資料として提出したのが資料
1-1「原子力発電所の火山影響に関する考え方」である(甲781)。中田教授

は、以下のように発言している（なお、発言をそのまま引用すると長くなるため、引用者において適宜要約している）。

「図表4で火砕流が届いている地域（黄色で示した範囲）には原発は建てる
ことができない。」「距離さえ離せば原発の立地は基本的に大丈夫だが、カルデラ噴
5 火についてだけは、細心の注意をもってその評価をする必要がある。」（甲780・
3頁）、「最近の日本の火山活動は、マグニチュード4や5のものが少ないが、こ
れは日本の特徴ではなく、非常に異常な状態で、日本で必ず大きな噴火が起こる
ということが近づいているということが出来る。」「噴火の予測には、時期、場所、
10 規模、様式、推移という5つの要素があり、時期と場所（の予測）は何となくで
きているが、規模（どういう大ききで起こるか）、様式（どのような火山事象が発
生するか）、推移（どういう順番で起こるか）についてはまだ（予測が）できてい
ない。」「噴火予測の発展段階でいえば、観測やモニタリングによって火山活動の
異常が検出できる状態（第2段階）であり、観測が、異常で捕まるのに加えて、
15 過去の噴火に基づいた経験則によって、ある程度その噴火のシナリオを描くこと
ができるという段階。しかし、予測については多くの失敗をしている。完全には
予測ができていない。」（4頁）、「カルデラ噴火というような超巨大噴火について
の観測例というのは、世界のどこにもない。そういうものを果たして予測できる
かどうかというのが非常に大きな問題。モニタリングできちんと異常が捉えられ
る、あるいは、クライマックス噴火に至る先行現象が認識できるかどうかという
20 ことが、カルデラ噴火が将来起こるかどうかを判断する大きな材料であろうと思
っている。」（4～5頁）、「巨大噴火についていえば、一つのカルデラを取り上げ
るのではなくて広域に、列全体で熱の放出量がどうなっているかという観点で見
ると、統計的に扱うことができるだろうというのが私たちの希望である。」（6頁）、
「始良カルデラの場合も、実はもう既にあるデータから、始良カルデラの下にマ
25 グマが蓄積されているのがある程度見えている。」（7頁）、「モニタリングをして
異常は見つかるが、そのときにタイムリーに、カルデラ噴火が切迫しているかど

うかを言えるかどうかが今後の大きな課題。ただ、こういう大きな噴火が迫っていることを見逃すと、… (略) …深刻な問題につながる。」(8頁)、「火砕流が発生したから、すぐ対応しようということはもう不可能で、火砕流が来そうなどころには物はつくらないというのが基本。」(9頁)、「(マグマ溜まりに) どれぐらい溜まっているかということは、今の火山学では言えない。どれだけの量がどれだけの割合で膨らんでいるかという変化は見ることができるが、今どれだけ溜まっているかを言うのは非常に難しい。地震学的に、トモグラフィーでマグマがあるように見える赤い図を描くことがあるが、あれでも実はボリュームは全然わからない。どういう状態でマグマがあるかということは特定していない。初期状態としての噴出能力がどれだけある、マグマが溜まっているかということは、残念ながら今の火山学では言えない。」(11～12頁)、「規模の大きい噴火が起こる準備が下で整いつつあるかどうかというのは、その変化量というので多分、見ることができるのであろうという、そういう期待は持っている。」(12頁)、「(少なくとも何年前に前兆現象が捉えられるかという質問に対し) VEI 7、8の噴火を経験したことは、観測史上全然ない。7のタンボラ噴火が1815年にあったが、そのときは、数年前からいろいろな前兆的な現象があった。それがもっと前からあったかというのはちゃんとした記録に残っていない。近代観測した中でどういう具合に起こるかということは、実はよくわからない。」(火砕流は四方八方に広がるものかという質問に対し) 四方八方に流れているというのは事実で、これぐらい大きい噴火になると、普賢岳のような溶岩ドームが崩れて流れるような非常にちっぽけな火砕流ではなくて、1回噴き上がった噴煙が途中で浮力を失って一斉に斜面に流れ落ちる。それが四方八方に流れるので、どの方向によく流れるとか、そういうのはない。ほとんど火口から円を描いたような届き方をする。」(15頁)、「モニタリングをしても、異常があっても噴火しない、『噴火未遂事件』はある。気象庁が本当にモニタリングで現象を判断しようと思うと、今の体制では不備で、もっと精度のいいものを、その発現する場所の近くに置くということも

非常に重要な判断材料になる。」「(カルデラ噴火が発生した場合に、発電所側で燃料を運び出すというアクションを取れるだけの十分な時間的余裕があるかというのがポイントになるが、月単位、年単位というオーダーがある程度つかめるのかという質問に対し) どういう噴火を対象にするかで考え方は違うと最初に言ったつもりだが、カルデラ噴火の場合は、本当にどううまくタイムリーに判断できるかという、それで全て決まってしまう。」(24頁)

なお、本件原発も、甲781の3頁で黄色で示されている、火砕流が届いている地域に含まれている。

5 (イ) 第20回会合では、原規庁から、「原子力発電所の火山影響評価ガイド(案)の概要」という資料を基に説明がされた(甲782)。

10 当該資料のフロー図では、火山活動の個別評価について、「④原子力発電所の運用期間中に設計対応が不可能な影響が及ぶ大規模火山活動が発生する可能性が十分小さいか?」という基準が示されていた(甲782・3頁)。また、火山の抽出の段階では、「現在1万年以上の休止期間中にある火山で、当該火山の最大休止期間を超えており、かつ過去の最大噴出量が10km³未満であると推定される場合、火山活動が収束していると判断する」とされ、(甲782・6頁)、個別評価は、

15 ①噴火規模の設定、②設計対応不可能な火山事象の発生可能性、③推定される最大噴火規模で設計対応不可能な火山事象が到達する可能性、という手順で行うこととされていた(甲782・7～9頁)。

20 さらに、火山活動のモニタリングについては、「将来の活動可能性が否定できないと評価された火山」について火山活動を監視するために行うものとされた(甲782・10頁)。

後述するとおり、これらは第21回会合に提出された資料では修正されている。

25 (ウ) 第20回会合における中田教授の説明を受け、原規庁の山田知穂・技術基盤課長は、「(原発の運用期間中に設計対応が不可能な影響が及ぶような大規模な火山活動が発生する可能性が) 十分小さいと評価をされた場合、これについても、…

(略) …火山活動については、必ずしも十分な予測性を持ち得るかというところの話があるので、⑤ということで、地理的領域内の火山監視（モニタリング）をして、その結果として、もし大規模な噴火が出るようであれば、それに対する対応策がきちんと考えられているかを確認して、考えられているということであれば、影響評価に行くという流れにしてはどうかということ。」と説明した（甲780・18頁）。

また、「（設計対応不可能な火山事象が発生する可能性が）十分小さいと評価された場合については、その先のモニタリングをして、予兆を捉えたうえで対応していくという流れ。」「現在の知見では火山活動可能性及びその噴火規模については、その評価に不確実性を伴うということで、モニタリングをする。噴火の兆候が認められた場合の対応については、あらかじめ明確にしておく。」「モニタリングの結果として火山活動の兆候が見られた場合、基本的には、大きなところとしては、使用済燃料をどうするのかといったようなものを中心とした対応を考えておいてもらう。」（19頁）、「火山については、（他の外部事象とは評価の仕方が）少し違っている。その発生の頻度についてはかなり不確定性が大きい。地震に比べると、かなり熟度が低いのだろうと考えている。」などと説明している（甲780・28頁）。

(エ) 原規庁の山本哲也・審議官も、「地震はいつ起こるかわからないので、…起きることを前提に対策をする…（略）…ところが、火山の方は、…（略）…いろいろ兆候現象、…（略）…予兆現象があるから、それに応じて対策が考えられるのではないかということをも前提に考えている」旨発言している（甲780・28～29頁）。

(オ) 外部専門家として新規制基準検討チームに出席していた渡邊憲夫・研究主席（日本原子力研究開発機構）は、モニタリングに関し、「モニタリングをして、ある程度その予測なりなんなり、そういう情報をつかめたとしたときに、こういう発電所側でいわゆるアクションをとれるだけの十分な時間的余裕があるのかというの

が物すごくポイントになってくると思う」「原子炉を止めたから、すぐ燃料を運び出せるわけではないので、かなり長い時間がないとこういう活動はとれない」と指摘する（甲780・24頁）。

5 また、「プラクティカルに考えたときに、アクションがとれないのだったら、ある意味、何のためにやっているのかわからなくなってしまうので、その辺の考え方というのは整理しないといけないと思う。」「住民の避難とやはり根本的に違うところは、やはりある程度長い時間を必要とするというところにあるので、その部分をちゃんと考えないと、では、何のために原子力発電所に対してこういう要求をするのだとか、こういう注意喚起をするのだとかいうのが、意味がはっきり伝わってこないで、その辺はすこし整理をする必要があるんじゃないかなと思います」とも指摘している（甲780・25頁）。

10 (カ) 火山ガイドの原案を作成した原子力安全基盤機構（JNES）職員の安池由幸・企画部上席研究員（現在は原規庁職員）は、火砕物密度流についての間接的影響を考慮することに関連して、「（火砕物密度流の間接的影響評価について）例えば、
15 地理的領域の中の一番遠くにある火山が噴火したときに火砕流が発生して、発電所までは到達しないにしても、発電所付近の送電線とかインフラを破壊する。そのときに、火砕流によって壊滅的な状態になるので、そういったことに対応せよ、長期の外部電源喪失等を考慮せよというのがこの内容である。」と説明している（甲780・21頁）。

20 安池氏は、勝田忠広・准教授から、地理的領域（半径160km）に関して、将来的にもこの数字でよいのかと質問されたのに対し、「確かにこの160kmというのは、阿蘇の噴火で影響が及んだと思われる範囲を設定している。もし、今後もっと大きな、日本国内において200km、300kmの噴火が起こった場合は、そこは見直す必要があると思いますが、恐らくそうなった場合は日本がかなり大
25 打撃を受けると思うので、今の段階では（160kmのままでよいかどうかは）言えない。」と発言している（甲780・24頁）。

(キ) また、破局的噴火の影響をどこまで考慮するかという点に関し、JNESの阿部清治・技術参与が、「火砕流みたいなものに対して、どうせ来たら全滅するようなところで原子力発電所が事故を起こしても、これは諦めるしかないのではないか。そういうものについても、さらに防護を考えるのか。…(略)…火砕流のように、そこにいる人がみんな死んでしまうような、何もなくなってしまうような場合に、今度は生活ももちろんないわけで、そういうものに対してまで原子力発電所を防護する必要があるのか。」と疑問を呈したのに対し、更田豊志・原規委委員(後の委員長)は、「『防護する必要がある』という言葉の定義として、そもそも立地不適切というのは立地不適切。もちろん安全目標との関係でいえば、頻度の概念はあると思うが、そもそも立地不適切と思うのと、例えばそのエリアが全滅してしまうから、(原発が) あってもなくても関係ないと、そうではない。そういったところは、原子力発電所のような施設というのは、立地不適切と考えるのがふさわしい。」「お尋ねの、そもそもその領域が人も住めなくなってしまうし、全滅してしまうような領域であったときに、発電所の影響について考える必要があるかどうかという、私はそれはそもそも立地不適切と考えるべきだと思っ

5

10

15

いる。」と発言している(甲780・21~22頁)。

イ 2013(平成25)年4月4日・第21回会合

(ア) 第20回会合の約1週間後である4月4日に、第21回会合が開催され、引き続き火山ガイドの内容が討議された。この会合には中田節也教授は出席していない。

20

(イ) まず、冒頭で、山田知穂・技術基盤課長から、修正点の説明がされた。すなわち、甲784号証・1頁のフロー図を基に、「(④について、前回)カルデラ火山のような大規模なものについては、モニタリングである程度予兆がつかめるということで、その際に対応をどうするかを決めておけばよい、…(略)…と説明したが、大規模噴火であるかどうかの考え方について、必ずしもきちんと整理をさ

25

れていなかったところがあったということで、今日の資料を作成した。」「大規模噴火であれば、予兆がある程度の期間以前につかめるであろうということを前提としていたが、…（略）…必ずしも明確にこの状況であれば大丈夫と言い切れるかどうか、慎重に評価しなければいけない。それから大規模噴火ではない、普通の、それほど大きくない噴火であっても、影響が及ぶ範囲はここまでと必ずしもはっきり言い切れるものではなくて、少し慎重に評価をする必要があると指摘があり、火山活動については調査をした上で評価をするというフローに、今回、少し整理をし直した。」などと説明している（甲783・2～3頁）。

5
10
15
また、モニタリングに関しては、「対処の方針としては、対処を講じるために把握すべき火山の活動の兆候と、その兆候を把握した場合に対処を講じるための先ず判断をどうするかが固められていること。それから、自らの判断だけではなく、公的機関から何らかの火山活動の兆候があり対応すべきというような勧告のようなものが出た場合については、その方針には従う形になっているかどうか。それから、実際の対処の方針として、使用済み燃料を運び出すということになるので、十分な安全性を確保して運び出すというような計画になっているかどうかといったことの内容を確認していく」という方向性が示されている（甲783・4頁）。

(ウ) 兆候の把握や燃料の搬出に要する期間（いわゆる「リードタイム」）に関し、更田豊志・原規委委員は、「恐らく保安規定等で例えば手順みたいなものを整えておくとしたとしても、どういった手順であるか、十分であるかというものの判断が
20
25
難しい。…（略）…（噴火の）兆候がプレ活動として5年なのか10年なのか、どう考えておけばいいのか。それから使用済燃料の搬出といっても、それまで、直前まで使用されていた燃料を今度は使用済燃料プールで冷却して持ち出しとなると、使用済燃料プールの貯蔵本数にもよるけれども、恐らく5年ぐらいはかかる、5年でも私は割と厳しいところだと思いますけども、そう考えなきゃならない。」と発言している（甲783・5頁）。

(エ) 平野雅司・総括参事は、活動可能性評価に関して、「前回、先生（※中田教授）

から話を聞いたときに、多分、大規模なカルデラ火山みたいなものが起こる頻度が結構高かったんじゃないかという記憶がある。例えば1000年とか1万年とかというところでもしあるとすれば、低頻度高影響事象とも言えない事象になる。その場合、方針が定められているだけでは不十分で、もう少し具体的なところまで詰めておくべきという議論になるんじゃないか。」と発言している（甲783・7頁）。

これに対し、山田課長は、「(平野参事から)指摘あったような大規模なものも含めて、前兆がある程度把握できるだろうというところで、普通の確率論的な評価で対象にしているものとは少し性質が違うというのが、この評価のガイドの考え方の根っこになっている」「ちゃんとモニタリングをしっかりとやるというのが、まず一番の前提」と回答している（甲783・7頁）。

(2) モニタリング検討チームにおける議論の状況等

ア 2014（平成26）年8月25日・第1回会合（甲488）

その後、2014（平成26）年8月25日から翌2015（平成27）年7月31日にかけて、全7回にわたって、原子力施設における火山活動のモニタリングに関する検討チーム（以下「モニタリング検討チーム」という。）が開催され、この中では、モニタリングによって対処を行う基準や方針が検討されるはずであった。

ところが、実際には、参加した専門家から、そもそもモニタリングによって火山活動の兆候を適切に把握することは困難であるとの意見が続出し、基準を設けることが困難という議論になった。この重要な部分については、第2の1項(4)エ及びオで指摘したとおりである。

イ 2014（平成26）年9月2日・第2回会合（甲489）

(ア) 2014（平成26）年9月2日に開催された第2回会合でも、引き続き専門

家からの意見が示された。

- (イ) まず、会議に当たって、原規委の島崎委員長代理は、専門家に意見を聞く趣旨として、「規制庁のほうでよく知らないというか、知識の足りない点等々については、有識者の方々からもちろんいただくわけですが、実際にモニタリング
5 というかなりチャレンジングなことをしようとしているわけで、我々としても、大変わからなところが多い。」と、火山学について分からないことが多いことを認めている（甲489・6頁）。
- (ウ) そのうえで、まず、中田教授は、「モニタリングの主体が、やっぱり事業者であるということが評価ガイドの中で書かれていると思う。だけど、そこには、やはり
10 前回から議論しているように、事業者では限界がある。」「(SSG-21 の中では)やはり国、あるいは国際的な組織を活用して、やはりきちんとモニタリングをすべきであると（書かれている）。」「SSG-21 のことを言うと、同時にモニタリングするに当たっては、もちろん設置の前の段階で、モニタリングしたらどういう手
15 続をとるのか、どういうアラームが出たら何をするのかという、そういう手順もきちんと決めなさいとリコメンデーションをしている。」「事業者がモニタリングの主体であるということを何とか考え直すということができないかというのが質問と意見です。」「やはり国が組織する観測所を含む何か体制で、本格的にモニタリングするという姿勢が望ましいと思う。」と、火山ガイドの要求事項がSSG-
20 21の推奨を満たしていないことを指摘している（甲489・7～8頁）。
- (エ) これと関連して、藤井教授も、事業者や原規委だけでなく、もっといろいろな知識を集めるべきであり（それでも確実にできる保証はないと留保しつつ）、「せめてIAEAのガイドラインをつくったときのリコメンデーションみたいなものは本来やるべきだ」と発言し、IAEAの推奨を満たしていないことを指摘して
25 いる（甲489・26頁）。

- 25 これに対して、中田教授も、IAEAの推奨を説明し、現場の観測所を中心に、事業者、規制側、国の組織などを一体として意見交換して判断するという体制が

少なくとも必要と同調している（甲４８９・２６頁）。

- 5 (オ) 石原教授は、地下10kmより深いところのマグマは潜在的に蓄積されているという観点で疑って考えなければならないこと、東日本大震災のときには、GPS観測で（プレートが）押し込まれていることはわかっている、前兆すべりがあるという前提で考えていたがそうではなかったこと、火山でも同じようなことが起こりかねないことを一番危惧していることなどを述べている（甲４８９・２３頁）。
- (カ) なお、島崎委員長代理は、こういった原発における火山事象への防護について、「一般防災的なものと違うのは明らか」「巨大噴火の可能性がないなんていう判断ができるのかというのは、僕は疑問」と発言している（甲４８９・２７頁）。
- 10 (キ) 藤井教授は、これを受けて、過去に巨大噴火が差し迫っているかどうかの判断を迫られた事例はあるものの、それを判断することは相当困難である旨述べ、さらに、日本で地域防災計画等において、VEI6以上が考慮されていないのは、それ以上の噴火が「起こらないからではなくて、今は知見がないのでどうしようもない」からであると述べている。「VEI7が来る可能性だって十分にあるけれども、
- 15 わからないから今やっていないだけの話で、起こらないということを言うのは非常に難しい」とも発言している（甲４８９・２８頁）。
- (ク) さらに、藤井教授は、「我々はVEI7以上の噴火を経験していないので、何が起こるか正直わからないというのが事実」（ただし、あくまでも観測体制が整って以降経験していないという趣旨であり、歴史時代に経験がないという意味ではない）、
- 20 「今、カルデラ噴火のモデルは幾つかプリミティブなものはあるが、そのモデルのモニターのパラメータを推定するに足り得るようなモデルはどこにもできていない」、「ここではVEI7以上を巨大噴火と言いましょうと行って定義をしている」「大きくなると、かなり前から事が起こるかという保証も何もない」「今のレベルではとても無理」などと発言している（甲４８９・３２頁）。
- 25 (ケ) このような専門家の発言を踏まえ、火山ガイドの原案を作成した原規庁の安池専門職も、「その判断の基準ということになると思うんですけれども、現状のガイ

ド¹²の考え方とか、今の審査の流れの中では、やはり巨大噴火だから大きな予兆があるとか、大きな変動があるとかということを、当初は考えていたんですけども、やはりそれは、必ずしも起こるとは限らないと、そういうことなので、今の状態から、どのように――今の状態が、多分何がしかの小さい『ゆらぎ』の変化、『ゆらぎ』になるかもしれませんけども、何がしかの変化は多分捉えられるのではないかと考えておまして、その変化というのがどの程度かというのが、その大きさと長さについて、あまり具体的な、今、指標がないといえられない状況だと思います。」(甲489・30～31頁)と発言し、ガイド作成時には、噴火予測、モニタリングの精度について誤解していたこと、噴火の予測が可能であることを前提としていたこと、現在は、どのような場合に原子炉を停止して燃料を運び出す準備を始めるのか、指標がない状態であることを認めている。

ウ 2015(平成27)年8月26日・提言とりまとめ

提言とりまとめの内容については、前記第2の1項(4)エのとおりである(甲487)。

(3) 原子炉火山部会における議論の状況等

ア 原規委は、原規委設置法に基づいて原子炉安全専門審査会(以下、単に「専門審査会」という。)を設置しているところ、上記モニタリング検討チームにおける提言とりまとめを受け、2015(平成27)年12月16日、同審査会に対して、事業者が行うモニタリングの結果について評価するとともに、状況に変化が生じた場合に原子炉停止等の対応をとるべきことを前提に、原子炉の停止等に係る判断の目安について調査審議を行うよう指示した(甲720)。

これを受け、2016(平成28)年3月25日、専門審査会は、原子炉火山

¹² 令和元年改定前の本件火山ガイドを指す。

部会（以下、単に「火山部会」という。）を設置し、同年10月17日から2020（令和2）年3月6日までに、8回の会合を開き、上記モニタリングの際の原子炉停止等に係る判断の目安について議論した。

そして、2020（令和2）年3月18日の第72回原規委会合に、「火山モニタリングにおける『観測データに有意な変化があったと判断する目安』について報告書」を提出し（以下「判断目安報告書」という。）、了承された（甲719）。

イ 判断目安報告書によれば、「巨大噴火の前段階で何らかの前兆現象が生じることとは想定されるものの、歴史記録として巨大噴火を経験しておらず、地質学的情報を基にした研究が進められている段階であり、原子炉の停止等に係る判断の目安となる前兆現象を明確に定義することは困難であることから、現在の科学的知見で検討可能である、『平常時の火山活動とは異なる兆候を継続的に示している場合の目安』であると考え方を整理した。その上で、モニタリングにおける観測データに、過去からの長期的な傾向と比較して、大きな変化が生じ、かつ、それが継続しているといった観測結果が得られた場合、『モニタリングの監視強化』を行うことを想定し、その判断に用いるための目安、すなわち、『観測データに有意な変化があったと判断する目安』として調査審議を行うこととした」とされる（甲719・5頁）。

つまり、もともと、原規委は、「原子炉の停止等に係る判断の目安」について調査審議するよう指示していた（甲720）にもかかわらず、火山部会は、原子炉の停止等の判断の目安の提示を断念し、原規委としてはそれで了解したということになる。

ウ また、同報告書は、「観測データに有意な変化があったと判断する目安」について定量的に定めず、「観測データが、過去からの長期的な傾向と比較して、大きな変化が生じ、かつ、それが継続しているといった観測結果が得られた場合」がこれに該当するという定性的な定義しかできていない（甲719・6頁）。

そして、観測データの時空間的变化に着目し、それらの急激な増減や消長、傾

向の著しい転換等の観点、火山噴出物の組成変化の観点から、『観測データに有意な変化があったと判断する目安』に該当するかどうかを判断するために必要な監視項目及び確認事項」をチェックリストとしてまとめたにすぎない(甲719・5頁)。

- 5 エ 結局、どのような場合に原子炉を停止して燃料を運び出すかの基準は、現時点でも明確に定められないままである。判断目安報告書は、あくまでも、監視強化のための目安に該当するかどうかの判断に関する監視項目等を定めたにすぎず、原子炉の停止等の基準は定められなかった。モニタリングは、幸運にも安全に寄与する可能性がある、という程度のものであり、事故を防止するための措置とは到底いえないことが、明確に位置づけられたといえる。

(4) 降下火砕物検討チームにおける議論の状況等

ア 降下火砕物検討チームの設置

- 15 第2・2項(5)ア(ウ)で述べたとおり、2017(平成29)年1月25日の原規委第57回会合において、降下火砕物検討チームが設置され、濃度の評価・推定手法についての考えをまとめることとなった。

- 20 同チームは、同年3月29日、5月15日及び6月22日の3回開催され(議事録は、それぞれ甲562、甲563及び甲560)、第1回及び第2回会合に、外部専門家として、産総研の山元孝広氏と、国立保健医療科学院の石峯康浩氏が招かれた。

イ 2017(平成29)年3月29日・第1回会合(甲562)

- 25 (ア) 第1回会合では、いずれの専門家からも、セントヘレンズ噴火における実際の気中濃度は、ヤキマ観測値(33 mg/m³)よりも桁で大きくなると思われること、全く当てにならない数字であることが指摘され、むしろ、電中研報告にあるような1〔g/m³〕という数字はおかしな数字ではないことが指摘された(甲562・

15頁、26頁)。

(イ) また、山元氏は、1〔g/m³〕程度の降灰濃度の噴火は、「非常に頻度の高い検証¹³で、いとも簡単に超えてしまうようなものが多々あるだろうなと思わざるを得ない」と述べている(甲562・37頁)。

- 5 (ウ) この会議においては、濃度推定の手法として、①観測値の外挿により推定する手法、②降灰継続時間を仮定して堆積量から推定する手法、③数値シミュレーションにより推定する手法の3つが示され、15cmの層厚の地点における気中濃度を②の手法で計算すると、降灰継続時間を24時間と仮定した場合、濃度が2～4〔g/m³〕となることが示された(甲564・8頁)。
- 10 (エ) 山元氏は、濃度の推定に関して、推定において導かれた数値が本当に合っているかどうか検証を行うべきと述べる(甲562・27～28頁)。

ウ 2017(平成29)年5月15日・第2回会合(甲563)

- 15 (ア) 第2回会合では、15cmの層厚の地点における気中濃度を③の手法で計算すると、降灰継続時間を24時間とした場合、5〔g/m³〕弱となるような結果が示され(甲564・15頁)、石渡明・原規委委員から、一番大事な結論として、いずれの条件においても、気中濃度は1～2日程度数〔g/m³〕が継続するという点であることが確認された(甲563・27頁)。

- 20 (イ) 原規庁の専門職である安池由幸氏は、原規庁の推定手法②及び③で示された「数〔g/m³〕」という濃度(改正後火山ガイドの「3.1の手法」及び「3.2の手法」に相当する)は、常識的な範囲での想定であると述べている(甲563・25頁)。

(ウ) 産総研の山元孝広氏は、第1回会合において気中降下火砕物濃度の推定手法に関する検討が中途半端に終わってしまったことを踏まえ、記録の残っている火山

¹³ 「現象」の誤記である。

の実測値に基づいて、濃度がどのような数値になるのかを検証すべきことを強く指摘している。そして、そういった実測値から導かれる数値（「3. 1の手法」に基づく数値と考えられる）と、シミュレーションによって得られた数値（「3. 2の手法」に基づく数値と考えられる）とを比較して、1つでもいいから、具体的な数値を確認すべきだということ、つまり、実際の記録と、シミュレーション結果とを比較検討すべきことを強調している（甲563・25～27頁）。

5

(エ) 石峯康浩氏は、気中濃度の試算において、一番小さい粒径で0. 25mmとして計算しているところ、「計算に用いた粒径が比較的大きな粒径を使っているので、それだと、先ほどの電力会社さん等は大きいものは終端速度で落ちるので吸気されないという、そこと整合性がうまく取れているのかというところをちょっと疑問に思った」と述べている（甲563・31頁）。

10

また、「終端速度で落ちてくるものを考えているので、乱流混合しながらサスペンション¹⁴の状態になってもあまりシミュレーションそのものに含まれて、その降下がうまく入っていないものが多いんじゃないか」と、火砕物が降下する実現象、すなわち、終端速度で素直に落下するだけではなく、乱流を生じながら落下することをシミュレーションが捉えられないことの問題（不確実性の大きさ）を指摘している（甲563・31頁）。

15

(オ) なお、第2回会合資料では、「手法②～③による推定値を考慮」するとされ（甲564・17頁）、手法①ないし③のいずれも大きな不確実性を含んでいることを前提として、設計基準を設定することが困難であることが示されるとともに、規制上の考え方（案）としては、「手法②及び手法③による推定値を考慮」するとされている（甲712・2頁）。

20

ところが、その次の規制上の具体的取扱いにおいては、突如として「手法②（「3. 1の手法」に相当）又は手法③（「3. 2の手法」に相当）」において参考濃度を

¹⁴ suspenSiOn とは、懸濁液、すなわち、微細粒子が液体中に分散した状態をいうが、ここでは空気中に微細粒子が激しく乱れて移動する状態をいうと考えられる。

設定するとの記載が現れている（甲 7 1 2 ・ 2 頁）。

もつとも、この点に関し、専門家からは、少なくともいずれか一方でよいという議論は見られず、むしろ、前述のとおり、不確実性の大きさを踏まえてしっかりとした評価が行われるべきことが述べられていた。

5

エ 2017（平成29）年6月22日・第3回会合（甲560）

10 (ア) 第3回会合では、降下火砕物検討チームにおける議論の取りまとめが行われたが、この会合には外部専門家が一人も参加していない。第2回会合で指摘された専門家の意見は踏まえられないまま、前回から引き続き、手法②及び手法③は大きな不確かさを含んでいるものの、両手法による推定値を考慮し、機能維持のため
15 10 気中降下火砕物濃度及び継続時間を設定するとしつつ（甲565・2頁及び6頁）、規制上の要求としては、手法②又は手法③で参考濃度を設定することとされた（甲565・2～3頁）。

15 (イ) また、火山灰の硬度に関して、電源開発株式会社の岩田吉左・室長代理から、火山灰は、砂と比較して倍以上もろいから、あまり影響はないだろうと整理している、という発言があったのに対し、石渡委員は、「シラスというのは、あれは約
20 3万年ぐらい前に噴出したもので、どこからとったかにもよりますが、かなり風化しています。あれはガラスが主体ですね。ところが、火山灰というのは、これは、給源の火山のマグマの性質とか、あるいは、風の具合とかによって、ガラス
25 が主体の灰が降ってくることもありますし、結晶が主体の灰が降ってくることもあります、クリスタルタフ（アッシュ）というんですね。結晶が降ってくる灰の場合は、これはまさに、一番硬い砂に相当するようなものが降ってくるわけですね。ですから、必ずしもこれは、もしシラスのデータだけで言っているとすれば、これはそういう一つの例としてそういう場合があるという話で、火山灰一般の話とは違うと思うんですね。そこのところはやはり、これはもうちょっと、もし一つのデータだけで言っているとすれば、これはちょっとデータが不足なのではな

いかなという気がする」と発言している（甲560・22頁）。

オ 2017（平成29）年7月19日・原規委第25回会合（甲566）

5 このような議論を踏まえ、原規委の第25回会合に提出された資料が甲567号証であり、議事録が甲566号証である。この資料では、降下火砕物検討チームにおける資料では見られた「手法②及び手法③」という表現がなくなり、第2・2項(5)ア(エ)で述べたとおり、「3. 1の手法」又は「3. 2の手法」のいずれか一方を考慮すれば足りることとなった。

これが、平成29年改正火山ガイドに反映されたのである。

10

5 その後の事情

(1) 平成29年火山ガイド改正と被告の気中濃度推定の修正

15 前述のとおり、平成29年火山ガイド改正により、気中降下火砕物濃度の推定手法について見直しがされたが、これに対しては原規委のバックフィットという形での基準適合審査は行われていない。

被告は、「3. 1の手法」を前提として、まず、火山灰の密度を1〔g/cm³〕、設定層厚を15cmと設定し、1m²当たりの総降灰量（W_T）を1.5×10⁵〔g/m²〕と求めた。

20 次いで、降灰継続時間を24時間と設定し、Tephra2によるシミュレーションで算出された粒径分布を用いて、各粒径ごとの降灰量（W_i）を求めた。

さらに、各粒径ごとの堆積速度と終端速度を計算し、終端速度（r_i）を用いて、粒径ごとの気中濃度（C_i）を算出した。全ての粒径においてこのような処理を行った結果、全体の気中濃度を、3.01〔g/m³〕と算出した（甲570・10頁）。

25 被告は、本件訴訟においても、このような降灰によっても、運転しながらフィルタ交換が可能な構造となっているカートリッジ式フィルタを用いるから目詰まりによって吸気機能を喪失することはないと主張し、また、フィルタによって9

9. 9%の火山灰を捕集できるから、非常用 DG 機関内に火山灰が侵入することを防止できると主張している。

また、立地評価については、第2・3項に記載されたほか、本件訴訟において主張しているのは、全て本件訴訟に至って主張を始めた事情であり、原規委の判断を踏まえたものではない。

(2) 基準適合審査に関する中田節也教授の受け止め（甲814）

ア 新規制基準検討チームに招かれて説明を行った唯一の火山学者である中田節也教授は、川内原発に関する2015（平成27）年4月22日鹿児島地裁仮処分決定において、破局的噴火の前兆現象を把握できるかのような決定がなされたことに対し、雑誌『科学』のインタビューで強く批判している。

まず、川内原発に関して、始良カルデラにおいて破局的噴火が発生する可能性が否定できないことを前提として、「なぜ（火砕流が）届かないといえるのか、つめて学問的に言えるようにならないと、許可しないほうがいい」という考えに変わりはなく述べている（甲814・568頁）。

イ また、鹿児島地裁決定は、新規制基準検討チームにおける中田教授の発言を曲解しているところ、「私は、なんらかの前兆はつかまえられるとは、確かに言いました。ただし、その前兆が大規模噴火につながるかどうかは、今の技術ではわからない、という話をしたつもりです。確かに、カルデラ噴火の1年くらい前から異常があったという地質的な記録・データはあります。…（略）…しかし、それが普通の噴火になるのか、大規模噴火になるのかは、数年前にはわからないのです」「数週間前や1カ月前にはわかるでしょう、という話を私はしたのです。…（略）…それは、住民用（の施策）です。原子力施設には無理です。猶予がありませんから。原子力施設については、（核燃料の移動に）数年とか5年かかるわけですから、それについては無理だという話をしたはずなのです。…（略）…原発に期待する数年、あるいは5年前（に予測すること）は不可能です。タイムスケールが

(決定書には)ほとんど書かれていないでしょう。ごっちゃにしています」と強く批判し、改めて、噴火の予測が困難であることを指摘している(甲814・568~569頁)。

ウ また、編集部から、「決定は研究者の発表が都合よく利用されたという印象がある、という火山学者の声を聞きました」と水を向けられて、「そうですね。断片的に切り出していて、都合の良いところを利用された感があります」と同調している(甲814・569頁)。

中田教授は、本件火山ガイドの流れ自体はやむを得ないと述べつつ、噴火予測(立地評価)には不確実性が含まれることを指摘し、「規制庁がOKをだしてしまったから、モニタリングで大規模噴火が予測できるかできないかの議論になってしまいました。そこは大間違いです。モニタリングで大規模噴火を予測できるからやりなさいとは、一言も言っていません。そうではなくて、限りなく可能性が低いとして立地を認めた場合に、念のためモニタリングをなさい、ということなのです」と、活動可能性評価が不十分だったために、モニタリングに過度に依拠した審査になってしまったことを批判している。

この点については、さらに、「要するに、国はどうしても、(川内原発の審査を)通したかったということです。既にあるもの(既存原発)については、立地評価を『うすめて』通したい、というもくろみがあったのではないのでしょうか。立地評価できちんとすればよかったです」「(立地評価をきちんとせずにモニタリングに)押し付けたのです」と厳しく批判している(甲814・569頁、573頁)。

エ 九州電力は、川内原発の敷地に始良Tn噴火の火砕流堆積物がないということの一つの根拠として、火砕流の到達可能性を否定したが、中田教授は「(堆積物は)流れてなくなります。」「(より密度の小さい火砕サージの)堆積物はわずかで、残りにくい。とくに斜面であれば、雨に流されてなくなります。火砕流の本体は分厚くはたまらなかつたかもしれないけれども、その上の火砕サージが届いている

可能性が高い。」「地質屋の中には、堆積物がないことから火砕流が到達しなかったと主張する人がいますが、それは、火砕流本体の分厚いものが来なかったというだけの話だと思います。」などと、堆積物がないことから火砕流が到達していないと判断することの誤りを指摘している（甲814・569～570頁）。

- 5 オ 周期性に関しても、中田教授は、「(平均間隔が)9万年だとして、前の噴火から今3万年経ったから大丈夫だとは、誰も言えません」「阪神・淡路大震災が起こる前の、その地域の地震発生確率はせいぜい数%でした」「本当に9万年おきにきちんと起きているという規則性があればいいけれども、そうではなく、ばらついていきます。その平均でしかありません。3万年の後にすぐに起きないと保証できるのかどうか」「間隔の平均値を信じることに意味があるか、ということになります」と述べている。

実際、少なくとも始良カルデラについては、カルデラ噴火のマグマ蓄積率と考えてもいいような高い数値であることも指摘している（甲814・571頁）。

- 15 カ 加えて、中田教授は、どこまでを安全とみるかについて、「あやしい時には、つくらない、動かさないということだ」と断じている。中田教授は、『『国が動かしたくて、審査を曖昧にしたように見える』』というような説明をすると、外国の規制の人はすごく怒るんですよ。そんなことはありえない、規制機関は完全に独立していなければならない、と。日本のルールというのはどこかおかしいです」とも発言しているが（甲814・573頁）、裁判にはよりいっそう妥当する。国に
20 付度して差止めの判断を控えるなどということは、司法の独立という点でも、絶対にあってはならない。

第3 噴火の中長期的予測を前提としていることに関する基準の不合理性（争点I

①)

- 25 1 本件火山ガイドは噴火の中長期的予測を前提としていること

本件火山ガイドが噴火の中長期的予測が可能であること、モニタリングによっ

て、噴火の相当前の時点で破局的噴火の兆候を把握できることを前提としていたこと、原規委も、本件原発の設置許可の時点（2015（平成27）年7月15日）でも、同様の前提に立っていたことは、第2・2項(4)の本件火山ガイドの規定、及び、第2・4項(1)の新規制基準検討チームにおける議論の状況等に照らして、優に認定できる。

これらは、裁判所において、議事録等を踏まえて丁寧に事実認定を行えば優に推認できる事柄であり、専門技術的裁量の範疇にはない。これと異なる判断はあり得ない。

10 2 現在の火山学の水準では噴火の中長期的予測は困難であること

しかるに、第2・1項(4)で述べた現在の火山学の水準、第2・4項(2)で述べたモニタリング検討チームにおける専門家の発言などに照らせば、現在の火山学の水準では、噴火の中長期的予測は困難で、阿蘇、始良、鬼界など九州のカルデラにおいて、本件原発の運用期間中における破局的噴火の可能性が十分小さいということ、相応の精度で認定することは困難である。

本書面では、これらに加え、本庁及び他庁（広島地裁及び鹿児島地裁）において行われた専門家等の証人尋問の結果を踏まえ、この点について補充する。

これらの尋問における主要な証拠は以下のとおりである。

20 ① 松山地裁2023（令和5）年6月20日・町田洋証人尋問

i 2016（平成28）年7月31日付陳述書（甲485の1）

ii 2017（平成29）年2月13日付陳述書（甲485の2）

iii 2018（平成30）年8月2日付プレゼン資料（甲692）

iv 2023（令和5）年5月15日付意見書（甲915）

25 v 2023（令和5）年6月20日付証人尋問書証綴り（甲925）

vi 2023（令和5）年6月20日付尋問調書

- ② 広島地裁2023（令和5）年7月5日・巽好幸証人尋問
- i 2021（令和3）年9月19日付意見書（甲807）
 - ii 2023（令和5）年4月21日付意見書（甲948）
 - 5 iii 2023（令和5）年7月5日付証人尋問書証綴り（甲955）
 - iv 2023（令和5）年7月5日付証人尋問調書（甲954）
- ③ 松山地裁2023（令和5）年10月10日・巽好幸証人尋問
- i 2023（令和5）年10月10日付証人尋問書証綴り（甲953）
 - 10 ii 2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書
- ④ 鹿児島地裁2024（令和6）年2月7日・巽好幸証人尋問
- i 巽好幸『富士山大噴火と阿蘇山大爆発』第4章、第5章（甲1167）
 - ii 2024（令和6）年2月7日付主尋問提示予定資料（甲1168）
 - 15 iii 2024（令和6）年2月7日付反対尋問提示予定資料（甲1169）
 - iv 2024（令和6）年2月7日付尋問調書（甲1170）
- ⑤ 鹿児島地裁2024（令和6）年3月6日・赤司二郎証人尋問
- i 2024（令和6）年3月6日付尋問調書（甲1171）

20

3 前提となる火山学の知識に関する証言

(1) 火山フロントと火山活動

日本列島は、海洋プレートが陸側のプレートの下に沈み込む、いわゆる「沈み込み帯」に位置している。沈み込み帯においては、プレート境界から内陸側にプレート（太平洋プレートとフィリピン海プレート）が沈み込んだ地下深くでマグマのもとが生成され、マグマが地上で表出する場所が火山となる。そのため、日

25

本列島の中には、火山がしやすい場所（火山活動が活発な場所）が存在する。火山活動が活発な地域と全く見られない地域の境界を火山フロント（火山前線）と呼ぶ。九州地方から中国地方北部にかけて、陸側のユーラシアプレートの下にフィリピン海プレートが沈み込む西日本火山帯が存在するところ、火山フロントの東側には火山がなく、前線のすぐ西側に火山が集中している。本件で問題となる阿蘇、始良カルデラや九重山はこの火山活動が活発な地域に存在する（町田洋証人2023（令和5）年6月20日付尋問調書・番号13～15、甲925・9頁）。

10 (2) 噴火の規模

ア 噴火の規模を表す指標としては、火山爆発指数（VEI）以外に、噴火マグニチュードがある。火山爆発指数は、火山砕屑物（＝火砕物）の噴出量（体積）に基づいて噴火を区分するものであり、体積が一桁増えるとVEIも1つ増える、という関係にある。要するに、桁（オーダー）によって区分をしている（甲954・15～2頁、甲955・4頁）。

イ 火山爆発指数は、噴出物量（見かけ体積）で表す場合と、マグマ噴出量で表す場合がある。噴出物量には火山灰など密度の小さい火砕物が含まれるが、マグマ噴出量は、それらがマグマの状態であった場合（地下のマグマ溜まりではこの状態である）の体積に換算したものである。噴出物量は、概ね、マグマ噴出量の2.5倍程度と考えられている（甲954・2頁、甲1170・番号4～6）。

ウ 噴火マグニチュードは、火山噴出物の総重量によって区分したものである。火山灰や火砕流だけでなく、溶岩流等も含まれる（したがって、火山爆発指数と噴火マグニチュードは、単に体積で区分するか重さで区分するかというだけの違いではない）。火山爆発指数と同様、桁（オーダー）によって区分する（甲954・25～3頁）。

エ 甲955・4頁の「名称」欄は、火山学における一般的な呼称であり、特

に、大規模噴火、巨大噴火及び超巨大噴火（破局的噴火）は、「統計学的な違いに基づいて命名されている一般的な方法」とされる。火山ガイドにおける「巨大噴火」という用語は、①溶岩流を重要視していない点、②数十km³という数値に根拠がないという点で、火山学における「巨大噴火」とは異なる（甲954・4頁）。異教授は、VEI7以上の破局的噴火と、それより小さい（火山学上の）巨大噴火とを同じ「巨大噴火」というカテゴリーで表している点で、火山ガイドは適切ではないと証言している（甲954・5頁、異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号9～15。争点I②との関係）。

10

(3) 鉱物の種類とマグマの特徴

ア 鉱物（とりわけ火山岩）の種類について、火山岩は、主に二酸化珪素（SiO₂）がどの程度含まれるか（重量パーセント）によって、流紋岩～デイサイト～安山岩～玄武岩と分類される（流紋岩の方が二酸化珪素の含有割合が多い。甲953・155頁）。

イ 流紋岩質（珪酸や長石に富むことから「珪長質」とも呼ばれる）のマグマは二酸化珪素が70%程度と豊富で、色は白っぽく、粘性が大きい。

他方、玄武岩質（苦土（マグネシウム）や鉄に富むことから「苦鉄質」とも呼ばれる）のマグマは二酸化珪素が50%程度と少なく、色は黒っぽく、粘性が小さい。鉄が含まれているため、比重は重くなる。一般に、玄武岩質マグマの方が、珪長質マグマよりも温度が高い。

20 デイサイトは、安山岩と流紋岩の中間的なものをいうところ、日本列島のような沈み込み帯ではその組成の岩石が多くみられる（甲954・5～6頁、異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号17～20）。

25 ウ 流紋岩質よりも玄武岩質のマグマの方が密度（比重）が大きいため、マグマの上昇が起きた場合でも、停止する位置（浮力中立点）が変わる（甲954・6頁、

異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号17）。

エ また、流紋岩質マグマの方が粘性が大きいため、爆発的な噴火を起こしやすいが、流紋岩質マグマでなければ起こさないわけではなく、阿蘇2や阿蘇3など、中間的なマグマ（安山岩質マグマ）で破局的噴火を発生させた例もある（甲954・6～7頁、異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号21）。

これに対して、被告代理人から、阿蘇2及び阿蘇3について、神戸大学の金子克哉氏の見解を挙げて、珪長質マグマが関与していたのではないかという趣旨と思われる反対尋問があった。異教授は、広島地裁での尋問で、「（金子氏は）珪長質マグマと玄武岩質マグマの両方が関与して安山岩質マグマになったということ
10 を主張していた」と答えたが（甲954・59頁）、本庁の尋問で、金子氏の見解は、阿蘇のカルデラ噴火に珪長質マグマも関与しているから「現在の阿蘇がカルデラ噴火を起こすような状態ではない」という被告のような主張ではないことを改めて述べている（異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調
15 書・番号22～26）。

(4) 火山の活動期間（寿命）とその原因

甲955・6頁は、大型の活火山がいつ頃から活動を開始したのかを集計したもので、横軸は活動開始年代であり、縦軸は火山の個数を示している。したがって、この図からは、比較的大型の活火山の活動時期が100万年前より古い時から始まっている、寿命が100万年を超える火山も数多く存在しているということが分かる（甲954・7頁、異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号27）。

この「火山の寿命」は、火山を形成しているマグマを作る熱源の寿命、継続時間と関係している。すなわち、後述するようなマントルダイアピルが冷えるのに要する期間と関係していると考えてよい（甲954・13～14頁、異好

幸証人 2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号28～29）。

4 火山噴火のメカニズム

5 活動可能性評価の妥当性に関しては、主として異教授の意見書及び証言が重要である。これらを踏まえて、マグマが地下でどのように生成し、それがどのように地表付近¹⁵に上がってきて、噴火に至るのかというメカニズムについて述べる。

(1) 沈み込み帯におけるマグマの生成

10 日本列島の場合、マグマが発生するのは、海洋プレートが陸側のプレートに沈み込んでいった深さ100～200km付近と考えられている（甲807・3頁、図1）。プレートとマンツルの意義について、甲954号証・7～8頁で触れられている。

15 海洋プレートは大量の水分を含んでいるが、海洋プレートが沈み込む過程で水分が絞り出され、周囲のマンツルと反応して、「含水マンツル」を形成する。これが深さ100～200kmになると、ほぼ絞り出され（脱水分解）、水を含んだこと
15 によって融点が下がったマンツルは、高圧・高温下で融解してマグマを発生させる（甲954・8～9頁、異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号77～85、甲807・3～4頁、図2、甲1170・番号52）。

20 (2) マンツルダイアピルの形成と上昇

地下深くで生成された液体・高温のマグマは、周辺の固体マンツルよりも軽い（密度が小さい）ため、エネルギー的に不安定さを解消しようと、マンツルダイアピルとして、周辺のマンツル物質を溶かしながら上昇する。マンツルダイアピ

¹⁵ 付近といっても、地下数km～十数kmはある。これは、マリアナ海溝と同じか、それよりも深い程度の位置である。マグマ溜まりの位置を表す模式図として、しばしば、山体のごく近くにマグマ溜まりを描くものがあるが、位置関係という意味では、誤解を与えるものである。

ルは固体のカンラン岩とメルト、すなわちマグマからできており、このマグマは超苦鉄質～苦鉄質が中心で、温度は、1300℃程度の高温である。

これは、卑近な例でいえば、モーション・ランプの原理と同じであり、ランプの中の球体が、マントルダイアピルであるとイメージすればよい（図表1）。



5

10

マントルダイアピルは、地殻とマントルの境界面である「モホ面」まで上昇することもあれば、そこまで上昇しない場合もある。前述のとおり、日本列島において、火山フロント（火山前線）西側の火山活動の盛んな地域では、マントルダイアピルがモホ面まで上昇していると考えられている（以上、甲954・9～10頁、2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号86～92、番号255～256、甲1170・番号53～54）。

図表1 モーション・ランプのイメージ

15

(3) 地殻の融解とマグマ溜まりの形成

ア モホ面まで上昇したマントルダイアピルは、地殻の下部を熱して地殻を融解する（甲955・4頁）。

20

マントルダイアピルに近い部分は高温になり玄武岩質マグマ（苦鉄質マグマ）となり、マントルダイアピルから遠い部分は低温の流紋岩質マグマ（珪長質マグマ）になるなど、多様な組成のマグマが形成される（部分融解）。

25

イ 地殻底部で部分融解したマグマのうち、玄武岩質マグマは、粘り気が少なく、マグマ発生領域から容易に上昇して、親マグマ溜まりを形成する。他方、珪長質マグマは、粘り気が強く、上昇しにくいものの、周囲の地殻物質との密度が中立になる付近で巨大なマグマ溜まりを形成する（甲954・10～12頁、異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号93～100、番号257～258、甲1170・番号55～57など）。

- ウ 珪長質マグマが上昇するメカニズムには、地殻の^{ひず}歪み速度（変形速度）が関係しているとされる。例えば、地殻の^{ひず}歪み速度が小さく、地殻物質の隙間、クラック等が保持されやすいような場合には、親マグマ溜まりより浅い位置まで上昇し、周囲の地殻物質との密度が中立になる付近（ないしそれより深い位置）で巨大な
- 5 マグマ溜まり（子マグマ溜まり）を形成する。歪み速度については、甲1167・170～174頁に詳しい説明がある。
- エ また、マグマは、自身の密度よりも周辺の地殻物質の密度が小さい浅さにまで上昇することはできないが、逆に、周辺の地殻物質の密度の方が大きい位置（比較的深い位置）で定置することはあり得る（甲502・284頁）。
- 10 例えば、地殻内に硬い岩盤など上昇を妨げる環境があれば、それ以上上昇することができなくなることもある。プール等水の中で空気を放出すると密度が違うために上昇するが、途中で手やタオルなどで遮るとそれ以上上昇しなくなるのと同じである。その意味で、マグマ溜まりの位置は、「浮力中立点と同じか、それ以下」とされるのである。
- 15 したがって、浮力中立点の深さだけを調査しても、必ずしも、噴火につながるマグマ溜まりがないことにはならないし、例えば、マグマ溜まりが、流紋岩質マグマの浮力中立点とされる7km程度よりも深い場所に検出されたとしても、それゆえに流紋岩質マグマではないから破局的噴火を起こさないなどと断定することはできない（以上、甲954・12～13頁、巽好幸証人2023（令和5）年
- 20 10月10日付証人尋問調書・番号38～46）。

(4) 親マグマ溜まり等からのマグマの注入と発泡

- ア 現在、多くの火山学者が噴火の引き金になると考えているのは、深部にある親マグマ溜まり等から浅部（といっても地下5000～1万m程度のこともある。
- 25 富士山2～3個分の深さである）にある子マグマ溜まりへ高温の玄武岩質マグマが注入されるというメカニズムである。

高温の玄武岩質マグマの注入によってマグマ溜まり全体の温度が上がると、液状マグマに溶けることのできる気体（水蒸気）の量が減り、過剰な圧力がかかる¹⁶（あたかも蓋をした炭酸飲料を温めることにより、過剰圧が発生するのに似ている）。

5 この過剰圧に周囲の岩盤が耐え切れなくなると、亀裂が走り、そのスペースの分だけ圧力が下がり、水蒸気が発生する（発泡現象）。発泡により、さらに膨張が進んで、割れ目が広がっていく。

10 これが引き金となって火道（地表までのマグマの通路）が広がり、ついにマグマは地表に達して噴火へと至る。炭酸飲料の蓋を開けてスペースができると、圧力が下がって一気に発泡が進み、爆発的な噴出に至ることを想起されたい（甲954・12頁、巽好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号101～107、甲1170・番号58～61）。

15 カルデラ噴火では、この噴火過程でマグマ溜まりがほとんど空になるまで噴出し、これによって生じた空洞部分が陥没して、カルデラが形成される。ただし、1回の噴火で、必ずマグマ溜まりが空になるとは限らない。

5 巨大マグマ溜まりの状態と破局的噴火

(1) マグマ溜まりにおけるマグマの状態

20 ア 噴火が開始するには、その規模に見合うだけのマグマ溜まりが火山の地下に形成されることが必要であるが、マグマが完全に液体の状態で充填されているとは限らない。

むしろ、東宮（2016）によれば、近年、マグマ溜まりの大部分はマッシュ状（粥状）と考えられるようになったという（甲502・283頁、図1）。

¹⁶ 液体に溶解できる気体の体積Vは、圧力Pに比例し、温度Tに反比例する。

マグマのように、いろいろな成分からなる物質は、ある融点を超えれば全て液体になる、融点以下になれば全て固体になる、というのではなく、部分融解帯と呼ばれる部分が存在する。ある温度（ソリダス温度）を超えると部分融解が始まり、ある温度（リキダス温度）まで達すると全融解が起きるが、その間の温度

5 では部分融解の状態となる（甲954・20頁）。

イ （広義の）マグマ溜まりのうちで、直ちに噴火可能な（狭義の）マグマ溜まり（液体あるいはメルト優位のマグマ）は一部で、大部分は直ちには噴火不可能なマッシュ状（粥状。メルトより結晶が多い状態）と考えられている。全部がマッシュ状のマグマ溜まりである可能性もあり得る（甲954・24頁、異好幸証人

10 2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号56～60）。

（狭義の）マグマ溜まりは、高温でメルトが進んでいる状態（結晶が少ない状態）であり、甲955・13頁の図でいえば(a)のようなマグマである。(a)は噴火直前か、噴火直後の状態であり、これが冷却されて温度が少し下がると、結晶化が進み、メルトよりも固体が多くなって、メルトが上方へ移動して層を形成する

15 ようなことが起こると考えられる（同図の(b)の状態）。さらに温度が下がると、メルトは結晶の隙間に存在するけれども固体部分の隙間がなくなって流動性に乏しい状態となる（同図の(c)の状態）。マッシュ状というのは、(b)や(c)の状態をいうが、もちろん、グラデーションがある（甲1170・番号104～106）。

20 ウ 火山ガイドが定める各種の探査は、マグマがメルトであること（周辺の母岩との差異が明瞭であること）を前提とするものであるから、(b)や(c)の状態では、各種の探査等によってマグマ溜まりの存在を確認することは困難である（甲954・20～23頁、異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号47～55、甲1170・番号107～117）。

25

(2) 再活性化とそのタイムスケール

マッシュ状のマグマは、東宮（2016）にあるように、直ちに噴火することは不可能なマグマであるが、だからといって今後噴火しないマグマではない。

5 マッシュ状のマグマから成るマグマ溜まりも、親マグマ溜まり等から高温のマグマが供給されて温度が上がると、結晶よりもメルトが多い状態、すなわち噴火可能な状態へと変化する。これを「再活性化」と呼ぶ。

10 そのため、重要なのは、この再活性化のタイムスケールである。これは、供給されるマグマの温度や量、マグマ溜まりの大きさや温度に依存し、大きく変化すると予想されている。規模が大きい噴火になればなるほど、長期間のタイムスケールが必要であるが、巽教授によれば、VEI7の破局的噴火であっても、場合によっては10年オーダーで噴火可能な状態に変化して噴火に至ることもあるという（甲954・24～27頁、甲807・7～8頁、巽好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号68～72、甲1170・番号118～124）。

15 したがって、メルトの多い流動的なマグマだけでなく、マッシュ状のマグマも、再活性化によって噴火するポテンシャルをもったマグマ溜まりと考える必要がある。

(3) マグマ溜まりの検知は困難であること

20 ア 地下のマグマ溜まりを調査して検知することは、原理的には、病院のCT検査のように、地震波などを用いて行うことが可能である。

実際、米国のイエローストーンやインドネシアのトバ火山では、広範囲に稠密に配置した地震計で、自然地震を長期間観測するなどの方法を用いて、地下に巨大なマグマ溜まりが存在しているらしいことが知られている。

ただ、日本列島の火山では、このレベルの観測は行われていない（甲954・17～20頁、甲807号証・8頁、巽好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号30～37）。

5 もっとも、イエローストーンのように自然地震を用いた観測は、地震の数が少ないため、正確にマグマ溜まりの位置や大きさ、形状を求めることは困難である。高精度の推定を行うためには、人工地震を用いた高密度・大規模な観測が必要だが、このような調査はまだ世界に例がない。

10 これは、中田節也教授が、とりわけ噴火の規模について、「我々はまだできていないと考えています」と発言しているとおりであり、また、巽教授が、「現時点でマグマ溜まりの位置、形、それに大きさを正確に捉えた例はない」と指摘するとおりである。火山ガイドが掲げる地球物理学的調査によっても、マグマ溜まりを把握することは困難である（甲1170・番号16～21）。

15 イ さらに、このような観測が実現したとしても、マッシュ状のマグマから成るマグマ溜まりを捉えることができるかどうかは、現時点では分からないとされる。地震波探査等が、液体部分と固体部分との違いからマグマを把握しようという探査方法である以上、結晶の割合が増えた部分と、周囲の固体の地殻を識別することは相当に困難で、現在これらを捉えることができるかは分からないのである（甲954・23頁、巽好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号61～64、甲1170・番号37～45）。

20 ウ 巽教授は、上記のような理解をもとに、少なくとも現時点では、過去に破局的噴火を起こした日本列島の火山の地下に、近い将来破局的噴火を起こす可能性のある巨大なマグマ溜まりが存在しないことを示す科学的知見は存在せず、マグマ溜まりの存在を否定することは科学的に極めて困難だと結論付けている（甲954・25～26頁、甲807・8～9頁）。

25 エ 地震波探査等で、マグマ溜まりが確認できなくても、マッシュ状のマグマ溜まりがいわば隠れマグマ溜まりとして存在している可能性があり（甲1170・番

号51)、これが再活性化によって噴火する可能性がある以上、地下構造の把握から噴火可能性を否定することはできないのである。

(4) メカニズムの違い

5 ア 噴火の予測等に関する現在の火山学の水準について、原告と被告とで見解が対立しているように見えるが、その原因の1つは、被告が、上記のような火山学の一般的な知見を前提としていない(別のメカニズムを前提としている)ことにあるように思われる。

10 この点について、異教授は、『富士山大噴火と阿蘇山大爆発』という一般向けの書籍において、流紋岩質マグマが発生するメカニズムの違いに着目して説明している。

15 イ 異教授によれば、流紋岩質マグマが発生するメカニズムにつき、①もともとマントルで発生した玄武岩質マグマが結晶化することによってマグマの組成が変化する作用で、「結晶分化」というメカニズム、②地殻の下部を作る玄武岩質の岩石が融けてできる「部分融解」というメカニズムの2つがあるという。

前者(①)は、液体のマグマが冷えて固まっていく過程で、玄武岩質マグマから流紋岩質マグマができる、というものであり、後者(②)は、マントルダイアピルに熱せられて地殻底部付近の岩石(固体)が融ける過程で流紋岩質マグマができる、というものである(甲1167・162～163頁)。

20 ウ ①結晶分化について、地殻底部から上がってくる玄武岩質マグマは、周囲の地殻(母岩)よりも温度が高いため、冷やされ、二酸化珪素に乏しい結晶が析出してマグマ溜まりの底に沈積する。これが結晶分化であり、マグマ部分(メルト部分)の二酸化珪素の割合が相対的に大きくなり、マグマの組成は玄武岩質から、安山岩質、流紋岩質へと変化する。異教授が行った実験によれば、玄武岩質マグマが約95%結晶化した時に、残りの5%の液体部分が流紋岩質マグマになると

25

のことであり、流紋岩質マグマが形成されるためには、その20倍もの玄武岩質マグマが存在しなければならないことになる。

しかし、この①結晶分化のメカニズムでは、巨大カルデラ火山のように多量の流紋岩質マグマを作り出すのはなかなか難しい、と異教授はいう。例えば、40
5 km³の流紋岩質マグマができるためには、その20倍、つまり800 km³もの安山岩質マグマが必要だからである。そこで、現在有力に考えられているメカニズムが、②部分融解というメカニズム（ここまで述べてきたようなメカニズム）なのである（以上、甲1167・163～168頁）。

異教授は、少なくとも巨大なカルデラ形成噴火は、②部分融解というメカニズ
10 ムによって発生するというのが現在の火山学の一般的な理解であるという。これに対し、被告やその依拠する専門家は、①結晶分化というメカニズムを前提としているために、極めて大規模な玄武岩質マグマのマグマ溜まりができなければ、破局的噴火を起こさないと考えているように思われる。

15 6 現在の火山学の水準で、活動可能性（とりわけ噴火規模）を精度良く評価することは困難であること

(1) 第3・1項で述べたとおり、本件火山ガイドは、各種の調査・観測によって噴火の前兆現象を把握でき、活動可能性を精度よく把握できることを前提としていた。

20 (2) しかしながら、ここまで述べてきた噴火のメカニズムと探査の現状に照らせば、地下のどのような位置に、どのような形状、大きさのマグマ溜まりが存在するかを正確に把握することは現在の火山学の水準に照らして困難である。

異教授は、破局的噴火の相当前の時点で噴火しないことを予測することが困難な理由について、①マグマ噴火を起こすような根源力となるマグマ溜まりの様子
25 を正確に把握することが現状困難であるという点、②マグマが浮力中立点に停止すると限定することができない点、③マグマ溜まりがマッシュ状の場合には、こ

れを地下構造探査等で把握することは現状ほぼ不可能である点の3つに整理している（甲1170・番号12）。

5 マグマ供給システムに関して、異教授は、甲807号証・5頁、図2で示した全体のメカニズムを「マグマ供給システム」とし、マグマ供給システム全体がどういうふうに変化して、どういう状況にあるかということは、現在の科学的水準では明瞭に把握できない、と述べる（異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号110～112）。

10 異教授は、噴出物が異なるから、マグマ供給システムの一部に変化が生じたということがいえる場合はあるが、例えば、ストロンチウム同位体比などの違いから、マグマ組成が変わったといえるとしても、必ずしも地下のマグマ供給システムが変わったということにはならないという。特定の仮説を立てた上であれば、供給システムが変化したと考えることはできるが、その仮説が常に成り立つとはいえない、というのである（甲954・26頁、異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号110～118）。

15 (3) 地球化学的調査についても、これを根拠として、今後数十年から数百年に及ぶ可能性のある運用期間中に破局的噴火が発生しないと評価することは非常に困難という。

20 それは、これまでに起きた破局的噴火の前兆段階で、火山ガスの変化等を観測した事例がないからであり、比較対象がない以上、何らかの変化があっても、それが破局的噴火に結びつくものかどうか分からないのである（甲954・26頁、異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号108～109）。

25 (4) このように、本件火山ガイドの定める各種の調査によっても、運用期間中の活動可能性が十分に小さいことを把握するのは困難であり、特定の規模の火山事象が発生しないという噴火規模の予測(推定)ができることを前提としている点で、本件火山ガイドの不合理性は明白である（争点I①）。

被告が本件火山ガイドないし被告の評価（原規委の基準適合判断）を合理的であるというためには、マッシュ状のマグマ溜まりの存在について考慮してもなお、特定の噴火規模の火山事象の発生可能性を否定できることを主張立証しなければならないが、本書面で述べたメカニズムを前提とする限り、そのような主張立証は、現在の火山学の水準では不可能である。

7 できる調査やシミュレーションすら尽くしていないこと

なお、異教授は、被告を含む電力事業者は、できる調査やシミュレーションすら尽くしていないと指摘する。

10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950 955 960 965 970 975 980 985 990 995

例えば、異教授は、別の火山に関してではあるが、再活性化までのタイムスケールをシミュレーションしたことがあるという（甲1170・番号46～49）。このシミュレーションにおいては、もともと存在していたマッシュ状マグマ溜まりの大きさ、温度、化学組成、地下から流入する玄武岩質マグマの量、温度、化学組成等、適切なパラメータを設定することが重要となるが、これらのパラメータには、不確実性が伴うため、保守的なパラメータが設定されるのが不可欠であるものの、このようにできる調査やシミュレーションすら電力会社は尽くしていない、というわけである（甲954・25～26頁、54～57頁、異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号65～66、番号73～74、甲1170・番号405～408）。異教授は、今の原子力規制が、できること、すべきことをすべてしているというふうに思うかという質問に対し、「いいえ、それは思いません」と明確に回答している（甲954・45頁）。

本件火山ガイドも、このようなシミュレーションを行うことを求めている。この点でも、火山ガイドは不合理というべきである。

8 まとめ

5 以上のとおり、本件火山ガイドの定めは、利用可能で、信頼されるデータ・情報である「マッシュ状のマグマ溜まりの存在」や「マグマ供給システムの変化を把握することの困難性」を考慮せず、各種調査、モニタリングによって地下のマグマ溜まりの存在やマグマ供給システムの変化が把握できることを前提としている点、これによって、噴火の中長期的予測が可能であることを前提としている点で不合理である（争点Ⅰ①）。

火山ガイドは、従前からそのような問題を抱えていたが、令和元年改正によって、その不合理性を解消する方向に改正するのではなく、それで構わないという開き直りの改正を行った点で、その不合理性はいっそう明白となっている。

10

第4 巨大噴火とそれ以外を区別していることに関する基準の不合理性(争点Ⅰ②)

1 問題の整理

15 要約書面において、争点Ⅰ②については、本件火山ガイドを前提とすれば基準適合判断の問題であり、令和元年火山ガイドを前提とすれば基準の不合理性の問題であると整理していた。

20 原告らとしては、原規委は本件火山ガイドに基づいて基準適合判断を行っているのであるから、本件における具体的審査基準はあくまでも本件火山ガイドであり、本件火山ガイドは、巨大噴火とそれ以外の噴火とを区別していなかったこと、「基本的な考え方」のような考え方を採用していなかったことを主張する。そのため、仮に、原規委が、被告の主張するように、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、「基本的な考え方」のような考え方に基づいて基準適合判断を行ったのだとすれば、原規委の基準適合判断には不合理な点が存在することになる。

25 2 本件火山ガイドは巨大噴火とそれ以外とを区別していないこと

(1) まず、第2・2項(4)記載のとおり、本件火山ガイドには、「巨大噴火」という用

語も、「巨大噴火以外の規模の噴火」という用語も一切なく、巨大噴火とそれ以外の噴火を区別していることがうかがえる文言は存在しない。

(2) また、火山ガイド策定の経緯に照らしても、むしろ噴火の規模によって評価方法を区別しないこととしたことがうかがえる。

5 すなわち、第2・4項(1)ア(イ)のとおり、新規制基準検討チーム第20回会合では、火山ガイド(案)の概要として、火山の近くに存在する原発があまりないことから、原発に火砕物密度流が影響を与えるとすれば、それは相当大規模な噴火であることを念頭に、立地評価は、「④原子力発電所の運用期間中に設計対応が不可能な影響が及ぶ大規模火山活動が発生する可能性が十分小さいか？」という判断基準が記載されていた(甲782・3頁)。

10 ところが、第2・4項(1)イ(イ)のとおり、第21回会合では、大規模噴火ではなくても影響が及ぶ範囲がはっきり言い切れないことから、これを区別せず(甲783・2～3頁)、「④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か？」へと変更されたのである(甲784・1頁)。

15 このような経緯に照らせば、本件火山ガイドは、巨大噴火とそれ以外の噴火を区別せず、むしろ、大規模噴火も、そうでない噴火も区別しないで評価を行うこととしたのは明らかである。

(3) これも、裁判所において一般的に行われる文言解釈、あるいは議事録等から事実認定を行うだけであって、専門技術的裁量の問題ではない。裁判所は真つ当に
20 事実認定を行えばよいだけである。

3 本件基準適合判断における判断

(1) 第2・3項(2)のとおり、本件基準適合判断のうち、活動可能性評価においては、
25 そもそも噴火規模に関する記載は一切なく、阿蘇については完新世に活動していることから当然に活動可能性があるという前提の評価が行われている。そして、それ自体はまさに本件火山ガイドの定めに合致した評価である。

少なくとも、巨大噴火とそれ以外とを区別して、巨大噴火については、「基本的な考え方」のような i 非切迫性の要件及び ii 具体的根拠欠缺の要件の充足性を判断して活動可能性を評価するなどという評価は行われていない。

5 (2) なお、第2・3項(3)のとおり、噴火規模に関する検討として、被告は、現在の阿蘇の活動について、Nagaoka (1988) の噴火ステージ論、地下のマグマ溜まりの状況、基調変化が認められないことなどを根拠に、現在のステージが継続するものと判断し、噴火規模として、後カルデラ噴火ステージの既往最大規模（草千里ヶ浜軽石噴火）を考慮するとし、原規委はこれを了承している。

10 ここには、「現在のマグマ溜まりは巨大噴火直前の状態ではなく、今後も現在のステージが継続するものと判断される」との記載もあり、「基本的な考え方」に類似した評価がなされたようにも見受けられる。

15 しかし、これは、火山ガイドを踏まえ、活動可能性自体は否定できないことを大前提とし、設計対応不可能な火山事象の到達可能性を考えるにあたって、噴火規模を推定しているものである。巨大噴火について、それ以外の噴火と異なり、活動可能性がない、というような評価ではない。また、i 非切迫性の要件及び ii 具体的根拠欠缺の要件の該当性が検討されているわけでもない。「基本的な考え方」とは、全く実質の異なる評価がなされている。

4 巨大噴火とそれ以外とを区別して評価を行うことの不合理性

20 (1) とりわけ噴火規模の推定は困難であること

それでもなお、これを「基本的な考え方」に類似した評価だというのであれば、それは本件火山ガイドの定め、ないし、現在の科学水準を踏まえた火山学の知見に反している（基準適合判断の不合理性）。

25 繰り返しになるが、本件火山ガイドは、巨大噴火とそれ以外とを区別して活動可能性を評価するなどという定めになっていない。噴火規模の推定は定められているが、検討対象火山の調査結果から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べきことが定められており、現在の火山学においては、とりわけ噴火規模を予測することは困難とされているのであるから（甲780・4頁）、よほど確たる根拠がない限りは、調査結果から噴火規模は推定できず、噴火規模として、検討対象火山の過去最大の噴火規模が設定されなければならないのである。

5

(2) 活動可能性評価はおざなりになされたこと

実際、新規制基準検討チームに招かれた中田節也教授も、第2・5項(2)ウのとおり、川内原発の例ではあるが、本来、活動可能性評価を慎重に行い、限りなく可能性が低いことがいえる場合にモニタリングを条件に稼働を認めるべきところ、立地評価をうすめて、きちんとせずにモニタリングに依存した審査になってしまったと強く批判している（甲814・569頁、573頁）。これは、川内原発の審査とほぼ時を同じくして行われた本件原発の審査にも妥当する。

10

本件基準適合判断が、巨大噴火とそれ以外とを区別して行われたのだとすれば、それ自体基準適合判断として不合理である。

15

(3) 令和元年火山ガイドは不合理であること

なお、本件における司法判断枠組みとして、令和元年火山ガイドへの適合判断と考える場合、令和元年火山ガイド自体が、現在の火山学の水準を誤ったものであって不合理であることになる。

20

少なくとも、2013（平成25）年に策定された当初の火山ガイドは、むしろ破局的噴火のような噴火こそ注意して評価を行わなければならないという観点で策定されたものであって（第2・4項(1)(ア)）、これよりも、合理的な理由なく後退した令和元年火山ガイドは、不合理というほかない。

25

(4) 後カルデラ期であることは巨大噴火が発生しない根拠にならないこと

ア また、被告は、訴訟においては、Nagaoka (1988) の噴火ステージ論における「後カルデラ噴火ステージ」という概念を主張せず、現在の阿蘇の状態がカルデラ形成期ではなく「後カルデラ期」にあるから、巨大噴火が起こるような状態ではないと主張を始めた。

5
10
15
これに対して、異教授は、「この考え方も、ある程度周期性が担保されている場合に通用する考え方で、カルデラが形成した後は一定期間、超巨大噴火が起きないような状況にあること、これが後カルデラ期というふうに呼ばれています。ただ、周期性がないことは先ほど申し上げましたし、実際に、鬼界カルデラの例では、7300年前に破局的噴火を起こしてカルデラを形成した後、現在までの間に超巨大噴火が起きています。ですから、後カルデラ期には^マま^マという言葉自身が当てはまらない例が、少なくとも一つはあるということです」と、後カルデラ期にあるという評価自体が不確実であり、周期性のないものに周期性を当てはめようとする誤りを指摘している（甲954・31頁、甲1170・番号65～69、番号125～130）。

20
25
なお、九州電力の社員である赤司二郎氏（火山学の専門家ではない）は、周期性（噴火間隔）に関し、前の破局的噴火からの経過時間が噴火間隔よりも短い場合、まだマグマが溜まっていない、猶予があると考えたと述べているが、これは前の噴火でマグマ溜まりが空になることを前提とした評価であること、そして、1回の破局的噴火でマグマ溜まりが必ず空になるという知見はないということを確認している（甲1171・番号407～409）。これ自体、論理破綻しているのであるが、それでもなお九州電力は、誤差等を考えない、周期性はあると強弁する（甲1171・番号411～414）。これが電力会社の姿勢であり、本件被告も五十歩百歩の評価を行っている。

イ また、被告は、この「後カルデラ期」という評価について、阿蘇4噴火の後で大きな変化があったと主張するところ、そのような変化があったといえるかは、

阿蘇4前の状況について正確に把握できることが前提となる。しかし、阿蘇4前の状況・痕跡は、阿蘇4噴火によって分からなくなってしまっており、十分な把握はできない。

5 また、異教授は、仮に被告が主張するような変化が見られたとしても、だからといって破局的噴火が発生しないとはいえないと述べる。例えば、被告が引用するステファン・スパークスの意見書については、マッシュ状の巨大マグマ溜まりがある場合には十分に噴火の可能性があるのに、ステファンはそのことに言及せず、ステファンは、異氏が指摘するような破局的噴火のメカニズムとは異なる仮定に立って、そのようなメカニズムでは破局的噴火が発生する可能性が小さい、
10 と指摘しているだけで、異氏が指摘する可能性を考慮しないという誤りがある、という（異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号119～125）。

これは、第3・5項(4)で述べた、①「結晶分化」というメカニズムだけを考慮し、②「部分融解」というメカニズムを考慮しない、ということの意味している。
15 異氏は、ステファン氏も②のメカニズムを知っているはずであるが、なぜこのような意見を述べているのか、奇異に感じると証言している（異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号126～128）。

ウ マグマの組成が変わったから、今後長期間現在の状態が続くという主張についても、具体的に、鬼界カルデラの例を挙げて、マグマの組成が変わっても破局的
20 噴火を起こす可能性は否定できないことを紹介している。

これまで、一般に、鬼界カルデラが最後に破局的噴火を生じたのは7300年前の鬼界アカホヤ噴火と考えられてきたが、異教授らの近年の研究によって、鬼界の海底に40km³を超える溶岩ドームが形成されていることが明らかになった。
これは、爆発的噴火を伴わないが溶岩の流出という意味では噴火であり、一步間
25 違えば爆発的破局噴火を起こしてもおかしくない状態だったという。これがいつ形成されたものであるかは明らかでないが、少なくとも、7300年前から現

5 在までの間（マグマの組成が変わった後）に、ごく短期間に、マグマ噴出量40 km³を超える破局的噴火が発生していたのであり、しかも、鬼界アカホヤ噴火とは組成の異なるマグマでも、このような噴火が起こったという事例（被告の主張に対する反例）である（異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号131～140）。

5 社会通念上破局的噴火のリスクを容認する考え（いわゆる「社会通念論」）の不合理性

(1) 社会通念論

10 なお、この点に関しては、宮崎支部決定を始め、いくつかの裁判例において、現在の火山学の水準では、破局的噴火の活動可能性が十分小さいと評価することはできないことを前提としつつ、「影響が著しく重大かつ深刻なものではあるが極めて低頻度で少なくとも歴史時代において経験したことがないような規模及び態様の自然災害の危険性（リスク）については、その発生の可能性が相応の根拠

15 をもって示されない限り、建築規制を始めとして安全性確保の上で考慮されていないのが実情であり、このことは、この種の危険性（リスク）については無視し得るものとして容認するという社会通念の反映とみることができる」「発電用原子炉施設の安全性確保についてのみ別異に考える根拠はないというべき」「この種の自然災害の危険性（リスク）についてまで安全性確保の上で考慮すべきであるという社会通念が確立しているとまで認めることはできない」などと、破局的噴火のリスクは社会通念によって容認されており、差止めは認められないという判断が示されることがある。

(2) 原発の安全確保と一般防災を区別しないことの不合理性

25 しかし、このような社会通念論はいくつかの事実誤認に基づいている。

まず、破局的噴火は、世界的に見れば、例えば、1257年のリンジャニ噴火、

1815年のタンボラ噴火など、歴史時代にも発生している。

また、これまで述べてきたとおり、現在の火山学の水準では、破局的噴火の発生可能性を否定することはできないが、さりとてそれが相応の根拠をもって発生すると示すこともまた不可能であり、不可能を要求するものとなっている（発生可能性を相応の根拠で示すことができない結果、万が一、客観的に破局的噴火のリスクが迫っていても、そのリスクを見過ごすことにつながる）。

最も重大な問題として、社会通念論は、破局的噴火が、建築規制など他の一般防災で考慮されていないことを根拠としているが、万が一重大な事故が発生した場合に、極めて広範囲に、長期間継続して、回復困難な被害を与え続ける原発の安全確保と、他の一般防災とを同列に扱うことには何らの合理性も存在しない。

結局、社会通念論は、火山事象のリスクを無視し、原発の稼働を容認するための論理であり、安全神話にほかならない。これを認めてしまつては第二の福島第一原発事故を引き起こすことにつながる。

15 (3) 政府事故調報告書の提言に反すること

社会通念論は、福島第一原発事故の教訓として重要な立法事実である、東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会（内閣府設置。畑村洋太郎委員長。以下「政府事故調」という。）の報告書提言にも反する（甲686）。

すなわち、この提言では、たとえ確率論的に発生確率が低いと判断される事象であっても、いったん事故・災害が起こった場合の被害の規模が極めて大きいときには、発生確率にかかわらず、然るべき対策を講じる必要があるとされている（甲686・413頁）。リスクは、発生確率だけでなく、被害の大きさも踏まえて決定されるべきというのは、リスク評価の基本である。

2012（平成24）年の原子力関連法令等改正は、このような提言を立法事実として行われたものであり、この提言に反する法解釈は許されない。破局的噴火のように、発生確率が低くても発生した場合の被害規模が極めて大きい自然災

害に対しては、そのリスクを無視してしまうのではなく、然るべき対策を講じるというのが法の趣旨である。

(4) 原規委の認識として社会通念は考慮していなかったこと

- 5 ア 前述したとおり、新規制基準検討チームにおける火山ガイド策定の議論においては、むしろ、破局的噴火にこそ対処しなければならないという認識の下、破局的噴火による影響をどのように評価するかという議論がなされた。
- 10 第2・4(1)ア(キ)のとおり、この中で、更田委員(当時)は、「そもそも立地不適切というのは立地不適切」「そのエリアが、…(略)…全滅してしまうから、じゃあ、あってもなくても関係ないと、そうではない」「そもそもその領域が、もう人も住めなくなってしまうし、全滅してしまうような領域であったときに、発電所の影響について考える必要があるかどうかという、私はそれはそもそも立地不適切と考えるべきだと思っています」と社会通念論(社会通念によって破局的噴火のリスクを容認する考え方)を採用しないことを明示的に発言している(甲
- 15 507・21～22頁)。
- イ また、本件原発に関して、愛媛県が設置した環境安全管理委員会原子力安全専門部会の2015(平成27)年8月12日会合(「基本的な考え方」が出される以前)において(原規庁職員4名が出席)、原規庁の職員(川口氏)は、安全を科学的、技術的見地から評価していること、国民がリスクを受け入れられるかという観点では評価をしていないことを明確に述べている(甲676・34～35頁、
- 20 甲672・160～162頁)。
- ウ これらに照らせば、少なくとも2017(平成29)年12月の広島高裁決定において差止めが認められ、これに慌てた原規委が「基本的な考え方」を発表するまで、原規委は、社会通念によって破局的噴火のリスクを容認するといった考えには立っていなかったことは明白である。
- 25

(5) 定量的指標として安全目標が存在すること

ア そもそも、原子力の安全確保において、どの程度のリスクまで考慮すべきかという点については、第2・2項(3)で述べたとおり、福島第一原発事故後、安全目標が定められた(甲509)。

5 そこでは、「事故時のセシウム137の放出量が100TBqを超えるような事故の発生頻度は、100万炉年に1回程度を超えないようにする」とされており、1万年に1回程度の頻度で発生する破局的噴火(発生・到達すれば設計等による対応が不可能で大事故につながる自然現象)は、当然考慮しなければならないレベルの危険であることが分かるし、これよりも一回り規模が小さい、従って発生頻度も大きい巨大噴火について無視できないことはあまりにも当然である。

10 イ 第2・2項(3)イ(エ)のとおり、安全目標に係る議論の中で、島崎委員は、議論の共通の土俵ができた、これまで、外から、こういう場合を考えなくていいのかという意見が出て、そこまでは考えなくていいとされてきたが、それは甘さであり、今後はそういう判断は許されないという趣旨の発言をしている(甲510・15 19~20頁)。

破局的噴火に関する議論がまさにこれである。住民側が破局的噴火のリスクを考慮すべきと指摘したのに対し、あろうことか、裁判所が「そこまで考えなくてよい」という理屈を考え出し、原規委はこれを奇貨として社会通念論に便乗したのである。福島第一原発事故の教訓はここでも無視されている。

20 ウ さらに、第2・4項(1)イ(エ)のとおり、新規制基準検討チーム第21回会合においては、平野参事から、大規模カルデラ噴火の頻度は結構高い、低頻度高影響事象とはいえないなどと発言されている(甲783・7頁)。1万年に1回程度の事象は、原子力安全の世界では低頻度とは考えられないのである。この程度の自然現象を考慮してリスク評価を行うことは、原子力安全の世界では当然のことであり、これが低頻度だという裁判官の価値判断(主観的な感覚に近い)は、原子力安全の基本的な理解を誤ったものというほかない。

(6) 専門家による批判

ア 町田教授の証言

(7) 町田教授は、まず、阿蘇以外の南九州のカルデラについて、今後数十年あるいは数百年の間（運用期間中）に、大規模なカルデラ噴火が発生する可能性が十分小さいとは言えないという。そして、こういった大規模なカルデラ噴火について、その発生可能性が具体的に示されない限り、社会通念上容認できるという司法判断がなされていることについて、次のように述べている。

「その判断が本当に合っているかどうかは問題ですが。というのは、ちょっと火山とは外れて、地震のことに思いを巡らしてみてもいいですか。御承知の東北地方の巨大地震、2011年の巨大地震、あれは、誰一人として予知できなかった。しかし、我々の調査では、平安時代の十和田の火山灰の下に、内陸かなり深くまで津波堆積物があるということが分かっておりました。それは、津波堆積物のすぐ上に、十和田Aという、911年の噴出物、平安時代の噴出物のすぐ下なんです。そこに、内陸かなり深いところに厚いのが見付かっている。ということは、それは文献に残っている、貞観大地震のイベントだというふうに判断することができそうです。そういう結果が分かっているから、福島原発等々、東日本の原発の津波対策を見直すべきだというふうに、我々の仲間は声を上げておりました。にもかかわらず、それは無視されて、とうとうあの原発事故が起こってしまった。津波がものすごく高かった。で、貞観地震みたいな巨大地震というのは、何千年置きかに起こるのに違いないんですけれども、その心配を十分にしていなかった付けが、福島に事故が起こったわけです。そういった例を火山に及ぼしてはいけないというふうに私は考えています。」

(イ) そして、低頻度だというだけで対策を怠ってはならず、過去の歴史を調べてみる必要性を指摘している（町田洋証人2023（令和5）年6月20日付証人尋問調書・番号285～287）。九州においては、その歴史とは、例えば甲925

号証の40頁であり、北海道も含めたものが41頁である。

この発言には、長年研究者として身を捧げ、その知見に基づいてリスクを訴えていたのに、それが一般に届かなかった結果として大事故が起こってしまったという無念の思いが滲み出ている。研究者のこのような声を、安直に「社会通念」
5 などという素人的思い込みで排除することは許されない。

(ウ) 本件においても、社会通念などを持ち出し、噴火間隔や発生頻度の小ささをもって安易に不確実性を無視ないし軽視すること、差止めを認めないという判断をすることは絶対に許されない。

10 イ 異教授の証言

(ア) 異教授は、広島地裁の尋問において、被告代理人から、巨大噴火を前提としなければならぬことになる、多くの地域で社会生活自体が成り立ち得なくなりかねないというような気もするが、社会として、巨大噴火に対してどのように対処していくべきと考えるか、と質問されたのに対し、「今おっしゃった、そういう
15 気がするというところが、私が今日、社会性として未成熟だと申し上げた点です。それが、なぜ、どういうふうに立ちいかなくなるのかということが分かれば、それをどう防ぐかということも分かってくると思います。ですから、そういうふうな火山現象が起きた場合には、どの地域でどういう影響が出て、そのために何が起きるのかということから始めて対策を講じるべきだというふうに思います」と、
20 主観で判断することの不合理性、まして、十分な科学的知識がないままに巨大噴火のリスクを無視してしまうことの危険性を述べている（甲954・67頁）。松山における尋問、鹿児島における尋問でも同様である（異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号189～191、甲1170・番号83～91）。

25 (イ) 異教授は、リスクを定量化するため、まず、甲955号証の28頁を示して、発生確率を次のように考えるべきとする。

- 「この図は、過去12万年間、データが地層に非常によく残っている噴火について、その噴火マグニチュードと年代をプロットしたものです。先ほど来申し上げてますように、噴火マグニチュード7以上のところ、黒丸で示してある部分が超巨大噴火に相当します。この図で、まず分かることは何かというと、超巨大噴
- 5 火に関して周期性は認められないということです。それから、もう一つは、こういうふうな噴火を記述する、若しくはその確率を求めるということには、一つ一つの火山というのは独立にマグマの進化を続けているわけです。ですから、独立な事象が重なっている場合の確率過程として、ポアソン過程を使うのが妥当かと思
- 10 います。ですから、そのポアソン過程に基づいて100年間の発生、噴火の発生確率を求めたのが、その右側の矢印の上を書いてある数字です。具体的に申し上げますと、マグニチュード7以上では約1パーセント、100年間で1パーセントであるということになります」「(巨大噴火であれば、4パーセントということかとの質問に対し) はい、そうです」「(1万年に1回という表現を用いると) 1万年というの
- 15 1万年というの
- はあたかも周期のように受け取られてしまう可能性があります。1万年に1回の噴火が起きてきて、直近には7300年前だから、2700年の猶予があるというふう
- に間違っ
- た解釈を生むことがあるので、私は1万年に1回という言葉はやめて、100年で1パーセントという言葉を使うべきだというふう
- にこの論文で主張しています」(甲954・41～43頁、巽好幸証人2023(令和5)年10月10日付証人尋問調書・番号183～186)
- 20 (ウ) そして、甲955号証の29頁を示して、「この表は、幾つかの災害や事故に関して、その危険値を求めたものです。危険値というのは、数学用語で申し上げると期待値と呼ばれるもので、この図で、この場合ですと想定死亡者数と年間発生確率を掛けたものです。それが数学では期待値。ただ、言葉としてあまり適切でない
- 25 ないので、危険値というふう
- に示しています。この図を見ると、例えば九州の破局噴火というのは、年間にすると平均的に約4000人程度がなくなるだけの危険値を持っている。ほぼ同じものは何かと申し上げると、交通事故であるという

ことです」「社会通念という言葉は、よく法解釈で使われるというふうに聞いてお
ります。ただ、私たち科学者からすると、これは社会通念として許されるのでは
なくて、社会通念が未成熟、若しくは間違っているというふうに理解すべきだと
5 思います。そういう根拠は何かと申し上げると、先ほど示した危険値で申し上げ
ると、交通事故とほぼ同じだけの危険値を持っているわけですから、頻度が低い
からといって決して侮ることができない災害であるということで、社会通念の成
熟度が低いと言わざるを得ないと思います」「(火山の専門家の中で、原発の安全
を考える際に破局的噴火のリスクを社会通念上容認されているのだと考えるよう
な専門家はいるかとの質問に対し) 少なくとも、私が知っている限りではいま
10 ん」「容認というよりは無知という言葉がいいのか、十分に(リスクを)認識して
いないというふうに考えるべきだというふうに思います」と厳しく批判している
(甲954・43～45頁、異好幸証人2023(令和5)年10月10日付証
人尋問調書・番号187～188)。

(エ) 異教授は、宮崎支部決定の考え出した社会通念論に対して、「社会通念上照らし
15 合わせているのではなく、社会通念のレベルが低い、リテラシーが低いというふ
う認識すべきだと思います。その根拠は、リスク評価が行われていないからです」
と明確に批判している(甲1170・番号137～139)。

(オ) これに対し、広島地裁において、被告代理人から、異教授が前提としている破
局的噴火の災害規模(甲955・29頁)について、想定すべき生活不能者数が
20 1億2000万人とされていることを踏まえ、それでは対策を講じても意味がな
いのではないかということ聞き出したいかのような尋問がなされたが(甲95
4・49～50頁)、異教授も、これらの試算が正しいということを主張している
のではなく、あくまでもこういった定量化を行うべきなのに、原規委も、事業者
も、全くこのような定量化を行わないまま、宮崎支部決定が考え出した社会通念
25 論を奇貨として、破局的噴火のリスクを無視しようとしていることを批判してい
る(甲1170・番号395～404)。試算がおかしいというなら、被告におい

て試算を行い、リスクを定量化すればよい。できることもせず、異教授を批判するのは筋違いも甚だしい。

ウ 藤井敏嗣教授の指摘及び内閣府検討会における提言

- 5 (ア) このほかにも、第2・2項(6)オ(ウ)のとおり、藤井敏嗣教授は、巨大噴火に対する防災対策がないのは、何が起こるかが分かっていないからであり、社会通念上容認されているということ自体がおかしい、対策はやらなくてはいけない、(原子力安全に関する国際的な閾値である) 1000万年に1回と比べれば、はるかに巨大噴火の方が出現率が高い、13万年以内に火砕流が到達した場所にある原発
- 10 を止めるという判断をすべきなどと社会通念論を批判して、活断層と同様に、後期更新世以降に火砕流が到達した場所については立地不適と考えるべきことを述べている(甲513)。これは、第2・1項(4)イの町田教授の見解(甲485の2・5頁)、第2・1項(4)キの小山教授の見解とも合致する(甲491・185頁)。
- (イ) 藤井教授は、新聞記事だけでなく、雑誌の記事にも、「カルデラ噴火は考えな
- 15 くてはいけない。以前に内閣府で報告書(『大規模火山災害対策への提言』(2013年)をまとめた時にも、考えなくてはならないといました。しかし、当時はまだデータすらきちんとしたものがないから、せめて日本国民にはそういう危険性があるということを周知すべきだ、それと同時にカルデラ噴火の研究も早急に開始すべきだ、という提言で当時は留めたのです。)と発言している(甲5
- 20 15・689頁)。

エ 中田節也教授

- さらには、中田節也教授も、社会通念論を前提とした「基本的な考え方」に対して、「国が率先して法規制や防災対策を考えるべきなのに、全く反対のことを言
- 25 っている」(甲516)と痛烈に批判している。

6 まとめ

5 以上のとおり、巨大噴火とそれ以外とを区別して、巨大噴火のリスクについて、社会通念論を根拠にその影響を容認することは、本件火山ガイドの文言解釈として不可能であり、火山ガイド策定時の経緯に照らしても不当である。むしろ、破局的噴火のリスクこそ慎重に判断しなければならないという考えで火山ガイドは策定されている。

また、実態としても、原発は、万が一の際の事故被害の特異性ゆえに、他の科学技術を利用した危険施設と比較しても極めて高度な安全（最高度の安全）が確保されるべきであり、他の一般防災等と同列に扱うことに合理性はない。

10 福島第一原発事故の教訓は、万が一の際に甚大な被害を及ぼす自然現象に対しては、確率が低くても対処するという発想の転換が必要だということであり、社会通念論は、このような法の趣旨にも反する。

15 むろん、原告らも、絶対的安全を主張するものではなく、リスクが周辺に居住する市民の人格権保護の観点から、受忍せざるを得ない限度まで低減されていると評価できる場合には、そのリスクは容認せざるを得ないという一般論自体は争うものではない（ただし、「社会」の名のもとに個人の権利・利益が犠牲にされてはならないから、「社会通念」という用語を用いるのは慎重になるべきである）。しかし、この容認可能性の具体的内容や判断基準、判断方法等を一切明らかにすることなく、安易にリスクを無視しようという社会通念論は不合理

20 であると主張しているのである。そして、現時点で、これを判断する指標としては、安全目標があるところ、安全目標は、セシウム137の放出量が100 TBqを超えるような事故の発生頻度を100万炉年に1回程度を超えないようにすることとされているのであるから、1万年に1回程度の頻度で発生する破局的噴火のリスク、さらにはそれよりも一回り頻度の大きい巨大噴火のリスク

25 は、到底容認し得ないのである。

にもかかわらず、これが容認できることを前提として、巨大噴火とそれ以外

とを区別し、巨大噴火について社会通念を前提として、緩やかな評価方法を採用したというのであれば、それは基準適合判断を誤ったものである(争点Ⅰ②)。

第5 モニタリングに関する基準の不合理性(争点Ⅰ③)

5 1 原規委はモニタリングの実力を誤解していたこと

(1) 本件火山ガイドの定め(運転停止・各燃料搬出等のための監視)

第2・2項(4)カのとおり、本件火山ガイドにおいて、モニタリングは、原子炉の運転停止、核燃料の搬出等を行うための監視とされ(甲443・5.3項)、原子炉の停止や適切な核燃料の搬出等が実施される方針など、火山活動の兆候を把握した場合の対処方針を定めることとされている(同・5.4項)。

このように、モニタリングによって運転を停止し、核燃料を搬出することによって、破局的噴火のリスクを回避することがモニタリングの目的だった。

(2) 本件火山ガイド策定時の原規委の認識

15 ア このモニタリングに関して、新規制基準検討チーム・第1回会合では、第2・4項(1)ア(ウ)のとおり、原規委は、火山の活動可能性評価には不確実性を伴う、地震に比べてかなり熟度が低いことから、これを補うためにモニタリングを行うこととし(甲780・18～19頁、28頁)、第2・4項(1)ア(エ)のとおり、地震はいつ起こるか分からないが、火山はいろいろな兆候現象、予兆現象があるから、
20 それに応じて対策が考えられるということを前提としているとされている(甲780・28～29頁)。

イ また、第2回会合でも、第2・4項(1)イ(イ)のとおり、「カルデラ火山のような大規模なものについては、モニタリングである程度予兆がつかめるということで、その際に対応をどうするかを決めておけばよい」との発言があり(甲783・2
25 頁)、第2・4項(1)イ(エ)のとおり、「大規模なものも含めて、前兆がある程度把握できるだろうというところで、普通の確率論的な評価で対象にしているものとは

少し性質が違うというのが、この評価のガイドの考え方の根っこになっている」
「ちゃんとモニタリングをしっかりとやるというのが、まず一番の前提」との発言もある（甲783・7頁）。

ウ さらに、第2・4項(2)イ(ケ)のとおり、モニタリング検討チーム・第2回会合
5 において、火山ガイドの原案を作成した安池専門職は、当初、巨大噴火には大きな予兆があるから、モニタリングによってこれを把握できると考えていたが、実際にはそうとは限らないということが分かったと、モニタリングの実力を誤解していたことを認めている（甲489・30～31頁）。

エ これらの事実には、原規委は、本件火山ガイドを策定した当時、噴火の
10 活動可能性には大きな不確実性を伴うものの、巨大噴火であれば、大きな前兆現象が見られることから、これをモニタリングすることによって事前に原子炉を停止し、核燃料を搬出することができるという前提に立っていたことは明らかである。

15 2 燃料の搬出に十分なリードタイムをもって前兆現象を確実に把握できるとは限らないこと

(1) ところが、実際には、第2・1項(4)エ及びオ、第2・4項(2)イのとおり、多くの専門家から、燃料の搬出に十分なリードタイムをもって前兆現象を把握することは困難であるとの指摘がなされた。

20 第2・4項(1)イ(ウ)のとおり、原規委の更田委員（当時）は、原子炉を停止し、核燃料を搬出するためには5年か10年か、5年でも厳しいと思うという発言をしているところ（甲783・5頁）、これほど前の時点で噴火の前兆現象を把握することは困難ということである。

(2) 第2・4項(3)のとおり、原子炉火山部会においても、原規委から、原子炉の停
25 止等に係る判断の自安について調査審議するよう指示されたにもかかわらず、これを定めることは困難であるという報告がなされ、せいぜい、「観測データに有意

な変化があったと判断する目安」に該当するかどうかを判断するために必要な監視項目及び確認事項」をチェックリストとしてまとめ、これに該当する場合には、監視を強化するという対応を取るとのことしかできなかった(甲719・5頁)。

- 5 (3) さらに、異教授は、過去に超巨大噴火、巨大噴火を観測した例がないため、どのような兆候が表れるか明らかでなく、モニタリングによって火山活動の兆候を確実に把握することはできないと明確に証言している(甲954・30～31頁、異好幸証人2023(令和5)年10月10日付証人尋問調書・番号151、甲1170・番号131～136)。
- 10 (4) これらに照らせば、実際には、燃料の搬出に十分なリードタイムをもって前兆現象を把握することは困難で、原発の安全上問題がないといえる程度の精度で把握できるとは到底いい難いことは明らかである。

3 まとめ

したがって、本件火山ガイドが具体的審査基準であることを前提として、原規
15 委は、本件火山ガイドの策定に当たり、モニタリングの実力を誤解して個別評価を補完するものと位置づけていた点で、本件火山ガイドは不合理である(争点I③)。

また、令和元年火山ガイドでも、この不合理性を保守的に改正することをせず、
かえて、モニタリングを立地評価から除外し、これを補うような保守的な改正
20 もしていない点で、よりいっそう不合理なものとなっている。

第6 火砕物密度流の到達可能性に関する基準適合判断の不合理性(争点II)

1 火砕物密度流の到達に関する本件火山ガイドの定め

(1) 活動可能性は当然否定されないこと

25 第2・2項(4)オ(エ)のとおり、本件火山ガイドは、活動可能性評価、噴火規模の推定を踏まえて、設定した噴火規模における設計対応不可能な火山事象の当該原

発への到達可能性を評価する建付けとなっている（甲443・4. 1項(3)）。

改めて整理すると、本件火山ガイドは、まず、噴火規模を問うことなく、検討対象火山の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。本件でいえば、阿蘇は現在も活動中の火山であるから、当然に活動可能性があることとなる。

5

(2) 噴火規模の推定

次に、設計対応不可能な火山事象の到達可能性評価の前提として、噴火規模を推定することとしている。本件で、被告は、阿蘇の噴火規模を、後カルデラ噴火

10 ステージが今後も継続することを前提に、「運用期間中の噴火規模」を後カルデラ火山噴火ステージである阿蘇山での既往最大噴火規模（草千里ヶ浜軽石噴火）と評価している（第2・3項(3)）。

しかるに、火山ガイドにおいては、「運用期間中の噴火規模」を想定せよとは書いていない。これを運用期間中に限定している点で、被告の評価は火山ガイドに

15 沿ったものではない。

(3) 到達可能性の評価

到達可能性については、調査から噴火規模を設定した場合には、類似火山における影響範囲を参考に判断し、過去最大の噴火規模から設定した場合には、検討

20 対象火山での痕跡等から影響範囲を判断することとしている。

そして、設計対応不可能な火山事象が原発に到達する可能性が十分小さいと評価できない場合は、立地不適とされる。

(4) モニタリングの実施

25 ア ここで注意が必要なのは、モニタリングが必要とされる場合である。

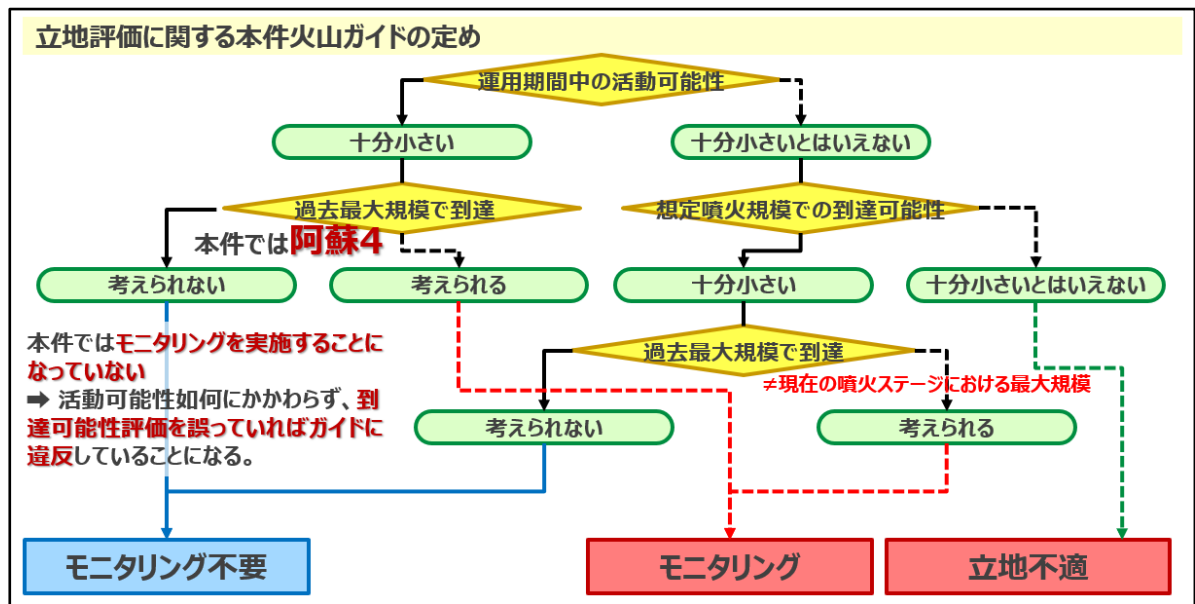
まず、運用期間中の活動可能性が十分小さいとはいえない場合、想定した噴火

規模で到達可能性が十分小さいと言えなければ、立地不適となる。到達可能性が十分小さいといえる場合であっても、過去最大規模の噴火(本件でいえば阿蘇4)で設計対応不可能な火山事象が到達したと考えられる場合には、モニタリングを実施することとされている(パターン1)。

- 5 イ 他方で、運用期間中の活動可能性が十分小さい場合であっても、過去最大規模の噴火(本件でいえば阿蘇4)で設計対応不可能な火山事象が到達したと考えられる場合には、モニタリングを実施することとされている(パターン2)。

結局、過去最大規模の噴火によって原発に設計対応不可能な火山事象が到達した場合については、活動可能性評価の結果や、想定規模の噴火による到達可能性評価の結果にかかわらず、モニタリングを実施することを要求しているのである(図表2)。

なぜ活動可能性が十分小さい場合にまで、あるいは想定される噴火規模による到達可能性が十分小さい場合にまでモニタリングを実施する必要があるかといえ
ば、それは、これらの評価に大きな不確実性が含まれているからである。これら
15 の評価も不確実性を踏まえて保守的に行われる必要があるが、それでもなお、モニタリングを実施することとしなければ、周辺に居住する市民にとって、原発のリスクを受忍せざるを得ないといえる限度にまで低減したとは評価できないのである。



図表2 立地評価に関する本件火山ガイドの定め

ウ しかしながら、本件で、被告はモニタリングを実施することとしていない。つまり、阿蘇4による火砕物密度流が敷地に到達していないことを前提としているわけであるが、この評価が誤っていれば、基準適合判断に看過し難い過誤、欠落が存在することとなる。

2 噴火規模の推定は困難であること

10 (1) 最大の噴火規模が草千里ヶ浜軽石を超えないという科学的根拠は薄弱であること

15 もっとも、被告の噴火規模の推定も不合理であるため、まずはこの点から述べる。これまで述べてきたとおり、現在の火山学の水準では、噴火の規模を推定することはとりわけ困難であり、よほど確実な証拠、科学的根拠がない限り、これ以上の噴火は発生しないという判断を行うべきではない。本件でも、噴火規模が草千里ヶ浜軽石噴火を超えないという確実な証拠、科学的根拠はなく、被告が主張するような根拠はあまりにも不十分である。

(2) Nagaoka (1988) について

ア まず、根拠の1つ目に挙げている Nagaoka (1988) は、噴火サイクルないしステージは、テフラ層序（地層の形成された順序、新旧関係）などの地質調査結果に見られる定性的傾向を整理するための作業仮説的概念であって、「あらゆる破局的噴火は必ずこのようなサイクルを辿る」というような普遍的法則について述べたものではない。長岡教授の指導担当であった町田洋教授は、「私が指導したという記憶がありますので、当然責任はあるんです。けども、ここで言っている、いろんなサイクルという考え方は、さて、将来を見通すのに役に立つかどうかは、怪しいです」「(Nagaoka (1988) が、長岡教授の意図したように使われていると考えるかという質問に対し) あまり使われているという印象はないですね、残念ながら」「(長岡教授は) 将来予測のためにこれが使われるなんて、夢にも思っ

5
10
15
20

なかつたでしょう」などと証言している（町田洋証人2023（令和5）年6月20日付証人尋問調書・番号254～257）。

イ 鹿児島地裁における尋問で、九州電力の社員である赤司二郎氏（火山学の専門家ではない）も、鬼界、加久藤・小林、阿蘇の3つのカルデラではマルチサイクルは見られないこと、長岡論文について、審査後に、作業仮説にすぎないという批判があることを知ったこと、Nagaoka (1988) の噴火サイクル論を利用して、将来予測に役立つという専門家の論文は存在しないことなどを認めている（甲171・番号440～461）。

15
20

(3) 地下のマグマ溜まりの状況について

地下のマグマ溜まりに関する根拠に理由がないことは、第3・6項で指摘したとおりである。

(4) 測地学的手法について

測地学的調査（基線長に変化が見られない点）に関しては、地下浅部に大規模

マグマ溜まりが形成される場合には、必ず地面が隆起する、ということを隠れた前提とするものであるが、必ずしもすべての破局的噴火において、大規模マグマ溜まりの形成時に地面が隆起するとは限らない。変化だけに着目して、既に地下に蓄積されているマグマの量を見誤ると、前駆現象を見落とすことになる。石原

5 氏は、実際に、東日本大震災の際、地震に関してGPS観測の結果を踏まえ、前兆すべりがあると考えていたところ、そうではなかったということ为例に挙げて、火山についても同様のことが起こりかねないと警告を鳴らしている（甲489・23頁）。

10 異教授も、「(地殻変動の観測データを評価するという考えに対して) これまで我々が観測した事例がありませんので、どういうことが起きるということを予測するのは、非常に困難だというふうに考えます。ですから、差し迫った、いわゆるここで言われる差し迫った状況で、必ず地殻変動が起きるというふうに断定することはできません」と、その評価には不確実性が伴うことを指摘している（異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号149）。

15

(5) 総合的考慮という弁解について

このように、被告の評価はいずれも自身に都合の良い前提を置いた恣意的なものであり、その前提が正しいという保証は全くない。

20 被告は、これらひとつひとつには不確実性があったとしても、これらを総合して考慮しているから信頼できると主張するが、何をどう総合することで信頼性が高まるのか全く明らかにされておらず、不合理というほかない。異教授は、「不確実なものを総合して、確実性の高い予測というのは可能なんですか」との質問に対し、「いえ、私は、この総合的という意味が、何を指しているのかよく分かりません。すなわち、具体的に評価を行えるかどうかということが、私には非常に困難であるように感じます」と証言している（異好幸証人2023（令和5）

25 年10月10日付証人尋問調書・番号150）。

結局、現在の調査結果から、阿蘇における最大の噴火規模を、草千里ヶ浜軽石噴火規模と推定することは困難というほかない。

3 阿蘇4火砕物密度流は原発敷地に到達したと考えられること

5 (1) 本件火山ガイドの定めと物理現象としてのカルデラ噴火火砕流

ア まず、本件火山ガイドは、日本でこれまでに発生した最大の火砕物密度流が阿蘇4であることを前提に、その既往最大到達距離を160kmとしている。

10 なお、これまで、阿蘇4火砕流の最も遠い到達点は、山口県萩市川上の約166km地点とされていた。しかし、山口大学の辻智大・助教の調査により、阿蘇から約170km離れた山口市徳地柚木の旧柚野中学校跡で阿蘇4火砕流が発見された(甲786)。

イ 他方で、火砕流の発生原因としては、小規模なものから、溶岩ドーム崩壊型、噴煙柱崩壊型、カルデラ噴火型が存在するところ(甲545、甲546)、カルデラ噴火型の火砕流は、地下から大量のマグマが噴出し、吹き上がった火山砕屑物が噴煙柱崩壊を起こして、膨大な運動エネルギーに変換される結果、多少の地形的障害は乗り越えて、同心円状に広がるという物理的性質を有している。

20 町田教授も、「火砕流は、ジェットコースターのように斜面を乗り越えながら流動する、厚くて熱い粉体流です。厚さが数百メートルを超す高温高速のガスと火山灰・岩屑の流れだと考えられ、これが噴出口から概ね同心円状に広がったと見られます。」と、破局的噴火について、噴出口から同心円状に火砕物密度流が広がったことを指摘している(第2・1項(4)イ)。町田教授は、Costa et al. (2018)の噴煙シミュレーションを例に、巨大噴火において火砕流が同心円状に広がることを指摘している(甲692・5頁、町田洋証人2023(令和5)年6月20日付証人尋問調書・番号41～51、番号63～64)。

25 新規制基準検討チーム第20回会合に招かれた中田節也教授も、火砕流の広がりについて、「四方八方に流れているというのは事実で、これぐらい大きい噴火に

なると、普賢岳のような溶岩ドームが崩れて流れるような非常にちっぽけな火砕流ではなくて、1回噴き上がった噴煙が途中で浮力を失って一斉に斜面に流れ落ちる。それが四方八方に流れるので、どの方向によく流れるとか、そういうのはない。ほとんど火口から円を描いたような届き方をする。」と発言している（甲780・15頁、第2・4項(1)ア(ア)）。

ウ そうだとすると、阿蘇4火砕物密度流は、概ね同心円状に約170kmの距離にまで到達したと考えるのが一般的な考え方といえる。本件原発と阿蘇との距離は約130kmであるから、優に火砕物密度流が到達したと考えるのが自然である。

10 (2) 専門家の評価

ア 阿蘇4噴火による火砕物密度流が本件原発敷地に到達したことについては、第2・4項(1)ア(ア)のとおり、中田節也教授が新規制基準検討チームにおいて、甲781・3頁の図で黄色で示した範囲は火砕流が届いている地域であって、原発を建てることができない（甲780・3頁）と指摘する。この図は、防災科学研究所のホームページから引用したものと記載されているが、多くの専門家にとっても、本件原発のある佐田岬半島の付け根付近まで阿蘇4火砕流が到達したであろうことは異論のないことが分かる。

イ 町田洋教授と新井房夫教授の共著である『新編火山灰アトラス』においても、阿蘇4火砕流が本件原発敷地にまで到達したと考えられる円が描かれている（甲542・72頁）。なお、この本は、原規委も事業者も参照する、火山学者、テフラ学者にとっての基本書である。

ウ 産総研の宝田晋治ほか（2020）によれば、最新の研究に基づいて阿蘇4火砕流の到達範囲を推定した図が甲918の1・170頁、図5であり、やはり、佐田岬半島の付け根、本件原発敷地まで火砕流が到達していることが分かる。

エ さらに、東大地震研究所火山噴火予知研究センター助教の前野深氏の協力のもと作成された日経サイエンスの記事においても、「阿蘇カルデラ噴火の大火砕流

は瀬戸内海を渡って本州は山口県宇部あたりまで、四国は佐多岬半島^{ママ}¹⁷の付け根あたりまで到達したと考えられている」との記載がある（甲544・117頁）。

(3) 町田洋教授の証言

5 ア 町田洋教授は、第四紀学、テフラ学的世界的権威である。本庁における証人尋問で、町田教授は次のように指摘する。

10 まず、現在確認できるテフラは噴火時・堆積時のまま必ずしも残っているわけではなく、浸食や風化によって減っていく。噴火規模の推定は、現在確認できるテフラから行うが、上記理由により、噴火規模の推定にはオーダー（桁）で誤差が生じ得る。新たに遠方の複数の個所でテフラが確認されれば、現在の推定値よりも噴出量が大きい方向に修正されることもあり得る（町田洋証人2023（令和5）年6月20日付証人尋問調書・番号21～34）。とりわけ、火砕流が海に入った場合には、痕跡が残らないため、不確実性が大きくなる（町田洋証人2023（令和5）年6月20日付証人尋問調書・番号37）。

15 そのため、現時点で、噴出物量を根拠として、これ以上の規模の噴火は起こらないということとはできない（町田洋証人2023（令和5）年6月20日付証人尋問調書・番号31～38）。異教授は、「現在の噴出量というのは最低レベルを示していると考えてよい」と述べている（甲954・3～4頁）。

20 町田教授は、噴出物量について、桁（オーダー）で議論しているので、細かいところまでは分からず、研究者によって体積の見積もりが違う、大雑把に言って、どのくらいのオーダーかという目で見ることしかできない、とも証言している（町田洋証人2023（令和5）年6月20日付証人尋問調書・番号16～20）。

イ 町田教授によれば、破局的噴火において、火砕流が水域を横断することがあり得るといふ。数百度の高温で流れる火砕流が水域に入れば、水蒸気爆発を発生さ

¹⁷ 「佐田岬半島」の誤りである。

せることもある。火砕流は、一部水中に沈むものもあるが、海面を断熱的に広がっていくと考えられている。実際、7300年前の鬼界アカホヤ噴火では、火砕流が海を渡って、大隅半島、薩摩半島にまで到達した例が知られている。海面を渡った先においても、木をなぎ倒して炭化させるほどの破壊力を持っていることを、調書添付の甲925・15頁の写真を交えて証言している（町田洋証人2023（令和5）年6月20日付証人尋問調書・番号65～85）。

5
ウ また、山地や半島などが地形的障害となり得るかについて、始良Tnや阿蘇4のような破局的噴火では、高度数百メートル程度の山地や半島は障害にならないという。実際に火砕流が山地などを乗り越えた実例として、始良Tnの火砕流が千数百メートル級の霧島連山を乗り越えて湖で見つかった例や、阿蘇4火砕流が九州山地を乗り越えて人吉盆地で見つかった例を挙げている。人吉盆地では、火砕流堆積物が50～60mくらいの厚さで残っているという（町田洋証人2023（令和5）年6月20日付証人尋問調書・番号86～106）。

15
エ さらに、火砕流の外縁部分や外側の部分では、高温の熱風が生じ、火砕流の本体が到達しなくても、熱風によって破壊的なダメージを受けることがあるという。町田教授は、これらをサージ（熱波）やブラスト（突風）と表現しているが、横殴りの熱風によって人が死ぬなどの影響が及ぶこともあり、火山ガイド上は、これらも設計対応不可能な火山事象とされている（町田洋証人2023（令和5）年6月20日付証人尋問調書・番号107～113）。

20

オ 火砕流堆積物、テフラ堆積物の風化や浸食について、町田教授は、阿蘇4からかなり長期間が経過しているので、もともと堆積したもののほんのわずかしかなかったり、カルデラ周辺で、谷間に流れ込んで強く溶結したものを除けば、長期間の経過による風化や浸食によって、断片的な痕跡しか残っていないに違いないという。そして、風化・浸食が起りやすい場所をいくらボーリングしても意味がないことを指摘している（町田洋証人2023（令和5）年6月20

日付証人尋問調書・番号131～140)。

また、テフラ堆積物は圧密によっても影響を受ける。数万年前の噴火では、相当の圧密が考えられるが、細かい議論まではできず(不確実性が大きい)、噴出量の推定(噴火規模の推定)は、あくまでも現存しているテフラから求めているという(町田洋証人2023(令和5)年6月20日付証人尋問調書・番号141～147)。

5 カ 原規委が、産総研の研究を基に作成した資料によれば、噴火直後に最大で718.2km³と考えられる火砕流堆積物のうち、現存しているのは、最大で53.7km³にすぎないとのことであり(甲920・265頁)、大部分が風化・浸食によって失われていることが分かる。このように、現在火砕流堆積物が確認できないという事実は、火砕流が到達しなかったことを意味しない。

10 キ 町田教授も、例えば、甲915・12頁の図を示して、赤い部分が火砕流堆積物が確認できる場所であるが、白い部分は火砕流が到達しなかったことを意味するのではないという。また、被告が主張するように、南北方向には遠くまで広がり、東西方向にはあまり広がらなかったという見解に対して「そういうことは言えないと思います。なぜならば、この一番遠方のところの点を見ていただくと分かりますように、この玄界灘にも入っていて、山口の北の、これ(「山口」という字が書いてあるすぐ左上の赤)は秋吉台ですよ。」「そして、ここ(佐田岬半島)は、調査ができない」などと証言している(町田洋証人2023(令和5)年6月20日付証人尋問調書・番号172～182)。

ク 加えて、町田教授は、1985(昭和60)年に公表した論文において、「愛媛・伊方」のサンプルが見つかったことを踏まえ、阿蘇4テフラが本件原発のすぐ近くで発見されている以上、これが火砕流堆積物ではないということが確認できない限り、到達を否定できない旨証言している。

25 この資料は、甲925・32頁及び33頁に新井教授のメモとして残されていたものである。確認されている場所は、本件原発敷地に極めて近い九町(Ym-

1 1) 地点と、そこから西方の神崎 (Y m - 7) 地点であり (甲 9 2 5 ・ 3 1 頁)、町田教授は、尾根付近で見つかったのではないかと推測している。町田教授は、これらについて、少なくとも伊方原発周辺にまで阿蘇 4 テフラが到達したことを示すものであり、火砕流堆積物であるとまでは判断できないものの、おそらく、
5 火砕流そのものがすごい影響を与えたに違いないと証言している (町田洋証人 2 0 2 3 (令和 5) 年 6 月 2 0 日付証人尋問調書・番号 1 8 3 ~ 2 1 9)。そして、伊方原発の敷地にはおそらく火砕流が到達したと思う旨証言しているのである (町田洋証人 2 0 2 3 (令和 5) 年 6 月 2 0 日付証人尋問調書・番号 2 2 0 ~ 2 3 0)。

10 佐田岬半島に関しては、これまで、被告が、阿蘇 4 の痕跡が見つからないと何度も主張してきたところであったが、実際には、上記のように阿蘇 4 テフラが見つかっている。被告の主張が極めて杜撰なものであったことは明白である。

ケ これに対し、被告は、この調査業務に携わったという柳田誠氏の陳述書 (乙 D 3 6 0) を提出し、Y m 7 及び Y m 1 1 のテフラ粒子は、崖錐堆積物中に含まれ、
15 異質物を多く混在することから、二次堆積物であることは明らかであるとし、その起源が降下火山灰か火砕流堆積物であるかをその産状のみから判別できないと主張する (乙 D 3 6 0 ・ 6 頁)。

そもそも、被告四国電力の委託を受けてこのような調査を行ったという柳田氏の陳述自体が全く信用できないものではあるが、その点を措くとしても、柳田氏
20 が、異質物が多く混在しているという根拠として示していると思われる Y m 1 1 の (K - T z ごく少 m i x ?) との記載からは、せいぜい K - T z テフラがごく少量混じっているかどうかという可能性を示す記載に過ぎず、「異質物が多く混在している」ことを示すものではない。

また、仮に、これが阿蘇 4 テフラの二次堆積物だとしても、例えば九州に降下
25 したテフラが佐田岬半島まで二次堆積したということはありません、佐田岬半島に堆積したテフラの二次堆積物であることは明らかである。そうだとすると、いず

れにせよ、阿蘇4テフラが佐田岬半島に到達していたことに違いはない。

そして、何よりも重要なのは、柳田氏自身、このテフラが、降下火山灰か火砕流堆積物か、判別できないとしている点である。要するに、火砕流堆積物である可能性を否定できないのであって、これまで四国電力が主張してきたような、佐田岬半島に火砕流堆積物は存在しないという主張とは真っ向から食い違っている。

乙D360によれば、これは、1983（昭和58）年に、被告が、アイエヌエー新土木研究所に対して委託した調査業務の一環で見つかったものとのことであるから、被告がこれを知らなかったはずはない。被告は、このような重要な証拠を、これまで、原規委の審査においても隠していたのである。極めて不当な態度であり、このような姿勢の事業者に、万が一にも深刻な事故を起こしてはならない原発の運転を行わせることは絶対に許されてはならない。

そして、これが審査に提出されていれば、原規委の許可の判断にも影響を与えた可能性は十分に存在するのであって、これを見落としてなされた原規委の判断には、明らかな過誤、欠落が存在するというほかない（もちろん、これは原規委の落ち度ではなく、重要な資料を隠していた被告の姿勢に問題がある）。

本件請求は、直ちに認容されなければならない。

(4) 被告の評価の不合理性

ア 被告の根拠

以上に対して、被告は、本件原発に阿蘇4火砕流が到達していない根拠として、大きく、①敷地に近い佐田岬半島や敷地周辺の地質調査の結果阿蘇4火砕流堆積物が確認されていないこと、②本件原発と阿蘇カルデラの距離は約130kmあり、その間には佐賀関半島、佐田岬半島等の地形的障害があること、③阿蘇カルデラから本件原発敷地方向への火砕流シミュレーション評価を実施し、保守的な火砕流シミュレーションの結果でも敷地まで火砕流が到達しないことを挙げている。

なお、被告は、あくまでも火砕流の到達可能性しか評価しておらず、少なくとも

も、設置変更許可の段階で、火山ガイドが要求している火砕物密度流の検討をしていない。この意味でも設置変更許可の判断には看過し難い過誤、欠落がある。

イ 被告の根拠①の不合理性

ともあれ、これらの根拠のうち、①については、前述したとおりこれを根底から覆す資料が提出されており、全く根拠がない。

ウ 被告の根拠②の不合理性 - 水域を横断すること

②については、第6・3項(3)イ及びウで述べたとおり、町田教授は、佐賀関半島や佐田岬半島、海域等は地形的障害とはならない旨証言しており、これに反する主張であって理由がない。

10 なお、火砕流が水域を横断する点については、理屈はどうあれ、何よりも鬼界アカホヤ火砕流と阿蘇4火砕流の実例があるのであり、これを否定することはあり得ない。もっとも、学術的に見ても、例えば、早川（1991）では、「火砕流の密度が海水よりも軽いときには、火砕流は海面上を流走する。表面が起伏に富み、植生にも覆われている陸に比べて海は平坦であるから、流走する火砕流の底面に働く摩擦力は小さい。さらに、高温の火砕流によって海面が加熱され、そこから水蒸気が発生して流動化が促進されるから、海面上を走る火砕流は陸上を走った場合

15 場合に比べてはるかに遠方まで到達できる。幸屋火砕流¹⁸と阿蘇4火砕流がこの例である」と説明している（甲952・363頁）。

20 異教授も、大規模火砕流が海を渡ることは実際に起きた現象であるとし、幸屋火砕流が南九州に到達していないと考える火山学者はいないと断ずる。そのうえで、メカニズムについては、「火砕流が熱を持っていますので、その熱で、海面上で海水が気化して水蒸気となります。その水蒸気が、火砕流と海面の間にレイヤー（水蒸気の薄い層・膜）を作ることによって、流動化現象が起きて、そのために見掛けの、粘性と言いますけれども、流速ですね、スピードが非常に保たれる、若し

¹⁸ 鬼界アカホヤカルデラ噴火の火砕流をこう呼ぶことがある。

くは速いスピードで動いていくということが考えられます。このようなメカニズム、まあちょっと違うんですけども、比較的近いイメージは、ホバークラフトのようなものをイメージしていただければよいかと思います」などと証言している（異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号155～163）

エ 被告の根拠②の不合理性 - 山地等も地形的障害とならないこと

山地等についても、早川（1991）では、「火砕流の中には、100m/sを超える高速でジェットコースターのように斜面を駆け上がって、比高1000mの峰を超えるようなものもある」とされる（甲952・358頁）。

10 異教授も、これらの見解に対して異論はないと証言している（異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号164）。

オ 本件火山ガイドの記載

15 さらに、そもそも、本件火山ガイド自体に、「(火砕物密度流は) 通常はほとんどの地形的障害物を乗り越える。さらに、状況によっては地形的障害物を乗り越え、大きな水域を横断して流れることが分かっている。」と記載されている（甲443・13頁）。

阿蘇4クラスの極めて大規模な火砕流が、地形的障害物を乗り越えて遠方まで到達することは、疑いようがない。

カ 被告の根拠③の不合理性 - TITAN2Dは適用外であること

20 ③のTITAN2Dを用いたシミュレーションについては、そもそも阿蘇4のような大規模火砕流は、TITAN2Dの適用外であることが重要である。

被告も、TITAN2Dが粒子流モデルであることを認めているところ、粒子流とは、空中などにおける重力による堆積物の重力流又は塊状の流れをいい（岩石学辞典¹⁹より）、土石流のように山腹を下っていくようなイメージの、例えば雲仙普

¹⁹ <https://kotobank.jp/word/%E7%B2%92%E5%AD%90%E6%B5%81-777211>

賢岳の溶岩ドームの崩落による火砕流のような、小規模なものが典型である。

粒子流モデルは、噴出物が、重力の効果、すなわち位置エネルギーによって流下する際に運動エネルギーに変化することから出発し、そのエネルギーが地面との摩擦や地形によって減少し、最終的にゼロとなる地点までが到達範囲である、
5 という経験則に基づいて推定するものである。

TITAN2D が小規模火砕流を想定していることは、日本語版マニュアルである TITAN2D の使い方（甲 5 4 9。以下「マニュアル」という。）からも明らかである。マニュアルによれば、この解析ソフトは、火口位置に仮想的な円柱（＝パイル）を置き、「このパイルを崩して火砕流等を発生させる」としている（5 頁）。
10 ここにいうパイルとは、想定した火口位置に置く仮想的な円柱とされている（5 頁）。

これは、溶岩ドーム崩壊型を前提としたものであって、阿蘇 4 のような大規模カルデラ噴火に伴う火砕流のシミュレーションに用いることは不可能である。

キ 被告の根拠③の不合理性 - 浜田氏の学会ポスター掲示

この点については、元気象庁の職員であった浜田信生氏が、2017（平成 29）年 5 月の地球惑星合同学会においてポスター掲示によって公表した「原発立地の安全審査に関わる火山災害シミュレーションの問題点」の中で厳しく批判している（甲 8 1 5）。
15

浜田氏は、大規模な火砕流のシミュレーションに対して TITAN2D を利用することは、「実態とは無縁な荒唐無稽なもの」という。
20

浜田氏の批判の根拠は大きく分けて 4 つある。

- (ア) 第 1 に、TITAN2D は火砕流の底部を流れる粒子流の動きをシミュレーションするプログラムであって、密度の軽い熱雲の部分は適用外であるという点である。
- (イ) 第 2 に、TITAN2D の適用範囲は、溶岩ドーム崩壊型などによって発生するムラビ型の火砕流までであるという点であり、これは、流走距離がせいぜい 30 km
25 程度までとされる。熱雲が山野の起伏を乗り越えて広がるような大規模な火砕流

は、適用の範囲外である。

(ウ) 第3に、TITAN2Dは、前述のとおり、パイル (pile) と呼ばれる溶岩ドームのような岩塊、あるいは Flux と呼ばれる給源を置いてシミュレーションを行うものである。

5 Flux は、小規模な噴煙柱崩壊に似た現象を想定していると考えられるが、Charbonnier et al. (2015) によれば、噴煙柱崩壊型の火砕流は TITAN2D で扱えないことを述べているという (甲551の1、2)。そもそも、TITAN2D のマニュアルには、column collapse (噴煙柱) という用語がどこにも出てこない。そうであるにもかかわらず、事業者は、非現実的なほどに巨大なパイルを噴煙柱に擬
10 して初期条件を与えようとしているのである。浜田氏は、「事業者の擬する噴煙柱崩壊は、実際に起きている現象とはかけ離れたものである」という。

また、TITAN2D は、層の厚さが流体の水平方向の広がり比べ、十分に薄い場合 (例えば泥流や土石流など)、ほとんど無視できる場合に適用される浅水方程式が成り立つことを前提としたプログラムであるところ、ユーザーマニュアルに
15 示されるパイルの形状は、厚さと水平方向の長さの比が1:10の例が挙げられている。これに対し、事業者の設定するパイルは、厚さ (高さ) 6000m: 水平方向の長さ (底面直径) 6000m = 1:1 であり、浅水方程式の扱いの対象外である。

(エ) 第4に、上記3つの不合理性があるにもかかわらず、事業者は、流走距離10
20 ~20km程度のムラピ型の火砕流について、無理やり現存する堆積物の状況に合わせるために長距離を走るよう、極めて不自然なパラメータを設定しているという点である。

一例として、TITAN2D では、内部摩擦角として、30度前後の値が用いられるのが一般的であるが、本件被告は1度という極めて小さな値を採用している。

25 浜田氏は、これについて「シミュレーションの結果を大規模火砕流らしく見せるための作為的なものという他はない」と厳しく批判している (以上、甲815・

1 頁)。

ク 浜田氏のポスター掲示に対する評価

この浜田氏の発表に対して、その後、学会等で反論が出されたという事実は存在しないし、異教授も、この内容について、科学的におかしいところは見受けられないことを証言している（甲954・35～37頁、異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号152～154）。

また、異教授は、シミュレーションの適用範囲か適用範囲外かということがどのような意味を持つのかという質問に対し、異氏は、「適用範囲内では、ある程度の確実性を持って、そのシミュレーションの結果を適用することは可能であると思います。ただ、適用範囲外になると、いろいろなパラメータがどういうふうに変ってくるかという予測ができていないからこそ、適用範囲外になっているわけで、そのような現象をシミュレーション結果から予測することはできません」と発言し、適用範囲外のものに無理やり当てはめても、科学的に意味のある結論にならないとしている（異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号153～154）。

なお、異氏は、シミュレーションを行う上での一般的な注意点として、「存在している既存のシミュレーションソフトを使う場合は、必ずそのシミュレーションソフトのある意味で使用限界というものがあります。パラメータの有効な範囲で行うということが基本的に重要なことになると思います」「目的、それから自分が対象としているものの物性、それから規模等を合わせてです」「例えばどういうパラメータが真の値に近いかということが分からない場合に（パラメータを操作することは）よく使われる手法です。ただし、そのパラメータがもともと想定されているパラメータの外挿部分、すなわち外側にあるような適用されない部分を使うということは、シミュレーションの方法としては間違っています。」などとも指摘している（甲954・36～37頁）。

さらに、再活性化のタイムスケールに関するシミュレーションの個所では、パ

ラメータの設定が難しい、不確実性をできるだけ減らすために適正なパラメータを選ぶことが不可欠（甲954・25頁）、ある程度不確かさはあっても、適用範囲を考えたうえで保守的にシミュレーションすることは可能、などと（巽好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号74）、シミュレーションを行うとしても、パラメータを保守的に設定することの重要性を述べている。

4 まとめ

10 以上のとおり、本件では、阿蘇4の火砕物密度流が本件原発敷地に到達したと考えられる。本来、活動可能性が否定できず、阿蘇4規模の噴火を想定しなければならないことに照らせば、その到達可能性が否定できない以上、本件原発は立地不適とされなければならない（争点II）。

15 また、万が一、活動可能性が十分小さいと評価され、または、噴火規模を草千里ヶ浜軽石噴火に限定できるとしても、本件火山ガイド上は、過去最大の噴火規模である阿蘇4火砕物密度流が本件原発敷地に到達したと考えられる場合には、モニタリングを実施しなければならないこととされている。

しかるに、被告は本件において阿蘇のモニタリングを行わないこととなっている。この点でも、原規委の基準適合判断は誤っており、モニタリングが実施されないまま本件原発が稼働されると、原告らの人格権を侵害する危険につながる。

20 第7 九州カルデラ火山の噴火規模に関する過小評価（争点III①関連）

1 本件火山ガイドの定め

(1) ここまで、本件火山ガイドにおける立地評価について述べてきたが、ここからは、影響評価（火山ガイド6章）に関する主張を述べる。

25 問題となるのは、主に、6章柱書の設計対応可能な火山事象として考慮すべき降下火砕物の最大層厚推定である。

(2) 本件火山ガイドは、原則として、原発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し、例外的に、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こととした（第2・2項(4)キ(ア)）。

5 これは、あくまでも噴出源たる火山自体の将来の噴火可能性を問題としていると読むのが自然であり、ある特定の噴火規模の噴火について、その発生可能性を問題としているようには読めない。

10 町田洋教授も、「噴出源」という語について、「噴出源と言えば、当然爆発的な噴火がありますから、穴が、火口があるわけです。火口がでかくなるとカルデラと呼ばれますけど、それが噴出源ですよ」「（噴出源というのは、基本的に特定の場所を指す言葉かとの質問に対し）そういうことですね。」と証言している（町田洋証人2023（令和5）年6月20日付証人尋問調書・番号270～272）。

2 九州カルデラ噴火を考慮しないことは過誤、欠落であること

15 (1) 本件に即していえば、敷地及びその周辺において阿蘇4テフラを始めとする九州カルデラ期限のテフラが確認されているのであれば、当該火山が将来噴火する可能性が否定できる場合に限り、これらの降下火砕物を考慮対象から除外できることになる。

20 そして、阿蘇、始良、鬼界など、本件原発敷地及びその周辺で確認されているテフラの噴出源たる火山は、いずれも、現在も活動している火山であるから、将来の噴火可能性は当然に存在する。

したがって、本件においては、本来、阿蘇4テフラや始良T_nテフラ、鬼界アカホヤテフラなどを考慮しなければならないはずである。

25 (2) そうであるにもかかわらず、被告は、九州のカルデラ火山を起源とする火山灰について、それらカルデラ火山はいずれも巨大噴火直前の状態ではなく、原発の運用期間中に同規模の噴火の可能性が十分低いと評価して、検討対象から除外している。これは、「噴出源」という用語を、特定の噴火規模の噴火の発生可能性と

読み替え、破局的噴火については発生可能性を否定できると評価したものであって、本件火山ガイドに沿ったものではない。

これまで述べてきたとおり、現在の火山学の水準では、とりわけ噴火規模の推定は困難であり、破局的噴火についてのみ、発生可能性を否定できるという科学的根拠はない。

(3) 被告の評価及びこれを是とした原規委の判断は、本件火山ガイドに沿ったものとはいえず、看過し難い過誤、欠落が存在する。

3 巨大噴火に準ずる規模の噴火を考慮しないことは、論理的に誤っていること

10 (1) 本件火山ガイドを素直に解釈すれば、前記2記載のとおりになるはずであるが、影響評価に関しても、宮崎支部決定のように、破局的噴火のリスクについては、社会通念論を持ち出して、社会通念を根拠として原則と例外を逆転させ、その活動可能性が相応の根拠をもって示されない限り考慮しなくてよいという考え方が採用される可能性もあり得ないではない（ただし、これまで述べているように、
15 この考え方は不当である）。

(2) この点、宮崎支部決定のような社会通念論によっても、そのリスクを容認して考慮対象外にできるのは、あくまでも破局的噴火のみであり、「基本的な考え方」によったとしても、せいぜい噴出量が数十km³を超えて大量の火砕流を伴うような巨大噴火までである。これらについては、活動可能性は否定できないものの、
20 社会通念に照らして例外的に考慮対象外とするものであるから、破局的噴火（ないし巨大噴火）には該当しないが、これに準ずるような規模の噴火（巨大噴火に準ずる規模の噴火）については、社会通念によって考慮対象外とすることはできない。

したがって、そのような規模の噴火についてまで考慮対象外とすることは、論
25 理則に反する。

(3) そうであるにもかかわらず、被告及び原規委は、例えば阿蘇について阿蘇4以

降の過去最大である草千里ヶ浜軽石噴火（噴出量約2.39 km³）しか考慮していない。これは、論理則に反する考え方であり、看過し難い過誤、欠落に該当する。

したがって、原規委の基準適合判断は、噴出量が2.39 km³を超えて数十km³未満の噴火を検討対象から除外している点で、不合理である。

5

4 巨大噴火に準ずる規模の噴火に関する科学的知見

(1) これに対し、被告は、社会通念論ではなく、九州のカルデラ地域において、噴出量10 km³を超え50 km³未満である噴火の発生数が極めて少ない（50 km³を超える噴火よりも少ない）ことを理由に、これを考慮する必要がないかのように主張
10 していた（甲955・22頁）。

(2) しかし、異教授は、噴火規模には噴火マグニチュードが小さくなるほど発生確率が上がるという逆相関の関係が統計学的に認められており、連続的に起こる可能性が十分に考えられるという。そして、「基本的な考え方」について、一つの火山で、例えばマグニチュード8の噴火が起きているのであれば、それ以下の、マ
15 グニチュード6の噴火が起きてもおかしくないと考えるのが当然とし、巨大噴火が起きて以降最大の噴火というふうに限定することに大きな違和感を感じると述べる（甲954・37～38頁、異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号170～172）。

被告の主張に対しては、データ自体の不合理性（火山灰のみのデータである点）
20 を指摘し、また、70というデータ数について、もっと多量のデータを使うと別の傾向が見えているのだから、そちらを優先すべきと述べている（異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号173～174）。

なお、九州地方で特別にVEI6の噴火が少ないということは、統計学的に何ら認められない（甲954・38頁、異好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号175）。
25

(3) さらに、破局的噴火に準ずる規模の噴火の発生確率は、当然ながら、破局的噴

火の発生確率よりも大きい。巽氏は、自身の2014年の論文²⁰で、日本におけるVEI4以上の噴火マグニチュードごとに、どの程度の頻度で噴火が発生するかをまとめている（甲955・23頁）。

5 これによれば、噴火マグニチュード5.7以下（山体噴火）と、噴火マグニチュード7以上（カルデラ形成噴火）で頻度に大きな山が見られるが、その中間においても噴火が発生していないわけではなく、その両者が混ざったような噴火が多数発生していることが分かる（ハイブリッド噴火。甲1170・番号92～99）。

10 甲955号証・23頁の横軸は噴火マグニチュードを示し、縦軸は集積頻度を表している。集積頻度とは、頻度を足し合わせたものであり、図の○印が一つ一つの火山噴火に対応し、○印と○印との間の間隔が、1つの発生頻度を表す。ハイブリッド噴火の黄色部分でも、集積頻度が右下に下がっているということは、VEI6の噴火も相当程度の頻度で発生していることが分かる。

15 巽氏は、このグラフから、噴火マグニチュード7の破局的噴火よりも、マグニチュード6の巨大噴火の方が発生確率が小さいとは言えず、むしろ発生確率が高いことが分かる、という（甲954・38～40頁、61～62頁、70～71頁。巽好幸証人2023（令和5）年10月10日付証人尋問調書・番号176～182）。

20 5 後カルデラ期であることを理由として噴火規模を切り下げることが許されないこと

Nagaoka（1988）の噴火ステージ論を根拠として、今後発生する可能性のある噴火の規模を切り下げることが許されないことは、第6・2項(2)に置いて述べたとおりである。

²⁰ Yoshiyuki Tatsumi, et al. “Cause and risk of catastrophic eruptions in the Japanese Archipelago” 2014 p348 figure1 B 図

また、後カルデラ期であることを理由に、噴火規模を切り下げることが許されないことは、第4・4項(4)で述べたとおりである。

6 「噴出源」を特定の噴火規模と解することの不合理性

5 万が一、本件火山ガイドの規定について、1項記載のように解釈せず、「噴出源」という文言を、特定の噴火規模と解とした場合、そのような考え方は不合理というほかない。

このように解する場合、特定の噴火規模以上の噴火は発生しないとしても、科学的には、これに準ずる規模の噴火が発生する可能性は依然として残っている。

10 例えば、ある原発の敷地に、火山Aを給源とする噴火a（噴出物量100km³）と噴火b（噴出物量5km³）の降下火砕物が確認できたとする。この場合、上記火山ガイドの解釈に従えば、噴火aの発生可能性が否定できれば、噴火bだけを考慮すればよいというのが火山ガイドの定めということになる。

15 しかし、噴火aの発生可能性を否定できれば、火山Aにおいて噴火bしか起こらない、と考えるのは論理の飛躍である。この場合には、依然として、火山Aでは、噴火bを超えるが噴火aには至らない規模の噴火（5km³<100km³）の発生可能性が残っている。このような場合に、5km³への対処しか検討せずに原発を稼働し、万が一、30km³の噴火が発生すれば、その原発は甚大な被害を受けかねない。

20 そうであるにもかかわらず、火山ガイド自体が、上記のような定めとなっているとすれば、それは火山ガイド自体不合理な定め（基準自体不合理）というほかない。

7 2020（令和2）年1月17日広島高裁決定

25 巨大噴火に準ずる規模の噴火について、これを無視することは許されないという考え方に立って影響評価を不合理と判断したのが、岩国仮処分の2020（令

和 2) 年広島高裁決定である。

この決定は重要なので、立地評価に関する部分も記載しておく。

(1) 立地評価について

- 5 ア 令和 2 年広島高裁決定は、立地評価に関する火山ガイドの合理性に関し、「火山ガイドは、文献調査、地形・地質調査及び火山学的調査により過去の火山活動を分析した結果に加えて、必要に応じて地球物理学的及び地球化学的調査を行うことにより、検討対象火山が原子力発電所の運用期間中に活動する可能性が十分に小さいかどうか、活動する可能性が十分に小さいとはいえない場合には、その火山活動の規模（噴火規模）を判断できること、すなわち、噴火の時期及び規模について、少なくとも発電用原子炉の運転の停止及び核燃料物質の敷地外への搬出に要する期間の余裕を持って、予測できることを前提としているものと解さざるを得ない」と明確に認定した（甲 5 0 4 ・ 5 8 頁）。

- 15 これに対して、事業者は、火山ガイドは検討対象火山の噴火の時期及び程度が相当前の時点で予測できることを前提とするわけではないと主張していたが、「検討対象火山の噴火の時期も程度も予測できないのに、『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か？』を評価できるとは考え難いというほかな（い）」と、極めて真つ当な判断を行っている（甲 5 0 4 ・ 5 8 頁）。

- 20 イ 次いで、本決定は、現在の科学技術水準に照らして上記予測が可能かどうか検討し、少なくとも阿蘇については原子力発電所の運用期間中に巨大噴火が発生する可能性は相当低いといえんとする専門家もいるとしつつ、他方で、火山検討チーム（モニタリング検討チーム）では「通常の噴火では予知が難しく、巨大噴火（VEI 6 以上の噴火）についても、その時期や規模を予測することは困難であり、
25 少なくとも燃料の搬出等に間に合うだけのリードタイム（数年あるいは 1 0 年という単位）をもって巨大噴火の時期及び規模を予測することは困難である」とい

う意見が大半を占め、その旨が「原子力施設に係る巨大噴火を対象とした火山活動のモニタリングに関する基本的考え方」にも記載されていること、そのメンバーの一人である藤井教授は、数十年単位の噴火可能性を議論すること自体に無理がある、原子力発電所の稼働期間中にカルデラ噴火の影響をこうむる可能性が高いか低いかという判定そのものが不可能なはずであるとの見解を示し、これと同旨の見解を述べる専門家が複数いることを認定して、「現在の科学技術水準においては噴火の時期及び規模についての的確な予測は困難であり、VEI 6以上の巨大噴火についても中長期的な噴火予測の手法は確立しておらず、原子力発電所の運用期間中に検討対象火山が噴火する可能性やその時期及び規模を的確に予測することは困難であるとの見解が多数を占めており、原子力発電所の設置等の許否の判断に際しては、保守的見地から、このような見解を前提にして検討される必要があるといわなければならない」と判断した（甲504・59頁）。

ウ 本決定は、以上の認定を踏まえ、「火山ガイドの個別評価についての定めのうち、上記予測が可能であることを前提とする部分は、不合理であるといわざるを得ない」と具体的審査基準たる本件火山ガイドの不合理性を正面から認定している（甲504・59頁）。

そして、その場合に、検討対象火山の活動可能性が十分小さいとはいえないことから、設計対応不可能な火山事象の評価に進み、「噴火規模を推定することもできないから、検討対象火山の過去最大の噴火規模を想定して、設定対応不可能^マな火山事象の本件発電所への到達可能性が十分に小さいかを判断すべきことになる」と判断した（甲504・60頁）。

このように、本決定は、本件火山ガイドを不合理としつつ、本件火山ガイドの枠組みに従った検討も行い、阿蘇4の火砕物密度流が伊方原発に到達した可能性を否定する事業者の主張を排斥し、到達可能性が否定できないと認定した。

²¹ 「設計対応不可能」の誤記であると考えられる。

エ 本決定は、「基本的な考え方」や「新規制基準の考え方」において示された巨大噴火の可能性の評価に関する考え方に基づく事業者の主張を排斥した点が重要である。

すなわち、本決定は、火山ガイドの内容として、「火山ガイドには、巨大噴火とそれ以外の噴火を分けた記載はなく、むしろ、設計対応不可能な火山事象の評価において、影響範囲を判断できない場合には、設計対応不可能な火山事象の国内既往最大到達距離を影響範囲とするとしており、これは当然に巨大噴火による影響範囲を評価する内容である」と認定する。

そして、運用期間中における巨大噴火の可能性が十分小さいと評価することが困難であるという現在の科学技術水準に照らして、「（「基本的な考え方」における考え方は）火山の現在の活動状況において巨大噴火が差し迫った状態ではないことを確認できれば、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のない限り（前記の科学技術的知見によれば、噴火の時期及び規模を事前に予測することは困難であって、運用期間中に巨大噴火が発生することに具体的な根拠のある場合は、容易に想定できない）、運用期間中において巨大噴火の可能性が十分に小さいとみなすというものであって、火山ガイドが想定している各種の科学的調査の結果を基にした火山活動の可能性評価からは逸脱しているといわざるを得ない」と、「基本的な考え方」における考え方の不当性と、本件火山ガイドの考え方との相違を指摘している（甲504・60～61頁）。

オ さらに、本決定は、設置変更許可処分に係る適合性審査の具体的な経緯にも着目して、「本件原子炉の再稼働に当たってされた本件原子炉に係る原子炉設置変更許可等の申請並びにこれに対する規制委員会の審査及び許可等の処分においても、阿蘇4噴火について、巨大噴火であるという理由で通常の噴火と別の扱いがされた様子は見受けられない」と、原規委が裁判対策で作成した「基本的な考え方」のまやかしを喝破している。

(2) 破局的噴火以外の噴火について

ア 本決定は、破局的噴火による火砕流が到達する可能性を否定できないことを理由に立地不適として人格権侵害の具体的危険性を認めることは、社会通念に反して許されないと判断しており、この点は不当ではあるが、そうすると、どの程度の噴火規模であれば、社会通念上無視できないこととなるのかが問題となる。

この点について、本決定は、「このような場合は、改めて阿蘇で阿蘇4噴火に準ずる規模の噴火を前提にして設計対応不可能な火山事象が本件発電所敷地に及ぶ可能性について検討すべきである」とする（甲504・68頁）。

すなわち、「阿蘇については、本来、阿蘇4噴火と同等の噴火規模の噴火が起こる可能性が十分小さいとはいえないことを前提にして、設計対応不可能な火山事象の到達可能性を検討すべきなのだから、それが社会通念に反することとなった場合は、これに準ずるVEI6の噴火、すなわち噴出物量数十km³の噴火が起こる可能性も十分小さいとはいえないとして、この噴火規模を前提にして立地評価をするのが当然のことである」と判断をしている（甲504・68頁）。

阿蘇4噴火は噴出物量600km³にもなり、破局的噴火（VEI7）の中でも大きい噴火であるから、阿蘇4噴火に準ずる噴火規模が、なぜ「VEI6」や「噴出物量数十km³の噴火」になるといえるのかという点にはやや論理飛躍もあるが、大枠として、破局的噴火に準ずる規模の噴火を考慮すべきことは、図表15のとおり論理的帰結として当然のものであるから、論理則を適切に当てはめる限りは、判断者によって結論が左右される性質のものではない。

イ なお、この点について、被告は、「基本的な考え方」に従って、「検討対象火山の過去最大の噴火規模」を、最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模に限定し、長岡論文でいう「後カルデラ火山噴火ステージ」における既往最大規模である阿蘇草千里ヶ浜噴火の規模（噴出物量約2km³）を用いて立地評価を行うべきであると主張していた（本件でもおそらく同じように主張すると思われる）。

これに対し、本決定は、①長岡論文のいわゆる噴火ステージ論については、複

数の専門家から、噴火予測に用いることにつき疑問が呈されていること、②事業者が主張するような地下のマグマ溜まりの状況や、マグマの成因の違い、阿蘇カルデラ内の地殻変動データ等を踏まえても、現在の科学技術水準ではマグマ溜まりの規模を的確に推測することが難しく、噴火がいつ・どのような規模で起きるかといった的確な予測は困難な状況にあるということに照らせば、それだけで、阿蘇4噴火以降の最大規模の噴火のみを考慮すれば足りるということにはならないとし、③「阿蘇が、過去に阿蘇4を初め^マ22として巨大噴火を繰り返してきた火山であること、現在の科学技術水準ではマグマ溜まりの規模を的確に推測することが難しく、そのため、噴火がいつ・どのような規模で起きるかといった的確な予測も困難な状況にあることに照らすと、阿蘇において、破局的噴火に至らない程度の最大規模の噴火が発生する可能性は否定できない」と判断している（甲504・69～70頁）。

ウ このように、本決定は、社会通念によっても無視できない噴火規模を、破局的噴火に至らない程度の最大規模の噴火と認定した点に極めて重要な意義がある。

15 広島高裁令和2年1月17日決定が指摘するように、阿蘇において、草千里ヶ浜軽石噴火を超えて、九重第一軽石噴火（噴出量約6.02km³）を上回る、例えば噴出量20～30km³程度の噴火が発生した場合、九重山よりも遠方の阿蘇からであっても、被告が九重第一軽石からの降灰として想定する15cmを上回る降灰が起りうる。

20

8 まとめ

- (1) 以上のとおり、九州のカルデラ火山の噴火規模に関して、本件火山ガイドの規定に素直に当てはめれば、敷地及びその周辺で確認できる九州カルデラ火山起源の降下火砕物について、それらの噴出源たる火山の活動可能性を否定できないか

²² このように、多数の選択肢の中から代表となるものを取り上げて表す際に用いる「はじめ」という言葉には、「始め」という漢字をあてるのが一般的であるが、そのまま引用した。

ら、それらの降下火砕物を考慮対象から例外的に除外することは許されない。

これを考慮対象から除外した被告及び原規委の評価には看過し難い過誤欠落がある。

- 5 (2) また、破局的噴火（ないし巨大噴火）について、社会通念論を根拠にそのリスクを無視し得るという見解に立ったとしても、令和2年広島高裁決定がそう判断したように、巨大噴火に準ずる規模の噴火についてまで社会通念によって無視することは論理的に許されず、これらを考慮しないと判断した被告及び原規委の評価には、やはり看過し難い過誤、欠落が存在する。
- 10 (3) さらに、万が一、「噴出源」という語を、特定の噴火規模の火山事象と解釈する場合、大きい規模の噴火を考慮対象から除外できると、中間的な噴火をすべて無視して、次に大きい規模の噴火だけを考慮すれば足りるという結論になってしまう。そのような結論が科学的に不合理であることは明らかであり、火山ガイドの定め自体が不合理ということになる。

15 第8 九重第一軽石噴火による最大層厚の想定 of 過小評価（争点IV①関連）

1 噴出物量の推定方法とその不確実性

(1) 噴出物量の推定方法に含まれる不確実性

20 九重第一軽石の最大層厚想定に関する前提として、火山学で扱われている噴火規模（噴出物量）の推定方法に相当大きな不確実性が存在するという点については、第6・3項(3)でも触れた。

一般に、噴出物量の推定に用いられている Legros (2000) の方法は、レグロス氏自身、「指数関数的に薄くなる降下火砕物堆積物について、1つのアイソパッチ（等層厚線）しか入手できないものの最小体積を計算する簡単な方法」として紹介している（甲916・63頁）。

(2) 噴出物量（噴火規模）はしばしば上方修正されること

ア 噴出物量を計算する仕組みに照らしても、噴出物量は、現在確認できている堆積物の等層厚線をつないで求めるため、新たに大量の降下火砕物堆積層が発見されると、噴出物量が従来考えられていたよりも大きくなることはしばしばあり得る。

5

反対に、新たな発見によって、噴出物量が下方修正されることは滅多にない。仮に、どこかの地点で、現在考えられているよりも薄い堆積層が見つかったとしても、それは風化や浸食、圧密の影響によって薄くなったと考えられるため、噴出物量に影響を及ぼさないからである。

10 イ 実際、噴火規模が上方修正されることはしばしばある。

例えば、原規委においても、鳥取県の大山における大山生竹噴火（DNP）の噴火規模が上方修正され、従来約 6 km^3 だった噴出物量が、現在では約 11 km^3 と、倍近くにまで増えている。

ウ また、近年の研究で、阿蘇4や始良カルデラの噴出物量も大幅に上方修正されている。

15

例えば、約3万年前の始良Tn噴火の噴出物量については、従来よりも1.5倍大きい $940 \sim 1040 \text{ km}^3$ にも上ることが明らかになった（甲919、甲920（2023（令和5）年の原規委資料））。

また、約9万年前の阿蘇4噴火の噴出物量についても、従来よりも数倍大きい $840 \sim 1640 \text{ km}^3$ にも上ることが明らかとなった。これら2つの噴火は、従来VEI7（噴出物量 100 km^3 以上）と考えられていたが、この研究結果によれば、いずれもVEI8（噴出物量 1000 km^3 以上）に達する可能性がある（甲918の1、2、甲920）。

20

25 2 九重第一軽石テフラの噴火規模の過小評価について

(1) 被告の評価

被告は、降下火砕物に対する影響評価において敷地に最も大きな影響を与え得る噴火として、九重山における約5万年前の九重第一軽石(Kj-P1)噴火を想定し、その噴出量を2.03km³と考えていたが、その後、これを6.2km³へと見直している。

そして、噴出量6.2km³を前提とした降灰シミュレーションを行い、敷地において考慮すべき降下火砕物の厚さを15cmと評価した。

(2) 噴出物量の把握に含まれる不確実性を考慮しないこと

しかし、火山噴出物の体積を正確に把握することはそもそも困難であり、現在得られている知見には大きな不定性が存在する。

実際、被告の評価は2.03km³から6.2km³へと簡単に数倍変化しているし、町田洋・新井房夫『新編 火山灰アトラス』によれば、九重第一軽石噴火についてVEI5-6とされていて、噴出物量が10km³以上となる可能性すら指摘されている(甲616・112頁)。

前述したとおり、噴出量の体積の把握は不確実性が大きく、町田教授も、オーダー(桁)の誤差があり得ると述べている(町田洋証人2023(令和5)年6月20日付証人尋問調書・番号16~20)。

少なくとも、そのような不定性が大きい噴出物量について、あたかも確実なものであるかのように考えてシミュレーションを行い、その結果から最大層厚を決めるのは、不定性に対する保守的評価として不十分であって不当である。

(3) 火山ガイドを踏まえた評価

ア このような前提を踏まえつつ、本件火山ガイドに沿って九重第一軽石による想定層厚を検討する。

まず、敷地内において九重第一軽石はほとんど確認されていないものの、九重

山から約140km東に位置する高知県宿毛市付近で、約20cmの降灰があったことを示す文献等が存在する（甲576・214頁、218頁）。

そうすると、敷地方向を風下とした場合には、九重山から約108kmしか離れていない本件原発敷地には、20cmを上回る降灰が十分にあり得るのであり、敷地における想定として、少なくとも20cmを考慮すべきこととなる。

5 イ 他方、宿毛市を「敷地周辺」とみない場合、本件火山ガイドの解説-16.を適用することになる。解説-16.は、敷地及びその周辺で降下火砕物の堆積が観測されない場合に、i) 類似する火山の降下火砕物堆積物の情報を基に求める、ii) 降下火砕物の数値シミュレーションを行うことにより求める、としている。

10 実際、被告は、敷地における層厚をほぼ0cmと評価し、iiの数値シミュレーションを用いて最大層厚を15cmと設定した。

しかし、前述のとおり、噴出量は極めて不定性の大きい概念であり、iiの方法のみによって最大層厚を決定するのは保守的ではなく、iの方法も併せて検討するものと読むべきである。

15 ウ そして、iの方法を検討すると、九重第一軽石噴火と噴出量が類似した火山噴火であって、かつ、遠方に大量の降灰をもたらした噴火として、御岳山における御嶽伊那噴火（甲624）、赤城山における赤城鹿沼テフラ噴火（甲626）、樽前山における樽前b、c及びdの各噴火（甲627）並びに恵庭山における恵庭a噴火などが存在する（以上、甲616）。

20 これらを見ると、火口から100km遠方において、20cmから50cm近い降灰が確認されているのであり、そうである以上、本件においても、保守的にみて50cm程度、少なくとも30cm程度の最大層厚を設定すべきである。

エ また、iiの方法に関しても、火山ガイドは、数値シミュレーションに際し、類似の火山降下火砕物堆積物等の情報を参考とすることができるとしており、不定性の大きい現時点で保守的な評価を行うのであれば、上記類似火山のシミュレーションを行い、これを踏まえて最大層厚を決定すべきであるのに、被告はそのよ

25

うな評価を行っていない点で不合理である。

オ 最大層厚が過小評価となれば、気中降下火砕物濃度も当然に過小評価となり得る。本件原発に、被告の想定を超える降灰が到来した場合に本件原発が安全であるとの主張立証は尽くされていない。したがって、原告らの人格権を侵害する具体的危険の存在が事実上推定される。

(4) 九重第一軽石に関する最新の知見

さらに、九重第一軽石に関して、町田教授は、「最近は、若狭湾のところの水月湖のコア、これは非常に条件のいい場所で堆積した様々な地表面象を記録している優秀な記録史なんですね。そこでもってテフラがたくさん見つかっています。その中の1つが九重第一と同定できるものだということが分かった。更に九重第一が若狭のほうにも飛んでいったんだということが分かったと同時に、それまで分かっていなかったテフラ、給源が分かっていなかったテフラについて、北陸の沖合、日本海ですね、沖合のところでもって、何とかと呼ばれていた火山灰が、実は水月湖で見つかった九重第一と同じものだということが分かった。だから、あっちの方にかかなり広く分布するということが分かったということです。」と証言している（町田洋証人2023（令和5）年6月20日付証人尋問調書・番号273～281、甲921・431頁、図2）。

これは、これまでの被告の想定を覆す内容である。町田教授は、オーダー単位で見れば、噴出量に大きな影響はない（もともと、町田教授は九重第一についてVEI5～6と考えているため）というが、量としてこれまでの噴出物量よりも大きくなることは認めている。そうすると、噴出物量を6.2 km³として、これを上回らないことを前提として計算した被告の評価は誤っている可能性が高い。

(5) 小括

このように、九重第一軽石の噴出物量について、6.2 km³を超えることがない

という前提でなされた被告の評価は、不合理である可能性が高く、少なくとも安全が確認されたとは言い難い。被告の評価及び原規委の判断には看過し難い過誤、欠落が存在する。

5 3 大規模噴火におけるテフラの広がり

仮に、噴出物量自体について6. 2 km³を前提とするとしても、被告による降灰シミュレーションは不合理であることを述べる。

前提として、VEI 5～6を超えるような大規模な噴火で、傘型噴煙を生じることについては、第1・1項(3)イでも指摘したとおりである。傘型噴煙の様子は、
10 甲815・2頁で見られる。

噴煙の標準的なモデルは、「重力流モデル」と呼ばれる（第1・1項(3)イ）。

4 降灰シミュレーション（Tephra2）の不確実性

被告は、九重第一軽石の降灰シミュレーションとして、Tephra2 を利用しているところ、これは、九重第一軽石のような大規模な噴火（VEI 5以上の噴火）に適用できるモデルではなく、不確実性が大きい。以下、重要な点を指摘する。
15

(1) Tephra2 の概要とユーザー・マニュアルの記載（甲1172）

ア Tephra2 とは、移流拡散モデルを基にして作成された降下火山灰のシミュレーションコード（オープンコード）である。移流拡散モデルとは、風による移動（＝移流）と、空中で勝手に拡がる現象（＝拡散）を盛り込んで作られたモデルをいう。
20

イ このようなシミュレーションコードには、一般に、開発者等が推奨する適切な適用範囲・適用限界が存在する。後述する萬年論文でも、「コード利用者は、再現したい現象や観測事実がどういう性質のものなのかを勘案し、適切なコードを選ぶ、そしてそのコードの限界を把握することが重要」と指摘されている（甲56
25

8・175頁)。

ウ Tephra2 の適用限界については、開発者によって作成された「Tephra2 Users Manual」というマニュアルから推測可能であるため、これを証拠として提出する(甲1172の1、2)。

5 これによれば、Tephra2 は、現在検証中であり、このモデルを完全に検証するためには、更なる比較が必要とされている(甲1172の2・5頁)。

また、風速と風向を一定と仮定しているところ、実際の大気は、渦巻き、上昇気流、下降気流などで構成され、時間とともに変化する。そのため、広範囲に広がったり、長時間継続したりしない小規模な噴火のシミュレーションには有効だが、より規模の大きい噴火や風の変化が激しい場合には、現実をうまく表現できない可能性が高いとされている(甲1172の2・7頁)。

開発者自身も、規模の大きい噴火には不適であることを認めているのである。

エ Tephra2 の適用限界としては、最大粒径が -6ϕ ($=64\text{mm}$)で、最小粒径が 6ϕ ($\approx 15.6\mu\text{m}$)とされている。また、凝集や他の複雑なプロセスは、モデル化されていない(甲1172の2・4頁)。

オ 他方、本件では、被告は $-1\phi\sim 7\phi$ までを考慮しており、適用限界を超えている(甲570・10頁の別表1)。

(2) 萬年一剛氏「Tephra2の理論と現状」(甲568)

20 ア Tephra2 の理論と適用限界については、萬年一剛・神奈川県温泉地学研究所主任研究員(九州大学理学博士)の論文に詳しい(甲568)。Tephra2 の移流拡散モデルは、実際の火山灰の動きを「随分単純化」したものとされている。例えば、移流(風による移動)について、現実の風は「渦を巻いたり、蛇行したりするはず」だが、Tephra2 は、「風向きと風速は各高度範囲で一定と仮定され」ており、「複雑な動きを盛り込むことはできない」という。

また、拡散(空中で勝手に拡がる現象)について、「拡散が起きるのは水平方

向だけで、垂直方向の拡散は考慮しない」という。つまり、三次元的な再現ではなく、二次元的な再現しか想定されていないのである（以上、甲568・174頁）。萬年氏も、「実際の3次元の大気場で噴煙の拡散を再現するといったようなことは Tephra2 では不可能である。もしこうした再現をしたいのであれば、PUFF (Tanaka, 1994) など別のコードを用いるのがよい」と指摘している（甲568・175頁）。

イ このほか、萬年氏は、「Tephra2 は誰でもすぐに入手できる『バーチャル火山』であるが、「Tephra2 の噴煙モデルは現在主流の重力流モデルと異なるため、無批判に利用することは危険である。つまり、Tephra2 は降下火山灰であつたら何でも簡単にシミュレーションできる夢のツールというわけでは決してない」とか（甲568・174頁）、「コードの利用者は再現したい現象や観測事実がどういう性質のものなのかを勘案し、適切なコードを選ぶ、そしてそのコードの限界を把握することが重要である」とも述べている（甲568・175頁）。

15 要するに、Tephra2 も実現象を相当単純化したものであるから、不定性を踏まえた適性や限界を把握した上で利用しなければならないというわけである。

ウ さらに、Tephra2 を大規模な噴火に適用できるかという点について、「Tephra2 は風について単純なモデルしか仮定できないが、それが大きな弱点といえるかというところではないだろう。なぜならば、火山周辺100kmのオーダーで風向きが大きく変わるといえるのは考えにくいからである。したがって、100kmのオーダー以下で考える場合 Tephra2 は一定の実用性があると考えべきである。100km以遠にラピリサイズ²³の粒子を飛ばすのはかなりの大噴火であるから、逆に言うと、ラピリサイズの粒子が堆積している範囲について Tephra2 を適用して作業するのはほとんど問題ないと言えるだろう。」と述べている（甲568・175頁）。

²³ lapilli とは「火山礫」を意味し、直径が2～64mmの火山碎屑物をいう。なお、64mm以上のものが「火山岩塊」、2mm未満のものが「火山灰」である。

この記載を裏返せば、ラピリサイズ、すなわち火山礫（粒径2～64mm）が堆積していない遠方や、100km以遠にまで降灰があり得る大規模噴火については、Tephra2には実用性がないということになる。

エ この論文において重要なのは、「VI Tephra2を使った研究 - これまでとこれから」という部分である（甲568・184頁以下）。

5
10
15
20

ここでは、Tephra2のインバージョン的利用²⁴とその問題点について述べられている。いわく、「噴出物の分布から初期パラメータを求めるという試みはあまりうまくいっていない」「高さ数km程度の小さい噴火では一定の成果を収めているようにも見えるが、大きい噴火では噴煙の高さに関して精度がほとんどないことや、拡散係数Kが異常に高く求められるということが知られている」「Tephra2をインバージョン的に用いようとした途端、問題が百出するような現状ではあるが、これはTephra2の考える噴煙モデルが、実際の噴煙と異なっていることに起因していると考えられる」と、問題点が大きいことを指摘する（甲568・184頁）。

15
20

オ また、前述のとおり、Tephra2は現在の通説的見解というべき重力流モデルとは異なるモデルによって作成されている。その点について、萬年氏は次のように述べる。

「Tephra2は垂直に上昇する噴煙柱から粒子が離脱するというモデルに基づいている。しかし、これまで標準的であった重力流モデルでは、噴煙柱からの粒子離脱は考えない。それには理由がある。

噴煙柱は、周りの大気を巻き込みながら上昇するが、巻き込み速度は噴煙中心部の上昇速度の0.1倍程度とされる。この高い巻き込み速度により、粒子は噴

²⁴ 逆方向での利用、つまり、Tephra2は、本来、初期パラメータを与えて噴出物の分布を求めるものであるが、噴出物の分布に合わせて逆にパラメータを求めることをいう。通常の使用方法は、マニュアルで、「入力」とされているパラメータを入力することで、「出力」とされている値が計算されるが、インバージョンは、「出力」とされている値に合わせて、「入力」とされているパラメータを推測していく方法である（甲1172の2・2頁参照）。

煙柱内に維持される。たとえ粒子が噴煙から飛び出たとしても、巻き込む風に流されて噴煙に逆戻りをするためである。これを re-entrainment と呼ぶ。この効果により噴煙柱からの離脱は考えられず、粒子の離脱は傘型領域から起きるといのが標準的な重力流モデルである。」（甲 5 6 8 ・ 1 8 4 頁）

5

萬年氏は、これまで標準的と考えられてきた重力流モデルにも説明できない部分があることを認めつつ、それは今後検証ないし研究の対象とされるべき事柄とする。いずれにせよ、そのような研究が進んでいない時点では、Tephra2 の限界を適切に踏まえることが求められる。重力流モデルが正しいのか、移流拡散モデルが正しいのかという二者択一のようなものではなく、いずれも大きな不定性を含んでいるから、その不定性を適切に考慮しなければならない。

10

カ もう 1 つ、Tephra2 の大きな問題点として、傘型領域からの落下という重力流モデルの肝の部分が盛り込まれていないという点がある。

前述のとおり、「傘型領域」（傘型噴煙）とは、噴煙が高層に達し、大気の密度が噴煙の密度と同じになった場合、噴煙が上向きの運動量を失って、水平方向に広がって傘型を形成する領域をいう。

15

萬年氏は、この「傘型領域」について、Tephra2 に盛り込まれていない点こそ、「Tephra2 の現時点での最大の問題点である」と述べる（甲 5 6 8 ・ 1 8 5 頁）。

20

そして、特に規模の大きい噴火について、次のように述べる。

「先に述べた、Tephra2 のインバージョンでは小さい噴火の噴出量と噴煙高度を精度よく決めることに成功したが、大きな噴火の場合は噴煙高度を決めることがほとんどできなかった。

25

これは、大きな噴火の場合、噴煙柱より遥かに幅が大きい傘型領域からもたらされるために、噴煙柱の高さを調節するだけでは堆積物の分布を説明できず、拡散係数を大きく動かす必要があるためである。実際、経験的な方法で 3 6 ～ 2 0

kmの噴煙高度があるエクアドル Pululagua 火山の 2450 BP²⁵噴火では、インバージョンにより 92,000 m²/s という異常に高い（弱い噴火では普通、数百 m²/s としたとき良好な結果を得られる）値を得ている。」（甲 568・184～185頁）

5 要するに、大規模噴火に Tephra2 を適用しようとする、非現実的なパラメータが返ってくる（インバージョン的な利用のため）ということであり、再現性に乏しくなってしまうのである。Tephra2 は本件のような大規模噴火については適用外である。

キ このような大きな不定性の存在にもかかわらず、Tephra2 によって、「深刻な災害が万が一にも起こらないようにする」ための噴火想定を行うことにどのような合理性があるのか、明確に示されない限り、それを鵜呑みにすることは許されない。

10

(3) 浜田信生氏による学会ポスター掲示（甲 815）

15 ア 将来の大規模な噴火の降灰量予測には用いられないこと

(ア) Tephra2 の大規模噴火への利用に関しては、TITAN2D の個所でも述べた学会ポスター掲示「原発立地の安全審査に関わる火山災害シミュレーションの問題点」で詳しく指摘されている（甲 815）。

20 浜田氏によれば、「Tephra2 は、噴火時の気象条件が不明な、比較的小規模な過去の噴火を解析するために、噴煙が拡散降下する過程を単純化した研究用のツールの一つであって、シミュレーションの入力パラメ^マターの設定は任意性が大きく、将来の大規模な噴火の降灰量を評価予測するだけの精度、信頼度はない」という（甲 815・2頁）。

²⁵ BP は、年代測定で年代を表す指標であり、Before Present、すなわち「現代から何年前」を表すこともあるが、¹⁴C年代では、1950年を基点としているため、「1950年から何年前」を意味することもある。

浜田氏は、この問題について、以下の3つの問題を挙げている。

(イ) 1つは、「大規模な濃度の高い噴煙に、はたして移流拡散モデルが適用可能かという問題」である。移流拡散方程式の適用対象は、例えば大気汚染物質や黄砂などに代表される大気に含まれる希釈な物質であり、大気の性質にまで影響を与えるような濃い物質ではない、という。そして、大規模な噴火によって大気中に供給される大量の火山灰、火山ガス、熱等は、大気場そのものに影響を与えるものであるところ、VEI 5以上のような大規模な噴火については、その影響がほとんど解明されておらず、適用が困難だということである。

5 本件で問題となるのは、まさに VEI 5（町田教授によれば VEI 6の可能性もある）の大規模噴火であり、移流拡散モデルの適用対象外である。

(ウ) 浜田氏が挙げる問題の2つ目は、Tephra2 が、火山灰の移流拡散について「大幅に単純化した物理過程を用いていること」である。とりわけ、現実の気象場としては、水平方向の擾乱乱流²⁶や、山岳波（重力波）の影響により、上下方向の擾乱があり、これらは Tephra2 に反映されていない。また、万年論文でも指摘され

15 るとおり、大規模噴火に伴う傘型噴煙が考慮されていない。

(エ) 3つ目は、「降灰を予測する上で必要な気象条件、噴出物の量や粒度分布などの入力パラメーター^マの推定と設定」である。

本件もそうであるが、事業者の降灰シミュレーションでは、多くの場合、影響の大きいと考えられる風向が卓越する月の平均的な風向風速を条件として与えているところ、平均化した分布によるシミュレーションでは、最悪シナリオのハザードを評価したことになる、という。

20

イ 原規委の抱える矛盾

これらの問題に加え、浜田氏は、原規委の審査に臨む姿勢が抱える問題も指摘している。すなわち、Tephra2 と同じく移流拡散モデルに基づくシステムであっ

²⁶ 大気が乱れる現象を、気象学で「擾乱」という。「乱流」とは、水や空気などの流体が、時間的、空間的に不規則に変動する流れの運動をいう。

た「緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム」、いわゆる「SPEEDI」について、原規委は、2014（平成26）年10月8日、信頼度が不十分として、原発事故の際の住民避難のための情報として利用しない方針を示したのである。

5 浜田氏は、放射能漏れによって大気中に放出されることが予想される放射性物質について、物理的性質、濃度、空間的広がり of のいずれをとっても、火山灰と比較すれば移流拡散モデルの適用に適した物質であるのに対し、Tephra2 を利用した火山灰の拡散予測は、妥当性の検証が困難な入力パラメータによる、現象を単純化した仮想のシミュレーションであるから、SPEEDI を信頼しないのに、Tephra2 を信頼するというのは矛盾である、というのである（甲815・2～3
10 頁）。

ウ 事業者及び原規委の評価は科学とは無縁の粉飾の技術であること

浜田氏は、ポスターの最後を、次のように締めくくっている。

「指摘した審査資料の問題は、少なくとも理学とか工学とかの次元の問題とは言えないだろう。工学的割り切りの結果とも思えず、科学とは無縁の粉飾の技術
15 というにふさわしいものではないだろうか。このような審査資料の作成に、学会関係者が関与している、或いは関与せざるを得ないという状況が、現実に存在するということは、学会全体の問題として考えるべきである」（甲815・3頁）

エ 学会ポスターの信用性

20 重要なのは、上記ポスター掲示について、その後、学会において何らの異論・反論もないことである。

異教授は、広島地裁において、浜田氏の指摘について、代理人から、「浜田さんがこの Tephra2 の利用についても批判的な見解を公表しています。これらの浜田
25 さんの見解について、先生から見ておかしいと感じるところはありますか。」と質問されたのに対し、「いいえ。少なくとも、論理的に不利な点はないと思います。」と述べ、発表後に浜田氏の見解がおかしいという文献や発表は聞いていないという（甲954・40～41頁）。

5 まとめ

(1) 以上のとおり、降下火砕物の層厚想定及び気中濃度推定の前提となっている噴出物量の推定方法には大きな不確実さがあり、せいぜい、桁（オーダー）のレベルでしか把握できない。

また、九重第一軽石については、近時、500kmも離れた若狭湾や北陸でテフラが確認されており、噴出物量が大きく増える可能性もある。

10 だからこそ、九重山から原発敷地よりやや遠方にある宿毛市における層厚（20cm）の降灰があり得るものとして評価を行うとか、類似火山の状況を踏まえて評価を行うべきところ、被告は、九重第一軽石の噴出物量について、6.2km³を超えることがないという前提で評価を行い、敷地における層厚は15cmを越えないと評価している。これは不合理である可能性が高く、少なくとも安全が確認されたとは言いがたい。被告の評価及び原規委の判断には看過し難い過誤、欠落が存在する。

15 (2) また、仮に、噴出物量6.2km³を前提としたとしても、降灰シミュレーションの不確実性を保守的に考慮していないという問題がある。

被告は、Tephra2 というシミュレーションコードを用いてシミュレーションを行っているところ、大規模噴火に Tephra2 は適用できない（少なくとも、非常に不確実性が大きい）。

20 萬年氏の論文のほか、浜田氏のポスター掲示や専門家の証言によって、これらのことが裏付けられているのであり、これを踏まえれば、安易に Tephra2 のシミュレーション結果だけに依拠して15cm以上の降灰がないと評価することは不合理で、これを大きく上回る降灰が生じる可能性を否定できていない（少なくとも、類似火山と比較すれば、20cm～50cm程度の降灰があり得る）。

25 この点でも、被告の評価及び原規委の判断は不合理というほかない。

6 被告提出の意見書について

被告は、専門家の多数の意見書を提出しているが、誰一人として証人申請しておらず、証人尋問は行われていない。反対尋問を経ない意見書に基づく事実認定が許されないことを念のために指摘しておく。

以上