

平成24年（行ウ）第15号 東海第二原子力発電所運転差止等請求事件

原 告 大石光伸 外235名

被 告 日本原子力発電株式会社

最終準備書面（その9）

（火山事象の影響に対する本件原発の危険性のまとめ）

2020年5月8日

水戸地方裁判所 民事第2部合議アA係 御中

原告ら訴訟代理人

弁護士 河 合 弘 之
外

本準備書面は、火山事象の影響に対する本件原発の危険性（人格権侵害の具体的危険）について、原告らの主張を総括するものである。

目 次

第 1	総論.....	- 6 -
1	火山事象による危険性に関する判断に当たって	- 6 -
2	被告は火山事象に対してあまりにも認識が不足していること	- 7 -
3	身近な赤城鹿沼テフラ	- 7 -
4	本準備書面の目的及び概要	- 8 -
第 2	火山事象に関して判断の基礎とすべき前提知識.....	- 10 -
1	はじめに	- 10 -
2	火山噴火に関する基礎知識.....	- 12 -
(1)	火山噴火のメカニズム	- 12 -
(2)	マグマの生成と上昇	- 12 -
(3)	火山大国と火山フロント	- 13 -
(4)	火成岩の分類等	- 16 -
(5)	火山爆発の原動力による分類.....	- 18 -
(6)	火山爆発指数（V E I）	- 18 -
(7)	総噴出量とマグマ噴出量.....	- 20 -
3	降下火砕物の特徴	- 21 -
(1)	降下火砕物の分類及び形状.....	- 21 -
(2)	火山灰の密度	- 22 -
(3)	火山灰の導電性，金属腐食性及び融点	- 23 -
(4)	噴火の発生と降灰のメカニズム	- 24 -
4	噴火と歴史	- 27 -
(1)	過去の巨大噴火	- 27 -
(2)	火山活動が活発な時期に突入している可能性があること	- 28 -
(3)	国際的な基準や安全目標との関係	- 29 -
5	降灰による影響	- 30 -

(1) 降り積もった火山灰の特徴.....	- 30 -
(2) 降灰による環境への一般的影響	- 31 -
(3) 原発に対する影響	- 38 -
(4) 原発が稼働しているかどうかが決定的に重要となること	- 39 -
第3 火山ガイドの概要	- 40 -
1 はじめに - 2011（平成23）年3月11日大震災以前には、火山リ スクについて明確な審査基準がなかったこと	- 40 -
2 2013（平成25）年の火山ガイド制定	- 40 -
3 火山ガイドの概要	- 41 -
(1) 第1章「総則」（1頁以下）	- 41 -
(2) 第2章「本評価ガイドの概要」（5頁以下）	- 42 -
(3) 第3章「原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出」（6頁以下）	- 44 -
(4) 第4章「原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評 価」（9頁以下）	- 45 -
(5) 第5章「個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評 価」（11頁以下）	- 46 -
(6) 第6章「火山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」（20頁以下）	- 49 -
(7) 第7章「附則」（22頁以下）	- 49 -
4 2017（平成29）年の火山ガイド改正	- 50 -
(1) 他の原発訴訟における住民らの訴え	- 50 -
(2) 電中研報告	- 51 -
(3) 2017（平成29）年11月の火山ガイド改正	- 51 -
第4 火山事象に関する司法審査の在り方	- 54 -
1 民事訴訟における訴訟物と差止めの要件	- 54 -

(1) 保安規定変更認可申請の有無は本件訴訟物とは直接関係がないこと ..	54 -
(2) 平穏生活保持権も人格権の一内容というべきこと	55 -
2 具体的危険の判断方法	56 -
3 主張立証責任	57 -
(1) 行政庁の判断がなされている場合	57 -
(2) 行政庁の判断がなされていない場合	58 -
(3) 大間函館地裁判決とは前提が異なること	59 -
第5 火山事象に関する被告の評価内容	59 -
1 はじめに	59 -
2 対象火山の抽出	60 -
3 上記1 3火山の火山活動に対する個別評価（立地評価）	60 -
4 降下火砕物の影響評価	61 -
(1) 検討対象火山とテフラ	61 -
(2) 赤城鹿沼テフラの検討結果	62 -
(3) 降下火砕物の粒径と密度	63 -
(4) 降下火砕物の大気中濃度	64 -
第6 火山事象による人格権侵害の具体的危険の存在	65 -
1 はじめに	65 -
2 気中濃度に関する過小評価	67 -
(1) 火山事象に関する基準適合判断の杜撰さ	67 -
(2) 原規庁の試算や他の原発と比較しても大幅な過小が存在すること	67 -
(3) 気中濃度の過小評価により本件原発が危険に晒されること	74 -
3 具体的審査基準の不合理性①	79 -
(1) 火山ガイドの定める気中濃度推定手法	79 -
(2) 推定手法自体が持っている不定性や再飛散の問題	80 -
(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	- 86 -
(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	- 91 -
(5) 小括	- 94 -
4 基準適合判断の不合理性 - 気中降下火砕物濃度の過小評価	- 95 -
(1) 「3. 1 の手法」の具体的内容	- 95 -
(2) 火山灰密度が保守的なものとなっていないこと	- 97 -
(3) シミュレーションの粒径分布は、実際の粒径分布とは異なること	- 97 -
(4) 経験則②（粒径の大きい物ほど気中濃度は小さくなる）の存在及び実 際の粒径分布に基づく推定値	- 104 -
(5) シミュレーションの粒径分布を用いるという基準は不合理であるこ と	- 105 -
(6) 設置変更許可の中で気中降下火砕物濃度を検討していないことの不 合理性	- 106 -
5 具体的審査基準の不合理性② - 粒径分布の操作によるごまかしの許容 -	- 107 -
(1) 火山ガイドの定め	- 107 -
(2) 「火山ガイドに従って評価したのだから合理的」という弁解の誤り -	- 108 -
6 まとめ	- 108 -
第7 結語	- 109 -

第 1 総論

1 火山事象による危険性に関する判断に当たって

わが国は、世界の陸地面積のたった 0.3% の陸地に、世界の活火山の 7.3% が集中している、文字どおり世界有数の「火山大国」である。近年、地殻変動に伴う地震活動と並行して日本列島における火山活動が活発化しており、霧島山（新燃岳・硫黄山）、桜島（以上九州）、2014（平成26）年に死者58名を出した御嶽山（長野・岐阜）、箱根、口永良部島、諏訪之瀬島、西之島、硫黄島、そして関東では草津白根山（白根山・本白根山）、浅間山が噴火している。

本件訴訟では、被告の稼働しようとする東海第二原発（以下「本件原発」という。）が、赤城山の噴火によって発生する火山事象（特に降下火砕物¹）に耐えられるのかが問題とされている。他の原発において想定されている降下火砕物の最大層厚の多くが10～20cmの範囲であるのに対し、本件原発で想定される降下火砕物の最大層厚は50cmと突出しており、国内最大である。

素朴に考えて、わずか数cm積もただけで交通や電気など主要なインフラが機能喪失し、10cmも積もればほとんどの生活機能がマヒするとされる降下火砕物について、50cm積もっても原発の安全を損なわないなどということが、本当に現実的にあり得るだろうか。火山事象に対して、非保守的で楽観的な机上の空論を振り回して、周辺住民の生命や身体を危険に晒すことは絶対に許されない。本件における火山事象による危険性に関する判断に当たっては、まず何よりもそのような素朴な常識的感覚から出発しなければならない。

¹ 降下火砕物とは、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物を指す（火山ガイド1.4(7)項）。ただし、原発に大きな影響を与えるのは、粒径が2mm未満の火山灰であることから、本書面でも、差支えがない場合に、降下火砕物≡火山灰と表記する場合がある。

2 被告は火山事象に対してあまりにも認識が不足していること

2016（平成28）年の原子力規制委員会（以下「原規委」という。）と被告社長との意見交換会において、原規委の委員から、被告の村松社長に対して、次のような質問が投げかけられた。

「御社の、例えば、東海第二発電所の敷地で運転期間中に火山が噴火して火山灰が降ってくる、御社で評価された火山灰の厚さが何センチメートルぐらいかとか、そういうことを社長は把握していらっしゃいますか。」

これに対し、村松社長は「大変あれでございますけれども、私の能力の許せる範囲で最大限タイムリーに見ているところでございます」と正確に答えられなかった。

委員からは「経営のトップにいらっしゃる方として…（略）…自然環境という面で、日本の立地している場所というのは、地震、火山、津波、断層、そういったものから逃れることはできない条件にありますので、是非、そういう点にもう少し関心を持っていただきたいと思います」と苦言が呈された（甲D56、平成28年度原子力規制委員会第44回臨時会議議事録平成28年11月16日）。

3 身近な赤城鹿沼テフラ

関東北部は日本列島の中でも特に多くの第四紀火山が密に分布する地域である。これら多くの第四紀火山は爆発的噴火を繰り返してきたために、多数の火山灰層（テフラ²）が堆積している。

群馬県に位置する赤城山の火山灰は、関東では畑や造成地の露頭に普通に見られ、ツツジなどの園芸用土として利用されており、遠い昔の噴火ではなく非

² なお、テフラ（Tephra）とは、正確には、火山灰だけでなく、軽石やスコリア、火砕流堆積物、火砕サージ堆積物など、噴火に由来して発生する、溶岩以外の火山砕屑物全般を指す。ある程度広く分布するものに用いられることが多いが、狭義には、降下したもの（降下火砕物）を指す場合もある。

常に身近な火山である。そして隣接する浅間山，草津白根山湯釜や本白根山が近時活発化している。



北関東を広く覆い身近に見られる赤城鹿沼テフラ（写真は赤城山から6.3km離れた宇都宮における層厚であり，1.3mとされる。12.7km離れた東海村では40cmとされる）

なお，原規委は2017（平成29）年2月をはじめとして東海第二発電所周辺の赤城鹿沼層の現地調査を行っている（写真）。



写真左は2017年2月の原規委による現地調査（茨城県東海村）。写真右は東海地点⑥の赤城鹿沼テフラの露頭。この時点で，被告は赤城鹿沼テフラの層厚を40cmから20cmに切り下げようとした。これに対し原規委の石渡委員は，「地層の上端がでこぼこだ。火山灰が降った後に削られて厚さが減った可能性がある」と指摘し，「もう少し調査が必要だ」と述べ，原電に想定の見直しを求めた。最終的に赤城鹿沼テフラの層厚は40cmと評価され，想定すべき火山灰層厚は50cmとされた。

4 本準備書面の目的及び概要

本準備書面は，主に赤城山の噴火に伴う降下火砕物に対する影響評価に関し

て、具体的審査基準たる火山ガイドの内容が不合理であり、火山ガイドに適合したとしても本件原発の安全は確保されないこと、また、火山ガイドの内容が不合理とまでは言えないとしても、被告の行った影響評価及び国の行った基準適合判断が不合理であり、本件原発の安全は確保されないという原告らの主張について、改めて整理するものである。

赤木山の噴火により、本件原発敷地に、想定を上回る降下火砕物が到来し、これによって本件原発の冷却機能を喪失し、核燃料が溶け出してメルトダウンすることなどにより、閉じ込める機能をも喪失して、原告らの人格権に甚大かつ回復し難い被害を及ぼす具体的な危険が存在する。

そして、原告らが詳細に主張した被告の想定の不合理性について、被告は、何ら有効な反論を述べることすらできなかった。この争点については、もはや結論は決したとあってよい。以下、原告らの主張の概要を述べる。

- (1) まず、第2において、火山事象に関して判断の基礎とすべき前提知識として、火山事象の基礎知識を述べ、特に、本件で問題となる降下火砕物の特徴を述べてこれによってもたらされる被害の内容等を説明する。
- (2) 次に、第3において、原規委が火山に関する専門家も入れずにわずか9か月ほどで作成した火山影響の審査基準である「火山ガイド」の概要を述べるとともに、「火山ガイド」が火山影響を100倍から1000倍も過小評価していたことが原発訴訟の住民側主張を通じて明らかになり、原規委が2017（平成29）年12月に火山ガイドの基準を改めざるを得ない事態に至ったこと、それでも自然現象への科学的知見は極めて不十分なレベルで不確かさを含んだ水準であることを原規委自身が認めていることを述べる。なお、2019（令和元）年12月17日に火山ガイドが改正されたため、改正火山ガイドに基づいて説明する。
- (3) 第4において、火山事象に関する司法審査の在り方について述べる。

- (4) 第5において、被告による火山影響評価について説明する。
- (5) 第6において、被告による火山影響評価をめぐる問題点を指摘する。

まず、2項において、火山ガイドの改正（2017（平成29）年改正）により、被告は、本件原発での火山灰濃度想定を当初の100倍の濃度に引き上げざるを得なくなったこと、しかし、その濃度もまだ過小評価であることを述べる。

次に、3項において、特に、気中降下火砕物濃度の推定方法について、2017（平成29）年火山ガイドの定めが不合理であることを述べる。

そして、4項において、被告が行った濃度推定方法が不合理なものであり、その評価を誤っていること、及び、設置変更許可審査の段階で気中降下火砕物濃度について原規委の審査がなされていないことを、5項において、このような不当な評価を許容するような基準自体が不合理であることをそれぞれ述べる。

- (6) 第7において、被告による火山影響評価の問題点のうち、特に気中降下火砕物濃度の推定方法について、2017（平成29）年改正の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が不合理であること、被告が行った濃度推定方法は不合理で、その評価を誤っていることを詳述する。

第2 火山事象に関して判断の基礎とすべき前提知識

1 はじめに

ここでは、火山事象に関して判断の基礎とすべき前提知識として、火山事象に関する基礎的な知識と歴史時代における深刻な火山災害の実情や火山活動が活発化していること、火山事象による被害の実情等について述べる。

本件においては、赤城山において今後発生する可能性がある噴火の規模については争いが無いが、福島第一原発事故後に日本各地で争われている原発差止訴訟において、火山事象が問題となった事案では、火山の影響を不当に矮小化

して考えるものがみられ、原規委も、これに便乗する形で、2019（令和元）年12月17日に、火山ガイドを改正した。

すなわち、川内原発に関する福岡高裁宮崎支部即時抗告審決定・平成28年4月6日（判時2290号90頁）は、火山ガイドの不合理性を認めながらも、社会通念を持ち出してそのリスクを矮小化し、原発の差止めを認めなかった。

原規委は、当初、巨大噴火について他の噴火と区別していなかったが、宮崎支部決定に続いて各地で出された裁判例に便乗する形で、「巨大噴火³」について、低頻度な火山事象で、有史において観測されることがないこと等を踏まえ、これを想定した法規制や防災対策が原子力安全規制以外の分野において行われていないことを根拠として、「巨大噴火」によるリスクは、社会通念上容認される水準であると判断できる、などとして、国際的な標準からしても本来当然に考慮しなければならない「巨大噴火」のリスクを矮小化し、「巨大噴火」のリスクがあるにもかかわらず原発を稼働できるような改正を行った。

本件においては、火山に関しては、噴出物量5㎥（≒2DRE㎥）程度の赤城鹿沼テフラ噴火が問題となっており、被告も、これと同規模の噴火が発生することを想定しているから、「巨大噴火」に関する社会通念のような問題は争点となり得ないし、裁判所が、当事者の主張に反して、社会通念を認定して赤城鹿沼テフラの影響を無視することが許されないのはいうまでもない。

もっとも、火山事象について、裁判所がそのリスクを矮小化し、原規委もこれに便乗してきたという経緯に照らし、火山事象に関する基礎的な知識やこれによって社会がどのような影響を受けるのかについて正しい認識を持つことは重要であり、ひいては、本件における争点についても正しい判断をすることに

³ 火山ガイドにおける「巨大噴火」とは、地下のマグマが一気に地上に噴出し、大量の火砕流となるような噴火であって、規模としては、噴出物の量が数十㎥程度を超えるようなものをいうとされる。しかし、この用語は火山学における一般的な用語ではなく、一般的には、噴出物量10㎥以上100㎥未満の噴火を「巨大噴火」といい、100㎥以上1000㎥未満の噴火を「破局的噴火」と呼ぶことが多い。紛らわしいため、火山ガイドにおける巨大噴火を、鍵括弧付きで「巨大噴火」と表記することにする。

つながるため、簡潔に指摘しておく。

2 火山噴火に関する基礎知識

(1) 火山噴火のメカニズム

ア まず、火山噴火のメカニズムについて、現在の地球科学がどこまでの事実を解明し、どのような事実が未解明のまま残されているかについて概観する。これは、現在の火山学の科学技術水準を的確に把握するためにも有益である。

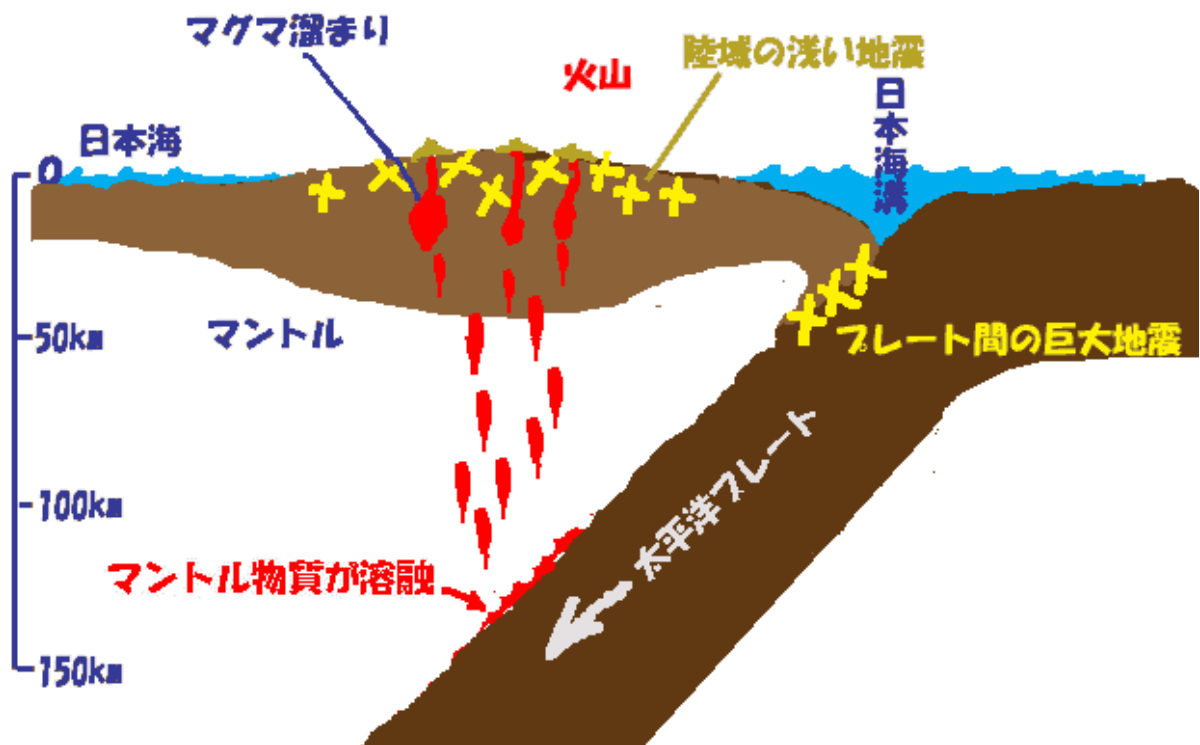
この点に関して、原告らは、鎌田浩毅「地学のススメ」（甲D 1 4 4）、井田喜明「地球の教科書」（甲D 1 4 5）、古儀君男「火山と原発」（甲D 1 4 6）、山賀進「地球についてまだわかっていないこと」（甲D 1 4 7）を証拠提出しているので、適宜これらの証拠にあたっていただきたい。

イ 火山からマグマ起源の物質あるいはマグマの作用を受けた物質が地表面上や大気中に噴出する現象を「火山噴火」という。そのうちで爆発を伴う噴火を「火山爆発」ないし「爆発的噴火」という。

「マグマ」とは、マントルや地殻の一部が熔融したものであり、揮発性成分を数パーセント含んでいる。マグマ中の揮発性成分の大半は水蒸気であり、この水蒸気が火山爆発の主な原動力の一つとなっている。

(2) マグマの生成と上昇

日本海溝は、太平洋プレートが陸のプレートの下に潜り込み始めている場所である。プレートの沈み込みにより、何故マントルの一部が溶けてマグマが発生するのかについては諸説あるが、有力な見解は、プレートによってかかる強い圧力によって岩石中の水分が染み出し、熱水的作用によってマントルが溶けてマグマになる、というものである（図表1）。



図表1 マグマの生成と火山フロント（火山列）の生成（気象庁HP⁴より）

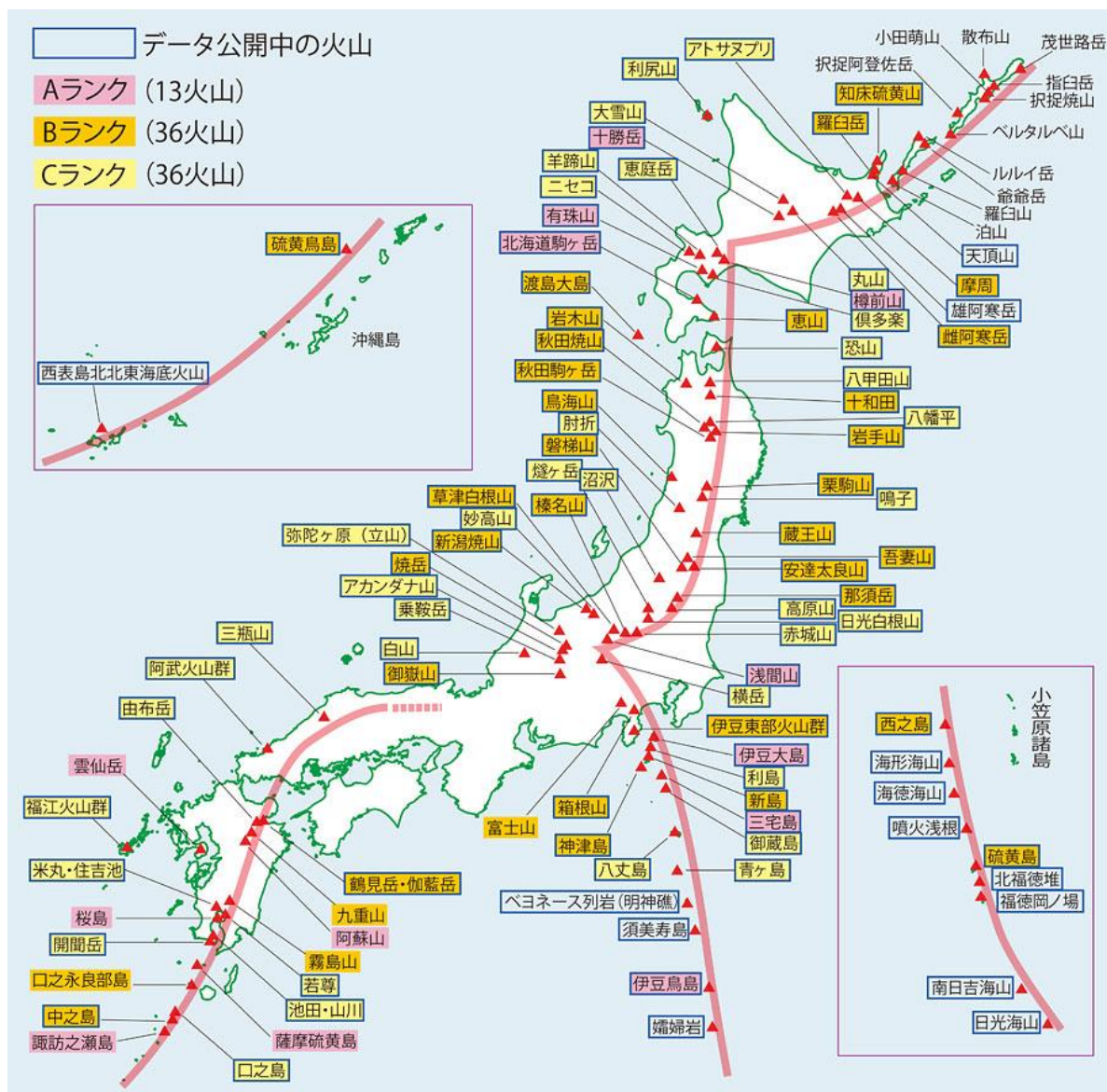
いずれにせよ、マグマが生成しやすいのは地下100～150km程度の深さであり、地下深くで発生したマグマは、比重が軽いため、そこから地表付近にまで上昇してくるため、火山活動が起こりやすい場所は、海溝に沿って帯状に広がる傾向がみられる。

(3) 火山大国と火山フロント

弧状列島（島弧）である日本列島付近において、このプレートの境界（海溝）と並行して存在する、火山活動が活発な火山列のことを「火山フロント」という（図表2の赤い線）。

本件で問題となっている赤城山は、まさに火山フロントの中に存在する火山であることが分かる。

⁴ <https://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/whitep/2-4.html>



図表2 火山フロントの位置関係⁵

4つのプレート付近に位置する日本は、地震大国であるとともに火山大国でもある。この動かし難い事実を、この裁判における判断の大前提としなければならない。

吉儀君男著の『火山と原発』（甲D146・3～4頁）第1章では、「火山大国，日本」と題して次のように記している。

「日本では気象庁が活火山の定義を定め、どの火山が活火山かを認定して

⁵ <https://nonukes.exblog.jp/21930628/>

います。それによると『概ね過去一万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』となっています。ずいぶん長い期間を対象にしている理由は、火山によっては数千年の活動休止期間をおいて噴火することがあり、火山の寿命も数十万年におよぶものが珍しくないからです。

この定義によると、日本には110の活火山があります(2014年現在)。研究が進むにつれ活火山の数は増える傾向にあり、将来さらに追加される可能性があります。

では、地球上にはどれくらい活火山があるのでしょうか。国・地域によって調査の精度に差があり、十分な調査がされていないところもありますが、おおよそ1500程度とされています。したがって、日本の活火山の数110は、地球上の火山の約7%を占めることになります。日本の面積約38万km²は地球の陸地面積の0.3%にすぎないことを考えると、日本は異常に活火山が集中する『火山大国』といえます。」

活火山の数は、1991(平成3)年には83だったものが、1996(平成8)年に86となり、2003(平成15)年に定義自体が変わって108とされた。そして、2011(平成23)年に110、2017(平成29)年に111となった⁶。このように、活火山は短期間の間に増え続けている。活火山ではないとされていた火山が、突如として活動を始めて活火山となるということを、我々は日常的に経験しているのである。

日本における活火山の分布(2014年現在のもの)は図表2及び図表3に示すとおりであり、まさに日本列島は火山列島そのものであることが分かる。

⁶ そのため、旧火山ガイドでは、活火山の数は110とされていた。

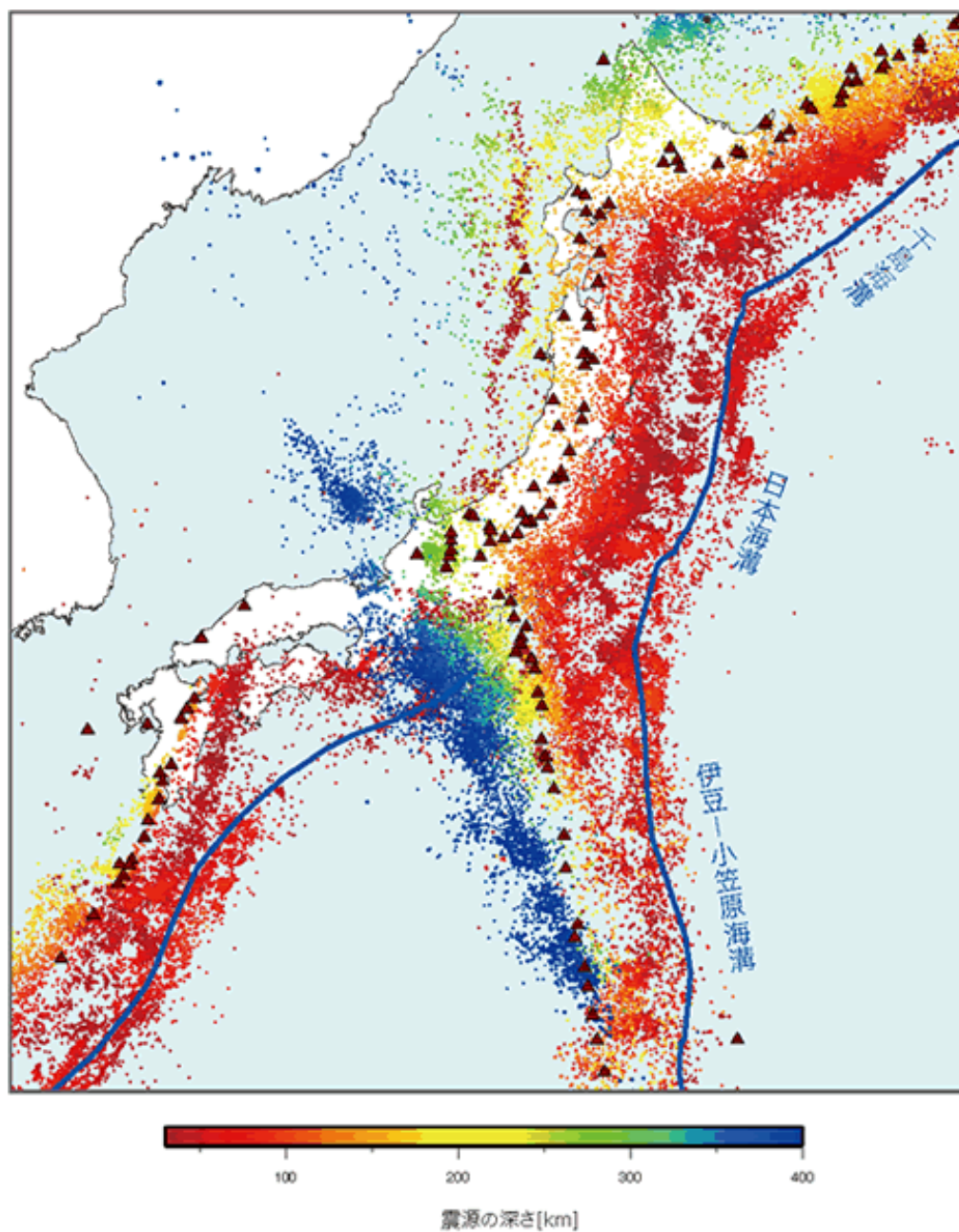


図1 活火山(▲)の分布

活火山は海溝と平行に並んでいる。点は震源を示し、色は震源の深さをあらわす。(気象庁一元化震源)

図表3 活火山と震源の分布

(4) 火成岩の分類等

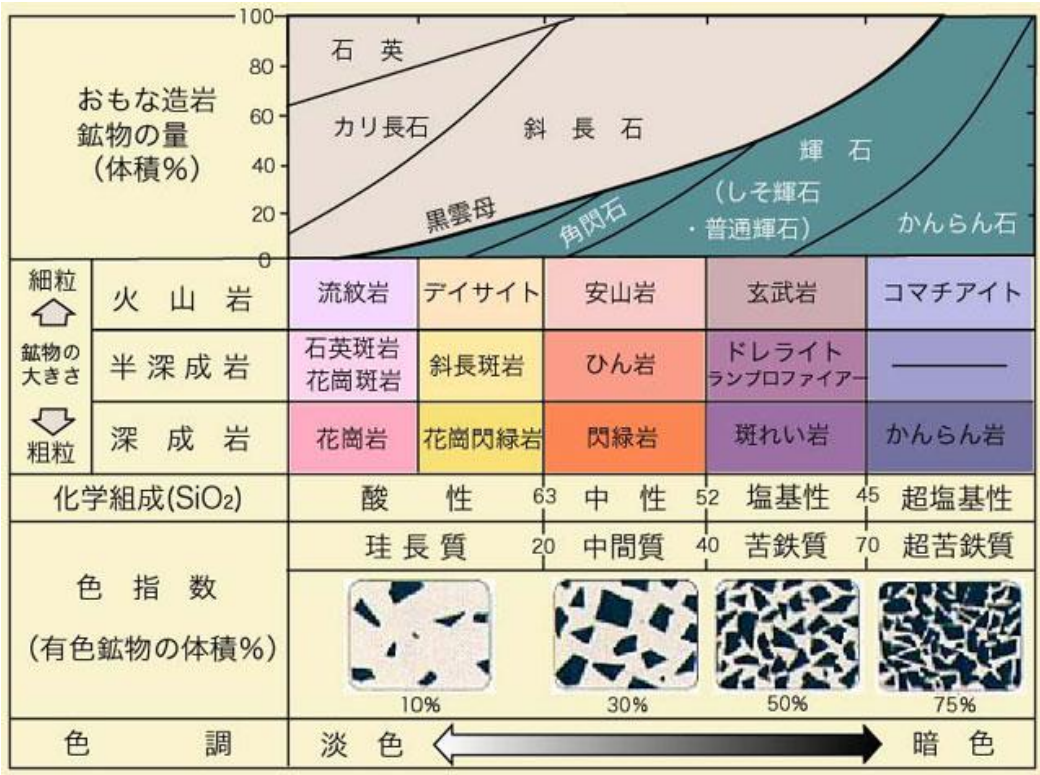
マグマは、マンツルの構成物質である橄欖岩^{かんらん}の一部分が溶融してできるため、本源的なマグマは玄武岩質となる。

火成岩は、二酸化ケイ素（ SiO_2 ）の含有量によって、酸性、中性、塩基性ないし超塩基性などに分類される（図表4）。

酸性の火成岩は有色鉱物の含有量が少なく、超塩基性になるにつれて有色鉱物の含有量が多くなっていく。有色鉱物の含有量が少ないマグマを「珧長質マグマ」といい、有色鉱物の含有量が多いマグマを「苦鉄質マグマ」ないし「超苦鉄質マグマ」という。

さらに、火成岩は、マグマの冷え方によって、火口近くで急激に冷やされた細かな粒子（斑状組織）からなるものと、地下深くでゆっくり冷え固まった粗い粒子（等粒状組織）からなるものがある。前者を「火山岩」と呼び、後者を「深成岩」と呼ぶ。

火山岩のうち、酸性のものから塩基性になるにしたがって、流紋岩、デイサイト、安山岩、玄武岩、コマチアイト



図表4 火成岩の分類（山口県立山口博物館HP⁷より）

⁷ <http://db.yamahaku.pref.yamaguchi.lg.jp/db/tigaku/ref01.html>

(5) 火山爆発の原動力による分類

火山爆発は、爆発の原動力という観点から見ると、①水蒸気爆発、②マグマ水蒸気爆発、③マグマ爆発に分類される。

ア ①「水蒸気爆発」は、原動力が高圧水蒸気で、火山体内部の地下水が、マグマの熱によって水蒸気になって急激に圧力が増大して爆発する現象である。噴煙は、高温のマグマ由来の火山^{さいせつぶつ}砕屑物⁸を含まず、水蒸気が主体となっている。

イ ②「マグマ水蒸気爆発」は、高温のマグマが地下水や海水に接して、大量の水蒸気を急激に発生させて、マグマと水蒸気と一緒に爆発して起きる噴火現象である。爆発によって、マグマは膨大な量の破片たる火砕物となり、火砕流や降下火砕物として噴出する。

ウ ③「マグマ爆発」は、マグマの「発泡」による爆発である。

地下のマグマ中には揮発成分が溶けているが、マグマが上昇して圧力が下がると揮発成分はマグマから分離して、マグマ中で泡となる。これを発泡という。地下から上昇してくるマグマ中で、揮発成分（これが噴出したものが「火山ガス」と呼ばれる）が短時間で大量に発泡することによって起こる噴火である。マグマは破片状になり、火砕流や降下火砕物として噴出する。

(6) 火山爆発指数（V E I）

ア 火山爆発の規模を表すのに、火山爆発指数（V E I）という指標が用いられる。これは、1982年（昭和57年）にアメリカの研究者が作った指数で、噴出物の量で火山爆発の規模をみるものである。

⁸ 火山から噴出された固形物のうち、溶岩以外の総称。「火砕物」または「テフラ」ともいう。溶岩が含まれないという点で、「火山噴出物」とは異なる。

火山爆発指数（V E I）は、0 から 8 までの 9 段階があり、このうち、
V E I 6（噴出物量 1 0 から 1 0 0 km³）以上の噴火では、通常の噴火と異なるカルデラ形成を伴う噴火が起こり得るとされる（図表 5）。

VEI	噴出物の量	状況	機構	噴煙の高さ	発生頻度	例	ここ10000年の発生数*
0	< 10,000 m ³	非爆発的(non-explosive)	ハワイ式	< 100 m	ほぼ毎日	マウナ・ロア山	無数
1	> 10,000 m ³	小規模(gentle)	ハワイ式/ストロンボリ式	100-1000 m	ほぼ毎日	ストロンボリ島	無数
2	> 1,000,000 m ³	中規模(explosive)	ストロンボリ式/ブルカノ式	1-5 km	ほぼ毎週	ガレラス山 (1993)	3477*
3	> 10,000,000 m ³	やや大規模(severe)	ブルカノ式 / プリニー式	3-15 km	ほぼ毎年	Koryaksky	868
4	> 0.1 km ³	大規模(cataclysmic)	プリニー式	10-25 km	≥ 10 年	プレー山 (1902)	278
5	> 1 km ³	非常に大規模(paroxysmal)	プリニー式	> 25 km	≥ 50 年	セント・ヘレンズ山 (1980)	84
6	> 10 km ³	colossal	プリニー式/ウルトラプリニー式	> 25 km	≥ 100 年	ピナトゥボ山(1991)	39
7	> 100 km ³	super-colossal	プリニー式/ウルトラプリニー式	> 25 km	≥ 1000 年	タンボラ山(1815)	5 (+推定2)
8	> 1,000 km ³	mega-colossal	ウルトラプリニー式	> 25 km	≥ 10,000 年	トバ湖 (73,000 BP)	0

（出典：Simkin and Siebert, 1994を改変、*はスミソニアン博物館によるthe Global Volcanism Programより）

7

図表 5 火山爆発指数と代表的な噴火の例

イ なお、学術的に定まった表現ではないものの、V E I 5 規模の噴火を「大規模噴火」、V E I 6 規模の噴火を「巨大噴火」、V E I 7 規模の噴火を「超巨大噴火」ないし「破局的噴火」と呼ぶことがある。ただし、原子力規制委員会（以下「原規委」という。）が 2 0 1 8（平成 3 0）年 3 月 7 日に公表した「原子力発電所の火山影響評価ガイドにおける『設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価』に関する基本的な考え方について」（以下「基本的な考え方」という。）においては、「巨大噴火」についてこれとは異なる定義を行っている。すなわち、「基本的な考え方」においては、「ここでいう『巨大噴火』とは、地下のマグマが一気に地上に噴出し、大量の火砕流によって広域的な地域に重大かつ深刻な災害を引き起こすような噴火であり、噴火規模としては、数 1 0 km³程度を超えるような噴

火を指している」と定義している。火山ガイドの令和元年改正によって、新火山ガイドにおいてもこの定義が採用されるに至ったが（**甲D202・解説-10.**），このような呼称は火山学者に共通のものではない。

(7) 総噴出量とマグマ噴出量

噴火によって発生した噴出物の量を表す表現には、総（見かけ）噴出量〔 km^3 〕とマグマ噴出量〔DRE km^3 〕とがある。噴火による堆積物は、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砕・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、「総噴出量」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、これらのうちの本質物質の量が、厳密な意味での「マグマ噴出量」である。しかし、堆積物の本質物質、類質物質・外来物質の厳密な量比を求めることは容易ではないことから、マグマ噴火およ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 〕程度とされている。つまり、見かけの体積は同じでも、火砕物と溶岩では質量が異なることになる。たとえば上記の比重を仮定すると、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 km^3 となる⁹。

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 」

⁹ この部分については、<https://gbank.gsj.jp/volcano/eruption/explanation/description2.html> を参照した。

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り、注意が必要である。

3 降下火砕物の特徴

ここから、本件で問題となる、降下火砕物の特徴について整理する。整理にあたって、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」という資料を適宜引用する（甲D142）。

(1) 降下火砕物の分類及び形状

ア 降下火砕物とは、火山ガイド上、「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物を指す」と定義されている（火山ガイド1.4(7)項）。

イ 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64mm以上の火砕物を「火山岩塊」、粒径が2mm以上64mm未満の火砕物を「火山礫^{れき}」、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。

ウ 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6）。

火山灰の特徴(2)

※本WGでは、便宜的に火山礫も含めて「火山灰」と呼称している

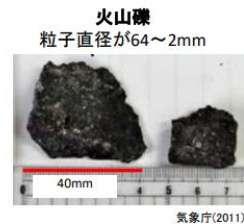
○粒径による分類

火山灰(直径 2mm 以下)は、地質学の区分に基づくと、2mm から 1/16mm (0.0625mm) のものは「砂」、1/16mm 以下のものは「シルト」と分類される。

火山砕屑物の分類

粒子直径	名称		
	粒子が特定の外形や内部構造を持たないもの	粒子が特定の外形や内部構造を持つもの	粒子が多孔質のもの
> 64 mm	火山岩塊	火山弾	軽石
64～2 mm	火山礫	溶岩餅 スバター ペレーの毛	スコリア (岩滓)
< 2 mm	火山灰	ペレーの震	

下欄・他、火山の事典(第2版)



気象庁(2011)

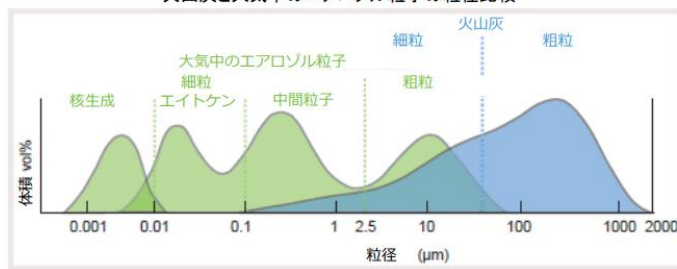
火山灰
粒子直径が2mm未満



気象庁(2016)

東京大学前野准教授提供

火山灰と大気中のエアロゾル粒子の粒径比較



Durant et al. (2010)に内閣府和訳

火山灰には、PM2.5(粒径 2.5µm 以下の細粒粒子)も含まれており、このサイズの粒子は、気管支や肺にも入り込むことができる。

2

○火山灰の構成

火山灰は、マグマが噴火時に破碎・急冷したガラス片・鉱物結晶片から成り、硬く、角ばった形状をしているものが多い。

図表6 火山灰の特徴 - 粒径による分類等 (甲D 1 4 2・2頁)

エ 火山灰は、火山ガイド上、「爆発性破碎のさまざまなプロセスによって生じる平均直径 2 mm未満の火山岩の破片」と定義されている(火山ガイド 1. 4(8)項)。

火山灰と降下火砕物は、厳密には異なる概念であるが、本件において原発に大きな影響を与え得るのは降下する火山灰であるため、本書面においては、分かりやすさのために、「降下火砕物≒火山灰」として記載することもある。

(2) 火山灰の密度

火山灰の密度は、乾燥状態で 0.5～1.5 [g/cm³] 程度までと幅があり、独立行政法人産業技術総合研究所の須藤茂氏の研究では、1 [g/cm³] 程度とされている(図表7)。

火山灰の特徴(3)

○火山灰の密度

火山灰・雪の密度 (g/cm³)

項目	アメリカ 地質調査所 [※]	宇井 (1997)	土志田 (2011)	須藤 (2004)	本佐・他 (2012)
火山灰	乾燥状態 (乾燥し締め固められていない)	0.5～1.3	0.4～0.7	—	1 程度
	湿潤状態 (湿りけを帯びて締め固められた)	1.0～2.0	1.2 を超えることもある	1.2～1.5 以上	—
雪	新雪	0.05～0.07			1.5
	湿りけを帯びた新雪	0.1～0.2			
	固結した雪	0.2～0.3			

※10cm 堆積時

○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 前野准教授提供)

5

図表7 火山灰の密度と水を含んだ場合の影響 (甲D 1 4 2・5 頁)

湿潤状態では、1.0～2.0 [g/cm³] と重くなることが分かる。雪と比較して10倍程度となり得るのであって、本件で問題となる50cmの降灰は、積雪でいえば5mの重さと同程度に達するのである。

(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等に付着した場合、碍子部分の絶縁性が弱くなり、閃絡¹⁰等による停電などが起こる。

イ 火山灰から硫酸イオン (SO₄²⁻) が溶出すると、金属腐食を引き起こす。

¹⁰ 絶縁体の耐電圧を超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）で火山灰が溶融し、その後、冷えてタービンプ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8）。

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溶融した後冷えてタービンプ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。



タービンプ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_2O)であるが、その他に二酸化炭素(CO_2)、二酸化硫黄(SO_2)、硫化水素(H_2S)、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_4^{2-})は、金属腐食の要因にもなる。

図表8 火山灰の導電性、金属腐食性及び融点等 (甲D142・6頁)

(4) 噴火の発生と降灰のメカニズム

ア 噴火が発生すると、火砕物は、まず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。

大気と密度が平衡すると、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（「傘型噴煙」ないし「傘型領域」と呼ばれる）。

この拡がりは、多少風の影響を受けるものの、ある程度同心円状に拡がる
ことが知られており、1991（平成2）年のピナツボ噴火では、約60
km風上にまで傘型領域が広がったことが、調査によって明らかになっている
（図表9）。

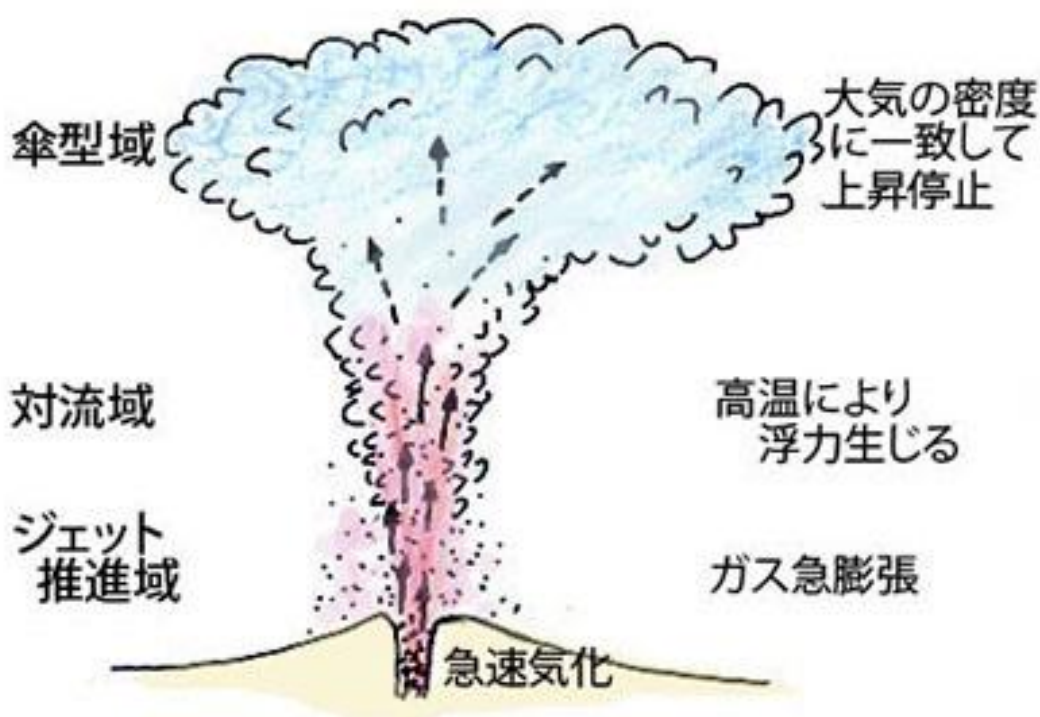
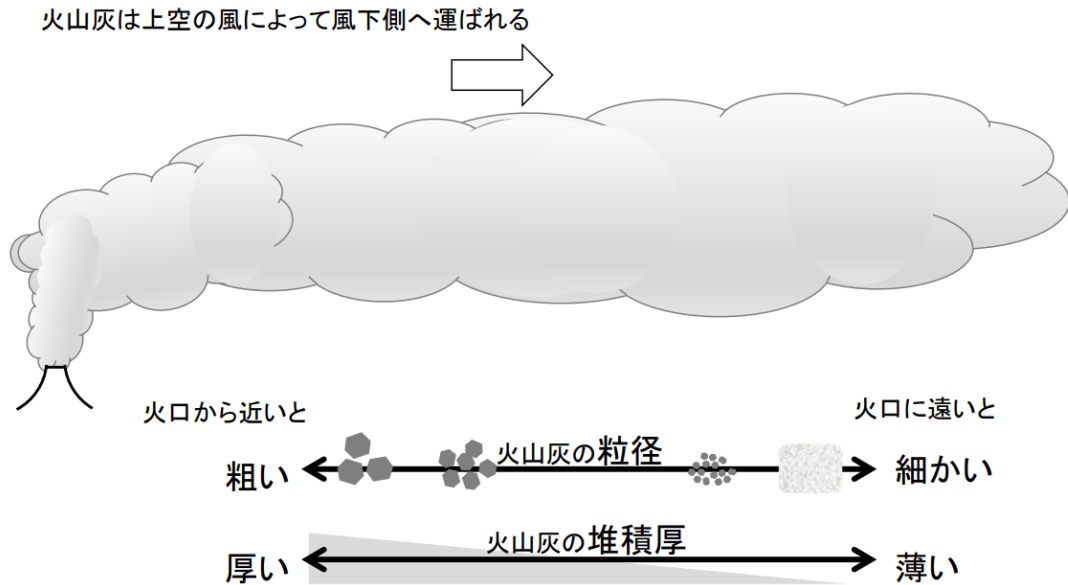


図8.1 噴煙柱の構造

図表9 噴煙柱と傘型領域の模式図

イ 火砕物は、この傘型領域から、重力等の影響によって地上に降下する。
その際、粒径が大きく重い火砕物は噴煙柱から近い距離で降下するのに対
し、粒径が小さく軽い火砕物（隙間の大きい軽石片を含む）はより遠方ま
で運ばれる（図表10）。

火山灰の特徴(1)



1

図表 1 0 火口からの距離の違いによる堆積物の粒径の違い (甲 D 1 4 2 ・ 1 頁)

ウ 大規模噴火による降灰は、風の影響を受けながらも、極めて広範囲に堆積する。例えば、阿蘇 4 テフラ (A s o 4) は、北海道でも 1 5 cm ほどの厚さで分布している場所があるし、約 2 万 3 0 0 0 年前に鹿児島県の始良カルデラから噴出した始良 T n テフラ (A T) は、東北地方で厚さ 5 cm 以上の層をなしている。さらに、1 0 世紀に中国と北朝鮮の国境にある白頭山で起こった破局的噴火の火山灰も、東北や北海道で見ついている (このような堆積物は「広域テフラ」と呼ばれ、海水面の上昇下降がいつ起こったのかということや、活断層が動いて地震が発生した年代などを知る手掛かりにもなる)。

なお、火山灰層は、噴火直後に上から新しい地層が重なったような場所 (降灰当時の火山灰が比較的良好に保存されている場所) であっても、上部層の重みで圧縮されるため、一般的に、降灰当時の層厚は、現在の層厚よりも 2 倍程度厚かったと考えられている (したがって、密度も約 2 分の 1

になる)。これに加え、風化によって火山灰層が失われていることも多いため、現在の層厚から、噴火当時どの程度の層厚があったかを推測することは、実は容易ではない。例えば、現在40cmの層をなしているということは、降灰当時は2倍以上の層厚であった可能性は十分に存在する。

4 噴火と歴史

ここで、火山噴火が歴史上どのように社会に影響を与えたのか、社会通念によってこれを無視するという考えがいかに関知に基づくものであるのか、簡単に述べる。

(1) 過去の巨大噴火

ア 日本列島に暮らすようになった我々の祖先は、火を噴く火山に恐怖と畏敬の念を覚え、これを神として崇めてきた。日本神話における火山の神は女神イザナミである。日本国民は、古来、火山活動が人の命を奪う災害をもたらすとともに、温泉などの恵みをもたらすことを深く認識し、これを神として畏れ、敬ってきたのである。

イ 約7300年前に発生した鬼界カルデラの火砕流噴火では、西日本、特に九州の先史時代から縄文初期の文明が絶滅したと考えられている。文書には残されていないが、日本列島の住民は、すでに火砕流噴火による絶滅を経験しているのである（甲D146・20頁）。そして、この火山爆発の恐ろしい経験が、前述した日本の神話体系に大きな影響を与えているのではないかという研究も公表されている（蒲池明弘『火山で読み解く古事記の謎』文春新書）。

ウ 歴史時代に入って、535年にインドネシアのクラカタウ火山で発生したと推定される破局的噴火は、日本書紀にも気候の異変として記録されている。

エ 915年、十和田湖カルデラで大噴火が発生し（VEI 5）、大規模火砕流が発生して周囲20kmを焼き払った。噴出物は東北地方一帯を覆い、甚大な被害をもたらしたと考えられている。

オ 946年ころと推測されているが、北朝鮮と中国の国境付近にある白頭山が大噴火を起こした。これにより、わが国も大きな影響を受け、この時期の多くの降灰記録が寺社などの文献に残っている。

カ 火山が学問の対象となってから我々が経験した巨大噴火として、1883年のクラカタウ噴火（巨大噴火と破局的噴火の中間程度）、1991年のピナツボ噴火（巨大噴火の中で最も小さい規模）が挙げられる。火山学によって火山の詳細な観測がされるようになって以降、人類が破局的噴火を経験したことはない。

(2) 火山活動が活発な時期に突入している可能性があること

ア 日本における火山活動は、1000年に一度の活動期を迎えており、火山事象によるリスクを軽視することは、第二の福島第一原発事故につながり得る危険な発想である。

火山学においては、地震と噴火とは何らかの関連性を有するのではないかという仮説が指摘されている。869（貞観11）年に起きた貞観の大地震・大津波と、864（貞観6）年から866（貞観8）年にかけて発生した富士山の大規模な噴火活動、いわゆる貞観噴火（噴出物量は1.4 km³）との関係が想起される。

チリにおいても、史上最大のM9.5を記録した1960年のチリ地震が発生した2日後に、チリのコルドンカウジェ火山が噴火している。

東北地方太平洋沖地震は、貞観地震の再来ともいわれており、東北地方太平洋沖地震によって、日本列島が大活動期に入ったのではないかという指摘が、多くの識者からなされている。

イ 例えば、火山噴火予知連絡会の元会長であった東京大学名誉教授の藤井敏嗣氏も、過去の記録も踏まえて、最近の火山活動の活発化は『東日本大震災が起きたことが示しているように日本列島が活動期に入ったためではないか』と指摘する。

ウ また、2015（平成27）年1月31日日経新聞（甲D152）は、「国内の火山活動が活発さを増している」とし、「日本列島の歴史を振り返ると大規模な火山噴火や巨大地震が集中する時期がある。江戸時代中期の18世紀に、富士山の宝永噴火（1707年）をはじめ北海道・樽前山（1739年）や桜島の安永噴火（1779年）、浅間山の天明噴火（1783年）など大規模な噴火が続いた。山体崩壊による津波で火山災害としては歴史上最も多い約1万5000人の犠牲者を出した雲仙岳（長崎県）の噴火も1792年に起こっている。この時期の地震では富士山の宝永噴火の49日前に起きた宝永地震がマグニチュード（M）9前後と推定され、現在想定される南海トラフ地震と震源が重なると考えられている。他にも1703年に関東地方をおそった元禄地震などM8前後の地震がいくつも発生した。」と、地震と噴火の関係を指摘している。

エ このように、日本列島は、東北地方太平洋沖でのM9の巨大地震が起きたことにより、1000年に一度とされるような、段階を画する地震・火山爆発の多発期に突入しており、過去の地震発生・火山爆発の通常の頻度を大きく上回るリスクを予想して対応しなければならない状況に立ち至っている。

(3) 国際的な基準や安全目標との関係

ア わが国においては、過去12万年の間に9回の破局的噴火（噴出物量が100㎥を超える噴火）があったことが分かっている。つまり、1.3万年に一回の割合で起きたことになる。

また、これに巨大噴火（噴出物量が10km³を超える噴火）を含めると合計17回となり、破局的噴火と巨大噴火を合わせると、もっと短い7000年に一回の割合となる（甲D146・16～18頁）。

イ 原子力安全に関する国際的なスタンダードは、過酷事故の発生頻度を1炉年あたり 10^{-7} 以下に抑えることとされている。

そうすると、7000年に1回程度の割合で発生するという巨大噴火、破局的噴火については、本来、当然に考慮されなければならない事象である（原子力基本法や原子力規制委員会設置法に、原発の安全について、確立された国際的な基準を踏まえることが規定されており、国際基準を踏まえることは法の要請である）。

ウ また、国際基準のみならず、わが国においても、福島第一原発事故後、原規委が安全目標を定め、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について 10^{-6} 程度を超えないように抑制されるべきとされるに至った。

このことからしても、破局的噴火を無視することはあり得ない。社会通念によって破局的噴火のリスクを無視するというのは、法を蔑ろにする考えというほかないが、そのような考えが、裁判所の無知によって広がってしまった（もともと、事業者ですらこのような考えを主張していなかったのに、福岡高裁宮崎支部がこのような判断を行ったため、事業者や原規委は、安全目標をなかったことにしてこれに便乗する形となった）ことは実に嘆かわしい。

5 降灰による影響

(1) 降り積もった火山灰の特徴

降灰があった地域にどのような影響が生じるのかを検討するに当たり、まず、降灰の実情を説明しておく。

火山灰には、前述したような特徴がみられ、湿り気を帯びると導電性を持ったり、金属腐食性があったりするが、ここでは、降り積もった火山灰がどのような特徴を有するのか述べる。

降り積もった火山灰は、粒径によって特徴が異なる。細粒火山灰（シルト）では、水を含むと粘り気が出て、降雨後は固まり（こびりつきやすい）、乾くと粉塵となるという厄介な性質を持っている。赤城山の噴火はマグマ噴火となる可能性が高いが、本件原発敷地は約127km離れているため、細かい粒子の火山灰が多くなり、細粒火山灰の特徴がよくあてはまると考えられる（図表11）。

火山灰の粒径による特徴と生じる状況のイメージ

	細粒火山灰		粗粒火山灰	火山礫・火山岩塊
	粘土	シルト		
特性	✓ 最初から粘着質で、水を含むとさらに粘り気が強くなる。 ✓ 乾燥すると固結しやすい。 ✓ 降水時には泥田ようになる。 ✓ 重い。水を含むとさらに重くなる。 ✓ 付着性が高く、こびりついて取りにくい。タイヤの溝を埋めて走行性能を著しく低下させる。	✓ 乾燥時はサラッとしているが、水を含むと粘り気が出る。 ✓ 降雨後は固まりやすいが、乾くと砕けて粉塵として舞う。 ✓ 重い。水を含むとさらに重くなる。 ✓ 付着性はやや高く、こびりつきやすい。	✓ 砂状であるため、細粒火山灰と比べると水を含んでも固まりにくい。サラッとしている。 ✓ 軽石質の火山灰は空隙が多いため、水を含むと重くなる。 ✓ 付着性は低い。	✓ 小石から岩塊状である。 ✓ 重量があると、人体損傷や構造物に被害が生じる。 ✓ 軽石質の場合は空隙が多いため、水を含むとより重くなる。 ✓ 付着性はない。
噴火事例	水蒸気噴火で生じる。 (例) 平成12年有珠山噴火、平成26年御嶽山噴火 等	マグマ水蒸気噴火や火砕流からの灰かぐらで生じる。 マグマ噴火の遠方相でもみられる。 (例) 平成12年三宅島噴火、平成3年～雲仙普賢岳噴火 等	マグマ噴火で生じやすい。 (例) 平成23年新燃岳噴火 等	マグマ噴火で生じる。水蒸気噴火では火口近傍で顕著にみられる。 (例) 昭和52年有珠山噴火、平成26年御嶽山噴火 等
主な被害の例	<噴火中～噴火直後> ✓ 自動車のスリップ、スタック(H12.3～有珠山) ✓ 碑子への付着による短絡停電(H28.10 阿蘇山) <噴火後> ✓ 側溝、下水道管の目詰まり(H12.6～有珠山)	<噴火中～噴火直後> ✓ 自動車のスタック(H12.8～三宅島) ✓ 碑子への付着による短絡停電(H28.10 阿蘇山) <噴火後> ✓ 側溝、下水道管の目詰まり(H12.6～有珠山) ✓ 泥流、土石流(H12～三宅島)	<噴火中～噴火直後> ✓ 自動車のスタック(H12.8～三宅島、S52.8 有珠山) <噴火後> ✓ 側溝、下水道管の目詰まり(H12.6～有珠山)	<噴火中～噴火直後> ✓ 人的被害(負傷・死亡)(H26.9御嶽山) ✓ 建物損傷・倒壊(T3 桜島) <噴火後> ✓ 道路埋没(S52.8 有珠山、H23.1 新燃岳)
状況				

北海道開発局室蘭開発建設部資料(有珠山2000年)

撮影: 陶野郁雄氏

鹿児島県立博物館資料(桜島1914年)

4

図表11 降り積もった火山灰の特徴（甲D142・4頁）

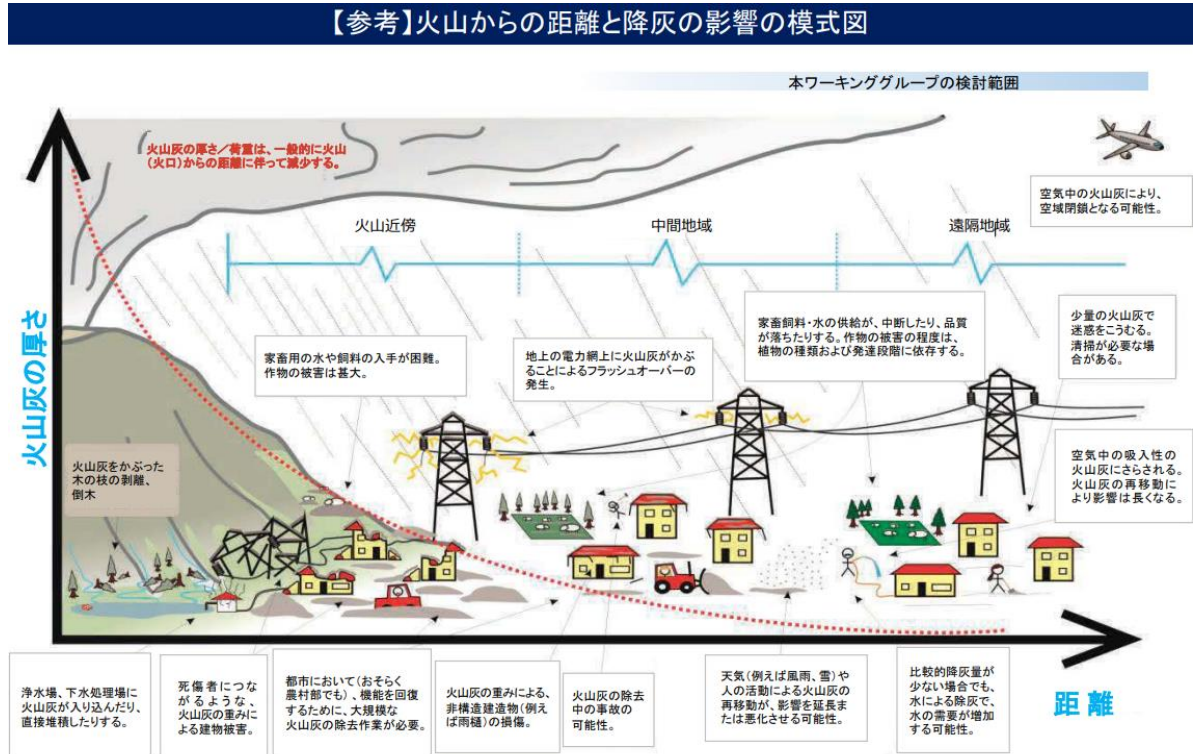
(2) 降灰による環境への一般的影響

では、降灰によって、環境にどのような影響があるか。

甲D142号証には、火山からの距離と降灰の影響についての全体的な模

式図が示されている。

火山の近傍に留まらず、中距離・遠距離の地点においても、停電や建造物の損傷、水の入手が困難になりかねないこと、再飛散による影響の長期化などが指摘されている（図表 1 2）。



火山からの距離と降灰の影響の模式図 (Willson et al. (2015)を元に内閣府和訳・加筆)

12

図表 1 2 火山からの距離と降灰の影響の模式図（甲 D 1 4 2 ・ 1 2 頁）

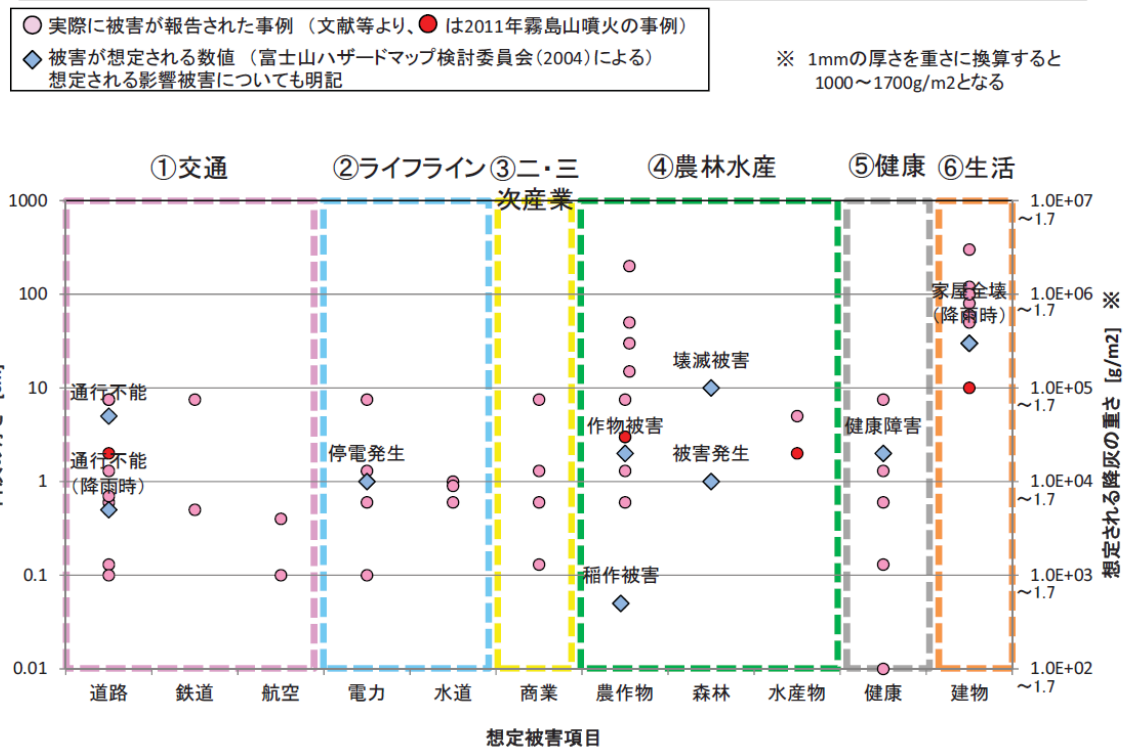
また、原告準備書面（6 3）も引用した富士山噴火の被害想定報告書を基に、火山灰による一般的な被害を概説する。ここで想定された東京での降灰の厚さは、数 cm から 1 0 cm 程度であるが、わずか 1 0 cm 程度の降灰によって深刻な被害が発生することが理解できる。

ア 気象庁の調査報告によると、基本的に、1 cm に満たない降灰でも交通やライフラインに影響が出始め、1 0 cm を超えると、交通、ライフライン、産業及び健康等に対し極めて重大な影響が生じ、社会・経済活動がほぼ不

能となるとされている（図表 1 3）。

降灰の厚さ・重さから見た分野別被害状況

降灰による被害は分野・項目ごと降灰量(厚さ・重さ)ごとに様々発生している



図表 1 3 甲 D 2 0 3 ・ 気象庁作成の降灰による被害の予測（全体）

特に、原発との関係では、道路、電力及び商業に対する被害が重要である。

道路については、細かい火山灰は滑りやすく、とくに雨が降るとぬかるみ状態になり、スリップ事故が多発する。また、風や車によって巻き上げられ、空気中を漂う火山灰が視界を遮る。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（図表 1 4）。

降灰の厚さ・重さから見た分野別被害状況(1-1. 道路)



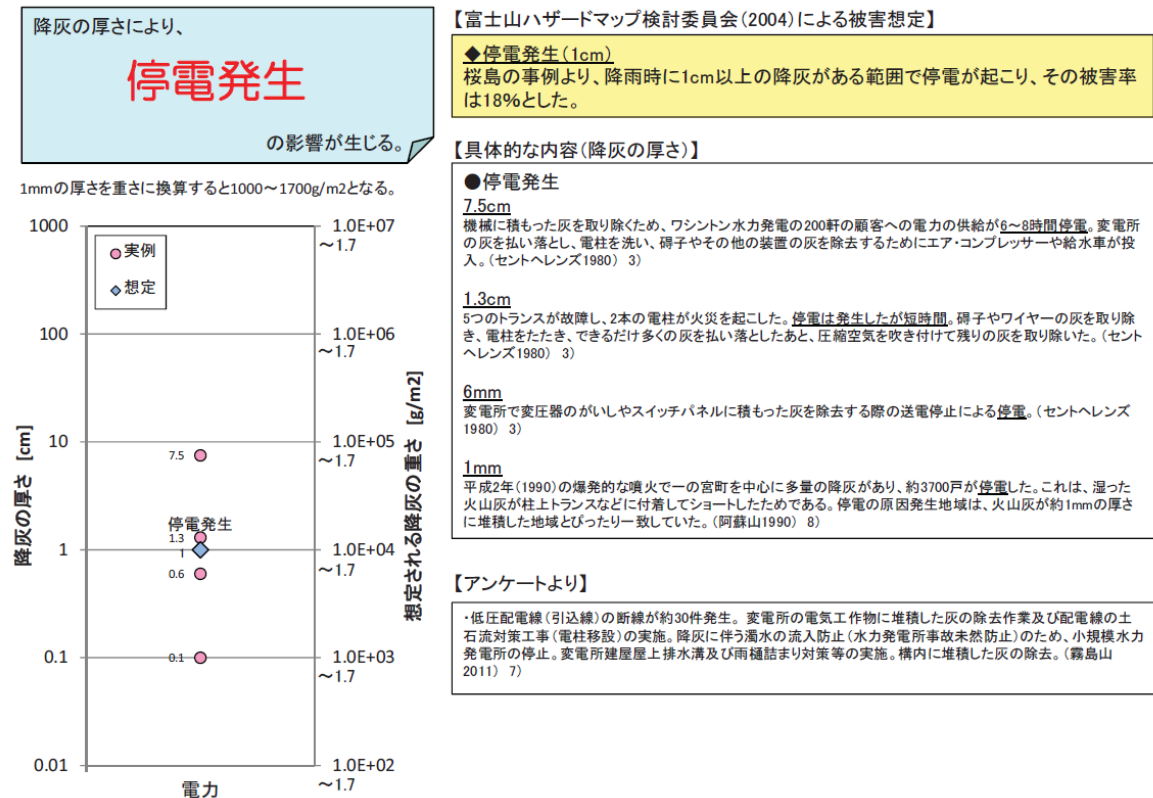
図表 1 4 甲 D 2 0 3 ・気象庁作成の降灰による被害の予測(道路)

ウ 電力に関し、湿った火山灰は、前述のとおり導電性があり、碍子の部分で漏電が起きて停電を引き起こす。また、電線や電柱に積もった火山灰の荷重により、同時多発的に送電線が切れたり、電柱が倒壊したりすることが考えられる。

外部電源が喪失すると、非常用電源に頼らざるを得ないが、非常用ディーゼル発電機(以下「非常用DG」という。)は、外から大量の空気を取り込んで燃料を燃やして発電しており、航空機のエンジントラブルと同様、これが非常用DGの機関内に侵入すれば故障の原因となる。そうならないように、非常用DGの空気取入口にはフィルタが付いているが、空気中に浮遊する大量の火山灰を吸い込んで目詰まりを起こし、すぐに使い物にならなくなることが予想される(以上、図表15)。

非常用電源の喪失が深刻な事態に直結することは福島第一原発事故の経過から明らかである。

降灰の厚さ・重さから見た分野別被害状況(2-1. 電力)



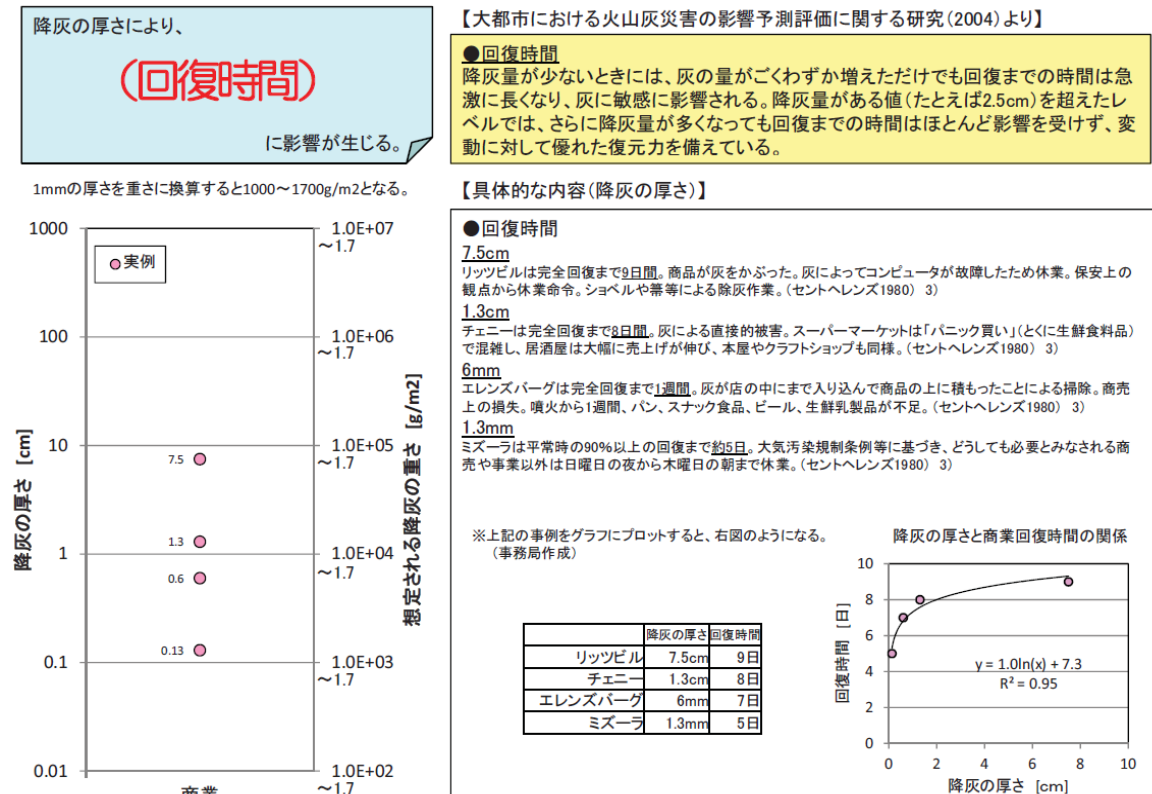
図表 1 5 甲 D 2 0 3 ・気象庁作成の降灰による被害の予測(電力)

エ 産業に関し、火山灰が製造業、商業、サービス業などさまざまな産業に与える影響については、計り知れないものがある。道路、鉄道、電気、水道などのライフラインの障害によって物資や人の供給が止まり、ほとんどの産業が操業・営業不能に陥るであろう。

ここでは、コンピュータの障害についても触れておく必要がある。火山灰は静電気を帯びることがあるが、コンピュータなどの電子機器も静電気を発生するため、室内に漂う細かい火山灰が空気の吸入口などからコンピュータや電子機器の内部に侵入する。この火山灰が基板の上や電気回路に付着すると、コンピュータが誤作動を起こしたり故障したりする可能性が

ある（図表 1 6）。

降灰の厚さ・重さから見た分野別被害状況(3. 商業)



図表 1 6 甲 D 2 0 3 ・ 気 象 庁 作 成 の 降 灰 に よ る 被 害 の 予 測 （ 商 業 ）

オ このほか、健康障害として、火山灰はいわば細かな尖ったガラスの欠片であり、また、積もりたての火山灰の粒子の表面には硫酸や塩酸などの酸性物質が付着しているため、こうした火山灰を吸い込むと、鼻やのどの炎症を起し、呼吸器疾患のある人は症状が悪化する。火山灰を長時間吸い込むと、^{けいはい}珪肺という病気の原因になることもある。さらに、目に入ると角膜を傷つけ、角膜剥離や結膜炎を引き起こすため、高濃度下においてはゴーグル等の装着が不可欠である。

カ 建物に対する影響として、前述したとおり、火山灰の密度は雪の約 1 0 倍であり、さらに雨などの水を吸うと、約 1. 5 倍の重さになる。古い木造家屋や耐久性の低い建物は倒壊する危険性がある。

降下火砕物の荷重に対して、安全上重要な施設の建屋が健全性を保てるかどうかは深刻な問題である。

キ 鉄道・航空機

火山灰は、鉄道にとってもさまざまな面で障害となる。

架線に積もった火山灰は漏電や架線の切断の原因になり、停電によって鉄道システム全体がダウンしてしまうにもかかわらず、ほとんどの鉄道会社は火山灰対策をしていない。

また、火山灰が航空機に与える影響については、2010（平成22）年のアイスランドの噴火と、1982年のインドネシアの噴火が参考になる。アイスランドの噴火では、大量の火山灰が噴き上げられヨーロッパの上空を広く覆ったため、約30か国で空港が閉鎖され多くの便が欠航になるなど、一週間以上にわたって大きな混乱が生じた。その被害総額は、17億ドル（当時のレートで約1600億円）に達したといわれている。

インドネシアの噴火では、ジャワ島上空で噴煙に巻き込まれたブリティッシュ・エアウエイズのボーイング747型機のジェットエンジン4基全てが停止したが、パイロットや機関士の懸命の努力でかろうじてエンジンの再始動に成功し、無事帰還した。

ク 浄水場に降り積もった火山灰は、沈殿池に堆積し、濾過用の砂などに付着して目詰まりを起こし、濾過ができなくなることが予想される。私たちが利用する水道水の大半は川や湖の水を浄化处理しているが、取水口から取り込むこれらの水にも大量の火山灰が含まれるため、長期にわたって取水・濾過不能となり、浄水場は機能を発揮できなくなる。たとえ火山灰の降灰がやんでも、あちらこちらでたびたび発生する泥流で、川や湖の水は長期間濁り続けると思われる。

ケ 前述のとおり、大気中に噴き上げられて漂う火山灰は、静電気を帯びている。静電気を帯びた火山灰は、電波障害を起こす。

コ 火山灰による農作物や森林の被害については、今までにさまざまな報告がある。

それによると、畑作物は2 cm、稲作はたった0.5 mmの降灰で一年間収穫ができなくなる。10 cmの降灰では、農地の生産が回復するまでに10年近い年月を要すると見込まれている。

(3) 原発に対する影響

このように、降下火砕物による原発施設に対する影響は極めて多岐にわたり、そのいずれに対しても適切に対応することには多くの問題がある。原告らが特に問題とする点は、このうち、外気取入口からの火山灰の侵入に対して、換気空調系のフィルタが目詰まりなどによって有効に機能せず、①侵入した降下火砕物が電気系・計装制御系に付着して機能喪失を起こす点、②中央制御室の居住環境に悪影響が出る点、③非常用DGの吸気フィルタの目詰まりにより同発電機が機能喪失する点、④同吸気フィルタを潜り抜けて侵入した降下火砕物によって、非常用DGが閉塞、摩耗等を起こして機能喪失する点、⑤長期の外部電源喪失及びアクセス障害の点である。

特に、③ないし⑤の点に関し、外部電源が喪失すれば、基本的に、非常用電源によって冷却機能を維持することになるが、非常用DGが正常に機能することは冷却維持にとって文字通り命綱となる。しかし、火山灰などの降下火砕物により、この非常用DGの吸気フィルタが目詰まりを起こし、あるいは、発電機内に侵入して閉塞・摩耗させることにより、機能の喪失を起こす可能性がある。

また、他方で、火山灰などの降下火砕物は、原発敷地における最大層厚がどの程度であるか（降下した絶対量）だけでなく、その大気中濃度が大きければ大きい（短期間に集中して降下する）ほど、目詰まりや機器の損傷を起こしやすく、機器等に大きな影響を与える。従って、火山灰の侵入による影

響を判断するためには、火山灰の大気中濃度の検討が必要となる。

そこで、i 最大層厚の程度、ii 降下火砕物の大気中濃度、iii 非常用ディーゼル発電機の損傷の点について、被告の評価が保守的なものとなっているかどうか検討する必要が出てくる。

(4) 原発が稼働しているかどうかが決定的に重要となること

以上見たとおり、厚さ10cm程度の火山灰が降灰しただけで、市民生活は壊滅的な打撃を受け、産業活動は停止に至ることが分かる。その5倍にあたる50cmの降灰があれば、人が車で移動することもできなくなる。食料や水、物資の不足による飢餓、健康障害、多発する泥流や洪水などによって、被災地域の住民の大半が、一時的に生存の危機に立たされるであろう。

もともと、火山事象による影響下に原発がなければ（あるいは原発が冷温停止状態になっていれば）、それは深刻ではあるものの復旧・復興が可能な自然災害にすぎない。しかし、その被災地域に原発が位置し、その原発の燃料（使用済燃料を含む）の冷却ができなくなり、燃料溶融と放射能拡散が起きたとすれば、火山災害と重畳して、福島第一原発事故すら比較にならないほどの甚大な放射能災害が広範な地域を襲うこととなる。人々の多くが死に絶え、たとえ生き延びられたとしても、荒廃した国土で生活を営むことは困難となるであろう。また、復旧・復興も半永久的に困難となり、わが国は、文字どおり国土の一部を失う。大火山災害が起きたときに原発が稼働していたかどうかによって、住民の、そしてわが国の未来は決定的に異なるものとなるであろう。

第3 火山ガイドの概要

1 はじめに - 2011（平成23）年3月11日大震災以前には、火山リスクについて明確な審査基準がなかったこと

炉規法43条の3の8第2項が準用する同法43条の3の6第1項第4号は、許可（変更）許可の条件として、原子炉等による「災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準に適合するものであること」が規定されている。

これを受けて原規委が定めた、実用発電用原子炉及びその附属設備の位置、構造及び設備の基準に関する規則6条1項では、「安全施設は、想定される自然現象（地震、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。」と規定している。設置許可基準規則の解釈6条2項によると、「想定される自然現象」には「火山の影響」も含むとされているが、設置変更許可申請のうち火山の影響について同条項の規定を満たすものであるかどうかを判断する具体的な審査基準は存在していなかった。

2 2013（平成25）年の火山ガイド制定

原規委が、火山の及ぼす影響について具体的な震災基準を定めて公表したのは、2013（平成25）年6月のことであった。すなわち、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」（甲D57）であり、「火山ガイド」と呼ばれている。

なお、その後、火山ガイドは2017（平成29）年11月29日に改正され（甲D58、規制委員会「火山影響評価ガイドの一部改訂について」）、同年12月14日施行された（甲D59）。

また、2019（令和元）年12月18日にも改正されている（**甲D202**）。以下、特に2019年改正後の火山ガイドを、「新火山ガイド」と呼ぶことがある。ただし、この改正は主に立地評価に関わるものであり、本件訴訟に影響する改正はされていない。本件との関係では、むしろ2017年改正が重要で

ある。

3 火山ガイドの概要

新火山ガイドは、全部で7章からなっているが、以下、その概要を述べる。

(1) 第1章「総則」（1頁以下）

第1章では、火山ガイドの位置づけや適用範囲のほか、様々な用語の定義を記載している。第2で述べたもののほか、基礎知識として重要と思われるものをいくつか挙げておく。

① 「原子力発電所の運用期間」（火山ガイド1. 4(4)項）

原子力発電所の運用期間は、「原子力発電所に核燃料物質が存在する期間」とされている。過去の裁判例においてもしばしば事実誤認がみられるが、原則として40年とされる「運転期間」とは全く異なる概念である。

② 「第四紀及び完新世」（火山ガイド1. 4(5)項）

「第四紀」とは、「地質時代の1つで、約258万年前から現在までの期間」をいう。

第四紀は、図表17のとおり、「更新世」と「完新世」に、更新世はさらに前期、中期及び後期に区分される。火山ガイド上は、完新世は「約1万1700年前から現在までの期間」とされる。

区分				期間
第四紀	更新世	前期	ジュラシアン期	258万8000年前～180万6000年前
			カラブリアン期	180万6000年前～78万1000年前
		中期		78万1000年前～12万6000年前

	後期	12 万 6000 年前～1 万 1700 年前
	完新世	1 万 1700 年前～現在

図表 1 7 第四紀の時代区分

(2) 第 2 章「本評価ガイドの概要」（5 頁以下）

ア 立地評価（フロー図上段）

新火山ガイドは、火山影響評価について、図表 1 8 にしたがって、「立地評価」と「影響評価」の 2 段階で行うこととしている。

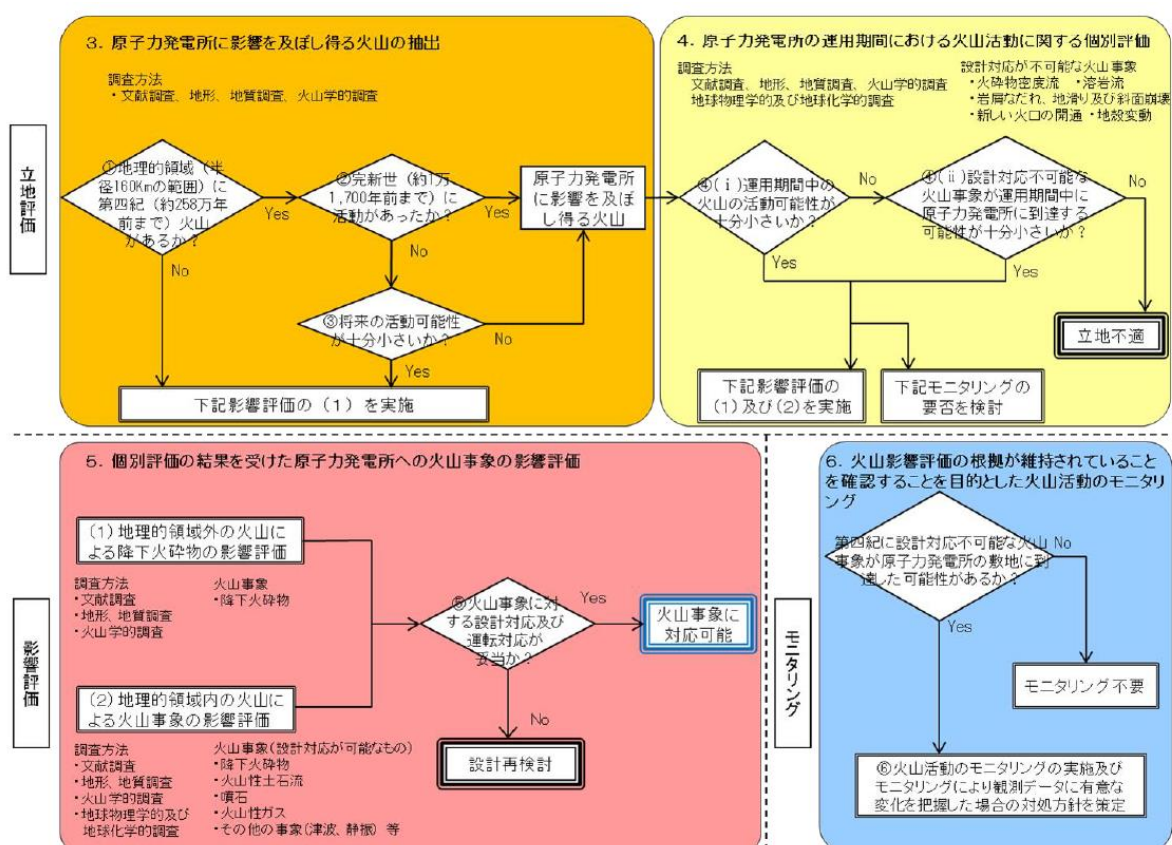


図 1 本評価ガイドの基本フロー

図表 1 8 新火山ガイドのフロー図（甲D202・24頁）

立地評価では、まず原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出を行う（フロー図左上の濃い黄色部分。新火山ガイド第3章）。次いで、抽出された火山の火山活動に関する個別評価を行う（フロー図右上の薄い黄色部

分。新火山ガイド第4章）。この個別評価では、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いえるか否かの評価が行われ、これが十分小さいと評価できない場合には立地不適とされる。

イ 影響評価（フロー図下段左側）

影響評価では、個々の火山事象に対する設計対応及び運転対応の妥当性について評価が行われ（フロー図左下の赤色部分。新火山ガイド第5章），設計が妥当ではないと判断されれば改めて設計が再検討されることとなる。本件で特に問題となっているのは、影響評価である。

ウ モニタリング（フロー図下段右側）

モニタリング（フロー図右下の青色部分。新火山ガイド第6章）については、旧火山ガイドでは立地評価の中に位置づけられていたが（図表19）2019年改正により、「火山影響評価のほか、評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認することを目的」として実施方針及び対処方針を策定するとされ（新火山ガイド2項），位置づけが変更されている。

エ 「地理的領域」について

火山ガイドにおける「地理的領域」の定義は、従来、第1章の定義規定の中にあつたが（旧火山ガイド1.4(5)項。甲D59・2頁），新火山ガイドでは、第2章の解説-1.に変更されている。

解説-1.によれば、「地理的領域」とは、「火山影響評価が実施される原子力発電所周辺の領域」であり、具体的には、「原子力発電所から半径160kmの範囲の領域」とされ、内容に変更はない。降下火砕物の影響につ

いては、地理的領域外であっても火山影響評価が実施される。

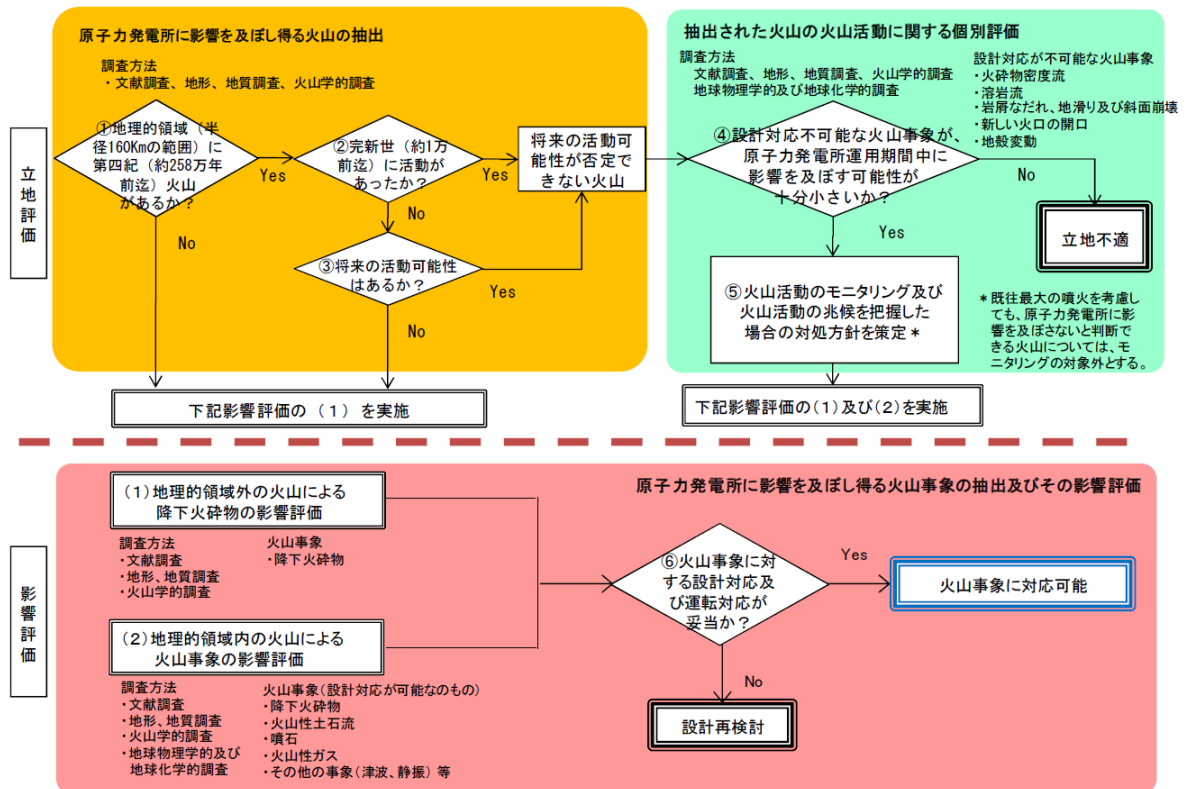


図 1 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の基本フロー

図表 1 9 旧火山ガイドのフロー図（甲 D 5 9 ・ 2 3 頁）

(3) 第 3 章「原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出」（ 6 頁以下）

第 3 章では、原発に影響を及ぼし得る火山を抽出する方法について述べている。

まず、原発の地理的領域（原発から半径 1 6 0 km の範囲の領域）に対して、文献調査等で第四紀に活動した火山を抽出し（図表 1 8 の①の部分）、抽出した第四紀火山について、文献調査、地形・地質調査及び火山学的調査を行い、火山の活動履歴、噴火規模及びその影響範囲等を把握する。

次に、将来の火山活動可能性の評価を行う。すなわち、地理的領域にある第四紀火山のうち、①完新世における活動の有無を確認し、完新世に活動を行った火山については、将来活動の可能性のある火山とする（図表 1 8 の②

の部分)。②完新世に活動を行っていない火山については、文献調査等を基に、当該火山の第四紀の噴火時期、噴火規模、活動の休止期間を示す段階ダイヤグラムを作成し、より古い時期の活動を評価する(図表18の③の部分)。

その結果、将来の火山活動可能性が十分小さいと判断できる場合は、第4章の個別評価の対象としない(第5章の地理的領域外の降下火砕物の影響について評価することになる)。それ以外の火山は、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として、第4章の個別評価の対象となる。

なお、この点については、旧火山ガイドでは、「将来の活動可能性が無い」と判断できる場合に個別評価の対象外とされていたが(旧火山ガイド3.3(2)項)、「活動可能性が十分小さい」へと要件が緩和されている。

(4) 第4章「原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価」(9頁以下)

第4章は、第3章で抽出された原発に影響を及ぼし得る火山(このような火山を「検討対象火山」という。)について、設計対応が不可能な火山事象が原発の運用期間中に影響を及ぼす可能性の評価を行う。評価に当たっては、過去の火山活動履歴とともに、必要に応じ、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ている。

本件では問題とならないため、必要な範囲でのみ説明する。

ア 設計対応不可能な火山事象(4.1項)

設計対応不可能な火山事象については、検討対象火山と原発との間の距離が図表20に示す距離より大きい場合、その火山事象を評価の対象外とすることができる(図表20の2, 3, 4, 8及び11の5事象が設計対応不可能な火山事象である)。

表 1 原子力発電所に影響を与える可能性のある火山事象及び位置関係^{注1}

火山事象	潜在的に影響を及ぼす特性	原子力発電所との位置関係
1. 降下火砕物	静的な物理的負荷、気中及び水中の研磨性及び腐食性粒子	注 2
2. 火砕物密度流：火砕流、火砕サージ及びプラスト	動的な物理的負荷、大気の過圧、飛来物の衝撃、300℃超の温度、研磨性粒子、毒性ガス	160km
3. 溶岩流	動的な物理的負荷、洪水及び水のせき止め、700℃超の温度	50km
4. 岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊	動的な物理的負荷、大気の過圧、飛来物の衝撃、水のせき止め及び洪水	50km
5. 土石流、火山泥流及び洪水	動的な物理的負荷、水のせき止め及び洪水、水中の浮遊粒子	120km
6. 火山から発生する飛来物（噴石）	粒子の衝突、静的な物理的負荷、水中の研磨性粒子	10km
7. 火山ガス	毒性及び腐食性ガス、酸性雨、ガスの充満した湖、水の汚染	160km
8. 新しい火口の開口	動的な物理的負荷、地盤変動、火山性地震	注 3
9. 津波及び静振	水の氾濫	注 4
10. 大気現象	動的過圧、落雷、ダウンバースト風	注 4
11. 地殻変動	地盤変位、沈下又は隆起、傾斜、地滑り	注 4
12. 火山性地震とこれに関連する事象	継続的微動、多重衝撃	注 4
13. 熱水系及び地下水の異常	熱水、腐食性水、水の汚染、氾濫又は湧昇、熱水変質、地滑り、カルスト及びサーモカルストの変異、水圧の急変	注 4

(参考資料：IAEA SSG-21 及び JEAG4625)

注 1：噴出中心と原子力発電所との距離が、表中の位置関係に記載の距離より短ければ、火山事象により原子力発電所が影響を受ける可能性があるものとする。

注 2：降下火砕物に関しては、原子力発電所の敷地及び敷地付近の調査から求められる単位面積あたりの質量と同等の火山灰等が降下するものとする。

注 3：新しい火口の開口については、原子力発電所の運用期間中に、新しい火口の開口の可能性を検討する。

注 4：火山活動によるこれらの事象は、原子力発電所との位置関係によらず、個々に検討を行う。

図表 2 0 新火山ガイド表 1（甲 D 2 0 2・2 3 頁）

イ 個別評価

個別評価は、検討対象火山の活動可能性と、到達可能性という観点から行われる。

(5) 第 5 章「個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価」（11 頁以下）

ア 影響評価の概要

第 5 章は、設計対応可能な火山事象に関する影響評価を定めている。

これは、原則的に、原発の運用期間中において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、原子力発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象を抽出し、その影響評価を行うというものである。

ただし、降下火砕物については、地理的領域外からの影響も無視できな

いことから、第3章の火山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当たりの質量と同等の火砕物が降下するものとしている。この場合、噴出源が同定でき、その噴出源が将来活動する可能性が否定できる場合には、考慮対象から除外される。

評価の対象となる火山事象は、図表20の1, 5, 6, 7, 9, 10, 12及び13の8事象である。

このうち、本件で特に問題となるのは降下火砕物であるため、以下、降下火砕物の評価に限って詳述する。

イ 降下火砕物の一般的影響

降下火砕物の一般的影響は、前述したとおりであるが、火山ガイドの規定も簡単に触れておく。

(7) 直接的影響

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るとされている。直接的影響としては、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。

また、降雨等によって、静的負荷を著しく増加させる可能性がある、つまり、灰が水を含むと乾燥状態よりも著しく重くなることを指摘している（前述のとおり、1.5倍程度になるといわれている）。

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が含まれている（以上、甲D202・5.1(1)項(a)）。

(イ) 間接的影響

間接的影響としては、原発周辺の社会的インフラに影響を及ぼすため、広範囲な送電網の損傷による長期の外部電源喪失や原子力発電所へのアクセス制限事象が発生し得ることも考慮するとされている（甲D 202・5. 1(1)項(b)）。

ウ 降下火砕物の影響評価

降下火砕物の影響評価では、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、それらの原子炉施設又はその附属施設への影響を評価し、必要な場合には対策がとられ、求められている安全機能が担保されることを評価することとされている（甲D 202・5. 1(2)項）。

直接的影響に関する確認事項としては、

- 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。

また、間接的影響に関する確認事項としては、原子力発電所外での影響（長時間の外部電源の喪失及び交通の途絶）を考慮し、燃料油等の備蓄又は外部からの支援等により、原子炉及び使用済燃料プールの安全性を損な

わないように対応が取れることを挙げている（**甲D 2 0 2・5. 1 (3)項**）。

エ 現在の層厚と降灰時の層厚の関係

降下火砕物の影響評価において重要なのは、堆積量について、「降下火砕物は浸食等で厚さが低く見積もられるケースがあるので、文献等も参考にして、第四紀火山の噴火による降下火砕物の堆積量を評価する」とされている点である。前述のとおり、原発の敷地及びその周辺調査で、10 cmの火山灰層が確認された場合には、それが数千年～数万年前の噴火による地層であるときは、噴火当時は、少なくとも20 cmの降灰（前記風化・浸食等の影響を考慮すればさらに厚い可能性もある）があった可能性があるのである。

(6) 第6章「火山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」（20頁以下）

第6章は、火山活動のモニタリングについて定めている。

旧火山ガイドは、第5章において、立地評価の中でモニタリングを定めていたが、新火山ガイドでは第6章に変更されている。

モニタリングは、評価時から評価の根拠が維持されていることを確認することを目的として行われ、観測データに有意な変化を把握した場合には、状況に応じた判断・対応を行うとしている。

本件では争点と関係がない項目であるため、詳述はしない。

(7) 第7章「附則」（22頁以下）

第7章は附則であり、このガイドに掲げる評価方法以外であっても妥当性が適切に示されればその方法を用いてよいこと、ガイドは、新知見の蓄積に応じて、それらを適切に反映するよう見直していくことが記載されている。

4 2017（平成29）年の火山ガイド改正

(1) 他の原発訴訟における住民らの訴え

ア 2013（平成25）年6月に火山ガイドが作成されると、各地で行われている原発訴訟において、火山ガイドの内容の適否、及び火山ガイドに基づく審査の適法等が争われるようになった。

イ 主な争点は、①噴火規模の過小性（噴火の予測可能性、最大規模の設定の不合理性、巨大噴火を社会通念上無視ないし軽視してよいかなど）、②降下火砕物の最大層厚の過小性（噴煙柱高度や風速、風向について不確かさの考慮が不十分であることなど）、③降下火砕物の大気中濃度の過小性（不合理な参考値を用いてきたことなど）、④降下火砕物の施設への影響の非保守性（荷重、冷却系への影響（吸水口の閉口など）、吸気系への影響（非常用ディーゼル発電機の閉塞・摩耗、焼付・固着など）、配電系への影響及び居住区間への影響）などである。

本件では、このうち、②、③及び④が問題となっている。

ウ これらの裁判の過程で火山ガイドの不備・影響の過小評価が明らかにされることとなり、伊方3号機仮処分事件で2017（平成29）年12月13日広島高等裁判所は阿蘇カルデラの火砕流が伊方原発に到達する可能性を認め、原子力規制委員会が策定した「火山ガイド」に基づいて「立地不適」とし、その運転を差し止める決定を出すに至った。また降下火砕物の層厚の想定（15cm）も過小とし、これを前提として算定された大気中濃度の想定（約3.1 [g/m³]）も過小であると断じた（経過の詳細は、甲D5・海渡雄一「伊方原発広島高裁決定の意義と今後の課題」判時2357・2358合併号参照）。

エ 大気中濃度の評価をめぐっては、2010（平成22）年のアイスランド・エイヤヒャトラ噴火の際の気中濃度（ヘイマランド観測値≒0.00

3 [g/m³]) は、層厚がわずか5 mmの地点の、PM10 (粒径が10 μm未満の粒子) の再飛散値 (噴火から約3週間後の数値) で、到底参考に値しない数値であることが明らかとなった。また1980 (昭和55) 年のアメリカ・セントヘレンズ噴火の際のヤキマ観測値≒0.03 [g/m³] という気中濃度も、層厚8 mm地点の測定値で、機器の測定限界もあったことが明らかとなった。

(2) 電中研報告

加えて、2016 (平成28) 年4月に電力中央研究所による「数値シミュレーションによる降下火山灰の輸送・堆積特性評価法の開発 (その2)」が発表され、富士宝永噴火における横浜 (降灰実績16 cm) での火山灰濃度は1000 [mg/m³] (=1 [g/m³]) となり得るというシミュレーション結果が示された。またセントヘレンズ噴火の際のヤキマ観測値 (0.03 [g/m³]) は、採取器が高濃度に対応できる設計でなかったものであることが指摘され、実際はより高い濃度であった可能性が否定できないことが示された。

いずれも事業者が参照してきた気中濃度評価が過小評価であり、原規委が審査時にはそれを見抜けなかったことが、裁判によって明らかにされたのである。これが「世界最高水準」 (安倍首相) という原規委・原規庁の「最新の科学的知見」のレベルであった。

(3) 2017 (平成29) 年11月の火山ガイド改正

ア 一連の裁判及び電中研報告が出て、原規委は火山ガイドの見直しをせざるを得ない事態に至った。

2013 (平成25) 年6月19日の火山ガイド制定後、2016 (平成28) 年10月5日第35回原規委会合において、降下火砕物の気中濃度に関し、電中研報告等について収集・分析や研究を進め、規制へ反映す

るか否かを判断する必要があるとの指摘が出されたことなどを踏まえて、
2017（平成29）年1月25日第57回及び同年2月15日第61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、「検討チーム」という。）が設置された。

イ 検討チームは、2017（平成29）年3月29日から3回の会合を開
催し、①原子力発電所敷地における気中降下火砕物濃度の評価の考え方、
②機器への影響評価の考え方について検討を行い、原規庁より「気中降下
火砕物濃度の推定の考え方」（甲D61）が示された。この中では、気中
降下火砕物濃度の推定方法として、

① 観測値の外挿による推定する方法

② 灰継続時間を仮定して堆積量から推定する方法

（② - a 堆積量実測値，② - b 堆積量シミュレーション値）

③ 数値シミュレーションにより推定する方法（FALL3Dモデル
計算）

の3つが示された。

ウ 検討チームは、同年7月19日第25回原規委会合において「気中降下
火砕物に係わる規制の考え方」を報告し、同委員会において、同報告に基
づいて規則等の改正を行うことが了承された。原規委は、2017（平成
29）年11月29日、火山ガイドを改正し「気中降下火砕物濃度の推定
手法について」（甲D59・27頁以下）を定めた。

エ 2017（平成29）年改正火山ガイドは、降下火砕物の直接的影響の
確認事項として、「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」の確認を求めている（火山ガイド6.1(3)項(a)）。これ自体は従前の
規定と変わっていないが、その解説に、「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用いる」との文言が付加され、また、気中降下火砕物濃度は、原発への「間接的な影響の評価にも用いる」とされた（解説-17.）。

つまり、2017（平成29）年改正火山ガイドにおいては、気中降下火砕物濃度を推定し、その濃度を踏まえた原発の安全について、設置変更許可段階でも審査・判断することが明示されたわけである¹¹。

オ 気中降下火砕物濃度の推定手法としては、「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」と「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つが規定され、そのいずれかの手法によって推定することとされた。そして、算出された気中濃度環境下における影響評価を行わなければならないとされた。

カ 本件訴訟との関係では、改正火山ガイドが定める気中降下火砕物濃度を推定する手法が、合理的なものか否かが問題となるとともに、本件原発で想定される層厚 50 cm での濃度はどの程度になるかが主要なテーマとなる。被告は層厚 50 cm で火山ガイド改正前の想定は 0.03 [g/m³] だったものを、火山ガイド改正によって 3.5 [g/m³] と 100 倍に引き上げざるを得なくなった（甲 D 63）。この点については、第 5 以下で検討する。

キ また、被告は、降下火砕物の気中濃度に関する問題について、保安規定（運用レベル）のみに係る問題であって、設置変更許可段階（基本設計レベル）で審査すべきものではないと述べているが、これは明らかな事実誤認である。

¹¹ 火山ガイド添付 1 の「気中降下火砕物濃度の推定手法について」には、「本手法により推定された気中降下火砕物濃度は、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」とされており、単に「運用」だけでなく、「設計」による安全施設の機能維持に関しても基準として用いられることが明示されている。

前述のとおり，気中降下火砕物濃度に関する問題は，火山ガイドの2017（平成29）年改正によって，設置変更許可の段階（基本設計レベル）でも判断されることが明らかにされた。すなわち，設置変更許可段階においても，気中降下火砕物濃度の推定がなされなければならないし，推定された濃度を用いて，外気取入口から侵入する降下火砕物の想定とその影響を確認しなければならないし，間接的影響評価も行わなければならない。

確かに，2017（平成29）年改正火山ガイドは，地震や津波と異なり，気中降下火砕物が降灰開始と同時に損傷等を引き起こすとは限らないという特色¹²を踏まえて，上述した安全施設の機能維持評価だけでなく，外気取入口の閉止等の運用面での対応（保安規定に関する部分）も含めて全体として対応することを求めているが，「全体として」とある以上（新規制基準の考え方358頁），保安規定のみで判断すればよい（設置変更許可で判断しなくてよい）ということではないことは明らかである。

第4 火山事象に関する司法審査の在り方

原発の民事差止訴訟である本件における司法審査の在り方については，総論的に述べているので，ここでは詳述はしないが，必要な限度で主張しておく。

1 民事訴訟における訴訟物と差止めの要件

(1) 保安規定変更認可申請の有無は本件訴訟物とは直接関係がないこと

改めていうまでもなく，本件の訴訟物は，人格権に基づく妨害予防請求としての原発の稼働差止請求であり，本来，行政手続たる設置変更許可処分とは無関係に，人格権侵害の具体的危険の有無が判断されるものである。

¹² なお，このような特色があること自体を否定するつもりはないが，さりとて，降灰開始後まもなく損傷等を引き起こす可能性は否定されていないことに注意を要する。

もつとも、原発については、その内在する危険の特異性¹³から、予め網羅的一般的にその設置・運転を禁止しておき、国の定める基準を充たした場合に例外的に禁止を解除するという許可制が採用されていること（つまり、適切な許可を得ずに設置・運転を行うことはそれ自体違法であること）などに照らし、人格権侵害の具体的危険の有無の判断に当たっては、原発の安全に関する基準の合理性、当該基準への適合判断の合理性が重要な間接事実となるため、争点整理においても、これら2点を中心に争点が整理されてきた。

しかるに、今般、被告は、進行協議期日における発言ではあるものの、火山事象のうち降下火砕物の気中濃度に関する原告らの主張に対して、降下火砕物の想定や対策は設置許可基準ではなく保安規定で判断されること、保安規定変更認可申請はまだ行っておらず、反論もできないかのように述べた。

しかし、本件は行政訴訟ではなく民事差止訴訟であるから、保安規定変更認可申請がされているか否かは間接事実にすぎず、火山灰の影響に対して本件原発の安全が確保され、人格権侵害の具体的危険がないといえるか否かこそが審理の対象とされる。

(2) 平穏生活保持権も人格権の一内容というべきこと

本件原発が過酷事故を起こすことによって侵害され得る原告らの利益は、生命、身体の安全、財産権のほか、地域の生活基盤そのものが破壊されることにより、個人がその地域において長年にわたって形成してきた人間らしい生活そのものの維持ができなくなること（平穏生活保持権）も含めた人格権の根幹部分である。

¹³ 日本弁護士連合会第57回人権擁護大会シンポジウム第1分科会の基調報告書によれば、原発の根本的危険性・特性として、①停止後も崩壊熱を発生し続けるために、他の技術であれば、事故後速やかに運転を停止すればそれ以上の被害の発生を止められるのに対し、原発では、事故後も冷却を続けられない限り事態が悪化していくという点、②科学技術から得られる知見に限界がある点（本件においても科学の不定性として述べた点）、③被害の激甚性の3つが挙げられている。このうち、③被害の激甚性としては、i 甚大性（コミュニティ全体の破壊を含む）、ii 不可逆性、iii 広範囲性及びiv 長期継続性が挙げられている（甲G2・49～51頁）。

これら人格権の根幹部分は、原発を稼働して経済的な利益を受けるという被告の利益（経済的自由）よりも価値の大きいものであり、本件原発の安全が確保されず、原告らの人格権が侵害される具体的な危険があると認められれば、人格権に基づく妨害予防請求としての差止めが認められる。

2 具体的危険の判断方法

原発による深刻な災害が万が一にも起こらないようにするという炉規法の趣旨に照らし、また、福島第一原発事故のような事故を二度と起こさないようにするという2012（平成24）年改正の趣旨に照らし、福島原発事故直前に差止請求がなされたと仮定した場合に「人格権侵害の具体的危険」が肯定されるような判断手法が採用されなければならない。

そこで、差止めの要件として「人格権侵害の具体的危険がある」とは、原発の安全が確保されてない可能性が否定できないことと捉えるべきである。

ここでいう「安全」の意義について、原告らとしても、ゼロリスクを求めるものではないが、原発事故が、事態の進展に伴ってますます悪化するという性質をもつこと（異常事態が発生した後も、「止める」「冷やす」「閉じ込める」という各機能を維持し続けなければならない）、科学技術から得られる知見に限界があること、事故被害が特異であることなどに照らし、他の科学技術の利用に係る危険施設と比較しても最高度の安全が要求される。

具体的には、事業者（被告）が、

- ① 工学上の経験則に準拠するだけでなく、科学（理論）的な想定や計算にすぎないものについても考慮に入れて、できる限り科学の不定性等を排除することを怠っていないこと
- 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ないこと
- ③ 代替可能な科学的知見について検討したうえでこれを採用しない場合で

も、リスク調査やリスク評価に残る不定性を適切に把握し、十分に保守的で合理的な根拠を示していないこと

のいずれか一つでも充たしていない場合には、安全が確保されたとはいえないという基準を採用すべきである。なお、伊方原発に関する2020（令和2）年1月17日広島高裁即時抗告審決定においても、その理念は尊重すべきとされ、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いう基準が用いられた。

3 主張立証責任

(1) 行政庁の判断がなされている場合

原発差止訴訟における人格権侵害の具体的危険の主張立証責任は、原則として住民側にあるが、前述した原発事故の進展及び被害の特異性や資料の偏在に照らし、被告において、人格権侵害の具体的危険が存在しないことを主張立証しなければならない。

被告は、この具体的危険の不存在に関して、行政庁の設置変更許可等の判断が示されている場合には、「（基準適合判断に係る審査において用いられる）具体的審査基準の合理性」及び「基準適合判断（原規委の判断が出ていない時点にあっては被告による基準適合評価）の合理性」を主張することがあり得るが、これらは具体的危険の不存在を推認する間接事実の一つと捉えるべきである（もっとも、それらが重要な間接事実であること自体は争うものではない）。

原告らは、被告による人格権侵害の具体的危険の不存在の立証に対して、基準の不合理性及び基準適合判断の不合理性を間接反証として行うことができ¹⁴、被告の主張する基準の合理性及び基準適合判断に関して裁判官が抱い

¹⁴ 例えば、伊方原発広島高裁平成29年12月13日即時抗告審決定175～178頁。な

た確信を動揺させればよい（いわゆる真偽不明に持ち込めば足りる）。事業者の主張・疎明が尽くせなかったときは、具体的危険の存在が事実上推定される。

(2) 行政庁の判断がなされていない場合

他方、行政庁の判断が示されていない場合には、基準の合理性及び基準適合判断の合理性に代えることができないということであるから、事業者は、原則に戻って、人格権侵害の具体的危険の不存在を主張・立証すべきことになる。被告は、気中降下火砕物濃度の評価に関して、設置変更許可ではなく保安規定で評価される旨主張しているが、保安規定変更認可に係る行政庁の判断が示されていない場合には、事業者は、原則どおり、人格権侵害の具体的危険の不存在を主張・立証しなければならない。

このように、仮に、被告の主張するとおり、降下火砕物の影響に関する問題が保安規定変更認可のみに係る問題であり、その行政庁の判断が出されていないというのであれば、被告は、降下火砕物の影響による人格権侵害の具体的危険の不存在（本件原発の安全が確保されていること）について、基準の合理性及び基準適合判断の合理性とは別に主張・立証すべきなのであり、反論がない、ということは、この主張・立証が尽くされないということの意味する。

そうすると、結局、この争点に関しては、被告の主張を前提としても、被告が人格権侵害の具体的危険の不存在について主張・立証を尽くせなかった結果、人格権侵害の具体的危険の存在が推定されることになり、原告らの請求が認容されることになる。

お、この決定は異議審（伊方原発広島高裁平成30年9月25日異議審決定4頁）で覆されているが、異議審も、判断枠組みについては踏襲している。

(3) 大間函館地裁判決とは前提が異なること

なお、原告らの主張に対して、被告から、保安規定変更認可がなされていない以上、裁判所が行政判断に先立って原発の安全についての判断を行うべきではないという主張がなされる可能性がある。

例えば、大間原発に関する函館地裁平成30年3月19日判決は、原規委の設置変更許可の判断が出る前の段階にあつては、未だ許可の見通し、運転開始の具体的目途が立っておらず、その時点で人格権侵害の具体的危険性を直ちに認めることは困難であるとし、事業者の主張が具体的審査基準に適合しているか否かという判断については行わず、安全審査に用いる具体的審査基準それ自体に不合理な点があるか否かに限って判断することとした。

しかし、本件では、既に設置変更許可の判断がなされており、近い将来、保安規定変更処分がなされ、運転が開始されることも見込まれるのであるから、前提が全く異なる。函館地裁のような考え方は、行政庁の第一次的判断権の尊重という考え方を前提としているように思われるが、これは本来行政訴訟における考え方であり、函館地裁は行政訴訟と民事訴訟を混同している。しかも、2000（平成12）年以降の司法制度改革においてこのような旧態依然とした考え方からの脱却が指向されたのであって（甲D200・2～3頁）、少なくともこのような考え方を根拠として司法判断を回避することは、司法の職責放棄といわざるを得ない。

第5 火山事象に関する被告の評価内容

1 はじめに

被告は、本件原発に関する火山影響評価について、2017年（平成29年）1月20日、原規委に報告書を提出した。同日の審査会合及び同年2月13日の現地調査をふまえて、原規委から被告に対し、検討事項のコメントが出された。被告は、同年6月30日、コメントに対する回答書を原規委に提出した（甲

D 6 2)。

しかるに、下記 4 で取り上げる「降下火砕物の影響評価」において被告の申請は火山ガイド見直しと期を一にしており、2017 年（平成 29 年）12 月の火山ガイド改正によって見直しを迫られ、2018 年（平成 30 年）4 月 9 日に再提出する結果となった（甲 D 6 3）。

ここでは、被告による火山評価の問題点（第 6）を述べる前に、東海第二原発に対する被告の火山リスク評価の概要について述べる。

2 対象火山の抽出

まず、本件原発の地理的領域（半径 160 km 範囲）に位置する第四紀火山として、高原山から榛名山までの陸域の 32 火山を抽出した。次に、これらについて完新世の活動の有無、将来の活動性を検討した結果、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として、将来の活動可能性が否定できない 13 の火山を絞り込んだ。すなわち、高原山、那須岳、男体・女峰火山群、日光白根山、赤城山、燧ヶ岳、安達太良山、笹森山、磐梯山、沼沢、子持山、吾妻山、そして榛名山である。

3 上記 13 火山の火山活動に対する個別評価（立地評価）

次に、上記 13 火山について、火砕物密度流、溶岩流、岩砕なだれ・地すべり及び斜面崩壊、新しい火口の開口、地殻変動の設計対応不可能な火山事象が原発に影響を及ぼす可能性を検討した。

その結果、溶岩流、岩砕なだれについては、いずれの火山も敷地との距離が 50 km より長いため、評価の対象外とされた。

新しい火口の開口と地殻変動については、敷地が火山フロントより前弧側（東方）に位置すること、敷地周辺では火山活動は確認されていないことから、この火山事象が発電所の運転期間中に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価

された。

火砕物密度流については、高原山と日光白根山では発生実績が認められず、その他の11火山は敷地と火砕物密度流の到達可能性範囲の距離から発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価された。

以上のことから、設計対応不可能な火山事象（火砕物密度流，溶岩流，岩砕なだれ他，新しい火口の開口，地殻変動）が発電所に影響を及ぼす可能性はないと評価されている。

4 降下火砕物の影響評価

原子力発電所に影響を及ぼし得る可能性のある火山事象のうち，降下火砕物以外の火山性土石流，噴石，火山ガス，その他の火山事象については，敷地の地形や火山との距離などの関係から，影響を評価すべき火山事象はないとされている。

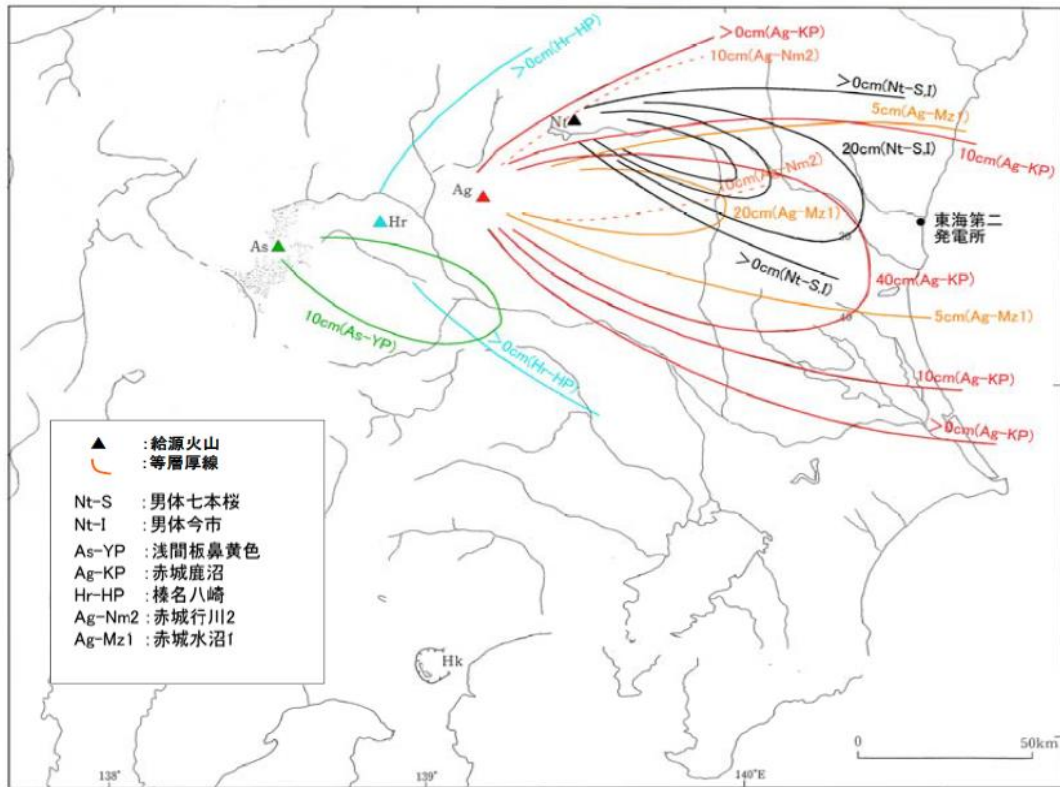
そこで，本件原発に影響を及ぼし得る可能性のある降下火砕物について，被告の評価をみていく。

(1) 検討対象火山とテフラ

降下火砕物の評価については，火山ガイドにおいて，「降下火砕物に関しては，火山抽出の結果にかかわらず，原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積あたりの質量と同等の火砕物が降下するものとする。」とされている。このことから，地理的領域外の火山も対象に文献調査及び地質調査を行い，敷地において最大となる降下火砕物の層厚が設計上考慮する降下火砕物の層厚とされる。

東海第二原発の敷地周辺（半径約30km以内）で確認または分布が推定される降下火砕物のうち，発電所の運用期間中に同規模の噴火の可能性のある13テフラについて検討した結果，最大厚層となる降下火砕物は赤城鹿沼テ

フラ（A g - K P）であった（図表 2 1）。赤城鹿沼テフラの供給源となる火山は、群馬県に位置する赤城山である。



敷地周辺の主な降下火砕物の分布
 (町田・新井(2011)に基づき作成)

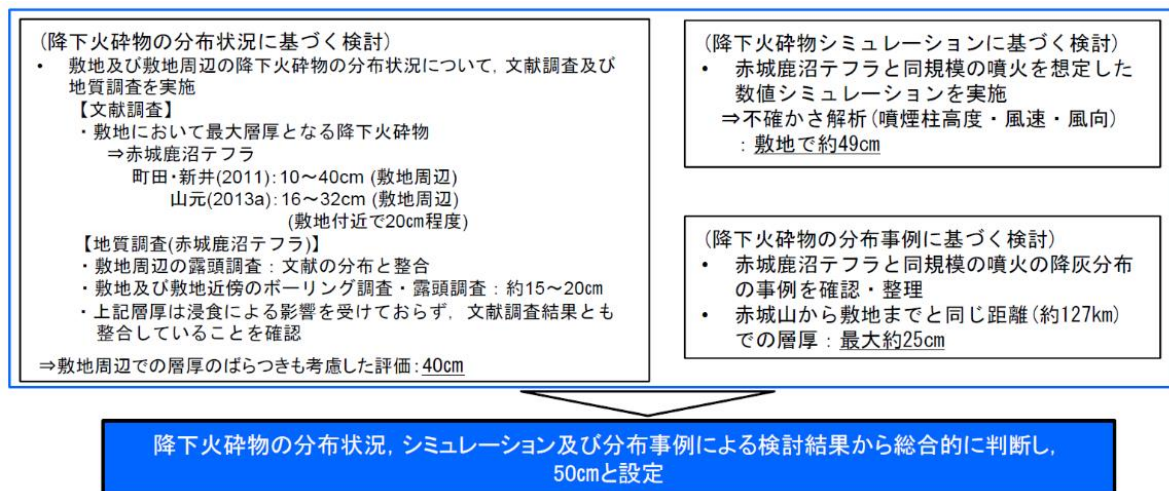
図表 2 1 甲 D 6 2 (被告平成 2 9 年 6 月 3 0 日付書面) 8 1 頁左図

(2) 赤城鹿沼テフラの検討結果

文献調査，地質調査を踏まえ，敷地周辺での層厚のバラツキを考慮して，層厚を 4 0 cm と評価した。

さらに，噴出量等のパラメータについて，最新知見を踏まえて再検討し，従来の 2. 5 km³ を 5 km³ に見直しし，噴煙柱高度・風速・風向などの不確かさを考慮して，敷地での層厚を約 4 9 cm と評価した。

そして最終的に，設計上考慮する層厚を総合的に判断し，5 0 cm と評価している（図表 2 2）。



図表 2 2 甲 D 6 2 (被告平成 2 9 年 6 月 3 0 日付書面) 1 1 8 頁

(3) 降下火砕物の粒径と密度

文献調査および地質調査（土質調査）結果から、設計上考慮する降下火砕物の粒径及び密度の設定値を図表 2 3 のとおりと評価した。

○調査結果			
項目	文献調査 (敷地周辺)	当社の試験結果	
		最小	最大
最大粒径	最大8mm ^{※1}	最大4.8mm ^{※4}	
湿潤密度	約1.0~1.2g/cm ³ ^{※2,※3} (1.2g/cm ³ を超えることがある) ^{※3}	約0.9g/cm ³	約1.1g/cm ³
乾燥密度	約0.3~0.7g/cm ³ ^{※2,※3}	約0.3g/cm ³	約0.5g/cm ³

^{※1}: 山元(2013a), ^{※2}: 富田ほか(1994), ^{※3}: 宇井編(1997)に基づく
^{※4}: 敷地及び大洗研究開発センターでの試験結果の最大値

設計上考慮する降下火砕物の粒径及び密度の設定値

- ・ 粒径 : 8mm以下
- ・ 密度 : 0.3g/cm³ ~ 1.5g/cm³ ^{※5}
(乾燥状態) (湿潤状態)

^{※5}: 宇井編(1997)によると「湿ると1.2を超えることがある」とされていることを踏まえ、保守的に設定

図表 2 3 甲 D 6 2 (被告平成 2 9 年 6 月 3 0 日付書面)

(4) 降下火砕物の大気中濃度

ア 降下火砕物の大気中濃度については、前述のとおり、当初、他の先行事例（川内原発や伊方原発）において、ヘイマランド観測値 0.003 [g/m^3] が用いられていた。

しかし、川内原発や伊方原発の差止訴訟を通じて、ヘイマランド観測値が到底参考に値するような数値ではないことが明らかとなった。

そこで、電力事業者は、アメリカ・セントヘレンズ火山噴火（1980年）の際のヤキマ地区（火口から約135km離れた地点であり、層厚0.8mm程度の地点）における火山灰濃度である 33400 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]（ $\div 0.003$ [g/m^3]）を採用してそれでも原発施設の安全に影響がないという説明を行うようになった。被告も、ヤキマ観測値を前提として影響評価を行っている（図表24）。

第1表 吸気フィルタ閉塞までの時間

①非常用ディーゼル発電機吸気フィルタ捕集容量 [g/m^2]	1,580
②非常用ディーゼル発電機吸気フィルタ表面積 [m^2]	2.9
③非常用ディーゼル発電機吸気フィルタでのダスト捕集量 [g] =①×②	4,582
④降下火砕物の大気中濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	33,400*
⑤非常用ディーゼル発電機吸気流量 [m^3/h]	19,200
⑥閉塞までの時間 [h] =③÷④÷⑤	7.14

※米国セントヘレンズ火山で発生（1980年5月）した火山噴火地点から約135km離れた場所における大気中の火山灰濃度（1日平均値）

図表24 甲D203（東海第二発電所 外部からの衝撃による損傷の防止（火山））124頁

イ ところが、その後の訴訟において、セントヘレンズ火山噴火についてもその濃度が過小であることが判明し、前述のとおり、2017（平成29）年11月に火山ガイドが改正された。被告は、2018（平成30）年4月、あわてて気中濃度を約100倍の 3.5 [g/m^3] に引き上げた（図表

25)。しかし、その具体的な対応については設置変更許可申請には間に合わないことから、保安規定認可までに対応を図るので設置変更許可はして欲しい旨の書類を原規委に提出した（甲D63）。

表2 濃度算出結果

気中降下火砕物濃度 C_T は、下表のとおり 3.5g/m^3 となる。

粒径 ϕ (μm)	～-1	-1～0	0～1	1～2	2～3	3～4	4～	合計
割合 p_i (wt%)	(≒0)	1.90	69.00	22.00	6.20	0.43	(≒0)	100 [*]
降灰量 W_i (g/m^2)	—	7.60×10^3	2.76×10^5	8.80×10^4	2.48×10^4	1.72×10^3	—	4.0×10^5 [*] (= W_T)
堆積速度 v_i ($\text{g/s} \cdot \text{m}^2$)	—	0.088	3.2	1.02	0.29	0.020	—	—
終端速度 r_i (m/s)	—	2.50	1.80	1.00	0.50	0.35	—	—
気中濃度 C_i (g/m^3)	—	0.04	1.78	1.02	0.58	0.06	—	3.5(= C_T)

※：端数処理の都合上、左欄の合計と一致しないことがある。

図表25 甲D63（日本原電「気中降下火砕物対策に係る検討について」）

第6 火山事象による人格権侵害の具体的危険の存在

1 はじめに

第5で述べたような火山事象に関する被告の評価を前提として、本件における火山事象と関連する人格権侵害の具体的危険について述べる。以下、概要を述べ、2項以下で詳述する。

- (1) まず、被告は、前述のとおり、50cmの層厚想定に対して敷地における気中降下火砕物濃度を $3.5 [\text{g/m}^3]$ と想定しているが¹⁵、実際には、他の原発における気中濃度推定と比較しても、50cmの層厚となった場合には、 $13.3 [\text{g/m}^3]$ 程度の濃度になる可能性が十分に存在する。

被告の想定は大幅な過小評価である可能性が高く、想定を大きく上回る降下火砕物が本件原発敷地に到来することにより、冷却機能や放射性物質を閉じ込める機能が喪失し、大量の放射性物質が周辺環境に放出されて、原告ら

¹⁵ なお、前述のとおり、審査会合ではあくまでもヤキマ観測値 ($0.03 [\text{g/m}^3]$) で説明がされており、 $3.5 [\text{g/m}^3]$ という数値は事業者ヒアリングで初めて出されたものにすぎない、正式な想定値とはいえないものである。

の人格権を侵害する具体的危険が存在する。

- (2) 被告の想定に関して、具体的審査基準たる火山ガイドが不合理であることについても主張する。

火山ガイドは、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」（以下「3. 1 の手法」という。）又は「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。）を挙げており、これらのうちいずれか一方を用いて推定すればよいとされている。被告も、このうちの「3. 1 の手法」に従って濃度を推定している。

しかし、火山ガイドの定める濃度推定手法には大きな不確実性が存在しているにもかかわらず、この不確実性を保守的に踏まえたものとなっていない点で、基準自体不合理である（基準の不合理性①）。

- (3) 次に、被告は、「3. 1 の手法」を用いて気中濃度を算出しているところ、「3. 1 の手法」において用いられた粒径分布は、実際の粒径分布とは異なるものであって、実現象を再現したものとなっていない。被告は、「粒径の大きい降下火砕物の割合を大きくするなどの条件」を設定し、実現象よりも気中濃度を小さく算出している。また、密度についても、保守的な値となっていない。

したがって、火山灰濃度に関する原規委による基準適合判断には看過し難い過誤、欠落が存在し、基準適合判断の不合理性が認められる（基準適合判断の不合理性）。

- (4) さらに、火山ガイド自体が、実現象とは異なって粒径が大きい降下火砕物の割合が多くなるような粒径分布を設定することを許容しており、この点で

も具体的審査基準たる火山ガイドは不合理である（基準の不合理性②）。

2 気中濃度に関する過小評価

(1) 火山事象に関する基準適合判断の杜撰さ

前述したとおり，原規委は，電力会社が当初ヘイマランド観測値（ $0.03 \text{ [g/m}^3\text{]}$ ）やヤキマ観測値（ $0.03 \text{ [g/m}^3\text{]}$ ）を用いて降下火砕物の気中濃度を想定していたことについて，それらが全く信頼できない数値であることを看過して設置変更許可処分を行っていた。

これらの観測値が全く信頼に値しないものであることは，インターネットを少し調べれば分かることであり，実際，住民側も，専門家の助言は受けつつ，アイスランド共和国の公式サイトの記載や，セントヘレンズ噴火に関する論文の記載から，それらが層厚 1 cm に満たない地点の観測値であること，粒径の小さい火山灰だけを測定したものであることなどを突き止めて，訴訟において主張した。

被告を含む電力事業者は，このように気中濃度に関する過去のデータについて，自らは何ら批判的に検討することなく採用し，原規委は，専門的知見を有しない住民側でさえ容易に気付くような問題も気づかずに設置変更許可処分を行った。

このような気中降下火砕物に関する審査及び許可の経緯は，原規委が，いかに杜撰な審査を行ってきたかを如実に示すものである。

(2) 原規庁の試算や他の原発と比較しても大幅な過小が存在すること

ア 原規庁の試算

被告による気中濃度の推定値である $3.5 \text{ [g/m}^3\text{]}$ は，例えば原規庁の試算と比較しても大幅な過小が存在する。

すなわち，被告は，本件原発においては，50 cm もの想定降灰に対して，

3. 5 [g/m³] の濃度にしかないと想定しているが、例えば、原規庁「気中降下火砕物濃度の推定の考え方」（甲D61）において示された①観測値外挿による推定、②堆積量からの推定及び③数値シミュレーションによる推定のうち、原規庁の手法② - a では、想定層厚 15 cm に対し、気中濃度は 2 ～ 7 [g/m³] とされている（降灰継続時間を 12 時間と仮定した場合には 3 ～ 7 [g/m³]、降灰継続時間を 24 時間と仮定した場合には 2 ～ 4 [g/m³]、8 頁）。

原規庁の手法③では、想定層厚 15 cm に対し、気中濃度数 [g/m³]（3 ～ 5 [g/m³]）が継続すると試算されている（15 頁）。

イ 他の原発における想定との比較

また、他の原発における気中濃度想定と比較しても大幅な過小であることがうかがえる。

伊方原発 3 号機では、設計層厚 15 cm に対して、濃度は約 3.1 [g/m³] とされている。玄海原発 3, 4 号機では、設計層厚が 10 cm に対し、濃度が約 3.8 [g/m³] とされている。

このほか、設計層厚が 10 cm の美浜原発や高浜原発、大飯原発については、想定濃度は約 1.4 ないし 1.8 [g/m³] 程度とされているし、設計層厚が 15 cm の川内原発 1, 2 号機も、想定濃度は、伊方原発とほぼ同じ約 3.3 [g/m³] とされている（甲D66 電気事業連合会「機能維持評価用参考濃度への対応について」3 頁 平成 29 年 6 月 22 日、規制庁第 3 回降下火砕物の影響評価に関する検討チーム資料。図表 26）。

これらは、火山ガイド改定前の 2017（平成 29）年 3 月 29 日から同年 6 月 22 日までに計 3 回開催された「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。）において示された参考濃度であるが、実際の評価も概ねこれに基づいてなされている。

プラントの設計層厚とそれに基づく参考濃度は、以下のとおり。
 (既に新規制基準への適合に係る設置変更許可を受けているプラントについて例示)

	美浜 3号機	高浜 1,2号機	高浜 3,4号機	大飯 3,4号機	伊方 3号機	川内 1,2号機	玄海 3,4号機
設計層厚*1 (cm)	10.0	10.0	10.0	10.0	15.0	15.0	10.0
参考濃度*2 (g/m ³)	約1.8	約1.4	約1.4	約1.5	約3.1	約3.3	約3.8
現状の 限界濃度*3 (g/m ³)	約1.6	約1.6	約1.8	約1.1	約0.7	約1.0	約0.9

* 1 : 設置変更許可申請書に記載の値

* 2 : 降灰時間を24時間と仮定し、設計層厚から試算した機能維持評価用参考濃度
 (第2回検討チーム会合「資料3」に基づいた試算値)

* 3 : 現状設備において(ディーゼル発電機を交互に切換え、フィルタ取替・清掃することによって)
 対応可能な限界濃度

図表 2 6 甲 D 6 6 ・ 3 枚目 各原発の層厚と想定濃度

また、図表 2 6 から明らかなように、これらの参考濃度は、本件における被告の想定と同様、降灰時間を 2 4 時間と仮定して試算したものとされている。

被告の濃度想定である 3. 5 [g/m³] は、5 分の 1 の層厚しかない玄海原発よりも小さいものであって、他の原発における濃度想定と比較して、突出して小さいということがいえる。

ウ 経験則①(降灰量が多いほど濃度は大きくなる)の存在

(ア) 原告らの主張は、被告の想定する 3. 5 [g/m³] という濃度想定が、経験則に照らして不合理であるというものである。

ここでいう経験則とは、「同じ時間内に降下する火砕物の量が多くなればなるほど、気中濃度は大きくなる」という一般経験則ないし初歩的な科学的経験則(以下「経験則①」という。)である。このような経験

則の存在自体は、高度な科学的、専門技術的知見を有しない裁判所にも優に認定できるはずである。

- (イ) この経験則①を気中濃度推定に当てはめた場合、まず、降下火砕物の量は、層厚の大きさと概ね比例関係にある（層厚が大きければ大きいほど、降下火砕物の量は多い）。

火山ガイドでは、「総降灰量（堆積量）」として、「運用期間中に想定される火山事象により原子力発電所敷地において降灰（堆積）する単位面積当たりの降下火砕物の総質量で、粒径ごとの降灰量の総和」と定義されており（甲D59（火山ガイド）の添付1・2項(2)，27頁），降灰量と堆積量は等しいものと考えられている。単位面積当たりでいえば、堆積量と層厚は概ね比例関係にあるから、降灰量と層厚も概ね比例関係にあるといえる。

実際には、地形や風による層厚のばらつきは存在するだろうが、ここでは誤差として捨象できるであろう。

- (ウ) 次に、「同じ時間内」という点である。

この点、火山ガイドでは、「降灰継続時間」として、「運用期間中に想定される火山事象により原子力発電所敷地において降灰が継続する時間。降下火砕物の堆積時間に相当する」と定義されている（甲D59（火山ガイド）の添付1・2項(5)，28頁）。そして、「3.1の手法」においては、原子力発電所の敷地において運用期間中に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、…気中濃度の総和を…求める」とされている（同3.1項，28頁）。

降灰継続時間をどの程度と仮定するかについては、「同程度の噴火規模での噴火継続時間を参照して設定する」とされているが、「原子力発電所敷地での降灰継続時間を合理的に説明できない場合は、降灰継続時間を24時間とする」とされており（同3.1項，29頁），本件にお

ける評価でも24時間と設定されている。

- (エ) したがって、24時間という同じ時間内であることを前提にして、層厚が大きくなればなるほど、気中降下火砕物濃度は大きくなる、ということが経験則上認定できる（経験則①の帰結）。

火山ガイド改定前の2017（平成29）年3月29日から同年6月22日までに計3回開催された「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。）の第2回会合（平成29年5月15日）において、原子力規制庁（以下「原規庁」という。）の安全技術管理官（地震・津波担当）付専門職である安池由幸氏は、以下のように発言している。

○石渡委員 ほかにございますか。大体よろしいでしょうかね。では、もしなければ、具体的な提案のほうに移りたいと思いますけれども、今回の、ちょっと待ってくださいね。この考え方で一番大事な結論といいますか、シミュレーションをやった結論というのは、この15ページの計算結果の一番下に書いてある「いずれの条件においても、気中濃度は1～2日程度数 g/m^3 が継続する。」、これですかね。

○安池専門職 はい。これは、堆積厚が15cmのケースなので、例えばこれ、堆積厚がもっと増えてくればもうちょっと濃度的には上がるかもしれませんが、大体このぐらい、グラクのオーダーにはなるということを示唆しているということだと思います（甲D136・27頁）。

つまり、原規庁の専門職員も、層厚が増えれば、濃度が増えるという経験則①の帰結を認めているのである。

- (オ) 常識的に考えても、50cmもの途轍もない降灰がある中で、火山灰の大気中濃度が1 m^3 あたり4g弱（1円玉4枚分程度）しかないというのは余りにも不自然ではなかろうか。

第2で詳述したように、10 cm以上の降灰となると、交通、ライフライン、産業及び健康等に対し極めて重大な影響が生じ、社会・経済活動がほぼ不能となるのである。裁判所におかれては、ぜひこのような一般経験則、常識を基準に判断をいただき、被告の計算による詭弁・ごまかしに騙されないよう注意を促しておく。

エ 経験則①を踏まえた推定値

(7) 原規庁が行った試算では、前述のとおり、15 cmの層厚に対し、2～7 [g/m³] の濃度と推定されていた。

この数値について、経験則①を踏まえると、本件における濃度を x とした場合、

$$\begin{aligned} 15 \text{ [cm]} : 2 \sim 7 \text{ [g/m}^3\text{]} &= 50 \text{ [cm]} : x \text{ [g/m}^3\text{]} \\ x \text{ [g/m}^3\text{]} &= 50 \text{ [cm]} \div 15 \text{ [cm]} \times 2 \sim 7 \text{ [g/m}^3\text{]} \\ &= 6.6 \sim 23.3 \text{ [g/m}^3\text{]} \end{aligned}$$

となり、保守的にみると、23.3 [g/m³] もの濃度となる可能性が否定できない。

仮に、原規庁の試算の中間値である4 [g/m³] を前提にしたとしても、13.3 [g/m³] となり、被告の想定 of 4 倍弱にもなり得る。

(イ) 次に、他の原発における濃度について、経験則①に照らし、比例関係にあると仮定すると、伊方原発3号機との比較で10.3 [g/m³] に、玄海原発3、4号機との比較で19 [g/m³] に、それぞれなる可能性がある。

もちろん、これは仮に行った試算であり、原告らとしても、常にこのような計算式が成り立つと主張するものではないし、必ずしも信頼性が高いものではないことも認めるが、経験則①に照らして、50 cmもの降灰下では、気中降下火砕物濃度はおよそその数値として10～20 [g/

m³〕となり得ることを示している。

オ 例外を許容するには相当慎重に判断すべきこと

これに対し、被告は、このように濃度想定が小さくなったことについて、「条件設定が異なる」と弁解している。

確かに、条件設定が異なれば、単純な比例とはならないであろうが、原告らの主張は、被告の弁解には合理性がない、恣意的な条件設定を行った結果として数値が小さくなっているというものになる（その前提として、火山ガイド自体が不合理な推定を許容するものとなっており不合理であることを主張する）。

ただ、経験則①が存在する以上、それにもかかわらず他の原発における想定に比して突出して小さい値となることは、いわば例外的な現象である。繰り返し述べるように、原子力関連法令等の趣旨は、原発の持つ潜在的な危険性や事故時における被害の特異性に照らして、「深刻な災害が万が一にも起こらないようにする」という点にあるのであるから（平成4年10月29日・伊方原発最判参照）、例外を安全側、すなわち、濃度の想定を大きくする方向に認めるのであれば別論、非安全側、すなわち、濃度の想定を小さく見積もっても構わないという方向に許容することは、よほど確実な根拠に基づかない限りは、法の趣旨に反して許されない判断というべきである。

その意味で、被告が主張するように、濃度の想定が小さくなる方向に例外を許容するのであれば、相当慎重な判断がなされる必要がある。本件に即していえば、他の原発とは条件設定（主に粒径分布と考えられる）が異なるというのであれば、火山灰の粒径が、他の原発で想定されている粒径分布と実現象として異なる（同じにはなりえない）という合理的根拠が示されなければならない。

(3) 気中濃度の過小評価により本件原発が危険に晒されること

気中降下火砕物濃度が $13.3 \text{ [g/m}^3\text{]}$ となれば、被告の当初想定約400倍、修正後の想定と比較しても4倍弱となり、被告の濃度評価が過小であることは明らかである。

そして、気中濃度の過小評価によって、本件原発は、冷却機能喪失の危険に晒される。

具体的には、まず、非常用DGの吸気フィルタが目詰まりを起こし、吸気が行えなくなることにより、非常用DGが機能喪失することが考えられる。

また、非常に微細で高濃度の火山灰がフィルタの目を通過して火山灰が非常用DGの機関内に侵入してしまうと、その間隙に入り込み、閉塞・摩耗を引き起こして機能喪失することが考えられる。

さらに、非常用DG機関内は高温であるため、火山灰がいったん溶解して焼付・固着を引き起こし、非常用DGが機能喪失を起こす可能性も考えられる。

他方、非常用DGに限らず、中央制御室など安全上重要な施設の換気系を火山灰が通過して、電装系やコンピュータに火山灰が付着すると、これらが故障することも考えられる。

以下、それぞれ詳述する。

ア フィルタの目詰まり

被告は、当初、吸気フィルタが目詰まりを起こすまでの時間について、ヤキマ観測値($0.03 \text{ [g/m}^3\text{]}$)を前提として、7.14時間と試算していた(甲D203・124頁)。

仮に、降下火砕物の大気中濃度が約400倍の $13.3 \text{ [g/m}^3\text{]}$ となると、目詰まりまでの時間は、約400分の1の約0.017時間(約1分)

になる計算となる。

要するに、瞬時にフィルタが目詰まりを起こして閉塞してしまうことになり、約３時間とされるフィルタ交換時間には到底間に合わず、非常用DGは機能を喪失することになる。

また、このフィルタ交換時間３時間というのも、大量の火山灰が降下している最中に行われるものであるのにもかかわらず、作業の困難性を全く考慮に入れずに見積もった時間であり、現実には、原発施設の各所に様々な異常が発生し、混とんとした環境下で、机上の計算どおりに交換が行えるかは極めて疑わしい。本来であれば、このような場合に作業員による作業を伴わなければ機能喪失を起こしてしまうような設計思想それ自体が誤りであり、パッシブ（人為的な作業がなくても事故が収束するような設計思想）であることが求められる。フィルタの交換を前提としていること自体が誤っているのである。

気象庁も、降雨時にはわずか５mmの降灰で、降雨がなくても５cmの降灰で、道路が通行不能になると想定しているし、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いるところであり、そもそもフィルタ交換のために現場までたどり着ける保証すらない。防塵マスクを付けての作業は、視界部分に火山灰が付着するから、これを除去するため何度も作業を中断しなければならない可能性もある。

被告は、火山ガイドの改正に伴って、濃度想定を１００倍にせざるを得なくなったことから、あわてて非常用ディーゼル発電機の吸入口にダクトを接続して着脱式改良型フィルタ（案）の検討をすすめている旨を原規委に示した。しかし、そこにはフィルタ閉塞までの時間、フィルタ交換可能時間などは一切記載されておらず、安全が確保されていることの主張・立証が尽くされたとは到底いえない。

イ 非常用D G機関内の閉塞・摩耗

(ア) 被告は、吸気口及び排気管は降下火砕物が侵入し難い構造であり、また、吸気口はフィルタにより降下火砕物が捕集されるから、非常用D G内部の閉塞は起こらないと評価している。

しかし、火山灰は、風や吸気による流れなどの影響を受けて容易に舞い上がったり、吸い寄せられたりする性質を持っている。特に粒径の小さい浮遊性粒子については、たとえ吸気口が下向き構造となっていたとしても、相当量が吸い込まれて非常用D Gの機関内に侵入する可能性は十分存在している。

また、被告の主張によっても、吸気フィルタの捕集率は「粒径5～75 μ m程度において約56%以上」とされており、「粒径が数 μ m～数十 μ m程度のものについては…過給機、空気冷却器に侵入する」とされているのであるから（甲D203・118頁）、一定の降下火砕物が非常用D G内に侵入することは争いのない事実というべきである。

機関内に侵入した降下火砕物は、シリンダー等の溝に詰まり、閉塞を起こす可能性が高い。この点について、被告は、何らの検証も行わず、単に粒径の小ささを根拠に「機器の間隙は降下火砕物の粒径に比べて十分大きいことから閉塞することはない」と評価するが、被告の想定よりも高濃度の火山灰が降下すれば、想定よりも大量の火山灰が機関内部に侵入することになり、そうなれば、いかに間隙が大きくとも目詰まり・閉塞を起こす可能性は否定できない。そして、非常用D Gの機関内部が閉塞すれば機能喪失し、全交流電源喪失に至る可能性が否定できない。

(イ) また、被告は、2018（平成30）年4月9日付「報告書」（甲D63）で、火山灰対策として、非常用ディーゼル発電機のフィルタの前に「着脱式改良型フィルタ」を付けるとの案を出している。

しかし、これがどの程度の実効性を有するのか等については、本来設置変更許可の審査において審査されるべきであるにもかかわらず、保安規定認可に関する審査に後回しにされ、安全の確認がなされていない。そうである以上、被告は、本件訴訟においてこの実効性等についても具体的に主張・立証すべきであるが、それも行っていない。現実的に考えても、層厚50cmもの火山灰が降下する中、作業員が適切な作業をできるとは考え難く、交換作業が間に合わない可能性が否定できない。

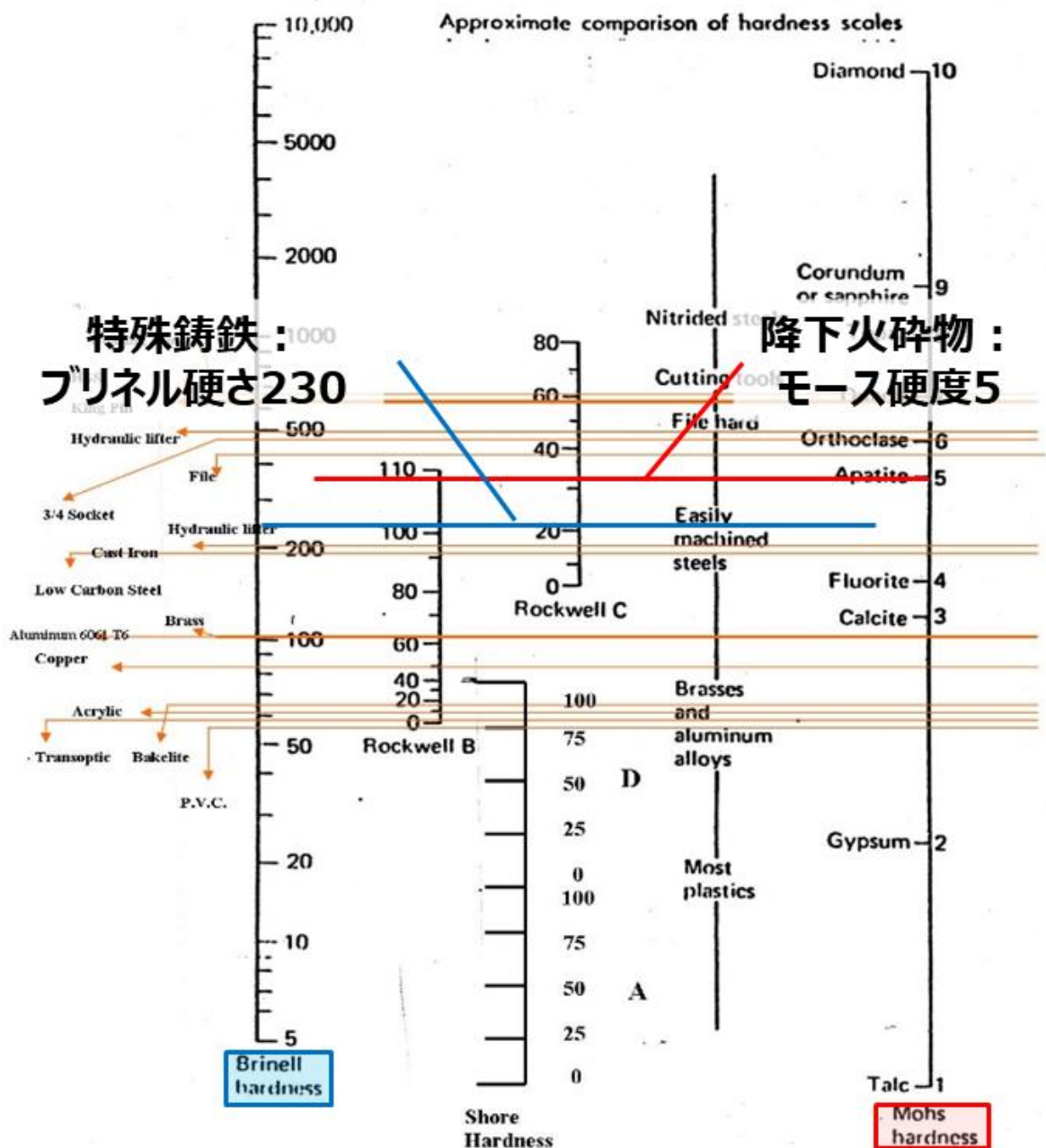
(ウ) 被告は、降下火砕物がディーゼル機関内に侵入しても、降下火砕物の硬度が低く破碎しやすいことから、機関内部の摩耗は起こらないと評価している。

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

図表27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はブルネル硬さ230よりも硬い可能性があることが分かる。

もちろん、引っ掻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。

シリンダー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 2 7 モース硬度とブリネル硬さの比較表

ウ 非常用 D G 機関内の焼付・固着

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

すなわち、非常用 D G 機関は、圧縮工程において、1 4 0 0 °C 以上とな

り、瞬間的には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（図表8）。

一度溶融した降下火砕物が、機関内の温度低下等により、再び凝固して機関内で固着すると、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。

この点について、被告は、何らの評価もしていない。

3 具体的審査基準の不合理性①

ここから、被告の主張が不合理である根拠について、より詳細に、具体的審査基準たる火山ガイドの不合理性及び基準適合判断の不合理性を主張する。まずは具体的審査基準の不合理性①である。

(1) 火山ガイドの定める気中濃度推定手法

火山ガイドは、気中濃度の推定手法として、火山ガイド（甲D59）の添付1のような考え方を採用している。

まず、3項において、「3.1の手法」又は「3.2の手法」のいずれかにより気中降下火砕物濃度を推定すれば足りるとしている。

火山ガイドは、両者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。

(2) 推定手法自体が持っている不定性や再飛散の問題

ア 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D59の添付1・1項，27頁）。

ここでは、多くの層厚想定や濃度推定で用いられるT e p h r a 2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。

イ T e p h r a 2の適用限界を踏まえるべきこと

(ア) T e p h r a 2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。

T e p h r a 2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D133）。T e p h r a 2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、T e p h r a 2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D133・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T e p h r a 2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、P U F F（T a n a k a, 1994）など別のコードを用いるのがよい」と指摘している（甲D133・175頁）。

(イ) このほか、萬年氏は、「T e p h r a 2は誰でもすぐに入手できる『バーチャル火山』である」が、「T e p h r a 2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、T e p h r a 2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D133・174頁）、「コードの利用者は再現したい現象や観測事実がどのような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D133・175頁）。

要するに、T e p h r a 2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 T e p h r a 2を使った研究 - これまでとこれから」という部分である（甲D133・184頁以下）。

ここでは、T e p h r a 2のインバージョン的利用¹⁶とその問題点に

¹⁶ 逆方向での利用、つまり、T e p h r a 2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。

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」「T e p h r a 2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T e p h r a 2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D 1 3 3・1 8 4頁）。

(エ) また、前述のとおり、T e p h r a 2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。

「T e p h r a 2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いうのが標準的な重力流モデルである。」（甲D 1 3 3・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、T e p h r a 2 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、T e p h r a 2 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 9、図表 2 8 の b）。

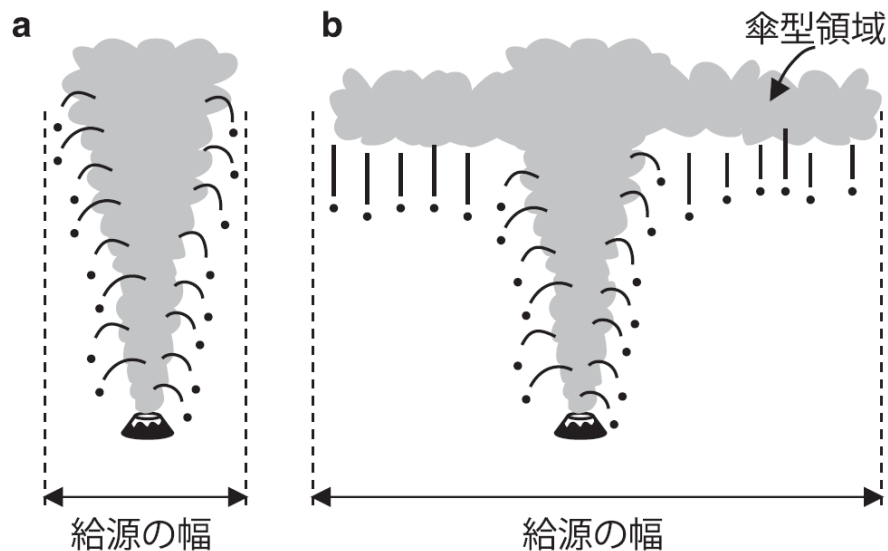


図 13 粒子の落下が噴煙柱だけから起こるモデル a と、傘型領域からも起こるモデル b
傘型領域から粒子の落下があると、粒子の給源の幅が非常に大きくなる。

図表 2 8 甲 D 1 3 3 ・ 1 8 5 頁 図 1 3

萬年氏は、この「傘型領域」について、T e p h r a 2 に盛り込まれ

ていない点こそ、「T e p h r a 2の現時点での最大の問題点である」と述べる（甲D 1 3 3・1 8 5頁）。

このような大きな不定性の存在にもかかわらず、T e p h r a 2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。

ウ 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D 1 3 2・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 A¹⁷が発表されることがある」などとされている（甲D 1 3 2・4 1 0頁）。原発事業者が従前依拠していた0. 0 0 3 [g/m³]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。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がある。

エ 不定性等を踏まえたうえで、なお保守的といえるか

(7) 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

¹⁷ 航空路火山灰情報の略。

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れ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

ア 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定されたものであるが、その議論の中で、例えば、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。）総括研究主幹である山元孝広氏は、1 [g/m³] 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¹⁸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」と発言している（甲D 1 3 5・3 7頁）。

また、第2回会合において、安池氏は、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（改定後火山ガイドの「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D 1 3 6・2 5頁）。

このように、「数 [g/m³] 」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。

イ 「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

¹⁸ 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。

を促進するため、この過程をT T D M¹⁹に組み込むことは重要である」とされる（甲D 1 3 2・4 0 9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。

ウ 降灰継続時間が24時間であることの非保守性

(7) 「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D 5 9・添付1, 3. 1項, 29頁）。

しかし、平成29年度原子力規制委員会第25回会合（平成29年7月19日）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、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時間ぐらいだ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D 1 3 4・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。

(4) 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29）。

これを見ると、噴出物量3.6 km³のT o l u c a (U p p e r) 噴火で25時間、噴出物量3.8 km³のL a P r i m a v e r a J 噴火で

¹⁹ Tephra Transport and Dispersion Model の略。移流拡散モデルを指す。

14. 7時間、噴出物量3.5km³のKatmai噴火で14.4時間となっており（青色下線部分）、本件における赤城鹿沼テフラ噴火（噴出物量2DREkm³）では、24時間よりも短くなる可能性も十分に存在する。

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

Eruption	Country	Date	Composition	Col. Ht.	MDR (kg/s)	DRE (km ³)	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	Wright (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	Walker et al. (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	Walker et al. (1981)
El Chichon C	Mexico	1982	Trachyand.	29	8.50E+07	0.4	1.0E+12	3.3	N.R.	N.R.	1.0E+12	Wright (1981)
Santa Maria	Guatemala	1902	Dacite	34	1.70E+08	8.6	2.2E+13	35.1	N.R.	N.R.	2.2E+13	Walker et al. (1981)
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	Carey and Sigurdsson (1986)
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	Williams and Self (1983)
Apoyo C	Nicaragua	<23000 YBP	Dacite	29	8.70E+07	2.5	6.3E+12	20.0	N.R.	N.R.	6.3E+12	Rose et al. (1987)
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	Sussman (1985)
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	Sussman (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	Naranjo et al. (1986)
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	Traineau and Westercamp (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	Carey and Sigurdsson (1985)
Askja	Iceland	1875	Rhyolite	26	7.90E+07	0.3	8.0E+11	2.8	0.03	8.88E+10	8.9E+11	Fierstein and Hildreth (1986)
Fogo	Azores	1563	Trachyte	19	1.90E+07	0.4	1.1E+12	15.4	N.R.	N.R.	1.1E+12	Sparks et al. (1981)
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	Walker and Croasdale (1973)
Avellino	Italy	3500 YBP	Phonolite	30	1.00E+08	0.7	1.7E+12	4.7	N.R.	N.R.	2.0E+12	Sigurdsson et al. (1985)
Campanian Tuff	Italy	36000 YBP	Trachyte	44	3.20E+08	N.R.	N.R.		N.R.	N.R.	2.7E+14	Pescatore et al. (1987)
												Sigurdsson and Carey (unpublished)
												Cornell et al. (1983)

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

図表29 甲D137・22頁に加筆

(ウ) 降下火砕物検討チームでは、改定後火山ガイドの「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15cm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/m³]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/m³]になるとしている（図表30）。

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

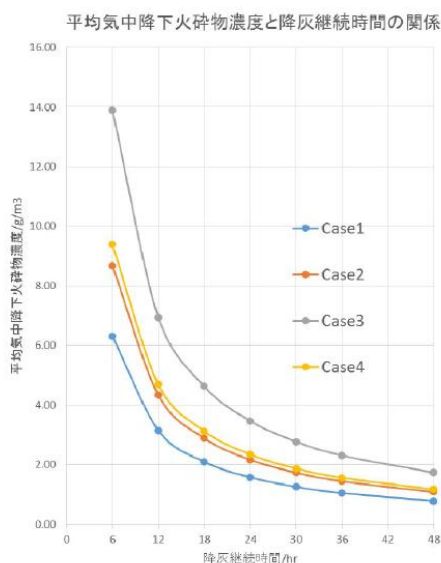
も、1.5～2倍近く濃度が大きくなることになる。

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。

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時間と考えると、
降灰継続時間が12時間の場合の平均濃度は、3～7g/m³
降灰継続時間が24時間の場合の平均濃度は、2～4g/m³

8

図表30 甲D137・8頁

エ 「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、上記③の保守性を挙げている。

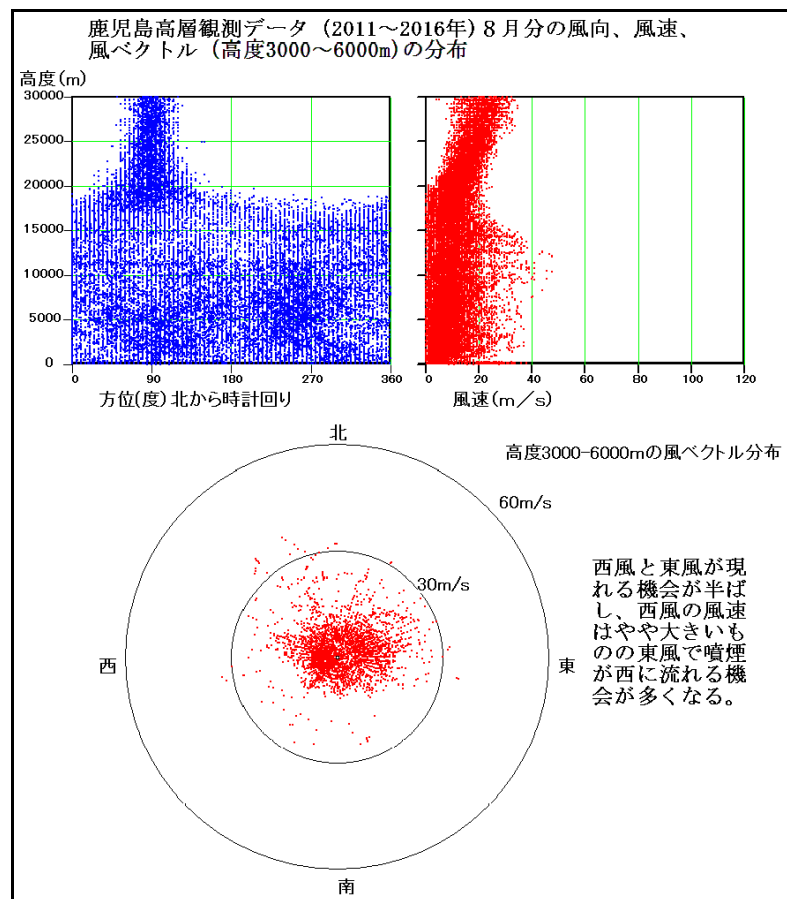
しかし、「原子力発電所への影響が大きい観測値に基づく気象条件」というものが具体的にどのようなものであるのか明らかではない。降灰シミュレーション等においてしばしば見受けられるのは、基本ケースとして、各月の平均風力・風向を用い、原子力発電所への影響が最も大き

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。

分かりやすい例を挙げると,ある地点で,15日間は東に5[m/s]という風力・風向だったのが,残りの15日間は西に5[m/s]となったとする。この場合,これらを平均して,この地域では,無風を想定すればよい,と評価することに合理性があると考え人はいないであろう。

- (4) 図表31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31 鹿児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

ア 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、火山ガイド改定後、伊方原発、川内原発など、再稼働済だった原発において改定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。

イ 「３．２の手法」の方が値が大きくなり得ること

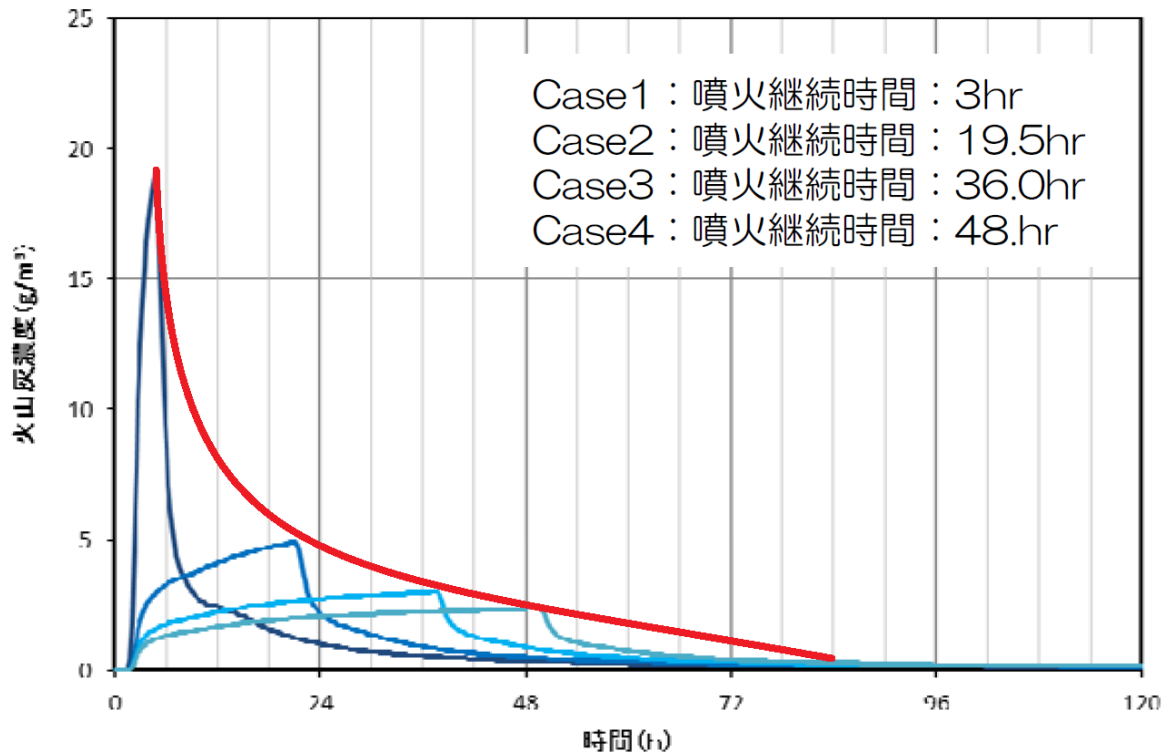
しかし、もともと、「３．１の手法」は、「３．２の手法」と比較して、小さな値が出る推定手法である可能性がある。

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/m³〕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/m³〕となる（図表３２）。

また、後述するとおり、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。

図(b) 地上火山灰濃度の経時変化



図表 3 2 甲 D 1 3 7 ・ 1 5 頁図 (b) に加筆

ウ 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

(7) 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/m³] 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/m³] になると計算される。

これに対し、「3. 2の手法」で5 [g/m³] 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/m³] 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/m³] は、「3. 1の手法」で保守性を見込んだ3 [g/m³] 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いければ、軽々に「保守的だ」などということとはできないはずである。

(イ) また、「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ないという考え方は、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（法的評価としてどこまでを「安全」とみるか）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) 小括

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、T e p h r a 2という推定手法自体に不定性が大きく、再飛散の不考慮、凝集の不確実性の不考慮、降灰継続時間の不確実性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、「3. 1の手法」と「3. 2の手法」の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、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。

原告らが提示した違法判断の具体的基準との関係では、①科学（理論）的な想定や計算にすぎないものについて考慮しておらず、科学の不定性を排除することを怠っている。また、凝集については、考慮に入れているものの、それが保守的であると評価している点で、凝集の持つ非保守性を合理的理由なく排除している点で、③リスク評価に残る不定性を適切に把握しておらず、保守的で合理的な根拠を示していない。

したがって、この点に関する火山ガイドの定めは不合理であり、被告の主張・立証が尽くされない結果、人格権侵害の具体的危険の存在が事実上推定される。

4 基準適合判断の不合理性 - 気中降下火砕物濃度の過小評価

(1) 「3. 1の手法」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D 59・添付1，3. 1項・28頁）。

被告が行った具体的な濃度算出条件は図表33のとおりである。

表1 濃度算出条件

入力条件／計算結果	値	備考
設計層厚	50cm	
総降灰量 W_T	$4.0 \times 10^5 \text{ g/m}^2$	設計層厚×降下火砕物密度(0.8 g/cm^3)
降灰継続時間 t	24h	Carey and Sigurdsson(1989)参考
粒径 i の割合 p_i	表2参照	Tephra2による粒径分布の計算値
粒径 i の降灰量 W_i		前ページの式①
粒径 i の堆積速度 v_i		前ページの式②
粒径 i の終端速度 r_i		Suzuki(1983)参考
粒径 i の気中濃度 C_i		前ページの式③

図表33 甲D 138・6条（火山） - 1 - 参考17 - 5頁の表1

手順① 火山灰の密度を $0.8 \text{ [g/cm}^3\text{]}$, 設定層厚を 50 cm とし, 1 m^2 当たりの総降灰量 (W_T) を求める。

$$W_T = 0.8 \text{ [g/cm}^3\text{]} \times 50 \text{ [cm]} = 4.0 \times 10^1 \text{ [g/cm}^2\text{]} = 4.0 \times 10^5 \text{ [g/m}^2\text{]}$$

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。

$-1 \sim 0 \phi$	$0 \sim 1 \phi$	$1 \sim 2 \phi$	$2 \sim 3 \phi$	$3 \sim 4 \phi$
$1 \sim 2 \text{ mm}$	$0.5 \sim 1 \text{ mm}$	$0.25 \sim 0.5 \text{ mm}$	$0.125 \sim 0.25 \text{ mm}$	$0.0625 \sim 0.125 \text{ mm}$
1.9%	69%	22%	6.2%	0.43%

図表 3 4 被告が用いた粒径分布

例えば, 粒径- $1 \sim 0 \phi$ ($=1 \sim 2 \text{ mm}$) の降灰量 (W_i) は, 全体に占める割合 p_i が 1.9%であることを踏まえると, 以下のようになる。

$$W_i = p_i \times W_T = 1.9 \text{ [%]} \times 4.0 \times 10^5 \text{ [g/m}^2\text{]} = 7.60 \times 10^3 \text{ [g/m}^2\text{]}$$

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D第59号証添付1, 3. 1項【注釈 - 3】, 29頁)。

例えば, 粒径- $1 \sim 0 \phi$ ($1 \sim 2 \text{ mm}$) の終端速度 (r_i) は, 2.5 [m/s] とされ, 堆積速度 (v_i) は, 次のようになる。

$$v_i = W_i \div t = 7.60 \times 10^3 \text{ [g/m}^2\text{]} \div 86400 \text{ [s]} \div 0.088 \text{ [g/s} \cdot \text{m}^2\text{]}$$

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。

$$C_i = v_i \div r_i = 0.088 \text{ [g/s} \cdot \text{m}^2\text{]} \div 2.5 \text{ [m/s]} \div 0.04 \text{ [g/m}^3\text{]}$$

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 3 5 のとおり、3.5 [g/m³] となる。

表 2 濃度算出結果

気中降下火砕物濃度 C_T は、下表のとおり 3.5g/m³ となる。

粒径 ϕ (μm)	～-1	-1～0 (1414)	0～1 (707)	1～2 (354)	2～3 (177)	3～4 (88)	4～	合計
割合 p_i (wt%)	(≈ 0)	1.9	69	22	6.2	0.43	(≈ 0)	100*
降灰量 W_i (g/m ²)	—	7.60×10^3	2.76×10^5	8.80×10^4	2.48×10^4	1.72×10^3	—	4.0×10^5 * (= W_T)
堆積速度 v_i (g/s・m ²)	—	0.088	3.2	1.02	0.29	0.020	—	—
終端速度 r_i (m/s)	—	2.5	1.8	1.0	0.5	0.35	—	—
気中濃度 C_i (g/m ³)	—	0.04	1.78	1.02	0.58	0.06	—	<u>3.5(=C_T)</u>

※：端数処理の都合上、左欄の合計と一致しないことがある。

図表 3 5 甲 D 1 3 8 ・ 6 条 (火山) - 1 - 参考 1 7 - 5 頁の表 2

(2) 火山灰密度が保守的なものとなっていないこと

上記手順の中で問題となるのは、まず、**手順①**の火山灰密度の設定である。

前提知識の個所で述べたとおり、火山灰の密度は、乾燥状態で 0.5 ～ 1.5 [g/cm³] 程度までと幅があり、独立行政法人産業技術総合研究所の須藤茂氏の研究では、1 [g/cm³] 程度とされている（図表 7 の左上の表）。

そうすると、0.8 [g/cm³] を前提になされた被告の濃度推定は、標準的な値としては意味があるかもしれないが、「それ以上の濃度にはならない」という上限を画するための推定としては保守性が足りず、不合理ということになる。

念のため繰り返すが、裁判所が判断すべきなのは、0.8 [g/cm³] という密度と、1 [g/cm³] という密度のいずれが科学的に妥当かということではなく、「深刻な災害が万が一にも起こらないようにする」ための上限を画する数値として、保守的にどこに線を引くのが妥当かという法的評価である。科学論争をしているわけではないことを念押ししておく。

(3) シミュレーションの粒径分布は、実際の粒径分布とは異なること

ア 本件原発敷地における実測値

次に、濃度推定手順の中で問題となるのは、**手順③**である。

被告の計算過程で用いられた粒径分布は、図表 3 3 のとおり、「T e p h r a 2 による粒径分布の計算値」とされている。

しかし、これは、本件原発敷地周辺で確認できる敷地の粒径分布とは異なっている。

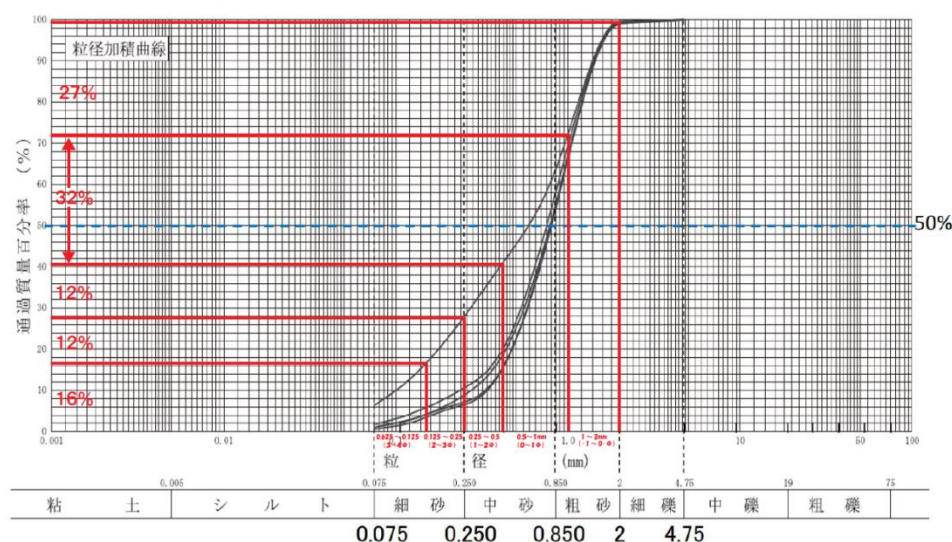
赤城鹿沼テフラ（A g - K P）の東海第二原発敷地内における粒径分布の実測値は、図表 3 6 及び図表 3 7 のとおり、0.0625～0.125 mm が 4～16%，0.125～0.250 mm が 4～12%，0.25～0.50 mm が 10～12%，0.5～1.0 mm が 32～51%，1～2 mm が 27～30% となっている（甲 D 1 4 3）。

赤城鹿沼テフラ実測値 東海第二敷地 上位曲線

粒径加積曲線(東海第二敷地内・丘の上)

密度max1.1g/cm³,min0.3g/cm³

【粒度試験結果： 最大粒径約4.8mm(中央粒径約0.6～0.8mm)】



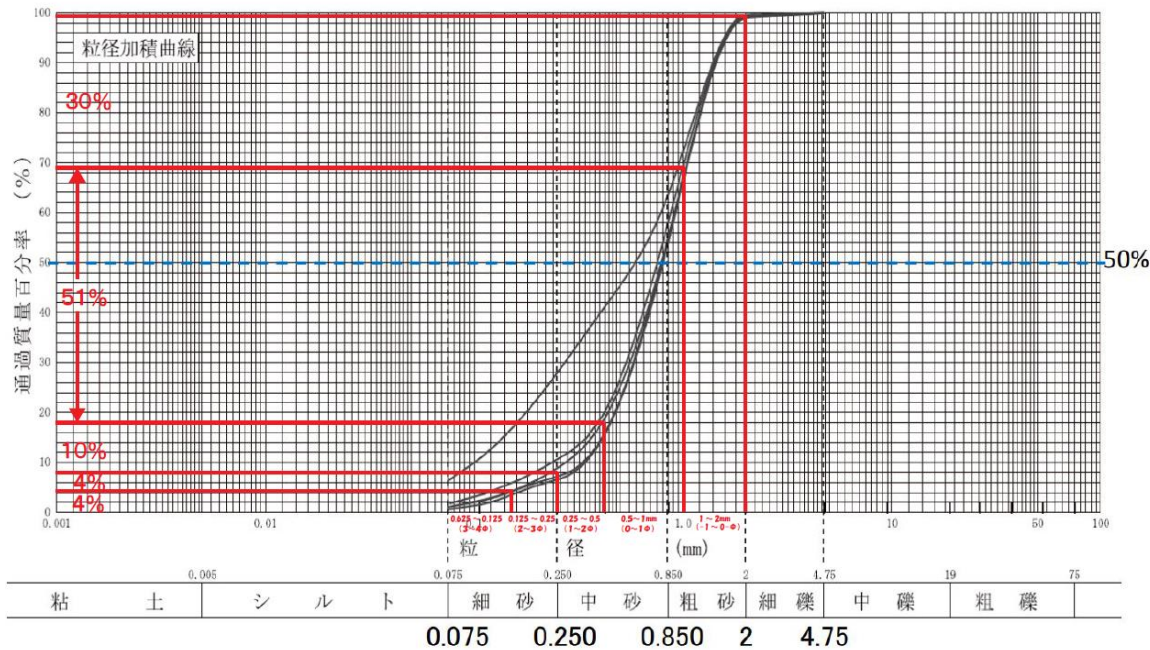
図表 3 6 甲 D 6 2 ・ 1 2 2 頁右下の図に加筆（上位曲線）

赤城鹿沼テフラ 下位曲線

粒径加積曲線(東海第二敷地内・丘の上)

密度max1.1g/cm³,min0.3g/cm³

【粒度試験結果： 最大粒径約4.8mm(中央粒径約0.6～0.8mm)】



図表 3 7 甲 D 6 2 ・ 1 2 2 頁右下の図に加筆 (下位曲線)

これに基づいて、気中濃度を計算すると、図表 3 8 のとおり、 3 . 2 3
～ 5 . 1 1 [g/m³] となり得る。

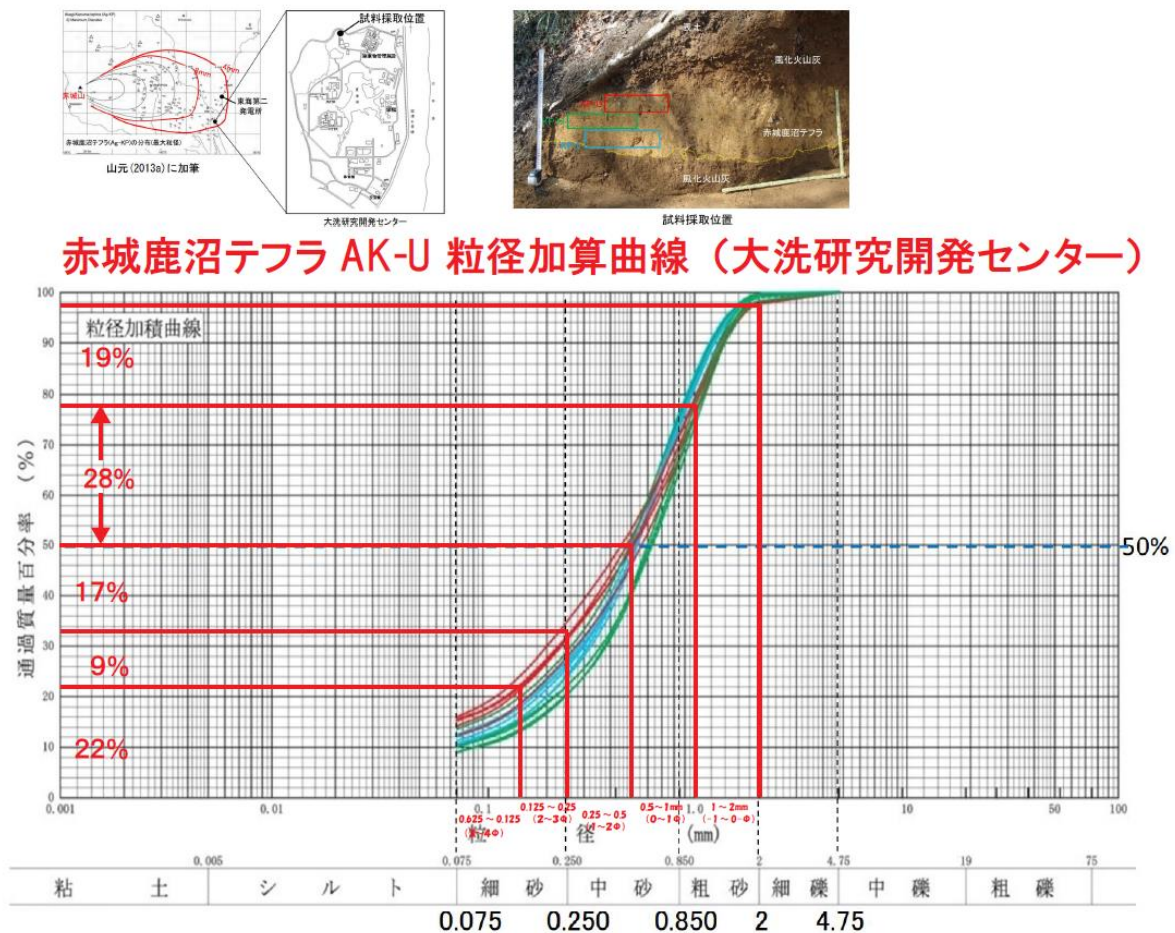
赤城鹿沼テフラ実測値 (東海第二敷地) 上位	粒径 Φ		-log ₂ D	～-1	-1～0	0～1	1～2	2～3	3～4	4～	合計
	粒径 D		mm		1～2	0.5～1	0.25～0.5	0.125～0.25	0.0625～0.125		
	粒径iの割合 Pi	式	%	0.00%	27.00%	32.00%	12.00%	12.00%	16.00%	0.00%	99.00%
	降灰量 Wi	Pi・WT	g/m ³		1.08E+05	1.28E+05	4.80E+04	4.80E+04	6.40E+04		4.00E+05
	堆積速度 vi	Pi・WT/t	g/s・m ²		1.25	1.48	0.56	0.56	0.74		
	終端速度 ri	Suzuki1983	m/s		2.50	1.80	1.00	0.50	0.35		
	気中濃度 Ci	vi/ri	g/m ³		0.500	0.823	0.556	1.111	2.116		5.11
赤城鹿沼テフラ実測値 (東海第二敷地) 下位	粒径 Φ		-log ₂ D	～-1	-1～0	0～1	1～2	2～3	3～4	4～	合計
	粒径 D		mm		1～2	0.5～1	0.25～0.5	0.125～0.25	0.0625～0.125		
	粒径iの割合 Pi	式	%	0.00%	30.00%	51.00%	10.00%	4.00%	4.00%	0.00%	99.00%
	降灰量 Wi	Pi・WT	g/m ³		1.20E+05	2.04E+05	4.00E+04	1.60E+04	1.60E+04		4.00E+05
	堆積速度 vi	Pi・WT/t	g/s・m ²		1.39	2.36	0.46	0.19	0.19		
	終端速度 ri	Suzuki1983	m/s		2.50	1.80	1.00	0.50	0.35		
	気中濃度 Ci	vi/ri	g/m ³		0.556	1.312	0.463	0.370	0.529		3.23

図表 3 8 敷地における実測値の粒径分布を用いた濃度計算結果

イ 大洗研究開発センターにおける実測値

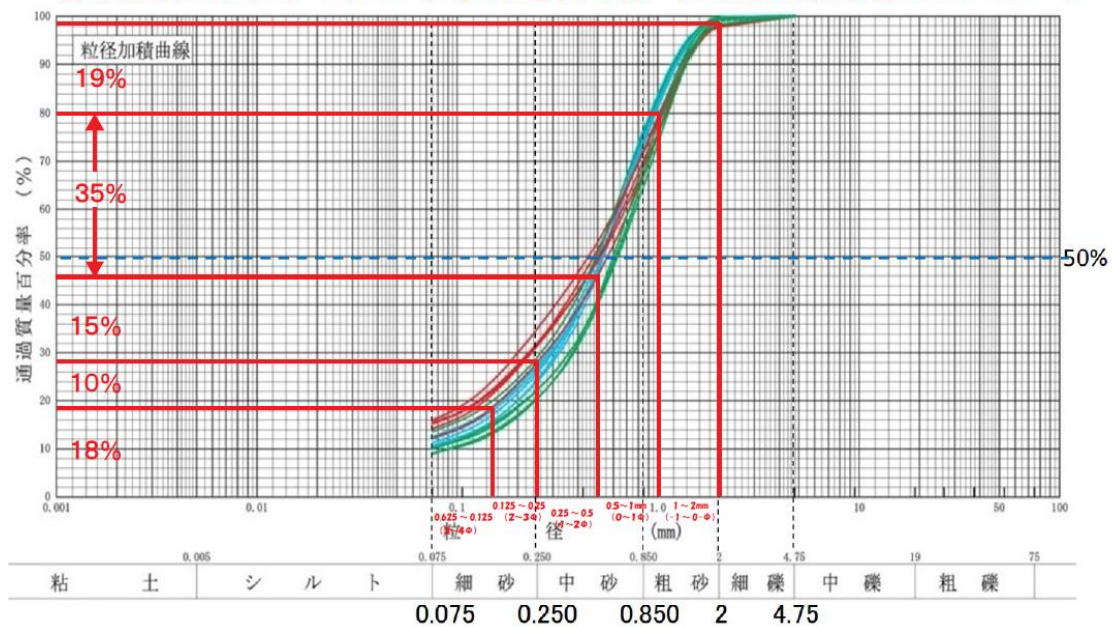
次に、赤城鹿沼テフラ (A g - K P) の敷地周辺である大洗研究開発セ

ンター敷地内における粒径分布の実測値は、図表 3 9 及び図表 4 0 のとおり、0.0625～0.125mm が 18～22%，0.125～0.250mm が 9～10%，0.25～0.50mm が 15～17%，0.5～1.0mm が 28～35%，1～2mm が 19% となっている（甲 D 1 4 3）。



図表 3 9 甲 D 6 2 ・ 1 2 3 頁右下の図に加筆（試料 K P - U）

赤城鹿沼テフラ AK-L 粒径加算曲線（大洗研究開発センター）



図表 4 0 甲 D 6 2 ・ 1 2 3 頁右下の図に加筆（試料 K P - L）

これに基づいて、気中濃度を計算すると、図表 4 1 のとおり、5.25
～5.60 [g/m³] となり得る。

赤城鹿沼テフラ実測値 (大洗研究開発センター) AK-U (上層)	粒径 Φ		$-\log_2 D$	～-1	-1～0	0～1	1～2	2～3	3～4	4～	合計
	粒径 D		mm		1～2	0.5～1	0.25～0.5	0.125～0.25	0.0625～0.125		
	粒径iの割合 P_i	式	%	2.00%	19.00%	28.00%	17.00%	9.00%	22.00%	0.00%	97.00%
	降灰量 W_i	$P_i \cdot WT$	g/m ³		7.60E+04	1.12E+05	6.80E+04	3.60E+04	8.80E+04		4.00E+05
	堆積速度 v_i	$P_i \cdot WT/t$	g/s・m ²		0.88	1.30	0.79	0.42	1.02		
	終端速度 r_i	Suzuki1983	m/s		2.50	1.80	1.00	0.50	0.35		
	気中濃度 C_i	v_i/r_i	g/m ³		0.352	0.720	0.787	0.833	2.910		5.60

赤城鹿沼テフラ実測値 (大洗研究開発センター) AK-L (下層)	粒径 Φ		$-\log_2 D$	～-1	-1～0	0～1	1～2	2～3	3～4	4～	合計
	粒径 D		mm		1～2	0.5～1	0.25～0.5	0.125～0.25	0.0625～0.125		
	粒径iの割合 P_i	式	%	0.00%	19.00%	35.00%	15.00%	10.00%	18.00%	0.00%	97.00%
	降灰量 W_i	$P_i \cdot WT$	g/m ³		7.60E+04	1.40E+05	6.00E+04	4.00E+04	7.20E+04		4.00E+05
	堆積速度 v_i	$P_i \cdot WT/t$	g/s・m ²		0.88	1.62	0.69	0.46	0.83		
	終端速度 r_i	Suzuki1983	m/s		2.50	1.80	1.00	0.50	0.35		
	気中濃度 C_i	v_i/r_i	g/m ³		0.352	0.900	0.694	0.926	2.381		5.25

図表 4 1 大洗研究開発センターにおける実測値の粒径分布を用いた濃度計算結果

ウ 降下火砕物検討チームにおける粒径分布の使用例も不合理

このほか、降下火砕物検討チームで推定手法②（「3.1の手法」）として試算された際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 3 0）。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、 $2 \sim 3 \phi$ （ $0.025 \text{ cm} \sim 0.0125 \text{ cm}$ ）」とされているにもかかわらず、最も安全側のCase 3でさえ、 0.025 cm を100%としたものとなっており、最も量が多いはずの 0.025 cm 未満の粒径を考慮していない。

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（図表10）。これも一般経験則ないし初歩的な科学的経験則（以下「経験則③」という。）である。

この経験則③に照らせば、赤城山からの距離が約127kmの地点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の地点である占冠実測値（中央粒径 $0.125 \sim 0.25 \text{ mm}$ ）と同程度か、小さくなる可能性もある。

エ 実測値ですら風化等の影響があるため実現象と同じではないこと

(7) このように、被告が濃度推定に用いた「Tephra 2による粒径分布の計算値」は、本件原発敷地やその周辺（大洗研究開発センター）での実測値よりも粒径が大きい粒子に偏った粒径分布となっている（中央粒径が大きくなっている）。

降下火砕物検討チームでも参考にされた占冠実測値の中央粒径と比較しても、余りにも中央粒径が大きい。これは、経験則③に反する。

しかも、現在確認できる実測値すら、噴火の時期から相当時間の経ったものであることから、噴火当時の粒径分布を正確に再現したものになっておらず、粒径が小さい粒子は風化等の影響で検出されない可能性が大きい。例えば、同じ赤城鹿沼テフラ（Ag-KP）でも、図表36の本件原発敷地と図表39の大洗研究開発センターでは、特に $3 \sim 4 \phi$ （ $0.0625 \sim 0.125 \text{ mm}$ ）の割合が、相当異なっていることが分かる。

そうすると、実測値の粒径分布すら、実現象における粒径分布よりも

中央粒径が大きくなっているのである。

粒径の大きい粒子の割合の大きさ

被告が採用したシミュレーション値＞実測値＞実現象

なお、前述の新堀敏基氏は、2011（平成23）年霧島山（新燃岳）噴火の降灰予測に際し、初期値として、中央粒径0.25mm（2φ）が採用されているという（甲D132・413頁）。これも、被告の採用したシミュレーション値よりはるかに小さいものであり、被告の採用したシミュレーション値が、実現象と大きく乖離したものであることを示している。

(イ) 実測値の中央粒径が、実現象よりも大きくなるのは、前述のとおり、風化等によって、特に粒径の小さい粒子は検出されなくなったりするためといわれる。

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D139・177頁）。

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D140・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。赤城鹿沼テフラ噴火は約4.4万年前とされているから、単純計算で、0.132～0.88mmもの浸食があり得ることになる。

(ウ) 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D141）。

これによると、「古いテフラのT G S D²⁰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、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、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言える。

(4) 経験則②（粒径の大きい物ほど気中濃度は小さくなる）の存在及び実際の粒径分布に基づく推定値

ア 経験則②の存在

このように、被告の採用したシミュレーション値は、実現象どころか、実測値と比較しても粒径の大きい粒子の割合が不自然・不合理に大きいものといえる。

そして、粒径の大きい物ほど、早く落下するため、大気中に留まっている時間が短くなり、気中濃度は小さくなるという経験則（経験則②）に照らせば、中央粒径の大きいパラメータを設定すれば、その分気中降下火砕物濃度は小さくなる。

このことは、被告も採用しているS u z u k i（1983）の粒径の大きさによる終端速度の違いを持ち出すまでもなく、自明の事柄といえる。

イ 山元（2013a）の実測値を前提とした試算

(ア) 原告らの主張に対しては、被告から、敷地における層厚をシミュレーションで求めたこととの連続性・整合性から、そこで得られた粒径分布

²⁰ Total Grain Size Distribution の略。総粒度分布を指す。

を用いることには合理性があり、反対に、濃度計算の場面だけ実測値を用いることには合理性がない、という反論が予想される。

そこで、念のため、被告も検討に用いた山元（2013a）で敷地周辺の層厚とされた16～32cmという実測値を用いて、濃度の試算を行う。なお、保守的に評価するため、層厚を32cmと設定する。

- (イ) 手順①の密度であるが、須藤茂氏（産総研）などによれば、火山灰の密度はおよそ1 [g/cm³] であり、地質時代（歴史時代以前の時代）の火山灰層は、厚さが半分になるので、密度はおよそ2 [g/cm³] になるとされる。そこで、密度としては2 [g/cm³] を用いる。

$$\text{総降灰量 } W_T = 2 \text{ [g/cm}^3\text{]} \times 32 \text{ [cm]} = 6.4 \times 10^5 \text{ [g/m}^2\text{]}$$

- (ウ) 降灰継続時間は、24時間よりも短くなる可能性はあるが、比較のために、24時間と設定する。

- (エ) 図表36で示した本件原発敷地における粒度分布を用いて気中濃度を計算すると、図表42のとおり、8.17 [g/m³] となる。

山元(2013a)の 32cmを前提	粒径 Φ		-log ₂ D	～-1	-1～0	0～1	1～2	2～3	3～4	4～	合計
	粒径 D		mm		1～2	0.5～1	0.25～0.5	0.125～0.25	0.0625～0.125		
	粒径iの割合 Pi	式	%	0.00%	27.00%	32.00%	12.00%	12.00%	16.00%	0.00%	99.00%
	降灰量 Wi	Pi・WT	g/m ²		1.73E+05	2.05E+05	7.68E+04	7.68E+04	1.02E+05		6.40E+05
	堆積速度 vi	Pi・WT/t	g/s・m ²		2.00	2.37	0.89	0.89	1.19		
	終端速度 ri	Suzuki1983	m/s		2.50	1.80	1.00	0.50	0.35		
	気中濃度 Ci	vi/ri	g/m ³		0.800	1.317	0.889	1.778	3.386		8.17

図表42 山元（2013a）の実測値を基にした濃度推定値

- (オ) このように、実測値を用いて32cmとして気中濃度を求めたとしても、被告の想定を大幅に上回る気中濃度になることがうかがわれる。

(5) シミュレーションの粒径分布を用いるという基準は不合理であること

以上のような検討を踏まえると、単にシミュレーションとの連続性・整合性を保つという程度の理由だけで、実現象と大幅に異なる粒径分布を用いることは、経験則②に反し許されない。シミュレーション結果と実際の堆積分

布が整合しないのは、堆積が十分かつ正確に確認できないとか（繰り返し述べるように、現在の堆積は経年による風化や圧縮を考慮していない）、シミュレーション自体の不確実性に由来する可能性が大きい。

この問題も、裁判所は、シミュレーションの粒径分布を用いることと、実測値を用いることのいずれの考え方が科学的にみて正しいかを判断するのではなく、法の趣旨に照らして、どこで安全の線引きを行うのが妥当かを判断すべきである。

そして、「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て、現在の科学技術水準ではほとんど何も分かっていない地質時代の大規模噴火の粒径分布を設定するとすれば、少なくとも実測値に相応の保守性を見込んだ数値を採用すべきであるが、被告も原規委も、そのような評価・判断を行っていない。

原告らが提示した具体的基準との関係でいえば、①被告の評価はそもそも工学上の経験則にすら準拠しておらず、不確実な想定や計算だけで評価を行っている。実測値を参考にしない評価は、科学の不定性を考慮するどころか、そもそもが全く信頼性に乏しいものというほかない。

当然ながら、③リスク調査やリスク評価に残る不定性を適切に把握もしていないし、実測値を参考にしないことについて、十分に保守的で合理的な根拠も示せていない。

したがって、被告の評価及び原規委の基準適合判断には、看過し難い過誤、欠落が存在し、不合理なものといわざるを得ない。

(6) 設置変更許可の中で気中降下火砕物濃度を検討していないことの不合理性

前述のとおり、2017（平成29）年改正火山ガイドにより、設置変更許可段階においても、気中降下火砕物濃度の推定がなされなければならないし、推定された濃度を用いて、外気取入口から侵入する降下火砕物の想定と

その影響を確認しなければならないし、間接的影響評価も行わなければならないことが明らかにされた。

しかるに、被告の主張によっても、本件設置変更許可処分においては、気中降下火砕物濃度の推定や外気取入口からの侵入とその影響の確認、間接的影響評価も行われていないというのであり、実際、本件原発の設置変更許可審査書にも、気中降下火砕物濃度を3.5 [g/m³]とする記載はないし、審査会合においても議論された形跡がない。そうすると、設置変更許可において、本来審査・判断されるべき気中降下火砕物濃度の妥当性やそれによる施設の健全性について、審査・判断がなされていなかったということになる。

これは、明確に、国による基準適合判断が不合理であったことを示すものである。

したがって、この点からも、基準適合判断が不合理である以上、被告による人格権侵害の具体的危険の不存在の主張・立証は尽くされなかったこととなり、人格権侵害の具体的危険の存在が推定される。原告らによる請求は認容されるべきである。

5 具体的審査基準の不合理性② - 粒径分布の操作によるごまかしの許容

(1) 火山ガイドの定め

上述した3で述べたとおり、本件においては、被告が、気中降下火砕物濃度の推定において、実現象に近い粒径分布を用いず、安易に実現象とは全く異なる数値シミュレーションの粒径分布を用いている点で、基準適合判断(ないし評価)に看過し難い過誤、欠落が存在し、不合理である。

もっとも、被告がこのような推定計算を行ったのは、火山ガイドにおいて、「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。また、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。」との定めが存在したからと思われる（甲D59・添付1，3．1項【注釈-2】，29頁）。

(2) 「火山ガイドに従って評価したのだから合理的」という弁解の誤り

そのため、被告としては、単に火山ガイドの定めに従っただけであり、その評価は合理的だと主張する可能性がある。

しかし、そうだとすると、このような不合理な推定手法を許容している火山ガイドの規定そのものが不合理なのであって、「基準の合理性」の立証が尽くされないことになる。

そのため、原告らは、選択的に、上記の点について基準自体の不合理性としても主張しておく。

6 まとめ

以上詳述してきたとおり、気中降下火砕物濃度に関する火山ガイドの定めは、①「3．1の手法」と「3．2の手法」のいずれか一方を用いて推定すればよいとされている点で非保守的であり、また、②実現象とは大幅に異なるシミュレーションによる粒径分布を用いて推定を行うことを許容している点で不合理である。そして、具体的審査基準が不合理である結果、被告の「基準の合理性」立証は尽くされたとは評価できず、原告らの人格権侵害の「具体的危険の存在」が事実上推定される。

仮に、この点で「基準の合理性」が認められるとしても、被告が行った濃度推定方法は、①降下火砕物の密度が保守的な値になっていない点、②粒径分布が実現象を全く反映できておらず、保守的にもなっていない点で不合理であり、原規委の基準適合判断（ないし被告の基準適合評価）には看過し難い過誤、欠落が存在する。基準適合判断（ないし評価）が不合理である結果、被告の「基準適合判断（ないし評価）の合理性」の立証は尽くされたとはいえず、原告ら

の人格権侵害の「具体的危険の存在」が事実上推定される。

重要な点なので繰り返すが、裁判所が判断すべきは、どのような考え方が科学的に妥当かということではなく、科学の不定性を前提として、どこで原発の安全に関する線引きを行うかという法解釈及び事実認定である（もちろん、科学的合理性を踏まえたうえでのことであるが、不定性を無視して被告が採用する知見を確実なもの、信頼性の高いものと誤認することは許されない）。

そして、「深刻な災害が万が一にも起こらないようにする」という炉規法の趣旨に照らせば、本書面で原告らが主張した程度の不確実性は考慮するのが当然であり、少なくとも、これを考慮していない火山ガイドや被告の評価は不合理である。

第 7 結語

以上みてきたように、被告が想定する①最大層厚 50 cm は、外部電源喪失の危険性があり、②降下火砕物の大気中濃度について採用するヤキマ観測値（0.03 [g/m³] は、明らかに過誤であり、その後見直したとされる 3.5 [g/m³] も過小である。

気中降下火砕物濃度を過小評価している結果、本件原発は、外気取入口からの火山灰の侵入に対して、換気空調系のフィルタが目詰まりなどによって有効に機能せず、③侵入した降下火砕物が電気系・計装制御系に付着して機能喪失を起こし、④中央制御室の居住環境に悪影響でコンピュータ関係が機能喪失し、⑤非常用 DG の吸気フィルタの目詰まりにより同発電機が機能喪失し、⑥同吸気フィルタを潜り抜けて侵入した降下火砕物によって、非常用 DG が閉塞、摩耗等を起こして機能喪失し、⑦長期の外部電源喪失及びアクセス障害が発生するなど、本件原発に深刻な事故を発生させ得る様々な問題が生じる可能性が高い。

したがって、本件原発は、火山事象に対する安全が確保されておらず、原告

らの人格権に重大な被害を及ぼす具体的な危険性（火山リスク）が存在する。そして、これに対して、被告が何ら実質的な反論をできなかったということが、何よりも雄弁に、安全が確保されていないことを物語っている。

原告らの主張は、絶対的安全を要求するような高度のものでは全くない。一般経験則や初歩的な科学的経験則に照らして当然行うべき配慮すら行わず、計算によるごまかしで気中濃度を値切ろうというのが火山ガイドないし被告の発想であり、これを許容してしまえば、原発には極めて緩やかな安全しか求められていないということになってしまう。もう一度、福島第一原発事故を思い起こされたい。あのような悲惨な事故を踏まえて、わが国の原発に極めて緩やかな安全しか求めなくてよいなどという判断はあり得ないし、今なお福島第一原発事故の犠牲になり続けている多数の国民の心情を思えば、原規委や被告の態度には強い憤りを禁じえない。

少なくとも火山事象に関しては、原告らは、裁判所に対して、決して高度な判断を求めている。他の一般的な訴訟と同様、粛々と被告の不合理性を認定すればよいだけである。勇気をもって、されど当たり前の判決が下されることを強く求める。

以上