

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

原 告 須 藤 昭 男 外 1 4 1 8 名

被 告 四国電力株式会社

準備書面(77)

2020(令和2)年6月25日

松山地方裁判所民事第2部 御中

原告ら訴訟代理人

弁護士 薦 田 伸 夫

弁護士 東 俊 一

弁護士 高 田 義 之

弁護士 今 川 正 章

弁護士 中 川 創 太

弁護士 中 尾 英 二

弁護士 谷 脇 和 仁

弁護士 山 口 剛 史

弁護士 定 者 吉 人

弁護士 足 立 修 一

弁護士 端 野 真

弁護士 橋 本 貴 司

弁護士 山 本 尚 吾

弁護士 高 丸 雄 介

弁護士 南 拓 人

弁護士 東 翔

訴訟復代理人

弁護士 内 山 成 樹
弁護士 只 野 靖
弁護士 中 野 宏 典

目 次

第 1	はじめに.....	- 6 -
1	本書面の目的	- 6 -
2	審理対象となる具体的審査基準の特定について	- 6 -
3	本書面の要約（サマリー）	- 7 -
第 2	設計対応不可能な火山事象の敷地への到達可能性（基準適合判断の不合理性）	- 9 -
1	火山ガイドの定めと被告の評価	- 9 -
(1)	火山ガイドにおける到達可能性に関する定め	- 9 -
(2)	設置変更許可時における原規委の基準適合判断等	- 10 -
2	噴火規模を阿蘇 4 噴火と設定した場合に、火砕物密度流が到達する可能性は十分小さいと評価できないこと	- 11 -
(1)	設置変更許可において噴火規模を阿蘇 4 噴火と設定していることの意味	- 11 -
(2)	到達可能性は慎重に判断しなければならないこと	- 12 -
(3)	本件原発敷地に阿蘇 4 火砕流が到達したとみるべきこと	- 14 -
(4)	小括	- 18 -
3	火砕物密度流は、火砕流よりも遠方まで到達し得ること	- 18 -
4	まとめ	- 19 -
第 3	到達可能性に関する被告の主張の不合理性	- 19 -
1	町田・新井の信頼性について	- 20 -
(1)	地形や大規模火砕流の特性を考慮していること	- 20 -
(2)	風化・侵食を考慮していること	- 21 -
2	①敷地周辺で阿蘇 4 火砕流堆積物が確認されていないとの点について ..	- 22 -

(1) 被告の立論	- 22 -
(2) i の不合理性 - 火砕流堆積物が残存するとは限らないこと	- 22 -
(3) ii の不合理性 - 火砕流堆積物が発見できるとは限らないこと	- 23 -
(4) 被告のいう「知見」とは単なる「データ」の意でしかないこと	- 24 -
(5) 小括	- 25 -
3 ②地形的障害について	- 25 -
(1) 被告の立論	- 25 -
(2) 火砕流の発生機構・様式について	- 25 -
(3) 火砕流の2層構造について	- 27 -
(4) 大規模火砕流の性質について	- 28 -
(5) 小括	- 29 -
4 ③火砕流シミュレーションの不合理性（概説）	- 30 -
(1) 被告の立論	- 30 -
(2) TITAN2D はカルデラ型火砕流の到達範囲の想定に適さないこと	- 30 -
5 令和2年広島高裁決定	- 30 -
(1) 前提となる噴火規模について	- 31 -
(2) 科学の不定性を踏まえた判断をしていること	- 31 -
6 まとめ	- 33 -
第4 シミュレーションソフトとして TITAN2D を用いることの不合理性...	- 33 -
1 TITAN2D は、高密度の火砕流のようなケースに限って有用であること .	- 33 -
(1) TITAN2D は粒子流モデルであること	- 33 -
(2) トゥリアルバ火山に関する論文	- 35 -
(3) 火山防災マップの記載	- 36 -
2 TITAN2D は、海を渡る火砕流には適用できないこと	- 37 -
(1) クラカタウ噴火に関する論文	- 37 -

(2) 阿蘇4噴火による火砕流は海を渡ったことが知られていること	.... - 38 -
3 被告のいう保守性の欺瞞	..... - 38 -
(1) マグマ噴出量に関する欺瞞	..... - 39 -
(2) 資料に合わせて数値をいじったことを被告自身が認めていること	.. - 39 -
(3) マニュアルにも反した数値を代入していること	..... - 40 -
(4) 四方八方に火砕流堆積物が広がっていることの説明ができないこと	- 40 -
(5) そもそも現在の地形を前提としたシミュレーションは滑稽ですらあること	..... - 40 -
(6) 小括	..... - 41 -
4 TITAN2Dの使用に際して代入された数値の比較	..... - 41 -
(1) 研究者らによるシミュレーション	..... - 41 -
(2) 被告の数値は他の事例とあまりにもかけ離れていること	..... - 42 -
5 まとめ	..... - 43 -

第1 はじめに

1 本書面の目的

本準備書面は、準備書面（73）に続いて、火山事象に対する問題を扱う。火山事象に関する主張としては、大別して、①火山事象に関する基本的事項、②立地評価のうちの活動可能性評価に関する点（基準の不合理性）、③立地評価のうちの到達可能性に関する点（基準適合判断の不合理性）及び④影響評価の不合理性（基準及び基準適合判断の不合理性）の4点が存在するが、①については準備書面（72）で、②については準備書面（73）で、それぞれ主張済みである。本書面においては、このうち、③について扱い、準備書面（78）において④を扱う。

なお、用語の定義等は準備書面（72）及び準備書面（73）の例による。

2 審理対象となる具体的審査基準の特定について

原告らは、本件原発の民事差止訴訟における司法判断の枠組みとして、従来の裁判例の多数にならい、行政訴訟類似の i 行政庁が設置変更許可処分に係る基準適合性審査で用いた具体的審査基準の合理性、及び、ii その際の基準適合判断の合理性を判断するという枠組みを採用することを前提として、準備書面（72）及び準備書面（73）において、i 及び ii に即した主張を行っている。

火山事象に関しては、令和元年に火山ガイドが改正されたことから、上記書面では、i として現在の基準である新火山ガイドの不合理性を主張した。

しかし、上記のように、判断枠組みとして行政訴訟類似の考え方を採用した場合、本件では処分に係る適合性審査時に用いられた具体的審査基準と、現在の基準とが異なるため、厳密に言えば、いずれの基準を前提として司法審査が行われるか問題となるはずである。

民事訴訟の一般的な考え方に従えば、現在の原発において人格権侵害の具体的危険が存在するか否かが重要であろうから、現在の基準に照らして本件原発

が有すべき安全を備えているか、したがって、現在の基準の合理性及び基準適合評価の合理性が問題となるようにも思えるが、他方で、行政訴訟に類似した枠組みを用いることからすれば、処分に係る適合性審査時に用いられた具体的審査基準とそれに対する適合性判断の合理性を問題とすべきようにも思われる。また、仮に、現在の基準を前提としてしまうと、原規委による現在の基準（新火山ガイド）への適合性判断は存在しないため、iiの判断に困難を生ずる（この点は、原規委の基準適合判断にこだわらず、被告による基準適合評価を審査対象とすれば解消し得る）ということもあり得る。

そこで、この点については、裁判所において整理し、原被告双方の主張がかみ合うよう、また、訴訟経済に照らして双方が不要な主張を行わなくて済むように、適切な訴訟指揮をとられたい。

本書面では、特に断りのない限り、従前どおり、一応、新火山ガイドを前提に主張を展開するが（仮に現在の基準を前提としたとしてもなお本件原発の安全は確保されていないため）、適切な訴訟指揮がなされた場合にはこれを修正する用意はある。

3 本書面の要約（サマリー）

(1) 設計対応不可能な火山事象である火砕物密度流が本件原発敷地に到達した可能性について、被告は、その可能性が十分小さいと評価し、原規委もこれを了承する判断を行っている。しかし、阿蘇4噴火における火砕物密度流が本件原発敷地に到達した可能性が十分小さいと評価することはできず、被告の評価ないし原規委の基準適合判断は不合理である（基準適合判断の不合理性）。

具体的には、文献調査によれば、阿蘇4噴火における火砕流は本件原発敷地に到達していると考えられるし、その可能性を否定できないと指摘する火山学者も存在する。火砕物密度流は、火砕流よりもさらに広範囲に到達する

可能性があるから、よりいっそう到達可能性が十分小さいとは評価できない。

なお、この点について、新火山ガイドでは噴火規模の設定を「最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模」とすることとされているが、被告も阿蘇4噴火による評価を行っているため、これを前提とする（以上、第2）。

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

しかし、①については、テフラの堆積物は風化や浸食の影響によって現存していないことが多く、いくつかの地点での限られた地質調査の結果から佐田岬半島に阿蘇4の火砕流堆積物が残存していないと推認することはできないし、火砕流が到達していないと推認することもできない。②については、破局的噴火における火砕物密度流は、地形的障害を乗り越え、海を超えるものであって、佐賀関半島や佐田岬半島は地形的障害とはなり得ない。そして、③については、被告の行った火砕流シミュレーションは、想定している火砕流の規模が阿蘇4噴火のそれとは全く異なるものであり、本件原発敷地に火砕流が到達していないことを示す根拠には到底ならない。

いずれにせよ、被告の根拠はいずれも科学的に精度の高いものではなく、むしろこじつけに近いものも含まれているのであって、保守的な想定とは到底評価し得ない。これらを根拠に設計対応不可能な火山事象の到達可能性が十分小さいと評価することはできない（以上、第3）。

- (3) とりわけ、上記③の被告の行った火砕流シミュレーションにおいて使用さ

れたソフトである TITAN2D は、高密度の火砕流のようなケースに限って有用なソフトであり、阿蘇 4 のように、海を渡る大規模火砕流の到達範囲の評価には全く適さないソフトである。

被告は、代入・設定する数値等を保守的に設定しているから、計算結果も保守的となっているかのように主張するが、被告の設定した数値は実現象とあまりにも乖離したもので荒唐無稽というに近く、保守的と呼べるものではない。それは、研究者が実際に TITAN2D を使用して行っている研究等と比較しても明らかである。

いずれにせよ、被告が行った火砕流シミュレーションは、全く的外れで、安全評価との関係で意味のあるものではない（以上、第 4）。

第 2 設計対応不可能な火山事象の敷地への到達可能性(基準適合判断の不合理性)

1 火山ガイドの定めと被告の評価

(1) 火山ガイドにおける到達可能性に関する定め

設計対応不可能な火山事象の原発敷地への到達可能性評価について、新火山ガイドは、i 噴火規模の設定を行い、ii その噴火規模における設計対応不可能な火山事象（原告らが問題とするのはこのうち「火砕物密度流」である）が原発に到達する可能性が「十分小さいかどうか」を評価することとされている（甲 470 の 1・新火山ガイド 4. 1(3)項，9～10 頁）。

i については、調査結果から噴火規模を推定するが、推定できない場合には検討対象火山の過去最大の噴火規模とされている。ただし、新火山ガイドにより、準備書面（73）で詳述した活動可能性の問題と同様、過去に巨大噴火が発生し、かつ、運用期間中の巨大噴火の可能性が十分小さいと判断された火山については、当該火山の「最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模」とすることが書き加えられた。この点は、準備書面（73）で述べたとおり基準が不合理な点であり、到達可能性評価においてもそれは変わらないが、

重複となるのでこれ以上は書かない。

ii については、噴火規模を「過去最大の噴火規模から設定した場合には、検討対象火山での設計対応不可能な火山事象の痕跡等から影響範囲を定め、到達可能性を判断する」とされる。そして、影響範囲を判断できない場合には、「国内既往最大到達距離を影響範囲として到達可能性を判断する」、つまり、火砕物密度流でいえば、国内既往最大到達距離である阿蘇4噴火の160kmが影響範囲となる。

到達可能性が十分小さいと評価できない場合、当該原発は立地不適とされる。

(2) 設置変更許可時における原規委の基準適合判断等

本件原発においては、2015（平成27）年7月15日に設置変更許可処分がなされているところ、この時点における具体的審査基準は、2017（平成29）年改正以前の火山ガイドであった。そして、この火山ガイドへの基準適合判断として、原規委は、以下のように整理している。

申請者（※四国電力）は、本発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価について、以下のとおりとしている。

(1) （略）

(2) 火砕物密度流に関しては、阿蘇以外の火山については、火山活動の履歴や敷地までの離隔距離等から評価すると考慮する必要がない。阿蘇は、その噴火履歴から約9万～8.5万年前の阿蘇4噴火が大型のカルデラを形成する噴火（以下「巨大噴火」という。）の中で最大とされ、火砕物密度流は九州北部及び中部並びに山口県南部の広い範囲に分布する。敷地に近い佐田岬半島、また敷地周辺での地質調査の結果では、阿蘇4火砕流堆積物は確認されておらず、敷地まで達していないと評価した。

(3)(4) （略）

規制委員会は、申請者が実施した本発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価は、活動履歴の把握、地球物理学的手法によるマグマ溜まりの存在や規模等に関する知見に基づいており、火山ガイドを踏まえていることを確認した。(乙C103・64～65頁)

このように、基準適合判断においては、噴火規模を阿蘇4噴火と設定し、①阿蘇4噴火による火砕流堆積物が敷地周辺での地質調査の結果確認できなかったことを根拠として、到達可能性を否定している。

このほか、被告は、審査会合において、②本件原発と阿蘇カルデラの距離は約130kmあり、その間には佐賀関半島、佐田岬半島等の地形的障害があることを、到達可能性を否定する根拠として挙げていた。

さらに、別訴等における主張として、③阿蘇カルデラから本件原発敷地方向への火砕流シミュレーション評価を実施し、保守的な火砕流シミュレーションの結果でも敷地まで火砕流が到達しないことをも主張している。

2 噴火規模を阿蘇4噴火と設定した場合に、火砕物密度流が到達する可能性は十分小さいと評価できないこと

(1) 設置変更許可において噴火規模を阿蘇4噴火と設定していることの意味

まず確認しておきたいのは、上述のとおり、設置変更許可においては、噴火規模を阿蘇4噴火と設定している点である。

被告も原規委も、準備書面(73)でも述べたとおり、阿蘇4噴火について、新火山ガイドは、従来の考え方を整理したものであって実質的な変更はないかのように主張するが、新火山ガイドどおりに審査をするなら、阿蘇における噴火規模は、「最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模」である草千里ヶ浜軽石噴火とされなければならない。このような説明が明白に虚偽であることが分かる。

新火山ガイドは、明らかに、巨大噴火の評価に関して、それまでの火山ガ

イドよりも非安全側に改正されたものというべきである。

(2) 到達可能性は慎重に判断しなければならないこと

ア 火山事象に対する影響評価における立地評価は、設計対応不可能な火山事象の影響が否定できない場合に、十分な離隔を設けることを要求するものである。なぜならば、設計対応不可能な火山事象が万が一にも原発を襲うと、文字どおり設計等によって対応して事故を防止することができず、必然的に深刻な事故につながるからである。

イ この考え方について、川内原発に関する福岡高裁宮崎支部2016（平成28）年4月6日即時抗告審決定¹（以下、単に「宮崎支部決定」という。）は、「立地評価は、そもそも設計対応不可能な火山事象の到達、すなわち、いかなる設計対応によっても発電用原子炉施設の安全性を確保することが不可能な事態の発生を基準とするものであって、その評価を誤った場合には、いかに多重防護の観点からの重大事故等対策を尽くしたとしても、その危険が現実化した場合に重大事故等を避けることはできず、しかも、火山事象の場合、その規模及び態様等からして、これによってもたらされる重大事故等の規模及びこれによる被害の大きさは著しく重大かつ深刻なものとなることが容易に推認される」と判示している。

そして、「発電用原子炉施設の安全性確保のために立地評価を行う趣旨からすれば、火山噴火の時期及び規模を的確に予測することが困難であるという現在の科学技術水準の下においては、少なくとも過去の最大規模の噴火により設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達したと考えられる火山が当該発電用原子炉の地理的領域に存在する場合には、原則として立地不適とすべきである」と明確に認定している（以上、同決定218

¹ 準備書面（73）50頁に掲載した裁判例一覧表の②決定。

～219頁)。

ウ 本件と同じく伊方原発に関する広島高裁2017(平成29)年12月13日即時抗告審決定²(以下「広島高裁平成29年決定」という。)は、到達可能性評価に関して、「火山ガイドにおいて160kmの範囲が地理的領域とされるのは、国内の最大規模の噴火である阿蘇4噴火において火砕物密度流が到達した距離が160kmと考えられているためであるから、阿蘇において阿蘇4噴火と同規模の噴火が起きた場合に阿蘇から約130kmの距離にある本件敷地に火砕流³が到達する可能性が十分小さいと評価するためには、相当程度に確かな立証(疎明)が必要であると考えられる」と、原則として160km以内に到達する可能性があることを前提とした慎重な判断をすべきことを述べている(同決定359～360頁)。

これは、広島高裁平成29年決定の異議審である広島高裁平成30年9月25日異議審決定⁴(以下「広島高裁平成30年決定」という。)でも維持されている(同決定17頁)。

エ さらに、本件訴訟の仮処分即時抗告審に当たる高松高裁2018(平成30)年11月15日即時抗告審決定⁵(以下「高松高裁決定」という。)ですら、立地評価については慎重に行うべきことを指摘している。

すなわち、本件訴訟の仮処分審理では、松山地裁が2017(平成29)年7月21日に決定を出し⁶(以下「松山地裁決定」という。),そこでは、伊方原発に関する裁判例として、唯一、到達可能性を否定して住民側の主張を排斥していたところ(松山地裁決定275～280頁)、高松高裁決定は、「現在の火山学の知見のとおり、阿蘇4噴火の火砕物密度流は、佐田岬

² 準備書面(73)50頁に掲載した裁判例一覧表の⑧決定。

³ ここは、火山ガイドに照らしても、「火砕流」ではなく「火砕物密度流」とされるべきである。

⁴ 準備書面(73)50頁に掲載した裁判例一覧表の⑨決定。

⁵ 準備書面(73)50頁に掲載した裁判例一覧表の⑫決定。

⁶ 準備書面(73)50頁に掲載した裁判例一覧表の⑪決定。

まで到達したとの見解もあり、今後も阿蘇4噴火と同程度の破局的噴火が発生する可能性が完全には否定できないことに照らすと、本件3号機の立地評価は慎重に行う必要がある」とし、佐田岬半島への到達可能性を否定しなかったのである（高松高裁決定305頁）。

オ なお、伊方原発に関する上記3つの高裁決定のほか、広島高裁2020（令和2）年1月17日即時抗告審決定⁷（以下「広島高裁令和2年決定」という。）も阿蘇4噴火による火砕物密度流が同原発敷地に到達した可能性を十分小さいと評価することはできないとしており、結局、本件原発に関して到達可能性を判断した高裁の裁判例4つは、いずれも到達可能性を否定していないことを付言しておく。

(3) 本件原発敷地に阿蘇4火砕流が到達したとみるべきこと

ア 原告らが本件原発敷地に阿蘇4噴火による火砕物密度流が到達した可能性が高いと考える根拠として、まず、文献調査等の結果を挙げるができる。

イ 被告も評価において用い、原規委も審査において用いている火山に関する基本的な文献である町田洋・新井房夫著『新編火山灰アトラス』によれば、阿蘇4噴火による火砕流は、豊後水道を越え、本件原発敷地となった佐田岬半島の根元付近まで到達していたと見られる（図表1）。図表1は、被告の適合性審査資料にも引用されているが、点線内が阿蘇4火砕流堆積物の分布範囲とされており、火砕流が佐田岬半島の根元付近まで到達した可能性を指摘するものである。なお、後述するように、これは、あくまでも「火砕流」の到達範囲であって、火砕サージを含む「火砕物密度流」は、さらに遠方まで到達している可能性が否定できない。

⁷ 準備書面（73）50頁に掲載した裁判例一覧表の⑮決定。



図 2.1-11 阿蘇 4 火山灰 (Aso-4) の等層厚線図と主な産出地点.

点線内は阿蘇 4 火砕流堆積物 [Aso-4 (pfl)] の分布範囲を示す.

模式地：1. 国富町川上, 2. 竹田市・荻町一帯, 3. 関金町大山池, 4. 琵琶湖高島沖, 5. 加賀市黒崎, 6. 木曾福島町, 7. 長野市高野, 8. 上野原町鶴島, 9. 新里村高泉, 10. 福島市佐原町, 11. 鳴子町鬼首北滝, 12. 玉山村新田, 13. 男鹿市安田海岸, 14. 五戸町鹿内, 15. 尻岸町女那川, 16. 伊達市館山, 17. 厚真町軽舞, 18. 広尾町ピラオトリ, 19. 網走市藻琴湖西岸.

図表 1 甲 5 4 2 ・ 7 2 頁の図 2.1-11 の一部を抜粋して加筆したもの

ウ また、国立研究開発法人産業技術総合研究所が運営する「第四紀噴火・貫入活動データベース」の中の「大規模カルデラ噴火影響範囲表示マップ」⁸において、計算対象とするカルデラを「阿蘇」、参考値とする事例を「阿蘇_Aso-4」として火砕流が到達した範囲をシミュレーションした図からも、本件原発が、火砕流が到達したと見られる範囲に完全に含まれていることが分かる（図表 2 及び図表 3）。

⁸ https://gbank.gsj.jp/quaternous/cldr/cldr_map.html



図表2 甲543の1



図表3 甲543の2 図表2の地図を拡大して加筆したものの

エ 東大地震研究所火山噴火予知研究センター助教の前野深氏の協力のもと作成された日経サイエンスの記事にも、「阿蘇カルデラ噴火の大火砕流は瀬戸内海を渡って本州は山口県宇部あたりまで、四国は^{ママ}佐多岬半島⁹の付け根

9 「佐田岬半島」の誤りである。

あたりまで到達したと考えられている」との記載がある（甲544・117頁）。

オ さらに、前述の『新編火山灰アトラス』の著者であり、わが国における第四紀学・テフラ学¹⁰の第一人者である町田洋・東京都立大学名誉教授は、まず、一般論として、次のとおり、火砕流の到達した最前線を決めることの困難性を指摘している。

「火砕流が到達した最前線がどこかは、なかなか決め難いものです。火砕流の堆積物とみなされるのは、高速で流動する噴煙の重力流のうち高密度の部分が堆積したものです。この噴煙流には浮いた状態の多量の細粒固形物があって、それは重さに応じて地表に降下していきます。これが火砕流堆積物分布域の外側の広大な地域で見いだされる火砕流と同時の降下火山灰層です。火砕流堆積物の特徴をもつものから火山灰層への変化は漸移的ですので、火砕流の範囲は厳密には決め難いのです。」（甲485の1・1頁）

そのうえで、町田教授は、阿蘇4火砕流について、次のとおり、本件原発敷地まで到達した可能性を指摘する。

「大火砕流は液体として流れる溶岩流のように地形的な低まり（谷間や平坦地）だけを流れるとは考えられません。火砕流は、ジェットコースターのように斜面を乗り越えながら流動する、厚くて熱い粉体流です。厚さが数百メートルを超す高温高速のガスと火山灰・岩屑の流れだと考えられ、これが噴出口から概ね同心円状に広がったと見られます。現在確認できる分布範囲が平坦地または谷間に限られるのは、その後侵食されずに残った場所です。元来は大分県の佐賀関半島や国東半島などの現在あまり火砕流

¹⁰ 第四紀学は、地質年代でいう第四紀における地質、岩石、動植物、気候、土壌、地球物理、環境、氷河など広範囲を研究対象とする学問である。テフラ学とは、テフラ（≡火山砕屑物）に関わる研究を包括した科学であり、層序学、編年学、対比・岩石学を根幹としている。

堆積物が認められない周辺諸地域の斜面も覆い尽くした筈です。噴出中心から約150km離れた山口県秋吉台でも阿蘇4火砕流堆積物が厚く残っていることからすると、噴出中心から半径約150kmの範囲内に火砕流が到達したとみるのは、ごく常識的な判断であると考えます。

佐田岬半島から西へ30 - 40kmほど離れた大分県の大分市や臼杵市では、阿蘇4火砕流堆積物は厚さ10m以上で大部分溶結しています。したがって、阿蘇4火砕流は、佐田岬半島を根元まで包み込んだに違いないと、『火山灰アトラス』ではおよその分布範囲を示してあります。阿蘇カルデラから伊方原発まで約130kmしかないので、伊方原発敷地は阿蘇4火砕流が到達した範囲に入るといえるでしょう。」(甲485の1・1～2頁)

このように、第四紀学・テフラ学の権威である町田教授は、本件原発敷地に阿蘇4火砕流が到達したとみるのは「ごく常識的な判断」とまで述べている。

被告の評価ないし原規委の基準適合判断は、科学的には非常識で不合理といわざるを得ない。

(4) 小括

以上のとおり、文献調査及び専門家の意見によれば、阿蘇4噴火による火砕流は、少なくとも本件原発敷地までは到達したとみるべきである。

3 火砕物密度流は、火砕流よりも遠方まで到達し得ること

さらに、町田教授によれば、火砕物密度流の一種とされている火砕サージについて、火砕流よりもさらに遠方、すなわち、四国西部一帯まで、「やや濃度を減らしたガスの流れである火砕サージに襲われたといえるでしょう」とされている(甲485の1・2頁)。

このように、火砕物密度流は、火砕流の到達範囲よりもさらに遠方まで達す

るが、これについての評価は審査会合において何らなされていない。町田教授も、現在の原発の審査においてマグマ水蒸気爆発による火砕ベースサージ等による影響の検討がされていないことを指摘している（甲485の1・4頁）。この点は、明らかな基準適合判断の過誤、欠落である。

4 まとめ

以上のとおり、文献調査及び専門家の意見によれば、阿蘇4噴火による火砕流は、本件原発敷地まで到達したとみるべきであり、火砕物密度流の到達範囲はそのさらに遠方にまで及んでいると考えられ、到達可能性が「十分小さい」などとは評価できない。少なくとも、科学の不定性や火砕流の到達範囲確定の困難性からすれば、上記のような見解が存在し、それが相応の信頼性を有する（一見して明らかな科学的誤りを含んでいるといえない）以上、万が一にも深刻な災害を起こさないための安全評価としてこれを考慮しないことは看過し難い過誤、欠落というべきである。

したがって、阿蘇4噴火による火砕物密度流が本件原発敷地に到達した可能性は十分小さいとする被告の基準適合評価¹¹は不合理であり、これを了承した原規委の基準適合判断もまた不合理である。

第3 到達可能性に関する被告の主張の不合理性

これに対し、被告は、原告らが指摘する町田・新井の見解について、地形など個別地点の特性を考慮した評価ではなく、立地評価にそのまま用いるには不十分であると反論したうえで、前述したとおり、①敷地周辺の詳細な地質調査によって火砕物密度流が本件原発敷地に到達していないことを確認したこと、

¹¹ なお、厳密には、少なくとも審査書（乙C103）の記載を読む限り、被告の評価は、「到達可能性が十分小さい」という評価ではなく、「阿蘇4火砕流が達していない」という評価にとどまっているようである。

②本件原発と阿蘇カルデラの距離は約130kmあり、その間には佐賀関半島、佐田岬半島等の地形的障害があること、③保守的な火砕流シミュレーションでも火砕流が敷地まで到達しないことを確認したことなどを根拠として、阿蘇4噴火による火砕流は本件発電所の敷地に達していないと主張する。

以下、それぞれに反論する。

1 町田・新井の信頼性について

(1) 地形や大規模火砕流の特性を考慮していること

まず、被告は、町田・新井の見解について、地形などの個別地点の特性を考慮した評価ではないなどとして、立地評価にそのまま用いるには不十分であると主張するが、町田教授らは、被告よりもよほど大規模火砕流の特性等を踏まえて評価を行っており、信頼できる。少なくとも、被告の主張よりはるかに信頼できるというべきである。

町田・新井の見解は、カルデラ噴火によって発生するような大規模な火砕流が、全方向に噴出してジェットコースターのように斜面を乗り越えながら遠方まで到達するという特性を踏まえて評価を行っている（その点で、小規模な火砕流と大規模火砕流は特性が異なる。地形が障害になり得るのは小規模な火砕流である）。

町田・新井の見解が、地形を考慮していないように見えるのは、このような大規模火砕流の特性を考えると、大規模火砕流が基本的には地形を乗り越えるからである。町田・新井の見解は、正確には、地形を考慮してもなお火砕流はそれを乗り越えて本件原発敷地まで到達する、というものであり、相応の信頼性を有するし、被告の理解は前提を誤っている。

むしろ、大規模火砕流においても地形が障害となるという被告の主張は、上記大規模火砕流の特性を考慮していない不合理なものである。この不合理性は、後記3でも詳述する。

(2) 風化・侵食を考慮していること

ア また、町田・新井の見解は、前述のとおり、火砕流が到達した最前線について厳密には決め難いことを前提として、火砕流堆積物の風化や侵食を考慮して到達範囲想定を描いており、この点からも相応の信頼性があるといえる。

イ 一般に、温暖な地域ほど火山ガラスや斑晶鉱物は粘土化し易く、風化しやすいとされる（阿蘇4の火山灰についても、西日本よりも遠く離れた北日本の方が、保存状態がよく見出し易いとされる）。

『新編火山灰アトラス』も「テフラ層は溶結凝灰岩のような固結した地層を除くと、侵食されやすくまた風化されやすい地層である。テフラ堆積直後、植生の被覆が不十分な時代には、とくに再移動しやすい。流域にテフラが降下堆積したり火砕流が流下した川では、数十年以上土砂の移動が激しい荒れ川となる例は枚挙に暇がない。一方圧密作用でもテフラ層の厚さはかなり減少する。一般にふるい分けがよいテフラ層ほど、テフラ粒間の隙間が大きいので、圧密程度も大きい。したがって野外で見られるテフラ層の厚さが堆積当時をとどめていることはむしろまれである。本書で掲げた等層厚線図の大部分は、保存条件のよい地点のデータのみを重要視して描いている。それでも堆積当時の厚さには及ばないであろう。」として、テフラが基本的には風化・侵食しやすいことを述べている（甲542・8頁）。

ウ 町田教授は、このようなテフラの一般的特質を踏まえたうえで、本件原発敷地周辺の地形や噴火時期等に着目し、佐田岬半島が急斜面からなる山地の続きであり、海水や風雨で浸食されやすいこと、阿蘇4噴火が約9万年前で、相当に風化・侵食が進んでいる可能性があることに照らしても、佐田岬半島では、火砕流が到達していたとしても火砕流堆積物が残存して

いない可能性が高いとしているのである（甲485の1・2～3頁）。

町田・新井も、このようなテフラの特徴や地形・噴火時期等を踏まえ、火砕流堆積物が見つからない地点であっても火砕流が到達した可能性を排除しないのであり、その考え方には信頼性が認められる。

エ 他方、被告は、風化・侵食、佐田岬半島の地形等を考慮せず、火砕流が到達した範囲には必ず火砕流堆積物が残存しており、これが見つからないということは火砕流が到達していないのだという誤った立論に依拠して不合理である。この点は、後記2でも詳述する。

2 ①敷地周辺で阿蘇4火砕流堆積物が確認されていないとの点について

(1) 被告の立論

被告は、本件原発敷地に阿蘇4噴火による火砕流が到達していないと考える根拠として、①同噴火による火砕流堆積物が残されている可能性が高いと考えられる佐田岬半島の地点を選定し、地表踏査又はボーリング調査によって、当該堆積物がないことを確認したことを挙げている。

これは、i 火砕流が到達した場所には必ず火砕流堆積物が残存しているという推論が成り立つことが前提となっており、また、ii 特定の地点の地質調査を行うことにより、佐田岬半島全体に火砕流堆積物が残存していないと推論できることが前提となっている。

(2) i の不合理性 - 火砕流堆積物が残存するとは限らないこと

しかし、i の点については、前述したとおり、風化・侵食という科学的現象によって火砕流堆積物が残存しない可能性があること、特に、阿蘇4噴火からはすでに約9万年もの年月が経過していること、佐田岬半島のように急斜面からなる山地では堆積物が残存しにくいことなどの点に照らし、そのような推論は成り立たない。町田教授も、伊方周辺地域に火砕流堆積物が存在

しないからといって火砕流が来なかったというのは見当違いであるという
(甲485の1・2頁)。

むしろ、阿蘇4火砕流が到達した場所であっても、火砕流堆積物が残存することは稀であるというべきである。カルデラ噴火等によって発生する大規模火砕流は、前述のとおり、多少の地形を乗り越えて同心円状に広がるという知見を前提として、噴出口から約160km離れた山口県秋吉台（本件原発敷地は約130km離れた地点）においても火砕流堆積物が発見されているという事実を併せて考えれば、阿蘇4火砕流は、本件原発敷地に到来していても何ら不思議はないという推測が働くのであり、そうであるにもかかわらず火砕流堆積物が発見できないのは、周辺地域に積もったはずの堆積物が風化・侵食によって残存していないからであると考えるのが合理的な推論である。

これに対して適切に反論するならば、約9万年経っても風化・侵食はほとんど生じないとか、上記知見が誤りであるとかいうほかないが、被告は、他の訴訟等においても詳細な調査をしたと繰り返すのみで、全く適切な反論をしていない。

i は科学的に誤った推論というべきである。

(3) ii の不合理性 - 火砕流堆積物が発見できるとは限らないこと

また、ii の点については、やはり前述の風化・侵食を考えると、火砕流が到達した場合であっても、風化・侵食によって堆積物が残存していない場合もあれば、保存状態によっては残存している場合もあるのであり（原告らとしても、すべてが風化すると主張するわけではない）、例えば佐田岬半島に火砕流堆積物について、いくつかの地点において地質調査を行い、そこで堆積物が確認できないからといって、それだけで、佐田岬半島全域に火砕流堆積物が一切存在しないとするのは論理の飛躍である。

別の場所を調査して、佐田岬半島においても火砕流堆積物が発見される可

能性は否定されていない。この意味でも、被告の推論は誤っている。

被告が引用する『新編火山灰アトラス』における阿蘇4火砕流堆積物分布をみても、火砕流堆積物の痕跡は約160km離れた地点にまで点在していることが分かる。阿蘇4のような大規模火砕流は、点在して到達するような性質のものではないことからすれば、火砕流は、広範囲に連続して到達したが、大部分は風化・侵食し、堆積物が残存している箇所が点在しているとみるのが自然である。

わずか数か所の地点を調査してそこに堆積物が確認できなかったからといって、「堆積物が残存していない」と結論付けることは、この点を正しく踏まえていない不合理な推論というべきである。

(4) 被告のいう「知見」とは単なる「データ」の意ではないこと

なお、被告は、佐田岬半島で阿蘇4噴火による火砕流堆積物を確認したとの知見はない、という点を強調する。

ここで、「知見」とは、「①実際に見て知ること。また、見聞して得た知識。②見解。見識。」をいうが（デジタル大辞泉）、被告は、知見という用語を①の「実際に見て知ること」、すなわち、調査によるデータそのものと考えているようである。

しかしながら、原発の安全を考慮するに当たって求められる専門的、科学的知見とは、単なるデータのことではなく、データを分析することによって得られた見解・見識（上記②の意味）を指す。そして、町田・新井（2011）において図示された阿蘇4噴火による火砕流堆積物の到達範囲は、まさに②の意味での知見であり、佐田岬半島において阿蘇4噴火による火砕流堆積物を「確認した」というデータはなくとも、「佐田岬半島に阿蘇4噴火による火砕流が到達した」との「知見」は存在するのである。

(5) 小括

このように、被告は、風化や侵食といった科学的現象、佐田岬半島の地形からして堆積物が残りにくいという事実を考慮せず、また、カルデラ噴火等によって発生する大規模火砕流は同心円状に広がることや、噴出口から約160km離れた山口県秋吉台（本件原発敷地は約130km離れた地点）においても火砕流堆積物が発見されているという事実を踏まえた合理的な知見を適切に考慮しないものであって、その推論の前提には誤りがある。

被告の主張①は、単に敷地周辺で阿蘇4火砕流堆積物が確認できなかったというデータだけを金科玉条として火砕流が到達していないと強弁するものであって、何らの合理性もない。

3 ②地形的障害について

(1) 被告の立論

次に、被告は、本件原発敷地に阿蘇4噴火による火砕流が到達していないと考える根拠として、②本件原発と阿蘇カルデラの距離は約130kmあり、その間には佐賀関半島、佐田岬半島等の地形的障害があることを挙げる。

これは、阿蘇4噴火のように巨大なカルデラを形成する噴火における大規模火砕流が、佐賀関半島や佐田岬半島等の地形的障害によってそれ以上広がらない（あるいは、少なくとも勢いを削がれる）ことが前提となっている。

(2) 火砕流の発生機構・様式について

ア この問題を検討するに当たり、まず、火砕流の発生機構・様式を説明しておく。この点については、準備書面（72）の18～21頁にも記載しているので、そちらも併せて参照されたい。

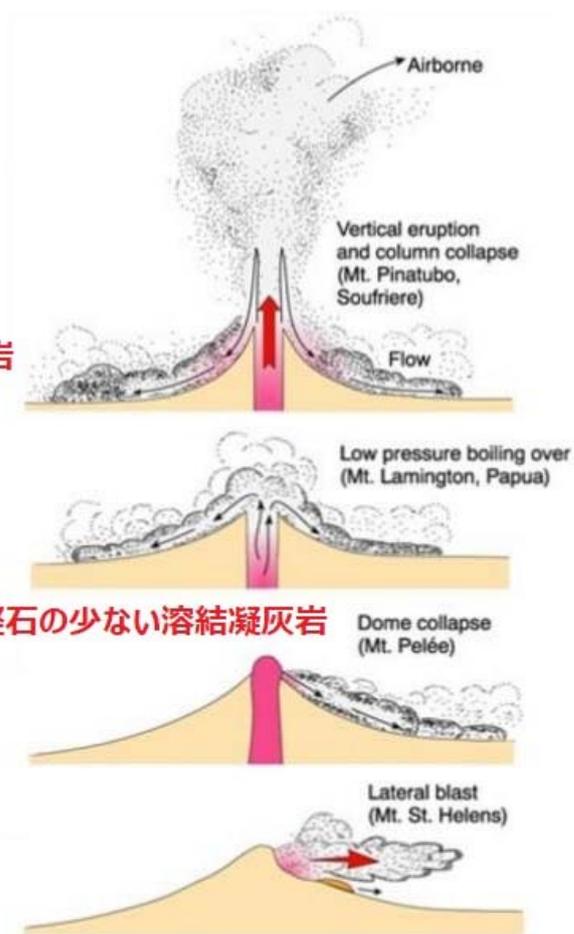
甲545号証は、オーストラリアの地理学者であったデイヴィッド・ブラウン博士による教育用のプレゼンテーション資料（30頁）から抜粋し

た「PDC Eruptions」, すなわち, pyroclastic density currents (火砕物密度流) の噴火様式をいくつかのパターンに分類したものである。これによれば, 火砕流の様式として, i 噴煙柱崩壊型¹², ii 噴煙柱を伴わないがマグマの継続的な供給によって生じるもの¹³, iii 溶岩ドーム崩壊型¹⁴及びiv 側面爆発型¹⁵が挙げられている。

PDC Eruptions

火砕物密度流を伴う噴火

- Eruption column collapse
 - pumice-rich ignimbrite
 - 噴煙柱崩壊型-軽石を多く含む溶結凝灰岩
- Upwelling and overflow with no eruption column
 - pumice-poor ignimbrite
 - 噴煙柱を伴わず湧き上がって溢れる流れ-軽石の少ない溶結凝灰岩
- Lava dome/flow collapse
 - “block and ash flow”
 - 溶岩ドーム/崩壊の流れ-岩石と火山灰
- *Lateral blast*
 - 側面/ブラスト



図表4 甲545を抜粋・加筆

イ また, ウィキペディアには, 上記ブラストを除く3つの類型について記載がある(甲546・2頁)。

¹² Eruption column collapse - pumice-rich ignimbrite

¹³ Upwelling and overflow with no eruption column - pumice-poor ignimbrite

¹⁴ Lava dome/flow collapse - “block and ash flow”

¹⁵ Lateral blast

1つ目が「流紋岩 - デイサイト質マグマの大規模な噴火」であり、上記の ii に該当する。マグマの量が多ければ、大量の火砕流となって火口から高速で流れ出し、全方向に流下することが多いとされ、また、地下のマグマ溜まりから大量のマグマが噴出するため、マグマ溜まり跡の空洞が陥没してカルデラを形成することも多いとされる。ウィキペディアでも、この種の火砕流は約 100 km も流れることがあると紹介されている。阿蘇 4 噴火の火砕流もこのタイプであり、ここでは便宜上「カルデラ型」と呼ぶ。

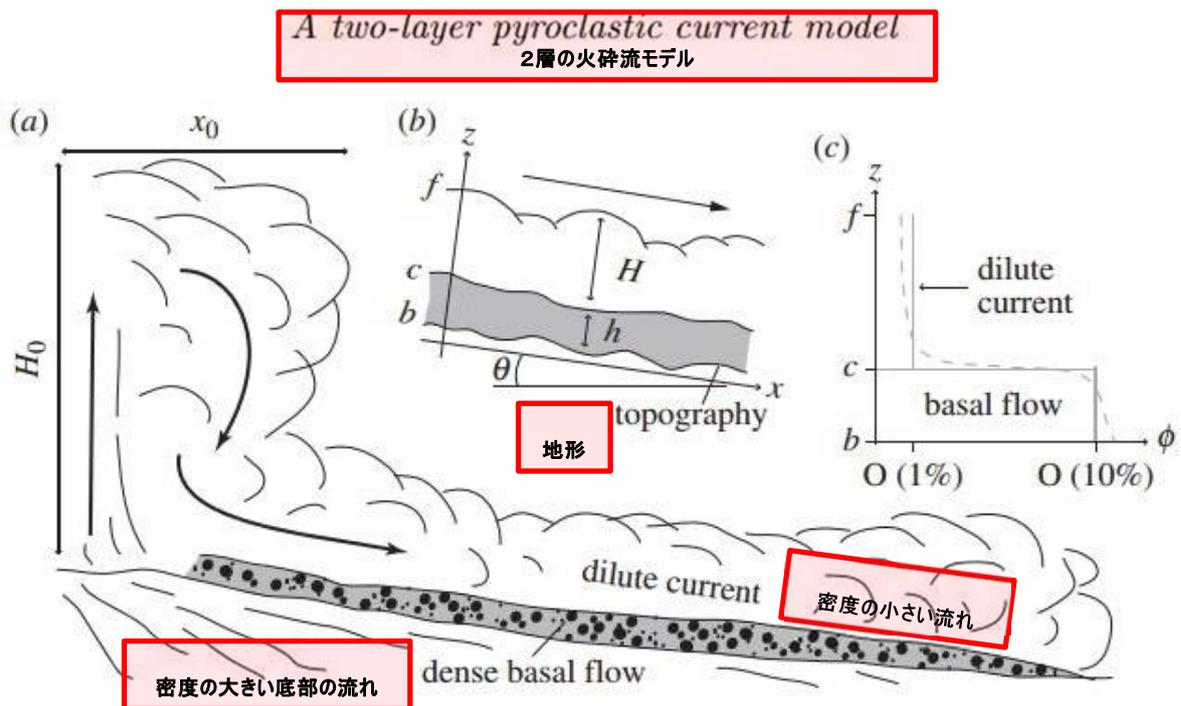
2つ目は、「プリニー式噴火の噴煙柱崩壊（スフリエール式火砕流）」とされるもので、上記 i に該当する。上空高く上昇した噴煙柱が、重力崩壊して流走する現象で、この場合も、火口から多方向に広がって流下することが多いとされる。

3つ目は、「溶岩ドーム崩壊（ムラピ式火砕流）」であり、上記 iii に該当する。粘性の高いマグマが溶岩ドームを形成し、その一部の崩壊によって小規模な火砕流となる。この火砕流は地形の影響を受けやすい。雲仙普賢岳の 1990 年の火砕流もこのタイプである。

ウ 阿蘇 4 噴火のように、カルデラ噴火によって発生するような大規模な火砕流は、全方向に噴出し、ジェットコースターのように斜面を乗り越えながら流動する厚さ数百 m、温度 600℃以上、時速 100 km にもなる高温・高速の粉体流・密度流とされる。準備書面（72）の 19 頁図表 7 をみれば明らかなように、地形はほとんど問題とならない。

(3) 火砕流の 2 層構造について

分類 i の噴煙柱崩壊型や、分類 ii のカルデラ型の火砕流モデルをもう少し詳しく見ると、次のような 2 層構造をしていることが分かる（図表 5）。



図表5 甲547・2枚目の火砕流モデル (Figure1) を抜粋加筆

これに対し、分類iiiの溶岩ドーム崩壊型の場合、「dilute current」(密度の小さい流れ)の部分がほとんどなく、「dense basal flow」(密度の大きい底部の流れ)が火砕流の主たる内容となる。

この点は、後述する火砕流解析ソフトである TITAN2D の不合理性との関係で問題となる。

(4) 大規模火砕流の性質について

ア 内閣府、消防庁、国土交通省水管理・国土保全局砂防部、気象庁が作成した火山防災マップ作成指針(甲548)は、火砕流をその規模によって3つに分類し、火砕流の流下方向の予測、流下経路の予測、到達距離の予測についての指針を示している。これによれば、阿蘇4火砕流は大型火砕流であり、大型火砕流については、噴出源から100km以上の広範囲に到達し、全方向に流下し、数百m程度の起伏の山地は越えてしまうこと(8

4頁), そのため, どのような方向へ流下していくかは決めにくいこと(85頁), 地形とはあまり関係なく遠方まで到達すること(86頁)が分かる。

イ また, 火砕流にとっては, 海域・水域も障害とならないとされる。火砕流のうち, 密度が大きい部分には沈む部分もあるが, 比較的密度が小さい部分は海面を滑るように走ったと考えられている。むしろ, 海面は地上と違って摩擦が少なく, 障害になるものもないため, 海域の方が広がることすらある。

町田教授によれば, 阿蘇4火砕流堆積物について, 噴出中心から約150km離れ, 関門海峡を隔てた山口県内陸部の秋吉台周辺で, 海拔200～300mの台地に, 270cmもの厚さで載っていることも知られているという(甲485の1・1頁)。

さらには, 約7300年前の南九州鬼界カルデラから噴出した大火砕流は, 東シナ海を数十km越えて, 薩摩半島・大隅半島の奥深くまで達し, 周辺にあった縄文集落を全滅させている。

(5) 小括

このように, 本件で問題となっている火砕流は分類iiの大規模なカルデラ型の火砕流であり, 噴出口から概ね同心円状に広がること, ある程度の地形を乗り越えて斜面なども覆い尽くすことが知られており, 海水域もやすやすと越えていく。国が発表している火山防災マップ作成指針においても, 地形とはあまり関係なく遠方まで到達することが明示され, それを踏まえた防災マップを作成すべきことが指摘されている。

これに対して, 被告が述べる地形が障害となるのは, 主に, 分類iの噴煙柱崩壊型のうち小規模なものや, 分類iiiの溶岩ドーム崩壊型の火砕流の場合であって, 阿蘇4噴火のように巨大なカルデラを形成する噴火における大規模火砕流が, 佐賀関半島や佐田岬半島等の地形的障害によってそれ以上広が

らない（あるいは、少なくとも勢いを削がれる）ということとはできない。

②佐賀関半島や佐田岬半島等の地形的障害があるというだけでは、万が一にも深刻な災害が起こらないようにするという原発の安全評価として、本件原発敷地に阿蘇4噴火による火砕流が到達していない根拠としては薄弱といわざるを得ない。なお、原告らは地形的障害が全く問題にならないといっているわけではなく、被告の主張は科学的知見に整合するものではなく、主張不十分であるという指摘である。

4 ③火砕流シミュレーションの不合理性（概説）

(1) 被告の立論

さらに、被告は、本件原発敷地に阿蘇4噴火による火砕流が到達していないと考える根拠として、③保守的な火砕流シミュレーションでも火砕流が敷地まで到達しないことを確認したことを挙げる。

これは、上記解析に用いたソフトが阿蘇4噴火のようなカルデラ型の大規模火砕流の到達範囲を想定するのに適したものであること、妥当で保守的な解析がなされていることが前提となっている。

(2) TITAN2D はカルデラ型火砕流の到達範囲の想定に適さないこと

しかし、被告が用いた解析ソフトは、「TITAN2D」というソフトとされているが、これは、分類iiiの溶岩ドーム崩壊型を念頭に置いた解析ソフトであって、少なくとも、阿蘇4噴火のようなカルデラ型火砕流のように、溶岩ドーム崩壊型と物理的過程を異にしている火砕流の想定には全く適していないものである。被告は、あまりにも的外れな解析を行ったというほかない。

この点については、詳細にわたるため、別項を立てて詳述する（第4）。

5 令和2年広島高裁決定

伊方原発における阿蘇4火砕物密度流の到達可能性について、その到達可能性を認めた裁判例は複数存在するが、最も直近の裁判例として、伊方原発に関する広島高裁令和2年1月17日即時抗告審決定¹⁶を挙げておく。

(1) 前提となる噴火規模について

本決定は、阿蘇について、過去最大の噴火規模である阿蘇4噴火を想定して、設計対応不可能な火山事象の伊方原発敷地への到達可能性が十分小さいか否かを判断している（甲504・61頁）。

(2) 科学の不定性を踏まえた判断をしていること

ア そのうえで、本決定は、次のように認定している。

「町田教授は、…噴出中心から約150km離れた山口県秋吉台でも阿蘇4火砕流堆積物が厚く残っていることからすると、噴出中心から半径約150kmの範囲内に火砕流が到達したとみるのは、ごく常識的な判断であるところ、阿蘇カルデラから本件発電所敷地まで約130kmしかないので、本件発電所敷地は阿蘇4火砕流が到達した範囲に入るといえる、火砕流にとって、海面は摩擦が少なく、水域は障害にならない、佐田岬半島が急斜面からなる山地の続きでテフラは残り難く、積もっても海水や風雨ですぐに浸食される地形であるため、伊方の周辺地域に火砕流堆積物がなくても火砕流が来なかったとはいえないとの見解を述べている。また、日本第四紀学会編（1987）及び町田・新井（2011）において、阿蘇4噴火の火砕物密度流が本件発電所敷地の位置する佐田岬半島に到達した可能性を示唆していることは、相手方も自認するところである。これらの事実

¹⁶ 伊方原発に関しては、広島地裁、松山地裁、大分地裁及び山口地裁岩国支部において合計5つの仮処分が申し立てられ（広島が2件）、それぞれ判断がされている。令和2年広島高裁決定は、このうち、岩国支部の事件であり、いわゆる「岩国仮処分」である。

照らすと、阿蘇による設計対応不可能な火山事象が本件発電所敷地に及ぶ可能性はあるというべきである。」(甲504・61～62頁)。

イ 本決定は、四国電力が主張していた、①Dr. Brittainの意見、②香川大学工学部教授長谷川修一及び駒澤大学非常勤講師柳田誠の意見(㊦㊧㊨の3つの点が指摘されている)について、次のように科学の不定性を踏まえた適切な判断をしている。

すなわち、上記①及び②㊨について「町田教授の見解と相反する見解であり、いずれの見解が正しいとも断じ得ないし、②㊦は一般論としては否定し難いものの、佐田岬半島に阿蘇4火砕流が到達していないことを積極的に根拠づけるものではない。一方、②㊧は阿蘇に近い地域における火砕流堆積物の分量の比較に基づいた知見であって、その合理性は否定し難いが、大野山地・佐賀関半島から見て同じく北側にある山口県下で阿蘇4火砕流堆積物が発見されていることに照らすと、佐田岬半島に阿蘇4火砕流が到達していない根拠にはなり得ないといわざるを得ない。」(甲504・63頁)

ウ 本決定は、総論である司法審査の在り方に関して、「福島事故のような過酷事故は絶対起こさないという意味での高度な安全性を要求すべきであるという理念は尊重すべきものであり、…(炉規法の)改正及び新規制基準の策定においても、…放射性物質が環境へ放出されるような重大事故に至らないようにすることを目的として、各種の対策を強化すべきものとされたのであり、上記理念に通ずるところがあるといわなければならない」と判断し(甲504・10～11頁)、さらに、「原発による具体的危険性の有無を判断するに当たり、その理念ないし精神に則った解釈適用が必要となることは否定できないところであり、ある問題について専門家の間で見解が対立している場合には、`支配的・通説的な見解であるという理由で保守的でない設定となる見解を安易に採用することがあってはならない」と、

科学の不定性を踏まえた判断を行うことを明示していた（甲504・11頁）。

そのうえで、それぞれの見解の科学的妥当性に過度に踏み込むことなく、不定性を踏まえ、いずれの見解もありうる場合に、法的評価としては保守的に考えて、到達可能性を否定しないという判断を行ったものと評価できる。極めて妥当な判断というべきである。

6 まとめ

以上のとおり、被告の根拠はいずれも科学的に精度の高いものではなく、むしろ、科学的には不合理・不可解な論拠に基づくこじつけに近いものまで含まれているのであって、保守的な想定とは到底いい難い。これらを根拠に設計対応不可能な火山事象の到達可能性が十分小さいと評価することはできない。少なくとも、町田・新井の見解の科学的妥当性を否定することはできないのであるから、不定性を踏まえ、法的評価としては保守的に考え、到達可能性を否定できないという判断をすべきである。

第4 シミュレーションソフトとしてTITAN2Dを用いることの不合理性

1 TITAN2Dは、高密度の火砕流のようなケースに限って有用であること

(1) TITAN2Dは粒子流モデルであること

ア まず、被告は、TITAN2Dが粒子流モデルであることを認めている。粒子流とは、空中などにおける重力による堆積物の重力流又は塊状の流れをいい（岩石学辞典¹⁷より）、土石流のように山腹を下っていくようなイメージの、例えば雲仙普賢岳の溶岩ドームの崩落による火砕流のような、小規模なものが典型である。

¹⁷ <https://kotobank.jp/word/%E7%B2%92%E5%AD%90%E6%B5%81-777211>

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

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

前述のとおり、一般に、火砕流の発生機構・様式については、分類 i の噴煙柱崩壊（スプリエール式火砕流）、分類 ii のカルデラ型、分類 iii の溶岩ドームの崩壊（ムラピ式火砕流）があるとされているが（甲 5 4 5，甲 5 4 6・2 頁）、円柱の崩壊によって火砕流が発生するという TITAN2D のモデルは、上記記載から、溶岩ドームのような噴出物の塊を円柱と見立て、その崩壊による火砕流の到達を推計するという意味で、分類 iii のムラピ式火砕流のような小規模なものを想定していると考えられる。

ウ 一方、阿蘇 4 のような大規模火砕流の駆動力は、火口から連続的に噴出する噴出物であり、後から次々と噴出する噴出物が先に噴出した噴出物を四方八方に押し出す作用である（分類 ii）。単純化すれば、TITAN2D が想定する火砕流の到達範囲は高度差によって決まるのに対し、カルデラ火砕流の広がりや、噴出の強度（単位時間に噴出する噴出物の量）と噴出の継続時間で決まるのであって、全く物理的過程を異にしている。

また、阿蘇 4 噴火は、噴煙地上 4 0 km ほどにまで達し、火砕流は 1 0 0 0 m クラスの山脈すら超え、九州地方で確認されていることから明らかのように、海も越えるような密度流であったとされている。海を越える火砕

流は、一部は海に沈み、一部の残ったものが海面を滑走するが、そのような物理過程も、粒子流という単純な過程では到底表現できない。

TITAN2D が粒子流モデルであることは被告自身が認めているところであり、そのような小規模火砕流の解析ソフトに、高さ6000mという巨大な円柱を想定し、 320 km^3 という大量のマグマを代入することに、科学的に見てどのような合理性があるのか全く意味不明である。

エ 仮に、この6000mという数字が、噴煙の高さを意味しているのだとすれば、阿蘇4の噴煙は30～40km程度の高さにまで到達していたとされているのであって¹⁸全くの過小評価であるし、カルデラ噴火の噴出口がどのようなものか解明されていないにもかかわらず、なぜ火口の直径を3000mとしたのかという点についても何らの根拠も示されていない。原告らが、匿名希望の火山学者に被告の解析について意見を求めたところ、「円柱の高さを6kmというのは、おそらくTITAN2Dの作者も想定していないでしょう。なぜ6kmにしたかといえば、そうしないと、大分県まで流れる粒子流の運動エネルギーが調達できないということです。」と、単に、大分県において10m程度の火砕流堆積物が見つまっていることと整合させるためだけの理由で6kmという数字を用いたのではないかという推測を述べている。

仮に、被告において、このような想定を行ったことについて科学的合理性があるというのであれば、然るべき論拠を示すべきである。

(2) トゥリアルバ火山に関する論文

S.J.Charbonnier, J.L.Palma 及び S.Ogburn の3名は、コスタリカにある

¹⁸ 「九重第一降下軽石および草千里ヶ浜降下軽石の噴火規模はVEI=5程度であり、噴煙柱高さは20～35kmと推定される」としている。阿蘇4がこれを上回るのは容易に推測できる。『四国に影響を及ぼす降下火山灰に関するシミュレーション解析』四国電力、四国総合研究所研究期報103。甲550・11頁。

トゥリアルバ火山の近年の噴火に関する論文を発表しているが、その論文の ABSTRACT (概要) には、TITAN2D の適用範囲について、「これらの調査結果は、(TITAN2D による) モデルが、例えば自重によって溶岩ドームが崩壊することによって生み出される火砕流のように、密集した(密度の大きい) 火山性粒子流のようなケースの解析を行うのに限られるべきであって、薄い (密度の小さい) 火砕物密度流の解析に用いられるべきではないことを示唆している。」と、溶岩ドーム崩壊型のようなケースに限定して用いることを明示している (甲 5 5 1 の 1 (1 0 7 頁) 及び 2)。

また、その「Discussion and Conclusions」には、次のようなコメントがある。すなわち、「この論文の結果をまとめると、TITAN2D のような浅水方程式による流体の運動モデルは、将来の噴火による災害の予測評価に使えるが、適用範囲は密度の高い火山の粒子流の分野に限られる。例えば、溶岩ドームの自重による崩壊のような現象には当てはめられる。その一方で、噴煙柱の崩壊により発生する火砕流や、山体の全面崩壊や、ブラストと呼ばれる指向性を持った爆発的な火砕流 (事例としてはセントヘレンズ山がある) などには適用できない」と (甲 5 5 1 の 1 (1 2 2 頁) 及び 2)。

前記の分類に即していえば、分類 i の噴煙柱崩壊型や分類 ii のカルデラ型、そして分類 iv の側面崩壊型については、TITAN2D ではうまく再現できず、分類 iii の溶岩ドーム崩壊型の再現、あるいは、密度の小さい粒子流があるとしても、これについてその影響を無視できるような小規模なケースに限定されることが分かる。

(3) 火山防災マップの記載

さらに、前出の火山防災マップ作成指針 (甲 5 4 8) によれば、TITAN2D は、火砕流、泥流、岩屑なだれ等を多数の粒子の集合体からなる連続体とみなし、その流動に関して重量を駆動力とする運動方程式を解くことによるシ

ミュレーションであるとされている（88頁）。

前述のとおり、TITAN2D は、基本的に重力を駆動力とする噴火に関する解析ソフトなのであって、典型的には、分類iiiの溶岩ドーム崩壊型の解析、「dense basal flow」（密度の大きい底部の流れ）の解析に適したソフトということになる。

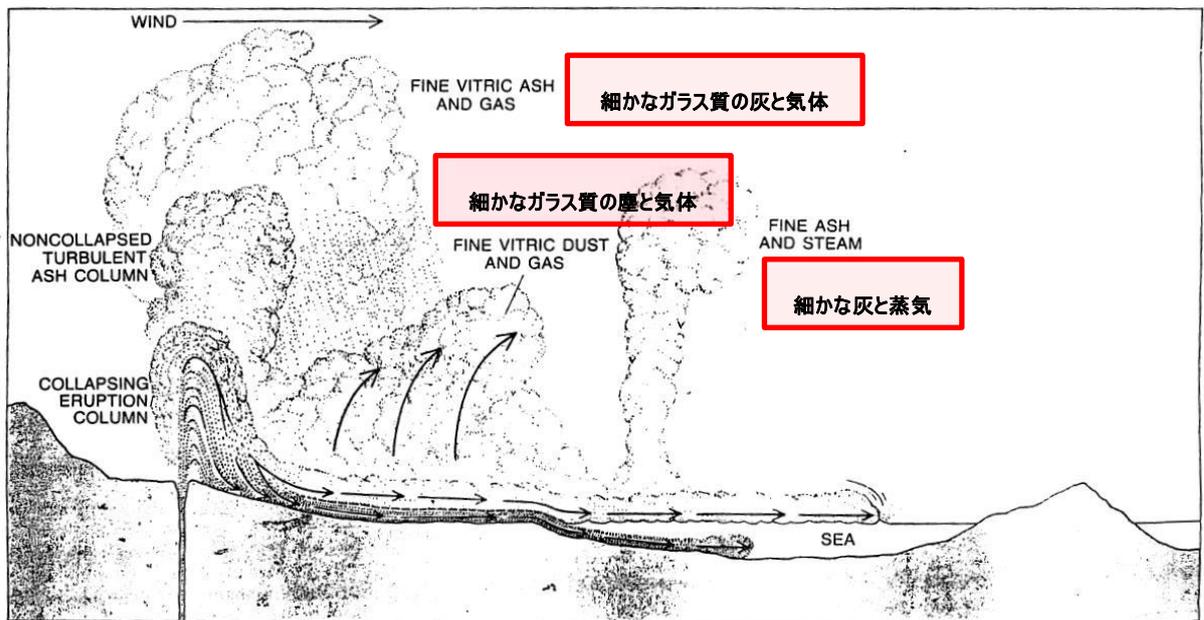
少なくとも、カルデラ噴火のように、マグマの継続的供給によって次から次へと押し出されることを動力とする火砕流（分類ii）の解析、「dilute current」（密度の小さい流れ）の解析には適さない。

2 TITAN2D は、海を渡る火砕流には適用できないこと

(1) クラカタウ噴火に関する論文

大規模な火砕流については、海を渡っていくことが一般に知られている。この点に関して、インドネシア・クラカタウ火山の1883年の大噴火についての論文に、そのメカニズムが詳しく書かれている（甲552）。

ここでも、やはり火砕流は複雑な構造を持っていることが示されている。底部の密度の大きい流れと、その上の海上を進んでいく密度の小さい流れ、噴火口近くの火山灰のほかに、海に入った際に、高温の火砕流が海水と接することにより、火山灰と蒸気の塊を再度噴き上げる様子などが描かれている（図表6）。



図表6 甲552・9枚目(154頁)下段より抜粋加筆

海を渡るような大規模な火砕流は、まさに前記第3の3(3)記載のような2層構造を持っており、「dense basal flow」(密度の大きい底部の流れ)の解析に限定して用いられるべき TITAN2D による解析には適さないことが分かる。

(2) 阿蘇4噴火による火砕流は海を渡ったことが知られていること

阿蘇4噴火による火砕流は、豊後水道・瀬戸内海を挟んだ山口県の内陸部にある秋吉台周辺でも、海拔200～300mもある台地に270cmの厚さで積もっており(甲485の1)、阿蘇4噴火による火砕流が海を渡るような性質のものであったことは明らかである。

そうすると、阿蘇4噴火の火砕流到達範囲を解析するに当たって、海を渡る火砕流の解析に適さない TITAN2D を用いることは、不適切であることもまた、明らかというほかない。

3 被告のいう保守性の欺瞞

(1) マグマ噴出量に関する欺瞞

被告は、別訴において、「阿蘇4噴火による火砕流堆積物の体積が200km³とされているのに対してこれを上回る320km³の体積を本件発電所に近いカルデラ東縁のみに配置した」ことをもって、保守的なシミュレーションを行ったと主張していた。

しかし、2013（平成25）年11月8日に行われた本件原発に関する適合性審査の審査会合（甲553）では、被告は、「実際の噴出は、火山灰アトラスなどを見ますと、火砕流と火山灰と合わせますと600km³以上とされており。そのうちのある部分、半分程度をこの東側のところに置いたというような感じになります。」と、上記とは異なる説明をしている（8頁）。裁判所を欺罔しようとする悪質な主張である。

(2) 資料に合わせて数値をいじったことを被告自身が認めていること

TITAN2Dによる解析において被告が代入した数値は、科学的根拠があるものではなく、単に臼杵や大分に数十m以上の火砕流が達しているという点に整合するように数値をいじったに過ぎない。

被告は、伊方原発に関する広島仮処分等において、解析結果について、「厚さ数10m以上の火砕流が臼杵や大分に達しており、この結果は、町田・新井（2011）による大分県における阿蘇4噴火による火砕流堆積物の分布とも整合的である」と、あたかも計算結果が資料に整合したように述べるが、他方で、原規委の審査会合においては、「こういった破局的な噴煙柱崩壊型の火砕流というのも、どういった現象かというのは、今の現時点ではデータがございませんので、分布がある程度合うようにということで、いろいろ試行錯誤しまして、これは、たしか高さは6km程度に置いて、噴煙柱の崩壊を模擬して火砕流シミュレーションをしております」と、分布の方に数値を合わせたことを認めている（甲553・8頁）。

そうであれば、解析結果が分布に整合するのは当然であり、結果に合わせて数値を操作しただけの無意味な解析というほかない。

(3) マニュアルにも反した数値を代入していること

さらに、被告の代入した数値は、マニュアルに記載されたものにも反している。

マニュアルによれば、火砕流の流下開始時の初期速度については、想定したパイルを崩壊させる高度（ h ）を仮定し、 $v = \sqrt{2gh}$ [m/s] を用いて初期速度 v を決める、とされている（8頁・tk#3 フォルダの説明(5)）。

このマニュアルに従えば、被告の設定したパイルの高さである $h = 6000$ [m] を代入すると（ g は重力加速度 = 9.8 [m/s²]), $v \approx 342.9$ [m/s] という音速並みの初期速度が与えられることになるが、被告は、合理的な理由なく初期速度 v を 10 [m/s] と設定している。

これがマニュアルにすら反するものであり、被告が、科学的な根拠に基づかず、臼杵や大分におけるデータに整合するためだけに数値をいじったものに過ぎないことが分かる。

(4) 四方八方に火砕流堆積物が広がっていることの説明ができないこと

被告の解析モデルでは、噴出口中心として、四方八方に火砕流堆積物が広がっていることを合理的に説明できない（被告のシミュレーション結果は、ほぼ一方向にしか流れていない）。このことも、本解析ソフトが、そもそもカルデラ噴火のような大規模火砕流を想定していないことを推測させるものである。

(5) そもそも現在の地形を前提としたシミュレーションは滑稽ですらあること

被告による再現のより滑稽な欠陥を挙げるとすれば、被告は、阿蘇山周辺

の現在の地形データを用いてシミュレーションを行っているが、現在のカルデラ地形や中央火山丘群は、いずれも阿蘇4以降に形成されたものであって、阿蘇4噴出時の地形ではない。そうであるにもかかわらず、現在の地形を前提として、阿蘇4噴火の際に本件原発に火砕流が到達したか否かのシミュレーションを行うことに、一体どのような合理性があるのか。理解に苦しむ。

(6) 小括

このように、TITAN2Dが阿蘇4のような大規模火砕流の解析に適しているかどうか以前に、被告の解析方法には、全く科学的合理性が存在しないばかりか、資料の数値に合わせるため、数値をいじっただけの極めてお粗末なものである。

また、原規委での説明と異なり、上記別訴においては、あたかも自らが保守的な解析を行っているかのように説明をしているのであって、悪質とすら言える。

4 TITAN2Dの使用に際して代入された数値の比較

(1) 研究者らによるシミュレーション

実際に、被告が行っているTITAN2Dによる解析のための数値は、開発者やその他の研究者が行っている数値とはあまりにも異なるもので、妥当性が極めて疑わしい。

例えば、産業技術総合研究所の宝田晋治氏が行ったプレゼンテーション資料の中には、TITAN2Dの使用例として、 V （噴出物体積） $= 4.0 \times 10^6 \text{ m}^3$ （ $= 0.004 \text{ km}^3$ ）、Internal Friction（内部摩擦角） $= 35^\circ$ と設定されている（甲554・10枚目）。

続いて、宝田氏が行った口永良部島噴火におけるシミュレーションにおいては、 $V = 1.3 \times 10^6 \text{ m}^3$ （ $= 0.0013 \text{ km}^3$ ）、Flow Thickness（流れの

深さ) = 1.5 m, 内部摩擦角 = 35°, エナジーコーン Hc = 50 m, H/L = 0.3 と設定されている (甲 554・11 枚目)。

同じく宝田氏が行った御岳山のシミュレーションでも, $V = 2.7 \times 10^6 \text{ m}^3 (= 0.0027 \text{ km}^3)$, 内部摩擦角 = 35° と設定されている (甲 554・12 枚目)。

さらに, 前述した S.J.Charbonnier 他によるコスタリカのトゥリアルバ火山の噴火についてのシミュレーションでは, $V = 0.00119 \text{ km}^3$, パイル高さ 20 m, パイル底面 200 ないし 300 m, 内部摩擦角 30° とされている (甲 554 の 1・120 頁右列 15 行目辺り, 122 頁左列 12 行目～19 行目辺り)。

(2) 被告の数値は他の事例とあまりにもかけ離れていること

これに対して, 被告は, 阿蘇 4 噴火のシミュレーションに際して, 分かる範囲でも, 噴出物体積 320 km^3 , パイル形状高さ 6000 m × 底面半径 3000 m, 内部摩擦角 1° などという数値を用いている。

これらを一覧表にして比較すると, 図表 7 のようになる。

実施者	四国電力	Titan2D 開発者	宝田(産総研)	宝田(産総研)	S.J.Charbonnier 他
対象噴火	阿蘇(Aso4)	-	口之永良部島	御岳火山	トゥリアルバ (コスタリカ)
噴出物体積(km ³)	320	0.004	0.0013	0.0027	0.00119
パイル形状(m)	高さ 6000, 底面半径 3000	不明	高さ 50, 底面半径 150	不明	高さ 20, 底面 200～300
内部摩擦角(°)	1	35	35	35	30

図表 7 各解析における数値の比較表

一目で分かるように、被告の設定した数値は、他の事例における数値とあまりにもかけ離れている。例えば、トゥリアルバの噴火と比較すると、噴出物体積で26万倍以上、パイルの高さで300倍、底面半径で10倍以上の違いがある。これほどスケールに違いがある噴火を、同じ物理現象として扱い、同じ解析ソフトを用いて適切な解析を行えるとする根拠は見出しがたい。

また、内部摩擦角についても、他のシミュレーションとは極端に異なる数値（他が 30° ～ 35° に対し、被告は 1° ）を用いており、なぜこのような数値を用いるのかについて全く科学的根拠が示されていない。

前記3(2)で述べたように、被告自身、審査会合において、「分布がある程度合うようにということで、いろいろ試行錯誤し」たことを認めている（甲553・8頁）。阿蘇4噴火において、内部摩擦角を他の事例と同様に $30\sim 35^{\circ}$ とすれば、おそらく火砕流は大分に到達せず、実際の分布との齟齬が生じるからこそこのような数値を用いた可能性が極めて高いのである。このようなシミュレーション結果には何らの合理性も存在せず、万が一にも事故を起こしてはならない原発の安全性を検討する際に用いる資料としては、あまりにもいい加減といわざるを得ない。

5 まとめ

以上のように、TITAN2Dによって阿蘇4火砕流を解析することは、科学的にはほとんど無意味といってよいお粗末なものである。被告は、火山現象であればどんなものでも数値シミュレーションによって再現でき、現象を評価できるという非科学的な発想に立っているように思われるが、上述のとおり、それはシミュレーションによって解析できる物理的過程がどのようなものであるのかという初歩的な科学的視点を全く欠いたものであるといわざるを得ない。

少なくとも、被告が、上記の疑問について考え方の道筋を示して合理的な説明ができない限り、被告が本件原発に火砕流が到来していないことの重要な根

拠の一つとしている解析シミュレーションの妥当性が立証できないのであるから、結局、火山ガイドにおける立地評価について看過し難い過誤・欠落が存在することとなり、本件原発における火砕物密度流からの安全について、被告の立証は足りていないという結論に至る。

以上