

平成25年(行ウ)第13号

玄海原子力発電所3号機, 4号機運転停止命令義務付け請求事件

原告 石丸ハツミ ほか383名


被告 国


参加人 九州電力株式会社


第25準備書面

令和元年11月29日

佐賀地方裁判所民事部合議2係 御中

被告訴訟代理人 竹野下 喜 彦 

被告指定代理人 阿波野 右 起 

九 谷 福 弥 

桑 野 博 之 


藤 井 浩 一 

大 澤 佳 奈 






















甲 斐 美 理 

井 上 千 鶴 

小 西 常 馬 

山 下 ひとみ 

庄 崎 英 雄 

内	藤	晋太郎		代
小	林	勝		代
榘	野	龍太		代
前	田	大輔		代
治		健太		代
笠	原	達矢		代
大	城	朝久		代
仲	村	淳一		代
森	川	久範		代
前	田	后穗		代
野	田	直志		代
吉	田	匡志		代
海	田	孝明		代
井	藤	志暢		代
末	永	憲吾		代
種	田	浩司		代
松	岡	賢		代
花	見	清太郎		代
田	口	達也		代
正	岡	秀章		代
大	浅田	薫		代
沖	田	真一		代

目 次

第1	はじめに	7
第2	本件5カルデラについて	7
1	本件5カルデラの位置及び噴火履歴	7
(1)	阿蘇カルデラ	8
(2)	加久藤・小林カルデラ	11
(3)	始良カルデラ	13
(4)	阿多カルデラ	15
(5)	鬼界カルデラ	17
2	鹿児島地溝	20
3	巨大噴火の可能性の評価に関する専門的知見	21
(1)	噴火ステージ	21
(2)	カルデラ火山とマグマ溜まりの状況	21
第3	巨大噴火の発生可能性が相応の根拠をもって示されない限り、安全確保上、 巨大噴火を想定しないことが、社会通念上容認されていると考えられること	24
1	はじめに	24
2	巨大噴火は、広域的に重大かつ深刻な災害をもたらす一方で、低頻度な事象 であるという特徴を有すること	24
3	我が国においては、前記2の特徴を有する巨大噴火を想定した法規制や防災 対策を行っていないこと	27
(1)	我が国において、巨大噴火を想定した法規制を行っていないこと	27
(2)	我が国において巨大噴火を想定した防災対策が講じられていないこと	28
(3)	カルデラないし後カルデラ火山に対して火山防災対策上想定されている噴 火規模について、巨大噴火を想定している例はないこと	32

4	安全確保上、巨大噴火を想定しないことが社会通念上容認されているといえること	34
第4	本件適合性審査の概要及び合理性	35
1	審査の方法・手順	35
(1)	概要	35
(2)	審査会合	35
(3)	ヒアリング	35
2	火山事象に対する審査の概要	36
(1)	審査項目	36
(2)	原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出	37
(3)	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	38
(4)	火山活動のモニタリング	41
(5)	火山事象の影響評価	43
(6)	火山活動に対する防護に関して、設計対象施設を抽出するための方針	44
(7)	降下火砕物による影響の選定	46
(8)	設計荷重の設定	47
(9)	降下火砕物の直接的影響に対する設計方針	47
(10)	降下火砕物の間接的影響に対する設計方針	50
3	本件適合性審査は、本件申請が火山ガイドを踏まえたものであることを確認したものであり、合理性が認められること	50
第5	本件適合性審査における本件5カルデラの活動可能性の評価は合理的であること	51
1	はじめに	51
2	本件5カルデラ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こと	54
(1)	本件5カルデラに共通して考慮すべき事情	54

(2) 始良カルデラ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こと	55
(3) 阿蘇カルデラ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こと	64
(4) 鬼界カルデラ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こと	71
(5) 加久藤・小林カルデラ及び阿多カルデラの現在の状況は巨大噴火が差し 迫った状態ではないこと	77
3 運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的な根拠 があるとはいえないこと	81
4 結論	82
第6 巨大噴火に関する原告らの主張に対する反論	82
1 広島高裁即時抗告審決定は火山ガイドの独自の解釈に基づいた巨大噴火の可 能性評価をしており誤りであること	82
2 原告らが主張の根拠とする火山学者の見解は、本件5カルデラの巨大噴火が 差し迫った状態であることや、運用期間中に巨大噴火が発生するという科学 的に合理性のある具体的な根拠を何ら述べていないこと	87
3 原告らのNagaoka (1988) に関する主張は根拠がなく理由がないこと ...	89
4 ドルイット論文を根拠に火山噴火を事前に予測することは不可能であり、本 件5カルデラにおけるVEI 7以上の噴火の活動可能性は十分小さいと評価す ることはできないとの原告の主張には理由がないこと	90
5 阿蘇4の噴火により設計対応不可能な火山事象である火砕流が本件各原子炉 施設の敷地に到達する可能性は十分小さいとはいえず、火山ガイドに反し立地 不適であるとする原告らの主張には理由がないこと	91
第7 降下火砕物の影響評価に関する本件適合性審査の合理性	93
1 原告らの主張要旨	93

2	降下火砕物の影響評価に関する本件適合性審査の合理性	94
	(1) 審査の概要	94
	(2) 九重第1噴火を対象として降下火砕物の層厚を10センチメートルと想定 することが合理的であること	95
	(3) 降下火砕物の直接的影響に対する設計方針が合理性を有すること	97
3	参加人による降下火砕物の最大層厚及び密度の設定は過小評価であるとする 原告らの主張に理由はないこと	100
	(1) 原告らの主張要旨	100
	(2) 原告らの主張は、本件各原子炉施設の運用期間中に巨大噴火が発生し得る という抽象的な主張を前提とするものであり、火山学の知見に的確に裏付け られているものでもなく、理由がないこと	100
4	20センチメートル以上の層厚となる降下火砕物に対して非常用ディーゼル 発電機の損傷等による系統・機器の機能喪失がないことの確認がされなければ ならないとする原告らの主張に理由はないこと	101
	(1) 原告らの主張要旨	101
	(2) 原告らの主張は、本件各原子炉施設の運用期間中における巨大噴火の活動 可能性評価を正解せず、独自の見解を述べるものであり理由がないこと	102

第1 はじめに

原告らは、原告ら準備書面(13)において、本件適合性審査における立地評価のうち主に巨大噴火の可能性評価について論難し、本件各原子炉施設は火山ガイドに反し立地不適であると主張し、また、影響評価についても、本件各原子炉施設の降下火砕物の最大層厚及び密度は過小評価である旨主張することから、被告は、本準備書面において、原告らが争点としている巨大噴火、その中でも阿蘇カルデラに係る噴火を中心に、本件適合性審査における立地評価の合理性及び降下火砕物の影響評価の合理性について主張する。

具体的には、まず、阿蘇カルデラを含む本件5カルデラと、カルデラを形成する巨大噴火の可能性評価に関する専門的知見等について主張し(後記第2)、巨大噴火の発生可能性が相応の根拠をもって示されない限り、安全確保上、巨大噴火を想定しないことが、社会通念上容認されていることを主張(後記第3)した上で、本件5カルデラの巨大噴火の可能性評価に関する本件適合性審査が合理的なものであることについて主張し(後記第4及び第5)、これに対する原告らの主張に反論する(後記第6)。その後、降下火砕物の層厚に関する影響評価に係る適合性審査が合理的なものであることについて主張した上で、これに対する原告らの主張にはいずれも理由がないことを主張する(後記第7)。

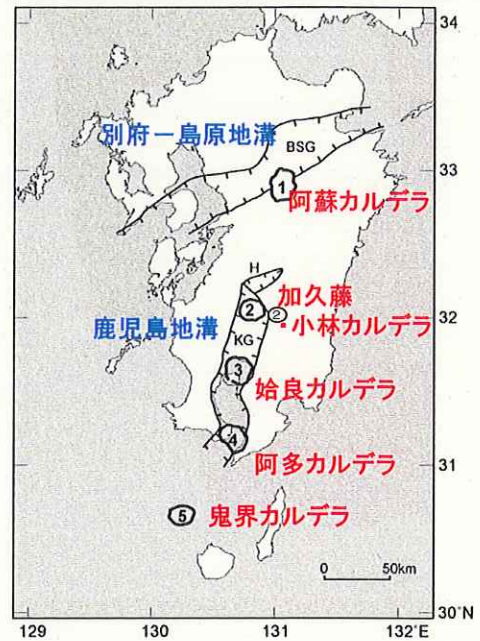
なお、略語等の使用は、本準備書面において新たに定義するもののほか、従前の例による(本準備書面末尾に略称語句使用一覧表を添付する。)

第2 本件5カルデラについて

1 本件5カルデラの位置及び噴火履歴

カルデラとは、輪郭が円形又はそれに近い火山性の凹陷地であり、陥没カルデラは、大量のマグマが噴出し、そのマグマが貯蔵されていたマグマ溜まりが崩壊して形成される地形である。一般には、数10 km³を超えるマグマを噴出する噴火では陥没カルデラを形成することが多い(乙第152号証・271ページ、乙第164号証・1

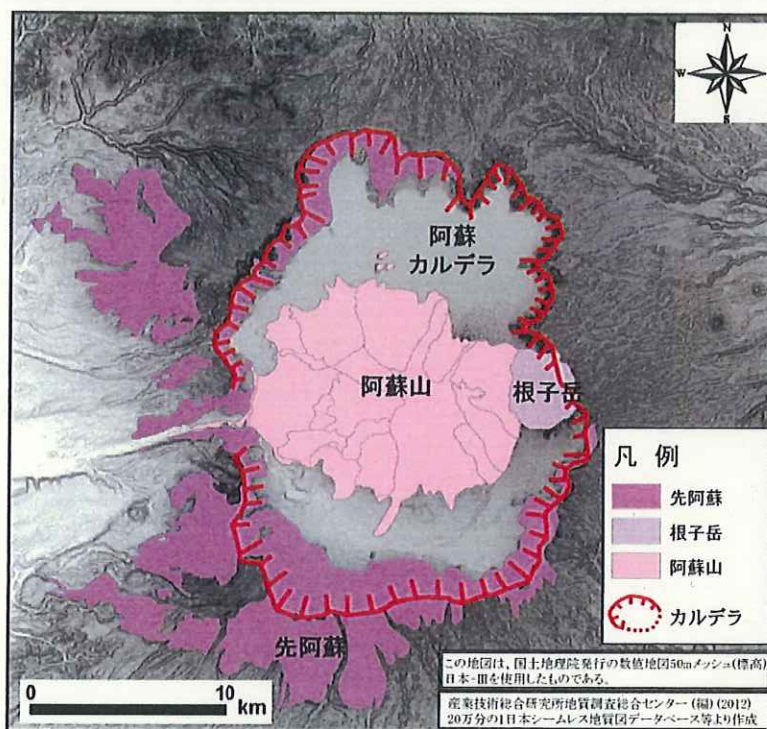
及び16ページ)。九州に分布するカルデラには、北から順に、阿蘇カルデラ、加久藤・小林カルデラ、始良カルデラ、阿多カルデラ及び鬼界カルデラがあり（本件5カルデラ）、北の別府－島原地溝、南の鹿児島地溝に沿って分布し、その内部や周囲には活火山が存在している（図1〔丙第50号証・13ページに加筆。なお、被告第24準備書面14及び15ページの図7も参照〕、乙第153号証・2ないし4ページ、乙第154号証・84ページ）。本件5カルデラの概要については、被告第24準備書面第2の2(4)（14ないし16ページ）と重複する点も含めて、以下のとおりである。



【図1】九州の活動的なカルデラ火山
（丙第50号証・13ページに加筆）

(1) 阿蘇カルデラ

阿蘇カルデラは、本件各原子炉施設の敷地の東南東約130キロメートルに位置する東西約17キロメートル、南北約25キロメートルのカルデラである。阿蘇カルデラ周辺の火山としては、カルデラの中央部に阿蘇山が、東側に根子岳が位置し、縁辺部には先阿蘇の火山岩類が分布する（図2）（乙第155号証・6条（火山）－24ないし26ページ）。



阿蘇カルデラ周辺の火山

【図2】 阿蘇カルデラ周辺の火山の位置関係 (乙第193号証・15ページ)

阿蘇カルデラにおいては、約27万年前から約25万年前に阿蘇1噴火(噴出量100 km³以上)が、約14万年前に阿蘇2噴火(噴出量100 km³以上)が、約12万年前に阿蘇3噴火(噴出量約200 km³)が、約10万年前に阿蘇ABC噴火が、約9.0万年前から約8.5万年前に阿蘇4噴火(噴出量約600 km³)が発生している。このうち、最大規模の阿蘇4噴火の際には、火砕流堆積物は、九州北部及び中部並びに山口県南部の広い範囲に分布したとされている(乙第193号証*1・16及び17ページ, 乙第155号証・6条(火山) - 25ページ)。

地質調査の結果、阿蘇4噴火による火砕流堆積物は、本件各原子炉施設の敷地を中心とする半径30キロメートルの範囲に認められるものの、敷地内には認められ

*1 なお、乙第193号証は、丙第28号証の37ページまでと同内容である。

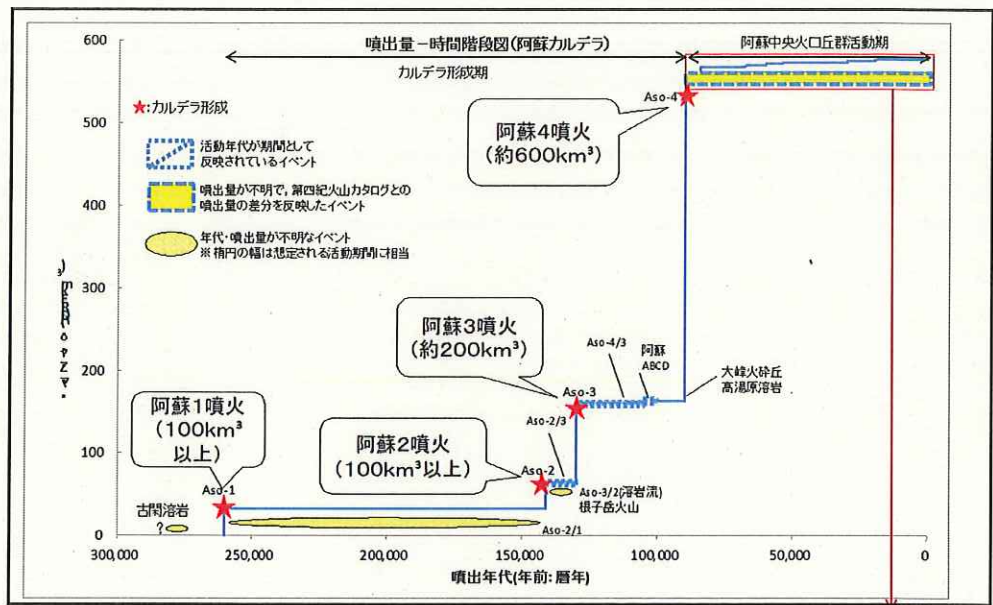
ていない*² (乙第155号証・6条 (火山) - 25ページ)。

約9万年前の巨大噴火の後、約3万年前の草千里ヶ浜^{くさせんりがはま}噴火 (噴出量約2 km³)
などが起こり、図2の阿蘇山を含む中央火口丘*³が形成された。最近1万3千年の
間には阿蘇山の中岳からの灰噴火を主体とする火山活動が継続しており、約3千年
前から約4千年前の中央火口丘北西山麓での噴火活動など、0.05 km³ (DR
E換算体積)*⁴程度の噴火も発生している。このように、現在の阿蘇カルデラは、
小規模な噴火にとどまるような平穏な状態にある (図3) (乙第155号証・6条
(火山) - 25及び26ページ, 乙第193号証・17ページ, 乙第203号証の
1・6枚目, 丙第49号証・20ページ)。

*2 本件各原子炉施設と本件5カルデラとの位置関係は、乙第193号証・3ページのとおり
であるところ、阿蘇4噴火による火砕流は、本件各原子炉施設の敷地には到達していないと
考えられるということである。以下、阿蘇カルデラ以外の本件5カルデラにおける火砕流堆
積物についての記載も同趣旨である (ただし、以下の記載は、上記敷地のみならず、上記敷
地を中心とする半径30キロメートルの範囲にすら到達していないと考えられるという趣旨
となる。)

*3 火山の火口又はカルデラの内部に生じた小型の火山や丘。

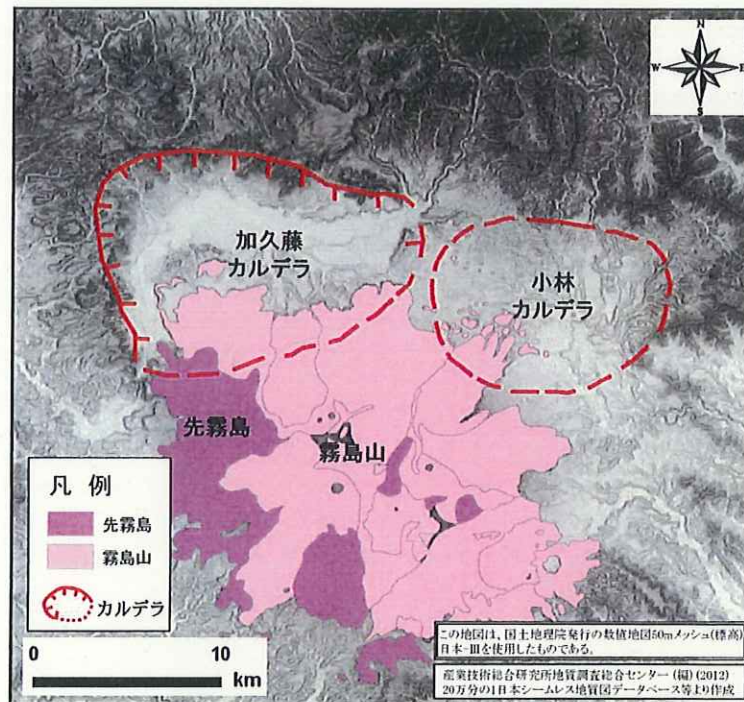
*4 DRE換算体積とは、全てのタイプの噴出物を溶岩と同じ比重にしたときに相当する体積
を示す。火山噴出物は堆積物のタイプによって比重が異なっている。例えば、降下火砕物や
火砕流では1 g/cm³程度、溶岩では2.5 g/cm³程度である。つまり、見かけの体積
は同じでも火砕物と溶岩では質量が異なることになる。例えば上記の比重を仮定すると、見
かけの体積で2.5 km³の降下火砕物はDRE換算体積では1 km³となる。溶岩の比重は
マグマの比重とほぼ同等であるため、DRE換算体積はほぼマグマの体積に一致すること
になる (産総研HP, 乙第204号証・4枚目)。



【図3】 阿蘇カルデラにおける階段ダイヤグラム (乙第203号証の1・6枚目・日本の主要第四紀火山の積算マグマ噴出量階段図に加筆)

(2) 加久藤・小林カルデラ

加久藤カルデラは、本件各原子炉施設の敷地の南南東約180キロメートルに、小林カルデラは、同敷地の南南東約200キロメートルに位置し、両カルデラは隣接しており、いずれもカルデラ地形が不明瞭である。加久藤・小林カルデラ周辺の火山としては、加久藤カルデラ南縁付近に霧島山が位置する(図4)(乙第155号証・6条(火山) - 26及び27ページ)。



加久藤・小林カルデラ周辺の火山

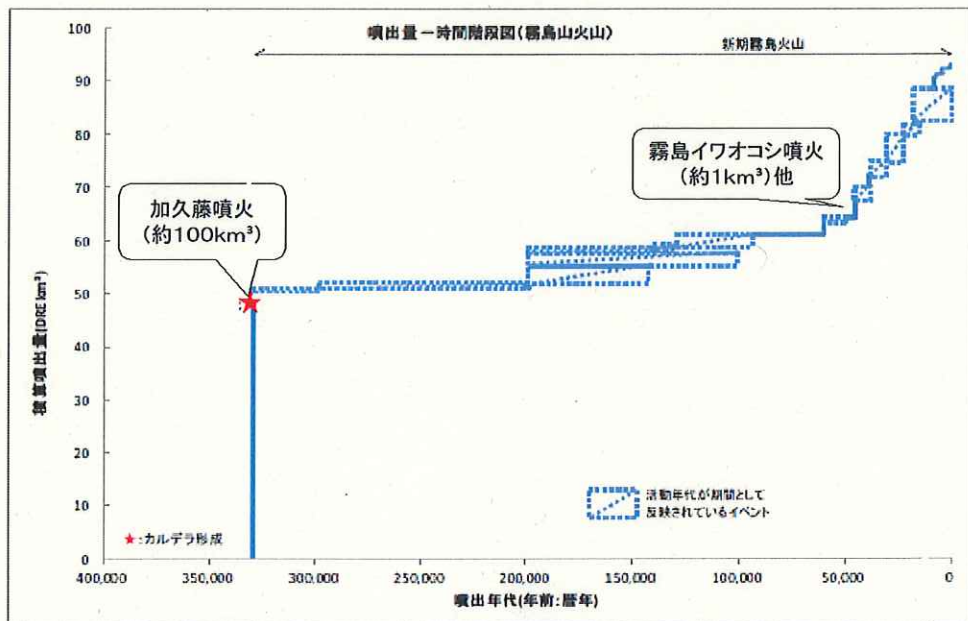
【図4】 加久藤・小林カルデラ周辺の火山の位置関係 (乙第193号証・21ページ)

加久藤・小林カルデラにおいては、約53万年前から約52万年前に^{こばやしかさもり}小林笠森噴火(噴出量100km³以上)が、約33万年前から約32万年前に加久藤噴火(噴出量100km³以上)が発生したと認められる。それぞれの噴火の際に噴出した火砕流堆積物は、鹿児島県北部及び中部、宮崎県中部及び南部並びに熊本県南部の広い範囲に分布したとされている。霧島山は、約33万年前以降の噴火によって形成された成層火山である(乙第155号証・6条(火山)－26及び27ページ、乙第193号証・22ページ)。

地質調査の結果、小林笠森噴火及び加久藤噴火の火砕流堆積物は、本件各原子炉施設の敷地を中心とする半径30キロメートルの範囲及び敷地内のいずれにも認められていない(乙第155号証・6条(火山)－26ページ)。

加久藤噴火以降は、約4.5万年前に霧島イワオコシ噴火(噴出量約1km³)が発生するなど、霧島山の栗野岳、獅子戸岳や新燃岳などにおいて、複数の小規模

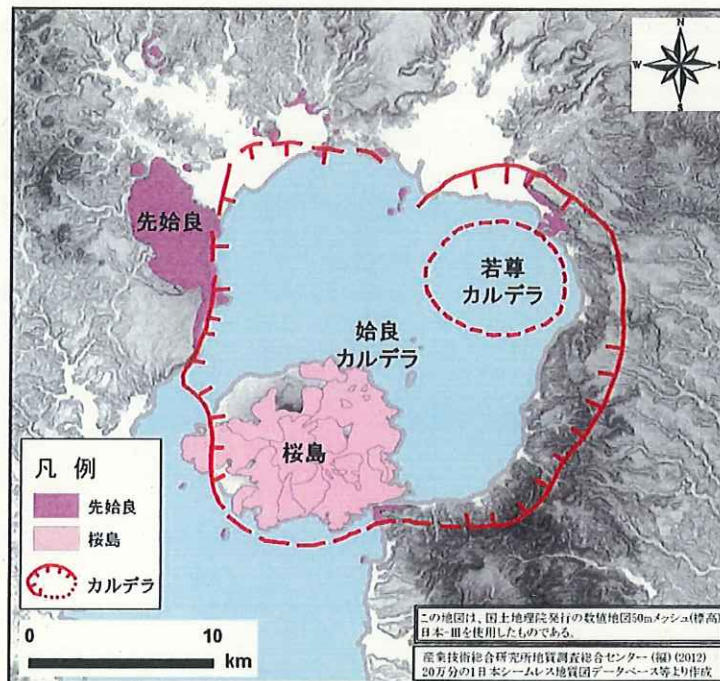
な火山活動が発生している。2011年には新燃岳において噴火が発生したが、 0.02 km^3 (DRE換算体積) 程度の小規模噴火であった。このように、現在の加久藤・小林カルデラは、小規模な噴火にとどまるような平穏な状態にある (図5) (乙第193号証・22ページ, 乙第203号証の2・2枚目)。



【図5】 霧島火山 (加久藤・小林カルデラを含む。) における階段ダイヤグラム (乙第203号証の2・2枚目・日本の主要第四紀火山の積算マグマ噴出量階段図に加筆)

(3) 始良カルデラ

始良カルデラは、本件各原子炉施設の敷地の南南東約220キロメートルに位置する東西約17キロメートル、南北約23キロメートルのカルデラである。始良カルデラ周辺の火山としては、カルデラの北東側に約1.9万年前の火山活動によって形成された若尊カルデラが、南西縁に桜島が位置し、縁辺部に始良T_n噴火以前の噴火時の堆積物である先始良の火山岩類が分布する (図6) (乙第155号証・6条 (火山) - 27ないし29ページ, 乙第203号証の3・2枚目)。



始良カルデラ周辺の火山

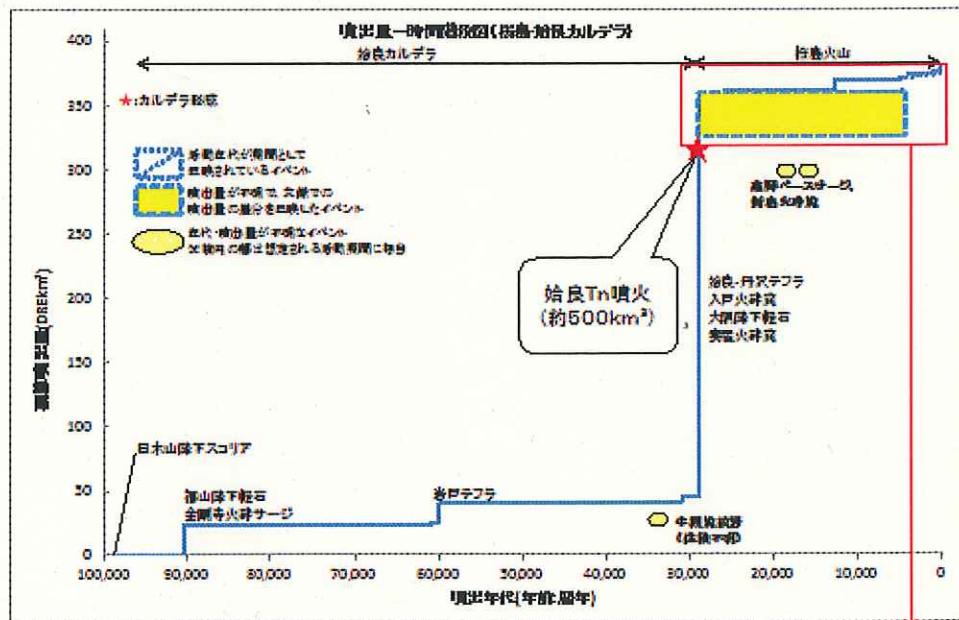
【図6】 始良カルデラ周辺の火山の位置関係 (乙第193号証・25ページ)

始良カルデラにおいては、約9万年前に福山降下軽石 (DRE換算体積 24 km^3) が (福山噴火)、約6万年前に岩戸テフラ (DRE換算体積 14.72 km^3) が、約3.1万年に深港^{ふかみなと}テフラ (DRE換算体積 4.5 km^3) が噴出した。約3万年前から約2.8万年前に始良Tn噴火^{*5} (噴出量約 500 km^3) が発生したと認められ、その際に噴出した火山灰は日本全域に、火砕流堆積物 (入戸火砕流堆積物) は九州南部の広い範囲に分布したとされ、約1.3万年前には桜島薩摩噴火 (噴出量約 11 km^3) が発生している。桜島は、始良Tn噴火以降の噴火によって形成された成層火山である。

*5 約3.0万年前から約2.8万年前に発生した始良カルデラを形成した噴火は、始良火砕噴火ともいわれており、カルデラを形成した一連の噴火活動の総称として用いられている。始良火砕噴火や始良Tn噴火の堆積物は、大隅降下軽石、妻屋火砕流堆積物、入戸火砕流堆積物、始良-丹沢テフラなどの総称である。

地質調査の結果、入戸火砕流堆積物は、本件各原子力発電所の敷地を中心とする半径30キロメートルの範囲及び敷地内のいずれにも認められていない（乙第155号証・6条（火山）－28ページ）。

約4500年前からは南岳を中心とした小規模な噴火が継続しており、1914年には大正噴火（DRE換算体積1.5 km³）が発生した。このように、現在の始良カルデラは、小規模な噴火にとどまるような平穏な状態にある（図7）（乙第155号証・6条（火山）－27ないし29ページ，乙第160号証の2・7枚目，乙第193号証・26ページ，乙第203号証の3・2枚目）。

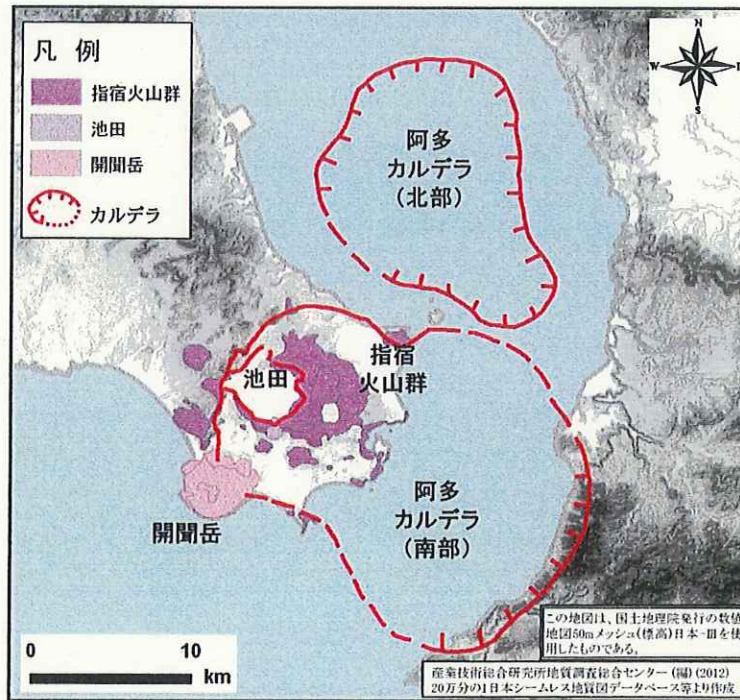


【図7】 始良カルデラにおける階段ダイヤグラム（乙第203号証の3・2枚目・日本の主要第四紀火山の積算マグマ噴出量階段図に加筆）

(4) 阿多カルデラ

阿多カルデラは、それぞれ北側と南側に位置するカルデラから成り、北側のカルデラは、本件各原子炉施設の敷地の南南東約250キロメートルに位置する東西約11キロメートル、南北約10キロメートルのカルデラであり、南側のカルデラは、同敷地の南南東約270キロメートルに位置する東西約20キロメートル、南北約

10キロメートルのカルデラである。阿多カルデラ周辺の火山としては、南側のカルデラの西側に指宿火山群及び池田カルデラが、南西縁に開聞岳が位置する(図8)
(乙第155号証・6条(火山) - 29及び30ページ)。



阿多カルデラ周辺の火山

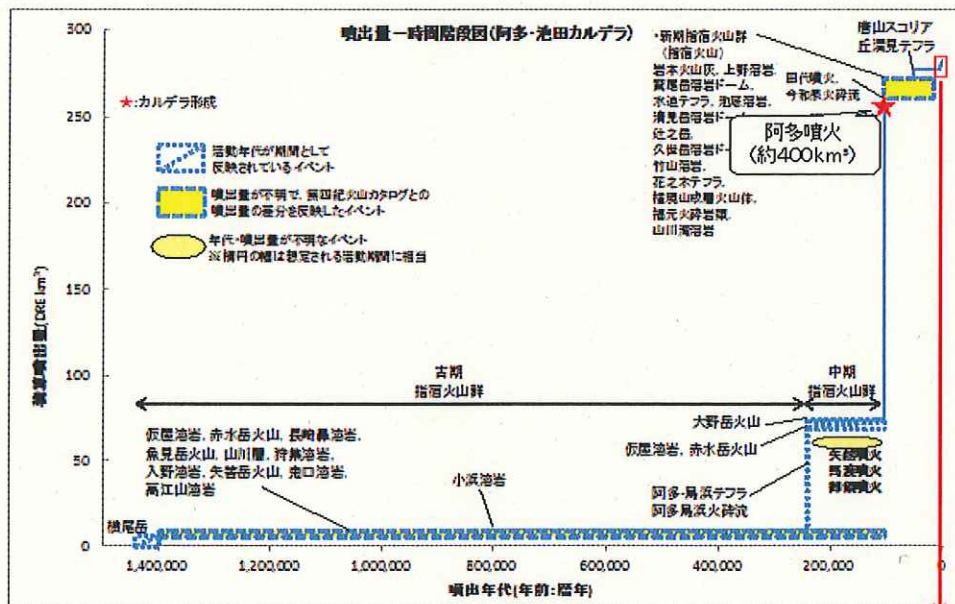
【図8】 阿多カルデラ周辺の火山の位置関係 (乙第193号証・29ページ)

阿多カルデラにおいては、約24万年前に阿多鳥浜噴火(噴出量 100 km^3 以上)が、その後、上ノ宇都噴火、塩屋噴火、阿多丸峰噴火などが、そして、約10.5万年前に阿多噴火(噴出量約 400 km^3)がそれぞれ発生し、約10万年前以降に山川湾溶岩などが、約5.3万年前に唐山スコリア丘清見テフラが、約3700年前以降に川尻凝灰角礫岩などがそれぞれ噴出したと認められる。阿多鳥浜噴火及び阿多噴火の際に噴出した火山灰は、関東地方を含む広い範囲に分布し、火砕流堆積物は、九州南部の広い範囲並びに鹿児島県の屋久島及び種子島に分布したとされている。

地質調査の結果、阿多鳥浜噴火及び阿多噴火の火砕流堆積物は、本件各原子炉施

設の敷地を中心とする半径30キロメートルの範囲及び敷地内のいずれにも認められていない（乙第155号証・6条（火山）－29ページ）。

阿多噴火以降、指宿火山群の噴火が発生し、約6000年前には池田噴火（噴出量約5 km³）が発生し、それ以降は、開聞岳を中心とした小規模な噴火が継続している。このように、現在の阿多カルデラは、小規模な噴火にとどまるような平穏な状態にある（図9）（乙第155号証・6条（火山）－29及び30ページ，乙第193号証・30及び32ページ，乙第203号証の4・2枚目）。



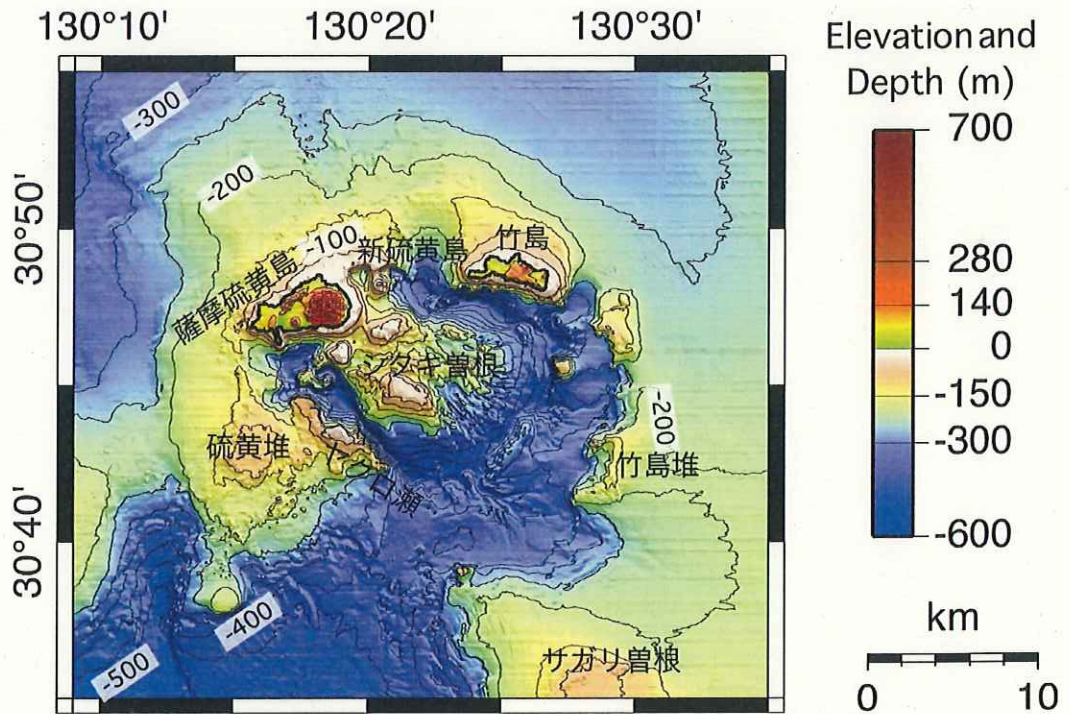
【図9】 阿多カルデラにおける階段ダイヤグラム（乙第203号証の4・2枚目

・日本の主要第四紀火山の積算マグマ噴出量階段図に加筆）

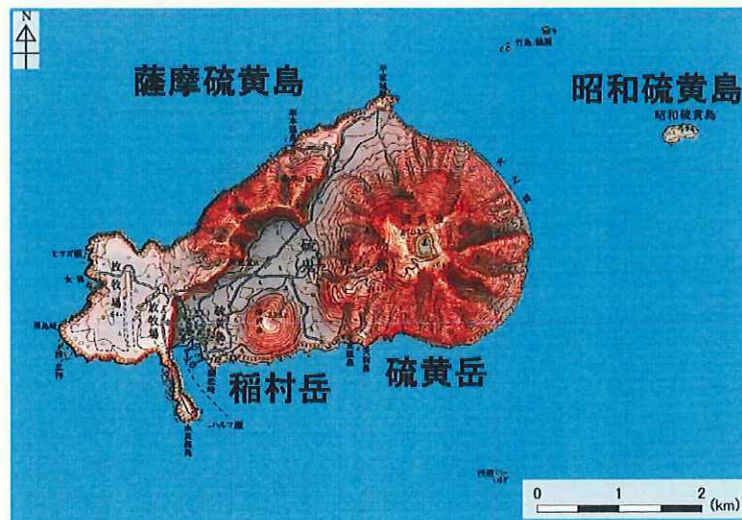
(5) 鬼界カルデラ

鬼界カルデラは、本件各原子炉施設の敷地の南方約310キロメートルの海域に位置する東西約23キロメートル，南北約16キロメートルのカルデラである。鬼界カルデラ周辺の火山としては、カルデラの北西縁に薩摩硫黄島が位置し、薩摩硫黄島は、硫黄岳及び稲村岳の成層火山からなる火山島である（図10，11）（乙

第155号証・6条 (火山) - 30ないし32ページ)。



【図10】 薩摩硫黄島周辺の海底地形図 (海上保安庁海洋情報部) (日本活火山総覧 (第4版), 乙第205号証・1382ページ)

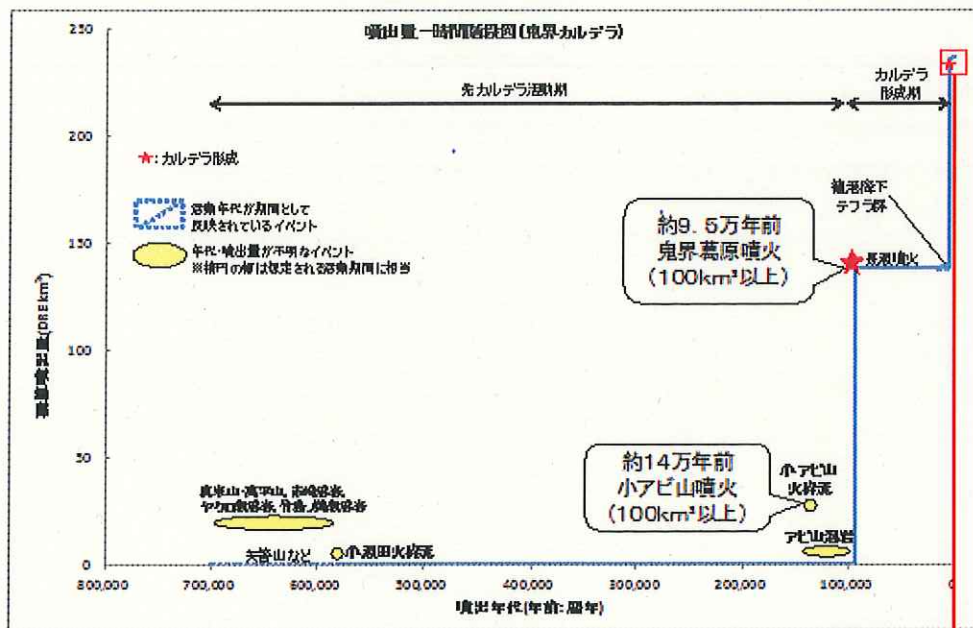


【図11】 薩摩硫黄島の地形図 (乙第205号証・1382ページの図に加筆)

鬼界カルデラにおいては、約14万年前に小アビ山噴火（噴出量 100 km^3 以上）が、約9.5万年前に鬼界葛原噴火（噴出量 100 km^3 以上）が、約7300年前に鬼界アカホヤ噴火（噴出量約 200 km^3 ）が発生した。鬼界アカホヤ噴火の際に噴出した火山灰は、東北地方を含む広い範囲に分布し、火砕流堆積物（幸屋火砕流堆積物）は、鹿児島県南部を含む、鬼界カルデラから半径約100キロメートルの範囲に分布したとされている。

地質調査の結果、小アビ山噴火の火砕流堆積物、鬼界葛原噴火の火砕流堆積物（長瀬火砕流堆積物）及び鬼界アカホヤ噴火の幸屋火砕流堆積物は、本件各原子炉施設の敷地を中心とする半径30キロメートルの範囲及び敷地内のいずれにも認められていない（乙第155号証・6条（火山）－31ページ）。

その後、約6000年前から約5300年前までに硫黄岳を形成した一連の噴火（DRE換算体積 1.14 km^3 ）、約3900年前から約3200年前までに稲村岳を形成した一連の噴火（DRE換算体積 0.09 km^3 ）、1934年に新硫黄島（昭和硫黄島）を形成させた噴火（噴出量 1 km^3 以下）のような小規模な噴火が発生した。このように、現在の鬼界カルデラは、小規模な噴火にとどまるような平穏な状態にある（図12）（乙第155号証・6条（火山）－30ないし32ページ、乙第193号証・33、34及び36ページ、乙第203号証の5・2枚目）。



【図1 2】 鬼界カルデラにおける階段ダイヤグラム (乙第203号証の5・2枚目)

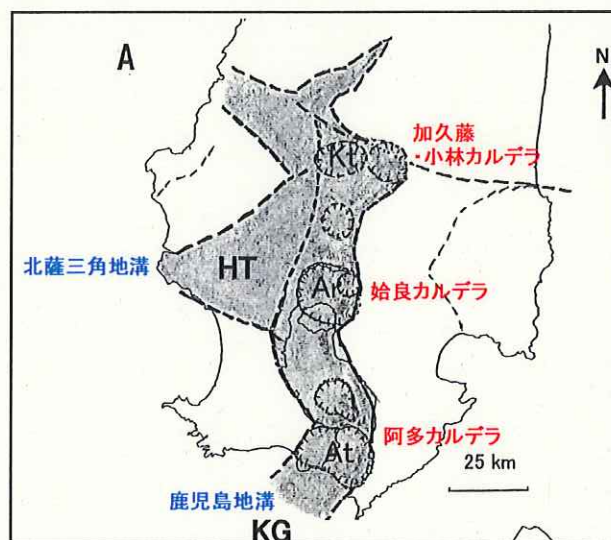
・日本の主要第四紀火山の積算マグマ噴出量階段図に加筆)

2 鹿児島地溝

九州地域は、フィリピン海プレートの沈み込みに伴う島弧系の一部である。南西島弧の背後の海域に広がる沖縄トラフの形成は、1000万年前頃に始まり、同時に、九州一帯では広域的な地殻変動とともに火山活動が活発化し、その火山活動の過程で、南九州において、鹿児島地溝の原形が形成された。鹿児島地溝には、加久藤・小林カルデラ、始良カルデラ及び阿多カルデラの計3カルデラが含まれており（鬼界カルデラまで含まれるかについては知見が確立していない。）、これらは、現在でも活動的な火山性地溝^{*6}であり、北薩三角地溝との関係からは100万年前以降のマグマ供給経路は鹿児島地溝に限定されてきている。また、地質学的証拠から、リフティング（地溝の形成）と火山活動は同時並行的に発生しているものと考えられ、鹿児島地溝も1

*6 火山性地溝とは、火山作用に関係して生じた地溝をいう。

000万年前から始まった沖縄トラフの形成や地殻変動と関連して形成されたものであり、この地溝構造の形成と同時に火山活動が活発化し、各カルデラが出現したとされている(図13)(乙第154号証・84及び91ページ, 乙第156号証・11, 13及び18ページ, 乙第206号証・127ないし130, 136ページ)。



【図13】 南九州の地溝分布図(乙第156号証・17ページに加筆)

3 巨大噴火の可能性の評価に関する専門的知見

(1) 噴火ステージ

噴火ステージとは、過去の噴火活動履歴から火山の活動期を区分する考え方であり、対象となる火山の活動時期、噴火規模等を想定するのに用いられ、それに関する論文としては、Nagaoka(1988)(乙第160号証の1及び2^{*7})がある。

(2) カルデラ火山とマグマ溜まりの状況

*7 なお、被告第24準備書面17ページ13行目に「同号証(引用者注:乙第160号証)の2・後ろから5枚目以降」とあるのは、「同号証の2・後ろから8枚目以降」の誤りであるため、本書面をもって訂正する。

カルデラ火山とマグマ溜まりの状況については、被告第24準備書面第2の2(7)(18ないし20ページ)で述べたとおり、巨大噴火に至るような場合、珪長質マグマは、地下10キロメートル程度ないしそれ以浅の位置に蓄積すると考えられており、これを裏付ける以下の専門的知見が存在する。

ア 鍵山編(2003)

鍵山編(2003)(丙第37号証・13ページ)は、地殻中を上昇するマグマは地殻浅部(通常は深さ10キロメートルから3キロメートル程度)で蓄積され、噴火のために待機していると考えられ、地殻を構成するための岩石の密度は浅部ほど小さく、ある浅さでマグマは浮力を失って上昇をやめ、新たなマグマ溜まりを形成するとしている。また、短時間に大量の火砕流が火山から放出されること、大きな陥没カルデラが存在することも、地殻浅部に大量のマグマが蓄積されていたことの証拠であるとしている。

イ 東宮(1997)

東宮(1997)(丙第36号証・722及び723ページ)は、マグマ溜まりの深さ(圧力)とマグマの組成との関係について、マグマ溜まりは、浮力中立点(マグマの密度と地殻の密度とが釣り合う深さ)よりも浅所には形成されず、マグマ溜まりの深さが密度構造に規制されていることを示唆している。また、玄武岩質マグマの浮力中立点付近に存在する珪長質マグマは、当該玄武岩質マグマによる地殻の部分融解によって形成された可能性があり、さらに、マグマ溜まりは、時間とともに深所から浅所へと移る、すなわち、自らの浮力中立点へと移っていく傾向があるとしている。

ウ Roche and Druitt(2001)及び安田ほか(2015)

Roche and Druitt(2001)(乙第166号証の1及び2)は、始良カルデラを形成した始良火砕噴火の珪長質マグマ溜まりが地下7ないし10キロメートルにあるとの見解を示しているところ、その後の研究である安田ほか(2015)(丙第40号証・395ページ)は、同マグマ溜まりの上部は、

地下4から5キロメートル程度の地殻浅部にあったとの見解を示している。

エ 篠原ほか(2008)

篠原ほか(2008) (丙第41号証)によれば、鬼界カルデラの約7300年前のカルデラ形成から昭和硫黄島噴火(1934年から1935年。同号証3枚目)までの岩石やメルト含有物を検討すると、約7300年前のカルデラ噴火(鬼界アカホヤ噴火)の直前に、深さ3ないし7キロメートルにかけて、巨大な流紋岩マグマ溜まりが存在しており、その内部では火山ガス成分(主として水)が飽和し、マグマが発泡していたとされている。

オ 高橋(2014)

高橋(2014) (丙第42号証)は、超巨大噴火では、噴火直前の1000年ないし数百年前に、地下浅所に巨大なマグマ溜まりが短期間で形成され、2万6000年前のOruanui噴火では、深さ6ないし12キロメートルの場所にあった結晶マッシュユからなる超巨大マグマ溜まりから、斑晶に乏しい流紋岩質マグマが絞り出されて、深さ約3.5ないし6キロメートルにある浅所巨大マグマ溜まりに、1000年ないし数百年かけて移動し、その後には噴火したとの見解を示している。

カ Druitt et al. (2012)

Druitt et al. (2012) (以下「ドルイット論文」という。乙第207号証)は、紀元前1600年代後半のミノア期に起きたギリシア・サントリーニ火山のカルデラ形成噴火起源の化学的(組成)累帯構造を示す結晶を用いて実施された分析により、大規模噴火直前の100年程度の期間に、急激にマグマが供給され、その際のマグマの増加率が年間 0.05 km^3 を超え、火山の長期マグマ生成速度である年間 0.001 km^3 以下よりはるかに大きいことが判明したとしている。

第3 巨大噴火の発生可能性が相応の根拠をもって示されない限り、安全確保上、巨大噴火を想定しないことが、社会通念上容認されていると考えられること

1 はじめに

被告第24準備書面第3の3(4)エ(i)b(47及び48ページ)で述べたとおり、火山ガイドにおける火山活動の評価において、「巨大噴火」と「巨大噴火以外の火山活動」を区別しているのは、巨大噴火が広域的な地域に重大かつ深刻な災害をもたらす一方で、低頻度な事象であるという特徴を有しており、また、これを想定した法規制や防災対策が行われていないことからすると、巨大噴火の発生可能性が相応の根拠をもって示されない限り、安全確保上、巨大噴火を想定しないことが社会通念上容認されていると判断されるからである。

以下、詳述する。

2 巨大噴火は、広域的に重大かつ深刻な災害をもたらす一方で、低頻度な事象であるという特徴を有すること

(1) 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、噴火規模として総噴出量数十 km^3 程度を越えるような噴火を意味する^{*8}(乙第158号証・1ページ)。

(2) 巨大噴火が発生した場合には、マグマの噴出とともに大量の火砕流や降下火砕物など、種類の異なる火山事象が発生し、その火山事象の特徴に応じて、瞬時又は時

*8 火山学や防災の分野において、噴火規模による分類についての共通の定義は存在していない(防災基本計画においても、噴火規模による分類は行われていないことにつき、乙第211号証参照)。日本では、堆積物から推定した噴出物の体積が 100km^3 を超えるもの、すなわちVEI7以上の噴火を「破局的噴火」と呼ぶことがある(丙第27号証・10ページ参照)。大規模噴火、巨大噴火等については、用いる者や用いられる場面によって異なる意味であることもある。このように、噴火規模による分類についての共通の定義は存在していないところ、原子力規制委員会が定義した巨大噴火は、火砕流による災害の程度に着目して定義したものであり、「破局的噴火」をも含むものである。

間的経過を経て、人類の生命、身体や自然環境などに多大な影響を与える。

とりわけ、火砕流は、マグマが砕けてできた高温の岩石の破片や粉と高温のガスとが混ざり合った「高温粉体流」であり、巨大噴火が発生した場合、噴火とともに上空まで上がった大量の高温の岩石等が地表に向かって落下し、摂氏500度を超える火砕流が地表に沿って時速50ないし100キロメートル以上で移動する。そして、高温粉体流である火砕流が、広範囲（日本では最大で160キロメートル程度まで到達したことが確認されている。）を瞬時に移動する過程で、そこに居住する人を瞬時に死亡させ、建物等も崩壊させ、火砕流が移動した地域を壊滅状態にする（乙第108号証・347ページ、乙第208号証・131及び132ページ、乙第209号証・16ページ）。

例えば、約9万年前の阿蘇4噴火では、大量の火砕流が九州のほぼ全域を、数メートルから数十メートルの厚さで覆い尽くし、熊本県から宮崎県北部、大分県、福岡県、佐賀県そして長崎県まで、現在の人口でいえば1100万人近い人々が居住する地域が、火砕流によって覆われた（乙第209号証・65ないし68ページ）。また、約7300年前の鬼界アカホヤ噴火では、海底火山から火砕流が発生し、大隅半島、薩摩半島の南部、種子島、屋久島に被害を与えたとされる（乙第209号証・43ないし46ページ）。

(3) 巨大噴火においては、大量の火砕流のみならず、成分が微細なガラスや鉱物の破片から成る火山灰も大量に噴出する。

巨大噴火の場合には、広域にわたって火山灰が降り積もる。例えば、阿蘇4噴火では、巨大な噴煙が数万メートルの高さの成層圏にまで到達したと考えられており、北海道を含む日本列島全体が15センチメートル以上の厚い火山灰で一面に覆われた（乙第209号証・68ページ）。また、鬼界アカホヤ噴火では、火山灰は30センチメートル以上（場所によっては50センチメートル以上）の厚さで南九州に降灰し、関東地方にも厚さ数センチメートルの降灰があった（乙第209号証・42、43、52及び53ページ）。

火山灰が降り積もると、その荷重から木造家屋が倒壊し、電気、水道などのライフラインは停止する上、車、鉄道、航空機などの交通手段も遮断され、当該地域の社会的な機能は喪失する。火山灰が広範囲に降り積もった場合、こうした事態が長期化すれば、日本の経済活動は完全に破壊され、食料を継続的に供給することも困難となって飢饉状態となり、大量の人が死亡することが見込まれる（乙第208号証・199ないし202ページ、乙第209号証・196ないし200ページ）。

さらに、長期的にみれば、地球全体が火山灰、火山ガスなどとともに生じるエアロゾル^{*9}に覆われるため、異常気象が続き、年平均気温が低下して寒冷化が発生し、世界的に見ても、農業生産が落ち込み、人類全体として飢饉となる（乙第208号証・137ページ、乙第209号証・182、183、206ないし208ページ、乙第210号証・2枚目）。

例えば、約7300年前の鬼界アカホヤ噴火では、これにより、南九州の豊かな照葉樹林の森は枯れ果て、数週間のうちに縄文人の多くが死滅して、南九州の縄文文化は途絶え、照葉樹林の森についても900年ほど復活することはなかったとされている（乙第209号証・46ないし49、53ページ）。

- (4) このように、巨大噴火時に発生する高温の火砕流は、広範囲にわたって瞬時に大量に移動することで、その地域を完全に壊滅させるものであるし、火山灰は、更に広範囲の地域に降り積もり、その地域の社会機能を長期間にわたり完全に喪失させるものである。巨大噴火は、地震・津波などの他の自然現象のような、特定の地域に一時的に影響を与えるにすぎないものとは被害の規模及び態様が全く異なり、国家の存立にも影響を与えかねない重大かつ深刻な災害を引き起こす自然現象である。

*9 気体を媒体として液体あるいは固体の微小粒子が浮遊している系又は状態のこと。

(5) 他方、現在の火山学の知見においては、規模の大きい噴火であるほどその発生頻度は小さいと考えられており、また、巨大噴火が低頻度で発生するものであることは、周知のとおりである。例えば、日本列島の各火山における噴出量10ないし100 km³（VEI 6ないし7クラス）の巨大噴火の発生頻度は、一つの火山につき数万年から十数万年に1度程度であった（丙第27号証・41ページ）。

(6) 以上のとおり、巨大噴火は、重大かつ深刻な災害を引き起こす一方で、その発生は低頻度であるという特徴を有する。

3 我が国においては、前記2の特徴を有する巨大噴火を想定した法規制や防災対策を行っていないこと

(1) 我が国において、巨大噴火を想定した法規制を行っていないこと

ア 我が国において、法規制として、ある区域への立入制限や建築の制限等、火山噴火が想定される地域での行為を制限している例として、災害対策基本法（昭和36年法律第223号。以下「災対法」という。）、建築基準法（昭和25年法律第201号）がある。

しかしながら、我が国において、巨大噴火を想定し、広域的な地域につき規制が行われている例はない。

イ すなわち、災対法は、災害が発生し、又はまさに発生しようとしている場合において、人の生命又は身体に対する危険を防止するため特に必要があると認めるときは、市町村長は、警戒区域を設定し、災害応急対策に従事する者以外の者に対して、当該区域への立入りを制限し、若しくは禁止し、又は当該区域からの退去を命ずることができることとしている（災対法63条1項^{*10}）。火山について警戒区域を設定している例として、桜島

*10 災対法63条の禁止若しくは制限又は退去命令に従わなかった者は、十万円以下の罰金又は拘留に処することとされている（災対法116条2項）。

(南岳山頂火口及び昭和火口から半径2キロメートルの範囲, 乙第219号証の1・3-3-12ページ)などが挙げられるが, 巨大噴火を想定し, 広域的に警戒区域が設定されている例はない。

ウ また, 建築基準法は, 地方公共団体が, 条例で, 津波, 高潮, 出水等による危険の著しい区域を災害危険区域として指定することができることとし(建築基準法39条1項), また, 条例で, 災害危険区域内における住居の用に供する建築物の建築の禁止その他建築物の建築に関する制限で災害防止上必要なものを定めることとしている(同条2項^{*11})。過去, 有珠山の噴火に際して一部市町村(虻田町)において災害危険区域が設定された例などがあるが, 巨大噴火を想定し, 広域的に災害危険区域が設定されている例はない。

エ このように, 我が国においては, 火山噴火が想定される地域での行為の制限については, 法制上の対策の例があるものの, その中でも巨大噴火は想定されていない。

(2) 我が国において巨大噴火を想定した防災対策が講じられていないこと

ア 我が国における火山防災対策に係る法体系について

(7) 我が国における火山防災対策を含む災害対策の基本は, 災対法において定められている。同法の災害には噴火を含むとされている(災対法2条1項1号)。

災対法は, 内閣府に内閣総理大臣を会長とする中央防災会議を置き(災対法11条1項, 12条1項及び2項), 防災に関する総合的かつ長期的な計画や, 地域防災計画の作成の基準となるべき事項等を定める防災基本計画を作成することとしている(災対法34条1項及び35条1

*11 建築基準法39条2項に違反した者に対し, 条例で, 五十万円以下の罰金に処する旨の規定を設けることができることとされている(建築基準法107条)。

項)。また、同法は、都道府県に都道府県防災会議、市町村に市町村防災会議を置き（災対法14条1項及び16条1項）、防災のための調査研究、訓練等の災害予防、災害に関する予報又は警報の発令及び伝達、避難等の災害応急対策等を定める、都道府県地域防災計画、市町村地域防災計画を作成することとしている。

(4) また、災対法とは別に、火山の爆発その他の火山現象により著しい被害を受け、又は受けるおそれがあると認められる地域等について、活動火山対策の総合的な推進に関する基本的な指針を策定するとともに、警戒避難体制の整備を図ること等を目的として、活動火山対策特別措置法（昭和48年法律第61号。以下「活火山法」という。）が定められている。

内閣総理大臣は、活動火山対策の推進に関する基本的な事項などを定める活動火山対策の総合的な推進に関する基本的な指針に基づき、かつ、火山の爆発の蓋然性を勘案して、火山が爆発した場合には住民等の生命又は身体に被害が生ずるおそれがあると認められ、火山の爆発による人的災害を防止するために警戒避難体制を特に整備すべき地域を、火山災害警戒地域（以下「警戒地域」という。）として指定することができる（活火山法2条1項及び3条1項）。警戒地域の指定があった都道府県の都道府県防災会議は、火山現象の発生及び推移に関する情報の収集及び伝達並びに予報又は警報の発令及び伝達に関する事項や、市町村防災会議が「噴火警戒レベル」や「避難計画」を定める際の基準となるべき事項、避難及び救助に関し市町村の区域を超えた広域的な見地から行う調整に関する事項などについて、前記都道府県地域防災計画に定めなければならない（活火山法5条1項）。

また、警戒地域の指定があった市町村の市町村防災会議は、警戒地域内の住民等がとるべき立退きの準備その他の避難のための措置について

市町村長が行う通報及び警告に関する事項（噴火警戒レベル）や、避難施設その他の避難場所及び避難路その他の避難経路に関する事項（避難計画）などについて、前記市町村地域防災計画に定めなければならない（活火山法6条1項）。

イ 上記法体系に基づき講じられる火山防災対策について

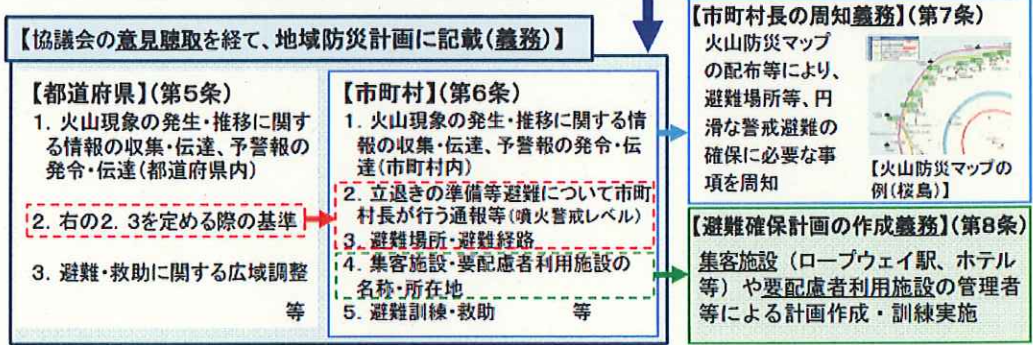
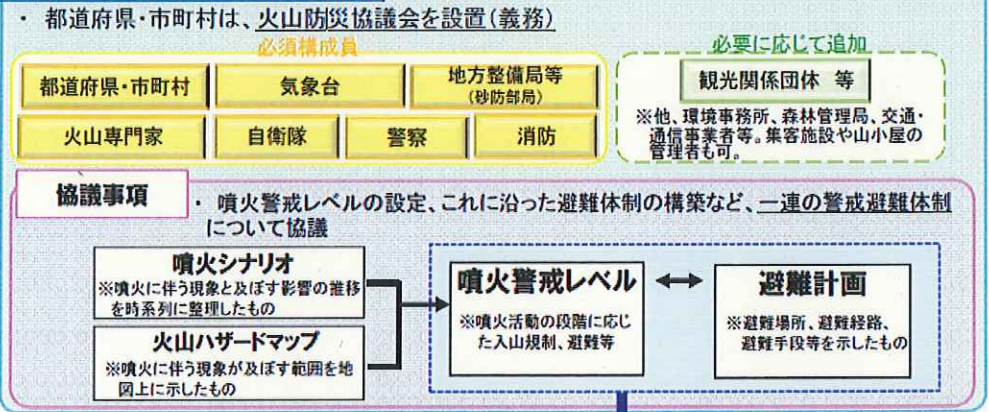
上記の法体系に基づき、警戒地域の指定があった都道府県の都道府県防災会議、市町村の市町村防災会議は、噴火活動の段階とそれに応じて講ずる入山規制、避難等の措置を定めた「噴火警戒レベル」や、具体の「避難計画」を策定し、地域防災計画に記載する。これらの策定に当たっては、噴火に伴う現象と及ぼす影響の推移を時系列に整理した「噴火シナリオ」や、噴火に伴う現象が及ぼす範囲を地図上に示した「火山ハザードマップ」が活用される。また、「火山ハザードマップ」に避難場所の位置等も記載した、周知用の資料として「火山防災マップ」が作成される（乙第211号証・161ページ、乙第212号証・7ないし11ページ）。

国による活動火山対策の推進に関する基本指針の策定（第2条）

○火山災害警戒地域における警戒避難体制の整備

火山災害警戒地域の指定（第3条）
警戒避難体制の整備を特に推進すべき地域を国が指定（常時観測火山周辺地域を想定）

火山防災協議会（第4条） …関係者が一体となり、専門的知見も取り入れながら検討



【図1-4 火山防災に関する実際の運用（出典：内閣府HP）】

「火山防災マップ」や、その元となる「火山ハザードマップ」の策定に当たって指針となる資料として、内閣府ほか4省庁により、火山防災マップ作成指針が作成されている（乙第213号証）。そのうち、噴火規模の想定に関しては、災害実績が詳細に把握されている火山の場合、最近の噴火規模等を基本に想定することとされている（同号証・40ページ）。また、「大型のカルデラを形成するような巨大噴火（総噴出量100億³*¹²

*12 100億³は10km³であり、総噴出量のVEI換算でVEI5～6規模のものである。

以上)については、予測の範囲を超え」とされている(同号証・42ページ)。

(3) カルデラないし後カルデラ火山に対して火山防災対策上想定されている噴火規模について、巨大噴火を想定している例はないこと

現在、49の火山を対象に、23都道府県、140市町村が火山災害警戒地域に指定されている(乙第214号証)。上記のとおり、我が国の火山防災対策は、災対法及び活火山法に基づき講じられており、都道府県防災会議、市町村防災会議は、地域防災計画や、「噴火警戒レベル」、「避難計画」、「噴火シナリオ」、「火山ハザードマップ」、「火山防災マップ」などを作成している。もっとも、それらに定められ、個々のカルデラないし後カルデラ火山に対して火山防災対策上想定されている噴火規模をみても、巨大噴火を想定している例はなく、後カルデラ期における噴火の事例から噴火規模の想定を行っている。

例えば、阿蘇カルデラ(阿蘇山)について見ると、小規模噴火、中規模噴火、大規模噴火の3類型に分けた想定を行っており、そのうち、大規模噴火については、「居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生、あるいは発生すると予想される場合」とし、その場合は噴火警戒レベル4または5に該当するとしている(乙第215号証・4枚目)。そして、想定される現象の過去の事例として、約6300年前から2000年前までの複数の事例が挙げられている(乙第216号証)。また、大規模噴火によって予想される火砕サージの到達範囲の目安は火口から4キロメートルとなっている(乙第215号証・4枚目)。このように、巨大噴火である阿蘇1ないし4噴火については噴火規模として想定しておらず、後カルデラ期における噴火の事例から噴火規模の想定を行っている。

また、加久藤・小林カルデラ(霧島山)についても、「新时期火山群の活動期間後期の約2万5千年前に始良カルデラ(鹿児島湾付近)で大規模火山活

動があり、入戸火砕流を噴出している。霧島山の活動中心もこの時代に変化しているので、今後の火山活動を考えるときには、2万5千年前以降の噴火活動を基に検討を行うこととした」とし、噴出量が0.001ないし0.1 km³の大規模噴火、0.001 km³以下の小ないし中規模噴火の2ケースを噴火規模として想定している（乙第217号証，乙第218号証・2-1-6ページ，2-1-18ページ以下）。巨大噴火である、約53万年前から約52万年前の小林笠森噴火や、約33万年前から約32万年前の加久藤噴火については噴火規模として想定しておらず、後カルデラ期における噴火の事例から噴火規模の想定を行っている。

そして、本件5カルデラのうち上記以外のカルデラ（始良カルデラ^{*13}及び

*13 始良カルデラ（桜島）について見ても、桜島で起こり得る噴火規模として、大正3年の大正噴火を想定している。すなわち、「桜島が生成して以来、島が消滅するほどの大噴火は発生しておらず、将来発生の可能性は、何千年に1回といった程度の極めて少ない発生率でしか考えられない。このため、島が消滅するほどの大噴火を想定した対策計画は、非現実的である」とし、「大正3年の噴火規模（引用者注：桜島大正噴火）及びそれに伴う現象に基づいて想定し、対策計画を検討・実施する」としている（乙第219号証の1・3-1-13ページ。なお、同ページには「巨大噴火の発生も否定できない。」との記載もあるものの、ここでいう「巨大噴火」とは、「約11,000年前の桜島火山最大の噴火」〔同号証・3-1-8ページ〕、すなわち、巨大噴火には至らない桜島薩摩噴火〔噴出量約11 km³。本準備書面14ページ〕を指すものと解されるし、上記のとおり、対策計画の対象ともされていない。）。このように、巨大噴火である始良Tn噴火については噴火規模として想定しておらず、後カルデラ期における噴火の事例から噴火規模の想定を行っている。

鬼界カルデラ*¹⁴、阿多カルデラ*¹⁵) や本件5カルデラ以外のカルデラ(十和田カルデラ、支笏カルデラ〔樽前山〕、洞爺湖カルデラ〔有珠山〕)についても、火山防災対策上、巨大噴火は想定されていない(乙第222号証ないし乙第224号証)。

4 安全確保上、巨大噴火を想定しないことが社会通念上容認されているといえること

このように、巨大噴火は、巨大噴火に至らない程度の火山噴火や地震、津波などの他の自然災害とは全く異なり、広域的な地域に、国家の存立にも影響を及ぼしかねないほどの重大かつ深刻な災害を引き起こすものである一方、低頻度な事象であり、また、後記第5(51ページ以下)において挙げるような現在の火山学の各知見に照らし合わせて考えた場合、原子力発電所の運用期間中に巨大噴火が発生する可能性が全くないとはいえないものの、これを想定した法規制や防災対策は原子力安全規制以外の分野においては行われていない。これらからすれば、巨大噴火の発生可能性が相応の根拠をもって示されない限り、安全確保上、巨大噴火を想定しないことが社会通念上容認されている

*14 鬼界カルデラ(薩摩硫黄島)について見ても、「鬼界カルデラでは7,300年前に完新世では国内最大規模の噴火(アカホヤ噴火)が発生した」としつつ、噴火の場所を薩摩硫黄島の硫黄岳山頂火口、噴火の規模を硫黄岳における噴出物の実績から推定される過去最大規模とする噴火を想定している(乙第221号証・5-2-1及び5-2-2ページ)。そして、火砕流等の到達する危険のある区域については、複数の噴火規模を想定するなどして「火山砂防ハザードマップ」を作成しているが、想定されている噴火規模は最大でも1億 m^3 (0.1 km^3)にとどまっている(同号証・5-2-7ページ以下)。このように、巨大噴火である鬼界アカホヤ噴火等については噴火規模として想定しておらず、後カルデラ期における噴火の事例から噴火規模の想定を行っている。

*15 阿多カルデラ(開聞岳)について見ても、「開聞岳の噴火活動は約4,400年前以降に始まっている」が、「現在は休止期間となっている」(乙第220号証・4-1-1ページ)として、巨大噴火である阿多噴火等については噴火規模として想定していない(1100年余り前の火山活動につき言及されているものの〔同号証・4-1-5ページ〕、特段の噴火規模の想定は行われていない。)

ものといえる。

第4 本件適合性審査の概要及び合理性

1 審査の方法・手順

(1) 概要

原子力規制委員会は、平成25年7月12日、参加人が本件各原子炉施設の設置変更許可申請（以下「本件申請」という。）をしたことを受けて、適合性審査を開始した（乙第132号証・1ページ）。

設置変更許可に係る適合性審査は、原子力規制委員会委員及びその事務局である原子力規制庁職員において、審査会合及び事業者に対するヒアリングを行いながら、その申請の妥当性を検討するものであるところ、原子力規制委員会は、平成28年11月9日、適合性審査を一通り終えた上で、同年12月9日を締切りとして意見公募手続を行った。同意見公募手続の結果、4200件の意見が提出され（乙第194号証）、原子力規制委員会は、それらを踏まえた上で、平成29年1月18日、本件各原子炉施設について設置変更許可をした（乙第132号証）。

(2) 審査会合

審査会合は、原子力規制委員会委員又は原子力規制庁職員の出席の下、公開を原則として行われる。また、その審査の過程において、事業者から意見を聴く場合や、担当委員の判断の下、外部専門家の意見を聴く場合がある。

本件申請に係る審査会合は、64回実施され、火山事象に関しては、第24回会合、64回会合、75回会合、297回会合、334回会合及び402回会合において、議論された（乙第190号証、乙第192号証、乙第225号証の1ないし乙第229号証の3）。

(3) ヒアリング

ヒアリングは、原子力規制委員会委員又は原子力規制庁職員が、事業者に

対し、申請書の記載内容に関する事実確認等をするために行われるものである。

本件申請に係るヒアリングは、約350回実施され、そのうち火山事象に関するものは、25回であった。

2 火山事象に対する審査の概要

(1) 審査項目（乙第132号証・63及び64ページ）

設置許可基準規則6条1項及び2項は、想定される火山事象が発生した場合においても安全施設の安全機能が損なわれないように設計することを要求している。そこで、原子力規制委員会は、本件各原子炉施設が上記各項の要件を満たしているか否かを確認するため、以下の項目について審査を行い、いずれについても合理性を有する妥当なものと判断した。

- ① 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出
- ② 原子力発電所の運用期間（原子力発電所に核燃料物質が存在する期間）における火山活動に関する個別評価
- ③ 火山活動のモニタリング
- ④ 原子力発電所への火山事象の影響評価
- ⑤ 火山活動に対する防護に関して、設計対象施設を抽出するための方針
- ⑥ 降下火砕物による影響の選定
- ⑦ 設計荷重の設定
- ⑧ 降下火砕物の直接的影響に対する設計方針
- ⑨ 降下火砕物の間接的影響に対する設計方針

以下、各項目の審査の概要について述べる。なお、原子力規制委員会が行った上記審査は、基本的には、参加人の申請が火山ガイド（乙第144号証）

を踏まえたものであるかを確認したものであるところ^{*16}、火山ガイドの概要や火山ガイドにおける評価方法は、被告第24準備書面第3の3（36ないし92ページ）で説明したとおりであるから、以下においても、適宜、被告第24準備書面の該当箇所を示すこととする（火山ガイドによる火山影響評価の基本フローについては、被告第24準備書面38ページの図17を参照されたい。）。

(2) 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出（前記(1)①。乙第132号証・64ページ）

ア 火山ガイドは、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出について、地理的領域内にある第四紀火山の完新世における活動の有無を確認するとともに、完新世に活動を行っていない火山については過去の活動を示す階段ダイヤグラム^{*17}を作成し、将来の火山活動可能性が否定できない場合は、個別評価対象とすることを示している。^{*18}

そして、参加人は、本件各原子炉施設に影響を及ぼし得る火山の抽出について、以下のとおりとした。

(ア) 文献調査等の結果より、敷地から半径160キロメートルの地理的領域内にある49の第四紀火山のうち、完新世に活動を行った火山として雲仙岳、阿蘇カルデラ、福江火山群、九重山、由布岳及び鶴見岳の6火山を抽出した。なお、地理的領域外についても、九州において過去にV

*16 ただし、「⑤ 火山活動に対する防護に関して、設計対象施設を抽出するための方針」及び「⑦ 設計荷重の設定」については、主として、参加人の申請が設置許可基準規則6条1項及び2項並びにこれらの規定に関する設置許可基準規則の解釈（乙第201号証。なお、審査当時のものは乙第9号証）を踏まえているかを確認したものである。

*17 階段ダイヤグラムとは、縦軸に噴出量を設定し、横軸に噴出年代を設定し、それを分析することで、将来の火山活動の規模や時期について評価するものである（被告国第24準備書面脚注15・23ページ）。

*18 被告第24準備書面第3の3(4)アないしウ（39ないし43ページ）参照。

E17以上の噴火が発生した加久藤・小林カルデラ、始良カルデラ、阿多カルデラ及び鬼界カルデラの4火山を抽出した。^{*19}

(イ) 完新世に活動を行っていない火山について、階段ダイヤグラムを作成し、最後の活動終了からの期間が過去の最大休止期間より長いことなどから32火山を将来の活動可能性がないと評価し、他方で、将来の活動可能性が否定できない火山として11火山（壱岐火山群、多良岳、小値賀島火山群、南島原、金峰山、万年山火山群、船野山、涌蓋火山群、立石火山群、野稻火山群及び高平火山群）を抽出した。

(ウ) 以上の過程により、本件5カルデラ（阿蘇カルデラは地理的領域内）を含む合計21火山（以下「本件検討対象火山」という。）が抽出された（乙第193号証・8ページ）。

イ これに対し、原子力規制委員会は、参加人が実施した本件各原子炉施設に影響を及ぼし得る火山の抽出について、階段ダイヤグラムの作成等により過去の火山活動履歴を評価して行われていることなどから、火山ガイドを踏まえており、妥当性を有していることを確認した。

(3) 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（前記(1)②。乙第132号証・64ないし66ページ）^{*20}

ア 参加人は、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

*19 火山ガイドは、過去に巨大噴火を引き起こした本件5カルデラであっても、阿蘇カルデラ以外（加久藤・小林カルデラ、始良カルデラ、阿多カルデラ及び鬼界カルデラ）は地理的領域外である以上、立地評価（被告第24準備書面38ページ図17の上半分）において抽出することまでは求めているが（影響評価〔同図17の下半分〕における降下火砕物の影響評価の対象とすればよい。）、参加人は、より保守的に、この段階で抽出した上で検討対象としたものである。

*20 被告第24準備書面第3の3(4)エ（43ないし67ページ）参照。

について、以下のとおり評価をした。^{*21}

(7) 鹿児島地溝（加久藤・小林カルデラ，始良カルデラ，阿多カルデラが含まれる地帯）全体としてのVEI 7以上の噴火の平均発生間隔が約9万年であるのに対し，当該地域における最新のVEI 7以上の噴火は約3.0万年前ないし約2.8万年前であることから，鹿児島地溝におけるVEI 7以上の噴火の活動間隔は，最新のVEI 7以上の噴火からの経過時間に比べて十分長く，運用期間中におけるVEI 7以上の噴火の活動可能性は十分低い。

(4) ㊦Nagaoka(1988)（乙第160号証の1及び2，丙第32号証）による噴火ステージ，鍵山編(2003)（丙第37号証），東宮(1997)（丙第36号証）などによるマグマ溜まりの浮力中立点に関する検討及びRoche and Druitt(2001)（乙第166号証），篠原ほか(2008)（丙第41号証）などによるメルト包有物・鉍物組成等に関する分析結果などに基づく，VEI 7以上の噴火時のマグマ溜まりは少なくとも地下10キロメートル以浅にあると考えられる。㊧Druitt et al.(2012)（ドルイット論文。乙第207号証）がVEI 7以上の噴火直前の100年程度の間には急激にマグマが供給されたと推定している知見，及び地球物理学的調査の情報からカルデラの地下構造を推定した知見等に基づき，国土地理院の電子基準点間基線距離の変化率からマグマ供給の状態を推定した。

*21 脚注19（38ページ）で述べたとおり，火山ガイドは，過去に巨大噴火を引き起こした本件5カルデラであっても，阿蘇カルデラ以外は地理的領域外である以上，立地評価の対象とすることまでは求めておらず，したがって，個別評価も求められていないが，参加人は，より保守的に，本件5カルデラのうち阿蘇カルデラ以外のカルデラについても評価を行ったものである。

なお，本件5カルデラの活動可能性の評価については，巨大噴火を引き起こしたことがない火山とは異なる評価を実施する必要があることは，後記第5のとおりである（審査書においても，本件5カルデラについては，他の火山とは区別して評価されている。）。

㊦また、階段ダイヤグラムに基づく噴火ステージの評価を行うことで、現在のマグマ溜まりがVEI 7以上の噴火直前の状態ではないと評価した。

以上からすると、阿蘇カルデラ、鹿児島地溝のカルデラ（前記3カルデラ）及び鬼界カルデラ（本件5カルデラ）における運用期間中のVEI 7以上の噴火の活動可能性は、十分に小さい。

(㊧) 運用期間中の噴火規模について、阿蘇カルデラ、鹿児島地溝のカルデラ（前記3カルデラ）及び鬼界カルデラ（本件5カルデラ）については現在の噴火ステージにおける既往最大規模を、その他の16火山については各火山の既往最大規模をそれぞれ考慮した上でも、これらの火山と敷地は十分に離隔距離があること等から、設計対応不可能な火山事象（溶岩流、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊、新しい火口の開口、地殻変動）^{*22}については、本件各原子炉施設に影響を及ぼさない。

(I) 設計対応不可能な火山事象のうち、火砕物密度流に関しては、阿蘇カルデラ以外の火山については、敷地までの離隔距離から評価すると考慮する必要がない。阿蘇カルデラについては、地質調査の結果、敷地から半径30キロメートルの範囲には阿蘇4火砕流堆積物が複数箇所を確認されるものの、本件各原子炉施設の敷地では認められないから、考慮す

*22 設計対応不可能な火山事象としては、これらのほかに火砕物密度流（火砕流、サージ及びブラスト。被告第24準備書面脚注30〔40ページ〕参照）が挙げられるが、これについては次項(エ)で評価されている。

る必要がない*23。

(オ) 以上のように、本件各原子炉施設の運用期間における火山活動に関する個別評価を行った結果、阿蘇カルデラ、鹿児島地溝のカルデラ（前記3カルデラ）及び鬼界カルデラ（本件5カルデラ）については現在の噴火ステージにおける既往最大規模、それ以外の16火山については各火山の既往最大規模の噴火を考慮しても、本件各原子炉施設に影響を及ぼさないと評価した。

イ これに対し、原子力規制委員会は、参加人が実施した本件各原子炉施設の運用期間中の本件検討対象火山の活動の評価が、過去の活動履歴の把握や地球物理学的調査に基づいており、これらの手法が火山ガイドを踏まえていることを確認した。

また、原子力規制委員会は、参加人が、本件各原子炉施設の運用期間中に設計対応不可能な火山事象が本件各原子炉施設の安全性に影響を及ぼす可能性は十分小さいとしていることについて、合理性を有していると判断した。

(4) 火山活動のモニタリング（前記(1)③。乙第132号証・66及び67ページ）*24

ア 参加人は、過去にVEI7以上の噴火を発生させた阿蘇カルデラ、加久藤・小林カルデラ、始良カルデラ、阿多カルデラ及び鬼界カルデラ（本件

*23 この(エ)及び前項(ウ)に関して、設計対応不可能な火山事象のうち、敷地との距離が問題となるもの（溶岩流、岩屑なだれ〔地滑り及び斜面崩壊を含む。〕、火砕物密度流）に対して参加人が行った評価については、被告第24準備書面の図19（56ページ。丙第28号証・40ページ）の「②溶岩流」、「③岩屑なだれ」及び「⑤火砕流等」の欄を参照されたい。なお、この図には、設計対応可能な火山事象も含まれているが、参加人が、火山ガイド表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」（乙第144号証・22ページ）のうち、敷地との距離が問題となる火山事象につき整理したものである（後記(5)ア(ア)の火山事象の一部も含まれている。）。

*24 被告第24準備書面第3の3(5)（67ないし69ページ）参照。

5カルデラ)については、運用期間中のV E I 7以上の噴火の可能性が十分低いものの、自然現象における不確かさ及び敷地への影響を考慮した上で、これらの火山を対象に、運用期間中のモニタリングについて、以下のとおり方針を示した。^{*25}

(7) V E I 7以上の噴火の早期の段階であるマグマの供給時に変化が現れる地殻変動及び地震活動について、既存観測網等による地殻変動及び地震活動の観測データ、公的機関による発表情報等の収集・分析を行い、第三者の火山専門家の助言を得た評価を、定期的にかつ警戒時には臨時で行うことで、火山活動状況に変化がないことを継続的に確認する。

(イ) 対象火山の状態に変化が生じた場合は、設計対応不可能な火山事象を伴うV E I 7以上の噴火への発展の可能性を評価し、その可能性がある場合には、原子炉の運転の停止、燃料体等の搬出等を実施する。

イ これに対し、原子力規制委員会は、参加人が、設計対応不可能な火山事象が敷地に到達することはないと評価し、自然現象における不確かさ及び敷地への影響を考慮した上で、九州において過去にV E I 7以上の噴火が発生した火山を対象に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運用期間中のモニタリングを計画していることについては、監視対象、監視項目及び監視の方法、定期的評価の方針並びに火山活動の兆候を把握した場合の対処方針を示していること等から、火山ガイド

*25 脚注21(39ページ)で述べたとおり、本件5カルデラのうち阿蘇カルデラ以外のカルデラについては、火山ガイドにおいて個別評価を求められていない以上、モニタリングの対象とすることも求められていないし、阿蘇カルデラについても、前記(3)ア(ウ)及び(エ)並びにイ(40及び41ページ)のとおり、設計対応不可能な火山事象が本件各原子炉施設の敷地に到達したとは認められないとの参加人の評価につき合理性があると判断される以上、火山ガイド上はモニタリングの対象とする必要はない(被告第24準備書面第3の3(5)イ・68ページ参照)。もっとも、参加人は、より保守的に、本件5カルデラについてモニタリングの対象としたものである。

を踏まえており、合理性を有していると判断した。

(5) 火山事象の影響評価（前記(1)④。乙第132号証・67ページ）^{*26}

ア 参加人は、設計対応不可能な火山事象以外の火山事象の影響評価について、以下のとおり示した。

(7) 火山性土石流、火山泥流及び洪水、火山から発生する飛来物（噴石）、火山ガス、津波及び静振、大気現象、火山性地震とこれに関連する事象並びに熱水系及び地下水の異常の影響については、文献調査、地質調査等の結果から、本件各原子炉施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価した。^{*27}

(イ) 降下火砕物については、文献調査及び地質調査の結果、九州においてVEI7以上の噴火の可能性を否定した火山による広域テフラ以外の降下火砕物は敷地及び敷地付近には認められない^{*28}。敷地に対して最も影響が大きい降下火砕物は、敷地からの距離と噴出物量との関係から九重山における約5万年前の九重第1噴火によるものであり、噴出量6.2 km³規模の噴火を考慮し、移流拡散モデルを用いたシミュレーション

*26 被告第24準備書面第3の3(6)（特に、アないしウ及びエ(ア) b. 69ないし74ページ）参照。

*27 地理的領域内の火山による設計対応可能な火山事象についての影響評価である。

*28 本件各原子炉施設の敷地及びその付近においては、本件各原子炉施設の運用期間中にVEI7以上の巨大噴火が発生する可能性が十分に小さいと評価された九州の火山による広域テフラ（巨大噴火の産物であって、給源から数百ないし数千キロメートル隔たった地域においても独立した地層として認められる火砕物）以外の降下火砕物は見付からなかったという趣旨である。つまり、降下火砕物の影響評価としては、地理的領域外については、過去に巨大噴火を引き起こしたことがある火山（加久藤・小林カルデラ、始良カルデラ、阿多カルデラ及び鬼界カルデラ）のみを対象とすればよいことになるが、運用期間中に巨大噴火が発生する可能性は十分に小さいため、影響評価の必要はない。また、地理的領域内については、阿蘇カルデラは、運用期間中に巨大噴火が発生する可能性は十分に小さいため、影響評価の必要はなく、それ以外の火山の降下火砕物のうち、敷地に対して最も影響の大きいものについての影響評価を行えばよいことになる。

を実施した結果、最大層厚としては2.2センチメートルであった*29。

(ウ) 前記(イ)の検討から、敷地における降下火砕物の最大層厚を10センチメートルと設定した。また、降下火砕物の粒径及び密度は、文献調査結果を踏まえ粒径を2ミリメートル以下、乾燥密度を1.0g/cm³、湿潤密度を1.7g/cm³と設定した。

イ なお、原子力規制委員会は、審査の過程において、参加人に対し、九重山を対象とした降下火山灰シミュレーションにおいて、既往文献を踏まえ、噴出量を6.2km³とし、風向の不確かさも考慮して評価することを求めた。これに対して、参加人はこれらを反映したケースでも降下火山灰シミュレーションを行い、降下火砕物の影響評価を示したものであり、その内容が前記ア(イ)及び(ウ)である。

ウ 参加人の評価に対し、原子力規制委員会は、参加人が実施した設計対応不可能な火山事象以外の火山事象の影響評価について、文献調査、地質調査等により、本件各原子炉施設への影響を評価するとともに、数値シミュレーションによる降下火砕物の検討も行っていることから、火山ガイドを踏まえており、合理性を有していると判断した。

(6) 火山活動に対する防護に関して、設計対象施設を抽出するための方針（前記(1)⑤。乙第132号証・68ページ）*30

ア 参加人は、降下火砕物の影響を設計において考慮する施設として、発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針（乙第23

*29 被告第24準備書面の図19（56ページ。丙第28号証・40ページ）の「⑦火山灰等」の欄参照。

*30 脚注16（37ページ）で述べたとおり、主として、参加人の申請が設置許可基準規則6条1項及び2項並びにこれらの規定に関する設置許可基準規則の解釈（乙第201号証。なお、審査当時のものは乙第9号証）を踏まえているかを確認したものである。

8号証。以下「安全重要度分類指針」という。) *31で規定されているクラス1, クラス2及びクラス3に属する構築物, 系統及び機器を抽出する方針とした。このうち, クラス1及びクラス2に属する施設で建屋に内包される構築物, 系統及び機器については, これらの施設を内包する建屋, 屋外に設置されている施設, 降下火砕物を含む海水又は空気の経路が存在する施設並びに外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する施設(海水ポンプ, 主蒸気逃がし弁〔消音器〕, 計測制御系統施設〔原子炉安全保護計装盤〕等)を設計対象施設*32とした(乙第237号証・6条(火山)別添1-5ないし1-8)。

また, 参加人は, クラス3に属する施設及びその他の施設のうち, 降下火砕物の影響によりクラス1及びクラス2に属する施設に影響を及ぼす可

*31 安全重要度分類とは, 発電用軽水型原子炉施設の安全性を確保するために必要な各種の機能について, 安全上の見地から定めた相対的重要度による分類をいい, その指針をまとめたものが安全重要度分類指針である。安全重要度分類は, 安全施設, すなわち設計基準対象施設のうち, 安全機能を有するもの(設置許可基準規則2条2項8号)に関して設置許可基準規則12条が規制する事項である。すなわち, 同条1項は, 「安全施設は, その安全機能の重要度に応じて, 安全機能が確保されたものでなければならない。」としているところ, 設置許可基準規則12条の解釈1(乙第201号証・24ページ)は, 上記の「安全機能の重要度に応じて, 安全機能が確保されたもの」については, 安全重要度分類指針によるものとし, 重要度分類指針のⅢ(乙第238号証・1ないし4ページ)においては, 安全施設について, それが果たす安全機能の性質に応じて2種に分類している。具体的には, その機能の喪失により, 原子炉施設を異常状態に陥れ, もって一般公衆ないし従事者に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれのあるもの(異常発生防止系。「PS」〔prevention systemの略〕)と, 原子炉施設の異常状態において, この拡大を防止し, 又はこれを速やかに収束せしめ, もって一般公衆ないし従事者に及ぼすおそれのある過度の放射線被ばくを防止し, 又は緩和する機能を有するもの(異常影響緩和系。「MS」〔mitigation systemの略〕)に分類している。その上で, PS及びMSのそれぞれ重要なものから, クラス1, クラス2及びクラス3に分類している。なお, PSでクラス1である安全施設は「PS-1」, MSでクラス2である安全施設は「MS-2」などと表記される。

*32 本件適合性審査に係る審査書上, 降下火砕物によって安全施設の安全機能が損なわれないうようにするために必要な設備を設計上防護すべき施設の意味で用いられている(乙第132号証・68ページ)。

能性がある施設（取水設備及び換気空調設備〔給気系外気取入口〕）を設計対象施設として抽出する方針とし、それ以外のクラス3に属する施設にあっては、降下火砕物による影響を受ける場合であっても、代替設備があることなどにより安全機能が損なわれないことから設計対象施設として抽出しない方針とした（同号証・6条（火山）別添1-5ないし1-8）。

イ これに対し、原子力規制委員会は、参加人による設計対象施設を抽出するための方針が、安全重要度分類指針に従って、降下火砕物によって安全機能が損なわれるおそれがある構築物、系統及び機器並びに上位クラスへ影響を及ぼし得る施設について、火山ガイドを踏まえて降下火砕物の特徴を考慮した上で、適切に抽出するものであり、合理性を有していると判断した。

(7) 降下火砕物による影響の選定（前記(1)⑥。乙第132号証・68及び69ページ）^{*33}

ア 参加人は、まず、降下火砕物が直接及ぼす影響（直接的影響）として、降下火砕物の特徴から、荷重、閉塞、摩耗、腐食、大気汚染、水質汚染及び絶縁低下を設定した上で、外気吸入の有無等の特徴を踏まえ、直接的影響の主な因子として、構造物への静的負荷、建屋等への粒子の衝突、化学的影響（腐食）、水循環系の閉塞、内部における摩耗及び化学的影響（腐食）、換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（摩耗、閉塞）、化学的影響（腐食）、発電所周辺の大気汚染及び計装盤の絶縁低下を選定した。

また、参加人は、降下火砕物が原子力発電所に間接的に与える影響（間接的影響）について、外部電源の喪失及び本件各原子炉施設外で生じる影響を選定した。

*33 被告第24準備書面第3の3(6)エ(ア) a（71及び72ページ）参照。

イ これに対し、原子力規制委員会は、参加人による降下火砕物の直接的影響及び間接的影響の選定が、火山ガイドを踏まえたものであり、降下火砕物の特徴及び設計対象施設の特徴を考慮しており、合理性を有していると判断した。

(8) 設計荷重の設定（前記(1)⑦。乙第132号証・69ページ）^{*34}

ア 参加人は、降下火砕物に対する防護設計を行うために、個々の設計対象施設に応じて常時作用する荷重、運転時荷重を適切に組み合わせることとした。

また、火山事象以外の自然事象による荷重との組合せについては、同時発生の可能性のある風（台風）及び積雪を対象とした。

さらに、設計基準事故時の荷重との組合せを適切に考慮する設計とした。

イ これに対し、原子力規制委員会は、参加人による設計荷重の設定が、設計対象施設ごとに常時作用する荷重、運転時荷重等を考慮するものであり、合理性を有していると判断した。

(9) 降下火砕物の直接的影響に対する設計方針（前記(1)⑧。乙第132号証・69ないし71ページ）^{*35}

原子力規制委員会は、以下のとおり、参加人が降下火砕物の直接的影響により安全機能が損なわれない設計方針を策定したのに対し、当該設計方針が火山ガイドを踏まえており、合理性を有していると判断した。

ア 構築物等の健全性の維持（荷重）に対する設計方針

参加人は、設計対象施設のうち降下火砕物が堆積する建屋及び屋外施設について、建屋等の許容荷重が設計荷重に対して安全裕度を有すること

*34 脚注16（37ページ）で述べたとおり、主として、参加人の申請が設置許可基準規則6条1項及び2項並びにこれらの規定に関する設置許可基準規則の解釈（乙第201号証。なお、審査当時のものは乙第9号証）を踏まえているかを確認したものである。

*35 被告第24準備書面第3の3(6)エ(i)a（74ページ）参照。

により構造健全性を失わず、安全機能を損なわない設計方針とした。また、降下火砕物の粒子の衝突の影響が考えられるが、竜巻における砂等の飛来物の評価に包絡されるとした。

これに対し、原子力規制委員会は、参加人の設計について、建屋等の許容荷重が設計荷重に対して安全裕度を有することにより構造健全性を失わず、安全機能が損なわれない方針としていることを確認した。

イ 外気取入口からの降下火砕物の侵入に対する設計方針

参加人は、屋外に連通する開口部を有する設計対象施設については、降下火砕物が侵入しにくい設計方針とするとともに、腐食により安全機能が損なわれないように塗装を行うこととした。中央制御室は、降下火砕物により大気汚染が本件各原子炉施設で発生した場合、外気を遮断するため中央制御室空調装置の閉回路循環運転等を実施できる設計とした上で、酸素濃度及び二酸化炭素濃度について評価を行い、24時間閉回路循環運転を実施した場合においても居住性を確保できる設計方針を策定した。また、摺動部を有する施設については、耐摩耗性のある材料を使用することで機械的影響（摩耗）を受けないように設計する方針を策定した。

これに対し、原子力規制委員会は、参加人の設計が降下火砕物や設計対象施設の特徴を踏まえて、降下火砕物の侵入による機械的影響（閉塞、摩耗）に対する対策として、平型フィルタ等の設置や換気空調系の停止により、安全施設の安全機能が損なわれないようにするとともに、原子炉制御室にあっては閉回路循環運転等により居住性を確保する方針としていることを確認した。

ウ その他の降下火砕物が及ぼす影響に対する設計方針

参加人は、降下火砕物による構造物への化学的影響（腐食）、水循環系の閉塞、内部における摩耗及び化学的影響（腐食）、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞）及び化学的影響（腐食）等に対し、以下の

(ア)ないし(エ)のとおり、安全機能が損なわれないように設計する方針を策定した。

これに対し、原子力規制委員会は、参加人の設計が、降下火砕物の特徴を踏まえ、設計対象施設に与える化学的影響、機械的影響その他の影響に対して、安全機能が損なわれない方針としていることを確認した。

(7) 構造物への化学的影響（腐食）

設計対象施設である建屋及び屋外施設は、外装塗装等を実施し、降下火砕物に含まれる腐食性ガスによる化学的影響（腐食）に対して、安全機能が損なわれないように設計する。

(4) 水循環系の閉塞、内部における摩耗及び化学的影響（腐食）

設計対象施設である水循環系を有する施設は、降下火砕物の粒径に対して、その施設の狭あい部に十分な流路幅を設け閉塞しないように設計する。降下火砕物の性状の変化による閉塞については、降下火砕物が粘土質でないため考慮する必要はない。また、降下火砕物から海水に溶出した腐食性成分による腐食に対しては、塗装又は耐食性を有する材料の使用等により影響を及ぼさないように設計する。摩耗については、降下火砕物の硬度が砂よりも低くもろいことから、日常保守管理等により補修が可能である。

(ウ) 電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞）及び化学的影響（腐食）

電気系及び計装制御系の設計対象施設は、外気と遮断された全閉構造等により機械的影響（閉塞）を受けず、また塗装等により化学的影響（腐食）を受けないように設計するとしている。

(I) その他の影響

設計対象施設への直接的影響としては、上記の①から③のほかに、水質汚染の影響が考えられるが、この影響については、設計対象施設の

構造上、有意な影響を受ける可能性がない。また、電気系及び計装制御系の計装盤は、絶縁低下しないように外気取入口にフィルタを設置する等の空調管理された場所に設置する。

エ 降下火砕物の除去等の対策

参加人は、設計対象施設に、長期にわたり静的荷重がかかることや化学的影響（腐食）が発生することを避け、安全機能を維持するために、降下火砕物の除灰作業の特別点検、除灰等の対応を適切に実施する方針とした。

これに対し、原子力規制委員会は、参加人が、降下火砕物の除去等について、除灰作業等に必要な資機材を確保するとともに、手順等を整備する方針としていることを確認した。

(10) 降下火砕物の間接的影響に対する設計方針（前記(1)⑨。乙第132号証・71及び72ページ）^{*36}

ア 参加人は、原子炉及び使用済燃料ピットの安全性を損なわないように、ディーゼル発電機及びタンクローリを備え、7日間の連続運転により電力の供給を可能とする方針とした。

イ これに対し、原子力規制委員会は、参加人の設計が、降下火砕物の間接的影響として外部電源喪失及び交通の途絶を想定し、ディーゼル発電機及びタンクローリを備え、7日間の連続運転を可能とする方針を策定し、この設計方針が火山ガイドを踏まえたものであり、合理性を有していると判断した。

3 本件適合性審査は、本件申請が火山ガイドを踏まえたものであることを確認したものであり、合理性が認められること

被告第24準備書面第3（30ページ以下）で述べたとおり、火山ガイドは、専門家からのヒアリング等を経るなど、最新の科学的な知見が十分反映される

*36 被告第24準備書面第3の3(6)エ(i)b（75ページ）参照。

手続によって策定されており、内容的にも国際的な安全指針である IAEA・SSG-21 と整合するもので、最新の火山学的知見が集約されたものである。

したがって、火山ガイドを踏まえた申請内容であれば、最新の火山学的知見を満たした合理的なものであるといえる。

そして、前記1（35ページ以下）のとおり、本件適合性審査においては、火山事象に関するものだけでも十分な審査会合及びヒアリングが実施され、これらを踏まえて、原子力規制委員会は、前記2（36ページ以下）のとおり、本件申請のうち火山事象に係る部分が、火山ガイド（加えて、設置許可基準規則6条1項及び2項並びにこれらの規定に関する設置許可基準規則の解釈）を踏まえた合理性を有するものであることを確認したのであるから、本件適合性審査には合理性が認められるというべきである。

以下、原告らが特に主張する点（本件5カルデラの活動可能性、降下火砕物の影響評価）を取り上げて、本件適合性審査が合理性を有することにつき詳述する。

第5 本件適合性審査における本件5カルデラの活動可能性の評価（前記第4の2(3)）は合理的であること

1 はじめに

被告第24準備書面第3の3(4)エ(i)（45ページ以下）で述べたとおり、巨大噴火は、それ以外の噴火とは異なり、他に比肩し得るものがないほどに、広域的な地域に重大かつ深刻な災害をもたらす一方で、低頻度な事象であると

いう特徴を有していることから（前記第3の2・24ページ以下）^{*37}、火山ガイド4.1(2)の火山活動の可能性評価における巨大噴火（本件の争点に係るVEI7以上の噴火は巨大噴火に含まれる。）の可能性評価は、現在の火山学の知見に照らした火山学的調査を十分に行った上で、(a)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ことが確認でき（以下「(a)要件」という。）、かつ、(b)運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的な根拠があるとはいえない場合（以下「(b)要件」という。）（本件各要件）（被告第24準備書面48ページ参照）には、少なくとも運用期間中は、巨大噴火の可能性が十分に小さいと判断し、火山ガイド4.1(2)の「活動の可能性が十分小さい」と評価する。

この点、原子力規制委員会は、本件適合性審査に係る本件5カルデラの巨大噴火の可能性評価において、火山学の知見を総合考慮し、本件各要件が満たされることから、本件原子力発電所の運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと判断した（前記第4の2(3)・38ページ以下、乙第132号証・64ないし66ページ）。

これに対し、原告らは、本件5カルデラにおける運用期間中のVEI7以上

*37 巨大噴火が発生した場合には、マグマの噴出とともに大量の火砕流や火山灰など、種類の異なる火山事象が発生し、その火山事象の特徴に応じて、瞬時又は時間的経過を経て、人類の生命、身体や自然環境などに多大な影響を与える。例えば、火砕流は、高温の粒子とガスの混合体であるため、少なくとも摂氏500度以上はあり、一般的に時速50～100km、噴火規模によってはそれ以上の速度で地表に沿って流れ広がる。火砕流が瞬時に広範囲に流れる過程で、火砕流はそこに居住する人を死亡させ、建物等も崩壊させ、当該地域を壊滅状態にする。また、巨大噴火においては、大量の火砕流のみならず、噴火時の爆発的な破碎プロセスによって生じた平均直径2mm未満の火山岩の破片である火山灰も大量に放出され広域にわたって降り積もる。そして、このような事象が起き、火山灰が降り積もると、その荷重から木造家屋などが倒壊し、電気水道などのライフラインは停止し、車、鉄道、航空機などの交通手段も遮断され、当該地域の社会機能は喪失することも十分考えられる。このように、巨大噴火は、その事象自体による被害があまりにも甚大で他に比肩し得るものがない事象である（乙第108号証・P347～348）。

の噴火の活動可能性は十分に小さいとの参加人の評価に対して、「現時点での火山学の知見を前提した（ママ）場合に、上記①ないし③の調査（引用者注：①将来の活動可能性を評価する際に用いた調査、②必要に応じて実施する地球物理学的調査及び③必要に応じて実施する地球科学的調査）により原子力発電所の上記運用期間中（ママ）における検討対象火山の活動可能性が十分小さいかどうかを判断できると認めるに足りる証拠はない。」（原告ら準備書面（13）・8ページ）と主張して、参加人が「Nagaoka（1988）」や「Druitt et al.（2012）」を参考に火山評価を行ったことを批判する（原告ら準備書面（13）・8ないし10ページ）が、以下に述べるとおり、本件5カルデラが本件各要件^{*38}を満たしていることは明らかである。

すなわち、確かに、現在の火山学の水準は、火山のメカニズムを推定する手法の精度が必ずしも高いものではなく、上記のメカニズムについて未解明な部分は少なからずある。しかしながら、原子力規制委員会による巨大噴火の可能性の判断に係る要件のうち、巨大噴火が差し迫った状態ではないことという(a)要件は、このような現在の火山学の水準に従い、かつ、社会がどの程度の危険まで容認するかなどの事情をも見定めて、相対的安全性の見地から、立地不適としなくとも「安全機能を損なわない」ものであって（設置許可基準規則6条1項）、「災害の防止上支障がないもの」（原子炉等規制法43条の3の6第4号）といえるかを判断する判断要素の一つである。したがって、現在の火山学の水準における相応の合理性が認められる知見を総合的に考慮し、(a)要件を充足するものと判断できれば、相対的安全性の観点からは、必要かつ十分とい

*38 原子力規制委員会は、巨大噴火の可能性の評価に当たり、(a)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ことが確認でき、かつ(b)運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的な根拠があるとは言えない場合、の各要件をもって、少なくとも運用期間中は、巨大噴火の可能性は十分小さいと判断している（被告第24準備書面第3の3(4)エ(i) b・47及び48ページ）。

うべきである。現在の科学技術水準を超えたより高度な水準を想定し、現在の科学技術水準の不十分さを指摘し得たとしても、上記の要件充足性の判断が左右されるものではなく、その不十分さを指摘する原告らの主張は、失当というべきである。

以下、本件適合性審査における巨大噴火の可能性評価の合理性について詳述する。

2 本件5カルデラ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こと

(1) 本件5カルデラに共通して考慮すべき事情

前記第2の1（7ページ以下）において述べたとおり、本件5カルデラの現在の活動状況は、いずれも、小規模な噴火にとどまるような平穏な火山活動が続いており、火山学においては後カルデラ期にあるといわれている。

後カルデラ期における火山活動は、上記の平穏な火山活動や、カルデラ内における複数の成層火山及び単成火山（中央火口丘群）の形成によって特徴づけられるものであり、過去の噴火をみても、後カルデラ期の活動中に巨大噴火は発生していない。したがって、本件5カルデラがいずれも後カルデラ期にあるという事実は、現在の火山活動は巨大噴火が差し迫った状態ではないこと（(a)要件）を強く推認するものというべきである。

また、現在、本件5カルデラについて、巨大噴火を想定した対策が国家を挙げた喫緊の課題として取り組まれていないのは、最新の火山学の知見において、巨大噴火が差し迫った状態にある可能性を具体的に示す確固とした知見がなく、上記の課題として取り組む具体的な必要性が認められないからにほかならない^{*39}。したがって、この事実もまた、本件5カルデラの現在の火

*39 同旨を示す判決として、広島高等裁判所平成30年9月25日異議審決定、高松高等裁判所平成30年11月15日決定及び福岡高等裁判所令和元年7月10日決定等がある（被告第24準備書面第3の3(4)エ(i)c・48ないし52ページ）。

山活動は巨大噴火が差し迫った状態ではないことを強く推認するものというべきである。

加えて、以下に述べる本件5カルデラに関する個別の火山学の知見等を踏まえれば、原子力規制委員会が、本件5カルデラ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した判断は、合理的なものである。以下、始良カルデラ（後記(2)）、阿蘇カルデラ（後記(3)）、鬼界カルデラ（後記(4)）、加久藤・小林及び阿多カルデラ（後記(5)）の順に詳述する。

(2) 始良カルデラ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こと

ア 概要

巨大噴火が大量の珪長質マグマ溜まりをおおむね地下10キロメートル以浅に定置させて噴火に至るものであることは、火山学の分野で広く肯定されている知見である（被告第24準備書面第2の2(7)・18ないし20ページ）ところ、火山学の知見によれば、現在の始良カルデラの地下数キロメートル程度には大規模な珪長質マグマ溜まりがあるとは認められず（後記イ）、マグマ供給率が巨大噴火直前のマグマ供給率に相当するものではないことに加え（後記ウ）、始良カルデラ及び鹿児島地溝（加久藤・小林、始良、阿多）全体の噴火間隔をみても、巨大噴火が差し迫った状態ではないことと整合する（後記エ）。始良カルデラ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ことを肯定する複数の火山学者の見解もあり（後記オ）、原子力規制委員会が、本件適合性審査において、始良カルデラについて、(a)要件を満たすものと判断したことは、合理的なものである（後記カ）。

以下、詳述する。

イ 巨大噴火はマグマ溜まりをおおむね地下10キロメートル以浅に定置させて噴火に至ると考えられ、始良カルデラの場合には、過去の巨大噴火ではより浅所に定置していたという知見があるところ、現在では地下数キロ

メートル程度には大規模なマグマ溜まりが認められないこと

(7) 始良カルデラの過去の巨大噴火時には珪長質マグマ溜まりを地下4ないし5キロメートル程度に定置させていたと考えられていること
前記のとおり、巨大噴火が大量の珪長質マグマ溜まりをおおむね地下10キロメートル以浅に定置させて噴火に至るものであることは、火山学の分野で広く肯定されている知見である（被告第24準備書面第2の2(7)・18ないし20ページ）。もっとも、各カルデラ火山のマグマ溜まりの定置位置は、各カルデラ火山が存在する地域の地殻の性質、当該地域の応力場の影響等を受け得る。そのため、個々のカルデラ火山における過去の巨大噴火前のマグマ溜まりの定置位置を個別に考慮することも有用である。

この点、安田ほか(2015)（丙第40号証・396ページ）においては、メルトインクルージョン^{*40}に噴火以前のマグマ溜まりにおける物質の状態が維持されるという特性を生かし、その物質がマグマ溜まりに存在していた当時に加わっていた圧力を推定し、その圧力が加えられる地下の深度を推定するという岩石学的な知見を用いて、始良Tn噴火におけるマグマ溜まり上部の深さについて、「深さ4から5km程度の地殻浅部にまで広がっていたと考えられる。これは、始良カルデラを形成した噴火のマグマ溜まりの深度についての従来の見積もりである8-10kmよりもかなり浅い。」と結論づけている（被告第24準備書面第2の2(7)・18ないし20ページ参照）。このように、始良カルデラについては、巨大噴火である始良Tn噴火におけるマグマ溜まりの定置位置が地下4ないし5キロメートルであったとする火山学

*40 鉱物中に閉じ込められたガラス状の物質（被告第24準備書面脚注17・25ページ）。

の最新の知見がある。

以上のことからすれば、始良カルデラ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か否か（(a)要件）を評価するに当たっては、巨大噴火は大量の珪長質マグマをおおむね地下10キロメートル以浅に定置させて噴火に至るといふ知見に加え、始良Tn噴火におけるマグマ溜まりの定置位置が地下4ないし5キロメートルであったといふ上記知見を考慮することが有用である。

(イ) 地球物理学的調査結果によれば、現在の始良カルデラの地下10キロメートル程度には大規模なマグマ溜まりが認めれないこと

以下に挙げる地殻変動の解析結果による圧力源の深度の推定や（乙第230号証の1及び2，丙第137号証），地震波トモグラフィの解析結果（乙第167号証）といふ地球物理学的調査結果によれば，現在の始良カルデラの地下10キロメートル程度には大規模なマグマ溜まりの存在は認められない。

a 地殻変動の解析結果による圧力源の深度の推定

井口ほか（2011）（丙第137号証・1ページ）は，桜島及び始良カルデラの地殻変動を観測し，この地殻変動の観測結果に茂木モデル^{*41}を適用して圧力源を推定し，圧力源の中心の深さを地下約11キロメートルと推定した。

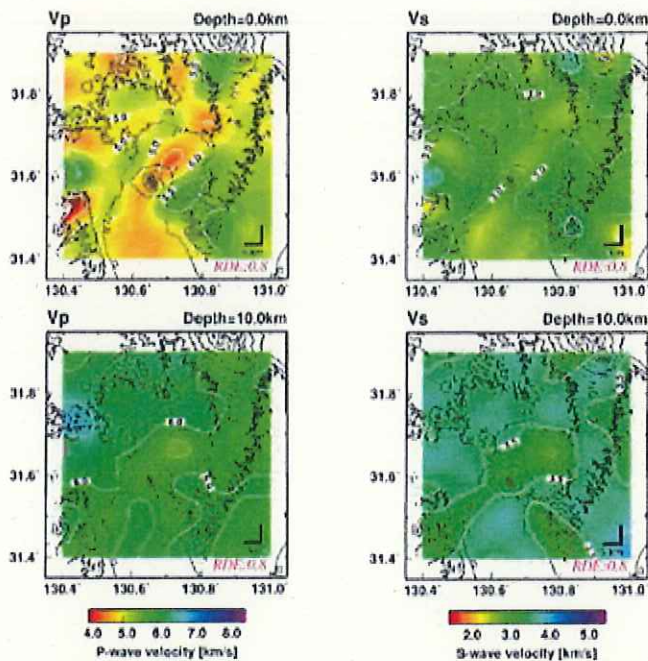
また，Hickey et al.（2016）（乙第230号証の2・4ページ）は，井口ほか（2011）と同様の地殻変動データに基づき，茂木モデルと異なるモデルを適用し，圧力源の中心の深さを地下約13キロメートルと推定した。

*41 被告第24準備書面第2の3(3)ウ(イ)（28及び29ページ）参照。

このように、桜島及び始良カルデラの地殻変動結果を異なるモデルに適用して解析しても、圧力源の中心は地下約11ないし13キロメートル程度である。

b 地震波トモグラフィーによる解析結果

井口正人京都大学教授（以下「井口教授」という。）の調査報告書（乙第167号証・12ないし15ページ）においては、125の地震について各地の観測地点で得られた地震波の到達時間から、到達時間の遅延がある低速度領域などを解析しているところ、Hickey et al. (2016)との整合性も考慮に入れ、「Hickey et al. (2016)による圧力源のモデルでは、始良カルデラの下深さ13 kmを中心とした回転楕円体状の圧力源が存在すると推定されるものの、地震波トモグラフィーによる3次元地震波速度構造の調査結果では、地下10 km付近では、速度構造の異常は見られないため、この深さでは、マグマは大きな広がりとはなっていない。」（同号証・16ページ）と結論づけている。すなわち、低速度領域は、その原因となるマグマ溜まりや熱水等が存在する可能性がある（被告第24準備書面第2の3(3)ア・26及び27ページ）が、そのような低速度領域は、地下10キロメートル付近には認められない（図15）。



【図15】 始良カルデラ周辺の地下速度構造（乙第167号証・15ページ）

c 小括

地殻変動による圧力源の深度の推定及び地震波トモグラフィーの解析結果を用いた前記 a 及び b の各知見は、いずれも、始良カルデラ地下数キロメートル以浅にマグマ溜まりが存在しないと、その科学的合理性を相互に補強しており、最新の火山学の知見として十分に考慮されるべきものである。

そして、上記の各知見に照らせば、始良カルデラの地下数キロメートル以浅には、マグマ溜まりがあるとは認められない。

(ウ) 小括

以上のとおり、巨大噴火が大量の珪長質マグマをおおむね地下10キロメートル以浅に定置させて噴火に至るといふ火山学の分野で広く肯定されている知見に加え、過去の巨大噴火である始良T_n噴火におけるマグマ溜まりの定置位置が地下4ないし5キロメートルであった

とする安田(2015)の最新の知見がある(前記(ア))ところ、これに対して、上記の地球物理学的調査の結果によれば、現在、始良カルデラの地下10キロメートル以浅には大規模なマグマ溜まりは認められない(前記(イ))。

ウ 巨大噴火直前の100年程度のマグマ増加率は $0.05 \text{ km}^3/\text{年}$ 以上であるところ、始良カルデラの現在のマグマ溜まりの供給率はおおむね $0.01 \text{ km}^3/\text{年}$ であること

(ア) 巨大噴火直前の100年程度のマグマ増加率は $0.05 \text{ km}^3/\text{年}$ であるとの知見が存すること

火山岩に含まれる結晶について、外側から内部にかけて元素がどの程度染みこんでいるかを調べることにより、マグマ混合が発生してから噴火に至るまでの経過時間を推定することができる。この点、ドルイット論文においては、サントリーニ火山のミノア噴火における火山岩を用い、岩石中のMg(マグネシウム)などの元素の結晶内への拡散速度(染みこむ速度)等を分析することにより、既存のマグマ溜まりに多種のマグマが注入される混合事象が発生してから噴火に至るまでの経過時間を推定した。これにより、ミノア噴火を引き起こしたマグマ溜まりでは、約100年の間にデイサイト質マグマ及びより苦鉄質なマグマの貫入が発生したと推定し、貫入したマグマの充填速度は $0.05 \text{ km}^3/\text{年}$ 以上であるとしている(乙第207号証・4枚目)。

この知見については、「普遍性のある事象として用いるには他の火山での検証が必要である。」ものの(乙第231号証・5ページ)、現時点では、実証的な研究としてこれに反する結果は認められておらず(乙第232号証・27ページ)、上記知見を最新の火山学的知見の一つとして採用することには相応の合理性が認められる。なお、ドルイット論文においても、「別の火山においても、カルデラ噴火前の同様の時間ス

ケールで、(休止期間)末期段階での膨大な量の再充填が起きたという事実(証拠)とも矛盾しない。」(乙第207号証・5枚目)と述べられており、ミノア噴火のみならず、他の火山への適用を否定していないと認められる。

(イ) 始良カルデラの現在のマグマ溜まりのマグマ供給率は 0.01 km^3 /年であること

始良カルデラのマグマ溜まりへのマグマ供給率については、加茂・石原(1980)(丙第133号証・21ページ)において、地殻変動の観測記録に茂木モデルを適用してマグマの体積変化量が算出され、その後、Yamamoto et al.(2013)(乙第233号証・151ページ)などで、上記体積変化量に加え、桜島での噴出物量(降下火山灰量)の観測結果も考慮するようになるなど、長年、マグマ溜まりへのマグマ供給量が推定されてきた。その結果、始良カルデラのマグマ溜まりへのマグマ供給率は、おおむね 0.01 km^3 /年であるとするのが現在の火山学における知見である(乙第233号証・151ページ、乙第234号証・11ないし13ページ、丙第33号証・273ページ、丙第133号証・21ページ、丙第136号証・5枚目)。

(ウ) 小括

前記のとおり、巨大噴火前100年程度のマグマ増加率は 0.05 km^3 /年であるとのドルイット論文の知見があるところ、現在の火山学の知見に照らせば、始良カルデラのマグマ供給率はおおむね 0.01 km^3 /年である。

エ 始良カルデラ及び鹿児島地溝全体(加久藤・小林、始良、阿多)の巨大噴火の各噴火間隔を概観しても、巨大噴火の直前の状態であるとはいえないこと

火山地質学的調査においては、調査に基づき、個々の火山におけるマグ

マ供給系の特徴に着目し、その周期性の有無や噴出量の減少傾向などを見る噴火履歴ないし噴火間隔の検討を行い、現在の火山の状況を推定する(被告第24準備書面第2の3(1)・22ないし24ページ)。

この点、始良カルデラの最後の巨大噴火である始良Tn噴火は約3万年前から約2.8万年前であり、約9万年前に発生した大規模な噴火である福山噴火から始良Tn噴火までに巨大噴火は認められないことから、噴火間隔は少なくとも約6年以上である^{*42}(前記第2の1(3)・13ページ以下)。このことは、始良カルデラ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ことと整合する。また、鹿児島地溝全体(加久藤・小林、始良及び阿多の3カルデラ)を捉えて一つの火山活動として大局的に検討しても(前記第2の2・20ページ以下参照)、鹿児島地溝の巨大噴火の噴火間隔は約9万年であり、最後の巨大噴火は約3万年前の始良Tn噴火であるから、このこともまた、始良カルデラ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ことと整合する。

オ 始良カルデラを主な研究対象とする火山学者の見解によれば、始良カルデラ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いえること
(7) 井口教授の見解は始良カルデラ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ことを裏付けていること

井口教授は、京都大学防災研究所附属火山活動研究センター桜島火山観測所にセンター長として長年勤務し、桜島及び始良カルデラの火

*42 福山噴火は巨大噴火ではないが、始良Tn噴火以前の最大規模の噴火である福山噴火を基準としたとしても、福山噴火から始良Tn噴火までは約6万年の間隔があるため、始良Tn噴火の次の巨大噴火までの間隔は少なくとも約6年以上と考えられるという趣旨である。

山観測^{*43}を行ってきた権威である。

井口教授は、上記の火山観測や、始良カルデラ及び桜島に関する各種知見を踏まえ、「現在の始良カルデラの状況で、VEI 7以上の破局的な噴火が発生する可能性は低いと考えられる。」と述べており（乙第167号証・17ページ）、少なくとも始良カルデラ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ことを肯定している。

(イ) 小林教授の見解は、始良カルデラ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ことを裏付けていること

小林哲夫鹿児島大学名誉教授（以下「小林教授」という。）は、長年鹿児島大学に在籍し、九州の火山を中心にして、長年カルデラ火山の研究を行ってきた火山学者であり、火山地質学の分野における権威である。

小林教授は、長年の地質調査結果、現在の始良カルデラの活動状況、各種知見を踏まえた上で、カルデラ噴火のモデルを提唱し、始良カルデラについては、「今後の数100年以内に、カルデラ噴火が発生するような状況にはないと考えている。」と述べており（丙第50号証・36ページ）、少なくとも始良カルデラ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ことを肯定している。

カ 結論

前記(1)において述べたことに加え、以上のとおり、現在の始良カルデラの活動状況は巨大噴火が差し迫った状態ではないことを裏付ける複数の火山学の知見が存在し、複数の火山学者も上記の状態ではないことを肯定

*43 火山観測としては、火山性地震・微動の観測、地盤変動の観測、火山体内部の状態把握、噴火活動の観測、火山ガス、温泉ガスの成分分析、火山の噴火史解明を目的とした火山岩の磁気測定が挙げられる（桜島火山観測所HP、乙第235号証・2ページ）。

している。他方、上記の状態にあることを具体的に示す火山学的知見や火山学者の見解は見当たらない。これらのことからすれば、始良カルデラ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（(a)要件）と認められた原子力規制委員会の判断は合理的なものであり、この点に関する本件適合性審査に看過し難い過誤、欠落があるといえないことは明らかである。

(3) 阿蘇カルデラ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こと

ア 概要

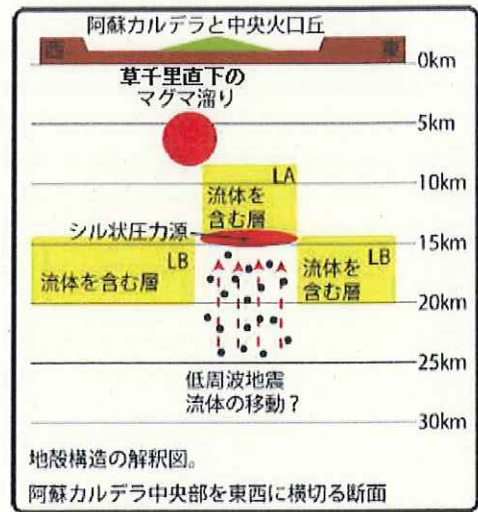
火山学の知見によれば、阿蘇カルデラには、地下に巨大噴火を引き起こす噴火能力を有する大規模なマグマ溜まりがあるとは認められず（後記イ）、このマグマ溜まりは巨大噴火を引き起こすような珪長質マグマ溜まりではないとされている（後記ウ）。そして、阿蘇カルデラの現在の活動状況は巨大噴火が差し迫った状態ではないことを肯定する複数の火山学者の見解も存する（後記エ）。以上のことからすれば、原子力規制委員会が、本件適合性審査において、阿蘇カルデラについて、(a)要件を満たすと判断したことは、合理的なものである（後記オ）。

以下、詳述する。

イ 地殻変動及び地震波トモグラフィーの解析結果によれば、阿蘇カルデラには、巨大噴火を引き起こす噴火能力を有する巨大なマグマ溜まりは存在しないこと

(ア) はじめに

現在の火山学においては、阿蘇カルデラの直下のマグマ溜まりの有無及びその熔融度を推定するに当たり、低速度領域L A、低速度領域L B及び草千里直下のマグマ溜まりの三つに分けて議論がなされている（右図16参照）。以下ではそれぞれについて個別に論ずる。



【図16】（丙第49号証・22ページ）

(イ) 低速度領域L Aは、マグマ溜まりの膨張傾向を示す地殻変動は検出されていない上に、仮にマグマが存在すると仮定しても、その熔融度は低いいため噴火能力に乏しいこと

a 地殻変動の解析結果

まず、地殻変動の解析結果から、低速度領域L Aについては、巨大噴火を引き起こすような大規模なマグマ溜まりが存在するという解析結果は得られていない。すなわち、大倉敬宏京都大学教授（以下「大倉教授」という。）の調査報告書（丙第49号証）によれば、地殻変動の解析結果から、熔融したマグマが注入されたと考えても不自然ではない領域は、シル状圧力源、つまり板状に広がる領域であることから、大規模なマグマ溜まりを形成できるような形状ではない上、現在、噴火をうかがわせるようなマグマ溜まりの膨張傾向を示す地殻変動は検出されていないとされている（同号証・21ないし28ページ）。

b 地震波トモグラフィーによる解析結果

また、低速度領域L Aは、仮にここにマグマが存在するとしても、

噴火可能な状態ではないものと考えられている。^{*44}

すなわち、噴火能力を有するマグマ溜まりは、熔融したマグマ（メルト）を全体の50%以上含んでいるようなものである（被告第24準備書面第2の2(8)・21ページ）が、Abe et al. (2017)（乙第170号証の1及び2）においては、地震波を用いて低速度領域を導き出し、その低速度領域を通過するS波の特性から低速度領域の密度を推定する手法によって、低速度領域LA及び同LBの密度を推定したところ、低速度領域LA及び同LBにマグマ又は水が含まれていると仮定した場合であっても、上記50%に満たない15%の熔融したマグマ（メルト）又は30%の水が含まれていると考えられるとされている。このような火山学の知見に照らせば、現在の低速度領域LAは、マグマを含んでいたとしても噴火能力が非常に乏しいものといわざるを得ず、巨大噴火を引き起こす噴火能力を有する大規模なマグマ溜まりが存在するとは考え難い。

c. 小括

以上の火山学の知見に照らせば、低速度領域LAは、大規模なマグマ溜まりを形成する形状ではなく、膨張傾向を示す地殻変動もな

*44 地震波トモグラフィーとは、地震波が通る岩盤等の剛性率や密度の違いにより地震波の速度が異なることを利用し、複数の地震による地震波到達時間を解析することにより、地下のどの辺りに速度異常の領域、すなわち「低速度領域」があるかを推定するものである。この「低速度領域」は、水・メルト等であると推測されるが、「低速度領域」がマッシュ状のマグマかどうか、そもそも熔融したマグマが含まれるのか熱水が含まれるのか等を判別することは、困難である。そのため、地震波トモグラフィーを火山学において用いる場合には、マグマ溜まりそのものを発見しようとしているのではなく、破局的噴火を引き起こすような大規模なマグマ溜まりである可能性がある、巨大な「低速度領域」の有無を確認しているのである。火山学においては、地震波トモグラフィーによって低速度領域が発見されただけで、マグマ溜まりであると認定するものではなく、飽くまで低速度領域をマグマ溜まりと仮定した上で議論を行うものである。

く、巨大噴火を起こす噴火能力を有するマグマ溜まりであるとも考え難い。

- (ウ) 低速度領域LBは、仮にマグマが存在すると仮定しても、その熔融度は低いため、噴火能力が乏しく、また、その直下にマグマ等の流体の移動を示す低周波地震も発生していないこと

前記のとおり、Abe et al. (2017) (乙第170号証の2・3ページ) は、低速度領域LBに仮にマグマが存在するとしても、15%の熔融したマグマ(メルト)等を含んでいるに過ぎないとしており、低速度領域LBは、同LA同様、噴火能力に乏しい。加えて、Abe et al. (2017) (乙第170号証の2・3ページ) は、流体の動きがあった場合に発生し得る深部低周波地震や地殻の変形のような現象は、低速度領域LAの下のみで発見されており、低速度領域LBの下では発見されていないことから、低速度領域LBでは熱が供給されておらず、熔融したマグマ(メルト)は新しく発生していないとしている。マグマ溜まりを噴火可能な熔融状態に保つためには深部から高温のメルトが定常的に供給されなくてはならないとされているが(丙第50号証・9ページ)、そのような熱の供給はないものといえる。

以上の火山学の知見に照らせば、低速度領域LBは、巨大噴火を起こすようなマグマ溜まりであるとは考え難い。

- (エ) 草千里直下の6キロメートル付近にあるマグマ溜まりは縮小傾向にあり、珪長質でもないことから、巨大噴火を引き起こすようなマグマ溜まりではないこと

Sudo and Kong(2001) (丙第46号証・1及び2枚目) によれば、草千里直下付近約6キロメートル程度に低速度領域の存在が認められ、現在も中岳付近から噴火が繰り返されているとされている。このことから、草千里直下の低速度領域が現在の噴火に関連しており、少なく

とも低速度領域の一部には噴火可能なマグマ溜まりが存在すると推定される。

しかしながら、草千里直下にあるマグマ溜まりは、マグマが蓄積されている状態にはなく、現在は縮小傾向にあるとされている。すなわち、大倉教授の調査報告書（丙第49号証）においては、過去80年間の阿蘇カルデラの地殻変動を観測し、この地殻変動の観測結果を茂木モデルに適用するなどして圧力源の深度及びマグマの体積変化量を推定している。同報告書においては、その結果、草千里直下にあるマグマ溜まりは全体として縮小傾向にあり、1930年代と比べて約 0.01 km^3 少なくなっているとされており、噴火を引き起こす際には、マグマの体積が増加して噴火に至ることに照らせば、上記の縮小傾向に照らし、現在のマグマ溜まりは巨大噴火を引き起こすような状態ではない旨述べられている（同号証・32ページ）。また、巨大噴火を引き起こすマグマ溜まりは一般的に珪長質マグマによるものであるとされており（被告第24準備書面第2の2(1)・10ないし12ページ）、過去の阿蘇カルデラの巨大噴火においても噴火が珪長質の噴火から始まり、その後、苦鉄質に変化したとされているところ、近時の中岳の噴火の噴出物は玄武岩質マグマ（苦鉄質マグマ）であるとされている（乙第163号証・10, 13ないし15, 20ないし24ページ、後記ウも参照）。

このような火山学の知見に照らせば、草千里直下の6キロメートル付近にあるマグマ溜まりは、縮小傾向にあり、玄武岩質マグマを噴出していることなどに照らし、大量の珪長質マグマを増大させているような状態にはないと考えることができる。

(オ) 小括

前記のとおり、阿蘇カルデラの低速度領域LA、低速度領域LB及び草千里直下のマグマ溜まりは、いずれも、噴火能力に乏しいマグマ

を含むものにすぎないか、巨大噴火を引き起こすようなマグマ溜まりを形成しているとは考え難いものである。^{*45}

ウ 岩石学的評価結果によれば、阿蘇カルデラ内での過去1万年間におけるカルデラ中央部に存在する噴出物の岩質は主として玄武岩質であり、巨大噴火を起こすような巨大な珪長質マグマ溜まりは存在しないと認められること

巨大噴火が大量の珪長質マグマによって引き起こされることは、火山学の分野で広く肯定されている知見である（被告第24準備書面第2の2(1)・10ないし12ページ）。この点、阿蘇カルデラ内での過去1万年間におけるカルデラ中央部に存在する噴出物の岩質は主として玄武岩質であり（草千里中岳の噴火も同様である。）、巨大噴火を起こすような巨大な珪長質マグマ溜まりは存在しないと認められる。すなわち、三好雅也福井大学准教授（以下「三好准教授」という。）の調査報告書（乙第163号証）、三好ほか(2005)（丙第44号証）によれば、阿蘇カルデラの後カルデラ期における火山噴出物の化学組成を解析すると、マグマの生産過程がそれぞれ異なり、また、現に複数の火口から多様なマグマを噴出していることに照らせば、後カルデラ期におけるマグマ溜まりは小規模なものが複数存在するものと考えられ、カルデラ形成期のような巨大なマグマ溜まりは存在しなくなったものとしている。さらに、上記三好准教授の調査報告書等によれば、後カルデラ期における噴火の火口の分布と噴出物化学組

*45 この点、高倉ほか(2002)（丙第48号証・26ページ）によれば、MT法の解析結果から、「一般にマグマあるいは溶融体は低比抵抗と考えられるが、MT法の解析結果を見る限り、少なくとも標高-10kmまでの間にはそのような低比抵抗体は検出されていない」としている。現在のMT法の精度等に留意する必要があるが、少なくとも、かかる調査方法によっても、阿蘇カルデラに巨大噴火を起こすような大きなマグマ溜まりを示唆する結果は得られていない。

成の関係は、中央部で玄武岩質、その周囲で珪長質となっているが、地下に巨大な珪長質マグマ溜まりが存在する場合に想定される火口分布とは異なるとして、後カルデラ期の最近1万年間には、阿蘇カルデラ直下にカルデラ形成期のような巨大な珪長質マグマ溜まりは存在しなかったと考えられると結論づけている（乙第163号証・20ないし24ページ，丙第44号証・282及び283ページ）。

巨大噴火が大量の珪長質マグマによって引き起こされるという火山学分野で広く肯定されている知見があるところ、上記三好准教授の調査報告書等によれば、現在の阿蘇カルデラに大量の珪長質のマグマ溜まりがあるとは認め難い。

エ 阿蘇カルデラを主な研究対象とする火山学者の見解によれば、阿蘇カルデラ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いえること
(7) 大倉教授の見解は、阿蘇カルデラ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ことを裏付けていること

大倉教授は、阿蘇カルデラ内に存在する京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センターに教授として長年勤務し、阿蘇カルデラの火山観測^{*46}を行ってきた火山学者である。

大倉教授は、これらの観測に基づく経験、阿蘇カルデラに関する各種知見を踏まえ、阿蘇カルデラが「大規模なカルデラ噴火が起こるような状態ではない」と述べており（丙第49号証・32ページ）、現在の阿蘇カルデラの状況が巨大噴火が差し迫った状態ではないことを肯定している。

(1) 小林教授の見解は、阿蘇カルデラの現在の活動状況は巨大噴火が差し

*46 火山観測としては、地震の観測、地盤変動の観測、火山体内部の状態把握などが挙げられる。

迫った状態ではないことを裏付けていること

小林教授は、始良カルデラ同様、阿蘇カルデラについても長年研究を行ってきたものであり、長年の地質調査結果、現在の阿蘇カルデラの活動状況、各種知見を踏まえた上で、「今後の数100年以内に、カルデラ噴火が発生するような状況にはないと考えている。」と述べており（丙第50号証・36ページ）、少なくとも現在の阿蘇カルデラの状況が巨大噴火が差し迫った状態ではないことを肯定している。

オ 結論

前記(1)において述べたことに加え、以上のとおり、現在の阿蘇カルデラの活動状況は巨大噴火が差し迫った状態ではないことを裏付ける複数の火山学の知見が存在し、複数の火山学者も上記の状態ではないことを肯定している。他方、上記状態にあることを具体的に示す火山学的知見や火山学者の見解は見当たらない。これらのことからすれば、阿蘇カルデラ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（(a)要件）と認めた原子力規制委員会の判断は合理的なものであり、この点に関する本件適合性審査に看過し難い過誤、欠落があるといえないことは明らかである。

(4) 鬼界カルデラ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こと

ア 概要

火山学の知見によれば、鬼界カルデラには、大規模な流紋岩質（珪長質）のマグマ溜まりは存在せず、仮に相当程度の流紋岩質のマグマが存在するとしても、噴火に至るような状態ではないとされている（後記イ）。巨大噴火の噴火間隔をみても、噴火に至るマグマ溜まりが形成されるための十分な期間は経過しておらず、巨大噴火が差し迫った状態ではないことと整合する（後記ウ）し、電子基準点の解析によっても大きなマグマ溜まりの変化は認められない（後記エ）。そして、鬼界カルデラ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ことを肯定する複数の火山学者

の見解もあり（後記オ）、原子力規制委員会が、本件適合性審査において、鬼界カルデラについて、(a)要件を満たすと判断したことは、合理的なものである（後記カ）。

以下、詳述する。

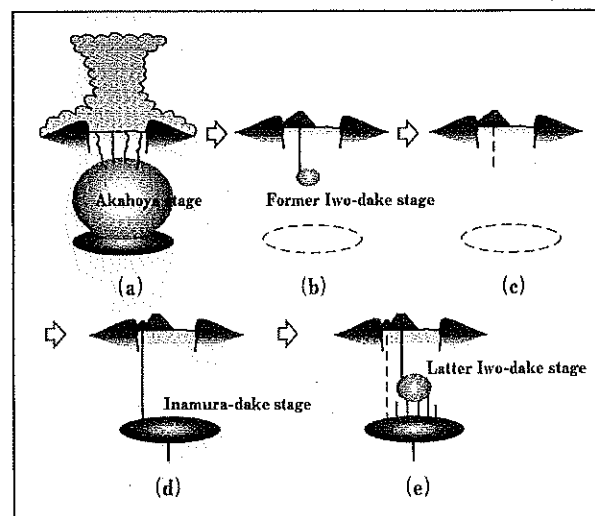
イ 鬼界カルデラ地下のマグマの大部分は玄武岩質マグマであると考えられ、仮に相当程度の流紋岩質マグマが存在したとしても、現在は大規模噴火を起こす状態と認められないこと

(7) 鬼界カルデラ地下のマグマの大部分は玄武岩質マグマであると考えられる一方、巨大噴火を引き起こすような大規模な流紋岩質マグマの存在を示す火山学の知見は存しないこと

a 岩石学的調査手法による解析結果

巨大噴火は、一般に珪長質マグマによって引き起こされるとするのが火山学の分野で広く肯定されている知見である。そして、珪長質の岩石には流紋岩等が相当する（被告第24準備書面第2の2(1)・10ないし12ページ）。しかるところ、前野ほか(2001)（丙第156号証・272ないし274ページ）は、約7300年前の鬼界カルデラのアカホヤ噴火の噴出物、約5200年前の硫黄岳前期の噴火の噴出物、約1300年前の硫黄岳後期の噴火の噴出物の化学組成を解析し、「地質学的特徴および岩石学的特徴から、硫黄岳前期と後期の活動はそれぞれ異なる流紋岩質マグマによる活動であることが示唆された。（中略）アカホヤ噴火時には、大量の珪長質マグマとともに、共存していた安山岩質マグマも噴出した（中略）。その後の硫黄岳前期の活動は、アカホヤ噴火時のマグマと同じマグマによるもので、残存していたマグマが爆発的な噴火を伴いながら硫黄岳山体を成長させた(b)。その後、硫黄岳前期の活動が終了し(c)、稲村岳の活動へと移行する(d)。硫黄岳後期の活動では、稲村岳の活動

を挟み、前期とは異なる流紋岩質マグマを噴出した(e)。硫黄岳後期の流紋岩質マグマは、アカホヤ噴火—硫黄岳前期の流紋岩質マグマとは、全岩組成で異なるグループに属する。稲村岳の活動では、アカホヤ噴火時とは異なる苦鉄質マグマが噴出したが、これはマグマ溜りに新しい苦鉄質マグマが供給され、新たな流紋岩質マグマを生み出す熱源となった可能性を示唆する。」などと述べ、図17のモデルを示している。要するに、前野ほか(2001)は、硫黄岳前期の活動は、アカホヤ噴火時のマグマと同じマグマであるとして図17(b)を示し、その次の図17(c)においてマグマ溜まりを図示せず、約3600年前の稲村岳の噴火の噴出物が玄武岩質であるとし、アカホヤ噴火時の流紋岩質マグマが全て出尽くしているというモデルを示すものというべきである(図17)。



【図17】 鬼界アカホヤ噴火後の鬼界カルデラにおけるマグマ溜まりの進化モデル図(丙第156号証・274ページ)

b 地球化学的調査手法による解析結果

斎藤元治産業技術総合研究所主任研究員(以下「斎藤主任」という。)の調査報告書(乙第168号証・17ないし21ページ)、篠

原ほか(2008) (丙第41号証・最終ページ)によれば、現在の薩摩硫黄島火山の地表で放出されている火山ガスのほとんどは、地下深くに潜在している玄武岩マグマを起源としており、玄武岩質マグマが卓越した活動状態にあることが推測されるとされている。

c. 小括

以上のとおり、鬼界アカホヤ噴火時の流紋岩質(珪長質)マグマは硫黄岳前期の活動において出尽くしたとする火山学の知見や、現在、玄武岩質マグマが卓越した状態にあると推測され、鬼界カルデラのマグマ溜まりは、その大部分が玄武岩質マグマであると考えられるとする知見がある一方、これが巨大噴火を引き起こすような大量の流紋岩質(珪長質)のマグマ溜まりであることを示唆する火山学の知見は見当たらない。

(イ) 仮に鬼界カルデラの地下に相当程度の流紋岩質マグマが存在するとしても、このマグマは、脱ガスが進行した結果含水量が極めて少なくなったものであるため、現在は巨大噴火を起こす状態と認められないこと

また、巨大噴火を引き起こすにはマグマに高い駆動力である H_2O 等が必要となる(被告第24準備書面第2の2(9)・22ページ)が、仮に、鬼界カルデラの地下に相当程度の流紋岩質マグマが存在するとしても、このマグマは、脱ガスが進行した含水量が極めて少ないものであるため、現在は巨大噴火を起こす状態とは認められない。すなわち、斎藤主任の調査報告書(乙第168号証)によれば、メルトインクルージョンの分析(岩石学的調査)の結果から(同準備書面第2の3(2)・24及び25ページ)、鬼界アカホヤ噴火を起こしたマグマ溜まりは、高い H_2O 濃度(3ないし5wt%)の発泡したマグマ溜まりであり、マグマ上昇の駆動力を有していたが、その後のマグマ溜まりの H_2O 濃度は3wt%以下であり、さらに、現在のマグマ溜まりは、流紋岩マグマの

H₂O濃度が1wt%程度，玄武岩マグマのH₂O濃度が1ないし3wt%と推定され，マグマの発泡が起きにくい状況にあるとされている。

(ウ) 小括

以上のとおり，巨大噴火を引き起こすのは一般に珪長質のマグマ溜まりであることは，火山学の分野で広く肯定されている知見であるところ，鬼界カルデラ地下のマグマの大部分は玄武岩質マグマであると考えられる上に，仮に相当程度の流紋岩質（珪長質）マグマが存在したとしても，現在は巨大噴火を起こす状態とは認め難い。

ウ 鬼界カルデラにおける巨大噴火の間隔（約4.5万年，約9万年）に比べ，最新の巨大噴火である鬼界アカホヤ噴火からの経過時間（約7300年）は十分短いこと

巨大噴火に至るマグマ溜まりの蓄積は長期間必要であると考えられるところ（丙第50号証・33ページ），火山地質学的調査結果（被告第24準備書面第2の3(1)・22ないし24ページ）によれば，鬼界カルデラの巨大噴火の間隔は，約4.5万年あるいは約9万年であり（前記第1の2(5)・17ページ以下のとおり，約14万年前の小アビ山噴火から約9.5万年前の鬼界葛原噴火までの間隔が約4.5万年，同噴火から約7300年前の鬼界アカホヤ噴火までの間隔が約9万年である。），最新の巨大噴火である鬼界アカホヤ噴火から今日までの経過時間は，上記の噴火間隔と比較して十分に短い。

したがって，鬼界カルデラについては，巨大噴火に至るマグマ溜まりが形成されるための十分な期間が経過していないと認められ，この事実は，鬼界カルデラ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ことと整合する。

エ 国土地理院による電子基準点の解析結果によると，マグマ溜まりの顕著な増大を示唆する基線長変化は認められないこと

国土地理院によるGPS観測（地球物理学的調査）によれば、鬼界カルデラをまたぐ四つの基線長は、マグマ溜まりの顕著な増大を示唆する変化が認められない（丙第28号証・61, 62及び75ページ）。

鬼界カルデラが海底火山であり、GPS観測の精度に検討すべき事情はあるものの、上記の事実は、鬼界カルデラの現在の活動状況が巨大噴火が差し迫った状態ではないことと整合する。

オ 鬼界カルデラを主な研究対象とする火山学者の見解によれば、鬼界カルデラ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いえること

(ア) 斎藤主任の見解は、鬼界カルデラ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ことを裏付けるものであること

斎藤主任は、産業技術総合研究所（産総研）の主任研究員として、同じく鬼界カルデラについて研究を重ねて行ってきた篠原首席研究員とともに研究を行いながら、長年鬼界カルデラについて研究を行ってきた火山学者である。

斎藤主任は、これらの観測に基づく経験、鬼界カルデラに関する各種知見を踏まえ、「7300年前のカルデラ噴火のような破局的噴火がすぐに起きる状態ではないと予想できる。」と述べており（乙第168号証・22ページ）、少なくとも現在の鬼界カルデラの活動状況が巨大噴火が差し迫った状態ではないことを肯定している。

(イ) 小林教授の見解は、鬼界カルデラ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ことを裏付けるものであること

小林教授は、始良及び阿蘇カルデラ同様、鬼界カルデラについても長年研究を行ってきたものであり、長年の地質調査結果、現在の鬼界カルデラの活動状況、各種知見を踏まえた上で、「今後の数100年以内に、カルデラ噴火が発生するような状況にはないと考えている。」と述べており（丙第50号証・36ページ）、少なくとも現在の鬼界カル

デラの状況が巨大噴火が差し迫った状態ではないことを肯定している。

カ 結論

前記(1)において述べたことに加え、以上のとおり、鬼界カルデラ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ことを裏付ける複数の火山学の知見が存し、複数の火山学者が上記の状態にないことを肯定している。他方で、上記の状態にあることを具体的に示す火山学的知見や火山学者の見解は見当たらない。これらのことからすれば、鬼界カルデラ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((a)要件)と認めた原子力規制委員会の判断は合理的なものであり、この点に関する本件適合性審査に看過し難い過誤、欠落があるといえないことは明らかである。

(5) 加久藤・小林カルデラ及び阿多カルデラ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こと

ア 概要

火山学の知見によれば、加久藤・小林カルデラ及び阿多カルデラには、地下深部からの大量のマグマの供給を示唆するような地殻変動も認められず(後記イ)、地下10キロメートル以浅に大規模なマグマ溜まりを示唆する火山学的知見ないし調査結果はなく(後記ウ)、上記各カルデラの噴火間隔及び鹿児島地溝(加久藤・小林、始良、阿多の3カルデラ)の全体的な噴火間隔も巨大噴火が差し迫った状態ではないことと整合的である(後記エ)。このことは、複数の火山学者も肯定しており(後記オ)、原子力規制委員会が、本件適合性審査において、上記各カルデラについて、(a)要件を満たすと判断したことは、合理的なものである(後記カ)。

以下、詳述する。

イ 加久藤・小林カルデラ及び阿多カルデラでは、地下深部からのマグマの供給等による地殻変動も認められないこと

上記各カルデラについては、巨大噴火を引き起こすような大量のマグマ

の供給があるとは認められない。すなわち、火山学においては、地下深部からのマグマの供給等を原因とするマグマ溜まりの膨張等により地殻変動が発生すると考えられている（被告第24準備書面第2の3(3)ウ・27ないし29ページ）ところ、大倉教授の調査報告書（丙第49号証・28ないし32ページ）によれば、加久藤・小林カルデラ及び阿多カルデラにおいては、過去20年間、始良カルデラや霧島火山下のマグマ溜まりの圧力変化に伴う地殻変動等は認められるものの、加久藤・小林カルデラ及び阿多カルデラ自体の火山活動に伴う地殻変動は観測されていないとされており、マグマの供給等によるマグマ溜まりの体積・圧力変化は生じていないものと認められる。

ウ 加久藤・小林カルデラ及び阿多カルデラでは、地下浅部に巨大噴火を引き起こす大規模なマグマ溜まりを示唆する火山学的知見ないし調査結果は存在しないこと

既に指摘したとおり、巨大噴火が大量の珪長質マグマをおおむね地下10キロメートル以浅に定置させて噴火に至るものであるということは、火山学の分野で広く肯定されている知見である（被告第24準備書面第2の2(7)・18ないし20ページ）ところ、加久藤・小林カルデラ及び阿多カルデラについては、その地下浅部に巨大噴火を引き起こす大規模なマグマ溜まりの存在を示唆する火山学的知見ないし調査結果は皆無であり、かえって、その存在に否定的な火山学的知見が複数存在する。

例えば、加久藤・小林カルデラについて、鍵山ほか(1997)（丙第146号証・S164ページ）は、霧島を対象としたMT法による調査の結果、深さ約10キロメートルに低比抵抗層が存在するがその上面は新燃岳の火口近傍を除き、深さ約10キロメートルとしている。また、Goto et al. (1997)（丙第148号証・1279ページ）は、加久藤カルデラの地下10キロメートル近くに及ぶ群発地震領域を対象としたMT法による調査の結

果、この領域には低比抵抗領域は認められず、大規模な流体は存在しないとしている。

また、阿多カルデラについて、西ほか(2001) (丙第153号証・574ページ)は、地震波トモグラフィーによる解析によって、指宿地域の熱水活動に関連した低速度異常域が認められるとするものの、マグマ溜まりを示唆する指摘はされていない。

エ 鹿児島地溝(加久藤・小林、始良、阿多)の噴火間隔等を概観しても、巨大噴火が差し迫った状態であるとはいえないこと

火山地質学的な見地(被告第24準備書面第2の3(1)・22ないし24ページ)から、阿多カルデラの巨大噴火の噴火間隔を見ると、阿多噴火と阿多鳥浜噴火との間隔で約13.5万年であり、最後の噴火である阿多噴火は約10.5万年前であるから(前記第2の1(4)・15ページ)、噴火間隔からすれば、差し迫った状態であるとまではいえない。

また、加久藤・小林カルデラにおいては、巨大噴火の噴火間隔は、約20万年であり(前記第2の1(2)・11ページ以下)、直近の加久藤噴火は、約33万年前から約32万年前に発生したものであるが、非常に長期間にわたり巨大噴火は発生しておらず、その可能性を示す火山学的な知見もない。この点に関連して、鹿児島地溝全体を捉えて一つの火山活動として大局的に検討すると(前記第2の2・20ページ以下参照)、鹿児島地溝の最後の巨大噴火とその前の巨大噴火との噴火間隔は約9万年であり、最後の巨大噴火は約3万年前から約2.8万年前の始良Tn噴火であるから、このこともまた、加久藤・小林カルデラ及び阿多カルデラ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ことと整合していると見ることができると見られる。

オ 加久藤・小林カルデラ及び阿多カルデラを主な研究対象とする火山学者の見解によれば、加久藤・小林カルデラ及び阿多カルデラの現在の活動状

況は巨大噴火が差し迫った状態ではないといえること

(7) 大倉教授の見解は、加久藤・小林カルデラ及び阿多カルデラ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ことを裏付けていること

大倉教授は、加久藤・小林カルデラ及び阿多カルデラに関する観測結果や各種知見を踏まえ、上記各カルデラが「大規模な噴火に至る状態にはないと推定される。」と述べており（丙第49号証・32ページ）、少なくとも現在の同カルデラの活動状況が巨大噴火が差し迫った状態ではないことを肯定している。

(イ) 小林教授の見解は、加久藤・小林カルデラ及び阿多カルデラ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ことを裏付けていること

小林教授は、長年の地質調査結果、現在の加久藤・小林カルデラ及び阿多カルデラの活動状況、各種知見を踏まえた上で、「今後の数100年以内に、カルデラ噴火が発生するような状況にはないと考えている。」と述べており（丙第50号証・36ページ）、少なくとも現在の加久藤・小林カルデラ及び阿多カルデラの状態が巨大噴火が差し迫った状態ではないことを肯定している。

カ 結論

前記(1)において述べたことに加え、以上のとおり、加久藤・小林カルデラ及び阿多カルデラ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ことを推認する複数の火山学の知見が存在し、複数の火山学者も上記の状態にないことを肯定している。他方で、上記の状態にあることを示す火山学的知見や火山学者の見解は見当たらない。これらの現在の火山学の知見等に照らせば、現在の上記各カルデラの活動状況は巨大噴火が差し迫った状態ではない（(a)要件）と認めた原子力規制委員会の判断は合理的なものであり、この点に関する本件適合性審査に看過し難い過誤、欠落があるとはいえないことは明らかである。

3 運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的な根拠があるとはいえないこと

(1) 前記2のとおり、原子力規制委員会は、本件適合性審査に係る巨大噴火の可能性評価において、本件各要件のうち、「(a)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こと」という(a)要件を満たすものと判断しており、これは、現在の火山学的知見に照らし、合理的なものである。

そこで、次に、「(b)運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的な根拠があるとはいえない場合であること」という(b)要件の充足性が判断されるべきところ、火山学的にみて大規模なマグマ溜まりが蓄積するには相当長期間かかると考えるのが合理的であること、マグマ溜まりが発泡して巨大噴火に至る過程にも相応の時間がかかると考えるのが合理的であることなどからすれば、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いえる場合には、原子力発電所の運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理的な根拠があるとはいえないことが推認される（なお、運用期間中に巨大噴火を引き起こすかどうかは分からないというにとどまる見解は、運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的な根拠を示す見解には当たらないことはいうまでもない。）。

このように、(a)要件が満たされる場合には、運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的な根拠が認められない限り、(b)要件が満たされることが推認されるということができる。

(2) そして、前記2のとおり、本件適合性審査に係る巨大噴火の可能性評価において、本件5カルデラについて(a)要件が満たされる一方、運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的な根拠は存しない。原告らの証拠をみても、運用期間中に巨大噴火が発生するか否かは分からないという趣旨のものにとどまり、これが発生する科学的に合理性のある具体的な根拠は示していない（仮に火山学

的に具体的根拠として示されていると評価され得るものであれば、巨大噴火を想定した対策が国家の喫緊の課題として取り組まれているはずである。)。したがって、(b)要件が満たされることは明らかである。

4 結論

以上のとおり、本件5カルデラの巨大噴火の可能性評価については、本件各要件の充足性が認められる。参加人は、本件申請において、これと同旨の判断の下、本件5カルデラの運用期間中における巨大噴火の可能性は十分小さいと評価した上で、本件5カルデラの巨大噴火より後の噴火のうち、敷地からの距離と噴出物量の関係から本件各原子炉施設に影響を及ぼす最大規模の噴火である九重第1噴火を想定し、同噴火における到達可能性が十分小さいとしたものであり、原子力規制委員会は、上記の申請内容を検討し、本件各要件に沿い、火山ガイドを踏まえたものであって妥当と判断している（乙第132号証・64ないし67ページ）。

よって、原子力規制委員会の上記判断は、現在の火山学の知見を踏まえた合理的なものであり、本件適合性審査には、看過し難い過誤、欠落があるといえないことは明らかである。

第6 巨大噴火に関する原告らの主張に対する反論

1 広島高裁即時抗告審決定は火山ガイドの独自の解釈に基づいた巨大噴火の可能性評価をしており誤りであること

(1) 原告らは、自らの主張の根拠として広島高等裁判所平成29年12月13日即時抗告審決定^{*47}（以下「広島高裁即時抗告審決定」という。甲第93号

*47 広島高等裁判所平成29年12月13日即時抗告審により仮処分決定がなされたが、債務者による異議申立がなされた結果、広島高等裁判所平成30年9月25日異議審により即時抗告審決定は取り消された（広島高裁異議審決定、被告第24準備書面第3の3(4)エ(i)c・48ないし52ページ参照）。

証)を挙げた上で、参加人による検討対象火山の活動可能性や到達可能性の評価が不合理であると主張するようである(原告ら準備書面(13)第2の4(1)及び(2)における「原告らの主張」・9, 13ないし15ページ)。

(2) 広島高裁即時抗告審決定は、「当裁判所の考える上記社会通念に関する評価」(甲第93号証・365ページ)として、「発生頻度が著しく小さくしかも破局的被害をもたらす噴火によって生じるリスクは無視し得るものとして容認するというのが我が国の社会通念ではないかとの疑いがないではなく」(同号証・363ページ)としており、その上で、「このような観点からすると、火山ガイドが立地評価にいう設計対応不可能な火山事象に、何らの限定を付すことなく破局的噴火(VEI7以上)による火砕流を含めると解することには、少なからぬ疑問がないわけではない。」(同号証・363ページ)としている。

ところが、「当裁判所の考える上記社会通念に関する評価と、最新の科学的、技術的知見に基づき社会がどの程度の危険までを容認するかなどの事情を見定めて専門技術的裁量により策定した火山ガイドの立地評価の方法・考え方の一部との間に乖離があることをもって、(中略)火山ガイドが考慮すべきと定めた自然災害について(中略)限定解釈をして判断基準の枠組みを変更することは、上記の原子炉等規制法及びその原子炉等規制法の委任を受けて制定された設置許可基準規則6条1項の趣旨に反し、許されないと考える。」(同号証・365ページ)としている。

すなわち、広島高裁即時抗告審決定は、「発生頻度が著しく小さくしかも破局的被害をもたらす噴火によって生じるリスクは無視し得るものとして容認するというのが我が国の社会通念ではないかとの疑いがないではな」としつつも、火山ガイド自体には、巨大噴火(破局的噴火)につき限定的に取り扱う旨の記載がない以上、火山ガイドを限定解釈して判断基準の枠組みを変更することは許されないとしたものと解され、その上で、阿蘇カルデラの

巨大噴火の可能性が十分小さいとはいえないとしたものである。

- (3) しかしながら、火山ガイドにおける巨大噴火の可能性評価の方法は、巨大噴火に係る社会通念を考慮し、現在の火山活動が巨大噴火が差し迫った状態でないことを確認した上で、運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理性がある具体的な根拠があるとはいえないことを確認するものであり、これは広島高裁即時抗告審決定も判示するとおり、原子力規制委員会において、巨大噴火に関し「社会がどの程度の危険までを容認するか」を考慮した評価方法である。そして、火山ガイドにおける巨大噴火の可能性評価の中で考慮されている巨大噴火に係る社会通念と、広島高裁即時抗告審決定が「当裁判所の考える上記社会通念に関する評価」において述べる社会通念は、おおむね同様である。

この点については、本件報告（乙第158号証・「原子力発電書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」）で具体的に示されているとおりであり、火山ガイドに「社会通念」という用語が形式的に用いられているか否かによって、火山ガイドが巨大噴火に係る社会通念を考慮しているか否かが異なることになるものではない。それにもかかわらず、広島高裁即時抗告審決定は、「当裁判所の考える上記社会通念に関する評価と（中略）火山ガイドの立地評価の方法・考え方の一部との間に乖離がある」として、火山ガイドが巨大噴火に係る社会通念を考慮していないことを前提とした判示をしており、火山ガイドにおける巨大噴火の可能性評価を誤解したことが明らかである。

すなわち、広島高裁即時抗告審決定は、火山ガイドにおける巨大噴火の可能性評価について、火山ガイドの字句のみをあまりに表層的に理解し、巨大噴火の可能性の評価に当たり当然に考慮すべき巨大噴火に係る社会通念を無視した結果、巨大噴火とそれ以外の火山活動の評価手法について区別して考えるという原子力規制委員会の考え方を正解することなく、伊方発電所3号

機の原子炉の運用期間中に、阿蘇カルデラの巨大噴火の可能性が十分小さいとはいえないと判示しているのもあって、巨大噴火の可能性評価に誤りがあることは明らかである。

- (4) さらに、広島高裁即時抗告審決定は、「運用期間中における検討対象火山の活動可能性が十分小さいかどうかを判断できると認めるに足りる証拠はない。」(甲第93号証・350ページ)とした上で、「かえって、(中略)現時点での噴火予測についての火山学の一般的な知見は、以下のようなものであると認められる。」(同号証・351ページ)と判示しているが、そこで引用している疎明資料は、藤井敏嗣東京大学名誉教授(以下「藤井教授」という。)の見解を除いては、的確な時期及び規模を推定して認定することができないという、いわゆる噴火「予測」ができないことを述べているにとどまり、検討対象火山の活動可能性を評価することができないとしているものではない。

これまで繰り返し述べたとおり、火山の活動可能性の評価と噴火予測は全く異なるものであって、噴火予測ができないからといって、火山の活動可能性が評価できないというものではないのであり、およそ両者は比較することができないものなのである。それにもかかわらず、広島高裁即時抗告審決定が、火山の活動可能性の評価と噴火予測を上記のように比較していることからすると、広島高裁即時抗告審決定もまた、両者の違いを正解せずに、混同していると認められる。

- (5) なお、念のため、広島高裁即時抗告審決定が引用する前記の疎明資料について言及すると、同疎明資料は、「火山学者緊急アンケート」(甲第95号証・574ページ以下)、「町田洋陳述書」、「須藤靖明陳述書」、「原子力施設における火山活動のモニタリングに関する検討チーム提言とりまとめ」(乙第231号証)、「わが国における火山噴火予知の現状と課題」(甲第96号証。以下「藤井(2016)」という。),「科学V o 1 . 8 5 , N o 2」である。

これらのうち、本件訴訟において原告らから提出されている証拠（甲号証の証拠番号を付記したもの）については、後記2（87ページ以下）のとおり、原子力規制委員会の巨大噴火の可能性評価の基本的な考え方を否定する証拠とは評価し得ない。

他方、「町田洋陳述書」、「須藤靖明陳述書」、「科学V o 1. 8 5, N o 2」は、本件訴訟では証拠提出されていないため、詳細は判然としないが、決定文の引用を見る限り、「町田洋陳述書」は、「したがって近い将来噴火が起こる確率は0に近い、とは断言し難いのです。」、「これによって破局的噴火までの時間的猶予を予測できる理論的根拠にはなりません。」と、将来の巨大噴火の可能性を抽象的に述べるにすぎない。

また、「須藤靖明陳述書」も、「まずお分かりいただきたいのは、現在の科学研究では、火山についての噴火の時期も規模も形態様式もまた推移や継続時間も、予測することは出来ないというのが、大多数の火山研究者の共通認識だということです。」、「現段階では、阿蘇カルデラにおいて、近い将来にカルデラ噴火を引き起こすようなマグマ溜まりは、あるとも、ないとも確定的な判断はできません。」、「いずれVEI 7級の阿蘇5はあると見るのが、常識的で科学的な評価です。」などと述べ、巨大噴火の時期及び規模を的確に予測できないという趣旨のことを述べるとともに、破局的噴火の抽象的な可能性を述べているにすぎない。

さらに「科学V o 1. 8 5, N o 2」は、「現代火山学は、どのような観測事実があれば大規模カルデラ噴火を予測できるか（あるいは未遂に終わるか）についての知見をほとんど持ちあわせていない。」として、上述の「須藤靖明陳述書」同様に、巨大噴火の時期及び規模を的確に予測できないという趣旨のことを述べているにすぎない。

なお、「原子力施設における火山活動のモニタリングに関する検討チーム提言とりまとめ」においては、「VEI 6以上の巨大噴火に関しては発生が

低頻度であり、モニタリング観測例がほとんど無く、中・長期的な噴火予測の手法は確立していない。」(乙第231号証・11ページ)としているが、これもまた、巨大噴火の規模及び時期を的確に予測できないという趣旨のものにすぎない。

2 原告らが主張の根拠とする火山学者の見解は、本件5カルデラの巨大噴火が差し迫った状態であることや、運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的な根拠を何ら述べていないこと

(1) 原告らが「現時点での噴火予測についての火山学の一般的知見」(原告ら準備書面(13)・10ページ)として挙げる以下の証拠における火山学者の見解は、いずれも、破局的噴火の抽象的な可能性を示すにとどまるものであり、本件5カルデラの巨大噴火が差し迫った状態にあることや、運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的な根拠を何ら述べていない。

ア 「火山学者緊急アンケート」(甲第95号証)において、藤井教授は、「適切な噴火発生モデルを提示できない段階で切迫度を検討するとしたら、平均発生間隔に依拠することなく、カルデラ噴火が複数回発生した阿蘇山では最短間隔が2万年であることを考慮すべきである。すなわち、最終噴火から2万年を経過したカルデラ火山は既に再噴火の可能性のある時期に到達したと考えるべきであろう。」(同号証・577ページ)と述べるが、火山地質学、岩石学、地球物理学等の種々の知見を全く考慮することなく、単純に最短の噴火間隔のみから巨大噴火の可能性があると指摘するのみであり、飽くまで抽象的な可能性を述べるものといわざるを得ず、本件5カルデラの巨大噴火が差し迫った状態にあることや、運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的な根拠を何ら述べていない。

イ また、前記アンケート(甲第95号証)において、小山真人静岡大学防

災総合センター教授は、「過去の噴火履歴の検討により、日本のどこかでカルデラ火山の巨大噴火（VEI 7程度）が起きる確率はおおよそ1万年に1回程度であることがわかっています（最新のものは鬼界カルデラの7300年前の巨大噴火）。したがって、今後1万年間に日本列島のどこかでカルデラ火山の巨大噴火が起きる確率は、ほぼ100%とみてよいでしょう。今後100年間では1%程度ということになります。」「今後1万年間に川内原発に火砕流が到達する確率は40%程度と思われます。今後100年間に言い換えれば0.3～0.4%となります。」（同号証・575ページ）と述べるが、単純な確率評価を行っているのみであって、現在の火山活動は巨大噴火が差し迫った状態であることや、運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的な根拠がある見解とは到底いえない。

ウ さらに、「藤井(2016)」(甲第96号証)において、藤井教授は巨大噴火の可能性評価について触れており、「カルデラ噴火は原子力発電所の稼働問題で社会的に注目を集めたが、科学的な切迫度を求める手法は存在しない。原子力発電所の稼働期間中にカルデラ噴火の影響をこうむる可能性が高いか低いかという判定そのものが不可能なはずである。このような判定を原子力発電所設置のガイドラインに含むこと自体が問題であろう。」（同号証・220ページ）と述べているが、藤井教授の上記見解は、将来の火山活動の可能性を考慮するとしているIAEA・SSG-21（被告第24準備書面第3の4(3)ウ・87ないし89ページ）とも齟齬するものである。

また、藤井教授の見解が、数値モデル等の確立した噴火モデルがなく、火山学的に直接的な評価手法が存在しないことを問題視しているのであれば、火山ガイドは、藤井教授が述べるような評価手法によって運用期間中の巨大噴火の可能性を評価するものではなく、各種の調査を尽くし、最新

の火山学の知見を踏まえることはもとより、巨大噴火に係る社会通念も適切に考慮し、現在の火山の活動状況は巨大噴火が差し迫った状況にないことを確認した上で、運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的な根拠が認められない限り、巨大噴火の可能性が十分小さいとし、モニタリングの一定の措置を講じさせた上で、「災害の防止上支障がないもの」（原子炉等規制法43条の3の6第1項4号）とするのを相当と判断するものである。藤井教授の見解は、このような火山ガイドの考え方を正解しておらず、当を得ていない。

(2) 以上のように、原告らが主張の根拠とする火山学者の見解は、原子力規制委員会の巨大噴火の可能性評価の具体的方法が不合理であると述べているものではなく、本件5カルデラについて、現在の活動状況は巨大噴火が差し迫った状況であることや、運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的な根拠を述べているものでもない。

3 原告らのNagaoka (1988) に関する主張は根拠がなく理由がないこと

(1) 原告らは、参加人がNagaoka(1988)で述べる噴火ステージ論（破局的噴火に先行してプリニー式噴火が発生するプリニー式噴火ステージ、破局的噴火ステージ、中規模火砕流噴火ステージ、後カルデラ噴火ステージ）を参考に阿蘇の火山評価を行ったことに対して、広島高裁即時抗告審決定を根拠に、「現時点が破局的噴火直前の状態でないことが認められるにとどまり、本件発電所の運用期間中における活動可能性が十分小さいとまで判断することはできない」旨主張する（原告ら準備書面(13)第2の4(1)イ・8及び9ページ）。

(2) しかしながら、前述のとおり、広島高裁即時抗告審決定は、運用期間中の検討対象火山の活動可能性評価と噴火予測を混同したものであり、火山ガイドにおける巨大噴火の可能性評価の解釈を誤ったものである。（前記1(3)及び(4)・84ページ以下）。これをおくにしても、原告らのいう破局的噴

火は、巨大噴火に含まれると解されるところ、本件適合性審査においては、Nagaoka(1988)（乙第160号証の1及び2，丙第32号証）のみを根拠として、本件5カルデラ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判断したものではなく、マグマ溜まりの状態や噴火間隔等に係る火山学的知見を総合的に検討し（前記第4の2・36ページ以下，乙第193号証・11ないし36ページ），上記の状態ではないと判断したものであって（乙第132号証・64ないし66ページ），Nagaoka(1988)については、本件5カルデラが後カルデラ期にあるという火山学的に広く肯定されている知見を裏付ける資料の一つとして用いられたものにすぎない。加えて、本件適合性審査においては、Nagaoka(1988)が述べる噴火サイクルのとおり噴火が進行するとか、大規模火砕流噴火以前にプリニー式噴火が必ず発生するなどと認定するものでもない（同号証・同ページ）。

したがって、原告らの上記主張自体に根拠がなく、理由がない。

4 ドルイット論文を根拠に火山噴火を事前に予測することは不可能であり、本件5カルデラにおけるVEI7以上の噴火の活動可能性は十分小さいと評価することはできないとの原告らの主張には理由がないこと

- (1) 原告らは、原子力施設における火山活動のモニタリングに関する検討チーム第1回会合での藤井教授の発言を根拠に、ドルイット論文はカルデラ一般について述べたものではない上、ドルイット論文に基づく噴火の前兆把握に関する議論は、論文の著者によって明確に否定されていることからすると、「ドルイット論文を論拠に、火山噴火を事前に予測することは不可能であり」、本件5カルデラにおける「運用期間中のVEI7以上の噴火の活動可能性は十分に小さいと評価することはできない」旨主張する（原告ら準備書面(13)第2の4(1)のうち、9及び10ページ）。
- (2) しかしながら、ドルイット論文の知見については、「普遍性のある事象として用いるには他の火山での検証が必要である。」ものの（乙第231号証），

現時点では、実証的な研究としてこれに反する結果は認められておらず（乙第232号証・27ページ）、上記知見を最新の火山学的知見の一つとして採用することには相応の合理性が認められる。ドルイット論文においても、「別の火山においても、カルデラ噴火前の同様の時間スケールで、（休止期間）末期段階での膨大な量の再充填が起きたという事実（証拠）とも矛盾しない。」（乙第207号証・5枚目）と述べられており、ミノア噴火のみならず、他の火山への適用を否定していない。また、小林教授は、巨大噴火直前には広域的な地盤の上昇があることを肯定しており（丙第50号証・33及び34ページ）、ドルイット論文の知見と整合する。これらのことを併せ考慮すれば、本件適合性審査において、巨大噴火の可能性評価を総合的に考慮するに当たり、ドルイット論文の知見を考慮要素の一つとしたことには、合理性が認められる。

よって、原告らが根拠とする藤井教授の発言は、原子力規制委員会がドルイット論文の知見がそのまま妥当するものと判断しているかのように誤解したのか、今後検証が必要であることを指摘したものにすぎず、これを根拠とした原告らの主張には、理由がない。

5 阿蘇4の噴火により設計対応不可能な火山事象である火砕流が本件各原子炉施設の敷地に到達する可能性は十分小さいとはいえず、火山ガイドに反し立地不適であるとする原告らの主張には理由がないこと

(1) 原告らは、「原子力発電所運用期間中の火山活動の噴火や規模などを的確に予測することを前提としている点で（火山）ガイドは不合理である」（原告ら準備書面(13)第2の4(3)・15ページ）とした上で、阿蘇カルデラの活動可能性は十分小さいと判断できないことから、同カルデラの噴火規模は「過去最大規模を想定して検討する必要がある」（同ページ）とする。そして、広島高裁即時抗告審決定を根拠に、「阿蘇カルデラにおける阿蘇4噴火は、160kmまで到達したとされ、本件発電所敷地までは120kmであ

り、本件敷地に到達していたことは高度に推認される」(同ページ)として、阿蘇4の噴火により火砕流が本件各原子炉施設の敷地に到達する可能性が十分小さいとはいえないことから、同敷地は火山ガイドに反し立地不適である旨主張する(原告ら準備書面(13)第2の4(2)、同(3)及び第2の5・12ないし16ページ)。

(2) しかしながら、被告第24準備書面第4(92ないし95ページ)において述べたとおり、火山ガイドは、飽くまで原子力発電所の運用期間中に限定し、活動可能性や設計対応不可能な火山事象の到達可能性を通じて、抽出された検討対象火山の当該原子力発電所に対する影響を評価するものであり、火山の噴火の規模、時期を的確に予測することを求めるものでも、これが的確にできることを前提とするものでもないのであるから、火山ガイドが「火山活動の噴火や規模などを的確に予測することを前提としている」との原告らの主張は、およそ火山ガイドを正解しないものであって、その前提において誤りである。

(3) また、原告らは、阿蘇カルデラの活動可能性は十分小さいと判断できないことから過去最大の噴火規模を想定すべき旨主張するが、前記第5の2(3)(64ページ以下)において述べたとおり、現在の阿蘇カルデラの活動状況は巨大噴火が差し迫った状態ではないことを裏付ける複数の火山学の知見が存在し、複数の火山学者も上記状態ではないことを肯定しており、また、上記状態にあることを具体的に示す火山学的知見や火山学者の見解も見当たらない。そして、原子力規制委員会も本件適合性審査において、現在の阿蘇カルデラの活動状況は巨大噴火が差し迫った状態ではない((a)要件)と判断している。その上で、参加人は、阿蘇カルデラについては、現在の噴火ステージ(後カルデラ火山噴火ステージ)における既往最大規模を考慮しても本件各原子炉施設に影響を及ぼさないと評価し、原子力規制委員会は、参加人が本件各原子炉施設の運用期間に設計対応不可能な火山事象が本件各原子炉

施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価していることは妥当と判断した（前記第4の2(3)・38ページ以下、乙第132号証・64ないし66ページ）。

なお、原告らは、阿蘇4噴火による火砕物密度流が本件各原子炉施設の敷地に到達していた可能性が高い旨主張するが、参加人による阿蘇カルデラに関する地質調査の結果、敷地から半径30キロメートルの範囲には阿蘇4火砕流堆積物が複数箇所を確認されるものの、本件各原子炉施設の敷地においては認められていないことから立地不適の問題は生じず、火山ガイドに反しないことは明らかである（前記第4の2(3)・38ページ以下）。

(4) よって、設計対応不可能な火山事象の評価において、阿蘇カルデラの阿蘇4噴火による火砕流を想定して到達可能性を評価し立地不適であるとする原告らの主張は、その前提において誤りであり、理由がない。

第7 降下火砕物の影響評価に関する本件適合性審査の合理性

1 原告らの主張要旨

(1) 原告らは、参加人による本件各原子炉施設に係る降下火砕物の影響評価に対して、①「本件発電所の運用期間中に阿蘇山においてVEI6（中略）以上の噴火が生じる可能性が十分に小さいと評価することはでき」ず、「阿蘇カルデラにおいて阿蘇4噴火（中略）と同規模の破局的噴火がおこれば、本件敷地での火山灰堆積は20cmを超えることは十分考えられる」（原告ら準備書面(13)第3の2(2)・17ページ）ことからすると、参加人による最大層厚及び密度の設定は過小評価であり、また、②火山ガイドが要求する、火山灰の侵入によ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いことについて、「20cm以上の層厚に対して、設計あるいは運転対応が可能なことが示されていないなければならない」（同第3の3・17及び18ページ）ところ、かかる証明がされていない旨主張する。

(2) 以下では、前記(1)の原告らの主張に対し、まず、降下火砕物の影響評価に関する本件適合性審査の合理性を説明した上で（後記2）、これに関する原告らの主張に理由がないことを明らかにする（後記3）。

2 降下火砕物の影響評価に関する本件適合性審査の合理性

原子力規制委員会は、前記第4の2(5)ないし(10)（43ページ以下）のとおり、降下火砕物の影響評価に関する本件適合性審査において、参加人の評価が妥当であるとしたものであるが、その具体的な理由は、以下のとおりである。

(1) 審査の概要

参加人は、立地評価を踏まえた上で、本件各原子炉施設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、降下火砕物のみが影響を与える可能性のある火山事象であるとした上で、降下火砕物については、VEI7以上の噴火の可能性を否定した火山による広域テフラ以外の降下火砕物は敷地及び敷地付近には認められないことから^{*48}、敷地からの距離と噴出物量との関係から敷地への影響が最も大きい九重山における約5万年前の九重第1噴火による噴出量 6.2 km^3 規模の噴火を考慮した。そして、九重第1噴火による火山灰の堆積量の推定についてシミュレーションによる検討を行い、シミュレーション結果による最大層厚が2.2センチメートルとなったことから、自然現象における不確かさを踏まえ、敷地において考慮する降下火砕物の層厚を10センチメートルとした（乙第132号証・67ページ）。また、参加人は、降下火砕物が設計基準対象施設の安全機能に及ぼす影響として、荷重、閉塞、摩耗、外部電源の喪失及び本件各原子炉施設へのアクセスの制限等の影響を選定した上で、その影響により安全機能が損なわれないことを評価した（乙第132号証・68ないし72ページ）。

これに対し、原子力規制委員会は、上記の参加人の評価が合理性を有すると判断

*48 乙第132号証・67ページにはこのように記載されているところ、その趣旨については、脚注28（43ページ）を参照されたい。

したものである。

- (2) 九重第1噴火を対象として降下火砕物の層厚を10センチメートルと想定することが合理的であること

ア 降下火砕物の層厚の想定

参加人は、原子力発電所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子力発電所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、それらが噴火した場合、原子力発電所の安全性に影響を与える可能性を検討した。

まず、運用期間中の噴火規模について、本件5カルデラにおける噴火は現在の噴火ステージ（後カルデラ火山噴火ステージ）における既往最大の噴火を、その他の火山については既往最大の噴火を評価対象とし、その上で火山事象について評価した。その結果、運用期間中に考慮する噴火規模と本件各原子炉施設との位置関係を踏まえ、降下火砕物（火山灰）については、九重山における九重第1噴火（約5万年前、噴火規模は噴出量約 6.2 km^3 ）によるものが敷地において最も影響が大きいと考えられた。これに加えて、文献調査及び地質調査によって敷地及び敷地付近に降下火砕物が認められないことを踏まえ、参加人は、敷地において考慮する降下火砕物の層厚を、より保守的に10センチメートルと評価したものである（乙第132号証・67ページ）。

イ 降下火砕物の層厚の想定が合理的であること

- (7) 火山ガイドは、降下火砕物に関し、原子力発電所の敷地及びその周辺の地質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影響評価することとし、また、降下火砕物は浸食等で厚さが少な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こととしている（火山ガイド6．〔乙第144号証・11ページ〕）。

このように、火山ガイドが原子力発電所及びその周辺から実際に認められる

降下火砕物の堆積量を根拠とするのは、閾値設定の方法として信頼性があり明確であるからである。また、この方法は、IAEA・SSG-21において「決定論的アプローチでは、サイトにおける火山灰降下堆積物に対する最大想定厚の閾値を設定するのがよい。例えば、類似する火山の噴火からの実際の堆積物を用いて、可能性のある火山に対するサイトの堆積物の最大厚を定義することができる。」(IAEA・SSG-21項目6.8 [乙第169号証の1・38及び39ページ, 同号証の2・31ページ])とされていることと整合するものである。

そして、本件各原子炉施設の敷地及び敷地付近の地質調査及び文献調査の結果、見付かった降下火砕物は、VEI7以上の巨大噴火が本件各原子炉施設の運用期間中に発生する可能性は十分小さいと評価された九州の火山による広域テフラ(過去の巨大噴火によるもの)であったところ、原因となる巨大噴火の発生可能性は十分に小さいのであるから、参加人がそのような降下火砕物を評価対象外としたことには合理性がある。また、参加人は、地質調査の結果、将来の活動可能性がある検討対象火山におけるVEI6以下の噴火による降下火砕物も認められなかったものの、敷地に対して最も影響が大きい降下火砕物として、敷地からの距離と噴出物量との関係から九重山における約5万年前の九重第1噴火による噴出量 6.2 km^3 の噴火(乙第236号証・287ないし289ページ)を考慮した。そして、移流拡散モデルを用いたシミュレーションを実施した結果、最大層厚は2.2センチメートルとなったが、自然現象における不確かさを踏まえ、より保守的な評価とするために、敷地における降下火砕物の最大層厚を10センチメートルと設定したものである。

以上の判断は、敷地付近の地質調査に加え、文献調査の内容を踏まえており、合理性を有するといえる。

その上で、シミュレーションコードの適用範囲には限界があることを考慮し、シミュレーションにより火山灰の層厚を算出する手法は、飽くまで補助的に用

いるものとしているのである。

(イ) 以上のとおり、本件適合性審査において、地質調査等の結果を前提とし、降下火砕物の層厚を保守的に10cmと設定したことは合理的である。

(3) 降下火砕物の直接的影響に対する設計方針が合理性を有すること

ア 降下火砕物による非常用ディーゼル発電機の吸気系の閉塞に関する影響評価が合理性を有すること

(7) 参加人は、降下火砕物の直接的影響に対する設計方針として、非常用ディーゼル発電機に対する機械的影響（降下火砕物による設備の閉塞）について評価した。

具体的には、本件各原子炉施設における非常用ディーゼル発電機の吸入空気の流れは、下から吸い上げる構造となっていて、降下火砕物が侵入し難い構造であり、また、水分を含んだ降下火砕物は密度が増し、より侵入する可能性が低く、さらに、層状フィルタにより粒径0.12ミリメートル以上のものは90%以上捕集できることから、降下火砕物により非常用ディーゼル発電機の吸気系機能に影響を及ぼすことはないと評価した（乙第237号証・6条（火山）別添1-89及び92、乙第225号証の3・14ページ）。

(イ) また、参加人は、非常用ディーゼル発電機の吸気が、下方から吸気するため、降下火砕物を吸い込み難い構造であると考えられるものの、更にフィルタを設置することで、フィルタメッシュにより大きな降下火砕物が内部に侵入しにくい設計としている。また、粒径の小さい降下火砕物については、粒子の降下速度が遅く、吸い込む可能性を否定できないことから、非常用ディーゼル発電機については、吸気フィルタの交換、清掃作業をすることが可能な構造とすることで、降下火砕物により閉塞しない設計としている（乙第237号証・6条（火山）別添1-21及び22）。

そして、フィルタ閉塞までの時間については、アイスランド南部エイヤヒヤトラ氷河で発生した比較的噴火規模の大きい火山事象を対象とし、噴火地点か

ら約40キロメートル離れたヘイマランド地区における大気中の火山灰濃度値(3241 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)の観測記録を参考値として用い、これが全て吸い込まれたと想定して、非常用ディーゼル発電機の吸気フィルタの閉塞までの時間を試算し、約24.8時間運転が可能であるという結果を示した。そして、当該吸気フィルタを予備のものに交換する場合、非常用ディーゼル発電機の吸気フィルタは8つに分割されており、個別に取り外し、取付作業を行うため複数の組に分けて同時作業が可能である上、フィルタ取替作業は、ボルトの取外し・取付けのみの単純なもので複雑な作業を必要としないことから、フィルタ交換に要する時間は要員5名で約1時間程度を見込んでいる(乙第237号証・6条(火山)別添1-95ないし98)。

さらに、エイヤヒャトラ氷河における火山噴火での降下火砕物濃度を上回る、噴火口からの観測地点の距離が135キロメートルであるセントヘレンズ火山噴火の観測データ(観測濃度33,400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)を用いて試算した場合、非常用ディーゼル発電機の吸気フィルタが閉塞するまでの時間は約2.4時間となるが、前記のとおり予備の吸気フィルタに交換することで対応が可能である(乙第237号証・6条(火山)別添1-96)。

(5) 以上のとおり、そもそも、非常用ディーゼル発電機については、その構造上、降下火砕物を吸い込んで、吸気系機能に影響を及ぼすことが考え難く、また、非常用ディーゼル発電機の閉塞時間と吸気フィルタの取替え時間の想定には合理性があることに照らし、降下火砕物によって非常用ディーゼル発電機の吸気系フィルタが閉塞し、その機器の機能に影響が生じることは考え難い。したがって、降下火砕物による非常用ディーゼル発電機の吸気系の閉塞に関する参加人の影響評価は合理性を有する。

イ 降下火砕物による非常用ディーゼル発電機の機関の摩耗に関する影響評価が合理性を有すること

(7) 参加人は、降下火砕物の直接的影響に対する設計方針として、非常用ディー

ゼル発電機の機関に対する機械的影響（降下火砕物による設備の摩耗）について評価したところ、前記ア(7)で述べたとおり、本件各原子炉施設における非常用ディーゼル発電機の吸入空気の流れは、下から吸い上げる構造となっていて、降下火砕物が侵入し難い構造であり、また、水分を含んだ降下火砕物は密度が増し、より侵入する可能性が低く、さらに、層状フィルタにより粒径0.12ミリメートル以上のものは90%以上捕集できることから、降下火砕物により非常用ディーゼル発電機の吸気系機能に影響を及ぼすことはないと評価した。

さらに、仮に降下火砕物が侵入した場合においても、送気された降下火砕物は、粒径がシリンダとピストンの間隙（数 μm ～数十 μm ）と同程度のものは、当該間隙内に侵入しシリンダとピストンの摩耗発生が懸念されるが、降下火砕物は破碎しやすく、硬度が小さいこと、また、シリンダ及びピストンはブリネル硬さ^{*49}230程度の耐摩耗性を有する鋳鉄材であり、これまでの定期点検において有意な摩耗は確認されていないことから、降下火砕物による摩耗が設備に影響を与える可能性は小さい。（乙第237号証・6条（火山）別添1-90ページ、乙第225号証の3・14ページ、乙第225号証の4・35及び36ページ）。

また、仮に降下火砕物が侵入したとしても降下火砕物は破碎しやすいことから、シリンダとピストンとの接触により破碎され、シリンダとピストン間に形成された潤滑油と共にクランクケース内へ降下するため、運転への影響は軽微であると評価した（乙第237号証・6条（火山）別添1-90）

(4) 以上のとおり、そもそも、非常用ディーゼル発電機の機関に降下火砕物が侵

*49 ブリネル硬さとは、球形の金属を、硬さを量りたい材料に、ある力で一定時間押し当てた後、荷重を除いた後に残ったくぼみの面積を測定し、算出する硬さ（押し込み硬さ）の尺度をいう。

入することは考え難く、仮に侵入した場合であっても、降下火砕物は硬度が低く、他方、非常用ディーゼル発電機の機関には硬度の高い摩耗に強い素材が使用されているため、降下火砕物による摩耗によってその機器の機能に影響が生じるとは考え難いのであるから、降下火砕物による非常用ディーゼル発電機の機関の摩耗に関する参加人の影響評価には合理性があるといえる。

3 参加人による降下火砕物の最大層厚及び密度の設定は過小評価であるとする原告らの主張に理由はないこと

(1) 原告らの主張要旨

原告らは、「始良カルデラの破局的噴火は、近畿地方ですら20cm以上の火山灰堆積がみとめられて」いること、須藤ほか（甲第98号証）において「阿蘇カルデラの地下には、少なくとも体積14.1km³～33.5km³のマグマ溜まりが存在」し、「マグマ溜まりの状態から見て、本件発電所の運用期間中に阿蘇山においてVEI6（中略）以上の噴火が生じる可能性が十分に小さいと評価することはできない」こと、「阿蘇カルデラにおいて阿蘇4噴火（中略）と同規模の破局的噴火がおこれば、本件敷地での火山灰堆積は20cmを超えることは十分考えられる」こと等からすると、参加人が設定した降下火砕物の最大層厚及び各密度は過小評価である旨主張する（原告ら準備書面(13)第3の2(1)及び(2)・16及び17ページ）。

(2) 原告らの主張は、本件各原子炉施設の運用期間中に巨大噴火が発生し得るという抽象的な主張を前提とするものであり、火山学の知見に的確に裏付けられているものでもなく、理由がないこと

しかしながら、原告らの主張は、本件5カルデラにおいて噴火規模が数十km³を超える巨大噴火の可能性を前提とするものと思われるところ、本件5カルデラの巨大噴火の可能性が十分小さいことは、前記第5（51ページ以下）のとおりである。そもそも、巨大噴火の可能性が十分小さいと評価できないのであれば立地不適となり、更に進んで影響評価を行う必要はなくな

るのであるから、降下火砕物の層厚を想定する前提を欠くことになる。本件適合性審査においては、本件5カルデラの巨大噴火の可能性が十分小さいと判断した上で、なお巨大噴火に至らない既往最大噴火を評価して降下火砕物の層厚を設定したのであるから、巨大噴火を前提とした降下火砕物の層厚を想定すべきとする主張は、そもそも本件適合性審査の在り方を正解しないものである。

また、原告らは、須藤ほか（甲第98号証）を挙げ阿蘇カルデラの地下には少なくとも体積14.1 km³～33.5 km³のマグマ溜まりが存在することを主張の根拠の一つとする（原告ら準備書面(13)第3の2(2)・17ページ）が、前記第5の2(3)（64ページ以下）のとおり、阿蘇カルデラを主な研究対象とする火山学者によって阿蘇カルデラには巨大噴火を引き起こす噴火能力を有する巨大なマグマ溜まりは存在せず、阿蘇カルデラ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する見解もあり、原告らが依拠する上記論文の見解が、特に科学的に合理性のある具体的なものであることを示すに足りる根拠は見当たらない。

以上のとおり、原告らの主張及び原告らが依拠する論文の見解は、いずれも降下火砕物の影響評価に関する本件適合性審査の合理性に影響せず、かかる見解等に基づく原告らの主張は理由がない。

4 20センチメートル以上の層厚となる降下火砕物に対して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いことの確認がされなければならないとする原告らの主張に理由はないこと

(1) 原告らの主張要旨

原告らは、前記3(1)における原告らの主張を前提に、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いことについて「参加人の10cmの層厚は明らかに過小評価であり、20cm以上の層厚に対して、設計あるいは運転対応が可能なことが示されていないが、「本

件発電所についてはこの確認がなされていない」ため、「参加人による基準適合判断の合理性の証明がされたとはいえないため、設置変更許可処分は設置許可基準規則6条1項に反し違法である」旨主張する（原告ら準備書面(13)第3の3及び4・17及び18ページ）。

(2) 原告らの主張は、本件各原子炉施設の運用期間中における巨大噴火の活動可能性評価を正解せず、独自の見解を述べるものであり理由がないこと

しかしながら、前記第3及び第4において述べたとおり、参加人は立地評価を踏まえた上で、本件各原子炉施設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、降下火砕物のみが上記安全性に影響を与える可能性のある火山事象であるとした上で、降下火砕物については、敷地に対して最も影響が大きい降下火砕物として九重第1噴火を考慮し、火山灰の堆積量の推定についてシミュレーションによる検討を行い、最大層厚として2.2センチメートルであったことを踏まえ、敷地における降下火砕物の最大層厚を保守的に10センチメートルと設定し、これに対し、原子力規制委員会は、上記参加人の評価は合理性を有すると判断した（前記第7の2・94ページ以下）。

よって、阿蘇カルデラにおいて阿蘇4噴火と同規模の噴火が起これば、本件敷地に20センチメートル以上の火山灰が堆積することは確実であるとして、20センチメートル以上の層厚の降下火砕物に対して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いことの確認が必要とする原告らの主張は、本件各原子炉施設の運用期間中における巨大噴火の活動可能性に関する評価を正解せず、独自の見解を述べるものであり、理由がない。

以上

略称語句使用一覧表

事件名 佐賀地方裁判所平成25年（行ウ）第13号

玄海原子力発電所3号機，4号機運転停止命令義務付け請求事件

原告 石丸ハツミ ほか383名

略称	基本用語	使用書面	ページ	備考
数字				
1990年勧告	ICRPの1990年勧告（乙第13号証）	第5準備書面	5	
1号機	福島第一発電所1号機	第5準備書面	33	
2007年勧告	ICRPの2007年勧告（乙第15号証）	第5準備書面	10	
2011年東北地方太平洋沖地震	平成23年（2011年）3月の東北地方太平洋沖地震	第21準備書面	8	
2号要件	（改正原子炉等規制法43条の3の6第1項2号で定められた） その者に発電用原子炉を設置するために必要な技術的能力があること	第2準備書面	32	
3号要件	（改正原子炉等規制法43条の3の6第1項3号で定められた） その者に重大事故（発電用原子炉の炉心の著しい損傷その他の原子力規制委員会規則で定める重大な	第2準備書面	32	

	<p>事故をいう。第43条の3の2第1項（中略）において同じ。）の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力その他の発電用原子炉の運転を適確に遂行するに足りる技術的能力があること</p>			
4号要件	<p>（改正原子炉等規制法43条の3の6第1項4号で定められた）発電用原子炉施設の位置、構造及び設備が核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物又は発電用原子炉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</p>	第2準備書面	30及び31	
英字				
(a)要件	<p>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ことが確認できる場合</p>	第25準備書面	52	
(a)ルート	<p>「壇他の式」（レシピ(12)式）と（レシピ(13)式）を用いてアスペリティ面積比を求める手順であり、M_0からスタートし、加速度震源スペクトル短周期レベルA、(13)式を経て、アスペリティの総</p>	第15準備書面	21	

	面積S a に至る実線矢印のルート			
(b)要件	運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的な根拠があるとはいえない場合	第25準備書面	52	
(b)ルート	地震モーメントの増大に伴ってアスペリティ面積比が増大する場合に、地震モーメント M_0 や短周期レベルAに基づきアスペリティ面積比等を求めるのではなく、「長大な断層」と付記された破線の矢印のとおり、アスペリティ面積比を約0.22の固定値に設定するルート	第15準備書面	21	
EL.	原子炉格納容器及び原子炉周辺建屋基礎底版位置の標高	第21準備書面	25	
IAEA	国際原子力機関	第20準備書面	15	
ICRP	国際放射線防護委員会	第5準備書面	5	
JNES	独立行政法人原子力安全基盤機構 (Japan Nuclear Energy Safety Organization)	第24準備書面	33	
Katoほか(2016)	Aitaro KATO (2016) (甲第77号証)	第17準備書面	35	
Sub	地下に存在する震源断層の長さ	第13準備書面	15	
MCCI	溶融炉心・コンクリート相互作用	第14準備書面	15	
MFCI	使用済み燃料プールへの注水不能による水位低下により、露出した	第5準備書面	34	

	燃料に、冷却不足によって破損、溶解が生じ、プール底面のコンクリートとの間で生じる相互作用			
PAR	静的触媒式水素再結合装置	第14準備書面	16	
PAZ	放射線被ばくにより重篤な確定的影響を回避する区域	第20準備書面	11	
PRA	確率論的リスク評価	第10準備書面	8	
PWR	加圧水型軽水炉（PWR）	第1準備書面	16	
Somerville規範	「Somerville et al. (1999)」においては、すべり量の平均値が「0.3」倍未満である場合にトリミングするとの規範	第13準備書面	33	
S波速度	せん断波速度	第13準備書面	64	
SRCMOD	Finite-Source Rupture Model Database（甲第88号証）	第15準備書面	46	
UPZ	確率的影響のリスクを合理的な範囲で最小限に押さえる区域	第20準備書面	16	
あ				
安全審査指針類	旧原子力安全委員会（その前身としての原子力委員会を含む。なお、平成24年9月19日の原子力規制委員会発足に伴い、原子力安全委員会は廃止され、その所掌事務のうち必要な部分は原子力規制委員会に引き継がれている。）が策定してきた各指針	第2準備書面	40	

安全重要度分類指針	発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針 (乙第238号証)	第25準備書面	45	
い				
伊方最高裁判決	最高裁判所平成4年10月29日 第一小法廷判決・民集46巻7号 1174ページ	第5準備書面	6	
井口教授	井口正人京都大学教授	第25準備書面	58	
イグナイタ	電気式水素燃焼装置	第22準備書面	32	
入倉氏	入倉孝次郎氏	第13準備書面	24	
入倉(2014)	入倉孝次郎=宮腰研=釜江克宏 「強震動記録を用いた震源インバージョンに基づく国内の内陸地殻内地震の震源パラメータのスケールリング則の再検討」	第6準備書面	24	
入倉ほか(1993)	入倉孝次郎ほか「地震断層のすべり変位量の空間分布の検討」	第15準備書面	39	
入倉・三宅(2001)	シナリオ地震の強震動予測	第6準備書面	5	
お				
大倉教授	大倉敬宏京都大学教授	第25準備書面	65	
汚染水	福島第一発電所建屋内等で生じた放射能を有する水	第2準備書面	6	
か				
改正原子炉等	平成24年法律第47号による改	第2準備書面	5	第1準

規制法	正後の原子炉等規制法 ※なお、平成24年改正前原子炉等規制法と改正原子炉等規制法を特段区別しない場合には、単に「原子炉等規制法」という。			備書面から略称を変更
解析値	断層面積及び地震モーメントの解 子炉等規制法」という。	第22準備書面	26	
火山ガイド	原子力発電所の火山影響評価ガイ	第24準備書面	5	
活火山法	活動火山対策特別措置法（昭和48年法律第61号）	第25準備書面	29	
カルデラ噴火	カルデアを形成するような大規模 カルデラ噴火	第24準備書面	12	
き				
菊地ほか（2003）	Kikuchi et al. (2003)（乙第83号証）	第15準備書面	46	
技術基準規則	実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則	第1準備書面	20	
技術的能力審査基準	実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準（原規技発第1306197号）（乙第41号証）	第9準備書面	5	
基準地震動による地震力	当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力	第6準備書面	6	

基本震源モデル	震源特性パラメータを設定したモデル	第6準備書面	10	
九州電力	九州電力株式会社	第1準備書面	4	
強震動予測レシピ	震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)(乙第33, 57, 79, 99号証)	第13準備書面	13	第12準備書面までは「地震本部レシピ」と略称定義
行訴法	行政事件訴訟法	第1準備書面	4	
け				
警戒地域	内閣総理大臣が指定する, 火山が爆発した場合には住民等の生命又は身体に被害が生ずるおそれがあると認められ, 火山の爆発による人的災害を防止するために警戒避難体制を特に整備すべき火山災害警戒地域	第25準備書面	29	
原告ら準備書面(1)	原告らの平成26年9月10日付け準備書面(1)	第5準備書面	6	
原告ら準備書面(2)	原告らの平成26年12月26日付け準備書面(2)	第5準備書面	5	
原告ら準備書面(3)	原告らの平成27年11月13日付け準備書面(3)	第7準備書面	4	

原告ら準備書面(4)	原告らの平成27年12月25日付け準備書面(4)	第8準備書面	4	
原告ら準備書面(6)	原告らの2016(平成28)年6月24日付け準備書面(6)	第11準備書面	5	
原告ら準備書面(7)	原告らの2016(平成28)年9月15日付け準備書面(7)	第12準備書面	7	
原告ら準備書面(8)	原告らの2016(平成28)年12月12日付け準備書面(8)	第13準備書面	9	
原告ら準備書面(9)	原告らの2017(平成29)年3月10日付け準備書面(9)	第13準備書面	9	
原告ら準備書面(10)	原告らの2017(平成29)年6月12日付け準備書面(10)	第14準備書面	7	
原告ら準備書面(11)	原告らの2017(平成29)年7月14日付け準備書面(11)	訴えの変更申立てに対する答弁書	5	
原告ら準備書面(12)	原告らの2017(平成29)年11月24日付け準備書面(12)	第15準備書面	10	
原告ら準備書面(13)	原告らの2018(平成30)年5月23日付け準備書面(13)	第24準備書面	5	
原告ら準備書面(15)	原告らの2018(平成30)年9月21日付け準備書面(15)	第22準備書面	8	
原災指針	原子力災害対策指針	第20準備書面	15	
原災法	原子力災害対策特別措置法	第20準備書面	15	
原子力災害対策重点区域	原子力災害が発生した場合において、住民等に対する被ばくの防護措置を短期間で効率的に行うため	第5準備書面	23	

	に、重点的に原子力災害に特有な対策が講じられる区域			
原子力発電工作物	電気事業法における原子力を原動力とする発電用の電気工作物	第2準備書面	29	
原子力利用	原子力の研究、開発及び利用	第1準備書面	13	
原子炉設置(変更)許可	原子炉設置許可又は原子炉設置変更許可を併せて	第2準備書面	30	
原子炉等規制法	核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律	第1準備書面	4	第2準備書面で略称を変更
こ				
広域地下構造調査(概査)	地震発生層を含む地震基盤から解放基盤までを対象とした地下構造調査	第18準備書面	49	
後段規制	段階的規制のうち、設計及び工事の方法の認可以降の規制	第2準備書面	16	
小林教授	小林哲夫鹿兒島大学名誉教授	第25準備書面	63	
近藤委員長	平成23年3月25日当時の内閣府原子力委員会委員長である近藤駿介	第5準備書面	6	
さ				
サイト	原子力施設サイト(敷地)	第24準備書面	32	
斎藤主任	斎藤元治産業技術総合研究所主任 研究員	第25準備書面	73	
災対法	災害対策基本法(昭和36年法律	第25準備書面	27	

	第223号)			
佐賀地裁決定	佐賀地方裁判所平成29年6月13日決定(乙第96号証)	第17準備書面	46	
参加人準備書面2	参加人の平成30年3月16日付け準備書面2	第21準備書面	28	
し				
敷地近傍地下構造調査(精査)	地震基盤から表層までを対象とした地下構造調査	第18準備書面	49	
事故防止対策	自然的条件及び社会的条件との関係をも含めた事故の防止対策	第3準備書面	5	
地震調査委員会(2007)	地震本部地震調査委員会「2005年福岡県西方沖の地震の観測記録に基づく強震動予測手法の検証について(中間報告)」	第13準備書面	68	
地震等検討小委員会	地震・津波関連指針等検討小委員会	第21準備書面	8	
地震等基準検討チーム	断層モデルを用いた手法による地震動評価に関する専門家を含めた発電用軽水型原子炉施設の地震・津波に関わる規制基準に関する検討チーム	第6準備書面	17	
地震動審査ガイド	基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド(乙第32号証)	第6準備書面	10	
地震本部	地震調査研究推進本部	第6準備書面	11	
地震本部長期	地震本部の「『活断層の長期評価	第18準備書面	22	

評価手法報告書	手法』報告書（暫定版）」（乙第100号証)			
地震本部レシピ	震源断層を特定した地震の強震動予測手法（乙第33号証)	第6準備書面	11	第13準備書面以降、「強震動予測レシピ」に略称変更
実用炉則	実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（昭和53年通商産業省令第77号)	第2準備書面	31	
島崎証言	島崎氏の名古屋高等裁判所金沢支部に係属する事件における証言	第17準備書面	19	
島崎提言	島崎氏による「最大クラスではない日本海『最大クラス』の津波」と題する論文における提言	第13準備書面	23	
島崎発表	平成27年の日本地震学会秋季大会を含めた複数の地震関係の学会において行われた、「入倉・三宅式」は過小評価をもたらすという内容の島崎氏の発表	第13準備書面	11	
重大事故	炉心等の著しい損傷に至る事故	第3準備書面	5	
重大事故等	重大事故に至るおそれがある事故又は重大事故	第3準備書面	6	

重大事故等対策	重大事故の発生防止対策及び重大事故の拡大防止対策	第3準備書面	5	
重大事故の拡大防止対策	重大事故が発生した場合における自然的条件及び社会的条件との関係をも含めた大量の放射性物質が敷地外部に放出される事態を防止するための安全確保対策	第3準備書面	5	
重大事故の発生防止対策	重大事故に至るおそれがある事故（運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故を除く。）が発生した場合における自然的条件及び社会的条件との関係をも含めた炉心等の著しい損傷を防止するための安全確保対策	第3準備書面	5	
常設重大事故緩和設備	重大事故緩和設備のうち常設のもの	第18準備書面	10	
常設重大事故防止設備	重大事故防止設備のうち常設のもの	第18準備書面	9	
常設耐震重要重大事故防止設備	常設重大事故防止設備であって、耐震重要施設に属する設計基準事故対処設備が有する機能を代替するもの	第18準備書面	9	
新規制基準	設置許可基準規則及び技術基準規則等	第1準備書面	20	
審査基準等	核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等に基づく	第2準備書面	39	

	原子力規制委員会の処分に関する 審査基準等			
す				
滑り分布モデル	国土地理院が示した、不均質なすべり分布を仮定したモデル「本震の震源断層モデル（滑り分布モデル）」（乙第94号証）	第17準備書面	38	
せ				
設置許可基準規則	実用発電所用原子炉及び附属施設の位置、構造及び施設の基準に関する規則	第1準備書面	4	
設置許可基準規則の解釈	実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306193号原子力規制委員会決定）（乙第9, 97, 201号証）	第3準備書面	6	
設置変更許可申請等	設置変更許可及び工事計画認可の各申請	第1準備書面	27	
設置法	原子力規制委員会設置法（平成24年6月27日法律第47号）	第1準備書面	19	
そ				
訴訟要件③①	救済の必要性に関して、一定の処分がされないことによる重大な損害を生ずるおそれがあること	第1準備書面	5	
訴訟要件④	原告らが、行政庁が一定の処分を	第1準備書面	5	

	すべき旨を命ずることを求めるにつき、法律上の利益、すなわち原告適格を有する者であること			
た				
耐震重要施設	設計基準対象施設のうち、地震の発生によって生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの	第18準備書面	8	
第2ステージ	地震モーメントが $M_0 \geq 7.5 \times 10^{18} \text{ Nm}$	第22準備書面	20	
武村（1998）	日本列島における地殻内地震のスケーリング則—地震断層の影響および地震被害との関連—	第6準備書面	5	
高松高裁決定	高松高等裁判所平成30年11月15日決定	第24準備書面	49	
武村式+片岡他の式手法	「壇他の式」を「片岡他の式」に置き換えた手法	第17準備書面	42	
田島ほか（2013）	田島礼子氏ほかによる「内陸地殻内および沈み込みプレート境界で発生する巨大地震の震源パラメータに関するスケーリング則の比較研究」（乙第94号証）	第17準備書面	61	
ち				
地質審査ガイド	敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド（平成	第3準備書面	6	

	25年6月19日原管地発第1306191号原子力規制委員会決定) (乙第10号証)			
地理院暫定解	平成28年熊本地震の震源断層モデル (暫定) (乙第93号証)	第17準備書面	36	
て				
適合性判断等	原子力規制委員会が本件各原子炉施設について行う, 原告らの主張する事項及び内容が設置許可基準規則に適合するか否かの判断並びに使用停止等処分の発令についての判断	第5準備書面	42	
と				
特定重大事故等対処施設	重大事故等対処施設のうち, 故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムにより炉心の著しい損傷が発生するおそれがある場合又は炉心の著しい損傷が発生した場合において, 原子炉格納容器の破損による工場等外への放射性物質の異常な水準の放出を抑制するた	第18準備書面	9	
ドルイット論文	Druitt et al. (2012)	第25準備書面	23	
な				
中田教授	中田節也東京大学地震研究所火山噴火予知研究センター教授	第24準備書面	33	

に				
任意移転者	年間線量が自然放射線量を大幅に超えることを理由に移転を希望する者	第5準備書面	34	
ね				
燃料体	発電用原子炉に燃料として使用する核燃料物質	第2準備書面	35	
は				
発電用原子炉設置者	原子力規制委員会の発電用原子炉の設置許可を受けた者	第2準備書面	17	
ひ				
広島高裁異議審決定	広島高等裁判所平成30年9月25日異議審決定	第24準備書面	49	
広島高裁即時抗告審決定	広島高等裁判所平成29年12月13日即時抗告審決定	第25準備書面	82	
ふ				
福井地裁異議審決定	福井地方裁判所平成27年12月24日決定(乙第72号証)	第22準備書面	8	
福井地裁仮処分決定	福井地方裁判所平成27年4月14日決定	第15準備書面	10	
福岡高裁決定	福岡高等裁判所令和元年7月10日決定	第24準備書面	49	
福岡高裁宮崎支部決定	福岡高等裁判所宮崎支部平成28年4月6日決定	第24準備書面	49	
福島第一発電所	東京電力株式会社福島第一原子力発電所	第2準備書面	6	

福島第一発電所事故	東京電力株式会社福島第一原子力発電所における原子炉事故	第1準備書面	19	
藤井(2016)	「わが国における火山噴火予知の現状と課題」(甲第96号証)	第25準備書面	85	
藤井教授	藤井敏嗣東京大学名誉教授	第25準備書面	85	
平成18年耐震指針	平成18年9月に改訂した発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針	第21準備書面	8	
平成24年改正前原子炉等規制法	平成24年法律第47号による改正前の原子炉等規制法	第1準備書面	10	
平成24年審査基準	平成24年9月19日付けの審査基準等	第2準備書面	40	
平成24年防災基本計画	中央防災会議が平成24年9月に、福島第一発電所事故を踏まえて見直しを行った防災基本計画(乙第22号証)	第5準備書面	22	
平成25年審査基準	平成25年6月19日付けの審査基準等	第2準備書面	40	
ほ				
本件3号炉	玄海原子力発電所3号炉	第1準備書面	4	
本件4号炉	玄海原子力発電所4号炉	第1準備書面	4	
本件各原子炉施設	本件各原子炉とその附属施設	第1準備書面	4	
本件各原子炉	本件3号炉及び4号炉	第1準備書面	4	
本件各要件	(a)火山の現在の活動状況は巨大	第24準備書面	48	

	噴火が差し迫った状態ではないことが確認でき、かつ、(b)運用期間中に巨大噴火が発生するという科学的に合理性のある具体的な根拠があるとはいえない場合			
本件検討対象 火山	本件各原子炉施設に影響を及ぼし得る21火山（本件5カルデラ、雲仙岳、福江火山群、九重山、由布岳、鶴見岳、壱岐火山群、多良岳、小値賀島火山群、南島原、金峰山、万年山火山群、船野山、涌蓋火山群、立石火山群、野稻火山群及び高平火山群）	第25準備書面	38	
本件5カルデラ	九州地方に分布するカルデラ火山（阿蘇カルデラ、加久藤・小林カルデラ、阿多カルデラ、始良カルデラ、鬼界カルデラ）	第24準備書面	14	
本件シミュレーション	平成24年10月24日付けで原子力規制委員会が公表した原子力発電所の事故時における放射性物質拡散シミュレーション	第5準備書面	6	
本件資料	前原子力委員会委員長の近藤駿介氏が作成した平成23年3月25日付け「福島第一原子力発電所の不測事態シナリオの素描」と題する資料（甲第28号証）	第5準備書面	6	

本件審査	本件設置変更許可処分に係る適合性審査	第18準備書面	7	
本件申請	参加人が平成25年7月12日付けでした本件各原子炉施設の設置変更許可申請	第25準備書面	35	
本件設置変更許可処分	原子力規制委員会が平成29年1月18日付けでした本件各原子炉施設の設置変更許可処分	訴えの変更申立てに対する答弁書	5	
本件適合性審査	本件各設置変更許可申請に係る設置許可基準規則等への適合性審査	第21準備書面	7	
本件報告	「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」(乙第158号証)	第24準備書面	48	
み				
宮腰(2015)	強震動記録を用いた震源インバージョンに基づく国内の内陸地殻内地震の震源パラメータのスケールリング則の再検討	第8準備書面	16	第15準備書面以降、「宮腰ほか(2015)」ともいう。
宮腰ほか(2015)正誤	宮腰ほか(2015)表6(乙第40号証)の地震データの値の一	第15準備書面	42	
三好准教授	三好雅也福井大学准教授	第25準備書面	69	

も				
もんじゅ最高 裁判決	最高裁判所平成4年9月22日第 三小法廷判決・民集46巻6号5 71ページ	第1準備書面	10	
や				
山形発言	平成25年8月20日の審査会合 における原子力規制庁の山形浩史 ・安全規制管理官（当時）の発言	第15準備書面	38	
山崎教授	山崎晴雄首都大学東京大学院教授	第24準備書面	33	
ゆ				
有効性評価ガ イド	実用発電用原子炉に係る炉心損傷 防止対策及び格納容器破損防止対 策の有効性評価に関する審査ガイ ド（乙第12, 105号証）	第10準備書面	9	
よ				
要対応技術情 報	原子力規制庁内で、我が国の規制 に関連する可能性があるとした情 報について、詳細な分析評価を行 い、その中から、何らかの規制対 応が必要となる可能性があると判 断した最新知見に関する情報	第24準備書面	35	
れ				
レシピ解説書	震源断層を特定した地震の強震動 予測手法（「レシピ」）の解説 （乙第139号証）	第23準備書面	7	

る				
炉心等の著しい損傷	発電用原子炉の炉心の著しい損傷 又は核燃料物質貯蔵設備に貯蔵する燃料体若しくは使用済燃料の著しい損傷	第3準備書面	4	