

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 号伊方原発運転差止請求事件

原 告 須 藤 昭 男 外 1 4 1 8 名

被 告 四国電力株式会社

## 準備書面(78)

2020(令和2)年6月25日

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
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
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
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

<b>第 1</b>	<b>はじめに</b> .....	<b>- 7 -</b>
1	本書面の目的 .....	- 7 -
2	本書面の要約（サマリー） .....	- 7 -
<b>第 2</b>	<b>降下火砕物の影響に伴う人格権侵害の機序について</b> .....	<b>- 9 -</b>
1	はじめに - 安全確保に関する立証の負担は被告に存すること .....	- 9 -
2	降下火砕物の特徴と被害の波及イメージ .....	- 10 -
(1)	降下火砕物の分類及び形状 .....	- 11 -
(2)	火山灰の密度 .....	- 12 -
(3)	火山灰の導電性，金属腐食性及び融点 .....	- 12 -
(4)	一般的な被害波及イメージ .....	- 13 -
(5)	原発における複合的被害 .....	- 14 -
3	(B)長期の外部電源喪失と復旧の困難性 .....	- 15 -
(1)	外部電源喪失と基準との関係 .....	- 15 -
(2)	外部電源喪失を想定しなければならないこと .....	- 16 -
(3)	長期間の外部電源喪失を前提とすべきこと（復旧の困難性） .....	- 17 -
4	(B)外部からのアクセス制限事象の発生及び復旧の困難性 .....	- 18 -
(1)	外部からのアクセス制限事象の発生と基準との関係 .....	- 18 -
(2)	外部からのアクセス制限事象の発生を想定しなければならないこと ..	- 18 -
(3)	長期間の交通途絶を前提とすべきこと（復旧の困難性） .....	- 19 -
5	(A)③ i - 非常用 D G の機能喪失 .....	- 20 -
(1)	新火山ガイドが要求する確認事項 .....	- 20 -
(2)	非常用ディーゼル発電機の構造 .....	- 21 -
(3)	フィルタが目詰まりすると，給気できなくなること .....	- 22 -
(4)	降下火砕物が非常用 D G 機関内に侵入すると摩耗を引き起こすこと ..	- 23 -

(5) さらに、閉塞・焼付・固着を引き起こすこと .....	- 26 -
(6) 非常用DG自体の空冷も必要となること .....	- 28 -
(7) 小括 .....	- 28 -
6 (A)② - 取水設備の機能喪失 .....	- 28 -
(1) 取水設備の機能喪失と基準との関係 .....	- 28 -
(2) 取水設備が機能喪失する可能性.....	- 30 -
(3) 取水設備の機能喪失と過酷事故に至る危険 .....	- 30 -
7 (A)③ ii - 中央制御室等への侵入（換気系） .....	- 30 -
(1) 中央制御室等への侵入と基準との関係.....	- 30 -
(2) 降下火砕物の中央制御室等への侵入の危険性.....	- 31 -
8 (A)④ - コントロール建屋等への侵入と電装系への付着（電気系・計装 制御系） .....	- 32 -
(1) 電装系への付着と基準との関係.....	- 32 -
(2) 電装系への付着による制御不能の危険.....	- 32 -
9 まとめ .....	- 33 -

### 第3 巨大噴火に至らない規模の噴火を考慮しないこと（基準の不合理性

④) .....	- 34 -
1 火山ガイドの定めと被告の評価（原規委の基準適合判断） .....	- 34 -
(1) 影響評価に関する火山ガイドの定め .....	- 34 -
(2) 被告の評価及び原規委の基準適合判断の内容 .....	- 35 -
2 巨大噴火のリスクを考慮しない基準は不合理であること .....	- 38 -
(1) 巨大噴火の発生可能性が十分小さいと評価することはできないこと .-	- 38 -
(2) 多くの破局的噴火によって15cmを上回る火山灰が到来しているこ と .....	- 40 -
3 巨大噴火以外の噴火に関する噴火規模想定の誤り .....	- 41 -

(1) 巨大噴火以外の噴火に関する噴火規模想定 .....	- 41 -
(2) 社会通念によっては無視できない噴火規模 .....	- 42 -
(3) 令和2年広島高裁決定 .....	- 44 -
(4) 小括 .....	- 51 -
4 まとめ .....	- 52 -

#### 第4 気中降下火砕物濃度推定手法の不合理性（基準の不合理性⑤） ..... - 52 -

1 降下火砕物の気中濃度に関する平成29年火山ガイド改正の経緯 .....	- 52 -
(1) 宮崎支部決定までの経緯 .....	- 52 -
(2) 電中研報告と降下火砕物検討チームの設置 .....	- 54 -
(3) 降下火砕物検討チームにおける議論 .....	- 56 -
(4) その間の裁判所の判断 .....	- 57 -
(5) 原規委によるまとめと平成29年火山ガイド改正 .....	- 58 -
(6) 小括 .....	- 60 -
2 推定手法自体が持っている不定性や再飛散の問題 .....	- 61 -
(1) 基準の不合理性 .....	- 61 -
(2) 推定手法の保守性は不定性等との関連で判断されなければならない こと .....	- 62 -
(3) Tephra2の適用限界を踏まえるべきこと .....	- 62 -
(4) 再飛散を考慮していない点 .....	- 66 -
(5) 不定性等を踏まえたうえで、なお保守的といえるか .....	- 67 -
3 「3.1の手法」及び「3.2の手法」は保守的なものとはいえないこ と .....	- 68 -
(1) 降下火砕物検討チームにおける専門家等の発言 .....	- 68 -
(2) 「3.1の手法」は保守的なものとはいえないこと .....	- 69 -
(3) 降灰継続時間が24時間であることの非保守性 .....	- 69 -

(4) 「3. 2の手法」は保守的なものとはいえないこと .....	- 72 -
4  いずれか一方を採用するという基準は不合理であること .....	- 74 -
(1) これまでほとんど全ての事業者が「3. 1の手法」を採用している こと .....	- 74 -
(2) 「3. 2の手法」の方が値が大きくなり得ること .....	- 74 -
(3) 一方だけを考慮すれば足りるとするのは不合理であること .....	- 75 -
5  降下火砕物検討チームにおける専門家の意見を捻じ曲げていること .....	- 77 -
(1) 平成29年改正には専門家意見が正しく反映されていないこと .....	- 77 -
(2) 降下火砕物検討チーム第3回会合資料 .....	- 77 -
(3) 火山ガイドにおける言い換え・修正 .....	- 78 -
(4) 火山ガイドの規定は専門家の意見を踏まえていないこと .....	- 79 -
6  まとめ .....	- 79 -

## **第5  気中降下火砕物濃度計算のごまかし（基準適合判断の不合理性②） . - 80 -**

1  「3. 1の手法」に基づく推定手法の具体的内容 .....	- 80 -
2  推定に用いた粒径分布は実測値と大きく異なること .....	- 82 -
(1) 樽前噴火（T a - a）との比較① - 原規庁の試算 .....	- 82 -
(2) 樽前噴火（T a - a）との比較② - 累積頻度曲線より試算 .....	- 83 -
(3) 有珠山2000年噴火との比較 .....	- 87 -
(4) 小括 .....	- 88 -
3  推定に用いた粒径分布は実現象を反映していないこと .....	- 89 -
(1) 微細粒子の風化・溶解等 .....	- 89 -
(2) 風化・溶解等に関する文献 .....	- 90 -
(3) 九重第一テフラ .....	- 90 -
4  まとめ .....	- 93 -

## 第1 はじめに

### 1 本書面の目的

本準備書面は、準備書面（77）に続いて、火山事象に対する問題を扱う。火山事象に関する主張としては、大別して、①火山事象に関する基本的事項、②立地評価のうちの活動可能性評価に関する点（基準の不合理性）、③立地評価のうちの到達可能性に関する点（基準適合判断の不合理性）及び④影響評価の不合理性（基準及び基準適合判断の不合理性）の4点が存在するが、①については準備書面（72）で、②については準備書面（73）で、③については準備書面（77）でそれぞれ主張済みである。本書面においては、このうち、④について扱う。

なお、用語の定義等は準備書面（72）、準備書面（73）及び準備書面（77）の例による。

### 2 本書面の要約（サマリー）

(1) 降下火砕物の影響評価に過誤があった場合、長期の外部電源喪失、外部からのアクセス制限、非常用DGの機能喪失、取水設備の機能喪失、中央制御室等への降下火砕物の侵入、及び、コントロール建屋等への侵入と電装系への付着による電気系・計装制御系の機能不全など、原発のさまざまな部位に同時多発的に極めて深刻な機能喪失・機能不全が発生し、冷却機能を喪失してメルトダウン等の重大事故に至る危険がある。

したがって、本件において、降下火砕物の影響評価に過誤、欠落があった場合には、被告から、上記各点について全て十分保守的な評価がなされているために原発の安全が確保されることについて主張立証がなされない限り、人格権侵害の具体的危険が事実上推定される（以上、第2）。

(2) 降下火砕物による影響評価について、巨大噴火に関する基本的な考え方や

令和元年改正の趣旨等に照らせば、立地評価と同様、巨大噴火とそれ以外の噴火とを区別し、巨大噴火についてはその発生可能性が具体的に示されない限りは噴火可能性が十分小さいものとして扱うと解釈されると考えられる。原告らとしては、立地評価で述べたのと同様、その考え方自体が不合理で基準は不合理と考える。

また、仮に、巨大噴火のリスクを社会通念上容認するとしても、これらは、本来考慮しなければならないリスクを例外的に容認するものであるから、これらに至らない規模の噴火については、噴火の発生可能性が否定できない以上、原則どおりこれを想定してリスク評価を行わなければならないはずである。

そうであるにもかかわらず、火山ガイドは、立地評価の部分において、「最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模」を考慮すればよいとしており、これが影響評価にも適用されるとすれば、そのような基準は不合理である（以上、第3）。

(3) 新火山ガイドにおける降下火砕物の大気中濃度の推定手法は、

- |  |
|--|
| <p>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（以下「3. 1の手法」という。）</p> <p>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（以下「3. 2の手法」という。）</p> |
|--|

のいずれかの手法によって行えばよいこととされているところ、これは濃度推定手法に内在する不確実性を保守的に考慮したものとなっておらず、実現象よりも過小な評価につながりかねない。

気中濃度の評価を誤れば、第2で述べた機序によって深刻な事故につながる可能性が否定できず、基準は不合理である（以上、第4）。

(4) また、被告は、実際の降灰や他の類似火山の事例よりも大きい粒子の割合が多くなるような粒径分布を用いて気中降下火砕物濃度の計算を行っている。

しかし、初歩的な科学的経験則に照らせば、粒子が大きくなればなるほど降灰速度が速くなり、粒子が気中に留まっている時間が短くなる結果、気中濃度が小さくなるはずであり、粒径の大きい分布を用いて濃度計算を行うのは濃度の過小評価につながる。被告の評価ないし原規委の基準適合判断は不合理である（以上、第5）。

## 第2 降下火砕物の影響に伴う人格権侵害の機序について

### 1 はじめに - 安全確保に関する立証の負担は被告に存すること

(1) 原発の民事差止訴訟における主張立証責任に関し、原発の安全確保に関する事実上の主張立証の負担を負うべきなのは原発という危険施設を稼働しようという被告であり、平成4年伊方原発最判を踏まえた民事差止訴訟における司法審査としても、被告側が、①基準の合理性又は②基準適合判断（ないし基準適合評価）の合理性の主張立証を尽くせなかった場合には、人格権侵害の具体的危険の存在が事実上推定される。

そのため、原告としては、人格権侵害の具体的危険に至る機序を逐一主張立証しなければならないわけではない。また、過去に発生した原発による深刻な事故（チェルノブイリ原発事故、スリーマイル島原発事故、東海村JCO核燃料加工施設臨海事故及び福島第一原発事故など）に照らしても、原発事故発生の機序は極めて複雑で、事前に全ての事象・機序を明らかにすることは到底できず、そのような機序の主張立証を住民側に要求するのは、事実上原発の差止めを不可能たらしめるものであって、実体的正義にも反する。

(2) 高浜原発に関する2016（平成28）年7月12日大津地裁異議審決定は、関西電力の主張（高浜原発に具体的にどのような欠陥があり、その欠陥

に起因して、どのような機序で放射性物質の異常放出等の事故が発生し、これによって住民らの人格権を侵害するに至るのかが明らかにされない限り、人格権侵害の具体的危険があるとはいえないという主張) に対し、「原子力規制委員会設置法 1 条は、我が国の原子力行政の根本的な視点として、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ぬ」という認識に立つことを明らかにしていること、事業者である債務者において安全性に欠ける点のないことの立証を尽くさなければ、本件各原発の安全性に欠ける点のあることが推認されるといえること、現実には起こってしまった福島第一原子力発電所事故とそれによる甚大な被害を目の当たりにした国民にとっての社会通念は、原発の安全性の欠如から人格権の侵害は直ちに推認されるものとなっているといえることからすると、この点の債務者の主張も採用することはできない」と述べてこれを排斥している(甲 5 5 5・異議審 7 頁)。

本件でも、このような視点に立って司法審査がされなければならない。

- (3) もっとも、降下火砕物の影響によって、本件原発において、具体的に、どのような機序で原告らの人格権を侵害する可能性があるのかについて明らかにすることは、原発事故の実態を把握するという観点からも有益であると思われるため、以下、概要を説明する。

## 2 降下火砕物の特徴と被害の波及イメージ

降灰による人格権侵害の具体的危険の機序を説明するに当たり、降下火砕物の特徴について、準備書面(72)の24～33頁に補足して主張し、被害の波及イメージを説明する。

主張にあたっては、平成30年12月7日に、内閣府の中央防災会議に設置された大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループ(主査は東京大学

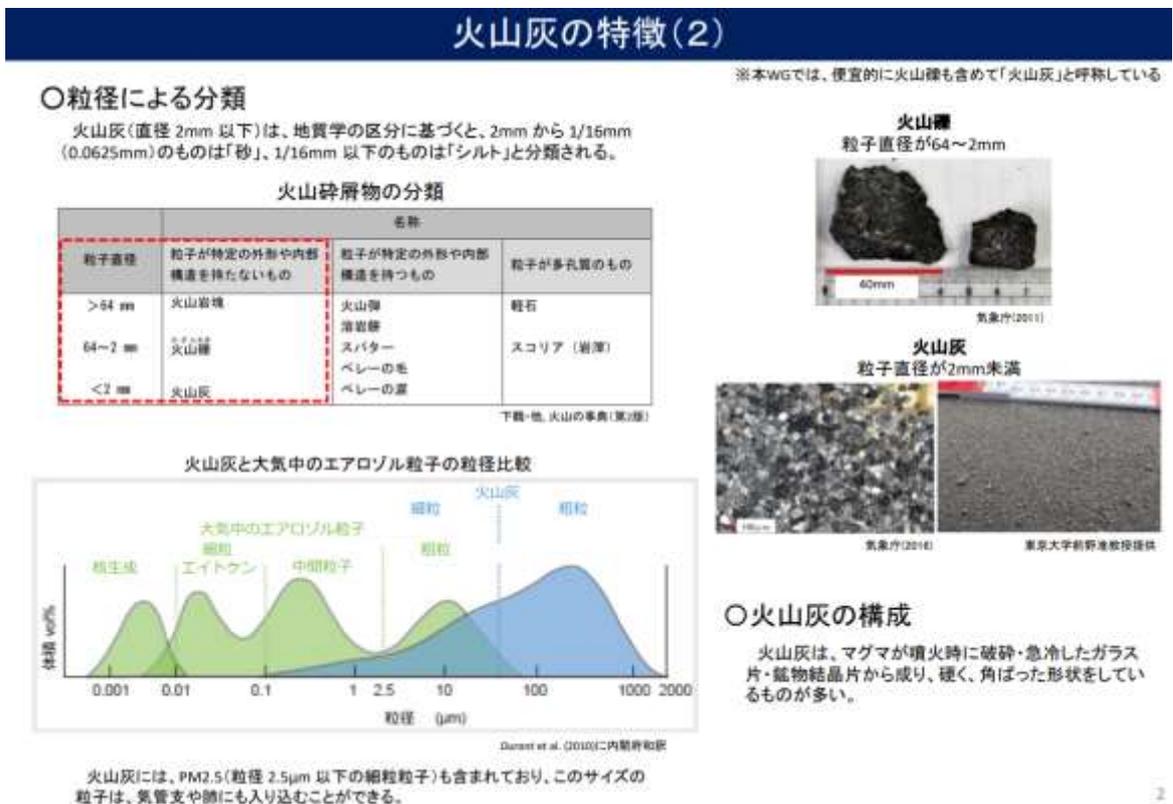
名誉教授の藤井敏嗣氏) が公表した「火山灰の特徴について」という資料(甲471), 及び, 内閣府の大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループが平成31年3月22日に作成した「降灰による影響の想定のおえ方(交通分野)(案)」(甲556)を適宜引用する。

(1) 降下火砕物の分類及び形状

ア 火砕物は、一般に、粒径によって区分される。粒径(粒子の直径)が6.4mm以上の火砕物を「火山岩塊」, 粒径が2mm以上6.4mm未満の火砕物を「火山礫<sup>れき</sup>」, そして粒径が2mm未満の火砕物を「火山灰」という。

また、主に火山礫のうち、発泡による気孔を多く持つ白～淡灰色の粒子や破片は「軽石」と呼ばれ、黒～濃灰色のものは「スコリア」と呼ばれる。

イ 火山灰の形状としては、硬く角ばった形状をしているものが多いとされる(以上、図表1)。



図表1 火山灰の特徴 - 粒径による分類等(甲471・2頁)

## (2) 火山灰の密度

火山灰の密度については準備書面（72）の28頁図表13で示したとおり、概ね1 [g/cm<sup>3</sup>] 程度とされている（図表2）。

### 火山灰の特徴(3)

#### ○火山灰の密度

火山灰・雪の密度 (g/cm<sup>3</sup>)

項目	アメリカ 地質調査所*	宇井 (1997)	土志剛 (2011)	須藤 (2004)	本庄・他 (2012)
火山灰	乾燥状態 (乾燥し締め固められていない)	0.5~1.0	0.4~0.7	—	1程度
	湿潤状態 (濡りけを帯びて締め固められた)	1.0~2.0	1.2を越えることもある	1.2~1.5以上	—
雪	新雪	0.05~0.07			
	濡りけを帯びた新雪	0.1~0.2			
	固結した雪	0.2~0.3			

\*10cm増積時

#### ○再移動

乾燥状態の場合、風や人の活動により地面に積もった火山灰が、再度巻き上げられて、視界を遮る原因となる。



車の通行による  
火山灰の巻き上げ  
(アメリカ地質調査所)

#### ○火山灰が水を含んだ場合の影響

噴火時の条件や降水等によって湿っている場合、火山灰は堆積した場所にこびりついたり、乾燥後に固まったりする。細粒の火山灰の場合、雨で流されずにかえって、堆積場所にこびりつきやすい。また、火山灰が湿っていると乾燥時よりも重くなるため、建物の屋根等により多くの負荷をかけることになる。



火山灰の状態 (左から乾燥時・湿潤時・湿潤後の乾燥時)  
(有珠山2000年噴火の火山灰を用いた室内実験)



湿潤状態の火山灰  
(少量でも車の走行性に影響大)  
(新燃岳2011年)



湿潤状態の火山灰  
(細粒で水を含むと泥のように)  
(東京大学 前野達教授提供)

図表2 火山灰の密度と水を含んだ場合の影響 (甲471・5頁)

## (3) 火山灰の導電性、金属腐食性及び融点

ア 火山灰は、乾燥時には絶縁体であるが、水を含んで湿った状態になると、導電性を持つことがある。そのため、湿った火山灰が電柱の碍子<sup>1</sup>等に付着した場合、碍子部分の絶縁性が弱くなり、閃絡<sup>2</sup>等による停電などが起こる。

イ 火山灰から硫酸イオン (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) が溶出すると、金属腐食を引き起こす。

1 碍子とは、電線とその支持物との間を絶縁するために用いる器具をいう。

2 絶縁体の耐電圧を越えることで絶縁破壊し、火花や電弧が発生することをいう。電流が大地に流れる現象を「地絡」といい、これらが停電の原因となる。

ウ 火山灰の融点は約1000度とされている。航空機のエンジンに火山灰が入ると、航空機用ガスタービンのエンジン燃焼度（1400度以上）で火山灰が熔融し、その後、冷えてタービンブレード等に付着するため、エンジン停止など異常の原因となることが知られている（以上、図表3）。

## 火山灰の特徴(4)

### ○導電性

火山灰は乾燥時には絶縁体であるが、水を含んで湿った状態の場合には火山灰に付着している火山ガス成分や火山灰に含まれる塩基類によって導電性を持つことがある。

そのため湿った火山灰が電柱の碍子等に付着した場合、碍子部の絶縁性が弱くなり、閃絡等による停電などが起きることがある。



火山灰を用いた碍子の閃絡実験 (Wilson et al. 2011)

### ○火山灰粒子の融点

火山灰粒子の融点は約1000℃であり、一般的な砂塵と比べて低い。

飛行航路上に噴煙があるなど、航空機のエンジンに火山灰が入ると、航空機用ガスタービンのエンジン燃焼温度(1400℃以上)で火山灰の粒子が燃焼室内で熔融した後に冷えてタービンブレード等に付着してしまうため、飛行中のエンジン停止など異常の原因となる。



タービンブレードの冷却による火山灰の影響  
(左)模式図、(右)付着事例 (安田・他, 2011)

### ○火山灰に付着する火山ガス成分

火山ガス成分は、一般にほとんどが水蒸気(H<sub>2</sub>O)であるが、その他に二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)、二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>)、硫化水素(H<sub>2</sub>S)、塩化水素(HCl)、フッ化水素(HF)などが含まれ、噴火時に火山灰に付着する。

これらの付着する火山ガス成分の量は、噴火からの時間経過、温度、火山灰の粒径や表面積など様々な要素によって変化する。

### ○金属への腐食性

火山灰から溶出した硫酸イオン(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)は、金属腐食の要因にもなる。

6

図表3 火山灰の導電性、金属腐食性及び融点等 (甲471・6頁)

## (4) 一般的な被害波及イメージ

次に、被害のイメージについて述べる。一般論として、降灰の影響は、他の分野へ波及することで被害が拡大しやすい。特に、交通・電力・水道分野等で発生する被害が他分野に波及すると、日常生活や社会経済活動に大きな影響を生じるとされる。

甲556号証では、主要なインフラ等における被害や影響の発生要因や相互イメージとして、交通インフラ、建築物・施設設備、ライフラインという

3つの分野で発生する被害が、相互に波及して大きな影響になることが示されている（甲556・1頁，図表4）。

## 降灰による被害の波及イメージ

※ 第2回資料4からの変更箇所赤字。

- 降灰の影響は、他の分野へ波及することで被害が拡大しやすい。
- 特に、交通・電力・水道分野等で発生する被害が他分野に波及すると、日常生活や社会経済活動に波及して大きな影響が生じる。

### <主要なインフラ等で発生する影響例>



その他様々な分野で影響が発生  
 （農業、物流、通信、医療、健康被害など）



主要なインフラ等における被害や影響の発生要因や相互関係のイメージ

図表4 降灰による被害の波及イメージ（甲556・1頁）

### (5) 原発における複合的被害

ア 原発においても、まず、ライフラインであるところの外部電力、水道及び通信等がダウンする。交通インフラも、道路だけでなく、空路及び水路の利用も制限される。さらに、機械・空調・電子設備等の設備の機能低下や故障をもたらし、原発を制御不能に至らしめる。そして、これらが複合的に発生することにより、影響はより深刻なものとなる。

イ 原発における降下火砕物の影響については、準備書面（72）のほか、古儀君男『火山と原発 - 最悪のシナリオを考える』（甲557）の40～55頁に詳しいので、証拠に当たっていただきたい。

ウ 加えて，原告らは，川内原発の仮処分において住民側が証拠提出した，ジョン・ラージ氏のレビューを証拠として提出する(甲 5 5 8 の 1 及び 2)。ジョン・ラージ氏は，若くして英国原子力機関で研究を行い，イギリスエネルギー庁における原子力問題に関する顧問をしていた時期もある，原子力技術や規制に関する専門家である。国際原子力機関（IAEA）に招聘されて中国や韓国における原子力利用に助言を行ったりもしている。ラージ氏の作成したレビューの原典が甲 5 5 8 号証の 1 であり，そのうち，サマリー，パート 1，パート 4 及びパート 5 について翻訳したものが甲 5 5 8 号証の 2 である。

このうち，特にパート 4 において，降下火砕物によって原発がどのような影響を受けるのか，技術者としての専門的見解を示しているもので，これも参照されるべきである。

### 3 (b)長期の外部電源喪失と復旧の困難性

#### (1) 外部電源喪失と基準との関係

降下火砕物の影響評価に関する新火山ガイドの規定については，準備書面(72)の41頁以下に詳述している。

このうち，降下火砕物の間接的影響として，5.1(1)項(b)において，「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」を考慮する必要があるとされている(甲470の1・12頁)。

そして，同(3)項(b)において，間接的影響の確認事項として，「原子力発電所外での影響(長期間の外部電源の喪失及び交通の途絶)を考慮し，燃料油等の備蓄及び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」が挙げられている(甲470の1・12頁)。

そのため，この間接的影響について十分な検討・確認がされていない場合

には、基準適合判断（ないし基準適合評価）に過誤・欠落が存在し、人格権侵害の具体的危険の存在が事実上推定されることになる。

## (2) 外部電源喪失を想定しなければならないこと

ア 前記2(3)のとおり、降下火砕物は、水を含んで湿った状態になると、導電性を持つため、湿った火山灰が電柱の<sup>がいし</sup>碍子等に付着した場合、碍子部分の絶縁性が弱くなり、漏電が起きて停電を引き起こす（甲556・6頁，甲557・47頁など）。

この停電は、広範囲にわたって同時多発的に発生するため、複数の外部電源経路を準備していたとしても意味がない。

降雨時には、わずか1cmの降灰で相当範囲に停電が発生するとされる。1980年のセントヘレンズ噴火では、1.3cmの降灰で5つのトランスが故障し、2本の電柱が火災を起こした例が報告されている（甲472・4頁）。

イ また、湿った火山灰は比重が重く、荷重に対して、送電線の切断や電柱の倒壊も考えられる。

古儀君男『火山と原発』によれば、「電線や電柱に積もった火山灰、特に水を含んだ火山灰はとても重いため、あちらこちらで送電線が切れたり、電柱が倒壊したりすることが考えられます」とされている。原発に電気を送る発電所（火力発電所等）自体が機能喪失する可能性もある（甲557・47～48頁）。

前述のセントヘレンズ噴火では、7.5cmの降灰で、機械に積もった灰を取り除くために6～8時間の停電が発生したとの記録がある（甲472・4頁）。

本件原発では、15cmの降灰が想定されているから、荷重による送電線の切断や電柱の倒壊が複数個所で発生する可能性も否定できない。

ウ このように、15cmもの降灰時には、漏電や荷重などの原因によって、広範囲で停電が発生し、外部電源は喪失する可能性がある。大規模な外部電源喪失が発生することを当然の前提とした安全確保策が講じられなければならない。

### (3) 長期間の外部電源喪失を前提とすべきこと（復旧の困難性）

ア また、外部電源の喪失は、復旧までに相当長期間を要することが容易に想定される（火山ガイドでも「長期間の外部電源の喪失」を考慮しなければならないとされている）。

甲472号証で示された例は、いずれも停電時間は「短時間」であるとか「6～8時間」とされているが、これらは降灰量が少ない場合の例であり、15cmの降灰があった場合には、それよりも長期間にわたって停電することが考えられる。

イ 復旧作業としては、電柱や碍子その他の装置に付着した灰や、送電線に付着した灰を払い落とし、洗浄し（湿った火山灰はこびりつきやすく、簡単には払い落とせなくなる）、倒壊した電柱、切断した送電線については設置し直す必要があり、これには、エア・コンプレッサーや給水車を用いたり、大型の自動車によって電柱を運んだりする必要がある。

ウ 復旧作業を困難にさせる原因の一つは、前述のとおり、降灰が広範囲にわたるため、同時に多数の場所で故障が起こり、復旧を要する箇所が多数にわたることである。

また、復旧作業には、復旧を要する地点まで上記機械等を運ぶ必要があるが、そこまでのアクセス障害が発生する。次項で述べるように、火山灰が水分を含むと粘り気が生じ、スリップやスタックを起こして道路は通行不能となるため、まずは道路上の灰を取り除かなければならない。エンジンが閉塞・摩耗、焼付・固着等によって故障する可能性も高い。

エ 噴火による降灰が収まったとしても、一度降下した火山灰は、風等によって再飛散する可能性があり、作業はいつそう困難となる。

オ このように、15cmもの降灰があると、復旧についても相当長期間を要することが推測され、その間、原発では、外部電源に頼らずに冷却機能を維持しなければ、使用済核燃料を含む燃料を「冷やす」ことに失敗して、炉心のメルトダウンや使用済燃料プールの著しい燃料損傷など大事故に至る。

#### 4 (b) 外部からのアクセス制限事象の発生及び復旧の困難性

##### (1) 外部からのアクセス制限事象の発生と基準との関係

前述のとおり、外部からのアクセス制限事象の発生は火山ガイド上間接的影響として明記され、長期間の交通の途絶を前提に原子炉及び使用済核燃料プールの安全を損なわないように対応が採れることが確認事項とされている(5.1(1)項(b), 同(3)項(b)。甲470の1・12頁)。

この点についても、十分な検討・確認がなされていなければ、基準適合判断(ないし基準適合評価)に過誤・欠落が存在するといえ、人格権侵害の具体的危険の存在が事実上推定されることになる。

##### (2) 外部からのアクセス制限事象の発生を想定しなければならないこと

古儀君男『火山と原発』によれば、細かい火山灰は滑りやすく、特に雨が降るとぬかるみ状態になり、スリップやスタックを起こす。また、火山灰は風や車によって巻き上げられ(再飛散)、視界を遮る。ヘッドライトをつけてもほとんど効果はない。停電によって信号機は使い物にならなくなる。こうして、すべての道路が完全にマヒしてしまうと予想される。

さらに雨が降ると傾斜地では泥流が発生し、道路は次々に寸断されていく。復旧には相当な時間がかかることになる(甲557・45頁)。

甲 4 7 1 号証によれば、5 cmの降灰（降雨時には5 mmの降灰）で道路が通行不能となるとされる。本件で想定されている15 cmという大量の降灰があった場合に最も恐ろしいのは火山灰の泥流であり（本件原発敷地周辺は傾斜面も多い）、各所で道路が寸断されるだけでなく、大量の火山灰が排水を妨げて洪水を引き起こす可能性も大きい。

### (3) 長期間の交通途絶を前提とすべきこと（復旧の困難性）

ア 火山ガイドは、長期間の交通の途絶を前提に、「外部からの支援等」によって原子炉等の安全を損なわないように対応が採れることを要求しているが、交通が途絶した状態では、外部からの支援等を受けられない前提での対策が必要である。

イ 陸路以外も、例えばヘリコプターによる輸送は、空気中に残った微細粒子によってエンジントラブルを起こす可能性もあるし、離着陸時に、大量の降下火砕物を巻き上げるため、視界不良となって墜落の危険が高まる。ジョン・ラージ氏も、「空の輸送手段、特にヘリコプターは空気が運ぶ灰がガスタービンのコンポーネントに悪影響を及ぼすため飛べなくなる恐れがある」と指摘している（甲 5 5 8 の 2 ・ 2 2 頁）。

なお、2014年の御嶽山噴火の際は、自衛隊のヘリコプターによる救助が行われたが、極めてリスクの大きい任務であった。火山灰のガラスや鉱物は非常に硬いため、コックピットの窓ガラスに当たるとヤスリのように働き、細かい傷をつけ、透明だった窓ガラスが曇りガラスのようになって視界が利かなくなることも指摘されている（甲 5 5 7 ・ 4 6 ～ 4 7 頁，甲 5 5 8 の 2 ・ 2 1 ～ 2 2 頁）。

このように、ヘリコプターによる輸送には相当の危険が伴うため、実行不可能な場合も多い。

ウ 水路についても、降灰中は視程が低下して航行できず、降灰後も水面に

降下火砕物が浮遊していると冷却水管の目詰まりを起こす。エンジンフィルタの目詰まりや可動部分の摩耗なども懸念されている（甲 5 5 6 ・ 1 5 頁）。

## 5 (a)③ i - 非常用 D G の機能喪失

### (1) 新火山ガイドが要求する確認事項

新火山ガイド 5 . 1 (1) 項(a)には、降下火砕物の直接的影響として、「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摩耗、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」が挙げられている（甲 4 7 0 の 1 ・ 1 1 ~ 1 2 頁）。

そして、同(3)項(a)において、直接的影響の確認事項として、

- ① 降下火砕物堆積荷重に対して、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ること。
- ④ 必要に応じて、原子力発電所内の構築物、系統及び機器における降下火砕物の除去等の対応が取れること。

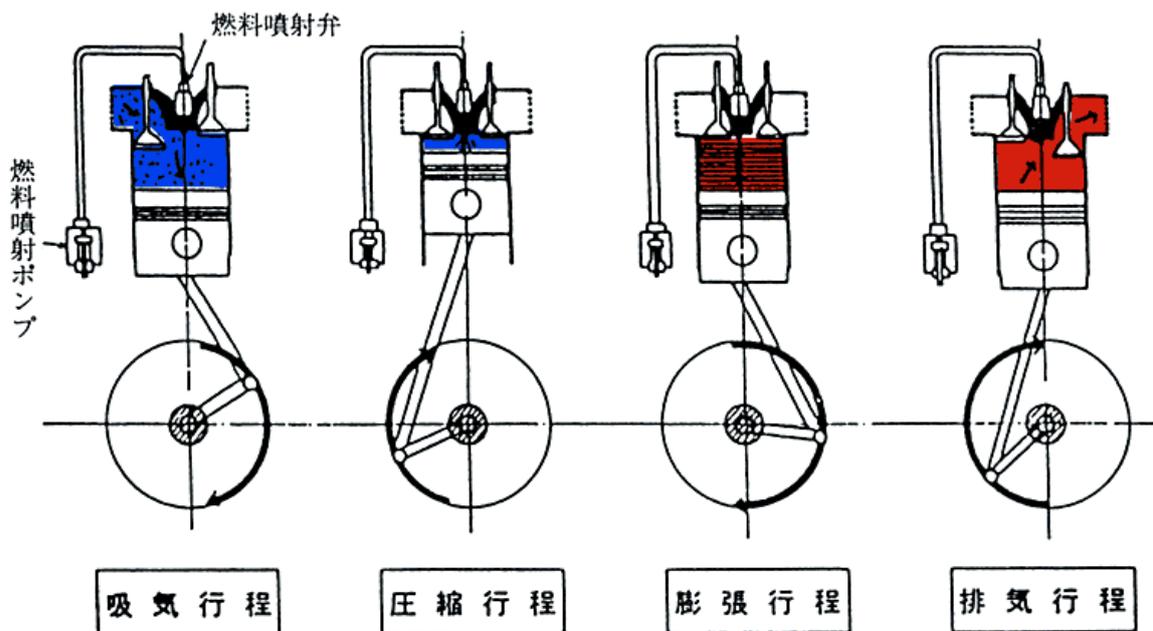
が挙げられている（甲 4 7 0 の 1 ・ 1 2 頁）。

そのため、これらの点について十分な検討・確認がされていない場合には、それだけで基準適合判断（ないし基準適合評価）に過誤・欠落が存在することになる。

## (2) 非常用ディーゼル発電機の構造

ア これらのうち、まず問題となるのが、これまで中心的に主張してきた③非常用ディーゼル発電機（以下「非常用DG」という。）の損傷等による系統・機器の機能喪失であり、これらの機能喪失が起こらないことは、設置変更許可審査における評価事項である。

イ 非常用DGは、ディーゼルエンジンを利用した発電機である。ディーゼルエンジンの作動原理について、日本財団図書館の2級船用機関整備士指導書によれば、ディーゼルエンジンは、主に4つの行程（ストローク）で運動エネルギーを得ている（甲559、図表5）。



図表5 ディーゼルエンジンの仕組み（甲D 2 1 7）

まず、①吸気行程で（図表5の一番左の行程）、ピストンが下がり、排気弁（右側の弁）が閉じて吸気弁（左側の弁）が開き、燃料室内（シリンダ内）に空気が入る。燃焼のためには最低限必要な空気量が決まっており、空気がなければディーゼルエンジンは作動しない。

次に、②圧縮行程で（図表5の左から2番目の行程）、ピストンが押し上

がって空気が圧縮される。圧縮された空気は600℃以上の高温になるといわれる。

その次が③膨張行程で(図表5の左から3番目の行程), 圧縮された空気に霧状の燃料が噴射され, 燃料微粒子が圧縮熱のために気化・自然着火して燃焼し, 圧力と温度がさらに上昇する。瞬間最高温度は2000℃ともいわれる。圧力がかかることで, ピストンを押し下げてクランク軸を回転させる。熱エネルギーが運動エネルギーに変換されたことになる。

最後に, ④排気行程で(図表5の一番右の行程), ピストンが押し上がるとともに排気弁が開き, 燃焼ガスが排出される。排気行程の後は, 吸気行程が繰り返されていく(以上, 甲559)。

ウ このようにして, クランク軸に伝えられた運動エネルギーは, オルタネーターと呼ばれる装置で電気エネルギーに変換される。

### (3) フィルタが目詰まりすると, 給気できなくなること

ア では, 降灰があった場合に, 非常用DGにどのような不具合が発生するか。

前述のとおり, 非常用DGは, 外部から酸素を取り込みシリンダ内でこれと燃料を爆発させて発電を行うが, 外部から酸素を取り込む段階で, 降下火砕物が非常用DG機関内に侵入しないようにフィルタが設置されるのが一般である。

イ このうち, 直接外気と触れているフィルタが目詰まりを起こせば, 非常用DG機関内にうまく酸素を給気することができず, 不完全燃焼により非常用DGが機能喪失することになる。

被告は, カートリッジ式フィルタは運転しながらフィルタ交換が可能な構造となっており, 目詰まりを起こすことはないかのように主張するが, 想定を大幅に上回る濃度の降下火砕物が到来すれば, 被告が想定するより

もかなり早くフィルタの目詰まりが発生し、フィルタ交換が間に合わない可能性がある。また、大量かつ高濃度の火山灰が降下し、視界が不良で足元も悪い中で、人力によるフィルタ交換が計算どおりに行えない可能性も大きい（実行可能性に乏しい）。これについては、ジョン・ラージ氏も、「車が故障したり、道路が通行不可能だったりして、スタッフと緊急対応要員は原発まで来る手段がなくなるかもしれない。更には、専門的な緊急対応要員が他でのタスクを優先されるかもしれない。炉の運転と安全担当の修理保安担当者は、呼吸困難と視力不全のために業務を行えないかもしれない」といった問題点を指摘している（甲558の2・22頁）。

#### (4) 降下火砕物が非常用DG機関内に侵入すると摩耗を引き起こすこと

ア フィルタが目詰まりを起こさないとしても、フィルタの性能として、降下火砕物粒子を全て捕捉することはできない。微細な降下火砕物粒子は、フィルタの目詰まりの如何にかかわらず、フィルタを通過して非常用DG機関内に侵入することになる。

濃度想定が過小な場合、機関内に侵入する降下火砕物の量が想定よりも多くなるから、これにより、非常用DG機関内で降下火砕物が部材を摩耗し、機能喪失に至る可能性が高まる。

イ 降下火砕物の微粒子は、図表6のとおり、非常に尖った、刺だらけの引っかかりやすい形状をしており、形状由来の摩耗能力が高い。

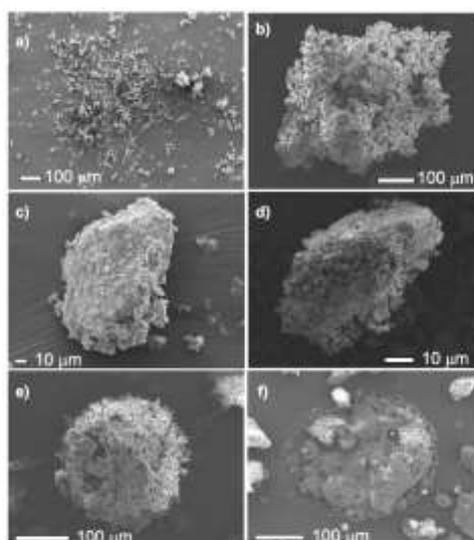


Figure 7. SEM images of ash aggregates: (a) broken ash cluster (EJ15), (b) ash cluster (EJ22), (c) coated particle (EJ15), (d) coated particle (EJ22), (e) poorly structured pellet (EJ18), and (f) liquid pellet (EJ06) (see also Table 3 for more details).

図表 6 降下火砕物粒子の形状

ウ そして、このような降下火砕物が非常用DG機関内に侵入すると、シリンダの部材である特殊鋳鉄を引っ搔いて摩耗する。

これに対し、被告は、降下火砕物がディーゼル機関内に侵入しても、降下火砕物の硬度が低く破碎しやすいことから、機関内部の摩耗は起こらないと評価している。

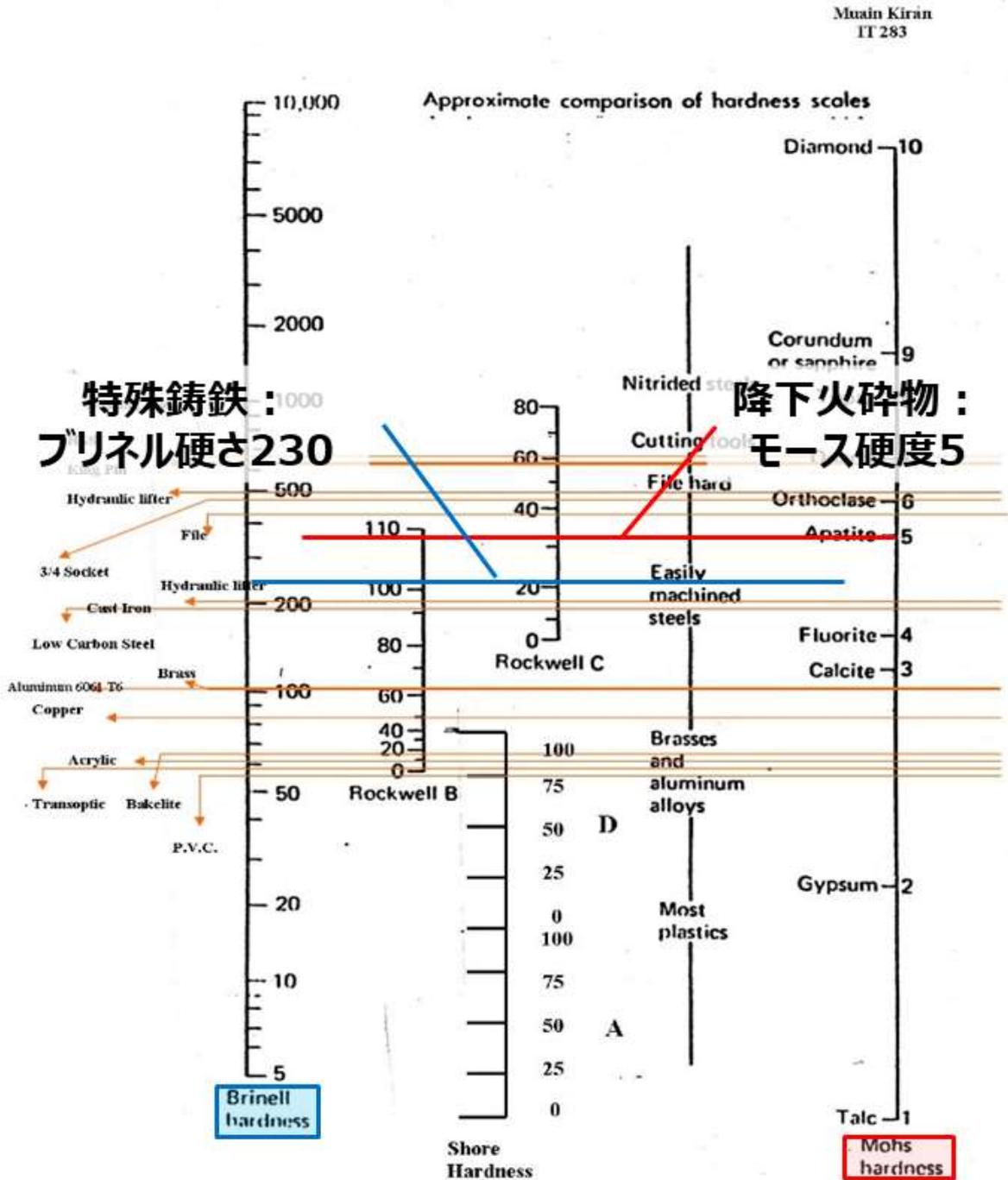
しかし、降下火砕物の硬度はモース硬度（引っ搔きに対する硬さを表す硬度）で5とされているのに対し、シリンダ等の部材である特殊鋳鉄はブリネル硬さ（押し込みに対する硬さの一種）で230とされている。

図表7は、approximate comparison of hardness scales, すなわち各種の硬度系のおおよその比較表であるが、モース硬度5はブリネル硬さ230よりも硬い可能性があることが分かる。

もちろん、引っ搔きに対する硬さと押し込みに対する硬さを単純に比較はできないものの、このような可能性が存在する以上、万が一にも深刻な災害を起こしてはならない電力事業者としては、実験・実証を行って本当に摩耗による機能喪失が起こらないのか、確認すべきであるのに、被告は

このような確認を行っていない。到底安全側に立った評価とはいえない。

シリンダ等の部材が摩耗すれば、非常用DGが機能を喪失し、全交流電源喪失に至る可能性が否定できない。



図表7 モース硬度とブリネル硬さの比較表

エ この点に関して、降下火砕物検討チーム第3回会合では、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）。

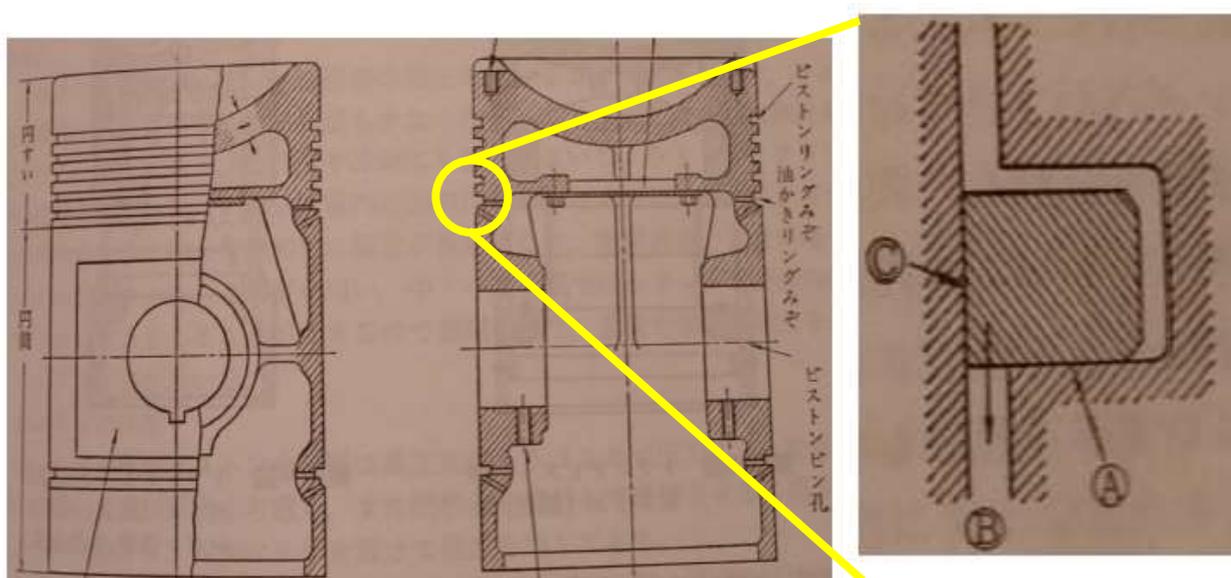
安易に摩耗することはないと評価するのは、安全を軽視した恣意的な評価といわざるを得ない。

#### (5) さらに、閉塞・焼付・固着を引き起こすこと

ア フィルタを通過して非常用DG機関内に侵入した降下火砕物は、摩耗による機能喪失以外にも、閉塞・焼付・固着によって非常用DGの機能喪失を引き起こす可能性がある。

イ まず、非常用DG機関内に侵入した降下火砕物は、シリンダライナとピストンリングの間隙（図表8右の㉞）や、ピストンリング溝とピストンリングそのものとの間隙（サイドクリアランス。図表8右の㉟など）などに

侵入してこれを閉塞させることがある（図表8）。



図表8 ピストンの形状<sup>3</sup>とピストンリング<sup>4</sup>

ウ サイドクリアランスは、間隙の幅が小さいと、シリンダライナとピストンが固着するリスクがあり、これによりディーゼルが故障する。逆に、サイドクリアランスの間隙の幅が大きいと気密封止が損なわれる。そこで、サイドクリアランスは、新品時においても、0.1mmないし数十 $\mu\text{m}$ 以上の間隙となっている。サイドクリアランスの摩耗限界設定値（それ以上にならないように整備する限界値）は、最大0.3mm程度になり得るため、降下火砕物がサイドクリアランスに侵入する可能性は高く、閉塞につながり得る。

エ さらに、機関内に侵入した降下火砕物は、非常用DG機関内部の焼付・固着を引き起こす。

非常用DG機関は、圧縮工程において、1400℃以上となり、瞬間的

<sup>3</sup> 長谷川静音著「船用ディーゼル機関教範 改訂10版」（平成22年）163頁及び181頁から引用。

<sup>4</sup> 図表8右図の左側がシリンダライナであり、右側の凹型の部分がピストン（ピストンリング溝）である。中央の四角い斜線部分がピストンリングである。

には2000℃にも達するとされるが、機関内に侵入した降下火砕物の融点は約1000℃であり、溶融してしまうことは十分に起こり得る。特に、ピストンリングが焼付き、ピストンが固着すると、熱エネルギーを運動エネルギーに変換することができなくなり、非常用DGは機能喪失する。

#### (6) 非常用DG自体の空冷も必要となること

さらに、非常用DG自体も高温になるため、一般的に、ファンで送風することによりエンジンを冷却している。そのため、非常用DGを設置している部屋の換気口フィルタが目詰まりを起こすと、エンジンの空冷ができなくなってオーバーヒートする可能性がある（甲558の2・19頁以下参照）。この点についても、被告は何らの対策も講じていない。

#### (7) 小括

このように、被告の想定を上回る濃度の降下火砕物が本件原発に到来することにより、非常用DGが機能喪失する可能性が否定できない。ジョン・ラージ氏は、「フィルタへの灰の堆積は、不完全燃焼や室冷却通気が不十分なため、非常用ディーゼル発電機の共通原因故障（コモンモード）につながる」と指摘している（甲558の2・20頁）。

そして、非常用DGは外部電源を喪失した場合の冷却機能維持のための要であり、非常用DGが機能喪失すると、冷却機能が維持できなくなる危険が格段に増大する。

### 6 (a)② - 取水設備の機能喪失

#### (1) 取水設備の機能喪失と基準との関係

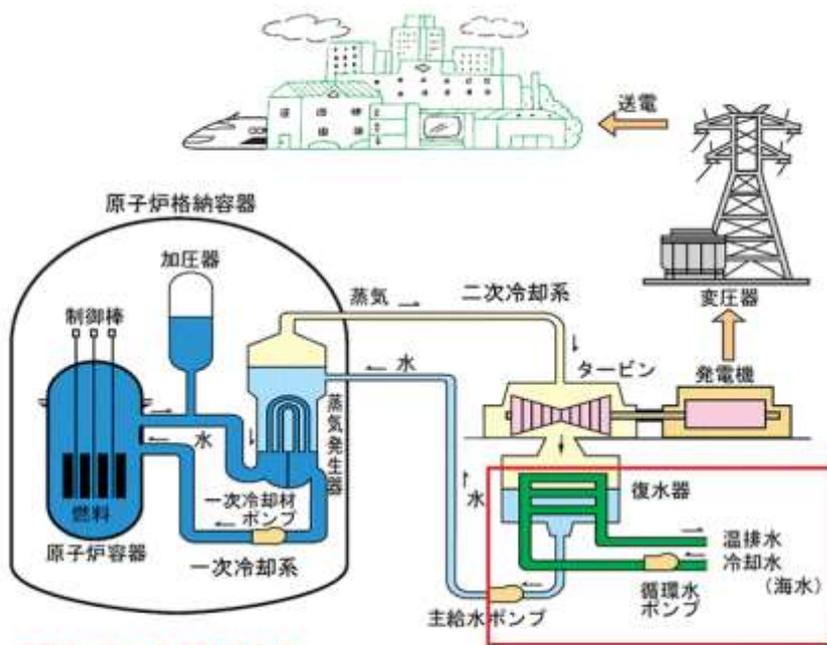
前述したとおり、新火山ガイド5.1(3)項(a)②には、「降下火砕物により、取水設備、原子炉補機冷却海水系統、格納容器ベント設備等の安全上重要な

設備が閉塞等によりその機能を喪失しないこと」を確認することが記されている（甲470の1・12頁）。

そのため、取水設備の機能維持について十分な検討・確認がされていない場合には、それだけで基準適合判断（ないし基準適合評価）に過誤・欠落が存在することになる。

本件原発（PWR）の冷却機能のイメージ図は図表9のとおりである。

原子炉容器内で熱された一次冷却系内の水（一次冷却材）は、蒸気発生器において、二次冷却材に熱を受け渡し、蒸気が発生する。この蒸気でタービンを回転させて発電を行うが、タービンを回した後の蒸気は、復水器において海水で冷やされ、液体となって、主給水ポンプ等で再び蒸気発生器内に送られる。取水設備の問題は、主に、海水を取水し、循環水ポンプで復水器へ送り込み、放水するという蒸気の冷却に関係する（図表9の赤い囲みの部分）。



下記の出所に一部追記し作成した

図1 加圧水型原子力発電所(PWR)概要図

[出所]電気事業連合会:「原子力・エネルギー」図面集 2008年版(2008年4月)、p.83、  
<http://www.fepc.or.jp/library/publication/pamphlet/nuclear/zumenshu/pdf/all05.pdf>

図表9 本件原発（PWR炉）の構造（海水による冷却）

## (2) 取水設備が機能喪失する可能性

この点について、本件原発は、海岸に立地する原発であるが、古儀君男『火山と原発』によれば、海水の取水口に大量の降下火砕物を含む汚濁した海水が流入することを防ぐことができないとされる。海水は、海に降下した火山灰だけでなく、あちらこちらで発生する泥流や洪水によって、長期にわたって汚濁が続く。取水口や給水管は火山灰だけでなく、泥で詰まる可能性もあり、「給水不能に陥る危険性はかなり高い」と指摘されている（甲557・53頁）。

本件原発においては、冷却水として毎秒約60～70m<sup>3</sup>を取水しなければ冷却機能を維持できない。これを1分当たりの量にして25m×15m×1.2mのプールに換算すれば、毎分約8～9杯に相当する途轍もない量である。降下した火山灰や泥水が取水されれば、スクリーンの目詰まりや、海水ポンプの故障の原因となる。

そのほか、「火山灰に含まれる強い酸性物質が給水管を腐食させ、水漏れが起きるかもしれません」との指摘もある（甲557・57～58頁）。

## (3) 取水設備の機能喪失と過酷事故に至る危険

給水が十分に行えなければ、復水器において蒸気を適切に冷やして液化させることができず、いわゆる「空炊き」の状態になる。そうなれば、いかに電源を確保していても燃料の冷却ができずにメルトダウンを引き起こす。

## 7 (a)③ ii - 中央制御室等への侵入（換気系）

### (1) 中央制御室等への侵入と基準との関係

前述したとおり、新火山ガイド5.1(3)項(a)③には、「外気取入口からの火山灰の侵入により、換気空調システムのフィルタの目詰まり、非常用ディーゼル発電機の損傷等による系統・機器の機能喪失がなく、加えて中央制御室にお

ける居住環境を維持すること」を確認することが記されている（甲470の1・12頁）。

そのため、「中央制御室における居住環境の維持」について十分な検討・確認がされていない場合には、それだけで基準適合判断(ないし基準適合評価)に過誤・欠落が存在することになる。

## (2) 降下火砕物の中央制御室等への侵入の危険性

ア ジョン・ラージ氏は、建屋の換気及び浄化システムの問題を指摘している。同氏によれば、「火山灰降下時には、灰を含んだ大気が換気及び浄化システムに吸い込まれ、ダウストリームのフィルタや部品が危険な状態になる。特にファウリング<sup>5</sup>や焼き付きの危険があるのが、最大毎分33,000立方フィートを処理する建屋の排気ファンである」とする（甲558の2・18頁）。

これらは加圧型原子炉（PWR）である川内原発に関する記述であり、同じ加圧型原子炉である本件原発にも妥当する。

イ そのため、中央制御室内にいる人間がこれを吸い込むと、鼻やのどの炎症を起こし、呼吸器疾患のある人は症状が悪化し、長時間吸い込むと、火山灰に含まれる結晶シリカが、珪肺という病気の原因になることもある。

また、火山灰が目に入った場合、角の尖った火山灰が目の角膜を傷つけ、角膜剥離や結膜炎を引き起こす（以上、甲557・44～45頁）。

降灰時には、中央制御室を含む建屋内の人員といえども、防護メガネ及び防護マスクの着用が必須となる。

ウ なお、ジョン・ラージ氏によれば、火山灰の降下でエアフィルタが目詰

---

<sup>5</sup> フィルタ表面や細孔内に微細粒子が付着・堆積する現象である。要するに、フィルタの目詰まりをいう。

まりを起こすという一般的所見はあるが、原発の特定機能を阻害するようなブロック（閉塞効果）がどれだけ速く、どの程度起こるかという情報やデータは少ないとのことであり（甲558の2・19頁）、この点に関する科学的知見も不定性の大きい部分というべきである。

だからこそ、十分なデータ収集や実験等も行わないまま、安易に机上の論理だけで原発が安全であるなどと判断することは許されない。不定性がマイナス方向に発現しても安全上支障がないように、保守的な評価がなされなければならない。

## 8 (a)④ - コントロール建屋等への侵入と電装系への付着（電気系・計装制御系）

### (1) 電装系への付着と基準との関係

前述したとおり、新火山ガイド5.1(3)項(a)④には、「必要に応じて、原子力発電所内の構築物、系統及び機器における降下火砕物の除去等の対応が取れること」を確認することが記されている（甲470の1・12頁）。

そのため、原発内の電気系統や計装制御系の機能維持について十分な検討・確認がされていない場合には、それだけで基準適合判断（ないし基準適合評価）に過誤・欠落が存在することになる。

### (2) 電装系への付着による制御不能の危険

ア 古儀君男『火山と原発』によれば、「細かい火山灰がコンピュータや電子機器に侵入すると、誤作動や故障を引き起こす」という。そして、「中央制御室とコンピュータシステムに異常が発生すれば、たとえ原子炉の健全性が保たれていても手動には限界があり、やがて制御不能となり、過酷事故に発展する可能性が高まります」と指摘している（甲557・53頁）。

また、「電子機器の内部に侵入した火山灰は誤作動や故障の原因となり

ます。原子炉の中央制御室をはじめ、原子炉建屋などあらゆるところにコンピュータや電子機器は使われており、これらが故障すれば原子炉は制御不能に陥るでしょう」とも指摘する（甲557・57頁）。

イ ジョン・ラージ氏も、原子炉建屋内の精密機械や電子機器への影響を懸念している（甲558の2・18頁）。

また、同じく川内原発に関する福岡高裁宮崎支部即時抗告審において証拠提出された原子力コンサルタントの佐藤暁氏のプレゼン資料によれば、「電気品室、中央制御室内の電気・電子装置、コンピュータなどの内部に火山灰が入り込み、付着することによる影響（蓄熱、ブレーカー、リレーの動作不良、摺動部の摩耗、摩擦の増加）による故障が、時間の経過とともに急増する可能性がある。これは、脅威のレベルとして重要な「共通起因事象」として分類されるべきである」と述べている。

そして、「当初の設計条件として見込まれていない高濃度の火山灰は、これらの機器に対して未知の環境であり、安全上担保される機器に対しては、新たな環境試験が実施されなければならない」と述べる（甲561・40頁）。保守的な環境試験等によって安全が確認できない以上、安全が確保されたと評価することは許されない。

ウ 前述したとおり、降下火砕物の粒径は極めて小さいものも存在することから、いかにフィルタを設けても、建屋内に降下火砕物が侵入することを完全に防ぐことはできず、一定量は建屋内に侵入することになる。

降下火砕物の濃度想定が過小な場合、実際に侵入する降下火砕物の量が想定よりも多くなるため、そのような降灰にも電気系・計装制御系の健全性が保たれるのか保守的な評価が必要であるが、被告はそのような評価を行っていない。

## 9 まとめ

以上述べてきたとおり，降下火砕物によって，原発は様々な個所に大きな影響を受けることになるが，被告及び原規委は，降灰による濃度想定の過小の問題を非常用DGの機能維持の問題だけに矮小化しようとしている（他の評価を全くやっていないわけではないが，不十分である）。

気中降下火砕物濃度に過小評価が存在すれば，非常用DGに限らず，同時多発的に，安全上重要な様々な施設・設備に深刻な機能不全が発生する可能性が否定できない。そうなれば，本件原発が重大事故に至る可能性も十分に存在する。

### 第3 巨大噴火に至らない規模の噴火を考慮しないこと（基準の不合理性④）

#### 1 火山ガイドの定めと被告の評価（原規委の基準適合判断）

##### (1) 影響評価に関する火山ガイドの定め

ア 火山ガイド5項においては，降下火砕物による影響評価について，原則として，「敷地及びその周辺調査から求められる単位面積当たりの質量と同等の火砕物が降下する」と仮定して評価を行うこととされている。

ただし，その噴出源が同定でき，かつ，その噴火が発生する可能性が十分小さい場合には，考慮対象から除外することができるとされる（甲470の1・11頁）。

イ 解説-19.では，敷地及びその周辺において堆積が観測されない場合について，類似する火山の堆積物の情報を基に求めること，対象となる火山の総噴出物量，噴煙柱高度，全粒径分布及びその領域における風速分布の変動を高度及び関連パラメータの関数として，数値シミュレーションを行うことによって求めることが定められている（甲470の1・12頁）。

ウ このように，影響評価に関する火山ガイドの定めには，立地評価で見られたような巨大噴火とそれ以外の噴火とを区別し，巨大噴火についてはその発生可能性が具体的に示されない限りそのリスクは社会通念上容認し，発生可能性が十分小さいものとして扱うという規定は準用されていない。

エ したがって、本来であれば、影響評価に関して、立地評価と同様、巨大噴火とそれ以外とを区別するような考え方が採用されているとは直ちにはいえない。

もともと、令和元年改正の趣旨や、改正のきっかけとなったと考えられる「基本的な考え方」は、立地評価と影響評価とを特段区別する趣旨ではないと考えられるから、解釈としては、影響評価においても、立地評価と同様、巨大噴火については、その発生可能性が具体的に示されない限り、十分小さいものとして扱い、その場合、考慮すべき噴火規模としては、「当該火山の最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模」とされるといえる（甲470の1・9～10頁）。

そこで、以下ではこのような解釈を前提として主張を行う。

## (2) 被告の評価及び原規委の基準適合判断の内容

ア 本件原発の設置変更許可に係る審査書によれば、被告は、降下火砕物に関し、敷地付近で厚さ5cmを超える降下火山灰はいずれも九州カルデラ火山を起源とするとし（噴出源の同定）、それら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、発生可能性が十分低いと評価している（乙C103・66頁）。

イ 審査書には、敷地及びその周辺で観測されるテフラについての記載はないが、被告は、敷地に最も大きな影響を与える噴火として、大分県九重山における九重第一軽石噴火を挙げている（図表10）。

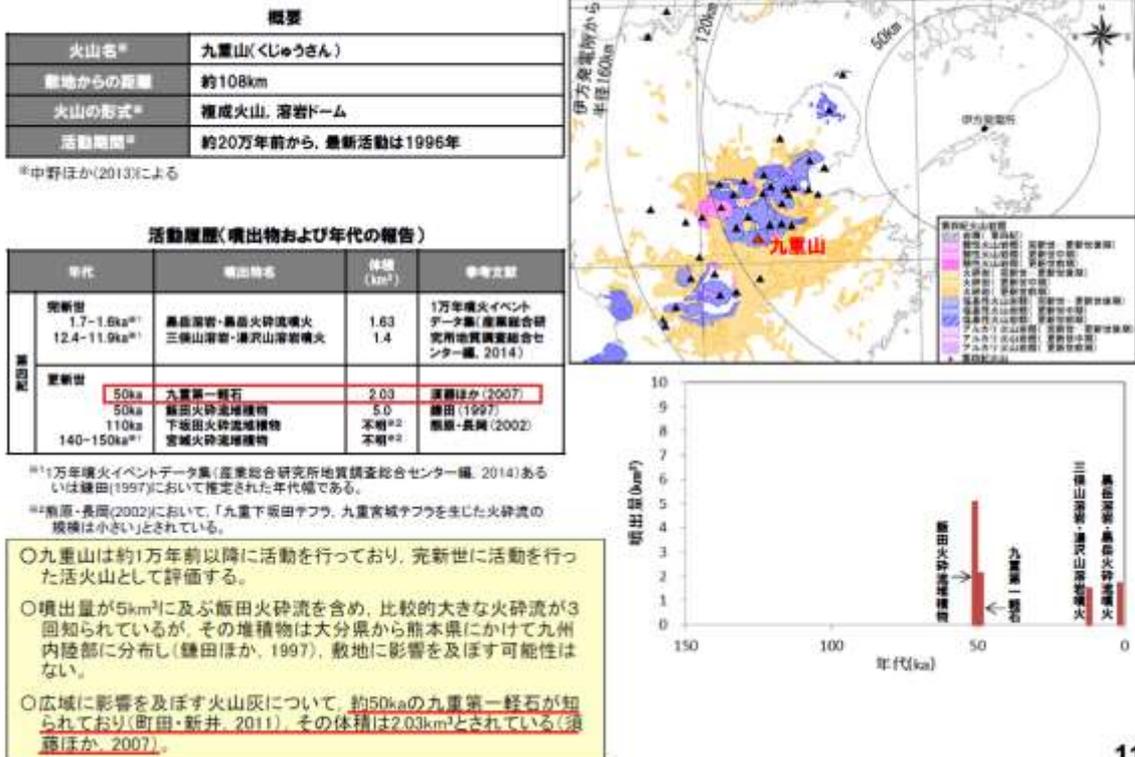
そして、この噴火による敷地及びその周辺における堆積をほぼ0cmと評価し（敷地及びその周辺において堆積が観測されない場合として評価したものと推測される）、噴出物量を2.03km<sup>3</sup>及び6.2km<sup>3</sup>として移流拡散モデルを用いた数値シミュレーションにより、最大層厚を14cmと評価した（図表11）。

その結果、敷地における最大層厚を15cmと設定した（乙C103・6  
6頁）。

添付資料1

### 九重山②<活動履歴および評価結果>

平成27年3月20日  
審査委員会資料一部修正



11

図表10 甲493・11頁加筆

敷地からの距離		108km	
イベント名		九重第一軽石	
イベント年代		50ka	
地質調査に基づく敷地付近の火山灰厚さ		ほぼ0cm	
噴出量		2.03km <sup>3</sup>	6.2km <sup>3</sup>
降下火山灰シミュレーションによる火山灰層厚	月別平年値の風	平均0.5cm (最大2.2cm)	平均1.5cm (最大6.9cm)
	不確かさの考慮	最大4.5cm	最大14.0cm

図表11 甲492・65頁抜粋・加筆

ウ なお、阿蘇に関して、審査会合資料によれば、立地評価に関する部分ではあるものの、後カルデラ火山噴火ステージの既往最大規模である草千里ヶ浜軽石噴火（約3万年前、噴出物量2.39km<sup>3</sup>）を考慮するとされている（図表12及び図表13）。

影響評価でどのように考慮したのか明示はされていないものの、立地評価と同様、草千里ヶ浜軽石噴火を想定し、九重第一軽石噴火の方が敷地に与える影響が大きいと判断したものと考えられる。

## II. 立地評価

### 阿蘇の火山活動に関する個別評価⑦<まとめ>

- 阿蘇については、現在のマグマ溜まりは破局的噴火直前の状態ではなく、今後も、現在の噴火ステージが継続するものと判断される。
- 運用期間中の噴火規模については、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（約2km<sup>3</sup>）を考慮する。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（小野・渡辺, 1985）。

図表12 甲492・24頁抜粋

# 阿蘇④<阿蘇山>

平成27年3月20日  
審査会合資料一部修正

## 概要

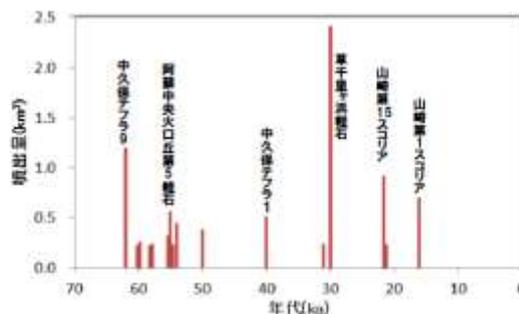
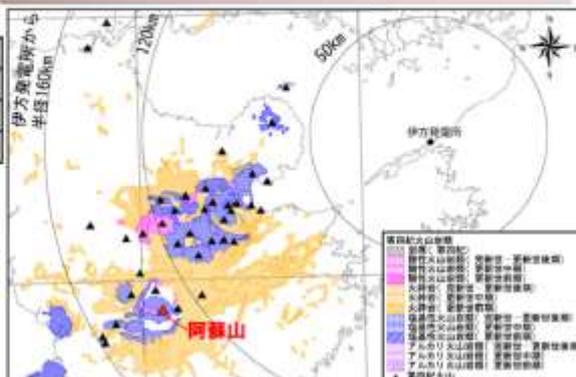
火山名*	阿蘇山(あそさん)
敷地からの距離	約131km
火山の形式*	複成火山, 火砕丘
活動期間*	約9万年前から, 最新活動は2011年

\*中野ほか(2013)による

## 活動履歴(噴出物および年代の報告)

年代	噴出物名	体積 (km <sup>3</sup> )	参考文献	
更新世	4ka 阿蘇中央火口丘第1軽石	不明	宮縄ほか(2003)	
第四紀	更新世			
	16.49-15.74ka	山崎第1スコリア	0.68	宮縄ほか(2004); Miyabuchi (2011)
	22.10-20.98ka	山崎第15スコリア	0.9	
	21.75-20.68ka	山崎第20スコリア	0.21	
	30ka	草千里ヶ浜軽石	2.39	
	31ka	水ノ尻第1軽石	0.23	
	40ka	中久保テフラ1	0.49	
	50ka	中久保テフラ2	0.37	
	54ka	阿蘇中央火口丘第4軽石	0.43	
	55ka	中久保テフラ4	0.22	
	55ka	阿蘇中央火口丘第5軽石	0.55	
	55ka	中久保テフラ5	0.30	
	58ka	中久保テフラ6	0.23	
	58ka	中久保テフラ7	0.21	
60ka	中久保テフラ8	0.25		
60ka	阿蘇中央火口丘第6軽石	0.21		
62ka	中久保テフラ9	1.19		

○阿蘇山は約1万年前以降に活動を行っており, 更新世に活動を行った活火山として評価する。  
○過去9万年間に軽石を放出した噴火について検討した宮縄ほか(2003)によると最大規模の噴火は草千里ヶ浜軽石であり, その規模は2.39km<sup>3</sup>とされている。



17

図表13 甲493・17頁加筆

エ 原規委は, このような被告の評価について, 火山ガイドを踏まえていることを確認したとしている(乙C103・66頁)。

## 2 巨大噴火のリスクを考慮しない基準は不合理であること

### (1) 巨大噴火の発生可能性が十分小さいと評価することはできないこと

ア 準備書面(73)で詳述したとおり, 現在の火山学の水準では, 噴火発生タイミング及び規模について, 燃料を安全な場所へ運び出すのに十分な時間的余裕をもって予測することは困難である。

また, 新火山ガイドは, 巨大噴火について, i 非切迫性と ii 具体的根拠欠缺の要件を充たせばその発生可能性が十分小さいと判断できるところ(甲470の1・9頁), これらの要件は, いずれも現在の火山学

の知見では判断不可能なものであり、実質的には、何らの要件も付さないままに巨大噴火のリスクを無視するのに等しい不合理なものである。

巨大噴火とそれ以外の噴火とを区別して評価する合理的理由は存在しないし、火山事象に関する確立された国際基準であるSSG-21にも反している（準備書面（73）において基準の不合理性②として主張済み）。

イ なお、巨大噴火のリスクについて、社会通念を理由に安易に容認してはならない根拠として、甲544号証の別冊日経サイエンスの記事にも触れておく。

同記事は、東京大学地震研究所火山噴火予知研究センター所属の前野深助教の協力のもとに作成されたものであるが、同記事によれば、「火山学者は迫り来る破局噴火に対する危機意識を以前から持っていたが、一般的には、そうした空恐ろしいほどの巨大噴火が繰り返し起きていること自体ほとんど知られていなかった。…それが東日本大震災で風向きが変わった。たとえ低頻度であっても、起きた時には甚大な被害が出る「低頻度巨大災害」に対する一般社会の認識が深まり、それへの対応が重要な政策課題として浮上してきた。」とされ（甲578・112頁）、東日本大震災によって、社会通念が変わったことを指摘している。

また、この震災を機に、「大規模火山災害対策については内閣府などが検討会を組織、2013年5月に提言を発表した」とも述べている（甲578・112頁）。甲514号証の「大規模火山災害対策への提言」がそれであり、その内容については準備書面（73）81頁以下で詳述しているので繰り返し述べない。

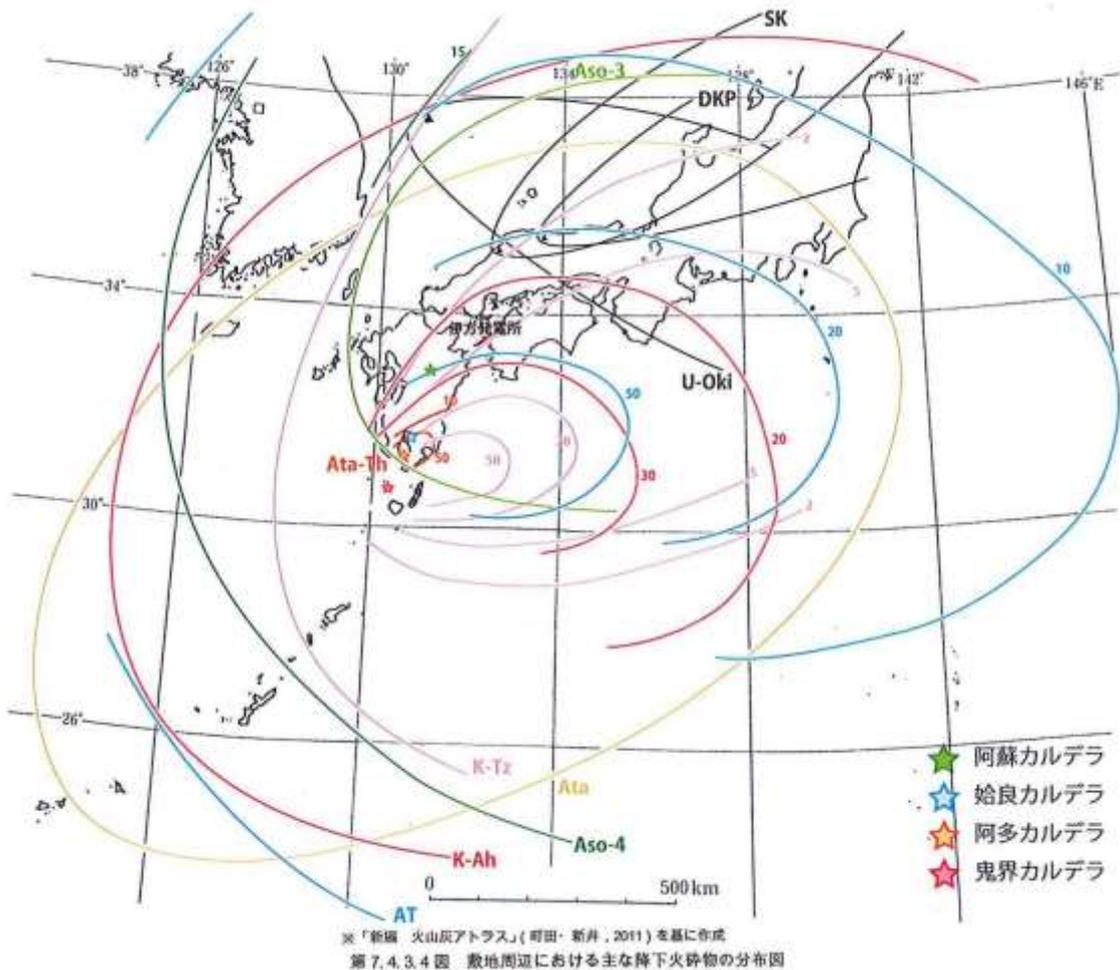
重要なのは、これまで裁判例で指摘されてきたような社会通念論は、東日本大震災後、もはや通用しない議論になっているということである。世論調査を行えば、6割～7割の人が原発について安全とは思えないから廃炉にすべきと回答している。稼働すべきという意見は、安全だからという

よりも、必要だからというだけであり、必要性のために安全を犠牲にしてはならないことは、これまで多くの裁判例で指摘されたとおりである（なお、原告らとしては原発の必要性についてすら大きな疑問を抱いている）。このような世論調査の結果は、上記のような低頻度巨大災害についても、そのリスクを容認できないという社会通念の現れである。裁判官や原規委が、身勝手な社会通念によって不当な判断をすることは断じて許されない。

## (2) 多くの破局的噴火によって15cmを上回る火山灰が到来していること

本件原発においては、設計対応不可能な火山事象（典型的には火砕物密度流）に対する立地評価との関係で問題となる破局的噴火は、阿蘇カルデラの阿蘇4噴火（A s o - 4）のみであったが、設計対応可能な火山事象（典型的には降下火砕物）に対する影響評価との関係で問題となる破局的噴火は、阿蘇カルデラの阿蘇1噴火（A s o - 1）、阿蘇2噴火（A s o - 2）、阿蘇3噴火（A s o - 3）、始良カルデラの始良T n噴火（A T）、阿多カルデラの阿多鳥浜噴火（A t a - T h）、阿多噴火（A t a）、鬼界カルデラの鬼界葛原噴火（K - T z）、鬼界アカホヤ噴火（K - A h）など多数にわたり（図表14参照）、その発生確率は、阿蘇4噴火クラスよりもはるかに大きくなる（阿蘇を含む南九州において破局的噴火が発生する頻度は、概ね2万年に1回程度と考えられている）。

例えば、始良T n噴火では、本件原発敷地に50cm近い降灰が予想されるし（図表14の水色部分）、鬼界カルデラにおける鬼界アカホヤ噴火（K - A h）クラスの破局的噴火でも、20cmを上回る降灰が予想される（図表14の赤色部分）。



図表 1 4 破局的噴火による降下火砕物の分布図 (被告作成資料)

このように、過去に多数の破局的噴火が発生している南九州地方における破局的噴火を無視（ないし軽視）することは、国際基準や福島第一原発事故の反省に立って改正された原子力関連法令等の趣旨に照らして、到底許されない。まして、破局的噴火よりも一回り規模の小さい、したがって頻度も大きい巨大噴火まで含めてそのリスクを実質的に無視してよいとする新火山ガイドは、基準として明らかに不合理である。

### 3 巨大噴火以外の噴火に関する噴火規模想定の誤り

#### (1) 巨大噴火以外の噴火に関する噴火規模想定

万が一、上記２の点で基準の不合理性が認められないとしても、すなわち、巨大噴火のリスクについて社会通念上容認するとしても、新火山ガイドは、巨大噴火以外の噴火に関する噴火規模の想定を不当に過小にしている点で不合理である。

新火山ガイドは、立地評価に関する部分において、噴火規模の推定に関し、原則として、「検討対象火山の過去最大の噴火規模」としながら、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に小さいと判断したものについては、例外的に、「当該火山の最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模とする」と定めている（新火山ガイド４．１(3)項。甲４７０の１・９～１０頁）。

この考え方を踏まえたのか、被告は、阿蘇カルデラについて、最後の巨大噴火である阿蘇４噴火以降の最大規模の噴火規模である草千里ヶ浜軽石噴火（噴出物量２．３９㎥）を想定して評価を行っている。

## (2) 社会通念によっては無視できない噴火規模

しかし、旧火山ガイドでは、このような限定はされておらず、噴火規模は「検討対象火山の過去最大の噴火規模」とされており、従来は例外を許容していなかった。令和元年改正によって上記のような例外が許容されるに至ったのは明らかに改悪である。

ともあれ、２０１６（平成２８）年４月６日の宮崎支部決定により、破局的噴火については、その発生可能性が具体的に示されない限り、そのリスクは社会通念上容認されるという考え方が初めて示され、他方で２０１７（平成２９）年１２月１３日の広島高裁決定によりそのような社会通念論が否定されたことを踏まえ、２０１８（平成３０）年３月７日、原規庁から宮崎支部決定を踏まえつつ、許容される範囲を巨大噴火にまで不当に広げた「基本的

な考え方」が示された<sup>6</sup>。

それが火山ガイドの令和元年改正につながったという経緯からすれば、破局的噴火のリスクを容認（無視）するのは、例外的な取り扱いである。

原則的には、破局的噴火を含めて、どのような規模の噴火が発生するのか予測することは困難で、その発生可能性が十分小さいとはいえないのであって、破局的噴火（ないし巨大噴火）だけは例外的に社会通念によって発生しないことと扱える、というのがこれまで示されてきた論理である。

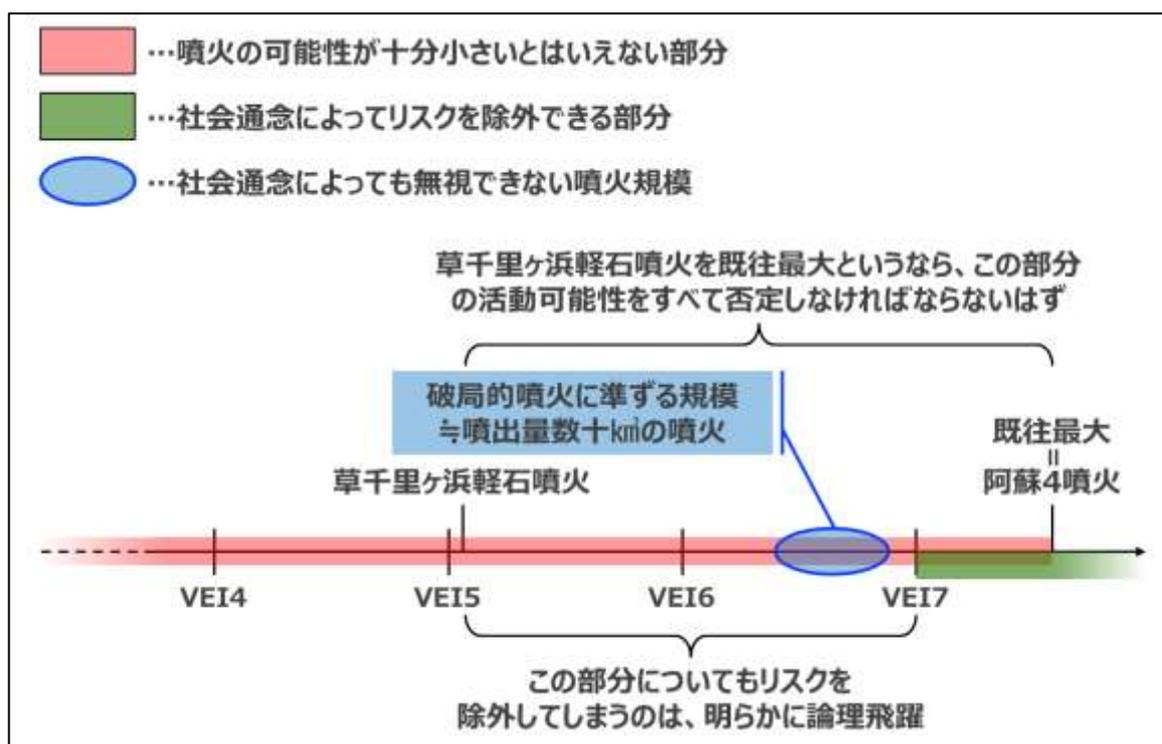
そうであるならば、破局的噴火に至らないがこれに準ずる規模については、そのリスクを社会通念によって無視することはできず、原則どおり、その発生を想定した評価がなされるべきというのが論理的帰結である。

そうであるにもかかわらず、本件でも、前述のとおり、巨大噴火よりもはるかに規模の小さい草千里ヶ浜軽石噴火（噴出物量2.39km<sup>3</sup>）を最大規模として想定しているに過ぎず、巨大噴火には至らないが草千里ヶ浜軽石噴火よりも規模の大きい噴火のリスクは考慮されていない。これは明らかに論理飛躍である。

このように、火山ガイドは、巨大噴火以外の噴火について、本来は巨大噴火に至らないがこれに準ずる規模の噴火を想定しなければならないにもかかわらず、これを想定することを要求していない点で不合理というほかない（図表15）。

---

<sup>6</sup> なお、それまでの裁判例が「破局的噴火」を問題としていたにもかかわらず、「基本的な考え方」が社会通念上容認できる範囲を「巨大噴火」にまで広げたのは、青森県の六ヶ所再処理施設等において十和田カルデラによる巨大噴火のリスクを容認するという理由であることはその経緯から明らかであり（2017年12月8日の青森地裁での期日で、原告らは、国側の代理人の前で、十和田カルデラの危険性について詳細な主張及びプレゼンテーションを行っていた）、そもそも、「基本的考え方」は、結論ありき（没論理）の不合理なものである。



図表 1 5 噴火可能性が否定できない部分と社会通念との関係

### (3) 令和2年広島高裁決定

このような考え方に立って影響評価を不合理と判断したのが、岩国仮処分の令和2年広島高裁決定である。この裁判例は重要であるので、以下、詳細に述べる。

#### ア 司法審査の在り方について

広島高裁の審理において、住民側は、人格権侵害の具体的危険に関する具体的判断基準として、

- ① 科学の不確実性等を排除するために、工学上の経験則に準拠するだけでなく、科学（理論）的な想定や計算に過ぎないものを考慮に入れていないこと
- ② 支配的・通説的な見解に寄りかかって、全ての代替可能な科学的知見を考慮することを怠っていること

③ 十分に保守的な想定でリスク調査やリスク評価に残る不確実性を考慮していないこと

のいずれか1つでも当てはまる場合には、安全が確保されていないと考えるという基準を用いるべき、と主張していた(甲504・10頁)。これは、本件でも原告らが主張する、科学の不定性を踏まえた保守的な判断を行うための基準といえる。

これに対して本決定は、特に①及び②について、これを文字どおりの意味に捉えれば、理論や計算として提示されたものについて、他の専門家による賛同のない独自の見解なども含めて全て考慮しなければならないという、困難なことを要求することになり、採用できないとしたが、これに続いて、「福島事故のような過酷事故は絶対起こさないという意味での高度な安全性を要求すべきである」という理念は尊重すべきものであり、…(炉規法の)改正及び新規制基準の策定においても、…放射性物質が環境へ放出されるような重大事故に至らないようにすることを目的として、各種の対策を強化すべきものとされたのであり、上記理念に通ずるところがあるといわなければならない」と判断した(甲504・10～11頁)。

そのうえで、より具体的に、住民らが主張する具体的な判断基準をそのまま採用することは現実的に不可能であるとしても、「原発による具体的危険性の有無を判断するに当たり、その理念ないし精神に則った解釈適用が必要となることは否定できないところであり、ある問題について専門家の間で見解が対立している場合には、`支配的`・`通説的`な見解であるという理由で保守的でない設定となる見解を安易に採用することがあってはならない」と、実質的には住民側の主張する科学の不定性を十分に踏まえた判断を行うことを明示した(甲504・11頁)。

これは、科学の不定性を踏まえるべきという住民側の主張を相当程度認めたものといえることができ、本件でも参考にされるべき内容である。

## イ 立地評価について

(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504・58頁）。

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、極めて真っ当な判断を行っている（甲504・58頁）。

(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、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10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旧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、<sup>ママ</sup>設計対応不可能<sup>7</sup>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、旧火山ガイドを不合理としつつ、旧火山ガイ

---

<sup>7</sup> 「設計対応不可能」の誤記であると考えられる。

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（この点については、準備書面（77）で詳述済）。

(エ) そして、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、まず、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、旧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。

## ウ 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km<sup>3</sup>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600km<sup>3</sup>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「V

E I 6」や「噴出物量数十km<sup>3</sup>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、四国電力は、「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2 km<sup>3</sup>）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<sup>マ</sup><sup>8</sup>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

---

<sup>8</sup> 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。

きない」と判断している（甲504・69～70頁）。

- (エ) 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。

## エ 影響評価について

令和2年広島高裁決定は、上記のように破局的噴火以外の噴火の規模を設定しつつ、立地評価としては、破局的噴火のリスクは社会通念上容認できるとして人格権侵害の具体的危険を認めなかった（その結論の不当性は繰り返し述べているところである）。

そのうえで、影響評価として、「阿蘇4噴火に準ずる噴出物量数十 $\text{km}^3$ の噴火規模を考慮すべきである。そうすると、その噴出物量を20～30 $\text{km}^3$ としても、相手方が想定した九重第一軽石の噴出物量（6.02 $\text{km}^3$ ）の約3～5倍に上り、本件発電所からみて阿蘇が九重山よりやや遠方に位置していることを考慮しても、相手方による降下火砕物の想定は過小であり、これを前提として算出された大気中濃度の想定（約3.1 $\text{g}/\text{m}^3$ ）も過小であるといわなければならない。」と判示した（甲504・71頁）。

### (4) 小括

このように、万が一、巨大噴火のリスクを社会通念上容認するとしても、これらは、発生可能性が十分小さいといえないにもかかわらず（すなわち、本来は発生するものとして評価が行われなければならないにもかかわらず）、例外的に考慮対象から除外するというものであるから、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については、原則どおり発生するものとして評価されなければならない。

そうであるにもかかわらず、火山ガイドは、巨大噴火以外の噴火について、

「最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模」を想定すればよいとしている点で不合理である。

#### 4 まとめ

以上のとおり、降下火砕物による影響評価について、立地評価と同様、巨大噴火とそれ以外とを区別し、巨大噴火についてはその発生可能性が具体的に示されない限りは噴火可能性が十分小さいものとして扱うと解釈される火山ガイドは、法の趣旨や国際基準に反して不合理である。

また、万が一、巨大噴火のリスクを社会通念上容認するとしても、影響評価における噴火規模の想定としては、破局的噴火ないし巨大噴火に準ずる規模の噴火としなければならない。そうであるにもかかわらず、火山ガイドにおける立地評価では、「最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模」を想定すればよいとしており、これが影響評価にも妥当するとすれば、基準は不合理である。

### 第4 気中降下火砕物濃度推定手法の不合理性（基準の不合理性⑤）

#### 1 降下火砕物の気中濃度に関する平成29年火山ガイド改正の経緯

##### (1) 宮崎支部決定までの経緯

ア 降下火砕物は、第2で詳述したとおり、荷重、外部電源喪失、外部からのアクセス制限、給気・換気系、取水系、電源系及び計装制御系など、様々な問題に関わり、しかもそれらが同時多発的に発生しかねない事象という点で、対策が難しい事象である。

そのうち、気中降下火砕物濃度は、特に給気・換気系、電源系及び計装制御系に影響を及ぼし得るパラメータである。想定よりも高濃度の降下火砕物が到来すると、給気・換気が困難となり、給気を必要とする非常用電源が機能喪失し、フィルタの目をくぐって安全上重要な施設・設備内に降

下火砕物が多量に侵入し、計装制御系に付着してこれらについても機能喪失させ、原発の制御を不能ないし困難にして冷却機能喪失、メルトダウンに至る危険が生じる。

このように重要なパラメータである気中降下火砕物濃度については、福島第一原発事故後も、原規委に火山の専門家が存在しないためか、極めておざなりな規制しかなく、電力事業者の不合理的な対策も見抜けない、お粗末な対応に終始してきた。

イ まず、火山の問題が最初に取り上げられたのは、川内原発に関する鹿児島地裁平成27年4月22日仮処分<sup>9</sup>である。

この時点では、電力事業者は、気中濃度について詳細な検討を行うことなく、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/m<sup>3</sup>〕を一律に用いていた（以下、この数値を「ヘイマランド観測値」という。）。

電力事業者は、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。

しかし、鹿児島地裁での却下決定後、舞台が福岡高裁宮崎支部に移ると、住民側は、匿名の専門家の協力を得て、この評価の不合理性を厳しく糾弾した。すなわち、アイスランド共和国において公式に発表されている情報等から、ヘイマランド地区における層厚が5mm程度しかなく、ヘイマランド観測値が、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ること（粒径の細かい粒子は、人が吸い込むと健康被害を生じるため、あえて細かな粒子の濃度を測定するため、このような機器で測定することはしばしば行われる）、しかも、噴火から3週間後の再飛

---

<sup>9</sup> 準備書面（73）50頁に掲載した裁判例一覧表の①決定。

散値であることを確認し、主張したのである。

これは、英語に堪能なものであれば、専門家でなくとも容易に発見することができるインターネット上に公表されていた情報であった。

ウ また、宮崎支部での審理では、住民側は、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）の際のヤキマ地区（火口から約135km離れた地点）において、約〔33mg/m<sup>3</sup>〕という濃度が観測されており（以下、この数値を「ヤキマ観測値」という。）、これに照らしても3mgは過小であると主張していた。

さらに、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、専門家による簡易な計算によれば、ヘイマランド観測値は、約340倍の過小である（濃度は1〔g/m<sup>3</sup>〕程度になり得る）と主張していた。

ヤキマ観測値の存在や、それすらも過小であることは、噴火直後の1982年に出された英語論文をみれば明確に記載されている事柄であり、論文には、ヤキマ観測値は、機器の限界により正確ではないこと、より高濃度になり得ることまで明記されていた。電力事業者のいう「他に適切な参考値がない」というのも虚偽ないし極めて安易な見落としであることは明らかであった。

エ このような状況で、福岡高裁宮崎支部は、2016（平成28）年4月6日に決定を出し、ヤキマ観測値の存在を根拠として、事業者の想定するヘイマランド観測値が10倍以上の過小となっている可能性を認めた。しかし、ヤキマ観測値も過小であるという主張は採用せず、10倍程度であれば、フィルタの性能からして深刻な事態にはならないと判断し、差止めを認めなかったのである。

## (2) 電中研報告と降下火砕物検討チームの設置

ア 宮崎支部決定が出された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/m<sup>3</sup>〕程度となり得るとのことであった。

これは、ヘイマランド観測値からみれば、約330倍にもなり得るという数値であり、宮崎支部での審理の中で住民側に助言した匿名の専門家の計算結果（約340倍近い過小評価があり得る）とも類似するものであった。

イ 2016（平成28）年10月5日の第35回原規委会合で、ようやく気中濃度の過小評価が原規委の議題に上がった。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。

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、第40回原規委会合において、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。

ウ その後、同年11月16日の第43回原規委会合を経て、2017（平成29）年1月25日の第57回原規委会合において、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。

### (3) 降下火砕物検討チームにおける議論

ア 降下火砕物検討チームは、国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下「産総研」という。）の活断層・火山研究部門の総括研究主幹であった山元孝広氏や、国立保健医療科学院の上席主任研究官であった石峯康浩氏などの専門家を交えて3回にわたって開かれた。

2017（平成29）年3月29日の第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の濃度は、ヤキマ観測値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/m<sup>3</sup>] 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）。

また、山元氏は、1 [g/m<sup>3</sup>] 程度の降灰濃度の噴火は、「非常に頻度の高い検証で、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と思われるを得ない」と述べている（甲562・37頁）。

この会議において、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/m<sup>3</sup>] となることが示された。

イ 同年5月15日の第2回会合では、上記に加え、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/m<sup>3</sup>] 弱となるような結果が示された（甲565・15頁）。

また、この資料において一番大事な結論としては、いずれの条件においても、気中濃度は1～2日程度数 [g/m<sup>3</sup>] が継続するという点であることが確認された（甲564・27頁，甲565・15頁）。

ウ さらに、同年6月22日の第3回会合では、電気事業連合会が各事業者からの報告を踏まえて作成した資料の中で、②及び③の手法を用いて推定した気中濃度が概ね1～4 [g/m<sup>3</sup>] となることが示され、「気中降下火砕物濃度等の設定、規制上の位置づけ及び要求に関する基本的考え方(案)」として、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、機能維持のための気中降下火砕物濃度及び継続時間を設定することとされた(甲565・2枚目及び6枚目)。

#### (4) その間の裁判所の判断

ア その間、裁判所の判断としては、広島地裁平成29年3月30日決定<sup>10</sup>及び松山地裁平成29年7月21日決定<sup>11</sup>が出された。

これらの裁判例では、ヘイマランド観測値が過小であることはいずれも認めたが、電中研報告は過大評価である疑いが残るとして、ヤキマ観測値で評価を行えばよいという判断がなされた。

イ 電中研報告については、降下火砕物検討チームで専門家がその妥当性を認めるまで、原規委は、頑なにその妥当性に疑問を呈し、過大評価の疑いが残るとしていたが、裁判所はこれを鵜呑みにし、既にヤキマ観測値について過小評価の可能性が高いことが十分に分かっていたにもかかわらず、ヤキマ観測値に基づく評価で不合理な点がないという、結論ありきの決定であった。特に、松山地裁決定は、既に降下火砕物検討チームで上記のような議論がなされ、電中研報告の数値は不自然ではないこと、むしろヤキマ観測値は参考にすらならない過小評価が存在することが指摘され、原規委においてすら数 [g/m<sup>3</sup>] というオーダーで火山ガイドが改正される方向で議論が進んでいたにもかかわらず、裁判所だけが一人、時代遅れのドン・

<sup>10</sup> 準備書面(73)50頁に掲載した裁判例一覧表の⑦決定。

<sup>11</sup> 準備書面(73)50頁に掲載した裁判例一覧表の⑩決定。

キホーテ的な決定をしたというほかない不合理な内容であった。

ウ 確かに、裁判所が最新の科学技術的議論をすべてフォローアップして判断を行うことは難しいかもしれない。しかし、広島地裁決定や松山地裁決定のような判断の過ちは、本件訴訟において原告らが主張する科学の不定性を踏まえ、究明・獲得途上の専門知に対して裁判所がとるべき態度に従って判断を行っていれば回避できたものであった。

本件においては、広島地裁決定や松山地裁決定のような過ちを犯さぬよう、科学の不定性を踏まえた判断がなされるべきであることを改めて指摘しておく。

#### (5) 原規委によるまとめと平成29年火山ガイド改正

ア 降下火砕物検討チームのとりまとめを受けて、2017（平成29）年7月19日、第25回原規委会合において、「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）。

上記書面には、添付1として、甲565号証を修正した「気中降下火砕物濃度等の設定、規制上の位置づけ及び要求に関する基本的考え方」が添付された。

この修正案では、濃度の設定として、「手法②又は手法③による推定値を考慮」とされた（図表16）。

### III. 参考濃度の設定

降下火砕物に関しては、比較的多くの実測データが得られる他の自然現象とは異なり、得られているデータが少ないことから、気中降下火砕物濃度を設定することは困難である。現時点では、VEI 5～6 規模\*の噴火による気中降下火砕物濃度の観測値が十分に得られていないことから、手法②又は手法③による推定値を考慮し、フィルタ交換等による機能維持を評価するための気中降下火砕物濃度及び継続時間を、総合的、工学的判断により設定する。

図表 1 6 甲 5 6 7・8 頁より抜粋加筆

イ しかし、これは降下火砕物検討チームでの議論とは異なる内容である。外部専門家を交えた降下火砕物検討チームでは、「手法②～③による推定値を考慮」するとされ（図表 1 7）、前述したとおり、他の個所を見ても、手法②及び手法③に大きな不確実性があることを前提として、両手法による評価を行うという議論がされていた。

### III. 参考濃度の設定

降下火砕物の比較的多くの実測データが得られる他の自然現象とは異なり、気中降下火砕物濃度の設計基準を設定することは困難である。現時点では、VEI5 規模\*の噴火による気中降下火砕物濃度の観測値が十分に得られていないことから、手法②～③による推定値を考慮し、フィルタ交換等による機能維持を評価するための気中降下火砕物濃度及び継続時間を、総合的、工学的判断により参考濃度を設定する。

図表 1 7 甲 5 6 5・6 枚目より抜粋加筆

これは、後述するとおり、外部専門家を含めた降下火砕物検討チームにおける議論を捻じ曲げ、緩やかな基準を採用しようというものにほかならない。

ウ ともあれ、このような整理を踏まえ、2017（平成29）年11月2

9日、第52回原規委会合において、火山ガイドを改正する旨了承された。

平成29年改正火山ガイドでは、②の手法が「3.1の手法」とされ、③の手法が「3.2の手法」とされたが、「3.1又は3.2のいずれかの手法により気中降下火砕物濃度を推定する」とされ、結局いずれかの手法で推定すればよいということになった（甲470の2・28頁）。

## (6) 小括

以上、この問題に関する経緯を詳しく理解することが正確な判断に資するため、平成29年火山ガイド改正の経緯についてやや詳しく述べた。

このようにみてくると、気中降下火砕物濃度の想定に関して、原規委は、ヘイマランド観測値やヤキマ観測値の過小性を見抜けず、電中研報告が過大評価の可能性があるという保守的な想定をしようとせず、「3.1の手法」と「3.2の手法」のいずれにも大きな不確実性が存在するため、いずれも考慮すべきという専門家を含む降下火砕物検討チームのとりまとめを歪めて、「3.1又は3.2の手法のいずれかの手法により気中降下火砕物濃度を推定する」ことで足りるという改正を行った。

その経緯を図表18にまとめるが、原規委に、この点に関する十分な審査能力がないことは浮き彫りとなっている。

年月日	出来事等	濃度	備考	証拠
H25.6.19	火山ガイド策定	一律3mg/m <sup>3</sup>	事業者は、他に適切な例がないことを理由に、無批判にハイマランド観測値を採用。 →原規委もごまかしを免れず了承。	-
H28.4.6	宮崎支部決定	33mg/m <sup>3</sup>	ハイマランド観測値は過小の疑い。ヤキマ観測値は過小と認定せず。	-
H28.4	電中研報告	1g/m <sup>3</sup>	富士宝永噴火の標の横浜地区（16cm）における推定値。	-
H28.10.5	第35回原規委	3mg/m <sup>3</sup> は過小	美浜原発に関するパブコメで、ハ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、ヤキマ観測値による再確認を事業者を指示する旨回答する。	-
H28.10.19	第21回技術情報検討会	1g/m <sup>3</sup> ?	電中研報告が、新知見として、初めて議論される。	-
H28.10.26	第40回原規委	33mg/m <sup>3</sup> は過小?	電中研報告は妥当ではない疑いがあるが、ヤキマ観測値も過小の可能性があり、事業者からヒアリングをすること、ガイド改正を踏まえた検討を行うことを明示。	-
H28.11.16	第43回原規委	33mg/m <sup>3</sup> は過小	事業者からのヒアリングによりヤキマ観測値での安全を確認。電中研報告の妥当性確認とガイド改正を踏まえた検討を行うことを明示。	-
H29.1.25	第57回原規委	33mg/m <sup>3</sup> は過小	降下火砕物検討チームを設け、濃度の評価・推定手法について考えをまとめ、規制基準等への反映に関する検討を開始。	-
H29.3.29	第1回検討チーム	一例2～5g/m <sup>3</sup>	①②③の推定手法が示される。山元氏から、電中研報告の1g/m <sup>3</sup> は妥な数字ではない、ヤキマ観測値は全く参考にならないとの指摘。	甲562
H29.3.30	広島地裁決定	33mg/m <sup>3</sup>	電中研報告は妥当でない疑いがあるから、ヤキマ観測値でかまわないと認定。	-
H29.5.15	第2回検討チーム	一例2～5g/m <sup>3</sup>	気中濃度は1～2日程度数g/m <sup>3</sup> が継続するというが常識的な数値であると確認。 ②と③の手法で推定する方向性を確認。	甲563 甲564
H29.6.22	第3回検討チーム	一例2～5g/m <sup>3</sup>	電事連から出された各事業者の評価（②と③の手法）は概ね1～4g/m <sup>3</sup> 。	甲560 甲565
H29.7.19	第25回原規委	概ね1～4g/m <sup>3</sup>	検討チームでは両方を前提に議論されていたにもかかわらず、②の手法が③の手法のいずれか一方でよいとされた。	甲566 甲567
H29.7.21	松山地裁決定	33mg/m <sup>3</sup>	電中研報告は妥当でない疑いがあるから、ヤキマ観測値でかまわないと認定。	-
H29.11.29	第52回原規委	概ね1～4g/m <sup>3</sup>	火山ガイドの改正を了承。	-
H29.11.29	火山ガイド改正	概ね1～4g/m <sup>3</sup>	3.1の手法と3.2の手法のいずれか一方で算出すればよいとされた。	甲470-1

図表18 気中降下火砕物濃度に関する経緯一覧

## 2 推定手法自体が持っている不定性や再飛散の問題

### (1) 基準の不合理性

本件において原告らがこの点について基準が不合理と考えている点は、「3.1の手法」と「3.2の手法」のいずれにも大きな不確実性が存在するにもかかわらず、この両手法による推定を行ったうえで、いずれか保守的な数値を採用すべきであるのに、そのような基準になっておらず、保守性の考慮として不十分であるという点である。

火山ガイドは、両手法のうちのいずれかの手法により濃度を推定すれば足りるとする理由として、「3.1の推定手法では、降下火砕物の粒径の大小に関わらず同時に降灰が起こると仮定していること、粒子の凝集を考慮しないこと等」を挙げ、「3.2の推定手法では、原子力発電所への影響が大きい

い観測値に基づく気象条件を設定していること等」を挙げて、「いずれの推定値も実際の降灰現象と比較して保守的な値となっている」ことから、いずれかの手法で推定すれば足りるとしている。便宜上、上記事項を、i、ii、iiiと呼ぶ。

## (2) 推定手法の保守性は不定性等との関連で判断されなければならないこと

確かに、火山ガイドが挙げている i ないし iii の各事項は、一応、保守的に働き得る事情かもしれない。しかし、だからといって、必ずしも「実際の降灰現象と比較して保守的な値」とは限らない。

それは、推定手法自体が大きな不定性を有しており、仮に、火山ガイドが定めるような保守性が一応認められるとしても、それによって推定手法自体が持つ不定性をカバーできるか否か明らかではないからである。

火山ガイドは、気中降下火砕物濃度の推定について、「降下火砕物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実さを含んでおり、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」と認めている（甲470の1・28頁）。

ここでは、多くの層厚想定や濃度推定で用いられる Tephra2 というシミュレーション解析ソフト（本件でも使用）の不定性と再飛散の問題について述べる。

## (3) Tephra2 の適用限界を踏まえるべきこと

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。

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）。万年氏も、「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、万年氏は、「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は降下火山灰であっ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）。

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 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）。

ここでは、Tephra2 のインバージョン的利用<sup>12</sup>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 5 6 8 ・ 1 8 4 頁）。

エ 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というのが標準的な重力流モデルである。」（甲 5 6 8 ・ 1 8 4 頁）

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

---

<sup>12</sup> 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、噴出物の分布から逆に初期パラメータを求めるという利用をいう。

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。

オ 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。

「傘型領域」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（その噴煙のことを「傘型噴煙」ともいう。図表3のb）。

万年氏は、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568・185頁）。

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。

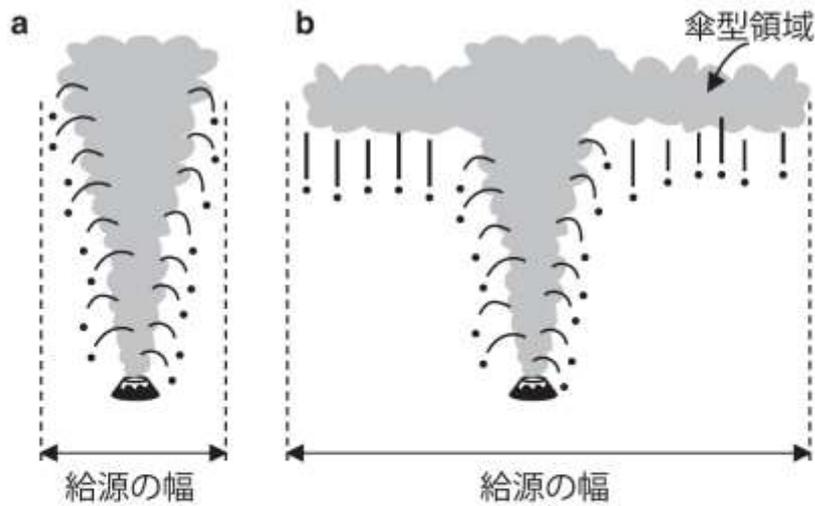


図 13 粒子の落下が噴煙柱だけから起こるモデル a と、傘型領域からも起こるモデル b  
傘型領域から粒子の落下があると、粒子の給源の幅が非常に大きくなる。

図表 19 甲 5 6 8 ・ 1 8 5 頁 図 1 3

#### (4) 再飛散を考慮していない点

ほかにも、「3. 1 の手法」や「3. 2 の手法」は、いずれも、「再飛散」現象を考慮していない。

「再飛散」とは、「一度地表面に沈着したテフラが、強風によって舞い上がり再び大気中を浮遊する現象で、煙霧，黄砂，風塵，砂塵嵐などと同様の大気塵象」である（甲 5 6 9 ・ 4 1 0 頁）。

「再飛散が発生すると、視程（視距離）が低下して交通機関などへ影響を及ぼすため、非噴火時であっても V A A<sup>13</sup>が発表されることがある」となされている（甲 5 6 9 ・ 4 1 0 頁）。原発事業者が当初依拠していた約 3 [mg/m<sup>3</sup>] という気中降下火砕物濃度は、噴火から 3 週間以上経過した後の再飛散値であったことが、これまでの原発訴訟の中で明らかになっている。

<sup>13</sup> 航空路火山灰情報の略。

原発訴訟において住民側から指摘されるまで、原規委は、そのような初歩的な問題をも見過ごして設置変更許可処分を行っていた。

これを考慮すれば、大気中濃度が大きくなる可能性はある。

(5) 不定性等を踏まえたうえで、なお保守的といえるか

ア 以上のとおり、敷地における降下火砕物の気中濃度想定は、その推定手法自体に大きな不定性が存在し、あるいは再飛散問題を考慮していないなど、保守的でない可能性が十分に存在する。そのため、判断の対象とされるべきは、火山ガイドが示すような保守性が、推定手法自体がもともと持っている不定性や再飛散を考慮してもなお保守的といえるかであり、不定性や再飛散を考慮して保守的といえないのであれば、そのような保守性の考慮は不十分ということになる。

そうすると、重要なのは、不定性（及びそれによるばらつき）がどの程度であるのか、再飛散によってどの程度の濃度上昇が考えられるのか及び火山ガイドが示すような保守性がどの程度のものであるのかを定量化したうえで、それらを比較し、不定性や再飛散等が保守性の範囲内に含まれることを確認することである。

仮に、現在の科学技術水準によっては、不定性や保守性を定量化できないというのであれば、深刻な災害が万が一にも起こらないようにするという法の趣旨に照らし、これを保守性と見ずに、不定性を踏まえて、複数の合理的な推定手法を実施したうえで、その中で最も保守的な値を採用することによって、少しでも保守性を確保するというのが、事故の発生の「防止に最善かつ最大の努力をしなければならない」ことを義務付けられた原規委の職務というべきである（原規委設置法1条）。

イ しかるに、火山ガイドは、i 粒径の大小に関わらず同時に降灰が起こると仮定するという保守性、ii 粒子の凝集を考慮しないという保守性及びiii

影響が大きい観測値に基づく気象条件を設定しているという保守性について、それがどの程度の保守性となるのか何ら検討することなく、また、推定手法がもともと持っている不定性について、それがどの程度のものなのか何ら検討することなく、安易にいずれか一方で足りると結論している。降下火砕物検討チームにおいて、この点が議論された形跡もない。

したがって、気中降下火砕物の濃度推定手法に関する火山ガイドの定めは、推定手法自体が持っている不定性や再飛散の問題等を保守的に考慮できていない点で不合理である。

### 3 「3. 1の手法」及び「3. 2の手法」は保守的なものとはいえないこと

#### (1) 降下火砕物検討チームにおける専門家等の発言

火山ガイドは、降下火砕物検討チームでの結論を受けて改正されたものであるが、その議論の中で、前述のとおり、山元孝広氏は、1 [g/m<sup>3</sup>] という濃度について、「この程度の降灰濃度の噴火というのは非常に頻度の高い検証<sup>14</sup>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と思わざるを得ない」と発言している（甲562・37頁）。

また、第2回会合において、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/m<sup>3</sup>]」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）。

このように、「数 [g/m<sup>3</sup>]」という数値は、「いとも簡単に超えることも多々あり」、「常識的な範囲内での想定」であって、不定性を十分に見込んだ保守的なものではない。

---

<sup>14</sup> 議事録の誤記と思われる。実際には、「非常に頻度の高い現象」と発言している。

## (2) 「3. 1の手法」は保守的なものとはいえないこと

「3. 1の手法」について、火山ガイドは、上記 i 及び ii の保守性を挙げているが、いずれについても(1)で述べたとおり、その保守性は定量化されたものではなく、推定手法自体が持っている不定性や再飛散等の問題を補い得るだけの保守性となっているかどうか何ら説明されていない。

このほか、ii について、粒子の凝集とは、散らばっていた粒子が凝り固まることをいう。凝集は、新堀敏基・気象庁気象研究所火山研究部主任研究官（物理学博士）によれば、乾いた凝集体、火山豆石、泥雨などに分類されるようであるが、「単独では地表まで到達しえない細粒火砕物の落下を促進するため、この過程をTTDM<sup>15</sup>に組み込むことは重要である」とされる（甲569・409頁）。

この記載からすれば、地表に到達し得ない微細火砕物が凝集によって地表に到達することで、濃度が増加するという要因にもつながり得る。

いずれにせよ、凝集によってどの程度濃度が小さくなるのか定量化されない限り、凝集を「保守性」と見るべきではない。

## (3) 降灰継続時間が24時間であることの非保守性

ア 「3. 1の手法」において、降灰継続時間は、合理的に説明できない限り24時間と仮定して計算することを前提としている（甲470の1・30頁）。

しかし、前述した第25回原規委会合において、石渡明・原規委委員は、24時間の妥当性について、「これまでの世界の大きな火山噴火の経緯というものを見ますと、大体妥当な線であろうと思います。ただ、もちろん非常に雑駁な数字で、12時間であるか、それが48時間であるか、

---

<sup>15</sup> Tephra Transport and Dispersion Model の略。移流拡散モデルを指す。

その辺、倍半分ぐらいはケースによって違いますけれども、平均して24時間ぐらいたということだと思います。」と、これが平均値にすぎず、倍半分のばらつきがあり得ることを認めている（甲566・17頁）。

深刻な災害が万が一にも起こらないようにするという原子力安全の分野で、平均値を用いるのは非保守的で、不合理である。

イ 石渡委員が参考にしたと思われるデータは、降下火砕物検討チームで提出された「過去のプリニー式噴火における噴火パラメータ」という表と考えられる（図表20）。

Table 1. Eruptive Parameters of Late Quaternary to Recent Plinian Eruptions

Eruption	Country	Date	Composition	Col. Ht.	MDR (kg/s)	DRE (km <sup>3</sup> )	Plin. Mass (kg)	Time (h)	PF+S (DRE)	PF+S Mass	Total Mass	Reference
Toluca (lower)	Mexico	24500 YBP	And./Dac.	28	7.90E+07	0.4	9.0E+11	3.2	N.R.	N.R.	9.0E+11	Bloomfield et al. (1977)
Toluca (upper)	Mexico	11600 YBP	And./Dac.	30	1.00E+08	3.6	9.0E+12	25.0	N.R.	N.R.	9.0E+12	Bloomfield et al. (1977)
La Primavera B	Mexico	95000 YBP	Rhyolite	36	2.20E+08	16.0	4.0E+13	50.5	18.50	4.63E+13	8.6E+13	Walker et al. (1981)
La Primavera D	Mexico	<95000 YBP	Rhyolite	26	7.90E+07	0.6	1.6E+12	5.6	N.R.	N.R.	1.6E+12	Wright (1981)
La Primavera E	Mexico	<95000 YBP	Rhyolite	24	6.30E+07	0.8	2.1E+12	9.1	N.R.	N.R.	2.1E+12	Walker et al. (1981)
La Primavera J	Mexico	<95000 YBP	Rhyolite	33	1.80E+08	3.8	9.5E+12	14.7	N.R.	N.R.	9.5E+12	Walker et al. (1981)
El Chichon A	Mexico	1982	Trachyand.	27	8.00E+07	0.3	7.5E+11	2.6	N.R.	N.R.	7.5E+11	Wright (1981)
El Chichon B	Mexico	1982	Trachyand.	32	1.50E+08	0.4	9.8E+11	1.8	0.13	3.2E+11	1.3E+12	Carey and Sigurdsson (1986)
El Chichon C	Mexico	1982	Trachyand.	29	8.50E+07	0.4	1.0E+12	3.3	N.R.	N.R.	1.0E+12	Carey and Sigurdsson (1986)
Santa Maria	Guatemala	1902	Dacite	34	1.70E+08	8.6	2.2E+13	35.1	N.R.	N.R.	2.2E+13	Williams and Self (1983)
Los Chocoyos	Guatemala	85000 YBP	Rhyodacite	45	5.00E+08	150.0	3.8E+14	208.3	120.00	3.00E+14	6.8E+14	Rose et al. (1987)
Apoyo A	Nicaragua	23000 YBP	Dacite	27	8.30E+07	2.8	7.0E+12	23.4	3.30	8.25E+12	1.5E+13	Sussman (1985)
Apoyo C	Nicaragua	<23000 YBP	Dacite	29	8.70E+07	2.5	6.3E+12	20.0	N.R.	N.R.	6.3E+12	Sussman (1985)
Nevado del Ruiz	Colombia	1985	And./Dac.	27	5.00E+07	<0.1	3.5E+10	0.2	0.004	1.00E+10	4.5E+10	Naranjo et al. (1986)
Pelee P1	Martinique	650 YBP	Rhyodacite	21	3.20E+07	0.1	2.0E+11	1.7	0.080	2.00E+11	4.0E+11	Traineau and Westercamp (1985)
Pelee P2	Martinique	1670 YBP	Rhyodacite	20	3.10E+07	0.1	2.0E+11	1.8	0.080	2.00E+11	4.0E+11	Traineau and Westercamp (1985)
Pelee P2	Martinique	2010 YBP	Rhyodacite	22	3.20E+07	0.1	2.0E+11	1.7	0.080	2.00E+11	4.0E+11	Traineau and Westercamp (1985)
Mount St. Helens	United States	1980	Dacite	19	1.90E+07	0.3	6.3E+11	9.1	0.03	8.88E+10	7.1E+11	Carey and Sigurdsson (1985)
Katmai	United States	1912	Rhy./Dac.	32	1.70E+08	3.5	8.8E+12	14.4	6.50	1.63E+13	2.5E+13	Fierstein and Hildreth (1986)
Askja	Iceland	1875	Rhyolite	26	7.90E+07	0.3	8.0E+11	2.8	0.03	8.88E+10	8.9E+11	Sparks et al. (1981)
Fogo	Azores	1563	Trachyte	19	1.90E+07	0.4	1.1E+12	15.4	N.R.	N.R.	1.1E+12	Walker and Croasdale (1973)
Fogo A	Azores	4600 YBP	Trachyte	30	1.00E+08	1.7	4.3E+12	12.0	N.R.	N.R.	4.3E+12	Walker and Croasdale (1973)
Vesuvius	Italy	A.D. 79	Phonolite	32	1.50E+08	2.1	5.1E+12	9.5	0.37	9.25E+11	6.1E+12	Sigurdsson et al. (1985)
Avellino	Italy	3500 YBP	Phonolite	30	1.00E+08	0.7	1.7E+12	4.7	N.R.	N.R.	2.0E+12	Pescatore et al. (1987)
Campanian Tuff	Italy	36000 YBP	Trachyte	44	3.20E+08	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	2.7E+14	Sigurdsson and Carey (unpublished)
												Cornell et al. (1983)

Carey, et al. "Intensity of plinian eruptions" Bull Volcanol vol. 51, 28-40 1989

図表20 甲564・22頁に加筆

これを見ると、噴出物量3.6 km<sup>3</sup>の Toluca (Upper) 噴火で25時間、噴出物量3.8 km<sup>3</sup>の La Primavera J 噴火で14.7時間、噴出物

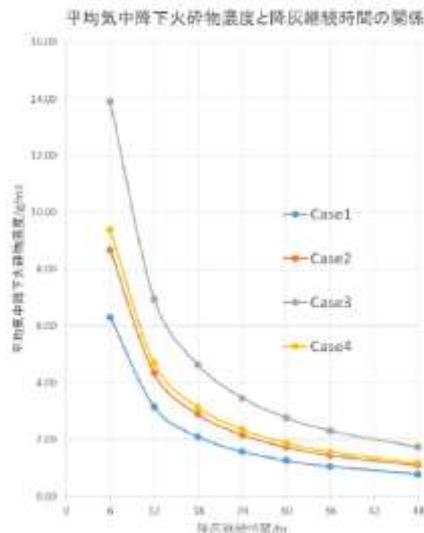
量 3.5 km<sup>3</sup> の Katmai 噴火で 14.4 時間となっており（青色下線部分）、本件における九重第一軽石噴火（噴出物量約 2.4 DRE km<sup>3</sup><sup>16</sup>）では、24 時間よりも短くなる可能性も十分に存在する。

ウ 降下火砕物検討チームでは、平成 29 年改正火山ガイドの「3.1 の手法」に相当する推定手法②の計算結果として、堆積量 15 cm と仮定した場合、降灰継続時間を 24 時間では濃度が 2～4 [g/m<sup>3</sup>] であるのに対し、降灰継続時間が 12 時間では、濃度が 3～7 [g/m<sup>3</sup>] になるとしている（図表 21）。

## 計算結果の一例

### < 計算例 >

- 堆積量：15cm
- 粒径分布（以下の4つのCase）
  - Case1：0.070cm（100%）、Case2：0.050cm（100%）、Case3：0.025cm（100%）
  - Case4：0.070cm（25%）、0.050cm（50%）、0.025cm（25%）
- 終端速度：1.1m/s（0.070cm）、0.8m/s（0.050cm）、0.5m/s（0.025cm）



※参考とした粒径分布  
樽前山起源の火山噴出物 (Ta-a)  
火口から約100kmの地点 (占冠付近) での中央粒径  
(実測値) は、2~3φ (0.0250cm~0.0125cm)

降灰継続時間を12~24時間と考え、  
降灰継続時間が12時間の場合の平均濃度は、3~7g/m<sup>3</sup>  
降灰継続時間が24時間の場合の平均濃度は、2~4g/m<sup>3</sup>

図表 21 甲 5 6 4 ・ 8 頁

<sup>16</sup> 総噴出物量（みかけ体積，単位：km<sup>3</sup>）に対し，山体や基盤岩が破砕・放出された外来物質等を除いた純粋なマグマの噴出物量をマグマ噴出物量と呼び，「DRE km<sup>3</sup>」で表す。一般的に，噴出物量 6 km<sup>3</sup> の場合，これを 2.5 で除した 2.4 DRE km<sup>3</sup> がマグマ噴出量になる。

そうすると、降灰継続時間が12時間になると、24時間の場合よりも、1.5～2倍近く濃度が大きくなることになる。

前記 i 及び ii によって、このように大きな不定性がカバーできていると認めるに足りる証拠は何一つない。そうであるにもかかわらず、保守的であると評価するのは、恣意的かつ楽観的判断である。

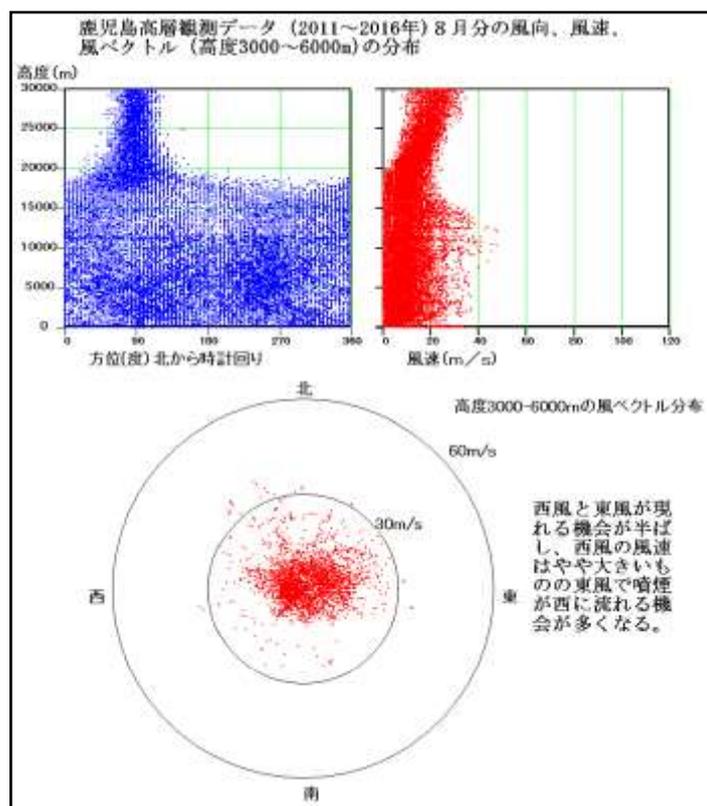
#### (4) 「3. 2の手法」は保守的なものとはいえないこと

ア 次に、「3. 2の手法」について、火山ガイドは、前記 iii の保守性を挙げている。

しかし、「原子力発電所への影響が大きい観測値に基づく気象条件」というものが具体的にどのようなものであるのか明らかではない。降灰シミュレーション等においてしばしば見受けられるのは、基本ケースとして、各月の平均風力・風向を用い、原子力発電所への影響が最も大きくなる月の平均値を用いてシミュレーションを行う、不確かさの考慮（保守性）として敷地方向に吹く仮想風を想定するというものである。

風向は、「風見鶏」という言葉があるほど、変わりやすいものの代名詞であり、月別平均値を基本ケースとすること自体が不合理である。

イ 図表 2 2 は、川内原発に関する裁判において、住民らが専門家に作成を依頼した、鹿児島地域における 2011（平成 23）年から 2016（平成 28）年まで 8 月分の風向、風速、風ベクトル（高度 3000m～6000m）の分布を表した図である。



図表 2 2 鹿兒島地域における風向、風速、風ベクトルの分布

これを見れば、8月の風向が、ほとんど全方向にばらつき、西風と東風が現れる機会がほぼ半ばしていることが分かる。

訴外九州電力は、これを平均して、やや西風が優位し、東風は吹かないかのような数値でシミュレーションを行っているが、これが誤りであることは明らかであろう。

このように、本来、敷地方向に風が吹くと仮定して層厚を想定することは不確かさの考慮（保守性）として行うものではなく、基本ケースとして当然に考慮すべきものである。

しかし、原規委は、このようなものも「保守的」と呼んでいる可能性がある。どのような要素について、どのような意味で、どの程度の保守性が見込まれるのか、具体化、定量化されない限り、保守的な値と考えるべきではない。

#### 4 いずれか一方を採用するという基準は不合理であること

##### (1) これまでほとんど全ての事業者が「3. 1の手法」を採用していること

ア 以上のように、気中降下火砕物の濃度推定手法に関する火山ガイドの定めは、「3. 1の手法」も「3. 2の手法」も、「いずれの推定値も実際の降灰現象と比較して保守的な値」であるから「いずれかの手法により気中降下火砕物濃度を推定す」ればよいとしている点で不合理である。

しかし、これは、推定手法自体が持っている不定性や再飛散の問題等を保守的に考慮できておらず、実際の降灰現象と比較して保守的な値になっているとは限らない。

推定手法自体が持っている不定性等に照らせば、複数の合理的な推定手法を実施したうえで、その中で最も保守的な値を採用することによって、少しでも保守性を確保すべきであり、少なくとも「3. 1の手法」と「3. 2の手法」のいずれをも行った上で、保守的な方を採用する、という基準になっていなければならない。

イ ところで、平成29年火山ガイド改正後、玄海原発、川内原発など、再稼働済だった原発において改正に合わせた見直しがなされた。その中では、少なくとも原告らが知る限り、全ての原発において「3. 1の手法」に従った見直しがなされている。

本件でも、「3. 1の手法」に従って火山灰濃度が推定されている。

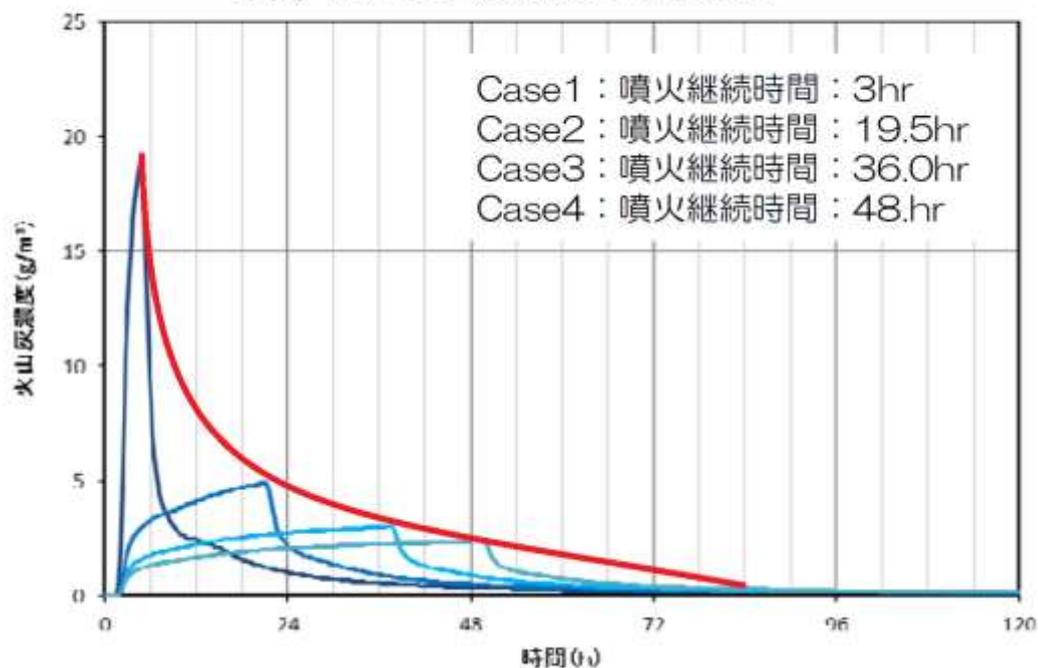
##### (2) 「3. 2の手法」の方が値が大きくなり得ること

しかし、もともと、「3. 1の手法」は、「3. 2の手法」と比較して、小さな値が出る推定手法である可能性がある。

降下火砕物検討チームの第2回会合で示された「気中降下火砕物濃度の推定の考え方(案)(追記版)」によれば、前述のとおり、堆積量15cmとい

う前提で、「3. 1の手法」（推定手法②）では、降灰継続時間が24時間の場合の平均濃度は2～4 [g/m<sup>3</sup>] とされているが、「3. 2の手法」（推定手法③）では、降灰継続時間が24時間の場合、4～5 [g/m<sup>3</sup>] となる（図表23）。

図(b) 地上火山灰濃度の経時変化



図表23 甲564・15頁図(b)に加筆

また、後述するとおり（第5），少なくとも「3. 1の手法」には、濃度を小さく算出するための「ごまかし」が存在し、そのために、意図的に小さい値となるようにパラメータの操作を行うことができる。

結果として、「3. 2の手法」と比較して、小さい推定値を導き出すことが可能なのである。

### (3) 一方だけを考慮すれば足りるとするのは不合理であること

ア このように、「3. 1の手法」は、「3. 2の手法」で算出した値よりも小さくなる可能性がある。

仮に、「3. 1の手法」によって、3 [g/m<sup>3</sup>] と算出されたとする。これに、推定手法の不定性はいったん捨象して、火山ガイドのいう保守性が、1割程度だった場合、実際の火山灰濃度は2. 7 [g/m<sup>3</sup>] になると計算される。

これに対し、「3. 2の手法」で5 [g/m<sup>3</sup>] と算出されたとすると、同じく火山ガイドのいう保守性が1割だったとしても、実際の火山灰濃度は4. 5 [g/m<sup>3</sup>] になると計算される。

そうすると、「3. 2の手法」で保守性を除いた4. 5 [g/m<sup>3</sup>] は、「3. 1の手法」で保守性を見込んだ3 [g/m<sup>3</sup>] よりも大きくなるため、「3. 1の手法」ではカバーしきれない。保守性があるからいずれか一方で足りるという火山ガイドの説明は、論理的にも不合理ということが分かる。「3. 2の手法」でどれくらいの数値になるのか、手法が持っている不定性がどの程度なのか、火山ガイドのいう保守性が定量的にどの程度なのか分からなければ、軽々に「保守的だ」などということはできないはずである。

イ また、科学技術社会論の個所で述べたとおり、「3. 1の手法」と「3. 2の手法」のいずれか一方で足りるという考え方と、両方を考慮しなければならぬという考え方は、科学的にいずれが正しいかという科学的妥当性の問題ではない。法解釈として、いずれが採用されるべきか（どこに安全の線引きをするか）という社会的妥当性（法的妥当性）の問題なのである。

そして、法解釈として、「万が一にも深刻な災害が起こらないようにする」という炉規法の趣旨に照らせば、原規委自身も不定性が大きいことを認めている以上、いずれも考慮したうえで保守的な値を採用するというのが正しい法解釈（社会的妥当性）である。そのような解釈が、原規委に最善かつ最大の努力義務を課した原規委設置法1条の趣旨にも合致する。

結果が小さくなる推定手法のみに依拠することは不合理である。

## 5 降下火砕物検討チームにおける専門家の意見を捻じ曲げていること

### (1) 平成29年改正には専門家意見が正しく反映されていないこと

東海第二原発差止訴訟において、電力事業者である日本原電は、本件と同様の住民側の主張に対し、平成29年の火山ガイドの改正が、あたかも、学識経験者等の専門技術的知見に基づく意見等を踏まえて、公開の議論の下、適正な手続を経てなされたものであるかのように主張した。しかし、前記1の経緯をみれば明らかなように、これは事実と全く異なる。

平成29年火山ガイド改正は、前記1のとおり、2017（平成29）年3月29日、同年5月15日及び同年6月22日の3回の検討チームでの議論を経て、同年7月19日の第25回原規委会合において、その検討結果が恣意的に捻じ曲げられ、11月の改正に至っている。

ここでは、もう少し詳細に、平成29年改正に専門家意見が正しく反映されていないことを述べる。

### (2) 降下火砕物検討チーム第3回会合資料

学識経験者等を交えて議論された降下火砕物検討チームの最後の会合である第3回会合において議論の前提となった資料は、前述のとおり甲565号証である。

甲565号証には、気中降下火砕物濃度の設定方法として、以下の手法①から手法③が示されている。

手法① 観測値の外挿により推定する手法

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

手法③ 数値シミュレーションにより推定する手法

そして、「Ⅱ. まとめ」として、以下のような考察がされている。

1. 現在得られている科学的知見では、①～③の手法はいずれも大きな不確実さを含んでいる。
2. 手法①では、現在得られている観測値には不確実さがあり用いることは難しい。
3. 手法② a の適用は、敷地又はその周辺で降下火砕物の堆積が確認でき、堆積している降下火砕物の適切な粒径分布測定が可能な場所に限られる。
4. 手法② b 及び手法③では、多くの入力パラメータを設定しなければならないが、設定の根拠となる実測データが少ない。

このようなまとめを踏まえ、参考濃度の設定としては、「手法②～③による推定値を考慮し、フィルタ交換等による機能維持を評価するための気中降下火砕物濃度及び継続時間を、総合的、工学的判断により参考濃度を設定する」（原文ママ）とされている（甲565・6枚目）。

ここで重要なのは、学識経験者のまとめとしては、i いずれの手法も不確実性が大きいこと、ii 手法②～③による推定値を考慮することが指摘されている点である。

### (3) 火山ガイドにおける言い換え・修正

ア ところが、これまで原告らが主張してきたように、平成29年改正火山ガイドでは、上記 i 及び ii のいずれの点も、原規庁ないし原規委によって、非保守的な方向に修正されている。

この点について、第3回会合の議事録を確認しても、学識経験者らから、「3. 1の手法」及び「3. 2の手法」は保守的であるから、「不確実性が大きい」という記載は修正すべきであるなどという意見は一切出ていない（甲560）。特に、本件との関係で問題となる手法② b 及び手法③については、多くの入力パラメータを設定しなければならないのに、その根拠と

なる実測データが少ないという不確実性が存在するとされており、この不確実性は、火山ガイドが指摘する保守性を大きく上回る可能性が大きい。

そうすると、学識経験者らを交えた会合において「不確実性が大きい」とされていたものを、原規庁ないし原規委が、「保守的な値である」と恣意的に言い換えたものというほかなく、基準は不合理である。

イ また、上記 ii の点についても、学識経験者らを交えて議論した甲 5 6 5 号証では、手法②～③による推定値を考慮するとされていたものが、火山ガイドでは、「3. 1 又は 3. 2 のいずれかの手法により気中降下火砕物濃度を推定する」と、いずれか一方で足りるというふうに修正されている（甲 4 7 0 の 1・3 0 頁）。

この点も、第 3 回会合において、いずれか一方でよいなどという学識経験者らの意見は一切ない（甲 5 6 0）。これも、学識経験者らの議論を踏まえておらず、原規庁ないし原規委が恣意的に非保守的に修正したものであり、基準が合理性を欠くことは明らかである。

#### (4) 火山ガイドの規定は専門家の意見を踏まえていないこと

このような言い換え・修正は、規制する者の態度として断じて許されざる行為であるし、これを専門技術的裁量などと呼ぶのは、真の専門家に対する冒とくである。また、被告も、このような誤導による主張を臆面もなく行っていることからすれば、他の主張についてもお里が知れようというものである。裁判所は、このような被告の詭弁に騙されて、原告らを含む周辺住民の生命や身体の安全を危険に晒してはならない。

## 6 まとめ

以上のとおり、火山ガイドの気中降下火砕物濃度の推定手法に関する定めは、推定手法自体に不定性が大きく、再飛散値の不考慮など非保守的な要素が

存在するため、少なくとも、いずれも用いたうえで、より保守的な値を採用すべきであるにもかかわらず、「3. 1の手法」と「3. 2の手法」のいずれか一方だけを用いて推定すれば足りることとされている点で不合理である。

## 第5 気中降下火砕物濃度計算のごまかし（基準適合判断の不合理性②）

### 1 「3. 1の手法」に基づく推定手法の具体的内容

「3. 1の手法」は、原発の敷地において想定される降下火砕物が、ある期間（降灰継続時間）に堆積したと仮定して、降下火砕物の粒径の割合から求まる粒径ごとの堆積速度と粒径ごとの終端速度から算出される粒径ごとの気中濃度を合計することで気中濃度を求める方法である（甲470の1・29頁）。

被告が行った具体的な濃度算出条件は図表24のとおりである。

第1表 入力条件及び計算結果

入力条件/計算結果		備考
設計層厚	15cm	設置（変更）許可を得た設計層厚（第2図）
総降灰量 $W_T$	150,000g/m <sup>2</sup>	設計層厚×降下火砕物密度 1g/cm <sup>3</sup>
降灰継続時間 t	24h	Carey and Sigurdsson(1989)参考
粒径iの割合 $p_i$	別表1参照	<u>Tephra2による粒径分布の計算値</u>
粒径iの降灰量 $W_i$		式①
粒径iの堆積速度 $v_i$		式②
粒径iの終端速度 $r_i$		Suzuki(1983)参考（第1図）
粒径iの気中濃度 $C_i$		式③
気中降下火砕物濃度 $C_T$	3.1g/m <sup>3</sup>	式④による計算結果を保守的に切り上げ

図表24 甲570・10頁の第1表に加筆

**手順①** 火山灰の密度を 1 [g/cm<sup>3</sup>]、設定層厚を 15 cmとし、1 m<sup>2</sup>当たりの総降灰量 ( $W_T$ ) を求める。

$$W_T = 1 \text{ [g/cm}^3\text{]} \times 15 \text{ [cm]} = 1.5 \times 10^1 \text{ [g/cm}^2\text{]} = 1.5 \times 10^5 \text{ [g/m}^2\text{]}$$

**手順②** 降灰継続時間 (t) について、Carey and Sigurdsson(1989)を参考に、24 時間と設定する。

$$t = 24 \text{ [h]} \times 60 \times 60 = 86400 \text{ [s]}$$

**手順③** 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 ( $W_i$ ) を求める。

-1~0φ	0~1φ	1~2φ	2~3φ	3~4φ	4~5φ	5~6φ	6~7φ
1	0.5	0.25	0.125	62.5	31.25	15.625	7.8125
~2 mm	~1 mm	~0.5 mm	~0.25 mm	~125 μm	~62.5 μm	~31.25 μm	~15.625 μm
0%	$1.4 \times 10^{-2}\%$	52.19%	37.13%	8.83%	1.71%	0.12%	$4.2 \times 10^{-3}\%$

例えば、粒径 0~1φ (=0.5~1 mm) の降灰量 ( $W_i$ ) は、全体に占める割合  $p_i$  が  $1.4 \times 10^{-2}\%$  であることを踏まえると、以下のようなになる。

$$W_i = p_i \times W_T = 1.4 \times 10^{-2} \text{ [%]} \times 1.5 \times 10^5 \text{ [g/m}^2\text{]} = 2.1 \times 10^1 \text{ [g/m}^2\text{]}$$

**手順④** 各粒径ごとの堆積速度と終端速度を計算する。これは火山ガイド上、文献のほか、最新の知見を適宜参照するとされている（甲 470 の 1・添付 1， 3. 1 項【注釈 - 3】， 30 頁）。

例えば、粒径 0~1φ (0.5~1 mm) の終端速度 ( $r_i$ ) は、1.8 [m/s] とされ、堆積速度 ( $v_i$ ) は、次のようなになる。

$$v_i = W_i \div t = 2.1 \times 10^1 \text{ [g/m}^2\text{]} \div 86400 \text{ [s]} \doteq 2.4 \times 10^{-4} \text{ [g/s} \cdot \text{m}^2\text{]}$$

**手順⑤** 終端速度 ( $r_i$ ) を用いて、粒径ごとの気中濃度 ( $C_i$ ) を算出する。

$$C_i = v_i \div r_i = 2.4 \times 10^{-4} \text{ [g/s} \cdot \text{m}^2\text{]} \div 1.8 \text{ [m/s]} \doteq 1.4 \times 10^{-4} \text{ [g/m}^3\text{]}$$

**手順⑥** 手順③から手順⑤を全ての粒径について行い、算出された粒径ごとの気中濃度を合計すると、図表 25 のとおり、3.01 [g/m<sup>3</sup>] となる。

別表1 粒径ごとの入力条件及び計算結果

粒径 $\phi$ ( $\mu\text{m}$ )	-1~0 (1,414)	0~1 (707)	1~2 (354)	2~3 (177)	3~4 (88)	4~5 (44)	5~6 (22)	6~7 (11)	合計
割合 $p_i$ (wt%)	0	$1.4 \times 10^{-2}$	52.19	37.13	8.83	1.71	0.12	$4.2 \times 10^{-3}$	100
降灰量 $W_i$ ( $\text{g}/\text{m}^2$ )	0	$2.1 \times 10^1$	$7.8 \times 10^1$	$5.6 \times 10^1$	$1.3 \times 10^1$	$2.6 \times 10^2$	$1.8 \times 10^2$	6.3	$W_T=150,000$
堆積速度 $v_i$ ( $\text{g}/\text{s} \cdot \text{m}^2$ )	0	$2.4 \times 10^{-1}$	0.91	0.64	0.15	$3.0 \times 10^{-2}$	$2.1 \times 10^{-3}$	$7.3 \times 10^{-3}$	—
終端速度 $r_i$ ( $\text{m}/\text{s}$ )	2.5	1.8	1.0	0.5	0.35	0.1	0.03	0.01	—
気中濃度 $C_i$ ( $\text{g}/\text{m}^3$ )	0.0	$1.4 \times 10^{-1}$	0.91	1.29	0.44	0.30	0.07	$7.3 \times 10^{-3}$	$C_T=3.01$

図表25 甲570・10頁の別表1

## 2 推定に用いた粒径分布は実測値と大きく異なること

### (1) 樽前噴火(T a-a)との比較① - 原規庁の試算

しかし、被告が推定に用いた粒径分布は、実測値と大きく異なる。

例えば、降下火砕物検討チームでの会合に提出された原規庁が行った試算に用いられた粒径分布は、樽前山起源の火山噴出物(T a-a)を参考にしたとされている(図表21)。

もっとも、「火口から約100kmの地点(占冠付近)での中央粒径(実測値)は、2~3 $\phi$ (0.025cm~0.0125cm)」とされているにもかかわらず、最も安全側のCase3でさえ、0.025cmを100%としたものとなっており、最も量が多いはずの0.025cm未満の粒径を考慮していないため、原規庁の試算も過小評価の可能性はある。

一般に、降下火砕物は、重くて大きい粒子は近くに落下し、軽くて小さい粒子は遠くまで届く(準備書面(72)の26頁・図表12参照)。これも一般経験則ないし初歩的な科学的経験則である。

この経験則に照らせば、九重山からの距離が約108kmの地点(図表11参照)にある本件敷地における実測値(中央粒径)は、火口からの距離が100kmの地点である占冠(しむかっぶ)の実測値(中央粒径0.125~0.25mm)とほぼ同程度と考えられる。

したがって、推定で用いた中央粒径は実測値よりも相当大きい可能性が高

い。

そして、原規庁が行った樽前噴火の中央粒径 2~3 φ を 100% と仮定して濃度計算を行うと、図表 26 の「原規庁試算 樽前噴火 (Ta-a)」記載のとおり、3.47 [g/m<sup>3</sup>] となる。

伊方原発 九重第一軽石噴火を前提とした大気中降下火砕物濃度の試算

【粒径分布の数値比較】		粒径 φ	-log <sub>10</sub> D	-1~0	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	気中濃度
		粒径 D	μm	1000~2000	500~1000	250~500	125~250	62.5~125	31.25~62.5	15.625~31.25	7.8125~15.625	ECI
四圍電力 Index				0.000%	0.014%	62.190%	37.130%	8.830%	1.710%	0.120%	0.004%	3.01
原規庁試算 樽前噴火 (Ta-a)				0.000%	0.000%	0.000%	100.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	3.47
樽前噴火 (Ta-a) 累積頻度曲線 T013				14.000%	20.000%	24.000%	14.000%	8.000%	6.000%	4.000%	4.000%	11.89
有珠山2000年噴火				4.000%	7.000%	9.500%	12.500%	13.500%	9.500%	11.000%	9.500%	25.87

【噴出量6.02kt】		総噴出量6.02kt WT-層厚15cm*濃度1g/cm <sup>3</sup>										
四圍電力の推定	粒径 φ		-log <sub>10</sub> D	-1~0	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	合計
	粒径φの割合 P <sub>i</sub>	式	%	0.000%	0.014%	62.190%	37.130%	8.830%	1.710%	0.120%	0.004%	100.00%
	降灰量 W <sub>i</sub>	P <sub>i</sub> ・WT	g/㎡	0.00E+00	2.10E+01	1.83E+04	5.57E+04	1.32E+04	2.57E+03	1.80E+02	5.30E+00	1.50E+05
	堆積速度 v <sub>i</sub>	P <sub>i</sub> ・WT/t	g/s・㎡	0.0000	0.0002	0.5061	0.8446	0.1535	0.0297	0.0021	0.0001	
	降灰速度 H	Suzuki1993	m/s	2.50	1.80	1.00	0.50	0.35	0.10	0.03	0.01	
気中濃度 C <sub>i</sub>	v <sub>i</sub> /H	g/㎡	0.000	0.000	0.996	1.289	0.438	0.297	0.069	0.007	3.61	
原規庁試算 樽前噴火 (Ta-a)	粒径 φ		-log <sub>10</sub> D	-1~0	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	合計
	粒径φの割合 P <sub>i</sub>	式	%	0.000%	0.000%	0.000%	100.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	100.00%
	降灰量 W <sub>i</sub>	P <sub>i</sub> ・WT	g/㎡	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.50E+05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.50E+05
	堆積速度 v <sub>i</sub>	P <sub>i</sub> ・WT/t	g/s・㎡	0.0000	0.0000	0.0000	1.7361	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
	降灰速度 H	Suzuki1993	m/s	2.50	1.80	1.00	0.50	0.35	0.10	0.03	0.01	
気中濃度 C <sub>i</sub>	v <sub>i</sub> /H	g/㎡	0.000	0.000	0.000	3.472	0.000	0.000	0.000	0.000	3.47	
樽前噴火 (Ta-a) 累積頻度曲線 T013	粒径 φ		-log <sub>10</sub> D	-1~0	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	合計
	粒径φの割合 P <sub>i</sub>	式	%	14.000%	20.000%	24.000%	14.000%	8.000%	6.000%	4.000%	4.000%	94.00%
	降灰量 W <sub>i</sub>	P <sub>i</sub> ・WT	g/㎡	2.10E+04	3.00E+04	3.60E+04	2.10E+04	1.20E+04	9.00E+03	6.00E+03	6.00E+03	1.50E+05
	堆積速度 v <sub>i</sub>	P <sub>i</sub> ・WT/t	g/s・㎡	0.2431	0.3472	0.4167	0.2431	0.1389	0.1042	0.0694	0.0694	
	降灰速度 H	Suzuki1993	m/s	2.50	1.80	1.00	0.50	0.35	0.10	0.03	0.01	
気中濃度 C <sub>i</sub>	v <sub>i</sub> /H	g/㎡	0.097	0.193	0.417	0.486	0.397	1.042	2.315	6.944	11.89	
有珠山2000年噴火	粒径 φ		-log <sub>10</sub> D	-1~0	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	合計
	粒径φの割合 P <sub>i</sub>	式	%	4.000%	7.000%	9.500%	12.500%	13.500%	9.500%	11.000%	9.500%	76.50%
	降灰量 W <sub>i</sub>	P <sub>i</sub> ・WT	g/㎡	6.00E+03	1.05E+04	1.43E+04	1.88E+04	2.03E+04	1.43E+04	1.65E+04	1.43E+04	1.50E+05
	堆積速度 v <sub>i</sub>	P <sub>i</sub> ・WT/t	g/s・㎡	0.0094	0.1215	0.1649	0.2170	0.2344	0.1649	0.1910	0.1649	
	降灰速度 H	Suzuki1993	m/s	2.50	1.80	1.00	0.50	0.35	0.10	0.03	0.01	
気中濃度 C <sub>i</sub>	v <sub>i</sub> /H	g/㎡	0.028	0.068	0.165	0.434	0.670	1.649	6.366	16.493	25.87	

図表 26 甲 5 7 1 九重第一軽石噴火を前提とした気中濃度の試算

## (2) 樽前噴火 (Ta-a) との比較② - 累積頻度曲線より試算

矢野義治ほか『道南地方に分布する粗粒火山灰の粒度組成特性について』(甲 5 7 2) は、原規庁が参照した樽前山起源の火山噴出物 (Ta-a) のほか、有珠や駒ヶ岳起源の北海道の道南地域に分布している粗粒火山灰を調査し、分布と粒径の関係などを比較したものである。

これによれば、樽前火山について、61.2 km 地点 (夕張市紅葉山) で採

取したT613という試料の粒径中央値は0.38mmであり、重量百分比で見ると、0.006mm～0.05mmの粒径の粒子も全体の10%以上(12%近くまで)存在することが分かる(図表27ないし29)。

この樽前山起源の火山噴出物は、1739年の噴火とされており、2000年の有珠山噴火(後述)ほどではないにせよ、噴火から230年ほどしか経っていないため(甲572の作成は1968年)、後述する経年による風化等は少ないといえ、実現象に近い粒径分布となっている可能性が大きい。

だからこそ、原規庁も、降下火砕物検討チームにおける試算において樽前噴火の資料を用いたと考えられるが(ただし、同試算において用いられた資料は樽前山火口から約100km離れた占冠付近での実測値であり(甲564・8頁)、T613資料よりもさらに九重山と本件原発との位置関係に近いといえる)、被告はこれを無視している。

なお、樽前山のTa-aは、噴火規模としても、VEI5であって、九重第一軽石噴火と大きな違いはなく、類似した噴火のデータといえる。



表61-1 樽前a降下軽石堆積物の累積頻度曲線より求めた値

試料番号	粒径中央値 (Md)mm	分級値 (So)	歪度 (Sk)	尖鋭度 (K)	試料番号	粒径中央値 (Md)mm	分級値 (Sc)	歪度 (Sk)	尖鋭度 (K)
T 91	1.50	1.00	0.25	0.25	T 286	0.56	1.31	1.37	0.16
T 93	3.50	2.81	0.93	0.40	T 287	1.40	1.67	1.23	0.19
T 94	4.50	2.61	0.76	0.23	T 401	0.95	1.44	1.05	0.25
T 95	2.20	2.79	1.30	0.22	T 402	1.03	1.28	1.08	0.20
T 96	0.07	3.27	5.65	0.83	T 403	1.02	1.41	1.49	0.19
T 97	6.00	2.01	0.70	0.20	T 404	0.70	1.84	0.75	0.24
T 181	1.60	2.56	1.26	0.20	T 405	0.65	1.26	0.95	0.18
T 182	1.80	2.51	1.29	0.18	T 406	0.50	1.28	1.02	0.19
T 183	4.20	2.69	0.80	0.22	T 407	0.80	1.46	1.01	0.25
T 184	0.60	2.56	0.12	0.16	T 491	0.50	1.15	1.12	0.15
T 185	0.85	1.74	0.42	0.16	T 492	0.83	1.35	1.29	0.35
T 186	5.00	1.95	0.95	0.27	T 493	0.55	1.29	1.17	0.19
T 281	1.00	1.32	1.26	0.15	T 494	0.52	1.20	0.99	0.21
T 282	0.94	1.37	1.10	0.15	T 495	0.66	1.29	1.38	0.18
T 283	1.70	1.69	1.24	0.18	T 611	0.52	1.38	0.96	0.16
T 284	1.85	2.17	0.99	0.23	T 612	0.55	1.48	0.83	0.18
T 285	0.80	1.38	0.90	0.15	<u>T 613</u>	<u>0.38</u>	1.75	0.63	0.25

図表28 甲572・730頁表61-1に加筆

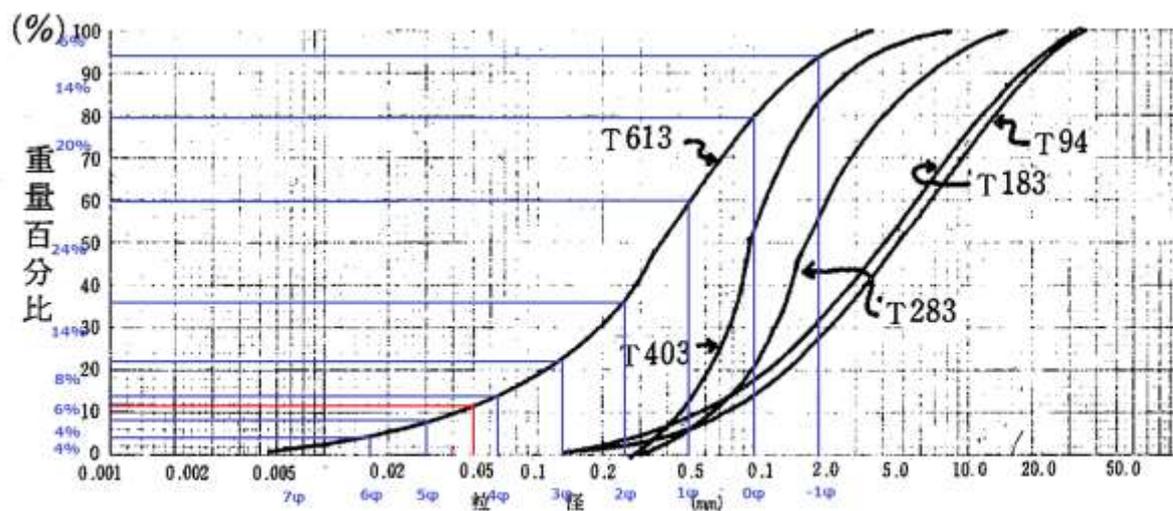


表64-4 樽前a降下軽石堆積物の累積頻度曲線

図表29 甲572・732頁表64-4に加筆

そして、図表 29 の累積頻度曲線から、それぞれの粒径のおおよその重量百分比を読み取り（図表 29 の青色加筆参照）、濃度計算を行うと、図表 26 の「樽前噴火（T a - a）累積頻度曲線 T 6 1 3」記載のとおり、11.89 [g/m<sup>3</sup>] となる。

### (3) 有珠山 2000 年噴火との比較

さらに、長井大輔ほか『粒度分布と凝集構造から見た有珠山 2000 年 3 月 31 日噴火の火山灰』（甲 5 7 3）によれば、2000 年の有珠山噴火における平均粒径は、火口から約 30 km の範囲で 2 φ ~ 4 φ（0.25 mm ~ 62.5 μm）であり、火口から 30 km 以遠の平均粒径は 5 φ（31.25 μm）とされている（甲 5 7 3・609 頁。図表 30 参照）。

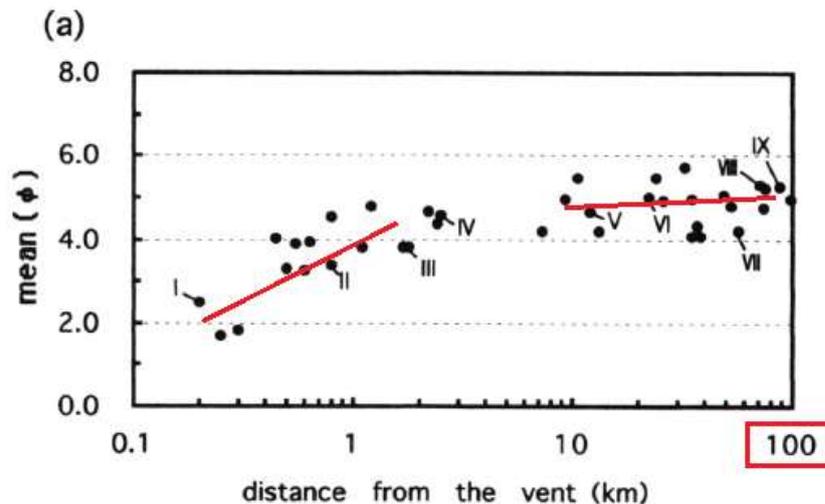


Fig. 2. Spatial variation of grain-size parameters of the March 31 tephra. I~IX: samples shown in Fig. 3. Parameters calculated by moment method. (a) mean grain size, (b) sorting ( $\sigma\phi$ )

図2 3月31日テフラの粒度統計値の距離別変化。I~IXは、図3に粒度ヒストグラムで示される試料。(a)平均粒径。(b)淘汰度。

図表 30 甲 5 7 2・609 頁図 2(a)に加筆

また、全堆積物の粒度分布をみると、全堆積物の粒度は $-3 \sim 12 \phi$  ( $8 \text{ mm} \sim 0.2 \mu\text{m}$ ) とされ、シルト<sup>17</sup>以下の粒子が全体の約半分を占めるとされている (甲573・612頁。図表31参照)。

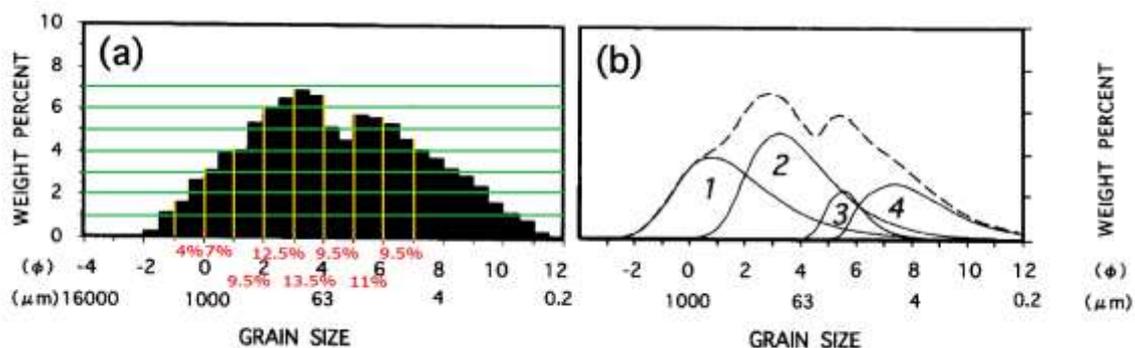


Fig. 6. Estimated whole deposit grain size population of the March 31 tephra Usu 2000 eruption. (a) Histogram showing the estimated total grain size distribution of the March 31 tephra, Usu 2000 eruption. (b) Separation of whole deposit grain size population into four subpopulations (1, 2, 3, and 4) with Rosin-Rammler distribution. Broken line shows the population composed of 4 subpopulations.

図6 有珠山2000年噴火3月31日テフラの全堆積物粒度分布。(a)有珠山2000年噴火3月31日テフラの全堆積物粒度分布を示すヒストグラム。(b)全堆積物粒度分布の小集団分割。イタリック数字は、表2の小集団の番号に対応。点線で示した分布は、表2の小集団の割合を用いて小集団を再合成した分布。

図表31 甲572・613頁図6に加筆

これは2000年の噴火時の粒径分布であるから、後述する経年による風化等が起こる前であり、実現象に近い粒径となっていることがうかがえる。

そして、図表31の粒径と重量百分比の分布図から、それぞれの粒径のおおよその重量百分比を読み取り (図表31(a)の赤色加筆参照)、濃度計算を行うと、図表26の「有珠山2000年噴火」記載のとおり、 $25.87 \text{ [g/m}^3\text{]}$  もの高濃度になり得る。

#### (4) 小括

もちろん、これらは試算であって、これらの数値が正しいとか、正確であるということを主張・立証するためのものではなく、被告の想定が過小であ

<sup>17</sup> 日本語で「沈泥」といい、粒径が $4 \phi \sim 8 \phi$  ( $62.5 \mu\text{m} \sim \text{約} 4 \mu\text{m}$ ) の碎屑物をいう。

ることを示す例にすぎない。被告の用いる粒径分布は、実観測値と比較して、粒径が大きすぎ、濃度が小さくなってしまっている。

被告が用いている粒径分布は Tephra2 によるシミュレーションの際に用いた数値であるから、これが観測値等と異なるのは当然ではあるが、他の火山における実測値と全く類似しない（大きすぎる）ということは、大きい不確実性の存在を表すものにほかならず、他の類似火山の観測値等を用いて試算すれば、上記のように濃度は大きく変わる。万が一にも深刻な災害を起こさないようにすべき原発の安全評価としては、本来、この種の試算を大量に行って、保守的な数値を設定すべきであるが、被告はそのような努力をせず、自らに都合のよい数値を用いて評価を行うのみである。

### 3 推定に用いた粒径分布は実現象を反映していないこと

#### (1) 微細粒子の風化・溶解等

ア 被告の用いた粒径分布が大きい粒子に偏っており、実現象とは大きな隔たりがある理由としては、前述した Tephra2 の仕様（精度）の問題と、もう一つ、微細粒子の風化・溶解等を考慮していないことが挙げられる。

イ 降下火砕物のうち、特に粒径の小さい微細粒子については、風化・溶解等によって消滅したり、検出できなくなったりする。そのため、敷地等で観測される実測値は、降灰の年代にもよるが（古い噴火の方が、より風化・溶解等が進む）、噴火の際の実現象よりも粒径が大きい粒子に偏りやすい。

粒径の大きい粒子の割合への偏りの大きさ

シミュレーション値 > 実測値 > 実現象

そして、甲 5 7 1 号証の試算からも分かるように、例えば粒径が 1 ~ 2  $\phi$  の終端速度が 1.0 [m/s] であるのに対し、4 ~ 5  $\phi$  の終端速度は 0.1 [m/s]、6 ~ 7  $\phi$  の終端速度は 0.01 [m/s] と、同じ質量百分率比で

も、微細粒子の方が濃度は10倍、100倍になり得るため、微細粒子について想定を誤ると、濃度全体としてみた場合に大きな誤差につながりかねない。

したがって、実測値を用いる場合には、それがいつの噴火の実測値なのか極めて重要である。新しい噴火の実測値であれば実現象との誤差は小さいが、数万年前の実測値ともなれば、風化・溶解等が進み、誤差が大きくなり、原発の安全評価の役には立たない。

## (2) 風化・溶解等に関する文献

ア 鹿園直建・慶応義塾大学教授（岩石学）ほかによれば、火山ガラスは、経年とともに溶解するものとされている（甲574・177頁）。

イ また、寺井良平氏によれば、「ガラスの表面変化速度は、 $(3\mu\text{m}/10^3\text{year})$ と計算される。…アイスランド火山の海底でのデータによれば、比較的浅いところで $(3\sim 20\mu\text{m}/10^3\text{year})$ が…得られている」として（甲575・59頁）、1000年に0.003～0.02mmほど浸食がすすむことを指摘している。

九重第一軽石噴火は約5万年前とされているから、単純計算で、0.15～1mmもの浸食があり得ることになる。3φ以下の粒子は風化・溶解等によって検出できなくなっている可能性が高い。

## (3) 九重第一テフラ

ア 被告は、原規委における2015（平成27）年4月3日の審査会合資料において、四国南西部松田川流域（高知県宿毛市）での九重第一テフラに関する論文（熊原・長岡2002）を引用し、「中～細粒砂サイズの結晶質降下軽石層」とされており、粒度は0.5mm以下である、としている（図表32）。

## 設計で考慮する降下火砕物の粒度

平成27年3月20日  
審査会合資料一部修正

- 宇和盆地における火山灰(厚さ1cm, K-Ah, AT, Aso-4)の粒度試験(ふるい分析)結果によると、いずれも細粒の火山灰が多く、1mm以下が主体である。
- 四国南西部松田川流域(高知県宿毛市)で九重第一テフラを報告した熊原・長岡(2002)によると、「中～細粒砂サイズの結晶質降下軽石層」とされており、粒度は0.5mm以下である。
- 樽前山における降下火砕物の距離と粒径分布の関係を参照しても、粒径は1mm以下が主体と考えられる。
- 以上を踏まえ、降下火砕物の粒度を1mm以下主体として設備の影響評価を行う。

図表32 甲493・128頁より抜粋加筆

イ 熊原康博ほか「四国南西部，松田川流域における九重第一テフラの対比と低位段丘の年代」の冒頭要旨部分には，確かに「松田川流域で見いだされた…小川テフラは層厚20～40cm，中～細粒砂サイズの結晶質降下軽石層で，…小川テフラは九重第一テフラに対比できる」とされている（甲576・213頁）。

名称	英名	粒径
極粗粒砂	very coarse sand	2 mm - 1 mm
粗粒砂	coarse sand	1 mm - 1/2 mm (1,000 μm - 500 μm)
中粒砂	medium sand	1/2 mm - 1/4 mm (500 μm - 250 μm)
細粒砂	fine sand	1/4 mm - 1/8 mm (250 μm - 125 μm)
極細粒砂	very fine sand	1/8 mm - 1/16 mm (125 μm - 62.5 μm)



粗粒砂

中粒砂

細粒砂

図表33 ウィキペディア「砂」の項目<sup>18</sup>より引用

<sup>18</sup> <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E7%A0%82>

ウィキペディアによれば、「中粒砂」とは粒径が0.25～0.5mmのものであり、1～2φに相当する。また、「細粒砂」とは粒径が0.125～0.25mmのものであり、2～3φに相当する（図表33）。

被告がシミュレーションに用いた粒径分布は1～3φが中心で、その割合は全体の89.32%にのぼっているところ、これは熊原ほかの論文の記載と整合するように思われる。

ウ しかし、本文をよく読むと、「火山ガラスは両地点とも風化して消滅している」との記載がある（甲576・214頁）。つまり、実現象としての九重第一軽石噴火では、より細かな火山ガラス質の降下火砕物が大量に存在したはずであるが、それが約5万年の間に風化し、消滅してしまっているというのである。

中～細粒砂サイズの粒径が多いというのは、あくまでも観測値としてであって、風化を考慮すれば、実現象としては微細粒子の割合が相当存在した可能性が否定できない。

エ さらに、2019（令和元）年5月の日本地球惑星科学連合大会において、辻智大ほかによる「九重山54kaプリニー式噴火による降下軽石（Kj-P1）の粒度分布」という発表があった（甲577）。

九重山54kaプリニー式噴火とは、まさに本件で問題となっている九重第一軽石噴火である。この発表によると、「古いテフラのTGSD<sup>19</sup>に関しては、粒度分析が困難となることから、非常に挑戦的なテーマであり、ほとんど研究がなされていない。」とされている。要するに、九重第一軽石噴火を含む古いテフラの粒度分析については、ほとんど研究がされておらず、まずは大き目の火山灰から手をつけてみたという段階にある、

---

<sup>19</sup> Total Grain Size Distribution の略。総粒度分布を指す。

というのが現在の火山学の水準であるということである。規模の大きい噴火における0.1mm程度の微粒子については、粒度分布がどうなるか、全く分かっていないというのが現状であり、数値シミュレーションで得られた粒径分布を用いることは、技術的にはほとんど意味がないものとするらえる。

#### 4 まとめ

以上のとおり、被告は、実際の降灰や他の類似火山の事例よりも大きい粒子の割合が多くなるような粒径分布を用いて気中降下火砕物濃度の計算を行っており、そのような粒径分布を用いると、気中濃度が過小に計算されることになってしまう。

他の類似火山の事例などを踏まえると、被告が想定する九重第一軽石噴火で、本件原発敷地に15cmの層厚があった場合であっても、被告の想定する3.1 [g/m<sup>3</sup>] を超え、10数 [g/m<sup>3</sup>] になる可能性も否定できない。

少なくとも、より多くのサンプルを用いて試算を行い、その中でも保守的な評価となるような数値を選んで濃度を設定しなければ、深刻な災害が万が一にも起こらないようにしなければならないという高度な安全が要求される原発の安全評価としては不十分で、被告の基準適合評価ないし原規委の基準適合判断には不合理な点があるというほかない。

以上