

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1418名

被告 四国電力株式会社

準備書面(72)

2020(令和2)年1月31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

第 1 はじめに	- 6 -
1 本書面の目的	- 6 -
2 本書面の要約（サマリー）	- 6 -
第 2 火山事象に関する基礎知識	- 8 -
1 火山事象とは何か	- 8 -
(1) 火山噴火ないし火山爆発とは	- 8 -
(2) 火成岩の分類等	- 8 -
(3) マグマの生成と上昇	- 10 -
(4) 火山爆発の原動力による分類	- 12 -
(5) 火山噴出物	- 13 -
2 噴火規模と火山爆発指数（V E I）	- 15 -
(1) 火山爆発指数（V E I）	- 15 -
(2) 総噴出量とマグマ噴出量	- 17 -
3 火山事象がもたらす災害	- 18 -
(1) 火砕物密度流	- 18 -
(2) 火砕物密度流が原発に及ぼす影響	- 23 -
(3) 降下火砕物ないし火山灰	- 24 -
(4) 降下火砕物が原発へ及ぼす影響	- 27 -
第 3 火山ガイドの概要	- 33 -
1 第 1 章「総則」（1 頁以下）	- 33 -
2 第 2 章「本評価ガイドの概要」（5 頁）	- 35 -
(1) 立地評価（フロー図上段）	- 35 -
(2) 影響評価（フロー図下段左側）	- 36 -

(3) モニタリング（フロー図下段右側）	- 36 -
(4) 「地理的領域」について	- 37 -
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）	- 38 -
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）	- 38 -
(1) 設計対応不可能な火山事象（4. 1項）	- 39 -
(2) 個別評価	- 39 -
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）	- 41 -
(1) 影響評価の概要	- 41 -
(2) 降下火砕物の一般的影響	- 42 -
(3) 降下火砕物の影響評価	- 43 -
(4) 現在の層厚と降灰時の層厚の関係	- 43 -
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）	- 44 -
(1) モニタリングの実施基準の変更	- 44 -
(2) モニタリングの位置付けの変更	- 44 -
(3) モニタリングの目的と対応	- 45 -
(4) モニタリングによる監視項目	- 45 -
(5) モニタリングの目的の変更	- 46 -
7 第7章「附則」（22頁以下）	- 46 -

第4 科学の不定性とトランス・サイエンス - 46 -

1 原発に求められる安全の程度と科学	- 46 -
(1) 科学の非専門家が抱きがちな「固い科学観」	- 47 -
(2) 「固い科学観」が福島第一原発事故を招いたこと	- 48 -

(3) 「科学の不定性」の意義	- 48 -
(4) 「科学の不定性」と社会としての判断	- 49 -
2 「踏み越え」としての「工学的判断」に依拠してはならないこと	- 51 -
(1) 科学者による社会的価値判断＝「踏み越え」	- 51 -
(2) 「踏み越え」としての「工学的判断」	- 52 -
(3) 「新規制基準の考え方」は、まさに「踏み越え」としての「工学的判断」を行っていること	- 54 -
(4) 「工学的判断」に対しては積極的な司法審査が必要であること	- 55 -
3 科学技術社会論（STS）	- 56 -
(1) 科学技術社会論（STS）の意義及び学問領域	- 56 -
(2) 「想定できなかった」ではなく「想定しなかった」	- 58 -
(3) 司法判断における自然科学的領域と人文・社会科学的領域の峻別の例	- 60 -
4 福島第一原発事故と原子力行政に対する信頼の崩壊	- 63 -
5 まとめ	- 64 -

第 1 はじめに

1 本書面の目的

原告らは、準備書面（64）において、火山事象の影響によって伊方原発に深刻な事故が発生し、これにより、原告らの人格権に重大な被害を及ぼす具体的危険性が存在することについて主張した。

本準備書面は、準備書面（64）に補足して主張を行うものであるが、準備書面（64）から相応の期間が経過しており、科学的知見が集積し、火山事象をめぐる規制状況等も変化していること、また、2019（令和元）年12月18日に、火山事象に関する具体的審査基準たるガイドが改定されたことから（以下、この改定を「令和元年改定」といい、改定後の火山ガイドを「新火山ガイド」ないし単に「火山ガイド」という。それ以前の火山ガイドは「旧火山ガイド」という。）、改めて原告らの主張を整理して主張するものである。

なお、火山事象に関する主張としては、大別して、火山事象に関する基本的事項、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）、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、本書面においては、このうち、火山事象に関する基本的事項について主張する。

2 本書面の要約（サマリー）

- (1) 日本は火山大国であり、狭い国土に、世界の活火山の約7%が集中している。

噴火の規模は、火山爆発指数（VEI）という指標で表される。噴出物量が100㎥以上1000㎥未満の噴火がVEI 7とされ、阿蘇4噴火などがこれに該当する。

火砕物密度流とは、火砕流、火砕サージ及びブラストを含めた概念であり、本件では、火砕流のほか、火砕サージも問題となる。火砕物密度流は設計対

応が不可能な火山事象であり、ひとたび原発敷地に到達すれば、たとえその運転を停止していたとしても、冷却が不可能となり、核燃料が熔融し、放射性物質が極めて広範囲に撒き散らされることになる。

降下火砕物については、主として火山灰が問題となる。降下火砕物は、設計対応が可能ではあるものの、大気汚染はもとより、水質汚濁、荷重による建物の倒壊、交通障害、電気・電装系統の障害、コンピュータの機能障害、健康被害など、複数の障害を同時かつ広範囲にもたらし、わずかな堆積でも大きな被害につながる可能性がある。

そのほか、火山事象に関する基本的な知識について述べる（以上、第2）。

- (2) 火山事象に関する具体的審査基準である火山ガイドは、火山事象に対する影響評価について、設計によって対応することが不可能な火山事象（主に火砕物密度流）に関する「立地評価」と、設計対応可能な火山事象（主に降下火砕物）に関する「影響評価」の2段階で評価を行うこととしている。

2019（令和元）年に火山ガイドが改定されたが、旧規定から実質的に変更された点もある。巨大噴火に関する取扱いが変更されたほか、モニタリングの位置付けも変わっている（以上、第3）。

- (3) 火山事象を考える上で念頭に置かなければならないのは、科学の不定性とトランス・サイエンスである。火山噴火に関する科学的知見には大きな不定性が存在し、特に噴火の予測に関する現在の火山学の水準、精度は決して高くない。

また、科学的に原発にどのようなリスクが存在し、そのリスクがどの程度のものであるのかということは自然科学的領域の問題であるが、そのリスクを安全とみるか否かということは、人文・社会科学的領域の問題である（トランス・サイエンス）。裁判所は、この点に関する自然科学者の評価（踏み越え）を尊重することは許されず、「深刻な災害が万が一にも起こらないようにする」という法の趣旨に従って、安全が確保されているかどうかを判断しな

ければならない。

そして、「深刻な災害が万が一にも起こらない」といえるためには、科学的に正しいかどうかだけでなく、科学の不定性を十分に踏まえ、火山ガイドないし被告の評価が不定性を補い得るだけの保守性を有しているか否かが厳格に判断されなければならない（以上、第4）。

第2 火山事象に関する基礎知識

1 火山事象とは何か

(1) 火山噴火ないし火山爆発とは

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溶融したものであり、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) 火成岩の分類等

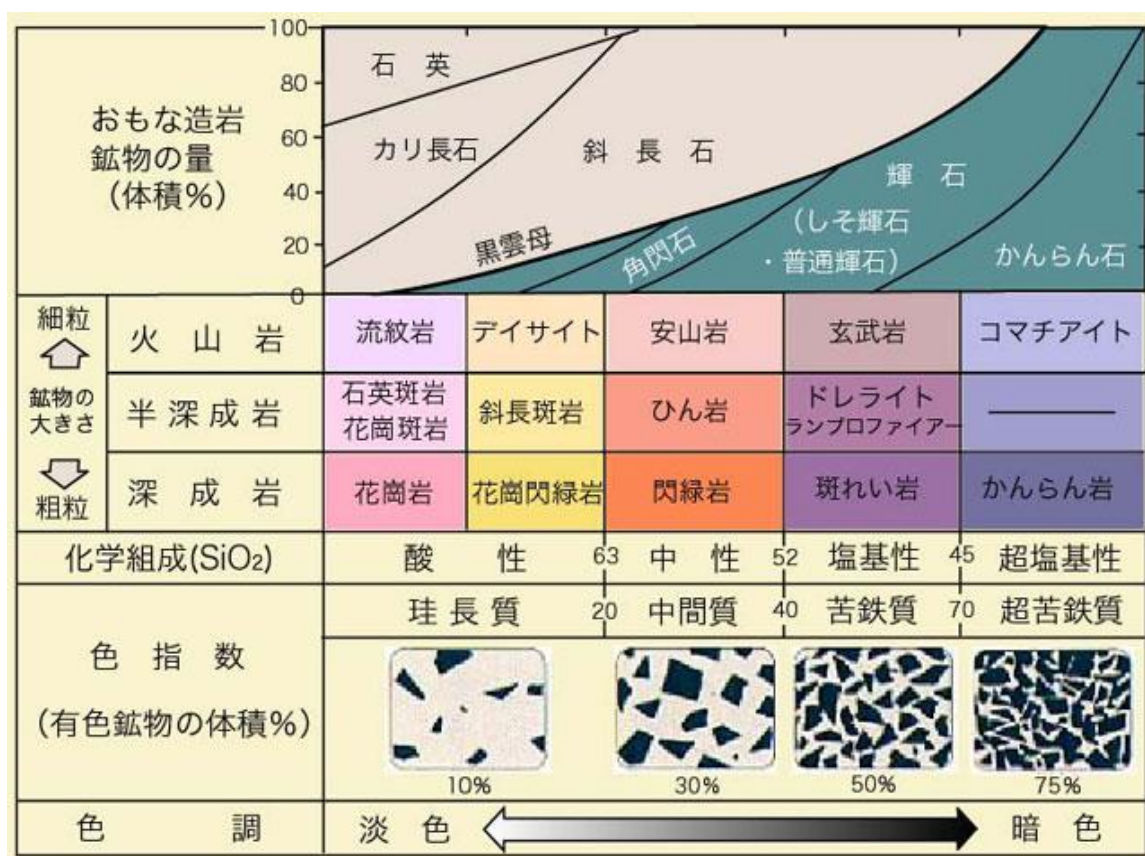
マグマは、マントルの構成物質である^{かんらん}橄欖岩の一部分が溶融してできるため、本源的なマグマは玄武岩質となる。

ここで、火成岩の分類について触れておく。

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1）。

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「珪長質マグマ」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。



図表1 火成岩の分類（山口県立山口博物館HP¹より）

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、玄武岩などに分類される（深成岩は、火山噴火との関係ではあまり出てこないため、説明を省略する。以上、図表1）。

前述のとおり、マグマは本源的には玄武岩質であり、周囲の岩石よりも比重が小さいため、浮力によって地表側に向かって上昇してくるが、その過程

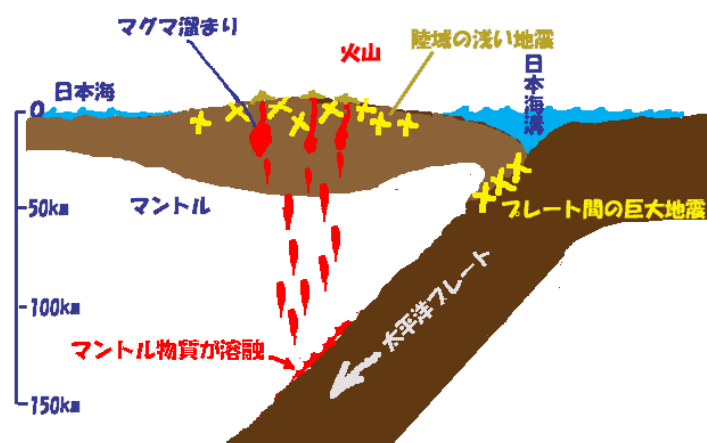
¹ <http://db.yamahaku.pref.yamaguchi.lg.jp/db/tigaku/ref01.html>

で地殻の一部を溶かして、混合してマグマの成分を変化させる場合もある。

一般に、二酸化ケイ素（ SiO_2 ）を多く含む珪長質マグマは粘性が強く、爆発的噴火になりやすいとされる。他方で、苦鉄質マグマは粘性が弱く、爆発的噴火は起こりにくいとされる。

(3) マグマの生成と上昇

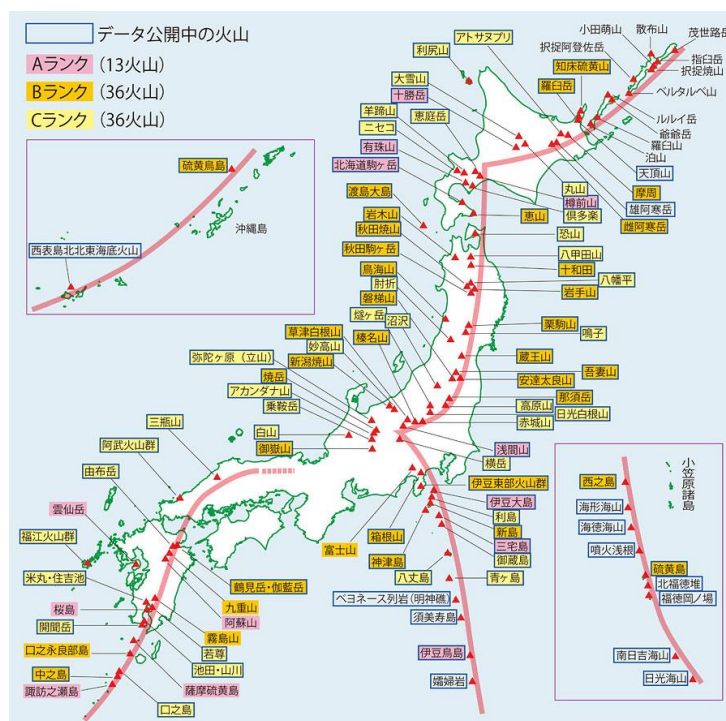
日本海溝は、太平洋プレートが陸のプレートの下に潜り込み始めている場所である。プレートの沈み込みにより、何故マントルの一部が溶けてマグマが発生するのかについては諸説あるが、有力な見解は、プレートによってかかる強い圧力によって岩石中の水分が染み出し、熱水的作用によってマントルが溶けてマグマになる、というものである（図表2）。いずれにせよ、マグマが生成しやすいのは地下100～150km程度の深さであり、地下深くで発生したマグマは、そこから前述した比重の関係で地表付近にまで上昇してくるため、火山活動が起こりやすい場所は、海溝に沿って帯状に広がる傾向がみられる。



図表2 マグマの生成と火山フロント（火山列）の生成（気象庁HP²より）

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

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3の赤い線）。



図表3 火山フロントの位置関係³

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（図表4）。

概ね1万年以内に噴火した火山及び現在活発な噴気活動のある火山を「活火山」というが、日本には約111もの活火山が存在しており⁴、世界全体の7%を占めている。

また、本件で問題となっている阿蘇山は、まさに火山フロントの中に存在

³ <https://nonukes.exblog.jp/21930628/>

⁴ 活火山とされる火山の範囲は、頻繁に変更されている。気象庁のホームページによれば、2003（平成15）年当初は108であったが、2011（平成23）年に2つが追加され、2017（平成29）年にも1つが追加され、現在では111になっている。旧火山ガイド等で、活火山の数について110とされているのは、このためである。

https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/katsukazan_toha/katsukazan_toha.html

する非常に活動的な火山であることも分かる。

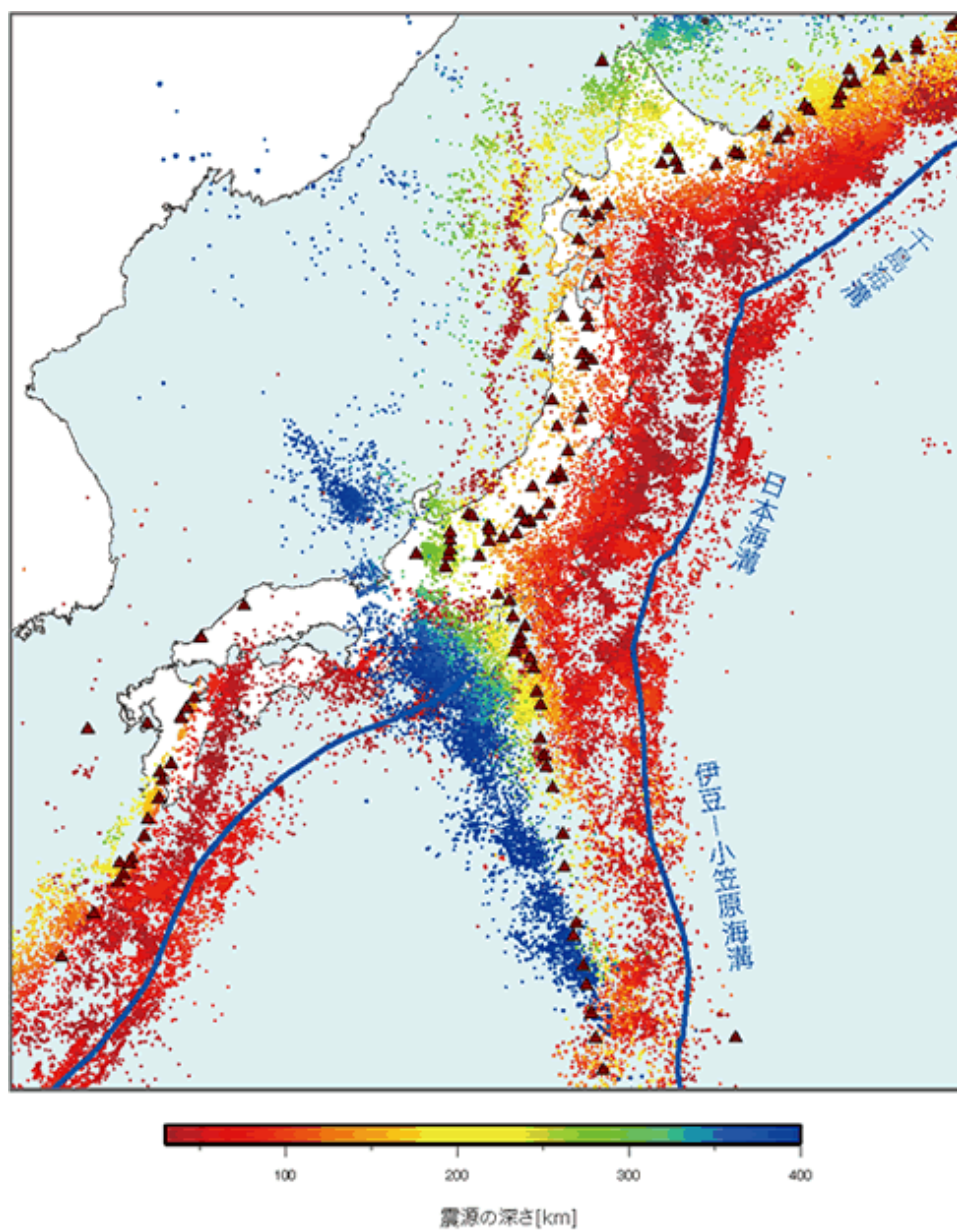


図1 活火山(▲)の分布

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4 活火山と震源の分布

(4) 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⁵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。

(5) 火山噴出物

火山から噴出する主なものは以下のとおりである。

ア 火山ガス

⁵ 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（詳細は次頁参照）。

気体として噴出するものは「火山ガス」と総称されるが、通常の火山ガスの構成物の90%以上は水蒸気である。

その他、炭酸ガスや二酸化硫黄、ヘリウムなどが含まれる。

イ 溶岩

「溶岩」は、一般に、液体として噴出するが、見かけ上は10cm～数mの岩塊（固形物）の集合体のような溶岩流もある。溶岩流の中心部は数百度という高温の溶岩である。

ウ 溶岩以外の固形物

固形物として噴出するもののうち、溶岩以外を火山砕屑物（火砕物ないしテフラ）という。

一般的な火砕物は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（以上、図表5）。

さらに、空中に噴出した火砕物のうち、降下するもののことを「降下火砕物」と呼ぶ。火山ガイドでは、「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」と定義されている（火山ガイド1.4(7)項）。降下火砕物のうちで、原発の施設に対して最も大きな影響を与え得るのは火山灰であり、また、一般にも、火砕物が大気中を降下する現象を「降灰」と呼んだりするため、本書面においても、降下火砕物≡火山灰として表記する場合がある。

粒径 (mm)	火山碎屑物名称	
64-	火山岩塊 (block)	
	火山礫 (lapilli)	
2-	火山灰 (ash)	火山砂 (sand)
1/16-		火山シルト (silt)

}

苦鉄質で黒や赤色の粒子を「スコリア」と呼ぶ。

中間～珪長質で黄色や白っぽいものを、「軽石」と呼ぶ。

図表5 火山碎屑物の分類（大石雅之・立正大学助教（火山学）のHP⁶より）

2 噴火規模と火山爆発指数（VEI）

(1) 火山爆発指数（VEI）

火山爆発の規模を表すのに、火山爆発指数（VEI）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。

火山爆発指数（VEI）は、0から8までの9段階があり、このうち、VEI 6（噴出物量10から100 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6）。

⁶ <http://oisivolcano.my.coocan.jp/volcano/products.htm>

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	ブレー山 (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	ピナトウボ山(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6 火山爆発指数と代表的な噴火の例 (甲468・7頁)

一般に、噴火は、マグマ溜まりに係る過剰圧が解消されれば終息するが、カルデラ噴火⁷では、過剰圧が解消されても爆発が終息せず、マグマ溜まりがほとんど空になるまでマグマが出続け、広範囲の土地が陥没し、その後にはカルデラ湖や阿蘇山の外輪山のような地形を残すことになる。日本では、このようなカルデラ噴火が概ね6～7000年に1回程度の頻度で発生している。

例えば、約8万5000年前の阿蘇カルデラの爆発（阿蘇4噴火）、約3万年前の始良カルデラの爆発（始良Tn噴火）、そして約7300年前の鬼界カルデラの爆発（鬼界アカホヤ噴火）は、いずれもVEI7クラス（噴出物量100～1000km³）のカルデラ噴火であったことが知られている。本件で問題となっている阿蘇4噴火は、この規模の噴火である。

なお、学術的に定まった表現ではないものの、VEI5規模の噴火を「大

⁷ カルデラとは、スペイン語で「大鍋」を意味する言葉であり、地下のマグマ溜りが空になるまで噴出したために、上部の土地が陥没してできるくぼ地を指す。

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2018（平成30）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」（甲469。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ことに注意が必要である。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10 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470の1・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。

(2) 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（km³）とマグマ噴出量（D R E km³）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D R E（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⁸。

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

3 火山事象がもたらす災害

(1) 火砕物密度流

ア 火砕物密度流とは、火山噴火で生じた火山ガス、火砕物の混合物が斜面を流れ下る現象の総称であり、火砕流、火砕サージ及びブラストを含むものとされている（火山ガイド1.4(9)項）。

イ 「火砕流」は、火砕物密度流と同じく火山ガスと火砕物の混合物が斜面を流れ下る現象とされるが、研究者によっては高温の流れに限定して用いられることも多い（火山ガイド1.4(10)項）。火砕流の発生機構としては、カルデラ噴火型、噴煙柱崩壊型、溶岩ドーム型などがある⁹。

⁸ この部分については、<https://gbank.gsj.jp/volcano/eruption/explanation/description2.html>を参照した。

⁹ 火山ガイドは、「通常、噴煙柱若しくはドームの崩壊によって形成され」としているが、本文で述べた通り、カルデラ噴火型も存在するし、被害が広範囲に及ぶのはカルデラ噴火型である。

(ア) カルデラ噴火型は、流紋岩～デイサイト質の粘性の高いマグマが、火口付近で爆発的に発泡し、大量の火砕物となって火口から全方向に一気に高速で噴出するものであり、高温（500℃を超える）、高速度（時速100kmを超えることもある）の火砕流は、地形の起伏や海を乗り越えて100kmを超える場所にまで到達する。阿蘇4噴火の火砕流の最大到達点は約160km離れた地点であることが知られている（図表7）。

ただし、火砕流の到達範囲は遷移的であり、現在遺っている痕跡も風化等の影響によって堆積当時の状況を精度よくとどめているとは限らないことから、火砕流の到達範囲を厳密に画することは容易ではない。



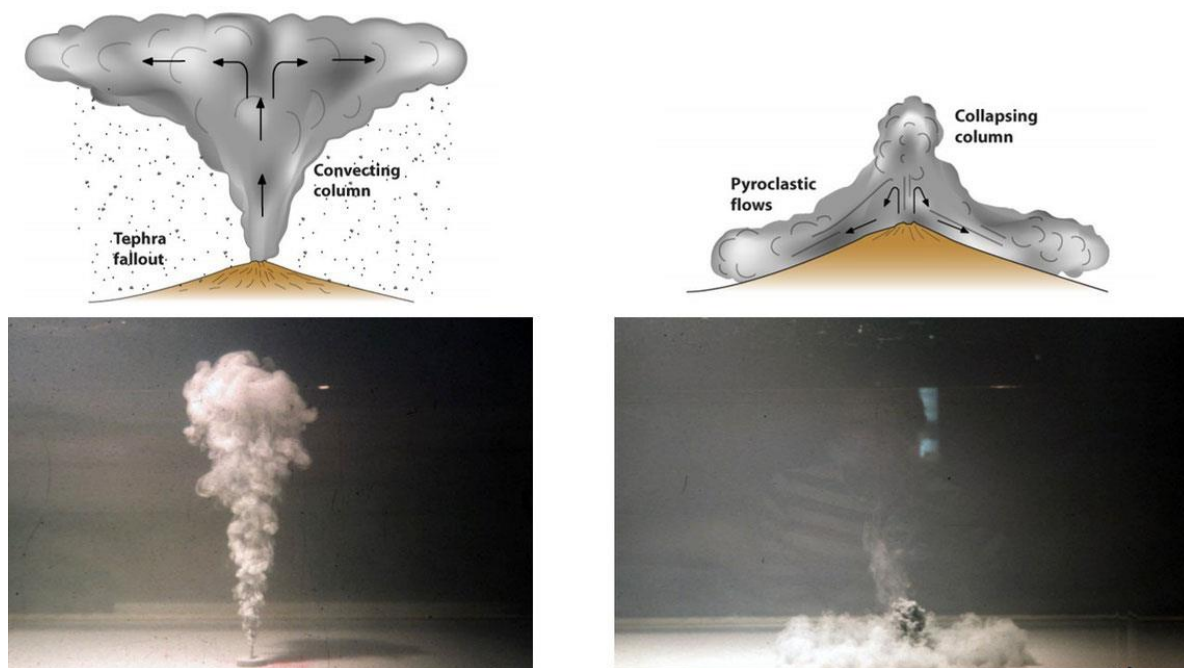
図表7 カルデラ噴火型の火砕流（『ニュートン』より）

(イ) 噴煙柱崩壊型は、例えばプリニー式噴火などで火山ガスと火砕物の混合物である大規模な噴煙柱が、重力崩壊して流走するものである（図表8）。この場合も、火口から多方向に広がり流下することが多く、噴煙柱が崩壊する高度によっては、多少の高低差は乗り越えるとされる（火砕

物が高度から落下すれば、位置エネルギーによってジェット・コースターのように高低差を乗り越える)。

なお、火山ガイドでは、火砕流について「通常は地形の勾配に従う」とされているが(火山ガイド1. 4(10)項)、これは溶岩ドーム型や小規模な噴煙柱崩壊型を念頭に置いた記載であり、大規模な噴煙柱崩壊型やカルデラ噴火型には当てはまらない。

火山ガイドも、影響評価に関する部分では、「影響の範囲が広く地形によって抑制できる程度が低く、通常はほとんどの地形的障害物を乗り越える。さらに、状況によっては地形的障害物を乗り越え、大きな水域を横断して流れることが分かっている」と規定している(火山ガイド5. 2(1)項(a))。



図表8 噴煙柱崩壊型の火砕流 (Geo Science Writer のHP¹⁰より)

¹⁰ <https://geosciencewriter.jimdo.com/course-notes-%E3%82%B3%E3%83%BC%E3%82%B9%E3%83%8E%E3%83%BC%E3%83%88/2014-spring-summer/3-%E5%99%B4%E7%81%AB%E6%A7%98%E5%BC%8F%E3%81%A8%E7%81%BD%E5%AE%B3/>

(ウ) 溶岩ドーム崩壊型は、マグマの粘性が高く、かつ、火山ガスが効率的に抜ける場合などに、爆発的な噴火を起こさずにマグマがゆっくりと押し出されて形成された溶岩ドーム（溶岩円頂丘）が崩壊して起こる火砕流である。我が国では、1991（平成2）年の雲仙普賢岳で発生した火砕流がこのタイプのものである（図表9）。



図表9 溶岩ドーム崩壊型の火砕流（「雲仙普賢岳の噴火とその背景¹¹」より）

雲仙普賢岳の火砕流は、43名の死者・行方不明者を出した深刻な災害であったが、火砕流の規模としては極めて小規模で、本件で問題となっている阿蘇4規模の噴火は、これとは全く次元の異なる自然現象と考えなければならない。このタイプの火砕流の流下方向は、地形などの影響で限られることが多い。

これらのうち、本件との関係で問題となり得るのは主としてカルデラ噴火型であり、被告が火砕流の到達範囲評価に用いたTITAN2Dとの関係で、噴煙柱崩壊型も若干問題となる。

¹¹ <http://museum.sci.kyushu-u.ac.jp/>

ウ 「火砕サージ」は、火山ガイド上、「火砕物密度流のうち、比較的流れの密度が小さく乱流性が高いもの」と定義されている（火山ガイド1．4 (11) 項）。

火砕サージには、ベースサージ、グラウンドサージ及び灰雲サージといった種類がある。



図表10 火砕サージのイメージ図（国土交通省北陸地方整備局のHP¹²より）

ベースサージとは、マグマと水が反応してマグマ水蒸気爆発を起こした際に発生するサージであり、火口から垂直に立ち上がる噴煙柱とは別に、その基部から水面上を360度広がるサージである。

火砕流堆積物の下面と当時の地表の間にサージ堆積物が挟まれていることがしばしばあるが、このようなサージ堆積物を「グラウンドサージ堆積物」という。グラウンドサージは、火砕流噴火の直前に発生した強い爆風

¹² <http://www.hrr.mlit.go.jp/jintsu/kids/sabo/sabo09.html>

による場合と、火砕流の頭部から発生したジェットである場合があるといわれている。火砕流よりも遠方にまで届くサージといえる。

灰雲サージ (ash-cloud surge) とは、火砕流の上面から排出された火山シルト¹³とガスが地表面に定着するまでのサージである。これも、火砕流堆積物の直上やその周囲にまで分布する(火砕流よりも遠方まで到達する)。

このうち、本件との関係で問題となり得るのは、グラウンドサージないし灰雲サージであり、火砕流の到達範囲よりもさらに遠方にまで届く可能性があるにもかかわらず(図表10)、被告はほとんどまともな評価を行っていない。

エ 「ブラスト」は、火山ガイド上、「溶岩ドーム、潜在溶岩ドーム又は表層熱水系の突然の減圧によって生じる側方、低角度の成分を持つ火山性爆発」と定義されているが(火山ガイド1. 4(12))、本件では問題とならない。

(2) 火砕物密度流が原発に及ぼす影響

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

火砕物密度流の到達範囲に原発さえなければ、たとえ破局的噴火による火砕物密度流が発生したとしても、時間はかかれど復旧・復興が可能であるが、万が一、そこに原発が存在し、大事故が発生してしまえば、噴火の短期的予

¹³ 砂より細かく、粘土より粗い碎屑物であり、粒径1／16mmから1／256mmのものをいう。

測が功を奏して数日から数週間前に破局的噴火を逃れることができた避難民に対して、放射性物質を含んだ火山灰が追い打ちをかけることになる。日本列島から生命の営みが消滅し、半永久的に帰還すら不可能になるという破局をもたらすことになりかねない（原発さえなければ、時間はかかっても復旧・復興が可能であるという点が重要である）。

火砕物密度流に襲われた原発には、しばらくの間何人も近づけないし、どのような対策・設計対応も意味をなさない。

そのため、火砕物密度流は、火山ガイド上も「設計対応不可能な火山事象」とされ（火山ガイド・解説-2.及び5. 2(1)項(a)），その原発運用期間中における発生可能性及び到達可能性が十分小さいと評価できない場合には、立地不適と評価される。

阿蘇カルデラで約8. 5万年前に発生した阿蘇4噴火の火砕物密度流は、南九州の全域を大量の火砕物で覆い、一部は瀬戸内海の海面上を流れて山口県山口市や宇部市にまで達している。本件でも、これと同規模の噴火の発生可能性や火砕物密度流が原発敷地に到達する可能性が適切に評価されているかが問題となる。

(3) 降下火砕物ないし火山灰

前述のとおり、「降下火砕物」は、「大きさ、形状、組成若しくは形成方法に関係なく、火山から噴出されたあらゆる種類の火山砕屑物で降下する物を指す」と定義されている（火山ガイド1. 4(7)項）。また、「火山灰」は、「爆発性破砕のさまざまなプロセスによって生じる平均直径2mm未満の火山岩の破片」と定義されており（火山ガイド1. 4(8)項），厳密には両者は異なる概念であるが、現実的に問題となるのは降下する火山灰であるため、本訴訟においては、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。

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）。この広がりには、多少風の影響を受けるものの、ある程度同心円状に広がることが知られており、1991（平成2）年のピナツボ噴火では、約60km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11）。

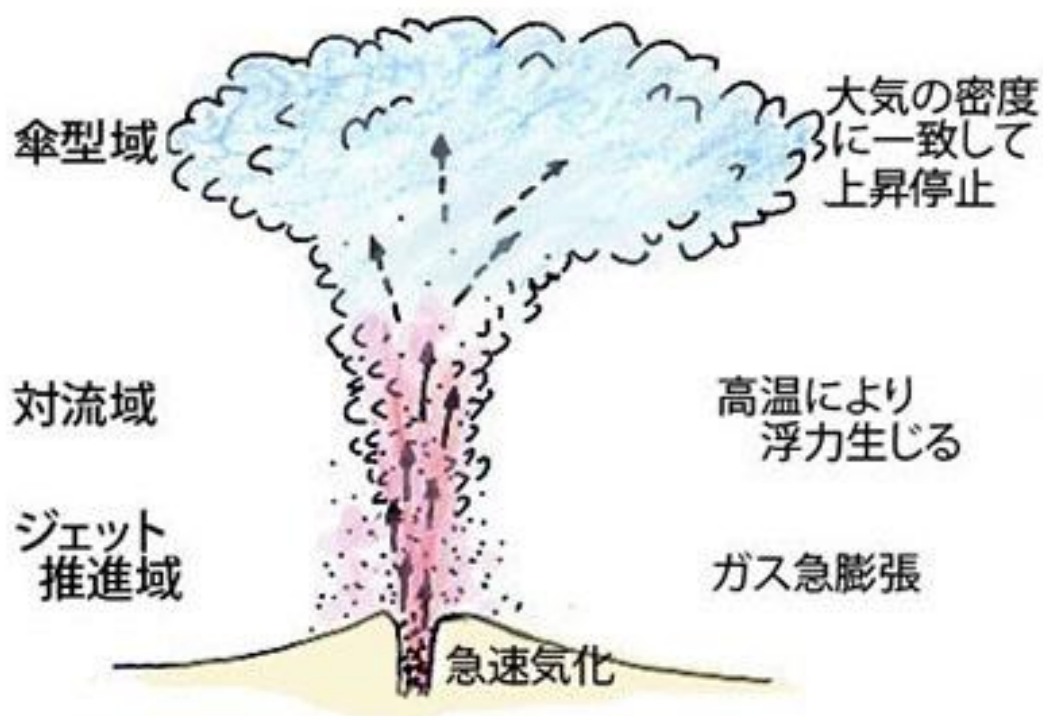
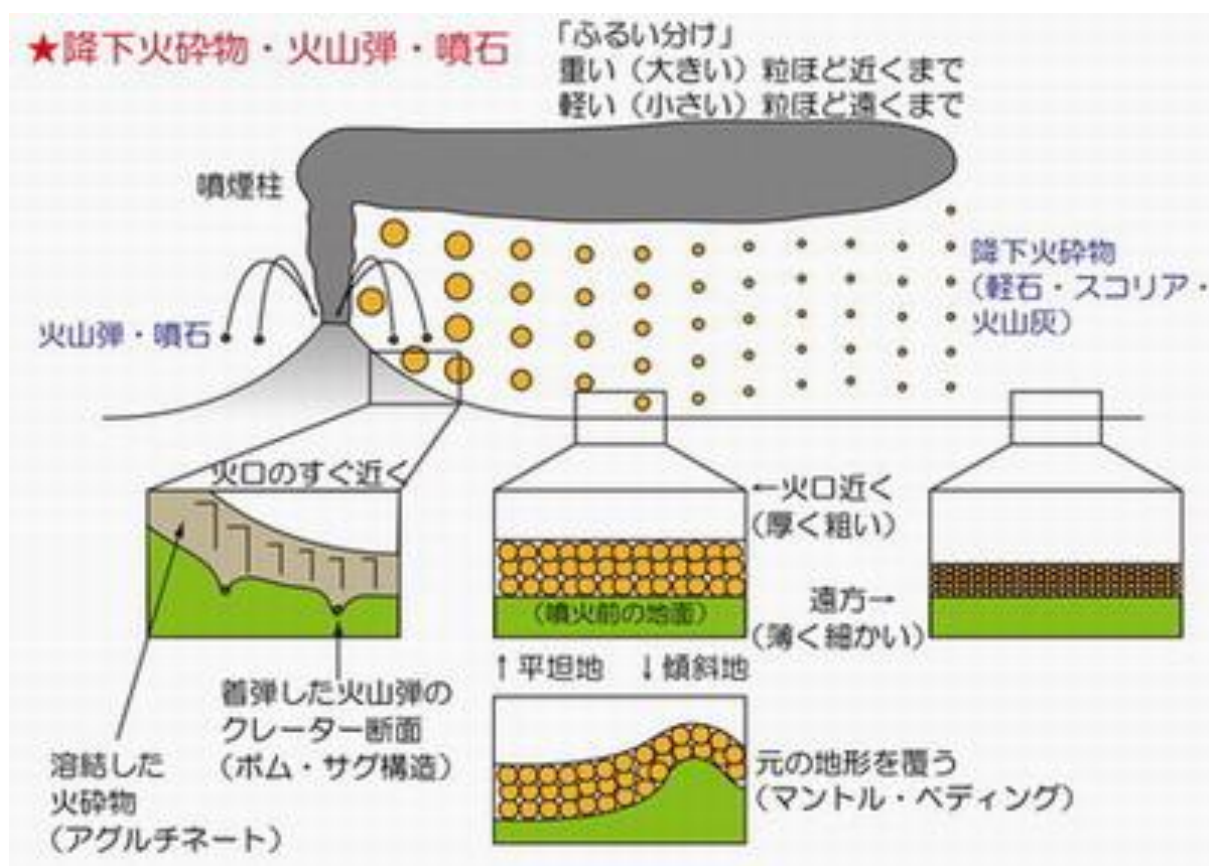


図8.1 噴煙柱の構造

図表 1 1 噴煙柱と傘型領域の模式図

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 1 2）。



図表 1 2 火口からの距離の違いによる堆積物の粒径の違い（大石・助教のHP¹⁴より）

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15cmほどの厚さで分布している場所があるし、約2万3000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5cm以上の層をなしている。さらに、10世紀に中国と北朝鮮の国境にある白頭山で起こっ

¹⁴ <http://oisivolcano.my.coocan.jp/volcano/products.htm>

た破局的噴火の火山灰も、東北や北海道で見つかっている（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。現在15cm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) 降下火砕物が原発へ及ぼす影響

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

また、火山灰は、水を含むと湿って重くなり、粘りを増すので、わずかな堆積でも大きな被害につながる可能性がある。例えば、内閣府防災情報のサイトに掲げられている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作成した「火山灰の特徴について」(甲471)によれば、火山灰の密度は、湿潤状態で $1 \sim 2 \text{ g/cm}^3$ と、乾燥時の2倍程度になり得る（アメリカの地質調査所の例）。これは、新雪（ $0.1 \sim 0.2 \text{ g/cm}^3$ ）の10倍程度の密度であり（図表13）、降灰10cm（湿潤）というのは、降雪でいえば1mもの重さに相当するわけである。

○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)	木佐・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	1.5
	湿潤状態 (湿りけを帯びて締め固められた)	1.0～2.0	1.2 を越えることもある	1.2～1.5 以上	—	
雪	新雪	0.05～0.07				
	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

図表 1 3 甲 4 7 1 ・ 6 頁

一般に、降灰によって環境や人体にどのような影響が及ぶかについては、気象庁が作成した「降灰予報の高度化に向けた検討会」(第 1 回)(2012(平成 24)年 7 月 5 日開催)配布の参考資料 2「降灰の影響及び対策」(甲 4 7 2)(以下「降灰の影響及び対策」という。)が参考になる。

この資料では、日米における火山爆発による降灰時に実際にどのような障害が起き、災害発生を防ぐためにどのようなことが行われたかという経験に基づいて解説しているので、以下ではこの資料に基づいて降灰の影響について説明する。

被告は、本件原発の適合性審査において、原発敷地内に降灰の可能性があり、その層厚の最大値を 15 cm と想定している。しかし、図表 1 4 から分かるように、厚さ 15 cm の降下火砕物が敷地周辺の広範囲に堆積すれば、通行不能箇所が無数に起きるのはもちろん、その他のライフライン、健康面での障害などの被害が同時多発的に発生する。影響評価においても、これらを十分に考慮したうえで、実効性のある対策が講じられていると評価できなけれ

ば、設置許可基準規則にいう「安全機能を損なわない」とか、炉等規制法にいう「災害の防止上支障がない」と認定できないため、適合性判断には過誤・欠落が存在することになる。

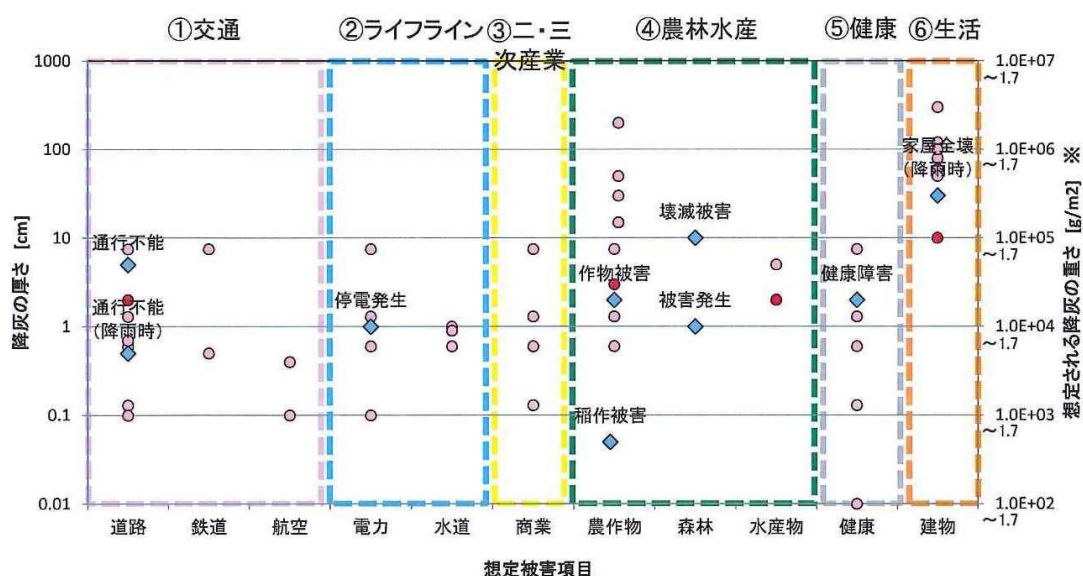
以下、降灰による影響のうち、特に原発との関係で問題となり得る道路への影響、電力への影響及びコンピュータへの影響について個別に述べる。

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

○ 実際に被害が報告された事例（文献等より、● は2011年霧島山噴火の事例）
 ◆ 被害が想定される数値（富士山ハザードマップ検討委員会（2004）による）
 想定される影響被害についても明記

※ 1mmの厚さを重さに換算すると
 1000～1700g/m²となる



図表 1 4 甲 4 7 2・2 頁上段)

ア 道路への影響

(ア) 道路への影響に関しては、図表 1 5 のとおり、降雨時にはわずか 5 mm の降灰で、降雨時ではなくても 5 cm の降灰で道路は通行不能となると想定されている。

また、わずか 6 mm の降灰によって自動車のエンジンが故障した例も報告されており、1 5 cm もの降灰があれば、可搬型の発電機等をはじめ、

吸気系設備をもった機関は軒並み機能喪失する可能性が高いし、道路も通行不能となる。

降灰の厚さ・重さから見た分野別被害状況(1-1. 道路)



2

図表15 甲472・2頁下段

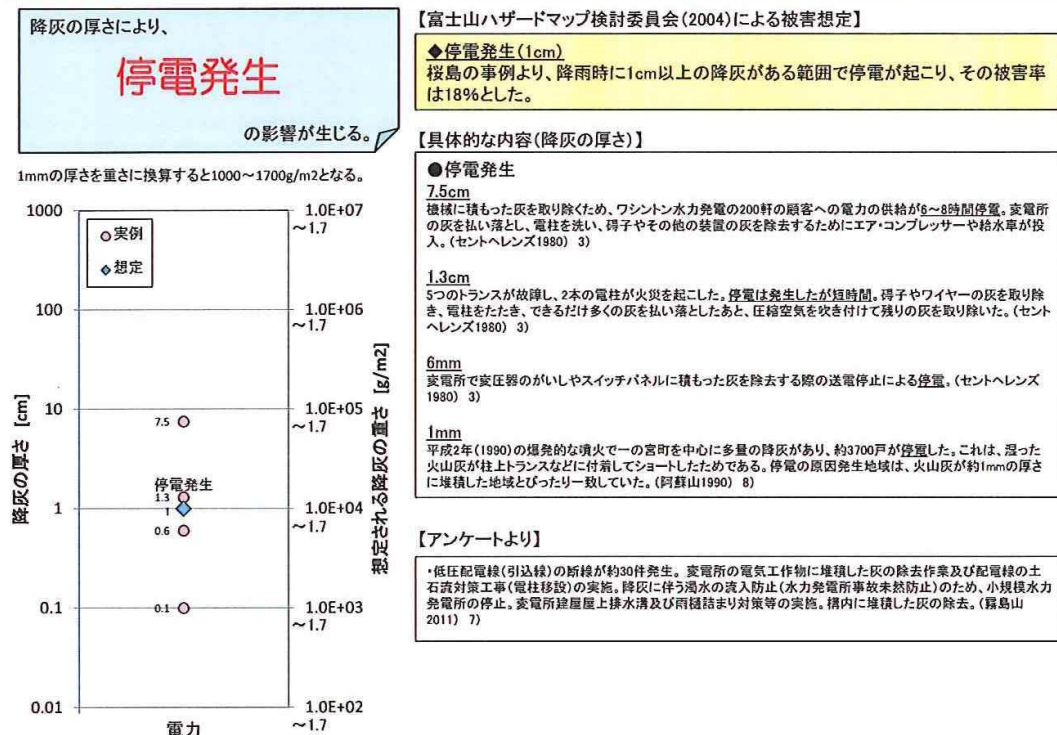
(イ) 歩行については、例えば1929(昭和4)年の阿蘇の噴火について「人畜の歩行困難を極め山麓の色見村の如きは全然歩行も外出もできず」とか、1991(平成2)年の雲仙の噴火について「南千本木、本光寺町などでは、大量の降灰があり、一時は1m先も見えないほどだった」とか、1978(昭和53)年の有珠の噴火について「水を含んだ灰はヘドロのように重みを増して思うように流れず、こびりついてしまうため、時にはスコップで削り取らなければならないほど」とかいった報告もあり(甲473・44~45頁)、降灰時に被告が検討している対策が、本当に実効性をもって実施できるのか、安全側に立った保守的な判断が

なされなければならない。

イ 電力への影響

次に、電力への影響に関しては、図表 16 のとおり、降雨時に 1 cm 以上の降灰がある範囲では停電が起こり、その被害率は 18 % とされている（甲 472・4 頁）。被告が想定する 15 cm の降灰の場合、この停電被害率はよりいっそう高くなり、本件敷地周辺は広域で停電が発生する。

降灰の厚さ・重さから見た分野別被害状況(2-1. 電力)



図表 16 甲 472・4 頁上段

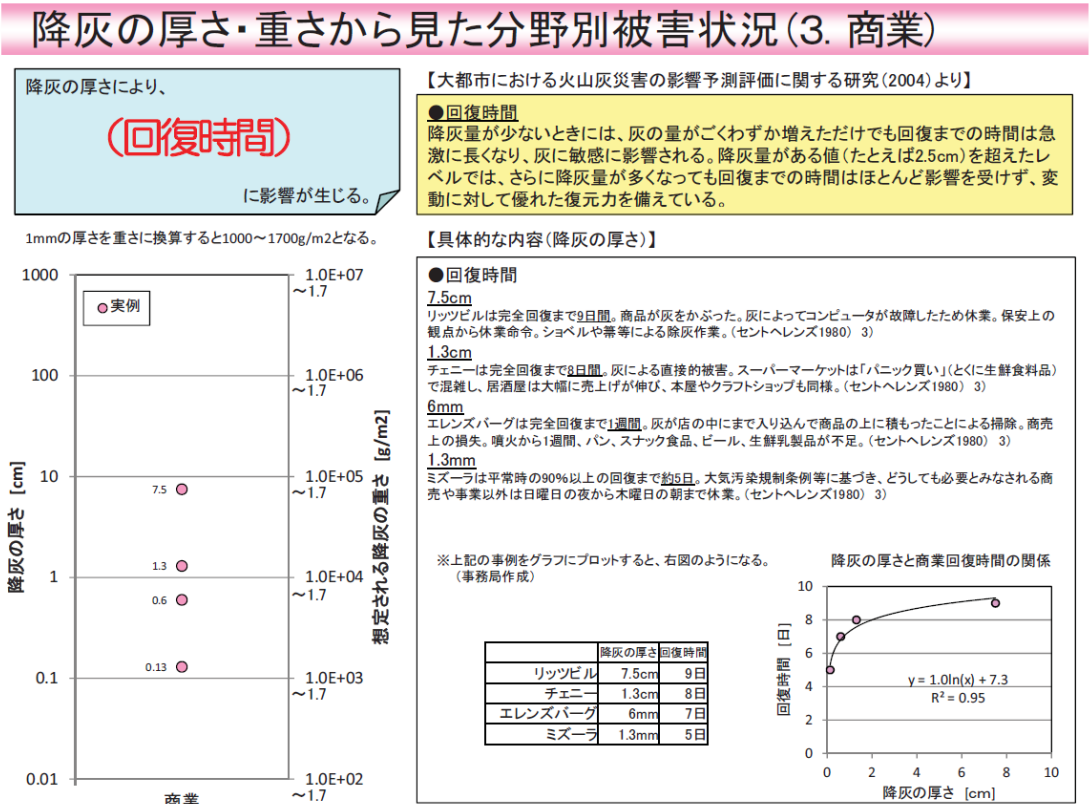
しかも、降灰は、本件原発周辺のほぼ全域に同時に発生するため、たとえ外部電源の回線が複数用意されていたとしても、それだけで十分な安全性が確保されることにならない。

また、「具体的な内容」欄に記載があるように、湿った火山灰が柱状トラ

ンスなどに付着すると地絡¹⁵を生じるのであり（1mmの降灰の場合）、このような現象が複数の箇所ですべて同時に起こることにより、容易に外部電源全ての喪失に至り得る。

ウ コンピュータ等への影響

火山灰は、コンピュータ等の内部に侵入すると故障等の障害を惹き起こす。「降灰の影響及び対策」には、降灰量が7.5cmのときに、灰によってコンピュータが故障し、完全に回復するまでに9日間を要した事例が紹介されている（図表17）。



図表17 甲472・5頁上段

15 一般には、電気を大地に逃がすためにつなぐアースのことをいうが、ここでは、火山灰が高压電線に設置されている絶縁体に付着することにより、電気が流れて大地に逃げてしまい、送電が行えなくなる現象を指す。

原発の運転中は、当然ながらコンピュータ等によって臨界事故に至らないよう制御しなければならないし、制御棒を挿入して運転を停止したとしても、「冷やす」「閉じ込める」を適切に行うために、絶えずコンピュータ等によって原子炉の状況を確認・管理しなければならない。コンピュータ等が機能喪失すれば、それはすなわち重大な事故に直結する。

第3 火山ガイドの概要

原発の火山事象に対する安全確保のための法規制の概要については、準備書面（64）で詳述した。「火山ガイド」は全部で7章からなっているが、以下、令和元年改定後の新火山ガイドについて、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。既に基礎知識の部分で触れたものもあるので、ここではそれ以外で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。少なくとも、本件原発においては、最終処分先が決まるまでの間敷地内のプールや乾式貯蔵施設に保管せざるを得ないため、運用期間は、40年を大幅に超えて、相当長期間となる可能性が高い。本件原発ではMOX燃料が使用されているが、2019年6月21日に参議院議員会館で行われた政府交渉の際、資源エネルギー庁の職員は、「使用済みMOX燃料が使用済みウラン燃料と同等の

発熱量となるのに３００年以上かかる」と述べており、本件原発の場合、運用期間は３００年を超える可能性が極めて高い。

そもそも、事業者は、運用期間が具体的にどの程度と考えているのか全く明らかにしておらず、そうであれば、「運用期間中に設計対応不可能な火山事象が発生する可能性」等を評価すること自体が不可能なはずである。

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１８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１８ 第四紀の時代区分

③ 「マグマ溜まり」（火山ガイド１．４(6)項）

「マグマ溜まり」とは、「マグマで満たされた、地下の貯留層」をいう。火山ガイドは、マグマ溜まりについて、「冷却により晶出した鉱物の分離又は新しいマグマの注入・混合によりマグマ組成の変化が生じる」としている。

一般に、マグマ溜まりは扁平な長楕円形の模式図で表されることが多いが、

近年の研究により、マグマ溜まりは必ずしもそのような形式をしているとは限らず、例えばシル¹⁶の集合体である場合も知られている。

また、マグマと周囲の岩石との境界もはっきりとしたものではなく、大部分はマッシュ状、つまり、結晶含有率が40～50%以上で、ほとんど流動できない状態にあると考えられている。そのうちのどの部分が再マグマ化して噴出するのか、現在の火山学でその判別はできないため、マグマ溜まりの体積を把握するのも困難である。

2 第2章「本評価ガイドの概要」（5頁）

(1) 立地評価（フロー図上段）

火山ガイドは、火山影響評価について、図表19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。

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。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。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¹⁷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。

また、個別評価は、「設計対応不可能な火山事象が発生する時期及びその規模を的確に予測できることを前提とするものではなく、現在の火山学の知見に照らして現在の火山の状態を評価するものである」とされている（火山ガイド第2章・解説-3.）。

¹⁶ 水平方向に薄く広がった貫入マグマのこと。この場合は、音波探査等でマグマ溜まりを把握するのは容易ではない。

¹⁷ 設計対応不可能な火山事象として、火山ガイドは、IAEA SSG-21と同様の火山事象を考慮することとしている。具体的には、「火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ・地滑り及び斜面崩壊、新しい火道の開通及び地殻変動」である（火山ガイド第2章・解説-2.（6頁））。

(2) 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。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。

(3) 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。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20）、令和元年改正により、「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（火山ガイド2項）、位置づけが変更されている。

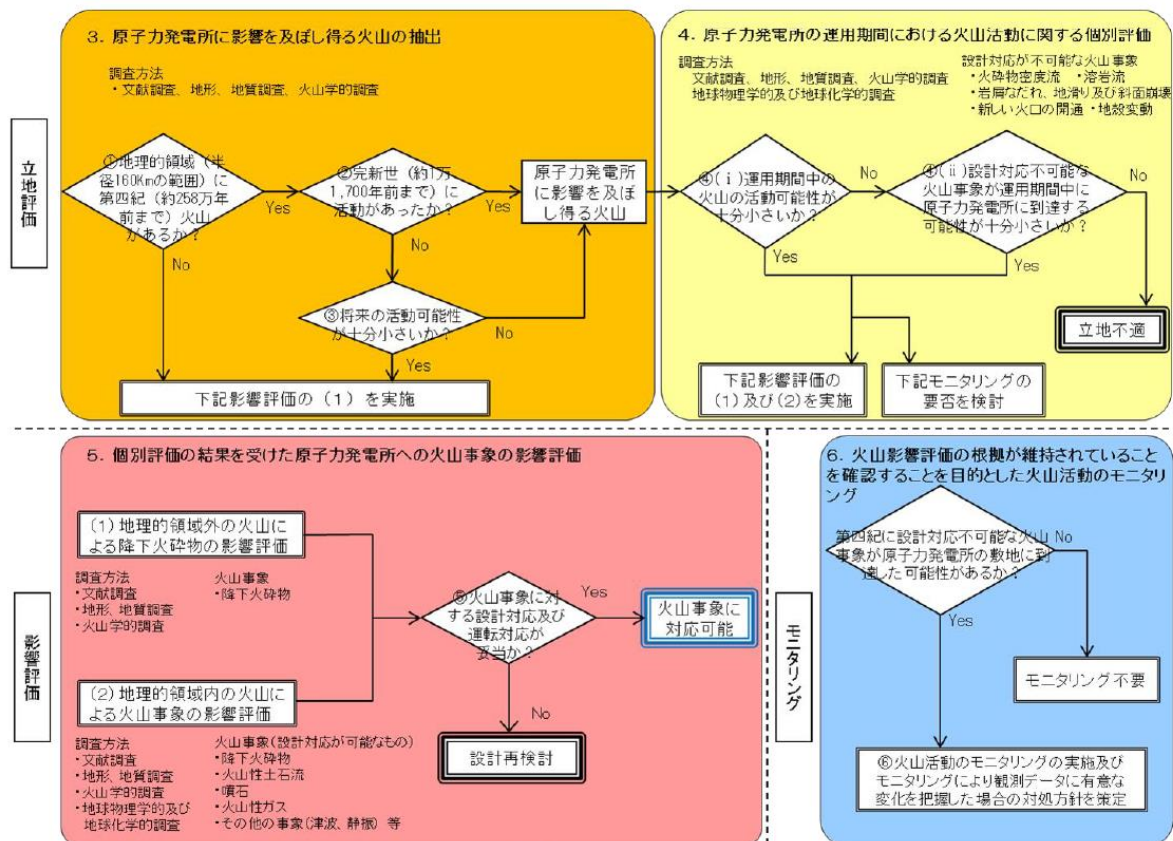


図1 本評価ガイドの基本フロー

図表 19 新火山ガイドのフロー図（甲 4 7 0 の 1 ・ 2 4 頁）

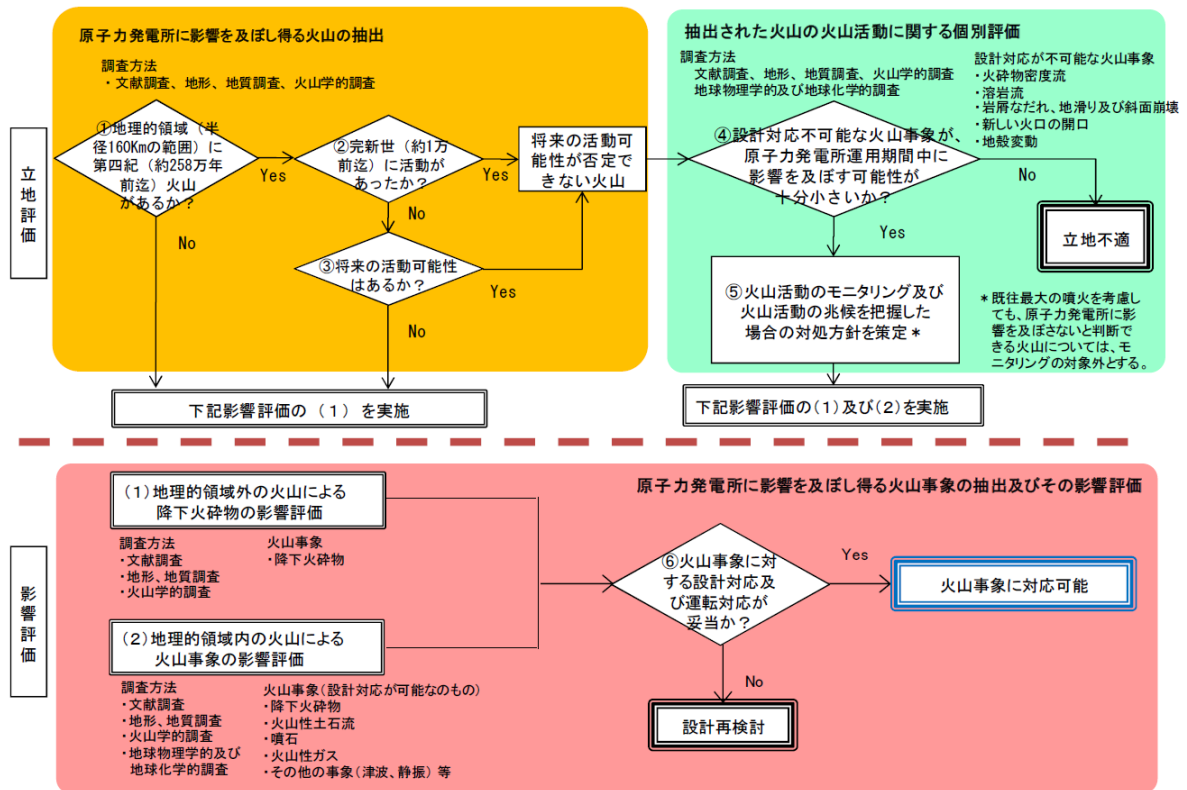


図 1 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の基本フロー

図表 20 旧火山ガイドのフロー図（甲 4 7 0 の 2 ・ 2 3 頁）

(4) 「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ったが（旧火山ガイド 1. 4 (5) 項。甲 4 7 0 の 2 ・ 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 1 6 0 km の範囲の領域」とされる。ただし、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。

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160km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19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19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の評価する(図表19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。

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。改悪というべきである。

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。

(1) 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２１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２１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. 地盤変動	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、腐食性の水、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２１ 新火山ガイド表１（甲４７０の１・２３頁）

(2) 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。

ア まず、活動可能性評価であるが、第３章で行った調査結果に加え、必要

に応じて実施される地球物理学的及び地球化学的調査の結果を基に、原発の運用期間中における検討対象火山の活動可能性を総合的に評価し、活動可能性が「十分小さい」と判断できない場合は、到達可能性の評価に進む。

令和元年改正により、この活動可能性の評価において、過去に巨大噴火が発生した検討対象火山について、当該火山の現在の活動状況は巨大噴火が差し迫った状態ではないと評価でき（i 非切迫性の要件）、運用期間中に巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていない場合（ii 具体的根拠欠缺の要件）は、運用期間中の巨大噴火の可能性は「十分に小さい」と判断できることとされた。

なお、新火山ガイドは、「巨大噴火」について、前述したとおり、「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り、その規模として噴出物の量が数10 km³程度を超えるようなもの」と定義している（甲470の1・解説-10.）。

また、i 非切迫性の要件判断に当たっては、「現在の火山学の知見に照らした調査を尽くした上で、検討対象火山における巨大噴火の活動間隔、最後の巨大噴火からの経過時間、現在のマグマ溜まりの状況、地殻変動の観測データ等から総合的に評価を行う」としている（甲470の1・解説-11.）。

イ 次に、到達可能性の評価手順であるが、まず、検討対象火山の調査結果から噴火規模を推定する。これが推定できない場合には、想定すべき噴火規模は、「検討対象火山の過去最大の噴火規模」とされるが、令和元年改定により、過去に巨大噴火が発生した火山については、「当該火山の最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模」と、何ら合理的根拠のない限定が付け加えられた（本件との関係では、降下火砕物の影響評価において問題となり得る）。

噴火規模を推定した上で、その噴火規模による設計対応不可能な火山事

象が原発に到達する可能性が「十分小さいかどうか」を評価する。

ここでは、設計対応不可能な火山事象の影響範囲を判断することになるが、検討対象火山の検討で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（火砕物密度流においては、阿蘇4噴火の160km）を影響範囲とする。

到達可能性が「十分小さい」と評価できない場合は立地不適となる。

ウ 個別評価において重要なのは、活動可能性、到達可能性のいずれについても、その可能性が「十分小さい」と積極的に評価できない限りは、活動するもの、到達するものとして扱う、ということである。そして、後述するように、現在の火山学の水準からすれば、活動可能性ないし到達可能性が「十分小さい」と評価できる場合は、相当限られるというべきである。

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）

(1) 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 2 1 の 1, 5, 6, 7, 9, 10, 12 及び 13 の 8 事象である。

このうち、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。

(2) 降下火砕物の一般的影響

降下火砕物の一般的影響は、第 2 の 3(4)において詳述しているが、火山ガイドの規定も簡単に触れておく。

ア 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（一般には、10 倍程度になることが指摘されている）。

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、火山ガイド 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（火山ガイド 5. 1(1)項(b)）。

(3) 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付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(火山ガイド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(火山ガイド5.1(3)項)。

(4) 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。また、一般に、数千年から数万年前の堆積物は、上の地層に圧されて、降灰当時の層厚の半分程度にまで圧縮されるとされる。例えば、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）があったと考えられるのである。

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）

(1) モニタリングの実施基準の変更

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。

旧火山ガイドの第4章では、①活動可能性が十分小さい場合と、②活動可能性が十分小さいとはいえないが、到達可能性が十分小さい場合のいずれの場合であっても、過去最大規模の噴火によって設計対応不可能な火山事象が原発に到達したと考えられる場合には、モニタリングを実施するとされていた（甲470の2・4.1(2)項及び(3)項（9頁））。

しかし、第5章では、「個別評価により運用期間中の火山活動の可能性が十分小さいと評価した火山」（つまり、①の場合）について、噴火可能性が十分小さいことを継続的に確認することを目的としてモニタリングを行うとされており、②の場合が抜け落ちている（甲470の2・5項（10頁））。

(2) モニタリングの位置付けの変更

新火山ガイドは、まず、立地評価における個別評価とは別にモニタリング

を行うという位置づけになっている点（甲 470 の 1・2. 2 項（6 頁））で旧火山ガイドから位置づけが変更されている。

また、旧火山ガイドに明示されていた①及び②の場合というのが明示されなくなった（ただし、図表 19 のフロー図によれば、①の場合と②の場合のいずれの場合にもモニタリングに移行すると考えていることがうかがえる）。

そして、第 6 章において、「評価時から状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認することを目的として」モニタリングを行うこととしている。しかし、これも旧火山ガイドと同様、②の場合に対応する目的が欠落している（②の場合、既に活動の可能性は十分小さいといえないのであるから、いったい何を確認するためにモニタリングを行うのか判然としない）。

(3) モニタリングの目的と対応

ともあれ、第 6 章では、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モニタリングを行い、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。

(4) モニタリングによる監視項目

火山ガイドは、監視項目として、火山性地震の観測、地殻変動の観測、火山ガスの観測などを挙げているが、問題となるのは、これらの観測によっても、噴火の兆候を見逃す可能性が否定できないという点である。

現在の火山学の水準では、上記項目を観測することによって、数日～数週間程度前の時点であれば、噴火の前兆現象を把握することはできる場合があるとされている（いわゆる「短期的予測」）。それすらできない場合もあるのであるが、原発におけるモニタリングで重要なのは、短期的予測ではなく、原発を停止し、燃料棒を冷却して、原発敷地から運び出す時間的余裕をもつ

て、噴火の可能性を予測する、いわゆる「中長期的予測」である。これには数年～十数年という期間が必要といわれており、つまり、噴火の数年～十数年前の時点で噴火につながり得る兆候を把握できなければ、噴火の影響を回避できないということである。

(5) モニタリングの目的の変更

旧火山ガイドでは、事業者が行うモニタリングについて、「原子炉の運転停止、核燃料の搬出等を行うための監視」と明示されていたが（甲４７０の２・５．３項（１１頁））、新火山ガイドでは、この記載が削除された。それでも、観測データの有意な変化を把握した場合の対処としては、「原子炉の停止、適切な核燃料の搬出等が実施される方針」を予め定めておくことを規定されたままであり（火山ガイド６．４(3)項。）、目的が曖昧に変更されたものの、その実質は、モニタリングによって噴火の兆候を把握して原子炉を停止し、燃料を搬出するということに頼った基準となっていることは否定できない。

しかし、前述のとおり、噴火の数年～十数年前の時点で噴火につながり得る兆候を把握できなければ、噴火の影響を回避できず、モニタリングには実効性がないということになるのであって、そのように実効性のないモニタリングに依拠した基準の合理性が問題となる。

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、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。

第4 科学の不定性とトランス・サイエンス

1 原発に求められる安全の程度と科学

(1) 科学の非専門家が抱きがちな「固い科学観」

ア 火山事象に関する評価に限らず、地震や津波など自然科学に関する評価に共通する問題として、「科学の不定性」という考え方が存在する。

イ 従来、裁判官や政策立案者を含む科学の非専門家の間には、科学とは確実なものであって、「常に厳密な答を導き出せる」とする科学観、いわゆる「固い科学観」（甲４７４・８８８頁）が存在してきた。

あるいは、原発の安全については、高度に科学的な問題なので、科学の専門家に任せた方が間違いないという先入観に縛られてきたともいえる。吉澤剛教授らは、「私たち現代人は深く考えることなく、『こうに違いない』と思い込んでいることが沢山あるようだ。そのひとつが『餅は餅屋』のことわざ通り、『科学技術のことは科学技術の専門家に任せておけば大丈夫、任せておくのが一番』という思い込みではないだろうか」との指摘をしている（甲４７５・７８８頁）。

ウ 続けて、吉澤教授らは、「パソコンの修理や一般的な病気の治療など、われわれが日常生活で出会う専門家が人々の期待に十分応えてくれることは確かだ。しかし、新しい科学技術の導入や規制に関する政策形成や司法判断の歴史を振りかえってみると、そこには『餅は餅屋』が通用しなかった事例集というべき足跡がある。専門家の助言や判断によって社会に浸透したり普及し続けた科学技術が、一定時間を経たのちに、当初は見過ごされたり過小評価されていた危険性が判明したり、倫理的な問題が浮上したり、回復困難な被害に及んだ事例は、さまざまな分野で枚挙にいとまがないからだ。われわれが目下、直面している『原発震災』はそうした負の経験の最たるものではなかろうか。このような経験から再検討すべき重要テーマのひとつは、科学技術の安全性を評価するための手法として運用されているリスク評価の内実であろう。」と、司法が科学の専門家に原発安全評価を委ねた結果、回復困難な被害に及んだ事例の最たるものとして、福島第一

原発事故を挙げている（甲４７５・７８８頁）。

(2) 「固い科学観」が福島第一原発事故を招いたこと

ア なぜこのような事態が生じるのかという点について、近時、科学には不定性が存在し、科学の専門家も安全性について精度の高い議論ができないといったことが指摘されている（例えば、平田光司「科学の卓越性と不定性」・甲４７６）。

イ 科学の不定性を踏まえないまま科学者に原発に求められる安全の程度についての判断を委ね、司法として責任をもって原発に求められる安全の程度を判断しないことが、福島第一原発事故を招いたといってもいい。

原発に求められる安全の程度は、このように、科学的知見を前提としつつも、科学だけで答えられない、司法として積極的にどの程度の安全が求められるべきかを判断しなければならない事柄であることを、まず認識する必要がある。

(3) 「科学の不定性」の意義

では、科学の不定性とは具体的にどのようなものか。

平田氏は、まず、科学一般について、司法が抱いている期待¹⁸、すなわち、科学は確実なものであって正解を導き得る、ということについて、「もちろん、量子電気力学も１００％確実に正しい知識とは言えません。多くの科学者は『かなり正確ではあるが、絶対とは言えない』と答えると思います。科学の知識とはそういうものであって、絶対に正しいと判っている科学知識は無いのです。どんなに確実と思われている知識でも、何らかの実験によって反証

¹⁸ 尾内隆之・本堂毅「御用学者がつくられる理由」は、科学を水戸黄門の印籠に喩えて、「『科学的』と言われた瞬間、市民はひれ伏さなければならないかのようだ」と指摘している（甲４７４・８８７頁）。裁判官も、科学を前にして、水戸黄門の印籠のように無批判にひれ伏してきたことが、福島第一原発事故を招いた。

される可能性があります。」と述べる。

しかし、量子電気力学のような精密科学から離れ、科学がより生活に密着した場面と関わると、このような「かなり正確である」ということ自体が揺らいでくる。このことを、平田氏は、「高校までの物理の問題には必ず正解がありますので、科学の問題には必ず正解があつて、論争が起きるのはどちらかが間違っているから、であるように見えるかもしれませんが、科学の問題ではあつても、科学的に明確な答えが得られないことも多いのです。」「科学が関わる問題ではあつても、科学的に十分な説得力のある結論が得られないことも数多くあると言えるでしょう。このような問題はトランス・サイエンスと呼ばれていて…（略）…トランス・サイエンスの領域では科学者ごとに正しいと思う答えが異なることもあります。このようなことが『科学の不定性』の表れです。」と表現する（甲４７６・７～８頁）。

(4) 「科学の不定性」と社会としての判断

ア このように、科学には不定性が存在する。問題は、科学の不定性が大きい場合に、「正しさ」をどのように判断すべきかである。

平田氏は、「これが科学研究における論争であるなら、論争を繰り返しつつ、次第に解決に近づくことを期待していれば済む」が、「誰かの生命に関わる問題であつたり、人類の運命に関することがらでは、科学論争の終結を待ってから行動する、というようなわけにはい」かない、と指摘する。例えば、「患者の治療法が確定するころには、患者は亡くなっているかもしれ」ないし、「人類の活動によるCO₂の増加が地球温暖化の原因であることが反論の余地なく立証されたころには、人類は滅亡寸前かもしれ」ない。少なくとも当面の間正解が得られない問題について、どのように対処を行うのかを考えることが重要であると指摘しているわけである（甲４７６・８頁）。

イ 原発,とりわけ地震学や火山学など地球科学の分野における予測問題は,まさにこのような分野の問題である。地震や噴火のメカニズムや,降灰シミュレーションの方法などが反論の余地なく立証されるころには,大地震や大噴火の直前になっている可能性がある。だからこそ,そうなる前に,科学ではなく社会として,特に,訴訟という場面においては司法として(法的価値判断に基づいて),十分な不確かさを取り入れた安全性を求める,その安全性を満たさない原発には断固としてノーを突き付ける必要があるものであり,ドイツなど海外ではそのような考えが既に司法に取り入れられているのである。

ウ 平田氏は,科学の得意分野と,不定性が優位する分野とを区別して説明する。すなわち,科学が強みを発揮するのは,「多くの例によってチェックされているだけでなく,今後何度でも実験や観測によって確かめることができることにあ」という(甲476・10頁)。そして,「自然法則が成立し,予言が可能となるためには,多数の,良くコントロールされた実験,観察が必要で」,「科学法則を適用するためには,前提となる条件がすべて『十分な精度』で満たされている必要があ」と述べる。「科学法則を用いて行われる判断の信頼性は,それに依存」するが,現実「社会の中で現れる『科学的』問題には,法則はあっても前提条件が成立しているかどうか不明であったり,そもそも法則が無いことも多い」という(甲476・12頁)。

例えば,前例や観測のない初めての事象については,「反復によって法則化されていない」ため,「これまでの法則化され,かなり確かとされていることから類推して判断するしか無い」が,「その場合の判断は科学的判断というより科学的類推」と呼ぶべきであるという(甲476・13頁)。信頼性を高めるデータが不十分な地震学や火山学においても,科学的判断というよりは科学的類推が行われているに過ぎない。その精度・信頼性は決

して高くない。高くない精度・信頼性を前提として、それでも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、どのように不定性をカバーするかが重要なのである。

2 「踏み越え」としての「工学的判断」に依拠してはならないこと

(1) 科学者による社会的価値判断＝「踏み越え」

ア 続けて、平田氏は、このような科学的類推に紛れ込む「踏み越え」について、「類推による結論は、その確からしさの感覚も含めて科学者ごとに異なることがあり得ますし、本人が意識していなくても科学以外の要素（価値観，社会的利害，経済的利害，文化）が入ってきてしまうこともあり得ます。」と述べる（甲476・13頁）。

イ 尾内氏及び本堂氏は、このような科学の不定性が優位する分野において、科学的不定性（≡不確実性¹⁹）と価値判断が入り込む場合に、科学者が「科学の適用限界を踏み越えてしまう」という（甲474・890頁）。

「科学的知見は、社会的判断の前提として不可欠²⁰であろうが、科学界の決める科学的知見の妥当性と社会の受容性から定まる社会的妥当性は、その目的や判断基準が元来異なっている」。尾内氏らは、このことを、ルンバール事件を例に説明する。ルンバール事件では、医療行為と障害の発生に関して、医学的証明として因果関係が認められないとの専門家の意見が

¹⁹ なお、「不定性」については、英国のアンドリュー・スターリング教授によって一応類型化されている。スターリング教授は、有害事象の発生可能性（発生結果）についての知識が定まっている場合と定まっていない場合、発生確率についての知識が定まっている場合と定まっていない場合に分け、そのいずれも定まっている場合を「リスク」と呼び、いずれも定まっていない場合を「無知」と呼んだ。これに対し、発生可能性についての知識は定まっているが、発生確率についての知識が定まっていない場合を「不確実性」、反対に、発生確率についての知識は定まっているが発生可能性についての知識は定まっていない場合を「多義性」と呼んだ。地震や火山などの場合には、発生確率が問題となることが多く、不定性≡不確実性として使われることもあるが、本来、「不定性」はこれらすべてを包含する概念である。

²⁰ 住民側のこのような主張に対し、「科学を踏まえないのは妥当ではない」といった論法で主張を排斥する判決等が稀にあるが、原告らは、科学的知見を前提としたうえで社会的妥当性を判断すべきと主張しているのであり、失当である。

出されていたが、判決では医師の民事上の過失を認めた。要するに、「社会的判断（妥当性判断）に必要な科学的（専門的）知見の証明度と、科学者（専門家）集団が知見の妥当性を判断する際に必要と考える証明度が一般に異なること」はいくらでもあり得るのであり、「リスクの社会的受容基準としては、3日に1回の失敗が許される例もあれば、100年に1回の失敗も許されない例もある」のであって、「その受容基準は社会全体（あるいは個人）の価値判断に基づいて変化する」のである²¹（甲474・890頁）。

ウ このように、司法が、科学的な妥当性とは別に（もちろん科学的妥当性を見無視してはならず、それを踏まえなければならないが）司法として積極的に（社会的妥当性としての）法的妥当性を提示することは、本来は常識なのであり、行政庁に専門技術的裁量が存在するから、原発の安全性に関する司法判断は控えるというのは、自然科学に過度に期待（責任転嫁といってもよい）して司法の職責を放棄しようとする態度にほかならない。

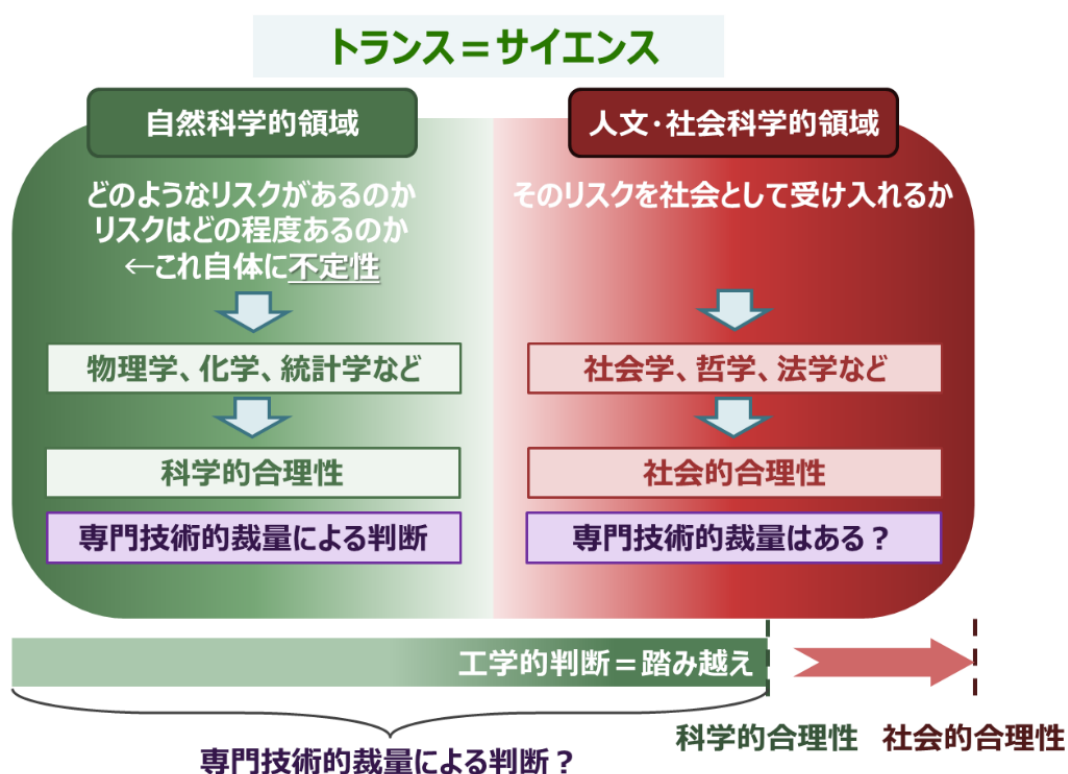
（2）「踏み越え」としての「工学的判断」

ア 尾内氏及び本堂氏は、このような「踏み越え」の一つの例として、「工学的判断」の問題を挙げている。これまで、「極めて低い確率の事故や故障は、『工学的判断』においてはしばしば無視しうるものとみなされ」てきたが、「その判断のなかみは明確に言語化されてきたわけではなく、現場主義的な『専門家としての相場感覚』のようなもの」であるという。「原発の安全性評価に関する『割り切り』は、工学者が彼ら独自の『相場感覚』で社会の意思決定を代行してしまったものであり」、「ここには、社会的判断に依拠した意思決定とすべき論点でありながら、その『代行』を当然と見て疑

²¹ したがって、その違いを見極めることなく、安易に「他の法令で破局的噴火を考慮していないから原発でも考慮する必要がない」などと結論付けるのは不当である。

わない無自覚が存在する。」という（甲４７４・８９１頁）。

行政庁が正しい判断をしたのだから、それを裁判所が間違っているというのは控えるべきだ，という考え方は，裁判所が科学の不定性とそれに対処する術を理解せず，科学者による「踏み越え」を許してしまう，誤った考えといわざるをえない。



図表２２ トランス＝サイエンスと「踏み越え」としての「工学的判断」

イ 大阪大学の平川秀幸教授（科学社会学）は，実社会における規制と科学の関係について，「規制科学では，実験室外部のいわば『なま』の事象を扱うため，実験や観測，調査，分析が難しく，研究結果の不確実性が極めて高い」としたうえで，「このため規制政策では，通常期待されるような科学的確実性や厳密性には程度に限界があり，リスク評価における科学的判断に，リスク管理上の政治的・価値的判断が関わる度合いも非常に大きくなる。」という。

そして、「そもそもリスク管理には、何を避けるべき危険（エンドポイント）と見なすか、何をリスクから守るかという極めて社会的で、公共の議論に開かれた政治的意思決定を必要とする判断が含まれており、これがリスク評価におけるさまざまな科学的判断の形成にも深く関わっている。科学と政策という、科学者が確実に厳密な答えを出し、政策立案者や裁判官は、その答えに忠実かつ自動的に従うことが合理的だという『テクノクラティック（技術官僚主義的）』なイメージがあり、政治的・価値的判断がそこに入り込むことは『科学的合理性』を歪めることでしかないと考えられがちだが、規制科学の現実には、そのような単純なイメージでは割り切れない」と、裁判官が「原発専門技術神話」に盲従することの誤りを指摘している（甲４７７・１２頁）。

原発の設置許可取消しや差止めを認めなかった裁判官の多くが、まさにこのテクノクラティックなイメージに縛られて客観的かつ妥当な判断ができないでいる。図表２２のように、自然科学的領域と人文・社会科学的領域とを峻別したうえで、行政庁の判断が、科学者による「踏み越え」に基づくものでないかどうか（どこまでが安全で、どこからが危険かという価値判断まで科学者に委ねてしまっていないかどうか）、慎重に吟味する必要がある。

(3) 「新規制基準の考え方」は、まさに「踏み越え」としての「工学的判断」を行っていること

ア このような「踏み越え」としての「工学的判断」は、福島第一原発事故後、２０１２（平成２４）年改正後も、厳然と存在する。原規委が２０１６（平成２８）年６月２９日に策定した「実用発電用原子炉に係る新規制

基準の考え方について²²」（以下「新規制基準の考え方」という。）の§ 1 の 1 - 2 - 1 には、原発に求められる安全性の具体的水準について、原規委が「時々最新の科学技術水準に従い、かつ、社会がどの程度の危険までを容認するかなどの事情をも見定めて、専門技術的裁量により選び取るほかな」く、炉規法は、原規委に「専門技術的裁量を付与するに当たり、この選択をも委ねたものと解すべき」とされている（甲 4 7 8 ・ 8 頁）。

イ しかし、原規委は、あくまでも自然科学分野の専門家の集団であり、人文・社会科学的領域の専門家は存在しない。「専門技術的裁量」という用語も、裁判所が専門的知見を有しない自然科学的領域に関する裁量だったはずであり、人文・社会科学的領域たる法的価値判断については、裁判所は当然ながら専門的知見を有しており、行政庁に裁量を認める（少なくとも、過度に尊重する）必要はないのである。にもかかわらず、原規委は、自分たちこそが原発の安全を決められる（裁判所は口出しするなというに等しい）と公言して憚らないのであり、これこそが「工学的判断」「科学の適用限界の踏み越え」の明白な例である。

(4) 「工学的判断」に対しては積極的な司法審査が必要であること

ア このような「科学の適用限界の踏み越え」としての「工学的判断」は、図表 2 2 のとおり、人文・社会科学的領域に関する問題であるから、原規委の裁量は及ばない。

このことは、伊方最判の少し前に行われた 1 9 9 1（平成 3）年裁判官会同において「使用施設等の安全性の判断は、核燃料物質の使用施設周辺の住環境及び周辺住民の生命、身体等の安全性の審査、判断の問題である以上、専門技術的見地からする審査、判断の結果に対して、更に政策的見

²² 現時点における最終改訂は 2 0 1 8（平成 3 0）年 1 2 月 1 9 日であり、これに基づく。

地から裁量を働かせる余地はない」と明確に示されている（甲４７９）。

また、同会同においては、「行政庁には、安全か否かの判断につき、幾つかの科学的学説のうちいずれを採ることも許されるという意味での裁量の余地が認められるということはできないという考え方もあり得」とされており（甲４７９・６５２～６５３頁）、どの程度の安全を求めるかという社会的合理性の部分については裁量が及ばないと考えられていたことが分かる。ただし、当時は科学の不定性が必ずしも認識されていなかったため、会同における記載は、唯一正しい科学的学説が存在することを前提としたものになっている。この点は、科学の不定性を前提として修正される必要がある。

したがって、「工学的判断」に対しては、裁判所は、「備えるべき安全を備えている」という事業者の評価ないし行政庁の判断を妄信することなく、その評価・判断に誤りがないかどうか厳しくチェックする必要がある。そうしなければ、周辺住民の生命や身体を守ることはできない。

イ なお、そもそも、炉規法の制定（改正）時には、トランス＝サイエンスや上記科学的妥当性と社会的妥当性の峻別自体が意識されておらず、「新規規制基準の考え方」にあるような「社会がどの程度の危険までを容認するかなどの事情をも見定めて判断する」などということは、原発訴訟において、住民側から上述のような批判をされて、裁判対策用に後付けの理屈として考えられたものにすぎない。

3 科学技術社会論（STS）

(1) 科学技術社会論（STS）の意義及び学問領域

ア (1)及び(2)で述べたような「科学の不定性」と「科学の適用限界の踏み越え」の問題は、従来、科学技術社会論（STS）という学問領域で議論されてきた問題であり、原告らの独自の見解ではない。

科学技術社会論（STS）とは、平川教授によれば、「“Science, Technology and Society” または “Science and Technology Studies” の略」であり、「それ自体が社会的活動の一つである科学・技術（Science and Technology; ST）の営みや、それ以外の一般社会との関わりのなかで発生する諸問題を扱う科学社会学を中心にしたもの」とされ、科学と司法の関わりを扱う科学技術法学もこれに含まれる²³。

STSの研究者である東京大学の藤垣裕子教授は、「これまで、科学と社会の界面²⁴においては、単純に科学者集団の妥当性境界＝公共の妥当性境界と信じられてきた時代があった。そのときは、社会的合理性は、科学的合理性によって担保されることも可能であった。しかし、これまで見てきたように、科学者集団の妥当性境界は、公共の妥当性境界とイコールではない」と述べる（甲480・108～109頁）。ここでいう「妥当性境界」とは、特定の共同体において、その専門分野における知識が妥当であるかどうかを判断する基準を意味する。科学者集団の妥当性境界といえは、科学者集団の中で何が妥当かを決する基準であり、公共の妥当性境界とは、「公共の場において何が妥当かを決する基準」ということになる。

そして、科学者集団の妥当性境界によって保証される合理性を「科学的合理性」と呼び、これとは別に、様々な妥当性境界が存在する場合に、社会としてどの基準を採用するかを決める仕組みを「社会的合理性」と呼ぶ。ここに至って、科学的合理性が必ずしも社会的合理性とイコールではないことが分かる。ここにいう科学的合理性及び社会的合理性の区別は、原告らが主張する「自然科学的領域」と「人文・社会科学的領域」の区別（図表22）と平行に考えられる。社会的合理性は、科学的合理性とはイ

²³ 平川秀幸「“STS”とは何か」

http://hideyukihirakawa.com/sts_archive/sts_general/what_is_sts.html（甲477）

²⁴ 互いに性質の違う二つの物質やシステムが接する境の面。

コールでない以上、裁判所は、自ら原発の安全に関する社会的合理性が那邊にあるのかを、法的価値判断や法解釈によって、積極的に判断しなければならない。盲目的に社会的合理性＝科学的合理性と即断し、科学的合理性に関する原規委の判断を安易に尊重することは、この科学技術社会論に照らして許されない。

イ また、科学的合理性について、①科学者集団の妥当性境界でさえ、「今、まさに作りつつある境界」であって、確固とした境界ではなく、試行錯誤の繰り返しであること、時間とともに証拠は踏み固まるという性質をもつこと、②現代の公共的意思決定の最大の問題は、「科学者でさえ、『今、まさに作りつつある境界』のところで、つまり、科学者でさえ、答えをだせないところで、意思決定をしなくてはならないこと」であることが指摘されている（甲４８０・１１１頁）。原発において、社会的合理性を科学的合理性と同視して、一般の科学技術と同じように科学者による「試行錯誤」を繰り返してはならない。少なくとも、法は、「福島第一原発事故のような深刻な災害は二度と起こしてはならない」という立法事実をもとに制定されているのであるから、過酷事故を許容するような失敗を前提とする「試行錯誤」は許さない趣旨である。原発に求められる社会的合理性は、科学的合理性よりも厳格なものでなければならず、「被告の評価も不合理とまではいえない」とか「一応合理性がある（＝辻褄が合っている）」という程度では不十分である。

(2) 「想定できなかった」ではなく「想定しなかった」

ア 藤垣教授は、福島第一原発事故に対する省察を行った論考の中で、福島第一原発事故は、「想定できなかった」のではなく、敢えて「想定しなかった」ことによって起こった事故であることについて、政府事故調報告書の中にある次の一文に着目して述べる（甲４８１・１５８頁）。

『想定外』という言葉には、大別すると2つの意味がある。1つは最先端の学術的な知見をもってしても予測できなかった事象が起きた場合であり、もう1つは、予想されるあらゆる事態に対応できるようにするには財源等の制約から無理があるため、現実的な判断により発生確率の低い事象については除外するという線引きをしていたところ、線引きした範囲を大きく超える事象が起きたという場合である。今回の大津波の発生は、この10年余りの地震学の進展と防災行政の経緯を調べてみると、後者であったことがわかる（政府事故調報告書、概要p25）」

イ そのうえで、藤垣教授は、この線引きについて、「科学的合理性（自然科学による確率予測）としては predicted（※引用者注…「予測した」という意味での想定内）であったのに、社会的合理性（実際に社会的対策がおこなわれるための設定基準）としては unexpected（※引用者注…「予想しなかった」という意味での想定外）として扱われていたことが示唆される。ここで追及しなくてはならないのは、政府事故調の2つ目の想定外、つまり『現実的な判断』による線引きの内容である。一般に、確率概念がリスク概念になるとときには、何か守るべきもの（人間の健康、あるいは環境）があり、それによって線（どこまでは守り、どこからは無視するのか）が引かれる。今回の場合の線引きは、人間の健康や環境を守るための線引きというより、経済活動を守るための線引きだったのではないか、という推測は十分に成り立つ。」と分析する。

そして、裁判所の判断に触れ、「高浜原発（福井県高浜町）の再稼働を認めなかった福井地裁の決定（2015（平成27）年4月）及び大飯原発（福井県おおい町）の再稼働を認めなかった福井地裁の決定²⁵（2014

²⁵ 厳密には、福井地裁の判断は、「決定」ではなく「判決」であるが、これが2014（平成26）年の福井地裁判決を示すことは明らかであろう。

（平成26）年5月）では、人々が生命をまもり生活を維持するための人格権を全面にだし、経済活動としての原発の稼働はそれより劣位にあるとした。つまり、上記政府事故調にある『線引き』は、常に何をまもるかのせめぎあいの中で決まるのである」とまとめている。大飯福井地判等について、「科学的ではない」という批判が原発推進側からされることがあるが、誤りである。科学を踏まえつつも科学技術社会論を踏まえてなされたのが大飯福井地判等である。

ウ 本件においても、大枠として、原発の稼働という経済優先の線引きではなく、周辺住民の生命や生活を守るという人格権を前提とした線引きが必要がある。

(3) 司法判断における自然科学的領域と人文・社会科学的領域の峻別の例

ア このような自然科学的領域と人文・社会科学的領域の峻別は、実のところ、既に原発訴訟以外の司法審査の中にも取り入れられているものである。例えば、刑事責任能力判断においては、岡田幸之『責任能力判断の構造と着眼点 - 8ステップと7つの着眼点 -』（甲482）に基づいて、上記の視点が具体的な判断の中に取り入れられている。

イ 刑事責任能力判断については、従来、鑑定医が、図表23のステップ③の「疾病判断」を基に、ステップ⑧の「法的な結論」を述べ、裁判所がその採否を決めるという構造（いわゆる「疾病診断によって説明しようとするモデル」）が一般的であった。

しかし、ステップ⑧の「法的な結論」は自然科学的領域に関する判断ではなく人文・社会科学的領域に関する判断であり、鑑定医がこれを述べることは、鑑定医による踏み越えにほかならず、裁判所はこれに拘束されるべきではないということが理解されるようになった。

そこで、近年、あくまでも、自然科学的領域、すなわち、ステップ①の

「精神機能や精神症状に関する情報の収集」、ステップ②の「精神機能や精神症状（健常部分を含む）の認定」、ステップ③の「疾病判断」及びステップ④の「精神の機能、症状、病態、病理（健常部分を含む）と事件の関連性」については鑑定医がその自然科学的専門性に基づいて判断し（図表 2 3 の緑枠部分）、人文・社会科学的領域に属するステップ⑤以降については、裁判所が法的専門性に基づいて判断するという構造（図表 2 3 の赤枠部分。いわゆる「精神障害と事件の関係から説明しようとするモデル」）が採用されている。

表 1 刑事責任能力判断の構造

ステップ	内容
①精神機能や精神症状に関する情報の収集	精神機能や精神症状に関する多様な情報を収集、整理する。家族歴、生活歴、病歴、心理学的・医学的検査、面接記録など鑑定書の大部分がこれにあたる。
②精神機能や精神症状（健常部分を含む）の認定	①を精神医学的に評価し、精神機能の評価や精神症状の特定をする。何をどのような異常や正常とみるかという症候学のあてはめが行われる。
③疾病診断	②に伝統的診断の「疾病概念」や操作的診断の「診断基準」をあてはめて診断を特定する。医学的妥当性を確認する意味があるが、疾病概念や診断基準は絶対普遍的真理のようなものではないことに注意が必要である。
④精神の機能、症状、病態、病理（健常部分を含む）と事件の関連性	②（③ではない）が事件にどのように影響したかを具体的な物語として描出する。鑑定という事実判断の核心部分であり、その要旨こそが鑑定主文となるべきものである。
⑤善悪の判断や行動の制御への焦点化	④のうち、善悪の判断や行動の制御にかかわるような部分に注目して整理する。たとえば、動機のどのような部分に精神症状と正常心理がどう影響したのかなどに焦点をあてて整理をする。
⑥法的な弁識・制御能力としての特定	⑤に、あらためて法的な解釈とあてはめをして「弁識能力」「制御能力」としてみるべき要素を具体的に特定する。
⑦弁識・制御能力の程度の評価	⑥の能力の減損の程度が「失われている」「著しい」あるいはそれらに達さないかについて法的に評価する。
⑧法的な結論	⑦を最終的な責任能力の法的結論、すなわち「心神喪失」「心神耗弱」「完全責任能力」の3分類をあてる。

図表 2 3 刑事責任能力判断の構造

岡田教授は、「疾病診断によって説明しようとするモデル」と「精神障害と事件の関係から説明しようとするモデル」の違いについて、図表 2 4 にあるようなモデルを示している（ただし、図表 2 4 は図表 2 2 と比較できるように原告ら代理人が加筆・修正したもの）。

「疾病診断によって説明しようとするモデル」は、疾病判断（医学的判断）と責任能力評価（法的判断）とが直結してしまっており、あたかも司法が鑑定医の行う責任能力評価を尊重しなければならないかのように誤認してしまう。これを原発の安全に置き換えると、自然科学者が、「原発は安全である」という法的結論を述べると、裁判所は、よほどのことがない限りその判断を尊重しなければならないかのように誤認してしまうのである。

ウ しかし、原発が有しているリスクを安全と判断するかどうかという問題は自然科学的領域の問題ではなく、法的判断（人文・社会科学領域）の問題である。自然科学者が工学的判断として原発の安全性に言及すること（責任能力判断との比較でいえば、ステップ③の「疾病判断」を行うこと）自体は自由であるが、裁判所はその判断に拘束されるべきではない。どこまでが自然科学者の専門領域であり、どこからは司法の領域であるかを正しく見極め、積極的な司法判断を行う必要があるのである。

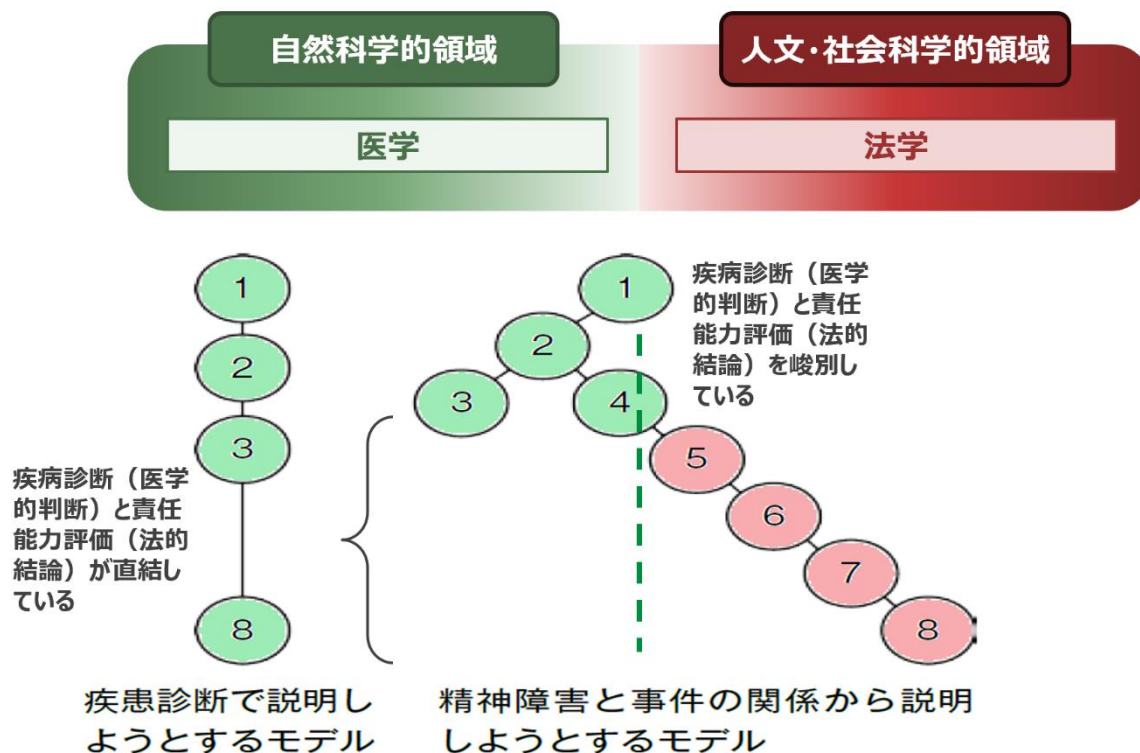


図1 8ステップと責任能力判断に至る構造

図表24 刑事責任能力判断の構造

4 福島第一原発事故と原子力行政に対する信頼の崩壊

裁判所が科学の不定性を踏まえて、厳格に、保守的に判断をしなければならぬことのもう1つの根拠として、福島第一原発事故により、原子力行政に対する信頼が失われたことを挙げておく。

櫻井敬子・学習院大学教授（行政法）は、原発技術と水力・火力発電等との違いについて、「今や技術として最先端であるか否かではなく、原子力施設が放射性物質を扱うがゆえに、いったん事故が起きた場合の被害の甚大さ、深刻さにおいて前者が後者をはるかに凌駕するということ、すなわち、被害の異質性にこそ認められる」と指摘する（甲483・60頁）。被害が異質であるからこそ、他の科学技術の利用に関するものとは異なる厳格かつ慎重な司法審査が求められるのであり、その視点に立てば、地震や噴火のリスクを指摘する見解について、それが通説的見解になっていないというような形式的な理由だけで安易に考慮外とするような判断を是認してはならないのは当然であろう。

また、櫻井教授は、「エネルギー政策は国策的な側面が強く、政治的動きと無関係でいることが難しい分野であって、民間人を構成員とする若い行政委員会が、そうした渦中であってどこまで安全性を純粹に追求し続けられるかについては率直に言って覚束ないところがある。いつの間にか新たな『安全神話』が作られないとも限らず、また、電力業界の構造からして、新行政組織が再び国会事故調査委員会のいう『規制の虜』とならない保証はない。原子力分野においては行政当局に対する健全な警戒感を失ってはならず、それは福島第一原発事故の最も重要な教訓というべきだろう。結果として、権力分立構造のもとで裁判所の役割が重要度を増すことになる」と、司法が、行政に対する健全な警戒心を失ってはならないこと、司法として積極的に行政判断の是非をチェックすることこそが、福島第一原発事故の最も重要な教訓であることを指摘している（甲483・71頁）。

原告らは、やみくもに被告事業者や行政の判断を非難しているわけではない。国際基準や健全な警戒心をもって我が国の原発の安全を見たときに、到底安全とは呼べない状況にあることに危機感を抱くものである。裁判所においても、ぜひとも健全な警戒感をもって本件判断に臨んでいただきたい。

5 まとめ

以上みてきたとおり、特に、実験や観測によって繰り返し確かめることが困難な学問分野では、大きな不定性が存在し、本件のような原発の安全性において特に問題となる地震学、地震動学及び火山学の水準ないし知見は、まさにそのような不定性の優位するトランス＝サイエンスの問題である。

火山についていえば、火山噴火予測や降灰・濃度予測に関する科学的知見には大きな不定性が存在し、現在の火山学の水準、精度は決して高くない。この水準・精度が高まることを待っていては、深刻な災害を防ぐことはできない。科学の不定性を踏まえつつ、司法として、法的価値判断に基づいて判断を行う必要がある。

そして、法的価値判断としては、「深刻な災害が万が一にも起こらないようにする」という法の趣旨に従って、安全が確保されているといえるかどうかを判断しなければならない。

以上