

主 文

- 1 本件各抗告をいずれも棄却する。
- 2 抗告費用は抗告人らの負担とする。

理 由

<目次>

第1 抗告の趣旨 .....	4
第2 事案の概要 .....	5
1 事案の要旨等 .....	5
2 前提事実 .....	5
3 争点 .....	7
(1) 本件各原子炉施設の耐震安全性に関する基準地震動策定の合理性 .....	7
(2) 本件各原子炉施設の配管の安全性 .....	7
(3) 本件各原子炉施設における火山事象による影響の危険性（当審における抗告人らの追加主張） .....	7
4 争点に関する当事者の主張 .....	7
(1) 本件各原子炉施設の耐震安全性に関する基準地震動策定の合理性（争点(1)） .....	7
(2) 本件各原子炉施設の配管の安全性（争点(2)） .....	8
(3) 本件各原子炉施設における火山事象による影響の危険性（争点(3)） .....	9

(抗告人らの主張) .....	9
ア 立地評価について.....	9
(ア) 立地評価における火山ガイドの不合理性 .....	9
(イ) 運用期間中の破局的噴火の発生可能性の評価方法について.....	10
(ウ) 設計対応不可能な火山事象の到達可能性の評価.....	13
(エ) 小括.....	14
イ 影響評価について.....	14
(ア) 降下火砕物の最大層厚及び密度の過小評価.....	14
(イ) 設計対応及び運転対応の妥当性.....	15
(ウ) 小括.....	16
(相手方の主張) .....	16
第3 当裁判所の判断 .....	18
1 本件各申立てについての司法審査のあり方について .....	18
2 争点(1) (本件各原子炉施設の耐震安全性に関する基準地震動策定の合理性) に ついて .....	21
(1) 認定事実等 .....	21
(2) 原子力規制委員会の審査基準の合理性 .....	23
(3) 原子力規制委員会の基準適合性判断の合理性 .....	23
ア 地震モーメントを過小評価しているとの主張について (入倉・三宅式の問 題点) .....	23
(ア) 地震本部レシピについて .....	24
(イ) 本件における入倉・三宅式の適否について.....	26
(ウ) 抗告人らの主張について .....	28
(エ) まとめ .....	35
イ 経験式が有するばらつきが考慮されていないとの主張について .....	35
(ア) 経験式が有するばらつきの考慮の解釈について.....	35

(イ) 相手方が行った地震動評価の合理性.....	36
(ウ) 抗告人らの主張について .....	37
(エ) まとめ .....	38
ウ 加速度が過小評価されているとの主張について（壇ほか（2001）の式 の問題点） .....	38
(ア) 地震本部レシピについて .....	38
(イ) 抗告人らの主張について .....	39
(ウ) まとめ .....	41
(4) 争点(1)についてのまとめ.....	41
3 争点(2)（本件各原子炉施設の配管の安全性）について.....	42
(1) 配管の健全性確保の取組について .....	42
(2) 重大事故対策について .....	45
(3) 争点(2)についてのまとめ.....	46
4 争点(3)（本件各原子炉施設における火山事象による影響の危険性）について .....	46
(1) 認定事実等 .....	46
ア 新規制基準の内容等 .....	46
(ア) 設置許可基準規則等.....	46
(イ) 火山ガイド.....	47
(ウ) 火山の巨大噴火に関する基本的な考え方について（乙193） .....	53
イ 相手方による評価.....	56
(ア) 本件各原子炉施設に影響を及ぼし得る火山の抽出 .....	56
(イ) 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 .....	57
(ウ) 火山活動のモニタリング .....	73
(エ) 本件敷地において考慮する火山事象の評価 .....	73
(オ) 立地評価 .....	77

(カ) 降下火砕物に対する相手方の安全対策 .....	77
ウ 原子力規制委員会の判断 .....	80
(2) 立地評価の適否 .....	81
ア 原子力規制委員会の審査基準の合理性.....	81
(ア) 設置許可基準規則 6 条の合理性.....	81
(イ) 火山ガイドの合理性.....	81
イ 原子力規制委員会の基準適合性判断の合理性.....	96
(ア) 本件各原子炉施設に影響を及ぼし得る火山の抽出 .....	96
(イ) 抽出された火山の火山活動に関する個別評価 .....	97
(ウ) まとめ .....	104
(3) 影響評価の適否 .....	104
ア 火山ガイドのうち影響評価に関する部分の合理性.....	104
イ 原子力規制委員会の基準適合性判断の合理性.....	104
(ア) 始良カルデラ及び鬼界カルデラにおける破局的噴火を想定しないこと の妥当性 .....	104
(イ) 阿蘇カルデラにおける V E I 6 クラスの噴火を想定しないことの妥当 性.....	105
(ウ) まとめ .....	106
ウ 設計対応及び運転対応の妥当性について .....	107
(4) 争点(3)についてのまとめ.....	107
第 4 結論 .....	107

## 第 1 抗告の趣旨

- 1 原決定を取り消す。
- 2 相手方は、玄海原子力発電所 3 号機及び玄海原子力発電所 4 号機を運転しては

ならない。

## 第2 事案の概要

(略称等は、特に断らない限り、原決定の表記による。)

### 1 事案の要旨等

本件は、原告人(原審第1事件債権者)らが、人格権又は環境権に基づき、相手方が設置している玄海原子力発電所3号機(本件3号機)の運転の差止めを命ずる仮処分命令を、原告人(原審第2事件債権者)らが、人格権又は環境権に基づき、相手方が設置している玄海原子力発電所4号機(本件4号機)の運転の差止めを命ずる仮処分命令を、それぞれ申し立てた事案である。

原審は、環境権については実体法上独立の差止請求の根拠たり得ないとした上、人格権に基づく差止請求について、本件各原子炉施設の安全性に欠けるところがあるとは認められないから、相手方が本件各原子炉施設を運転することにより、原告人らの人格権を侵害するおそれがあるとは認められないとして、原告人らの本件仮処分命令の申立てをいずれも却下した。これに対し、原告人らが本件即時抗告をした。

### 2 前提事実

以下のとおり補正するほかは、原決定の「理由」欄の「第2 事案の概要」の2(原決定2頁1行目から14頁26行目まで)に記載のとおりであるから、これを引用する(ただし、「証拠」とあるのを全て「疎明資料」と改める。以下同じ。)

(1) 原決定2頁4行目冒頭から8行目末尾までを次のとおり改める。

「ア 原告人らは、別紙当事者目録記載の住所地(その大多数が佐賀県又は福岡県である。)に居住する者である。」

(2) 同頁19行目の「周囲する」を「周回する」と改める。

(3) 同5頁15行目の後に行を改め、次のとおり加える。

「 脱気器は、腐食防止のため蒸気発生器に送られる2次冷却材(水)中の酸

素や二酸化炭素等の非凝縮性ガスを取り除くとともに、蒸気発生器へ送る2次冷却材（水）を加熱する機能を有しており、脱気及び加熱を行う脱気器本体と、加熱した2次冷却材（水）を溜める脱気器タンクで構成される。脱気器空気抜き管は、脱気器本体で取り除いた非凝集性ガスを大気へ放出するための配管である。」

- (4) 同12頁11行目の「乙60」の後に「, 141」を加える。
- (5) 同頁17行目の「(4条3項)」を「(4条3項。なお、「耐震重要施設」とは、設計基準対象施設〔発電用原子炉施設のうち、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故〔発生頻度が運転時の異常な過渡変化より低い異常な状態であって、当該状態が発生した場合には発電用原子炉施設から多量の放射性物質が放出するおそれがあるものとして安全設計上想定すべきものをいう〔2条2項4号〕。〕の発生を防止し、又はこれらの拡大を防止するために必要となるものをいう〔2条2項7号〕。〕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〔発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な機能をいう〔2条2項5号〕。〕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をいう〔3条1項〕。）」と改める。
- (6) 同13頁23行目の「クラス1機器〔中略〕」を「クラス1機器, クラス1支持構造物, クラス2機器, クラス2支持構造物, クラス3機器, クラス4管, 原子炉格納容器, 原子炉格納容器支持構造物及び炉心支持構造物」と改める。
- (7) 同14頁13行目の「本件の争点」の後に「(ただし、火山に関するものを除く。）」を加える。
- (8) 同頁14行目の後に行を改め、次のとおり加える。

「エ また、新規制基準では、安全施設（設計基準対象施設のうち、安全機能を有するものをいう〔設置許可基準規則2条2項8号〕。）は想定される自然現象が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならないとされ（同6条1項）、重要安全施設（安全施設のうち、安全

機能の重要度が特に高い安全機能を有するものをいう〔同2条2項9号〕。〕は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならぬとされており（同6条2項）、この「想定される自然現象」の一つとして、火山の影響が挙げられている（設置許可基準解釈6条2）。

原子力規制委員会は、平成25年6月19日、原子炉設置許可及び原子炉設置変更許可に係る基準の適合性審査に用いるため、「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」（甲50、乙59。以下「地震動審査ガイド」という。）、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」（甲110。以下「火山ガイド」という。）等の各種の審査ガイドを策定した。

なお、火山の噴火のレベルは、火山灰や火山礫などの火砕物の噴出量に基づき噴火の規模を0（噴出物量0.0001㎥未満）から8（1000㎥以上）の9段階に区分する火山爆発指数（VEI7は100㎥以上1000㎥未満、VEI6は10㎥以上100㎥未満、VEI5は1㎥以上10㎥未満、VEI4は0.1㎥以上1㎥未満である。）によって表される（乙165）。」

### 3 争点

- (1) 本件各原子炉施設の耐震安全性に関する基準地震動策定の合理性
- (2) 本件各原子炉施設の配管の安全性
- (3) 本件各原子炉施設における火山事象による影響の危険性（当審における抗告人らの追加主張）

### 4 争点に関する当事者の主張

- (1) **本件各原子炉施設の耐震安全性に関する基準地震動策定の合理性（争点(1)）**  
次のとおり補足するほか、原決定の「理由」欄の「第2 事案の概要」の4  
(1)（原決定15頁5行目から31頁23行目まで）に記載のとおりであるから、

これを引用する。

(抗告人らの当審における補充主張)

壇ほか(2001)が仮定する、短周期レベルAが地震モーメント $M_o$ の1/3乗に比例するという関係性は、Somervilleほか(1999)と結びついており、したがって、壇ほか(2001)の式は、Somervilleほか(1999)の式の適用範囲である $M_o < 7.5 \times 10^{18}$  [Nm]の場合に適用されるべき式であると考えられる。 $M_o \geq 7.5 \times 10^{18}$  [Nm]の場合に入倉・三宅式により地震モーメントを求めるのであれば、短周期レベルAは地震モーメント $M_o$ の1/2乗に比例することになり、むしろ片岡ほか(2006)の式に整合的である。

(抗告人らの当審における補充主張に対する相手方の反論)

壇ほか(2001)によれば、回帰に用いたデータの範囲は $3.5 \times 10^{24} \leq M_o$  [dyne-cm]  $\leq 7.5 \times 10^{26}$ であるとされている(なお、 $M_o$  [dyne-cm] =  $7.5 \times 10^{25}$ は $M_o$  [Nm] =  $7.5 \times 10^{18}$ と同じである。)

したがって、壇ほか(2001)の式の適用範囲には少なくとも $3.5 \times 10^{24} \leq M_o$  [dyne-cm]  $\leq 7.5 \times 10^{26}$ の範囲が含まれるものと解されるのであって、抗告人らの主張は誤りである。

## (2) 本件各原子炉施設の配管の安全性(争点(2))

次のとおり補足するほか、原決定の「理由」欄の「第2 事案の概要」の4(2)(原決定31頁24行目から43頁20行目まで)に記載のとおりであるから、これを引用する。

(抗告人らの当審における補充主張)

本件3号機は、平成30年3月23日に運転を再開し、同月25日に発電を開始したが、同月30日午後7時頃、2次系の脱気器空気抜き管からの蒸気漏れが発生した(以下「本件蒸気漏れ事象」という。)。調査の結果、当該管は、

外装板下面に著しい錆が発生しており、外装板及び断熱材をはがしたところ、曲がり部から相当離れた直管部に、長さ13mm、幅6mmの貫通孔が発生していた(甲120)。

本件蒸気漏れ事象は、維持規格等に基づいた点検を適切に行っているという相手方の主張が根拠のないものであることを示すものであり、相手方において技術基準規則18条に適合していることを確認するためには、全配管の徹底した検査を行うほかなく、そのような検査が行われないう限り、相手方において技術基準規則18条適合性の疎明があったとはいえない。

(抗告人らの当審における補充主張に対する相手方の反論)

平成30年3月30日に本件蒸気漏れ事象が発生した本件3号機の脱気器空気抜き管を含む脱気器は、技術基準規則18条1項の対象である「使用中のクラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、原子炉格納容器支持構造物及び炉心支持構造物」のいずれにも該当しないから、本件蒸気漏れ事象が発生したことをもって技術基準規則18条への適合性が否定されるものではない。

相手方は、安全上の重要度を踏まえて点検を実施しており、脱気器空気抜き管については、保全重要度を「低」に分類の上、定期検査毎に外観検査を実施するとともに、当該配管曲がり部の肉厚測定を第10回定期検査(平成18年12月から平成19年4月まで)で実施したほか、パトロールにより設備の健全性を確認している。本件蒸気漏れ事象は、このパトロールにより判明したものであるが、相手方は、その後の処置についても適切に実施している。

### (3) 本件各原子炉施設における火山事象による影響の危険性(争点(3))

(抗告人らの主張)

#### ア 立地評価について

(ア) 立地評価における火山ガイドの不合理性

a 火山ガイドは、火山影響評価を立地評価と影響評価の2段階で行う旨

定め、立地評価においては、まず原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出を行い、影響を及ぼし得る火山が抽出された場合には、抽出された火山の火山活動に関する個別評価を行う。すなわち、設計対応不可能な火山事象（火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ等）が原子力発電所の運用期間中に影響を及ぼす可能性の評価を行うものとしている。

そして、影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価された場合は、火山活動のモニタリングとその兆候把握時の対応を適切に行うことを条件として、個々の火山事象に対する影響評価（個々の火山事象への設計対応及び運転対応の妥当性についての評価）を行い、一方、設計対応不可能な火山事象が原子力発電所の運用期間中に影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価されない場合は、原子力発電所の立地は不適と考えられるとしている。

- b) しかし、現在の科学的技術的知見をもってしても、原子力発電所の運用期間中に検討対象火山が噴火する可能性やその時期及び規模を的確に予測することは困難であるから、立地評価に関する火山ガイドの定めは、少なくとも地球物理学的及び地球化学的調査等によって検討対象火山の噴火の時期及び規模が相当前の時点での確に予測できることを前提としている点において、その内容が不合理であるというべきである。

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原子力発電所の地理的領域（当該原子力発電所から半径160kmの範囲）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。

- (イ) 運用期間中の破局的噴火の発生可能性の評価方法について

相手方は、本件設置変更許可申請に際し、火山ガイドに従い、将来の活動可能性が否定できない火山として、5つのカルデラ火山（阿蘇，始良，加久藤・小林，阿多及び鬼界。以下、併せて「本件5カルデラ火山」という。）を含む21個の火山を抽出した上で、本件5カルデラ火山について、①破局的噴火の活動間隔，②噴火ステージ及び③地下のマグマ溜まりの状況を総合的に評価して、本件各原子炉施設の運用期間中におけるVEI7以上の噴火の活動可能性は十分低いと評価している。

しかしながら、以下のとおり、現時点での火山学の知見を前提としても、原子力発電所の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することはできない。むしろ、現在の火山学の知見によれば、火山の噴火を予知することができないことは明らかである。

#### a 破局的噴火の活動間隔について

巽好幸「巨大噴火と原子力発電所：原子力規制庁の見解を検証する」（甲124。以下「巽（2018）」という。）も、巨大噴火の活動間隔は「周期」という概念が適用できないほど不揃いであり、一定のマグマ生成率の下でマグマ溜まりがある大きさに達すると巨大噴火が発生するというようなシンプルなモデルは適用できず、活動間隔に基づく予測はできないことを明言している。

また、阿蘇カルデラは破局的噴火を繰り返しており、過去11万年の活動間隔もあったのであるから、直近の破局的噴火が9万年前であることから、破局的噴火を発生させる供給系ではなくなったと判断することはできない。むしろ、破局的噴火を起こし得るマグマ溜まりの形成に十分な時間が経過した可能性も否定できない。

#### b 噴火ステージについて

相手方は、Shinji NAGAOKA「THE LATE QUATERNARY TEPHRA LAYERS FROM THE

CALDERA VOLCANOES IN AND AROUND KAGOSHIMA BAY, SOUTHERN KYUSYU, JAPAN」(和訳:「南九州地方の鹿児島湾周辺におけるカルデラ火山の第四紀後期テフラ層」)(乙170。以下「NAGAOKA(1988)」という。)による、①プリニー式噴火ステージ(破局的噴火に先行してプリニー式噴火が間欠的に発生)、②破局的噴火ステージ(破局的噴火が発生)、③中規模火砕流噴火ステージ(破局的噴火時の残存マグマによる火砕流が発生)、④後カルデラ噴火ステージ(多様な噴火様式の小規模噴火が発生)という噴火ステージの区分を参考に、阿蘇については、現在のマグマ溜まりは破局的噴火直前の状態(①プリニー式噴火ステージ)ではなく、今後も現在の噴火ステージ(④後カルデラ噴火ステージ)が継続するものと判断している。

しかしながら、①プリニー式噴火ステージから②破局的噴火に移行するまでの時間的間隔は不明であり、単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、本件各原子炉施設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。

### c 地下のマグマ溜まりについて

相手方は、VEI7以上の噴火直前の100年程度の間、急激にマグマが供給されたと推定しているT. H. Druitt, F. Costa, E. Deloule, M. Dungan and B. Scaillet「Decadal to monthly timescales of magma transfer and reservoir growth at a caldera volcano (和訳「カルデラ火山における10年～月単位の時間スケールでのマグマ移動とマグマ溜まりの成長」)(乙182。以下「Druitt et al.(2012)」という。)を論拠に、本件各原子炉施設の運用期間中の

VEI 7以上の噴火の活動可能性は十分に小さいと評価しているが、この論文は、ミノア噴火という過去1回の事例だけについて述べたものにとすぎず、少なくとも日本における火山予知が可能であるとする論拠にはならないから、同論文を根拠に本件5カルデラ火山における本件各原子炉施設の運用期間中のVEI 7以上の噴火の可能性が十分に小さいと評価することはできない。現時点の火山学の知見によれば、地下のマグマ溜まりの状況から今後数十年間における最大規模の噴火を評価することはできず、そもそも、マグマ溜まりの状況を把握することも困難である。

さらに、相手方が援用する、小林哲夫「カルデラ噴火の前兆現象に関する地質学的研究」（乙189。以下「小林（2017）」という。）は、原子力規制庁からの請負により、カルデラ噴火のモデルと今後の研究の方向性を示したものであり、いわば仮説にすぎない。同論文でも全てのカルデラ噴火にかかる前兆現象が起きるとはしておらず、前兆現象と噴火の時間差も不明であり、前兆現象から噴火まで10年しか経過していない可能性もあるのであるから、同論文を根拠に、本件5カルデラ火山において今後数百年以内にカルデラ噴火が発生することはないということとはできない。

加えて、相手方が実施するモニタリングで異常が認められたとしても、使用済み核燃料を安全圏に搬出する作業には10年以上を要するのであり、巨大噴火の10年以上前に本件各原子炉施設の運転を停止し使用済み核燃料を搬出するとの判断をなし得る前駆現象を探知し得るといふ根拠は全く示されていない。

(ウ) 設計対応不可能な火山事象の到達可能性の評価

前記(イ)のとおり、本件各原子炉施設の立地評価においては、検討対象火山の活動可能性が十分小さいとは判断できないから、火山活動の規模と設

計対応不可能な火山事象の到達可能性を評価することになるところ、検討対象火山の調査結果からは運用期間中に発生する噴火規模を推定することはできないから、検討対象火山の過去最大の噴火規模（本件では阿蘇4噴火）を想定し、これにより設計対応不可能な火山事象が本件各原子炉施設に到達する可能性が十分小さいかどうかを検討する必要がある。

火山ガイドにおいて半径160kmの範囲が地理的領域とされるのは、国内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であると考えられているためであるが、阿蘇カルデラから本件敷地までの距離は約120kmであること、現実に本件敷地から半径30kmまでの距離に阿蘇4噴火における火砕流堆積物が到達していることなどからすれば、阿蘇4噴火と同程度の噴火が発生した場合、本件敷地に火砕物密度流が到達する可能性は十分ある。したがって、設計対応可能な火山事象が本件敷地に到達する可能性が十分小さいと評価することはできない。

(エ) 小括

以上によれば、本件敷地は火山ガイドに反し、立地不適というべきであり、影響評価を検討するまでもなく、本件設置変更許可申請に対する許可処分は設置許可基準規則6条1項に反するものであり、本件各原子炉施設の安全性は疎明されていない。

イ 影響評価について

(ア) 降下火砕物の最大層厚及び密度の過小評価

a 地理的領域外の火山による降下火砕物

相手方は、約3万年前に破局的噴火を起こした始良カルデラ及び約7300年前に破局的噴火を起こした鬼界アカホヤの噴火による降下火砕物を想定しておらず、その時点で火山ガイドに反し不合理である。例えば、始良カルデラの破局的噴火については、近畿地方ですら20cm以

上の火山灰堆積が認められており、同規模の噴火が起これば、本件敷地に20 cm以上の火山灰が堆積することは確実である。これに対し、相手方は降下火砕物の最大層厚を10 cmと設定しているが、10 cmで足りることが主張疎明されていない。

**b 地理的領域内の火山による降下火砕物**

須藤靖明・筒井智樹・中坊真・吉川美由紀・吉川慎・井上寛之「阿蘇火山の地殻変動とマグマ溜まり：長期間の変動と圧力源の位置」（甲119。以下「須藤ほか（2006）」という。）によれば、阿蘇カルデラの地下には、少なくとも体積14.1 km<sup>3</sup>～33.5 km<sup>3</sup>（直径3 km～4 km）のマグマ溜まりが存在するとされる。現在の火山学の知見を前提にすると、相手方が依拠する噴火ステージ論や現在判明している上記マグマ溜まりの状態から見て、本件各原子炉施設の運用期間中に阿蘇山においてVEI6（噴出堆積10 km<sup>3</sup>以上）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。

そして、VEI7（破局的噴火）ではなく、VEI6（巨大噴火）の最小噴火規模（10 km<sup>3</sup>）を前提にしたとしても、噴出量は、相手方が想定した九重第一噴火の噴出量（6.2 km<sup>3</sup>）の約2倍近くになるから、最大層厚を2.2 cmと評価するのは明らかに過小評価である。

そもそも、地理的領域外の火山噴火ですら、本件敷地には20 cm以上の火山灰堆積が認められるのであるから、阿蘇カルデラにおいて阿蘇4噴火（600 km<sup>3</sup>以上のVEI7噴火）と同規模の破局的噴火が起これば、本件敷地での火山灰堆積は20 cmを超えることは十分考えられる。そうすると、最大層厚を10 cm、降下火砕物の乾燥密度を1.0 g/cm<sup>3</sup>、湿潤密度を1.7 g/cm<sup>3</sup>とすることも過小評価であることは明らかである。

(イ) 設計対応及び運転対応の妥当性

火山ガイドは、外気取入口からの火山灰の進入により、換気空調システムのフィルタの目詰まり、非常ディーゼル発電機機関の損傷による系統・機器の機能喪失がなく、加えて中央制御室における居住環境を維持することを求めている。

フィルタの目詰まりや、発電機機関の損傷については、降下火砕物の量が大きくかかわることは当然であるところ、上記のとおり、最大層厚を10 cmとすることは明らかに過小評価であり、20 cm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。すなわち、20 cm以上の層厚の火砕降下物に対して火山ガイドの求める系統・機器の機能喪失がないことが確認されていなければならないところ、本件各原子炉施設についてはこの確認がなされていない。

(ウ) 小括

以上によれば、本件各原子炉施設への火山事象の影響評価について、相手方による基準適合判断の合理性の疎明がされたとはいえないため、本件設置変更許可申請に対する許可処分は設置許可基準規則6条1項に反するものであり、本件各原子炉施設の安全性は疎明されていない。

(相手方の主張)

以下のとおり、本件各原子炉施設の運用期間中に、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極めて低く、本件各原子炉施設の火山事象に対する安全性は確保されている。

ア 相手方は、本件各原子炉施設に影響を及ぼす可能性がある火山について、その活動性及び影響範囲を把握するため、文献調査、地形・地質調査及び地球物理学的調査を行い、将来の活動可能性が否定できない火山として、本件5カルデラ火山を含む21個の火山を抽出した上で、各火山の火山活動に関する個別評価、すなわち設計対応不可能な火山事象が運用期間中に影響を及ぼす可能性の評価を行った。

本件5カルデラ火山については、①破局的噴火の活動間隔、②NAGAO KA（1988）による噴火ステージ及び③地下のマグマ溜まりの状況を踏まえて総合的な評価を行った結果、本件5カルデラ火山が本件各原子炉施設の運用期間中に破局的噴火を起こす可能性は極めて低く、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極めて低いことを確認した。また、本件5カルデラ火山については火山活動のモニタリングを実施し、顕著な変化が生じた場合には、第三者（火山専門家等）の助言を得た上で破局的噴火への発展の可能性を評価し、破局的噴火への発展の可能性が少しでもある場合には原子炉の停止、燃料体の搬出等を行うこととしている。

イ そして、相手方は、本件5カルデラ火山については、上記のとおり、運用期間中に破局的噴火が発生する可能性は極めて低いと評価したことから、現在の各噴火ステージにおける既往最大規模の噴火を考慮するとともに、その他の16個の火山については、各火山の既往最大規模の噴火を考慮して、本件各原子炉施設への火山事象の影響を評価したところ、21個の火山の噴火規模と本件各原子炉施設までの距離との関係等から、降下火砕物（火山灰等）を除く火山事象（火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊、新しい火口の開口、地殻変動等）については、いずれも本件敷地には影響がないことを確認した。

また、相手方は、降下火砕物（火山灰等）については、過去最も影響が大きかった約5万年前の九重第一噴火を想定し、地質調査結果、文献調査結果及び数値シミュレーション結果を踏まえ、安全側に層厚10cmの降下火砕物が生じた場合についての評価を行い、降下火砕物の直接的影響により、安全上重要な建物・機器等の安全性が損なわれることはないことを確認するとともに、間接的影響によっても、非常用ディーゼル発電機の7日間連続運転により、原子炉及び使用済燃料ピットの安全性を確保できることを確認した。

さらに、相手方は、火山影響等発生時に備え、非常用ディーゼル発電機の

機能維持のためにフィルタコンテナを平成29年11月に新設するなど、降下火砕物に対する本件各原子炉施設の安全性を一層高めている。

### 第3 当裁判所の判断

#### 1 本件各申立てについての司法審査のあり方について

以下のとおり補正するほかは、原決定の「理由」欄の「第3 当裁判所の判断」の1（原決定43頁22行目から50頁8行目まで）に記載のとおりであるから、これを引用する。

- (1) 原決定44頁10行目から11行目にかけての「具体的な危険が存在することを要する」を「具体的な危険が存在することをもって足りる」と改める。
- (2) 同48頁19行目冒頭から同50頁8行目末尾までを次のとおり改める。

#### 〔3〕疎明の責任の所在と相手方による疎明の必要性

ア 前記(1)において説示したところによれば、人格権に基づく妨害予防請求として発電用原子炉施設の運転の差止めを求める本件各申立てにおいては、本件各原子炉施設につき安全性に欠けるところがあり、その運転等に起因する放射線被ばくにより、原告人らの生命、身体に直接的かつ重大な被害が生ずる具体的な危険が存在することについて、原告人らが疎明の責任を負うべきものと解される。

もともと、前記(2)のとおり、発電用原子炉施設の設置及び運転等が原子炉等規制法に基づく安全性についての多段階の審査を経た上で行うことができるものとされている上、改正原子炉等規制法において、発電用原子炉設置者が当該発電用原子炉施設の安全性について自ら評価を行う制度が導入されたことにも鑑みると、当該発電用原子炉施設の安全審査に関する資料や科学的、専門技術的知見は、発電用原子炉施設の設置者である相手方が十分に保持しているのが通常である。

他方で、発電用原子炉施設の安全性に欠けるところがある場合、その運転等によって放射性物質が周辺環境に放出される事故が起こったと

きには、人の生命及び身体に直接的かつ重大な被害を与えるおそれがある。

そうすると、前記疎明責任が原告人らにあるとしても、まず、発電用原子炉設置者である相手方の側において、その発電用原子炉施設の運転等によって放射性物質が周辺環境に放出され、その放射線被ばくにより当該発電用原子炉施設の周辺に居住する原告人らの生命及び身体に直接的かつ重大な被害を与える具体的な危険が存在しないことについて、相当の根拠、資料に基づき、主張、疎明する必要がある。これに対し、原告人らは、相手方の上記の主張、疎明を妨げる主張、疎明（いわゆる反証）を行うことができ、相手方が上記の点について自ら必要な主張、疎明を尽くさず、又は原告人らの上記の主張、疎明（いわゆる反証）の結果として相手方の主張、疎明が尽くされない場合は、上記の具体的な危険の存在が事実上推定されるというべきである。

イ そして、相手方が設置及び運転する発電用原子炉施設が改正原子炉等規制法に基づく原子炉設定変更許可等を通じて新規制基準に適合する旨の判断が原子力規制委員会により示されている場合には、新規制基準の設定及び新規制基準適合性についての判断が、多方面にわたる極めて高度な最新の科学的、専門技術的知見に基づくものである上、原子力規制委員会が原子力利用における安全の確保に関して専門的知識及び経験並びに高い識見を有する者のうちから任命される委員長及び委員により構成され、委員長及び委員は専門的知見に基づき中立公正な立場で独立して職権を行使することとされていることにも鑑みると、相手方は、前記アの具体的な危険が存在しないことの主張、疎明に代えて、現在の科学技術水準に照らし、新規制基準に不合理な点がないこと並びに当該発電用原子炉施設が新規制基準に適合するとした原子力規制委員会の判断に不合理な点がないことないしその調査審議及び判断の過程に看

過し難い過誤，欠落がないことを相当の根拠，資料に基づき主張，疎明することができるというべきである。これに対し，抗告人らは，相手方の上記の主張，疎明を妨げる主張，疎明（いわゆる反証）を行うことができ，相手方が上記の点について自ら必要な主張，疎明を尽くさず，又は抗告人らの上記の主張，疎明（いわゆる反証）の結果として相手方の主張，疎明が尽くされない場合は，新規制基準に不合理な点があり，又は当該発電用原子炉施設が新規制基準に適合するとした原子力規制委員会の調査審議及び判断の過程に看過し難い過誤，欠落があることが事実上推定されるものというべきである。そして，上記の場合には，相手方は，それにもかかわらず，当該発電用原子炉施設の運転等によって放射性物質が周辺環境に放出され，抗告人らの生命及び身体に直接的かつ重大な被害を与える具体的な危険が存在しないことを主張，疎明しなければならないというべきである。

ウ 本件各原子炉施設については，前提事実(8)のとおり，新規制基準の下，平成25年7月12日に本件設置変更許可申請がされ，これに対し，原子力規制委員会は，適合性審査を行って新規制基準に適合する旨の判断を示し，平成29年1月18日，本件各原子炉施設に係る発電用原子炉の設置変更許可がされているから，本件において，相手方は新規制基準に不合理な点がないこと並びに本件各原子炉施設が新規制基準に適合するとした原子力規制委員会の判断に不合理な点がないことないしその調査審議及び判断の過程に看過し難い過誤，欠落がないことを主張，疎明することができ，現に，相手方において，その旨の主張をし，疎明を試みている（ただし，争点(2)（本件各原子炉施設の配管の安全性）については，相手方は，前記アの具体的な危険が存在しないことの主張をし，疎明を試みているものと解される。）。そこで，以下，各争点についての判断においては，抗告人らの主張に即して，相手方の上記疎明が

尽くされているといえるか否かにつき、検討することとする。」

2 争点(1) (本件各原子炉施設の耐震安全性に関する基準地震動策定の合理性) について

(1) 認定事実等

以下のとおり補正するほかは、原決定の「理由」欄の「第3 当裁判所の判断」の2(1) (原決定50頁16行目から69頁18行目まで) に記載のとおりであるから、これを引用する。

ア 原決定56頁17行目の「〔中略〕」を「(以下「検討用地震」という。)」と改める。

イ 同57頁10行目の「60」の後に「, 141」を加える。

ウ 同頁16行目から17行目にかけての「決まるところ」の後に「, これらの3つの特性については, それぞれ地域的な特性が存在することから」を加える。

エ 同58頁3行目の「また」の後に「, 原子力規制委員会が策定した内規である「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(原管地発第1306191号)」(乙95)は, 各種の調査及び観測等により, 内陸地殻内地震等の震源として想定する「将来活動する可能性のある断層等(活断層等)」の位置, 長さ等の評価が適切に行われている必要があるとし(I4. 1), 「将来活動する可能性のある断層等」とは, 後期更新世(約12~13万年前)以降の活動が否定できないものとする。」(I2. 2. 1(1))としている。そこで, 相手方は」を加える。

オ 同頁21行目の「本件敷地周辺で発生する内陸地殻内地震は」を「独立行政法人防災科学技術研究所の広帯域地震観測網(F-net)のデータによれば, 本件敷地周辺で発生する内陸地殻内地震の発震機構解は」と改める。

カ 同頁22行目の「揺れの大きさが小さい」の後に「(佐藤(2010)〔乙81〕参照)」を加える。

- キ 同頁24行目の「本件敷地周辺は」を「全国のGPS（全地球測位システム）による観測結果によれば、本件敷地周辺は」と改める。
- ク 同59頁3行目の「地震本部レシピとよく適合すること」を「地震本部レシピが提案する特性化震源モデルによる評価が観測記録とよく適合すること」と改める。
- ケ 同頁7行目の「本件敷地において観測された」から12行目末尾までを「本件敷地において得られた76個の地震の観測記録のうち、マグニチュード5.0以上の地震により得られた観測記録の応答スペクトルと、Noda et al.（2002）の手法による標準的な応答スペクトルの比を、到来方向別に算定し、比較検討した結果、地震動の到来方向又は周期帯によって特異な増幅傾向がみられないこと、本件敷地の観測記録の傾向として、本件敷地周辺で発生する地震による揺れは、Noda et al.（2002）の「関東・東北地方の過去の地震動の平均像」に比べて小さいことなどを把握した。」と改める。
- コ 同頁21行目の「99」の後に「142」を加える。
- サ 同60頁11行目冒頭から15行目末尾までを次のとおり改める。  
「その際、各パラメータ相互の関係を示すスケーリング則について、相手方は、地震本部レシピを参照して、断層面積と地震モーメントとの経験的関係を示す入倉・三宅式及び地震モーメントと短周期レベルとの経験的関係を示す壇ほか（2001）の式を用いることとした。」と改める。
- シ 同頁16行目の「@断層長さ」から20行目の「17km」までを「@断層長さ及び震源断層の拡がりは、孤立した短い活断層（地表付近の断層長さ約5km）であることから、断層幅（下記のとおり17.3kmと設定）と同じ断層長さが拡がるものとして、17.3kmと設定し、地震発生層の厚さを、福岡県西方沖地震の臨時余震観測記録等を踏まえて上端深さ3km、下端深さ20kmとして17kmと設定し」と改める。

ス 同頁23行目の「③「城山南断層による地震」について」から26行目の「17kmとし」までを「②「城山南断層による地震」について、㉑断層長さ及び震源断層の拡がりは、福岡県西方沖地震に合わせて断層長さを安全側に19.5kmと設定し、地震発生層の厚さを上記と同様に上端深さ3km、下端深さ20kmとして17kmと設定し、㉒断層傾斜角は、本件敷地周辺で発生する内陸地殻内地震の発震機構解は横ずれ断層が主体と考えられること（上記a）などから、地震本部レシピに基づき鉛直（90度）と設定し、これにより断層幅を17kmとし」と改める。

セ 同61頁1行目冒頭から3行目末尾までを「そして、①と②のいずれについても、安全側に評価するため、㉑アスペリティの位置は、地質調査結果で得られた地表トレースの範囲内で本件敷地に最も近い位置の断層上端に配置し、㉒破壊開始点は、破壊の進行方向が本件敷地に向かう方向となるように断層面南下端に設定した。」と改める。

ソ 同頁4行目の「101」の後に「, 142」を加える。

タ 同62頁5行目及び19行目、63頁12行目、64頁5行目、65頁25行目の各「96」の後に、いずれも「, 142」を加える。

チ 同66頁11行目の「99」の後に「, 142」を加える。

## (2) 原子力規制委員会の審査基準の合理性

この点は、原決定の「理由」欄の「第3 当裁判所の判断」の2(2)ア（原決定69頁20行目から71頁22行目まで）に記載のとおりであるから、これを引用する。

## (3) 原子力規制委員会の基準適合性判断の合理性

以下、抗告人らの主張に沿って検討する。

### ア 地震モーメントを過小評価しているとの主張について（入倉・三宅式の問題点）

抗告人らは、原子力規制委員会委員長代理であった島崎邦彦東京大学名誉

教授の見解（甲 5 9， 7 2， 8 6。以下「島崎意見」という。）等に依拠して、断層長さ又は断層面積から地震モーメントを導く経験式としては、入倉・三宅式ではなく武村式を採用すべきであるのに、相手方が、基準地震動の策定に当たり、入倉・三宅式を採用しているため、地震モーメントを過小評価しており、その結果として基準地震動が過小となっている旨主張する。

(ア) 地震本部レシピについて

- a 平成 7 年 1 月の兵庫県南部地震を契機に、同年 6 月制定の地震防災対策特別措置法に基づき総理府（後に文部科学省に移管）に設置された地震調査研究推進本部を中心として、日本全国に地震観測網が拡充され、これらの観測記録を基にした解析から震源断層の破壊過程が明らかになり、特性化震源モデルの構築に関する知見が蓄積されていった。

地震本部レシピは、これらの多くの特性化震源モデルの構築に関する知見を踏まえ、地震調査研究推進本部の地震調査委員会において実施してきた強震動評価に関する検討結果から、強震動予測手法の構成要素となる震源特性、地下構造モデル、強震動計算並びに予測結果の検証の現状における手法や震源特性パラメータの設定に当たっての考え方について取りまとめたものであり、震源断層を特定した地震を想定した場合の強震動を高精度に予測するための「誰がやっても同じ答えが得られる標準的な方法論」を確立することを目指して策定され、震源特性パラメータの設定についても、想定した震源断層で発生する地震に対して、特性化震源モデルを構築するための基本的な方針を示し、強震動予測における震源断層パラメータの標準的な値の設定が、再現性をもってされることを目指したものである（甲 7 5， 8 2， 乙 6 2， 1 4 4， 審尋の全趣旨）。

- b 入倉・三宅式は、入倉・三宅（2001）によって提唱された、断層面積と地震モーメントとの経験式であり（乙 6 3），地震本部レシピに

において、特性化震源モデルを設定する際の震源特性パラメータ相互の関係を示すスケーリング則のうち、一定の場合において、断層面積から地震モーメントを求める際の経験式として採用されている（甲 7 5，8 2，乙 6 2，6 3，1 4 4）。

そして、上記スケーリング則の合理性とは、その経験式自体としての正当性というよりは、特性化震源モデルを設定する際に当該経験式を用いることの合理性の問題というべきであるから、入倉・三宅式についても、これを、断層面積から地震モーメントを求める際の経験式として採用している地震本部レシピの科学的合理性の問題として考慮するのが相当である。

- c 地震本部レシピは、地震調査委員会において実施してきた強震動評価に関する検討結果を踏まえて作成され、その後も新たな知見の蓄積を踏まえて、今後も修正を加え、改訂されていくことを前提としている。

本件各原子炉施設について新規制基準への適合性審査が開始された平成 2 5 年の時点では、①平成 2 1 年 1 2 月 2 1 日改訂版のレシピ（乙 6 2。以下「平成 2 1 年改訂レシピ」という。）が策定されていたが、その後、②平成 2 8 年 6 月 1 0 日改訂版のレシピ（甲 8 2。以下「平成 2 8 年改訂レシピ」という。）が策定され、③同年 1 2 月に②が修正され（甲 7 5，乙 1 4 4。以下「平成 2 8 年 1 2 月修正レシピ」という。），④平成 2 9 年 4 月改訂版のレシピが策定された（審尋の全趣旨）。なお、相手方は、基準地震動の策定に当たり、平成 2 1 年改訂レシピ及び平成 2 8 年改訂レシピに依拠している（乙 1 3 9 の 1，審尋の全趣旨）。

このように、地震本部レシピには断層モデルを用いた手法による地震動評価に関する最新の科学的知見が反映、集約されていると考えられるのであり、これまで改訂等が繰り返され、今後も改訂等がされることを前提としており、未だ確立した手法でないことをもって、地震本部レシ

ピの科学的合理性を否定することは相当ではなく、この点に関する抗告人らの主張は採用できない。

地震動審査ガイドが、断層モデルを用いた手法による地震動評価の際の震源モデルの設定について、震源断層のパラメータは、活断層調査結果等に基づき、地震本部レシピ等の最新の研究結果を考慮し設定されていることを確認する旨を定めている（I 3. 3. 2(4)①1）のも、このような地震本部レシピの性質、位置付けに対する評価を示すものと解される。

- d 地震調査委員会は、平成12年鳥取県西部地震の観測記録を用いて強震動評価手法の検証を行った結果、強震動評価手法の妥当性や震源特性化手法そのものの妥当性が検証できたとしており（甲84, 乙143）、また、福岡県西方沖地震の観測記録を用いて強震動評価手法の検証を実施した結果、地震本部レシピによって概ね再現可能であることが確認されたとしている（甲66の1, 85, 乙131）。

そして、相手方も、福岡西方沖地震の震源特性について、地震本部レシピに基づき主な断層パラメータを設定し、特性化震源モデルを構築して、経験的グリーン関数法による地震動評価を実施した結果、福岡県西方沖地震で得られた本件敷地地盤の観測記録を概ね再現することができたとしている（乙61, 96, 142, 審尋の全趣旨）。

- e 以上によれば、一定の場合において、断層面積から地震モーメントを求める際の経験式として入倉・三宅式を採用している地震本部レシピによる強震動評価の手法は、科学的合理性を有するものというべきである。

(イ) 本件における入倉・三宅式の適否について

- a 地震本部レシピにおいては、震源断層モデルの巨視的震源特性に関するパラメータとしては、震源断層モデルの位置と構造（位置、走向、セグメント〔最大規模の地震を発生させる単位にまとめた活断層の中で、

分割放出型地震としてやや規模の小さな地震を発生させる単位) ) , 震源断層モデルの大きさ (長さ・幅) ・深さ・傾斜角, 地震規模, 震源断層モデルの平均すべり量を設定するものとしている。

そして, これらのパラメータ相互の関係を示すスケーリング則の適用については, 「(ア) 過去の地震記録などに基づき震源断層を推定する場合や詳細な調査結果に基づき震源断層を推定する場合」 (以下「レシピ(ア)の手法」という。) と, 「(イ) 地表の活断層の情報をもとに簡便化した方法で震源断層を推定する場合 (以下「レシピ(イ)の手法」という。) とに分け, レシピ(ア)の方法による場合, 地震モーメントを設定する際に, 断層面積  $S$  と地震モーメント  $M_o$  の関係式として, ①  $M_o < 7.5 \times 10^{18}$  [Nm] ( $M_w$  6.5 相当) の場合は, Somervilleほか (1999) による次の式

$$M_o = (S / 2.23 \times 10^{15})^{3/2} \times 10^{-7}$$

を用い, ②  $M_o \geq 7.5 \times 10^{18}$  [Nm] の場合は, 入倉・三宅 (2001) の提案する次の式 (入倉・三宅式)

$$M_o = (S / 4.24 \times 10^{11})^2 \times 10^{-7}$$

を用いて設定するものとしている。

ただし, 原理的には, 断層幅が飽和しているかどうか (内陸の活断層で発生する地震の断層幅  $W$  は, 地震規模が小さいとき断層長さ  $L$  に比例し, ある規模以上の地震 [ $M_o \geq 7.5 \times 10^{18}$  [Nm]] に対して飽和して一定値となる。) でスケーリング則が変わるため, 断層幅が飽和していない場合はSomervilleほか (1999) の経験式を, 飽和している場合は入倉・三宅式を用いる方が合理的であるとしている。

(甲75, 82, 乙62, 63, 144, 審尋の全趣旨)

- b 相手方は, 前記(1)認定のとおり, 本件敷地及びその周辺における地質・地震に関する詳細な調査結果により把握した本件敷地周辺で発生する

地震の地域的な特性を踏まえ、震源断層の長さを安全側に17.3km(竹木場断層による地震)ないし19.5km(城山南断層による地震)と設定するとともに、不確かさを考慮して断層長さをそれぞれ20.0kmとしたケースについても検討しており、この設定は合理的であるといえるから、相手方がレシピ(ア)の方法によって地震モーメントを推定したことには合理性が認められる。

そして、地震本部レシピにおいては、上記aのとおり、レシピ(ア)の手法により断層面積から地震モーメントを求めるに際し、断層幅が飽和している場合は入倉・三宅式を用いるのが合理的であるとされているところ、本件各原子炉施設の耐震安全性に係る基準地震動の策定において選定された二つの検討用地震は、いずれも断層幅が飽和している場合として想定されていると認められること(乙61, 96, 142, 審尋の全趣旨)に照らせば、相手方が入倉・三宅式によって地震モーメントを推定したことには合理性があるというべきである。

なお、平成28年12月修正レシピ(甲75, 乙144)では、入倉・三宅式を含むレシピ(ア)の手法につき、「過去の地震記録や調査結果などの諸知見を吟味・判断して震源断層モデルを設定する場合」と表現が改められているが、内容を実質的に変更するものではないと解されるのであって、過去の地震記録が存在しない場合に入倉・三宅式を含むレシピ(ア)の手法によることができないとする抗告人らの主張は採用できない。

(ウ) 抗告人らの主張について

- a 抗告人らは、入倉・三宅式が主として世界中の強震動を集めたデータに基づくものであるのに対し、武村式は日本国内で生じた地震のデータのみに基づくものであり、日本国内の地域的特性を表しているものであるとして、武村式を適用すべきである旨主張する。

しかしながら、上記(ア)のとおり、地震本部レシピによる強震動評価の

手法は、科学的合理性を有するものといえることができる。地震本部レシピによる手法のうち、一部の経験式を他の式に置き換えた場合、地震動評価手法としての上記科学的合理性の根拠は失われることになる。

現に、原子力規制委員会は、島崎邦彦から入倉・三宅式では過小評価となる可能性があるとの問題提起を受け、原子力規制庁に対し、入倉・三宅式を用いていた大飯原発の地震動評価について、入倉・三宅式を用いないで再計算をするよう指示し、これを受け、原子力規制庁は、平成28年7月13日に地震本部レシピの手法により大飯原発の地震動の試算をするに当たり、地震モーメントを算出するための経験式を入倉・三宅式から武村式に入れ替えたところ、地震モーメントは3.49倍、短周期レベルは1.51倍になったものの、他方で、アスペリティの総面積が断層全体の面積よりも大きくなるという矛盾が生じてしまい、これを回避するためアスペリティ面積を断層面積の22%と設定すると、背景領域の応力降下量が7.6 MPaとなり、各種の地震データの最大値の2倍以上、平均値の約3倍という非現実的な想定になったというのであり、結局のところ、原子力規制委員会は、入倉・三宅式の代わりに武村式を用いて地震本部レシピにより地震動を試算すること自体、無理があるものであり、原子力規制委員会として行うべき規制において要求又は推奨すべきアプローチとして位置付けるまでの科学的、技術的な熟度には至っていないとの結論に至っているものである（甲61、乙103、104）。これに対し、抗告人らは、地震モーメントから短周期レベルを求めるための経験式として、地震本部レシピが採用する壇ほか（2001）の式ではなく片岡ほか（2006）の式を採用すれば、上記のような矛盾は生じない旨主張するが、この主張の当否については後記ウ(イ)において検討する。

なお、相手方は、川内原子力発電所の地震動評価において、地震本部レシピよりも保守的に、1997年鹿児島県北西部地震の観測記録を用いた敷地周辺の地域性の検討から得られたパラメータ（平均応力降下量及びアスペリティの実効応力）を固定値とし、それを基に地震モーメントと短周期レベルを設定している（甲81の1、乙159）が、このことをもって、地震本部レシピによる手法のうち、一部の経験式を他の式に単純に置き換えることの合理性が裏付けられるものでもない。

- b 入倉・三宅式は、震源断層の面積（震源断層の長さや幅から求められる。）と地震モーメントとの関係を表す経験式であり、地震発生後の震源インバージョン（地震観測記録を用いて、実際に起きた地震における地下の断層面の動きを把握する手法の一つであり、複数の観測地点で得られた地震観測記録に基づき断層面を仮定し、当該断層面の各地点において生ずるすべり量及びすべりの方向等の地下の震源の動きを逆解析〔インバージョン解析〕によって求め、それらの結果から震源断層を推定する方法）等によって得られた震源断層の面積を元データとして作られたものであるところ（乙63）、強震動記録を用いた震源インバージョンによる断層パラメータは最も精度が高いとされており（乙63、66、102、審尋の全趣旨）、入倉ほか（2014）によれば、平成7年以降に国内で発生した18個の内陸地殻内地震のうち、入倉・三宅式がその対象とするMw6.5以上の8個の地震に関する震源インバージョンの結果も、入倉・三宅式とよく一致することが確認されている（乙66）。また、原子力規制庁技術基盤グループは、熊本地震の震源断層面積と地震モーメントとの関係は入倉・三宅式と整合していると判断したことが認められる（乙147）。さらに、島崎意見も、入倉・三宅式は震源インバージョンの結果を式として正当に表したものであるとしている（甲86）。これらに照らせば、入倉・三宅式が主として世界中

の強震動を集めたデータに基づくものであるからといて、我が国において発生する地震について、入倉・三宅式の震源断層の面積と地震モーメントとの関係を表す関係式としての正確性が乏しいということではできず、この点に関する抗告人らの主張は採用できない。

この点、抗告人らは、熊本地震について各研究機関において実施された震源インバージョンの結果は、断層（長さ、幅）の評価にばらつきがあること（甲63、64）から、震源インバージョンという手法の不確実性を指摘する。しかしながら、引間和人・三宅弘恵「観測記録により推定された震源断層モデルに見られる特徴」によれば、熊本地震本震について各解析者が行った震源インバージョンの結果、震源断層の長さは概ね40～50km、断層幅は概ね20km程度の範囲に収まっていることが認められ（乙146）、抗告人らが指摘する解析結果の数値の違いは、解析において使用された地震観測記録等のデータの差異によるものと考えられる。したがって、震源インバージョンの精度については未だ不確実性があるものの、そのことをもって、震源インバージョンという手法自体の信頼性が否定されるものではないというべきである。

また、抗告人らは、入倉ほか（2014）において、入倉・三宅式がその対象とするMw6.5以上の8個の地震に関する震源インバージョン結果が入倉・三宅式と整合するのは、これらの地震について、最初に想定する断層面積を大きくとり、かつ、トリミングを行っていないからである旨主張する。しかしながら、そもそも、Somervilleほか（1999）によって示された震源インバージョンにおけるトリミングとは、震源断層面が破壊過程の説明のため実際の震源の破壊領域よりも大き目に設定された場合において、断層端部のすべり量が小さくなるため、この領域を一定のルールに基づき除外すること（具体的には、断層端部の列又は行全体における要素断層当たりのすべり量が、断層全体

の平均すべり量の0.3未満であれば除外する。)をいうところ(甲65), 入倉ほか(2014)においては, 上記8個の地震を含む合計18個の日本国内で発生した地震について, Somervilleほか(1999)の規範に従い, 震源インバージョン結果から震源パラメータを抽出したとされているのであるから(乙66), Somervilleほか(1999)の規範に従い, 適切な震源断層の設定がされた(トリミングが実施されていないものについては, 断層端部のすべり量が断層全体の平均すべり量の0.3以上であったため, Somervilleほか(1999)の規範によってもトリミングが不要であった)ものとするのが相当である。したがって, 抗告人らの上記指摘は当たらない。

他方で, 武村式は, 昭和53年以前に日本国内で発生した9個の地震及び平成7年の兵庫県南部地震のデータセットに基づく震源断層長さと地震モーメントとの経験式であるところ, これらの地震については, 強震観測網が貧弱であり, 地震学的情報が必ずしも十分に取得することができなかつたため, 地震直後の地表断層調査や測地学的な情報から震源パラメータを間接的に推定する機会が多く, 断層長さについても多くの場合は地表断層長さに近い不十分なデータしか取得できなかったものであることが認められ(甲43, 乙65, 66), 入倉ほか(2014)によれば, 上記武村式の基とされた10個の地震について改めて震源インバージョン解析を行ったところ, データが収集できた6個の地震のうち5個の地震において, 震源断層長さが武村式において用いられた震源断層長さに比して大幅に長くなったという結果が得られたこと(残1個は同値), その原因については, 武村式において用いられた断層長さが, 測地学的データによっていたため, 地下の震源断層の長さではなく, 地表断層長さに近い不十分なデータであったことによるものと分析

されていることが認められる（乙66）。

そうすると、武村式のうち、断層長さと地震モーメントの関係式については、その基とされた地震の断層長さのデータが不十分なものであった以上、その関係式としての正確性は乏しいというべきである。

- c もっとも、島崎意見は、震源インバージョンにより求められる震源断層面積は、事前に設定される均質な震源断層面積より大きくなることから、入倉・三宅式は震源インバージョンをした結果を式として正当に表したものではあるものの、地震動の事前予測に当たって、事前に設定された地表地震断層の長さから求めた断層面積を入倉・三宅式に用いると、特に垂直又は垂直に近い断層の場合、断層面積が過小に設定されることとなり、その結果、地震モーメントも過小に評価されることになるとしている（甲86）ところ、島崎意見がいう過小評価のおそれは、入倉・三宅式に内在する問題であるといえる。

しかしながら、現在の科学技術において震源断層面積を地震発生前に正確に推定することができない以上、島崎意見がいう過小評価のおそれは、強震動予測の一般的な問題にも帰着するものであって、上記過小評価のおそれは、事前予測に当たり、対象となる活断層の長さや幅を地表地震断層の長さ等に比して保守的に大きく見積もり、断層面積を地表地震断層の長さそのものから求めた数値より大きく設定すること、あるいは、科学技術の進展に伴い、詳細な地質調査等を行って、活断層の長さ等を事前にできるだけ実態に近い値に推定することによって防ぐことが可能であると考えられる。

そして、相手方は、前記(1)認定のとおり、詳細な地質調査等を行い、対象となる活断層の長さや幅を地表地震断層の長さ等に比して保守的に大きく見積もった上、各種の不確かさを考慮した上で各種パラメータを設定することにより、上記過小評価のおそれに対応しているといえる

のであって、相手方のかかる手法が不合理であるということとはできない。

d 抗告人らは、相手方が、震源モデルの断層長さ又は断層面積と地震規模とを関連付ける経験式について、津波の評価に当たっては、津波を起す地震動の評価について武村式を適用しながら、耐震重要施設の安全性に係る基準地震動の評価に当たっては入倉・三宅式という別の方法を適用し、二重の基準を採用している旨主張する。

この点、設置許可基準規則5条は、「設計基準対象施設は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない」としているところ、土木学会原子力土木委員会津波評価部会「原子力発電所の津波評価技術」によれば、海域活断層に想定される地震に伴う津波については、原則として、評価する海域活断層の長さに基づき、武村（1998）による活断層長さLと最大Mwとの経験式を用いるものとされ（乙68）、相手方も、本件各原子炉施設に係る基準津波の策定に当たり、海域活断層に想定される地震に伴う津波については、上記の手法により最大Mwを求めている（甲42）。

しかしながら、基準地震動の策定に当たり、選定した検討用地震（相手方が基準地震動の策定に当たって選定した検討用地震は、いずれも内陸地殻型地震である。）の地震動評価における震源モデルの設定について、断層長さないし断層面積から地震モーメントを求める際にいかなる経験式を用いるべきかということと、基準津波の策定に当たり、津波を生じさせる海域活断層に想定される地震の最大Mwを求める際にいかなる経験式を用いるべきかということと同列に扱うことは相当ではなく、相手方が、前者について入倉・三宅式を適用し、後者については武村（1998）による活断層長さLと最大Mwとの経験式を適用したことが、直ちに不合理であるということとはできない。

(エ) まとめ

以上によれば、相手方が入倉・三宅式を用いて断層面積から地震モーメントを求めたことにより、その地震動評価が合理性を欠くものになったということはできない。

したがって、抗告人らのこの点に関する主張は採用できない。

イ 経験式が有するばらつきが考慮されていないとの主張について

抗告人らは、経験式の基となった過去の地震動のデータと経験式により算出される平均像との間には、かい離（ばらつき）が生じ得るのであり、この点について、地震動審査ガイドにおいても、経験式を用いて地震規模を設定する場合には、経験式が有するばらつきも考慮する必要があるとされているのに、相手方が、基準地震動の策定に当たり、こうした経験式である入倉・三宅式の有するばらつきを考慮していないのは不合理である旨主張するので、以下検討する。

(ア) 経験式が有するばらつきの考慮の解釈について

地震動審査ガイド（甲50、乙59）は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の策定における検討用地震の選定の際の震源特性パラメータの設定について、「震源モデルの長さ又は面積、あるいは1回の活動による変位量と地震規模を関連づける経験式を用いて地震規模を設定する場合には、経験式の適用範囲が十分に検討されていることを確認する。その際、経験式は平均値としての地震規模を与えるものであることから、経験式が有するばらつきも考慮されている必要がある。」(I 3. 2. 3(2))としている。

この点について、当該経験式が適用範囲を定めている場合には、当該地域の地質調査結果や観測記録等から設定された震源モデルの長さ等が、当該経験式が想定する適用範囲から外れる場合もあり得る。したがって、経験式を用いる際には、当該経験式を当該地域の地質調査の結果等を踏まえ

て設定される震源断層に適用することが適当であるかの観点から、上記震源断層が当該経験式の適用範囲に含まれているかについて検討する必要があり、地震動審査ガイドは、この点を踏まえて、「経験式の適用範囲が十分に検討されていることを確認する。」と定めているものと解される。

また、経験式は、観測データ（データセット）を回帰分析して得られる（すなわち、最小二乗法を適用して求められる）ものであり、地震動評価に用いる経験式についても同様であって、こうした経験式とは、その基とされた各データのいわば平均像を示すものであるから、経験式とその基とされた各データとの間には、かい離が当然に存在する（地震動審査ガイドの「経験式は平均値としての地震規模を与えるものである」とは、このことを指していると解される。）のであり、これが、経験式の有する「ばらつき」であると解される。

なお、平成28年12月修正レシピ（甲74，乙144）が、「断層とそこで将来生ずる地震およびそれによってもたらされる強震動に関して得られた知見は未だ十分とは言えないことから、特に現象のばらつきや不確定性の考慮が必要な場合には、その点に十分留意して計算方法と計算結果を吟味・判断した上で震源断層を設定することが望ましい。」としているのも、上記と同様の趣旨をいうものと解される。

#### (イ) 相手方が行った地震動評価の合理性

地震動審査ガイドや平成28年12月修正レシピは、上記(ア)のほかは、経験式が有するばらつきを考慮する手法について具体的に明示するものではない（甲50，乙59）。そして、相手方が行った基準地震動の策定・評価においては、震源断層の規模が経験式の適用範囲を満たしていることを確認した上で、震源特性パラメータの相互の関係を示す経験式が内包するばらつきをその経験式による算出結果に幅を設けるなどして直接考慮するのではなく、各種の不確かさを考慮して、その経験式に算入する断層

長さ等の個々の値のばらつきを考慮したものであり、原子力規制委員会も、そのことを踏まえ、本件設置変更許可申請における基準地震動が設置許可基準規則解釈別記2の規定に適合していると判断したものである。そして、観測記録と経験式との適用結果とのばらつきは、主に地震動に影響を及ぼす地域的な特性（地震の震源特性、地震波の伝播特性及び地盤の増幅特性）の差異が要因と考えられること、設置許可基準規則解釈別記2第5項2号④や地震動審査ガイド（I 3. 3. 1(1)）が、地震動評価に当たり、敷地における地震観測記録を踏まえて、地震発生様式及び地震波の伝播経路等に応じた諸特性（その地域における特性を含む。）を十分に考慮することを求めているのは、そのような地域特性の把握を重要視する趣旨と考えられることからすれば、上記のような原子力規制委員会の考え方が不合理であるということとはできない。

**(ウ) 抗告人らの主張について**

これに対し、抗告人らは、入倉・三宅式が有するばらつきを考慮するためには、安全性を最も重視し、測定点の範囲で地震モーメントが最も大きくなる地震動データをもって耐震安全基準とするように考慮すべきであり、あるいは、入倉・三宅式により導かれる平均値について、福井地震がばらつきの最大値（4.2倍）を示すものであることから、入倉・三宅式により導かれる平均値について全て4.2倍のものを踏まえて基準地震動を策定すべきである旨主張する。

しかしながら、上記(ア)のとおり、経験式は、観測データ（データセット）を回帰分析して得られるものであって、抗告人らが主張するような手法を用いることは、こうしたデータセットの回帰分析により得られた経験式自体を事実上修正し、経験式がその基としたデータセットを回帰分析した結果を放棄しているのと同じことになってしまうばかりか、上記のような地域的な特性の相違の軽視につながるものであって、到底科学的合理性を認

めることはできない。地震動審査ガイドの上記規定も、「経験式が有するばらつき」の考慮について、飽くまでも経験式の適用範囲を検討する際の留意事項として定めているにすぎず、経験式そのものを修正する趣旨で定めているわけではないというべきである。

(エ) まとめ

以上によれば、抗告人らの上記主張は、独自の見解にすぎず、採用できない。

ウ 加速度が過小評価されているとの主張について（壇ほか（2001）の式の問題点）

抗告人らは、地震モーメントから短周期レベルを算定する際の経験式について、壇ほか（2001）の式は合理性を欠くものであり、片岡ほか（2006）の式を用いるべきであるのに、相手方がこれを用いていないため、本件各原子炉施設の基準地震動の策定に当たり、加速度が過小評価されている旨主張するので、これを検討する。

(ア) 地震本部レシピについて

壇ほか（2001）の式は、地震本部レシピにおいて、特性化震源モデルを設定する際の震源特性パラメータ相互の関係を示すスケーリング則のうち、地震モーメントから短周期レベルを求める際の経験式として採用されている（甲75, 82, 乙62, 乙144）ところ、上記ア(ア)aないしdで検討したところに照らせば、地震本部レシピが示した強震動予測における震源断層パラメータの設定内容の合理性については、各震源特性の設定の際に用いられる個々の経験式の問題としてとらえるのではなく、地震本部レシピ全体の問題として考慮するのが相当であり、上記のとおり壇ほか（2001）の式を地震モーメントから短周期レベルを求める際の経験式として採用している地震本部レシピの内容は、現在の科学技術水準に照らして合理的なものであるというべきである。

(イ) 抗告人らの主張について

- a これに対し、抗告人らは、壇ほか(2001)の式が、短周期レベルについて、地震モーメントの $1/3$ 乗に比例するという形を仮定した上で残るパラメータを算出している点で適切でないのに対し、片岡ほか(2006)の式が、地震モーメントの $1/3$ 乗のスケーリング則を仮定せずに、最小二乗法でパラメータを求め、その結果、短周期レベルが地震モーメントの $1/2$ 乗に比例するという結果を招いており、入倉ほか(2016)において、 $M_w 6.5$ より大きい地震の平均すべり量が、地震モーメント $M_0$ の $1/2$ に比例して大きくなる傾向を示している旨の記載があることから、片岡ほか(2006)の式の合理性が裏付けられているとして、壇ほか(2001)の式ではなく片岡ほか(2006)の式を用いるべきである旨主張する。

しかしながら、佐藤(2016)(乙130)によれば、熊本地震における短周期レベルと地震モーメントとの関係が壇ほか(2001)の式に整合するとされており(乙130)、また、佐藤(2010)(乙81)や佐藤・堤(2012)(乙82)においては、断層タイプ(逆断層、横ずれ断層、正断層)別に短周期レベルが検討される際に、壇ほか(2001)の式が比較検証の対象として用いられているのであるから、抗告人らの上記指摘をもって、壇ほか(2001)の式の合理性が直ちに否定されるものということとはできない。

- b 抗告人らは、壇ほか(2001)の式により求められる短周期レベル $A$ が地震モーメント $M_0$ の $1/3$ 乗に比例するという関係性は、Somervilleほか(1999)と結びついており、壇ほか(2001)の式には適用範囲( $M_0 < 7.5 \times 10^{18}$  [Nm])が存在すると考えられる旨主張する。

しかしながら、地震本部レシピ(甲75, 83, 乙62, 144)に

は、壇ほか（2001）の式の適用範囲を原告人ら主張のように限定する旨の記載はない。また、短周期レベルAを地震モーメント $M_0$ の $1/3$ 乗でスケーリングすることは、純理論的な物理モデルとしてはSomervilleほか（1999）が妥当する地震規模の領域に整合するものではあるが、経験式は、一定の観測記録のデータセットを回帰分析した結果であるから、当該経験式を導く前提となった観測記録のデータセットの範囲内であれば適用することができるというべきである。そして、壇ほか（2001）の式は、地震モーメントが $3.5 \times 10^{24}$  [dyne-cm] ( $3.5 \times 10^{17}$  [Nm] と同じ) ないし $7.5 \times 10^{26}$  [dyne-cm] ( $7.5 \times 10^{19}$  [Nm] と同じ) の範囲の観測記録に基づき策定されたものであるから（甲122，乙67），壇ほか（2001）の式は、基本的には上記の範囲において適用することができるというべきであり、原告人らの上記主張は理由がない。

- c また、原告人らは、原子力規制庁が、大飯原発において、入倉・三宅式の代わりに武村式を用いて地震本部レシピにより地震動を試算すると、アスペリティの総面積が震源断層の総面積よりも大きくなるという矛盾が生ずるとの結果を示したこと（甲61，乙104）について、壇ほか（2001）の式の代わりに片岡ほか（2006）の式を用いると、上記のような矛盾が生ずることはない旨主張し、原告人Aの陳述書（甲79）にも、これに沿う記載が存在する。

しかしながら、そもそも、地震本部レシピによる手法のうち、一部の経験式を他の式に置き換えることについて科学的合理性があるということはず、地震本部レシピのうち断層面積から地震モーメントを算出する際に武村式を用いることの科学的な合理性があるとは認め難い。また、断層面積から地震モーメントを算出する経験式として武村式を用いて、地震モーメントから短周期レベルを算出する経験式として片岡ほ

か(2006)の式を用いることにより、大飯原発において入倉・三宅式の代わりに武村式を用いて地震本部レシピにより地震動を試算する過程で、アスペリティの総面積が震源断層の総面積よりも大きくなるという矛盾を回避することができたとしても、そうした試算により行われた基準地震動の策定の過程が科学的な合理性を有することを裏付ける証拠がないのであるから、そのことをもって、片岡ほか(2006)の式を用いることの合理性が裏付けられているとは認め難い(そもそも、上記ア(ウ)aのとおり、原子力規制委員会は、入倉・三宅式の代わりに武村式を用いて地震本部レシピにより地震動を試算すること自体、無理があるものであり、原子力規制委員会として行うべき規制において要求又は推奨すべきアプローチとして位置付けるまでの科学的、技術的な熟度には至っていないとの結論に至っているものであり、この立場からすれば、抗告人らの上記主張は、その前提を欠くものということになる。)

#### (ウ) まとめ

以上によれば、相手方が壇ほか(2001)の式を用いて地震モーメントから短周期レベルを求めたことにより、その地震動評価が合理性を欠くものになったということとはできない。

したがって、抗告人らのこの点に関する主張は採用できない。

#### (4) 争点(1)についてのまとめ

以上によれば、相手方が策定した基準地震動 $S_s$ は、前記(2)のとおり合理性が認められる新規制基準に従い、最新の科学的手法によって策定されたものであり、そこで用いられた各種のパラメータは、安全側に配慮して保守的な設定がされ、各種の不確かさについても、その性質や程度に応じ、独立又は重ね合わせて考慮し、基本ケースの他にも相当数に及ぶ不確かさを考慮したケースを設定した上で評価されたものであって、それらの計算過程及び計算結果に不自然、不合理な点は見当たらず、年超過確率(基準地震動を超過する揺れに見舞

われる確率)も極めて低い数値となっていることが認められる。そして、これに対する原子力規制委員会の調査審議も適切に行われたものであるといえ、これらに照らせば、抗告人らの主張、疎明を踏まえても、相手方は、基準地震動の策定に関して、新規制基準に不合理な点がないこと並びに当該基準の適合性に係る原子力規制委員会における調査審議及び判断の過程等に看過し難い過誤、欠落がないことについて、相当の根拠、資料に基づき主張、疎明を尽くしたというべきである。

そして、それにもかかわらず、相手方が策定した本件各原子炉施設の基準地震動が合理性を欠くため本件各原子炉施設の耐震安全性に欠けるところがあり、その運転に起因する放射線被ばくにより、抗告人らの生命、身体に直接的かつ重大な被害が生ずる具体的な危険が存在することを認めるに足りる疎明がされているとはいえない。

### 3 争点(2) (本件各原子炉施設の配管の安全性) について

#### (1) 配管の健全性確保の取組について

以下のとおり補正するほかは、原決定の「理由」欄の「第3 当裁判所の判断」の3(1) (原決定93頁3行目から109頁2行目まで) に記載のとおりであるから、これを引用する。

ア 原決定93頁24行目末尾に「これに対し、抗告人らは、相手方の上記の疎明を妨げる主張、疎明(いわゆる反証)を行うことができ、相手方が上記の点について自ら必要な疎明を尽くさず、又は抗告人らの上記の主張、疎明(いわゆる反証)の結果として相手方の疎明が尽くされない場合は、上記の具体的な危険の存在が事実上推定されるというべきである。」を加える。

イ 同94頁10行目の「ステンレス鋼」を「オーステナイト系ステンレス鋼(以下単に「ステンレス鋼」という。)」と改める。

ウ 同96頁18行目の「42」の後に「, 157」を加える。

エ 同97頁16行目の「浸透探傷検査」を「浸透探傷試験(検査物表面に浸

透液を塗布し、余剰浸透液を洗淨、乾燥した後に現象剤を吹き付け、亀裂等に浸透した浸透液が表面に染み出てくる状況を分析し、検察物表面の欠陥を検出する試験)」と改める。

オ 同頁17行目の「漏えい検査」を「漏えい試験（検査物に液体又は気体を注入し、圧力をかけ漏えいの有無を確認する試験）」と改める。

カ 同100頁8行目の「直近では」を削る。

キ 同頁12行目の「現在」から15行目末尾までを「その後、本件3号機については第13回定期検査が、本件4号機については第11回定期検査がそれぞれ実施された。（乙53、54、57、79、112、115、116、119、160、161）」と改める。

ク 同105頁12行目の「行われた。」から13行目末尾までを「行われ、それぞれ経済産業大臣により省令62号の規定に適合していることが確認された（乙32、52、55、56、71の2、73、117、118、149ないし156）。」と改める。

ケ 同行目の後に行を改め、次のとおり加える。

「エ）本件蒸気漏れ事象（甲120）

本件3号機は、第11回定期検査を経て、平成30年3月25日に発電を再開し、電気出力75%で調整運転を行っていたところ、同月30日のパトロール中、2次冷却設備である脱気器空気抜き管からの微小な蒸気漏れが確認された。

相手方は、本件3号機の発電を停止し、脱気器空気抜き管の点検を実施した結果、全16本の脱気器空気抜き管のうちの1本に貫通孔が確認されたため、全16本について配管、外装板及び保温材の取替を実施するとともに、本件3号機の設備全体について、錆などの腐食等、異常の兆候がないかどうか改めて点検を行い、問題がないことを確認した。

相手方は、併せて、再発防止対策として、屋外の外装板及び保温材の

使用環境（風雨や海水の影響を受ける環境）を考慮した取替計画を策定するとともに、それらが施工されている屋外配管について、これまでの点検計画に加え、追加の点検計画を策定する等の対策を実施した、具体的には、次回定期検査以降、基本的に4定期検査毎に、順次、外装板及び保温材を取り替えるとともに、併せてそれらが施工されている配管の外表面視点検を実施することとし、点検の状況を踏まえて、必要に応じて、取替及び点検の周期を短くすることとした。

相手方は、これらの対策を実施後、平成30年4月18日に本件3号機の発電を再開し、同年5月16日にすべての検査を終了し、通常運転に復帰した（なお、本件4号機についても本件3号機と同様の取組が実施された。）。

コ 同頁21行目の「定めている。」を「定めるところ、技術基準規則解釈によれば、同項の「その破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥（以下「規則不適合欠陥」という。）があつてはならない。」とは、「「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」（欠陥の解釈）の規定に適合するものであること。」とされている（乙109）。」と改める。

サ 同106頁8行目から9行目にかけての「欠陥発生の防止及び欠陥の早期発見の観点から」を「欠陥の解釈（甲51の2、乙110）の規定に適合しており、規則不適合欠陥の発生防止の観点から」と改める。

シ 同108頁11行目の後に行を改め、次のとおり加える。

「なお、抗告人らは、本件蒸気漏れ事象は、維持規格等に基づいた点検を適切に行っているという相手方の主張が根拠のないものであることを示すものであり、相手方において技術基準規則18条に適合していることを確認するためには、全配管の徹底した検査を行うほかなく、そのような検査が行われない限り、相手方において技術基準規則18条適合性の疎明が

あったとはいえない旨主張する。

しかしながら、本件蒸気漏れ事象が発生した本件3号機の脱気器空気抜き管を含む脱気器は、技術基準規則18条1項の対象である「使用中のクラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、原子炉格納容器支持構造物及び炉心支持構造物」のいずれにも該当しないから、本件蒸気漏れ事象が発生したことをもって技術基準規則18条への適合性が否定されるものではない。そして、前記イ(エ)認定のとおり、本件蒸気漏れ事象は定期的なパトロールにより発見され、直ちに適切な処理がとられているのであるから、安全性を欠いているとはいえない。

したがって、抗告人らの上記主張は理由がない。」

ス 同頁26行目冒頭から同109頁2行目末尾までを次のとおり改める。

「(エ) 以上によれば、抗告人らの主張、疎明を踏まえても、本件各原子炉施設における配管の健全性確保の取組の状況及びその内容は、規則不適合欠陥の発生防止の観点から合理的であって、配管の欠陥に起因して抗告人らの生命、身体に直接的かつ重大な被害が生ずる具体的な危険が存在しないことについて、相手方は、相当の根拠、資料に基づき疎明を尽くしたというべきである。」

## (2) 重大事故対策について

原決定109頁18行目末尾に「これに対し、抗告人らは、相手方の上記の疎明を妨げる主張、疎明（いわゆる反証）を行うことができ、相手方が上記の点について自ら必要な疎明を尽くさず、又は抗告人らの上記の主張、疎明（いわゆる反証）の結果として相手方の疎明が尽くされない場合は、上記の具体的な危険の存在が事実上推定されるというべきである。」を加えるほかは、原決定の「理由」欄の「第3 当裁判所の判断」の3(2)（原決定109頁3行目から116頁22行目まで）に記載のとおりであるから、これを引用する。

### (3) 争点(2)についてのまとめ

以上によれば、抗告人らの主張、疎明を踏まえて検討しても、相手方は、本件各原子炉施設における配管の健全性確保及び重大事故対策に適切に取り組んでおり、本件各原子炉施設の運転に起因する放射線被ばくにより、抗告人らの生命、身体に直接的かつ重大な被害が生ずる具体的な危険が存在しないことについて、相応の根拠、資料に基づき主張、疎明を尽くしたものであるというべきである。

## 4 争点(3) (本件各原子炉施設における火山事象による影響の危険性) について

### (1) 認定事実等

前提事実並びに後掲の疎明資料及び審尋の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

#### ア 新規制基準の内容等

##### (ア) 設置許可基準規則等

前提事実(7)エのとおり、設置許可基準規則は、安全施設は、想定される自然現象が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならずとし(6条1項)、重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならぬとしている(6条2項)。

そして、設置許可基準規則解釈は、上記「想定される自然現象」の一つとして、火山の影響を挙げており(6条2)、「大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象」とは、対象となる自然現象に対応して、最新の科学的、専門技術的知見を踏まえて適切に予想されるものをいい、過去の記録、現地調査の結果及び最新知見等を参考にして、必要のある場合には、異種の自然現象を重畳させるものとしている(同条5)(甲68, 乙60, 141)。

このように、火山に関する新規制基準の内容が簡潔な記載にとどまっているため、原子力規制委員会の新規制基準への適合性審査は、原子力規制委員会が策定した審査ガイドである火山ガイド（前提事実(7)エ）に大幅に依拠して行われている。

#### (イ) 火山ガイド

原子力規制委員会が平成25年6月19日に定めた火山ガイドの概要は、次のとおりである（甲110）。

##### a 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の流れ

火山影響評価を立地評価と影響評価の2段階で行う。

立地評価では、まず原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出を行い、影響を及ぼし得る火山が抽出された場合には、抽出された火山の火山活動に関する個別評価を行う。すなわち、設計対応不可能な火山事象が原子力発電所の運用期間中に影響を及ぼす可能性の評価を行う。

影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価された場合は、火山活動のモニタリングと火山活動の兆候把握時の対応を適切に行うことを条件として、個々の火山事象に対する影響評価を行う。一方、設計対応不可能な火山事象が原子力発電所の運用期間中に影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価されない場合は、原子力発電所の立地は不適と考えられる。

影響評価では、個々の火山事象への設計対応及び運転対応の妥当性について評価を行う。

##### b 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

原子力発電所の地理的領域（火山影響評価が実施される原子力発電所周辺の領域を指し、具体的には原子力発電所から半径160kmの範囲の領域とされる。）に対して、文献調査等で第四紀（約258万年前から現在までの期間）に活動した火山（第四紀火山）を抽出する。

なお、半径160kmの範囲を地理的領域とするのは、国内の最大規模

の噴火である阿蘇4噴火（約9万年前）において火砕物密度流が到達した距離が160kmと考えられていることによるものであり、第四紀火山のみを対象とするのは、日本には、258万年間の休止期間を経た後に火山活動を再開させた火山は存在しておらず、258万年前までに活動を終えた日本の火山が火山活動を再開させる蓋然性は極めて低いと考えられていることによる。

地理的領域にある第四紀火山のうち、①完新世（第四紀の区分のうちで最も新しいものであり、約1万1700年前から現在までの期間）に活動を行った火山は、将来活動の可能性のある火山とし、②完新世に活動を行っていない火山については、文献調査並びに地形・地質調査及び火山学的調査の結果を基に、当該火山の第四紀の噴火時期、噴火規模、活動の休止期間を示す階段ダイヤグラムを作成してより古い時期の活動を評価し、火山活動が終息する傾向が顕著であり、最後の活動終了から現在までの期間が過去の最大休止期間より長い等、将来の活動可能性がないと判断できる場合は、後記cの火山活動に関する個別評価の対象外とし、それ以外の火山（完新世の活動があった火山や、完新世に活動がなかったものの将来の活動可能性が否定できない火山）については、将来の火山活動可能性が否定できない火山として、後記cの火山活動に関する個別評価を行う。

#### c 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

上記bにより将来の活動可能性があるとして評価した火山（検討対象火山）について、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であり、原則として40年間）中において設計対応が不可能な火山事象を伴う火山活動の可能性の評価を行う。この際、検討対象火山の活動を科学的に把握する観点から、過去の火山活動履歴とともに、必要に応じて地球物理学的及び地球化学的調査を行い、現在の火山の活動

の状況も併せて評価する。具体的には、地球物理学的観点からは、地震波速度構造、重力構造、比抵抗構造、地震活動及び地殻変動に関する検討により、検討対象火山に関連するマグマ溜まりの規模や位置、マグマの供給系に関連する地下構造等について、地球化学的観点からは、火山ガス（噴気）の化学組成分析、温度等の情報から、検討対象火山の火山噴出物等について分析することにより、火山の活動状況を把握する。

上記 b の調査結果と必要に応じて実施する地球物理学的及び地球化学的調査の結果を基に、原子力発電所の運用期間中における検討対象火山の活動の可能性を総合的に評価する。評価の結果、検討対象火山の活動の可能性が十分小さい場合は、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を抽出し、後記 d に従い火山活動のモニタリングを実施し、運用期間中において火山活動を継続的に評価する。

検討対象火山の活動の可能性が十分小さいと判断できない場合は、調査結果から噴火規模を推定し（推定できない場合は、当該火山の過去最大の噴火規模とする。）、設定した噴火規模における設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達する可能性が十分小さいかどうかを評価する。評価では、①調査結果から噴火規模を設定した場合には、類似の火山における設計対応不可能な火山事象の影響範囲を参考に判断し、②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判断し、③いずれの方法によっても影響範囲を判断できない場合には、設計対応不可能な火山事象の国内既往最大到達距離を影響範囲とする。

設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達する可能性が十分小さいと評価できない場合は、原子力発電所の立地は不適であると考えられる。十分小さいと評価できる場合には、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については、モニタリング対象とし、後記 d に従い火山活動のモニタリングを実施し、運用期間中に火山活動の継続的な評価を行う。

ここに設計対応不可能な事象とは、IAEA（原子力安全委員会）が2012年に策定した安全基準であるNo. SSG-21に従い、「火砕物密度流」（火山噴火で生じた火山ガス、火砕物の混合物が斜面を流れ下る現象の総称（火砕流、サージ及びブラスト）で、高速で移動し、通常は300℃超の高温であるため、その流路の建物等に及ぼす影響は深刻とされる。）、「溶岩流」（高温の粘性流体で、経路における工学的構造物を破壊又は埋没させる。）、「岩屑なだれ、地すべり及び斜面崩壊」（岩屑なだれは、火山体系崩壊の結果として生じるもので、場合によっては数十km<sup>3</sup>もの非常に大量の土砂が含まれ、速度が速いとされる。）、「新しい火口の開口」（火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ、地すべり及び斜面崩壊等の火山事象を潜在的に引き起こす可能性のある地質学的現象であり、原子力発電所の運用期間中に新しい火口の開口が原子力発電所付近で起きた場合、又は原子力発電所に直接影響する場合、この影響は設計及び運転のための適切な措置によって緩和できないと考えられる。）、「地殻変動」（原子力発電所がある位置で発生する可能性のある最も大きな地殻変動は、新しい火口の開口に伴って引き起こされる。）の5事象をいう。検討対象火山と原子力発電所間の距離が上記各事象に係る所定の距離（火砕物密度流については160km、溶岩流並びに岩屑なだれ、地すべり及び斜面崩壊については50km）より大きい場合、その火山事象を評価の対象外とすることができる。

#### d 火山活動のモニタリング

個別評価により運用期間中の火山活動の可能性が十分小さいと評価した火山であっても、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に対しては、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行う。噴火可能性につながるモニタリング結果が観測された場合には、必要な判断・対応を取る必要がある。

火山活動の監視項目としては、一般的に、地震活動（火山性地震の観測）、地殻変動（GPS等を利用し地殻変動を観測）、火山ガス（放出される二酸化硫黄や二酸化炭素量など）等を観測し、その結果を定期的に評価し、当該火山の活動状況を把握し、状況に変化がないことを確認する。

事業者が実施すべきモニタリングは、原子炉の運転停止、核燃料の搬出等を行うための監視であり、火山専門家のみならず、原子力やその関連技術者により構成され、透明・公平性のあるモニタリング結果の評価を行う仕組みを構築する。モニタリングにより火山活動の兆候を把握した場合の対処方針等（火山活動の兆候を把握した場合の対処として、原子炉の停止、適切な核燃料の搬出等が実施される方針等）を定める。

#### e 原子力発電所への火山事象の影響評価

(a) 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、それが噴火した場合、原子力発電所に影響を与える可能性のある火山事象について、設計対応不可能な火山事象に加え、降下火砕物、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から抽出し、その影響評価を行う。

ただし、降下火砕物に対しては、火山抽出の結果にかかわらず、原子力発電所の敷地及びその周辺敷地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する。また、降下火砕物は浸食等で厚さが低く見積もられるケースがあるので、文献等も参考にして、第四紀火山の噴火による降下火砕物の堆積量を評価する。

- (b) 降下火砕物は、最も広範囲に及ぶ火山事象で、ごくわずかな火山灰の堆積でも、原子力発電所の通常運転を妨げる可能性がある。降下火砕物による直接的影響としては、原子力発電所の構造物への静的負荷、粒子の衝突、水循環系の閉塞及びその内部における磨耗、換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的及び化学的影響、並びに原子力発電所周辺の大気汚染等の影響が挙げられる。

降雨・降雪等の自然現象は、火山灰等堆積物の静的負荷を著しく増大させる可能性があり、火山灰粒子には、化学的腐食や給水の汚染を引き起こす成分が含まれている。

降下火砕物は広範囲に及ぶことから、原子力発電所周辺の社会インフラに影響を及ぼし、この中には、広範囲な送電網の損傷による長期の外部電源喪失や原子力発電所へのアクセス制限事象が発生しうることも考慮する必要がある。

- (c) 降下火砕物による原子力発電所への影響評価では、降下火砕物の堆積物量、堆積速度、堆積期間及び火山灰等の特性などの設定、並びに降雨等の同時期に想定される気象条件が火山灰等特性に及ぼす影響を考慮し、それらの原子炉施設又はその付属設備への影響を評価し、必要な場合には対策がとられ、求められている安全機能が担保されることを評価する。

- (d) 降下火砕物の直接的影響の確認事項としては、①降下火砕物堆積荷重に対して、安全機能を有する構築物、系統及び機器の健全性が維持されること、②降下火砕物により、取水設備、原子炉補機冷却海水系統、格納容器ベント設備等の安全上重要な設備が閉塞等によりその機

能を喪失しないこと，③外気取入口からの火山灰の侵入により，換気空調システムのフィルタの目詰まり，非常用ディーゼル発電機の損傷等による系統・機器の機能喪失がなく，加えて中央制御室における居住環境を維持すること，④必要に応じて，原子力発電所内の構築物，系統及び機器における降下火砕物の除去等の対応が取れることがある。

降下火砕物の間接的影響の確認事項としては，原子力発電所外での影響（長期間の外部電源の喪失及び交通の途絶）を考慮し，燃料油等の備蓄又は外部からの支援等により，原子炉及び使用済燃料プールの安全性を損なわないように対応が取れること等がある。

(ウ) 火山の巨大噴火に関する基本的な考え方について（乙193）

a 経緯

原子力規制委員会の更田委員長は，平成30年2月21日に開催された第67回原子力規制委員会において，原子力規制庁に対し，火山の巨大噴火に関する基本的な考え方について改めて分かりやすくまとめるよう指示した。これを受けて，原子力規制庁は，同年3月7日，「原子力発電所の火山影響評価ガイド（火山ガイド）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」と題する文書（以下「基本的な考え方」という。）をまとめた。

そして，基本的な考え方は，平成30年3月7日に開催された第69回原子力規制委員会に提出され，同各委員から，「基本的な考え方は，いわゆる巨大噴火に対する原子力規制の基本的考え方をよくまとめている。我々としては，従来もこの考え方で規制をおこなってきたし，これからもこの考え方でやっていく。」，「結局，巨大噴火の可能性評価に関しては，いつそれが起きるかという予知をするものではなくて，火山の状態を見て評価する。つまり，巨大噴火というのが，マグマがたまりにたまって，それが一気に噴き出すことで起きるといっているのであれば，

マグマがどれくらいたまっている、どういう状況であるのか、状態を見るという理解になる。」、「科学技術的な新知見が得られた場合には火山ガイド改訂について速やかに検討することになる。」などの意見が述べられ、基本的な考え方が確認された。

## b 内容

基本的な考え方の内容は、以下のとおりである。

### (a) 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価について

火山影響評価は、火山ガイドの図1（上記イのa～eに記載の手順）に従って行っており、このうち、設計対応不可能な火山事象については、当該事象が原子力発電所の運用期間中に影響を及ぼす可能性が十分小さいかどうかを評価する。過去に巨大噴火（地下のマグマが一気に地上に噴出し、大量の火砕流によって広域的な地域に重大かつ深刻な災害を引き起こすような噴火であり、噴火規模としては、数十km<sup>3</sup>を超えるような噴火）が発生した火山については、「巨大噴火の可能性評価」を行った上で、「巨大噴火以外の火山活動の評価」を行う。

### (b) 巨大噴火の可能性評価の考え方について

巨大噴火の可能性評価に当たっては、火山学上の各種の知見を参照しつつ、巨大噴火の活動間隔、最後の巨大噴火からの経過時間、現在のマグマ溜まりの状況、地殻変動の観測データ等から総合的に評価を行い、火山の現在の活動状況は巨大噴火が差し迫った状態にあるかどうか、及び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かどうかを確認する。

巨大噴火は、広域的な地域に重大かつ深刻な災害を引き起こすものである一方、その発生の可能性は低頻度な現象であって、現在の火山学の知見に照らし合わせて考えた場合には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言い切れないものの、これを想定した

法規制や防災対策が原子力安全規制以外の分野においては行われていない。したがって、巨大噴火によるリスクは社会通念上容認される水準であると判断できる。

したがって、上記を考慮すれば、巨大噴火の可能性の評価については、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、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、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根拠があるとはいえない場合は、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」と判断できる。

(c) 巨大噴火以外の火山活動の評価の考え方について

巨大噴火以外の火山活動について、その活動の可能性が十分小さいと判断できない場合には、火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価を行うこととなる。噴火の規模を特定することは一般に困難であるため、火山ガイドに従い、「検討対象火山の過去最大の噴火規模」について火山事象の評価を行うこととなる。この「検討対象火山の過去最大の噴火規模」には、当該検討対象火山の最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模を用いることとする。

(d) (参考) 火山活動のモニタリングについて

火山活動のモニタリングは、「運用期間中の巨大噴火の可能性が十分小さい」と評価して許可を行った場合であっても、この評価とは別に、評価の根拠が継続していることを確認するため、評価時からの状態の変化を検知しようとするものである。また、火山ガイドでは、モニタリングにより火山活動の兆候を把握した場合には、当然のこととして、原子炉の停止を含めた対処方針を事業者が事前に定めておくこととされている。事業者の火山活動のモニタリング評価結果については、原子炉安全審査会に設置されている原子炉火山部会において少な

くとも年1回評価することとしている。

また、原子力規制委員会が策定する原子炉の停止等に係る判断の目安についても原子炉火山部会において検討中である。

## イ 相手方による評価

相手方は、本件設置変更許可申請に当たり、新規制基準及び火山ガイドに従い、本件各原子炉施設に係る火山影響評価を行った。その評価の具体的内容は以下のとおりである。

### (ア) 本件各原子炉施設に影響を及ぼし得る火山の抽出

相手方は、文献調査（中野俊ほか編「日本の火山（第3版）」（乙164。以下「中野ほか編（2003）」という。）、町田洋・新井房夫「新編火山灰アトラス〔日本列島とその周辺〕新編第2刷」（乙165。以下「町田・新井（2011）」という。）等）、地形・地質調査及び地球物理学的調査を実施し、本件各原子炉施設の地理的領域内における第四紀火山の噴出物の分布等を把握し、阿蘇カルデラを含む49個の検討対象火山を抽出するとともに、九州地方において過去にVEI7以上の破局的噴火が発生した4個のカルデラ火山（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）も抽出した上で、これらの53個の火山の将来の活動可能性の有無を評価した。

このうち、完新世に活動を行った10火山（雲仙岳、阿蘇カルデラ、福江火山群、九重山、立石火山群、由布岳、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）については、将来の活動可能性が否定できない火山とした。

完新世に活動を行っていない43火山については、検討対象火山の活動年代等に基づき、当該火山の将来の活動可能性の有無を評価した。このうち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)については、火山活動が終息する傾向が明確ではなく、将来の活動可能性が否定できない火山とした。残りの32火山については、活動履歴において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から、将来の活動可能性はないと評価した。

(乙163, 166)

(イ) 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

相手方は、上記(ア)において抽出した火山のうち、過去に破局的噴火を発生させた本件5カルデラ火山について、本件各原子炉施設の運用期間中において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か否かの観点から、以下のとおり、個別に火山活動に関する評価を行った。

なお、その他の将来の活動可能性が否定できない火山については、運用期間中の噴火規模として、各火山の既往最大規模を考慮するものとした。

(乙163, 166)

**a 相手方の評価の方法**

相手方は、本件5カルデラ火山について、噴火履歴の特徴として、①破局的噴火の活動間隔、②噴火ステージを検討するとともに、地下構造として、③マグマ溜まりの状況を検討し、現在のマグマ溜まりが破局的噴火直前の状態にあるかを検討した。

ここで、①破局的噴火の活動間隔は、破局的噴火の活動間隔と最新の破局的噴火からの経過時間との比較により、破局的噴火のマグマ溜まりを形成するのに必要な時間が経過しているかを検討するものである。町田・新井(2011)(乙165)によると、日本列島の各火山における破局的噴火の頻度は、数万年から数十万年に1度程度とされている。また、阿多カルデラ以北、加久藤・小林カルデラ以南の鹿児島地溝において、約60万年前以降に破局的噴火が複数回発生しており、その活動間隔は約9万年の周期性を有しているところ、最新の破局的噴火は始良

カルデラにおける約3.0万年前～約2.8万年前の破局的噴火であることから(乙196), 破局的噴火の活動間隔は, 最新の破局的噴火からの経過時間に比べて十分長く, 当該地域において, 運用期間中の破局的噴火の可能性は十分低いと考えられる。

また, ②噴火ステージは, NAGAOKA(1988)(乙170)による噴火ステージの区分を参考に, 各カルデラにおける現在の噴火ステージを検討するものである。NAGAOKA(1988)によると, 始良カルデラ及び阿多カルデラにおいては, (a)プリニー式噴火ステージ(破局的噴火に先行してプリニー式噴火が間欠的に発生する。), (b)破局的噴火ステージ(破局的噴火が発生する。), (c)中規模火砕流噴火ステージ(破局的噴火時の残存マグマによる火砕流を噴出する。)及び(d)後カルデラ火山噴火ステージ(多様な噴火様式の小規模噴火が発生する。)が認められるとされている。

さらに, ③マグマ溜まりの状況は, 鍵山恒臣編「マグマダイナミクスと火山噴火(乙176。以下「鍵山編(2003)」という。), 東宮昭彦「実験岩石学的手法で求めるマグマ溜まりの深さ」(乙175。以下「東宮(1997)」という。)等によるマグマ溜まりの浮力中立点に関する検討及びRoche, O. and Druitt, T. H. 「Onset of caldera collapse during ignimbrite eruptions.」(2001)及び篠原宏志ほか「火山研究解説集, 薩摩硫黄島」(乙180。以下「篠原ほか(2008)」という。)等によるメルト含有物, 鉍物組成等に関する分析結果に基づくと, 破局的噴火時のマグマ溜まりは少なくとも地下10km以浅にあると考えられること, Druitt et al. (2012)(乙182)によると, 破局的噴火直前の100年程度の間, 急激にマグマが供給されたと推定されていることを踏まえ, 活動履歴,

火山直下の地下構造等から、現在のマグマ溜まりが破局的噴火直前の状態にあるかを検討し、運用期間中の噴火規模を評価するものである。

(乙163, 166, 196)

**b 相手方の本件5カルデラ火山の運用期間中の噴火規模の評価(設計対応不可能な火山事象の影響を及ぼす可能性の評価)**

**(a) 阿蘇カルデラについて**

阿蘇カルデラは、本件敷地の東南東約130kmに位置する東西約17km、南北約25km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、縁辺部に先阿蘇の火山岩類が分布する。阿蘇山は、高岳(標高1592m)、中岳(標高1506m)等の東西方向に連なる成層火山からなる火山群であり、根子岳(標高1433m)は、開析の進んだ成層火山である。なお、気象庁編「日本活火山総覧(第4版)」(以下「気象庁編(2013a)」という。)では、阿蘇山は活火山に指定されている。

小野晃司・渡辺一徳「阿蘇カルデラ」(乙238。以下「小野・渡辺(1983)」という。)、松本哲一・宇都浩三・小野晃司・渡辺一徳「阿蘇火山岩類のK-Ar年代測定-火山層序との整合性と火砕流試料への対応-」(乙239。以下「松本ほか(1991)」という。)及び町田・新井(2011)(乙165)によると、阿蘇カルデラでは、約27万年前~約25万年前に「阿蘇1噴火」が、約14万年前に「阿蘇2噴火」が、約12万年前に「阿蘇3噴火」が、約9万年前~約8.5万年前に「阿蘇4噴火」が認められ、いずれも火砕流及び降下火砕物を噴出した噴火とされている。阿蘇1噴火及び阿蘇2噴火による火砕流堆積物は、大分県西部並びに熊本県北部及び中部の広い範囲に、阿蘇3噴火による火砕流堆積物は、大分県西部及び中部並びに熊本県北部及び中部の広い範囲に、阿蘇4噴火による火砕流

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する。また、阿蘇3噴火及び阿蘇4噴火の噴火規模は、いずれも破局的噴火とされており、阿蘇1噴火及び阿蘇2噴火についても、火砕流堆積物の分布範囲等から、いずれも破局的噴火と考えられる。

地質調査結果によると、阿蘇4噴火による火砕流堆積物は、本件敷地を中心とする半径30kmの範囲には認められるものの、本件敷地には認められない。

阿蘇4噴火に関する活動について、阿蘇4噴火以前の活動としては、小野晃司・松本徂夫・宮久三千年・寺岡易司・神戸信和「竹田地域の地質」（乙240。以下「小野ほか（1977）」という。）によると、阿蘇3噴火及び阿蘇4噴火の間に、降下軽石又は降下火山灰を主体とする噴火が複数回発生した阿蘇4／3噴火期が認められる。阿蘇4噴火以降の活動としては、小野晃司・渡辺一徳「阿蘇火山地質図」（乙241。以下「小野ほか（1985）」という。）及び宮縁育夫・星住英夫・高田英樹・渡辺一徳・徐勝「阿蘇火山における過去約9万年間の降下軽石堆積物」（乙242。以下「宮縁ほか（2003）」という。）によると、約9万年前以降に阿蘇山が噴火活動を開始し、溶岩や火砕物を噴出する小規模噴火の繰り返しにより形成された火山体とともに、降下軽石を主体とする噴火が複数回認められる。なお、三好雅也・古川邦之・新村太郎・下野まどか・長谷中利昭「阿蘇カルデラ外輪山に分布する先阿蘇火山岩類の岩石記載と全岩化学組成」（乙243。以下「三好ほか（2009）」という。）及び中野ほか編（2013）によると、約80万年前～約40万年前の間に先阿蘇の火山岩類の活動が認められ、約14万年前～約12万年前の間に根子岳の火山岩類の活動が認められる。

破局的噴火の活動間隔については、阿蘇1噴火と阿蘇2噴火との間

隔は約11万年，阿蘇2噴火と阿蘇3噴火との間隔は約2万年，阿蘇3噴火と阿蘇4噴火との間隔は約3万年であり，活動間隔にばらつきはあるものの，最新の破局的噴火は約9.0万年前～約8.5万年前の阿蘇4噴火であることから，破局的噴火の最短の活動間隔は最新の破局的噴火からの経過時間に比べて短い。そのことから，破局的噴火のマグマ溜まりを形成している可能性がある一方，破局的噴火を発生させる供給系ではなくなっている可能性等も考えられる。

また，NAGAOKA（1988）を参考にすると，阿蘇カルデラにおける現在の噴火活動は，最新の破局的噴火以降，阿蘇山において草千里ヶ浜軽石等の多様な噴火様式の小規模噴火を繰り返していることから，阿蘇山における後カルデラ火山噴火ステージと判断される。

阿蘇カルデラの地下構造については，Y. Sudo and L. S. L. Kong「Three-dimensional seismic velocity structure beneath Aso Volcano, Kyusyu, Japan」（和訳：「九州阿蘇火山下の三次元地震波速度構造」）（乙185。以下「Sudo and Kong（2001）」という。）に示される地震波速度構造において，地下6kmに小規模なマグマ溜まりは認められるものの，大規模なマグマ溜まりは認められない。高倉伸一・橋本武志・小池克明・小川康雄「MT法による阿蘇カルデラの比抵抗断面」（乙187。以下「高倉ほか（2000）」という。）によると，阿蘇カルデラの地下10km以浅にマグマと予想される低比抵抗域は認められない。また，三好雅也・長谷中利昭・佐野貴司「阿蘇カルデラ形成後に活動した多様なマグマとそれらの成因関係について」（乙183。以下「三好ほか（2005）」という。）によると，阿蘇4噴火以降の火山岩の分布とそれらの組成から，大規模な流紋岩質～デイサイト

質のマグマ溜まりは想定されないとされている。

また、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変化は認められない。

以上から、現在のマグマ溜まりは破局的噴火直前の状態ではなく、今後も現在の噴火ステージが継続するものと判断され、運用期間中の噴火規模については、後カルデラ火山噴火ステージである阿蘇山での既往最大噴火規模を考慮する。なお、宮縁ほか(2003)によると、阿蘇山での既往最大噴火は阿蘇草千里ヶ浜噴火であり、その噴出物量は約2 km<sup>3</sup>とされている。

(乙163, 166)

(b) 加久藤・小林カルデラについて

加久藤カルデラは、本件敷地の南南東約180 kmに、小林カルデラは本件敷地の南南東約200 km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。霧島山は、韓国岳(標高1700 m)、新燃岳(標高1421 m)、高千穂峰(標高1573 m)等の北西-南東方向に連なる複数の成層火山及び火砕丘からなる火山群であり、その山麓の一部には先霧島の火山岩類が分布する。なお、気象庁編(2013a)では、霧島山は活火山に指定されている。

町田・新井(2011)(乙165)によると、加久藤・小林カルデラでは、約53万年前～約52万年前に小林笠森噴火が、約33万年前～約32万年前に加久藤噴火が認められ、いずれも火砕流及び降下火砕物を噴出した噴火とされている。これらの噴火の際に噴出した火砕流堆積物(小林火砕流堆積物及び加久藤火砕流堆積物)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

分布する。また、加久藤噴火の噴火規模は破局的噴火とされており、小林笠森噴火についても、火砕流堆積物の分布範囲等から、噴火規模は破局的噴火と考えられる。

地質調査結果によると、本件敷地を中心とする半径30kmの範囲に、小林火砕流堆積物及び加久藤火砕流堆積物は認められない。

加久藤噴火に関する活動について、加久藤噴火以前の活動としては、長岡信治・新井房夫・檀原徹「宮崎平野に分布するテフラから推定される過去60万年間の霧島火山の爆発的噴火史」(乙222。以下「長岡ほか(2010)」)によると、約52万年前～約34万年前の間に降下軽石を主体とする噴火が複数回発生した境別府噴火期が認められる。加久藤噴火以降の活動としては、井村隆介・小林哲夫「霧島火山地質図」(乙223。以下「井村・小林(2001)」)及び中野ほか編(2013)によると、約30万年前に先霧島の火山岩類の活動が認められる。また、約30万年前以降に霧島山が活動を開始し、溶岩や火砕物を噴出する小規模噴火の繰り返しにより形成された火山体とともに、降下火山灰、降下軽石又は降下スコリアを主体とする噴火が複数回認められる。

破局的噴火の活動間隔については、小林笠森噴火と加久藤噴火との間隔は約20万年であり、最新の破局的噴火は約33万年前～約32万年前の加久藤噴火であることから、破局的噴火の活動間隔は、最新の破局的噴火からの経過時間に比べて短い。そのため、破局的噴火を発生させるマグマ溜まりを形成している可能性や、破局的噴火を発生させる供給系ではなくなっている可能性等が考えられる。もっとも、上記aのとおり、鹿児島地溝における破局的噴火の活動間隔は、最新の破局的噴火からの経過時間に比べて十分長く、当該地域において、運用期間中の破局的噴火の可能性は十分低いと考えられる。

また、NAGAOKA (1988) を参考にすると、現在の霧島山の活動は、霧島山においてイワオコシ軽石等の多様な噴火様式の小規模噴火が発生しているのみであり、霧島山における後カルデラ火山噴火ステージと判断される。

加久藤・小林カルデラの地下構造については、鍵山恒臣・歌田久司・三ヶ田均・筒井智樹・増谷文雄「霧島火山群の構造とマグマ供給系」(乙225。以下「鍵山ほか(1997)」という。)によると、霧島山の比抵抗構造において、マグマに関連すると考えられる低比抵抗域の上面は深さ約10kmとされている。また、Tadanori Goto, Naoto Oshiman and Norihiko Sumitomo「The Resistivity Structure around the Hypocentral Area of the Ebino earthquake Swarm in Kyushu District, Japan」(乙227。以下「Goto et al. (1997)」という。)に示される比抵抗構造において、加久藤カルデラの地下10km以浅に大規模な低比抵抗域は認められない。小林カルデラについては、加久藤噴火以降火山活動が霧島山に限られることから、大規模なマグマ溜まりは存在しないと考えられる。

また、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変化は認められない。

以上のことから、現在のマグマ溜まりは破局的噴火直前の状態ではなく、今後も現在の噴火ステージが継続するものと判断され、運用期間中の噴火規模については、後カルデラ火山噴火ステージである霧島山での既往最大噴火規模を考慮する。なお、長岡ほか(2010)によると、霧島山での既往最大噴火は霧島イワオコシ噴火であり、その

噴出物量は約1 km<sup>3</sup>とされている。

(乙163, 166)

(c) 始良カルデラについて

始良カルデラは、本件敷地の南南東約220 kmに位置する東西約17 km、南北約23 km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若尊カルデラが、南西縁に桜島が位置し、縁辺部に先始良の火山岩類が分布する。若尊カルデラは、直径約10 kmのカルデラであり、桜島は、北岳（標高1117 m）及び北岳の山腹に生じた南岳（標高1060 m）からなる成層火山である。なお、気象庁編（2013a）では、若尊カルデラ及び桜島は活火山に指定されている。

町田・新井（2011）（乙165）によると、始良カルデラでは、約3.0万年前～約2.8万年前に火砕流及び降下火砕物を噴出した始良T<sub>n</sub>噴火が認められる。始良T<sub>n</sub>噴火の際に噴出した入戸火砕流堆積物は九州南部の広い範囲に分布し、始良T<sub>n</sub>噴火の噴火規模は破局的噴火とされている。

地質調査結果によると、本件敷地を中心とする半径30 kmの範囲に、入戸火砕流堆積物は認められない。

始良T<sub>n</sub>噴火に関する活動について、始良T<sub>n</sub>噴火以前の活動としては、長岡信治・奥野充・新井房夫「10万～3万年前の始良カルデラ火山のテフラ層序と噴火史」（乙204。以下「長岡ほか（2001）」という。）及び町田・新井（2011）（乙165）によると、約9.0万年前に福山噴火が、約5.0万年前～約4.5万年前に岩戸噴火が、約3.3万年前に大塚噴火が、約3.1万年前に深港噴火が、約3.0万年前に毛梨野噴火が認められ、いずれも降下軽石を主体とする噴火とされている、始良T<sub>n</sub>噴火以降の活動としては、西村

光史・小林哲夫「始良カルデラ，高野ベースサージと新島火砕流堆積物の関係」（乙205。以下「西村・小林（2012）」という。）によると，約1.9万年前に火砕サージを噴出した高野噴火が，約1.6万年前に火砕流を噴出した新島噴火が認められる。奥野充「南九州に分布する最近約3万年間のテフラの年代学的研究」（乙206。以下「奥野（2002）」という。）及び小林哲夫・味喜大介・佐々木寿・井口正人・山元孝広・宇都浩三「桜島火山地質図（第2版）」（乙207。以下「小林ほか（2013）」という。）によると，約2.6万年前以降に桜島が活動を開始し，溶岩や火砕物を噴出する小規模噴火の繰り返しにより形成された火山体とともに，降下軽石を主体とする噴火が複数回認められる。なお，中野ほか編（2013）によると，約120万年前～約10万年前の間に先始良の火山岩類の活動が認められる。

破局的噴火の活動間隔については，始良T<sub>n</sub>噴火以前の破局的噴火は明らかになっていないものの，少なくとも福山噴火から始良T<sub>n</sub>噴火までに破局的噴火は認められず，破局的噴火の活動間隔は約6年以上と考えられる。最新の破局的噴火は約3.0万年前～約2.8万年前の始良T<sub>n</sub>噴火であることから，破局的噴火の活動間隔は，最新の破局的噴火からの経過時間に比べて十分長く，破局的噴火までには十分な時間的余裕があると考えられる。

また，NAGAOKA（1988）によると，福山噴火，岩戸噴火，大塚噴火及び深港噴火はプリニー式噴火ステージ，始良T<sub>n</sub>噴火は破局的噴火ステージ，高野噴火及び新島噴火は中規模火砕流噴火ステージ，桜島の活動は後カルデラ火山噴火ステージとされており，現在，破局的噴火に先行して発生するプリニー式噴火ステージの兆候が認められないことから，破局的噴火までには十分な時間的余裕があると

考えられる。

始良カルデラの地下構造については、井口正人・太田雄策・中尾茂・園田忠臣・高山鐵朗・市川信夫「桜島昭和火口噴火開始以降のGPS観測」（乙216。以下「井口ほか（2011）」という。）によると、測地的検討から、桜島直下の深さ6kmに、始良カルデラ中央部の深さ12kmにマグマ溜まりを示唆する圧力源が想定されている。

また、国土地理院による電子基準点の解析結果によると、マグマ溜まりの増大を示唆する基線の伸長傾向が認められるものの、加茂幸介・石原和弘「地盤変動からみた桜島の火山活動」（乙212。以下「加茂・石原（1980）」という。）により示される水準測量結果に基づくマグマ供給量は、Druitt et al.（2012）により示される破局的噴火直前でのマグマ供給量に比べ十分小さい。

以上のことから、現在のマグマ溜まりは破局的噴火直前の状態ではなく、今後も現在の噴火ステージが継続するものと判断され、運用期間中の噴火規模については、後カルデラ火山噴火ステージである桜島での既往最大噴火規模を考慮する。なお、小林哲夫・溜池俊彦「桜島火山の噴火史と火山災害の歴史」（乙208。以下「小林・溜池（2002）」という。）及び小林ほか（2013）によると、桜島での既往最大噴火は桜島薩摩噴火であり、その噴出物量は約11km<sup>3</sup>～約14km<sup>3</sup>とされている。

（乙163，166）

(d) 阿多カルデラについて

阿多カルデラは、北側に位置するカルデラ（以下「阿多カルデラ（北部）」という。）及び南側に位置するカルデラ（以下「阿多カルデラ（南部）」という。）からなり、阿多カルデラ（北部）は本件敷地の南南東約250kmに位置する東西約11km，南北約10kmのカルデラ

であり、阿多カルデラ（南部）は本件敷地の南南東約270kmに位置する東西約20km、南北約10kmのカルデラである。阿多カルデラ周辺の火山としては、阿多カルデラ（南部）の西側に指宿火山群及び池田が、南西縁に開聞岳が位置する。指宿火山群は複数の成層火山や溶岩円頂丘からなり、池田は直径約4kmの池田カルデラ、マール群等からなる。開聞岳（標高924m）は、概ね円錐形をなす成層火山である。なお、気象庁編（2013a）では、池田及び開聞岳は活火山に指定されている。

町田・新井（2011）（乙165）によると、阿多カルデラでは、約24万年前に阿多鳥浜噴火が、約10.5万年前に阿多噴火が認められ、いずれも火砕流及び降下火砕物を噴出した噴火とされている。これらの噴火の際に噴出した火砕流堆積物（鳥浜火砕流堆積物及び阿多火砕流堆積物）はいずれも九州南部の広い範囲並びに鹿児島県の屋久島、種子島に分布し、いずれの噴火規模も破局的噴火とされている。

地質調査結果によると、本件敷地を中心とする半径30kmの範囲に、鳥浜火砕流堆積物及び阿多火砕流堆積物は認められない。

阿多噴火に関する活動について、阿多噴火以前の活動としては、NAGAOKA（1988）によると、阿多噴火以前の数万年間に上ノ宇都噴火、塩屋噴火及び阿多丸峯噴火が認められ、いずれも降下軽石を主体とする噴火とされている。阿多噴火以降の活動としては、NAGAOKA（1988）及び川辺禎久・阪口圭一「開聞岳地域の地質」（乙228。以下「川辺・阪口（2005）」という。）によると、約10万年前に今和泉噴火が、約8.0万年前に田代噴火が認められ、いずれも火砕流を主体とする噴火とされている。川辺・阪口（2005）によると、約10.5万年前以降に指宿火山群が新期指宿火山群の活動を開始し、溶岩や火砕物を噴出する小規模噴火の繰り返しによ

り形成された火山体とともに、降下火山灰、降下軽石又は降下スコリアを主体とする噴火が複数回認められる。奥野(2002)によると、池田では、約6400年前に主に降下軽石を噴出した池田噴火が認められる。藤野直樹・小林哲夫「開聞岳火山の噴火史」(乙229。以下「藤野・小林(1997)」という。)及び奥野(2002)によると、約4400年前以降に開聞岳が活動を開始し、溶岩や火砕物を噴出する小規模噴火の繰り返しにより形成された火山体が認められる。なお、川辺・阪口(2005)及び中野ほか編(2013)によると、約110万年前～約10.5万年前の間に、指宿火山群において、古期指宿火山群及び中期指宿火山群の火山岩類の活動が認められる。

破局的噴火の活動間隔については、阿多噴火と阿多鳥浜噴火との間隔は約14万年であり、最新の破局的噴火は約10.5万年前の阿多噴火であることから、破局的噴火の活動間隔は、最新の破局的噴火からの経過時間に比べて長い。

また、NAGAOKA(1988)によると、上ノ宇都噴火、塩屋噴火及び阿多丸峯噴火はプリニー式噴火ステージ、阿多噴火は破局的噴火ステージ、今和泉噴火及び田代噴火は中規模火砕流噴火ステージ、指宿火山群及び開聞岳の活動は後カルデラ火山噴火ステージとされ、池田については、プリニー式噴火ステージの開始を示す噴火である可能性があると考えられている。現在の噴火ステージは後カルデラ火山噴火ステージ又はプリニー式噴火ステージの初期段階であるものの、プリニー式噴火ステージの継続期間は数万年であり、池田噴火からの経過時間に比べて十分長いことから、破局的噴火までには、十分な時間的余裕があると考えられる。

阿多カルデラの地下構造については、西潔・山本圭吾・井口正人・

石原和弘・古澤保「南九州の3次元地震波速度構造」(乙232。以下「西ほか(2001)」という。)に示される地震波速度構造において、マグマ溜まりの存在の可能性を示す低速度異常が認められる。

また、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変化は認められない。

以上のことから、現在のマグマ溜まりは破局的噴火直前の状態ではなく、今後も、現在の噴火ステージが継続するものと判断され、運用期間中の噴火規模については、後カルデラ火山噴火ステージである開聞岳及び指宿火山群並びにプリニー式噴火ステージである池田での既往最大噴火規模を考慮する。なお、奥野充・成尾英仁・新井房夫・小林哲夫「大隅半島南部に分布する後期更新世テフラ」(乙230。以下「奥野ほか(1995)」という。)、藤野・小林(1997)及び第四紀火山カタログ委員会編「日本の第四紀火山カタログ」(乙231。以下「第四紀火山カタログ委員会編(1999)」という。)によると、池田、開聞岳及び指宿火山群での既往最大噴火は池田噴火であり、その噴出物量は約5km<sup>3</sup>とされている。

(乙163, 166)

(e) 鬼界カルデラについて

鬼界カルデラは、本件敷地の南方約310kmの海域に位置する東西約23km、南北約16km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(標高704m)及び稲村岳(標高236m)の成層火山からなる火山島である。なお、気象庁編「日本活火山総覧(第4版)」(2013)では、薩摩硫黄島は活火山に指定されている。

小野晃司・曾屋龍典・細野武男「薩摩硫黄島地域の地質」(乙233。以下「小野ほか(1982)」という。)及び町田・新井(20

11) (乙165)によると、鬼界カルデラでは、約14万年前に小アビ山噴火が、約9.5万年前に鬼界葛原噴火が、約7300年前に鬼界アカホヤ噴火が認められ、いずれも火砕流及び降下火砕物を噴出した噴火とされている。小アビ山噴火の際に噴出した小アビ山火砕流堆積物は竹島及び薩摩硫黄島に、鬼界葛原噴火の際に噴出した長瀬火砕流堆積物は竹島に、鬼界アカホヤ噴火の際に噴出した幸屋火砕流堆積物は鹿児島県南部を含む、カルデラから半径約100kmの範囲に分布する。また、鬼界葛原噴火及び鬼界アカホヤ噴火の噴火規模は破局的噴火とされており、小アビ山噴火についても、竹島における火砕流堆積物の層厚が鬼界葛原噴火及び鬼界アカホヤ噴火と同程度であることから、噴火規模は破局的噴火と考えられる。なお、Fukashi Maeno, Humihiko Imamura and Hirimitsu Taniguchi「Numerical simulation of tsunamis generated by caldera collapse during the 7.3ka Kikai eruption, Kyushu, Japan」(和訳：日本国九州鬼界の7.3ka噴火の間のカルデラ崩壊により発生する津波の数値シミュレーション)(2006)(乙169)によると、鬼界アカホヤ噴火時には、津波が発生したとされている。

地質調査結果によると、本件敷地を中心とする半径30kmの範囲に、小アビ山火砕流堆積物、長瀬火砕流堆積物及び幸屋火砕流堆積物は認められない。

鬼界アカホヤ噴火に関する活動について、鬼界アカホヤ噴火以前の活動としては、小林哲夫・奥野充・長岡信治・宮縁育夫・井口正人・味喜大介「大規模カルデラ噴火の前兆現象－鬼界カルデラと始良カル

デラー」(乙171。以下「小林ほか(2010)」という。)によると、約1.6万年前～約7300年前までに、降下火山灰を主体とする噴火が複数回発生した籠港噴火期が認められる。鬼界アカホヤ噴火以降の活動としては、奥野(2002)及び前野深・谷口宏光「薩摩硫黄島におけるカルデラ形成期以降の噴火史」(乙234。以下「前野・谷口(2005)」という。)によると、約6000年前以降に薩摩硫黄島が活動を開始し、溶岩や火砕物を噴出する小規模噴火の繰り返しにより形成された火山体が認められる。

破局的噴火の活動間隔については、小アビ山噴火と鬼界葛原噴火との間隔は約5万年であり、鬼界葛原噴火と鬼界アカホヤ噴火との間隔は約9万年であり、最新の破局的噴火は約7300年前の鬼界アカホヤ噴火であることから、いずれの活動間隔も、最新の破局的噴火からの経過時間に比べて十分長く、破局的噴火までには、十分な時間的余裕があると考えられる。

また、NAGAOKA(1988)によると、小アビ山噴火、鬼界葛原噴火及び鬼界アカホヤ噴火は破局的噴火ステージ、薩摩硫黄島の噴火は後カルデラ火山噴火ステージとされている。

鬼界カルデラの地下構造については、篠原ほか(2008)等によると、メルト含有物に関する検討から、地下3kmにマグマ溜まりの存在が推定され、現在の火山ガスの放出量が800年間継続していたと仮定した場合、80km<sup>3</sup>以上のマグマ溜まりが存在すると指定される。

また、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変化は認められない。

以上のことから、現在のマグマ溜まりは破局的噴火直前の状態ではなく、今後も、現在の噴火ステージが継続するものと判断され、運用期間中の噴火規模については、後カルデラ火山噴火ステージである薩

摩硫黄島での既往最大噴火規模を考慮する。なお、前野・谷口（2005）によると、層厚数m以上の火砕物は認められないことから、薩摩硫黄島での既往最大噴火の噴出物量は1 km<sup>3</sup>以下と考えられる。

（乙163，166）

(ウ) 火山活動のモニタリング

相手方は、本件5カルデラ火山については、上記(イ)bのとおり本件各原子炉施設の運用期間中の破局的噴火の可能性は十分低いものの、破局的噴火の活動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、自然現象における不確かさ及び本件敷地への影響を考慮した上で、火山活動のモニタリングを実施することとしている。

モニタリングに当たっては、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を収集、分析し、第三者（火山専門家等）の助言を得た上で活動状況に変化がないことを定期的に確認するものとし、一般的な噴火モデルを踏まえると、マグマ溜まりへのマグマの供給、マグマの上昇等の段階を経て、噴火に至るとされ、破局的噴火時においても同様の段階を長時間かけて進展すると考えられるところ、これらの段階のうち、最も早期の段階であるマグマの供給時に変化が表れる地殻変動及び地震活動をモニタリングの対象項目とし、対象火山の状態に顕著な変化が生じた場合は、第三者（火山専門家等）の助言を得た上で、破局的噴火への発展の可能性を評価し、破局的噴火への発展の可能性がある場合は、発電用原子炉の停止、燃料体等の搬出等の適切な対応を実施するものとしている。

（乙163，166）

(エ) 本件敷地において考慮する火山事象の評価

相手方は、本件5カルデラ火山については、上記(イ)bのとおり本件各原子炉施設の運用期間中における破局的噴火の可能性が十分低いことが確

認められたため、現在の各噴火ステージにおける既往最大規模の噴火を考慮して、その他の16個の火山については、各火山の既往最大規模の噴火を考慮して、以下のとおり、本件敷地において考慮する火山事象を評価した。  
(乙166)

#### a 降下火砕物

本件敷地に対して過去最も影響が大きかった降下火砕物は、本件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5万年前の九重第一噴火によるものであり、長岡信治・奥野充「九重火山のテフラ層序」(2014)によると、その噴出物量は $6.2 \text{ km}^3$ とされている。

文献調査結果(町田・新井(2011)(乙165))及び地質調査結果によると、いずれも本件敷地及びその付近に九重第一噴火による降下火砕物は認められない。

また、数値シミュレーションにより、現在の気象条件下での本件敷地における降下火砕物の層厚を検討した結果、火山灰層を形成するような層厚は認められない。さらに、本件敷地における降下火砕物の層厚が最も大きい8月を基本ケースとし、噴煙柱高さ、風速及び風向の3つの要素について、不確かさに関する検討を行ったところ、本件敷地における降下火砕物の層厚は、噴煙柱高さの不確かさを考慮した場合が $0.081 \text{ cm}$ 、風速の不確かさを考慮した場合が $0.15 \text{ cm}$ 、風向の不確かさを考慮した場合が $2.2 \text{ cm}$ となった。

以上のことから、自然現象における不確かさを踏まえ、本件敷地において考慮する降下火砕物の層厚をより安全側に $10 \text{ cm}$ と評価した。

また、降下火砕物の諸元については、「降灰予報の高度化に向けた検討会(2013):降灰予報の高度化に向けた提言別紙6, 気象庁HP」を参照し、乾燥密度を $1.0 \text{ g/cm}^3$ 、湿潤密度を $1.7 \text{ g/cm}^3$ と評価し、粒径については、鈴木健夫・勝井義雄・中村忠寿「樽前降下軽石堆積物

T a - b 層の粒度組成」(1973)に示される火口からの距離による粒度組成変化の図を参照し、2mm以下と評価した。(乙163, 166)。

**b 火砕物密度流**

本件敷地を中心とする半径160kmの範囲の火山について、火砕流堆積物の分布範囲は本件敷地までの距離に比べ十分小さいことから、火砕物密度流が本件敷地に到達することはなく、火砕物密度流による影響はないと判断した。(乙163, 166)

**c 溶岩流**

本件敷地を中心とする半径50kmの範囲の火山について、火山岩の分布範囲は、本件敷地までの距離に比べ十分小さいことから、溶岩流が本件敷地に到達することはなく、溶岩流による影響はないと判断した。(乙163, 166)

**d 岩屑なだれ、地すべり及び斜面崩壊**

本件敷地を中心とする半径50kmの範囲の火山について、U i , T . , Takarada S. and Yoshimoto, M. 「Deblis avalanches. Encyclopedia of Volcanoes」(2000)に基づき、標高から算出される岩屑なだれの最大流走距離は本件敷地までの距離に比べ十分小さいことから、岩屑なだれ、地すべり及び斜面崩壊が本件敷地に到達することはなく、岩屑なだれ、地すべり及び斜面崩壊による影響はないと判断した。(乙163, 166)

**e 火山土石流、火山泥流及び洪水**

火山土石流、火山泥流及び洪水は、河川、谷等に沿って、低所を流下する性質があるが、本件敷地に流入する大きな河川がないことから、火山土石流、火山泥流及び洪水による影響はないと判断した。(乙163, 166)

**f 火山から発生する飛来物**

本件敷地を中心とする半径 10 km の範囲には火山が分布しないことから、火山から発生する飛来物による影響はないと考えられるとした。  
(乙 163)

**g 火山ガス**

本件敷地を中心とする本件敷地を中心とする半径 160 km の範囲の火山について、火山噴出物の分布範囲は本件敷地までの距離に比べ十分小さいことから、影響を及ぼすような火山ガスが本件敷地に到達することはない。また、仮に到達したとしても、本件敷地は海に面して開放された土地に位置し、火山ガスが滞留することはないため、火山ガスによる影響はないと判断した。(乙 163)

**h 新しい火口の開口**

本件敷地を中心とする半径 20 km の範囲には火山が分布しないこと並びに本件敷地近傍において低周波地震が認められないこと(気象庁編「地震年報 2011 年」)及び熱水活動が認められないこと(阪口圭一・高橋正明「東北・九州地方地熱資源図」(2002))から、新しい火口の開口による影響はないと判断した。(乙 163, 166)

**i 津波**

本件敷地前面の海域に位置する壱岐火山群以外の火山については、過去の火山事象の発生状況から想定される津波の規模及び地形的障害を考慮すると、本件敷地に影響を及ぼすような津波が到達することはないと判断した。

壱岐火山群については、玄武岩質の溶岩を噴出する活動が主体(佐野貴司「壱岐火山群の地質：主に K-Ar 年代に基づく溶岩流層序」(1995))であり、急峻な山体も存在しないことから、火山噴出物の突入や火山活動による山体崩壊に伴う津波は発生せず、津波による影響は

ないと判断した。

(乙163, 166)

#### j その他の火山事象

火山と本件敷地とは十分な離隔があることから、火山活動に伴う大気現象、地殻変動及び静振、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による影響はないと判断した。(乙163, 166)

#### (オ) 立地評価

相手方は、上記(エ)の評価の結果、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（火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ、地すべり及び斜面崩壊、新しい火口の開口、地殻変動）が本件各原子炉施設に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価し、立地に問題はないと判断した。

#### (カ) 降下火砕物に対する相手方の安全対策

相手方は、上記(エ)aのとおり、本件各原子炉施設に影響を及ぼす可能性のある火山事象として抽出した降下火砕物については、以下のとおり、直接的影響及びそれ以外の影響（間接的影響）に区分して、安全対策を講じることとした。

##### a 設計対象施設の抽出

相手方は、降下火砕物によって安全機能の安全機能が失われないようにするために必要な設備を設計上防護すべき施設（設計対象施設）を次のとおり抽出した。

原子力安全委員会が策定した「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」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及び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を設計対象施設とした。

また、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能性がある施設を設計対象施設とした。

他方、それ以外のクラス3に属する施設については、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ものとした。

(乙139の1, 11)

## **b 降下火砕物による影響の選定**

### **(a) 直接的影響**

相手方は、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）及び化学的影響（腐食）、本件各原子炉施設周辺の大気汚染及び計装盤の絶縁低下を選定した。

### **(b) 間接的影響**

相手方は、降下火砕物が本件各原子炉施設に間接的に与える影響について、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といった本件各原子炉施設外で生じる影響を選定した。

## **c 設計荷重の設定**

相手方は、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、運転時荷重を組み合わせることとし、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考慮する設計とした。

#### d 降下火砕物の直接的影響に対する設計方針

##### (a) 構築物等の健全性の維持（荷重）に対する設計方針

相手方は、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については、竜巻における砂等の飛来物の評価に包絡されるとした。

##### (b) 外気取入口からの降下火砕物の侵入に対する設計方針

相手方は、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、平型フィルタ等の設置により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敷地内で発生した場合、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とした。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器械的影響（摩耗）を受けないように設計することとした。

##### (c) その他の降下火砕物が及ぼす影響に対する設計方針

相手方は、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こととした。

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、その施設の狭隘部に十分な流路幅を設け閉塞しないように設計することとした。なお、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とした。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としている。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とした。

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こととした。

降下火砕物による水質汚染については、設計対象施設の構造上、有意な影響を受ける可能性はないと判断した。

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外気取入口にフィルタを設定する等の空調管理された場所に設置することとした。

#### (d) 降下火砕物の除去等の対策

相手方は、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、降灰時の特別点検に加え、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た。

#### e 降下火砕物の間接的影響に対する設計方針

相手方は、降下火砕物による外部電源喪失及び交通の途絶を想定して、ディーゼル発電機及びタンクローリを備え、非常用ディーゼル発電機の7日間連続運転により、原子炉及び使用済燃料ピットの安全性を確保する方針とした。

### ウ 原子力規制委員会の判断

原子力規制委員会は、火山ガイドに基づき、相手方が実施した火山の影響に対する評価及びこれに対する設計方針の内容について審査した結果、その内容が火山ガイドを踏まえており、設置許可基準規則に適合するものと判断した。(乙139の1, 11)

(2) 立地評価の適否

**ア 原子力規制委員会の審査基準の合理性**

(ア) 設置許可基準規則6条の合理性

設置許可基準規則6条は、安全施設等について考慮すべき自然現象の一つとして火山の影響を挙げ、対象となる自然現象に対応して、過去の記録、現地調査の結果及び最新知見等を参考にするなどして、最新の科学的、専門技術的知見を踏まえて適切に予想することを要求しており(前記(1)ア(ア))、この内容は、合理的なものというべきである。

(イ) 火山ガイドの合理性

**a 火山ガイドの概要**

原子力規制委員会が本件各原子炉施設について火山の影響に対する安全性の審査に当たり参照した火山ガイドは、前記(1)ア(イ)で認定したとおり、火山影響評価について、立地評価と影響評価の2段階で行うこととし、立地評価においては、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山を抽出し、設計対応不可能な火山事象が原子力発電所の運用期間中に影響を及ぼす可能性の評価を行うこととし、その可能性が十分小さいと評価されない場合には、原子力発電所の立地を不適と考えることとする一方、その可能性が十分小さいと評価された場合には、火山活動のモニタリング及びその兆候把握時の対応を適切に行うことを条件として、個々の火山事象に対する影響評価を行うことを定めている。

**b 抗告人らの主張及びこれに沿う知見等について**

抗告人らは、現時点での科学的技術的知見をもってしても、原子力発

電所の運用期間中に検討対象火山が噴火する可能性やその時期及び規模を的確に予測することは困難と考えられることから、立地ガイドに関する火山ガイドの定めは、少なくとも地球物理学的及び地球化学的調査等によって検討対象火山の噴火の時期及び規模が相当前の時点での確に予測できることを前提としている点において、その内容が不合理であると主張する。

この点、①原子力規制庁「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」の第1回会合（平成26年8月25日）において、石原和弘京都大学名誉教授（肩書は当時のもの。以下同じ。）は、「原子力規制委員会の火山影響評価ガイド、非常に立派なものできておりますけれども、それを拝見したり、関係者の巨大噴火に関してのいろんな御発言を聞きますと、どうも火山学のレベル、水準をえらく高く評価しておられると、過大に。地震学に比べれば随分と遅れていると思うんですが」「火山活動というのは、御存知のように、巨大噴火というのは数千年、数万年のスケールで起こるわけでありまして、そういうプロセスで考えた場合に、どうもそういう観点でのモニタリングというのはどうも違うように思います。」、「GPSと地震観測、監視カメラで噴火予知はできるというのは、これは思い込み、俗説・誤解であります。」、「巨大噴火は何らかの前駆現象が数ヶ月、あるいは数年前に発生する可能性が高いわけであります。ただ、そういう前駆現象が出たからといって、前駆現象というのは何らの異変が起こったからといって、巨大噴火になるとは限らない。」と発言し、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は、「巨大噴火の時期や規模を予測することは、現在の火山学では極めて困難、無理であるということですね。それでも評価ガイドの方では、その異常を見つけ、現状と変わらないかどうかを確認するということが、異常を見つけるということなんですけ

れども、ただ、その異常が、その「ゆらぎ」の範囲ではないか、バックグラウンドの「ゆらぎ」の範囲ではないかと。そういう判断は、実は我々はバックグラウンドの知識を持っていないので、異常を、そんなに異常ではないんだけど異常と思いついでしまう、そういう危険性があります。それから、異常があっても、その噴火はしないという例が幾つもありますし、それからずっとタイムラグを置いて噴火するということがあるわけですね。そういうバックグラウンドの理論的理解というのが非常に不足しているという気がします。ここは強化する必要があるだろうと。」、「マグマ溜まりの増減はモニタリングできるかもしれませんが、そもそもどれぐらいたまっているのかというのはわからんわけですね。それについては、トモグラフィ、それからレーザー関数解析、散乱解析によって、ある程度の推定ができるように、技術を開発する必要があるだろうということです。」、「数カ月前から異常が見られるというのは先ほど紹介されたようで、同じで、1年前から見えるものもあります。それで、数週間前になると噴煙が実際に高く成層圏までのぼることがあって、最後にカルデラ噴火が起こるということです。そういう意味では、カルデラ噴火には必ず前兆があつて、直前には明らかに大きな変動が見かけ上は出ると。そういう意味で、普通の避難には間に合いませんけども、ここで要求されている燃料の搬出等に間に合うだけのリードタイムは、多分、数年とか、あるいは10年という単位では、とてもこの現象は見えるものではないということですね。」と発言している（甲115）。

また、②科学雑誌が平成27年に実施した「火山学者緊急アンケート」（甲116）に対し、小山真人静岡大学防災総合センター教授は、「綿密な機器観測網の下で大規模なマグマ上昇があつた場合に限って、数日～数十日前に噴火を予知できる場合もあるというのが、火山学の偽らざ

る現状です。機器観測によって数十年以上前に噴火を予測できた例は皆無です。いっぽう巨大噴火直前の噴出物の特徴を調べることによって、後知恵的に経験則を見つけようとする研究も進行中ですが、まだわずかな事例を積み重ねているだけで一般化に至っていません。カルデラ火山の巨大噴火の予測技術の実用化は、おそらく今後いくつかの巨大噴火を実際に経験し、噴火前後の過程の一部始終を調査、観測してからでないと達成できないでしょう。」 「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程度未満）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。」と回答し、藤井敏嗣山梨県富士山科学研究所所長、火山噴火予知連絡会会長は、「多くの場合、モニタリングによって火山活動の異常を捉えることは可能であるが、その異常が破局噴火につながるのか、通常の噴火なのか、それとも噴火未遂に終わるのかなどを判定することは困難である。いずれにせよ、モニタリングによって把握された異常から、数十年先に起こる事象を正しく予測することは不可能である。」と回答している。

さらに、藤井敏嗣「わが国における火山噴火予知の現状と課題」（2016）（甲117）は、「地下のマグマの動きを捉え、噴火発生時期を特定できるようになることに主眼を置いてきた火山噴火予知研究の中では、比較的最近まで長期予測手法の研究が注目されることはなかった。予知計画の進行の過程で地質学的手法が導入され、噴火履歴の解明がうたわれたものの、火山噴火の長期予測については明確な手法は確立していない。」、「長期予測については階段ダイアグラムの活用が指摘

される。原子力発電所の火山影響評価ガイド(原子力規制庁, 2013)においても、発電所に影響を及ぼすような噴火が発生する可能性が充分低いかどうかを階段ダイアグラムなどの使用により検討することが推奨されている。現実には九州電力は川内原発の再稼働に関して、階段ダイアグラムなどを使って、カルデラ噴火が原子力発電所の稼働期間内には生じないと主張し、規制委員会も結果としてそれを承認したことになっている。しかし、階段ダイアグラムを活用して噴火時期を予測するには、マグマ供給率もしくは噴火噴出物放出率が一定であることが必要条件であるが、これが長期的にわたって成立する保証はない。特に数千年から数万年という長期間においてはこのような前提が成立することは確かめられていない。」、「さらに、階段ダイアグラムのもとになる噴出物量の推定そのものに大きな誤差が含まれていること、また噴火年代についても大きな誤差があることから、数万年レベルの噴火履歴から原子力発電所の稼働期間である数十年単位の噴火可能性を階段ダイアグラムで議論すること自体に無理がある。火山噴火の長期予測に関しては、その切迫度を測る有効な手法は開発されていない。」、「わが国において、数十km<sup>3</sup>以上の噴出物を放出するような超巨大噴火が6千年から1万年に1度程度の頻度で発生してきたことはよく知られている。・・・このような国家としての存亡に関わる火山現象であるが、火山噴火予知や火山防災という観点からの調査研究は行われていない。2013年5月に内閣府から公表された「大規模火山災害対策への提言」において、このようなカルデラ噴火がわが国においては発生しうることを国民に周知すること、またカルデラ噴火の実態を理解するための研究体制を早急に確立することが述べられたが、現時点では実現していない。カルデラ噴火は原子力発電所の再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

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。カルデラ噴火は原子力発電所問題だけでなく、国土保全にもかかわる問題であることから、低頻度大規模噴火の研究が火山噴火予知・火山防災の観点から行われるべきである。2014年から開始された「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」においては、低頻度大規模噴火の研究が、噴火としての規模は小さいが突然発生するために発災の危険性が高い水蒸気噴火の研究とともに主要テーマとして掲げられており、その成果に期待したいが、少ない研究計画予算の中でどこまで解明できるか楽観はできない。」としている。

**c 相手方の主張及びこれに沿う知見等について**

他方、相手方は、①破局的噴火の活動間隔、②NAGAOKA（1988）による噴火ステージ及び③地下のマグマ溜まりの状況を踏まえた総合的な評価により、検討対象火山が原子力発電所の運用期間中に破局的噴火を起こす可能性が十分小さいと判断することができる旨主張するので、以下検討する。

**(a) 破局的噴火の活動間隔について**

相手方が本件5カルデラ火山の破局的噴火の活動可能性が十分に小さいと判断した根拠のうち、鹿児島地溝の3カルデラ（加久藤・小林カルデラ、始良カルデラ及び阿多カルデラ）全体としての破局的噴火の活動間隔（前記(1)イ(イ)a、乙196）及び鬼界カルデラにおける破局的噴火の活動間隔（同b(e)）について、小林哲夫・矢野徹「南九州の地質・地質構造と温泉」（2007）（乙197）は、鹿児島地溝の形成は火山活動と密接に関わっており、鹿児島地溝内部は全体として活動的な火山構造性地震とみなせることを述べており、（小林哲

夫「九州を南北につらなるカルデラたち」(2014)(乙198)もほぼ同旨) , 中田節也「火山爆破指数(V E I)から見た噴火の規則性」(2015)(乙199)は, 南九州のカルデラにおける噴火の頻度と規模の間に一定の規則性が存することを述べており, 中田節也「火山噴火の規則性とその意味」(2014)(乙200)は, かかる規則性が認められる広範囲において, 階段図を検討することは合理的であり, 南九州カルデラ地域という単位で階段図を検討することが合理的であることを述べている。

もつとも, それ以上に鹿児島地溝に存在するカルデラ火山の破局的噴火の発生に周期性ないし規則性があることを理論的に根拠づける疎明資料はなく, 相手方が援用するB P T分布による確率計算(乙196)もこれを統計的に裏付けるものということとはできない。また, 巽(2018)(甲124)は, 巨大噴火の活動間隔は, 「周期」という概念が適用できないほどに不揃いであり, 最後のイベントからの経過時間が将来の切迫度を示す指標としては使えないことを指摘している。

(b) NAGAOKA(1988)の噴火ステージ論について

NAGAOKA(1988)(乙170)は, 南九州地方の鹿児島湾周辺におけるカルデラ火山(始良カルデラ, 阿多カルデラ及び鬼界カルデラ)の第四紀後期テフラ層の検討から第四紀後期の噴火シーケンスを整理した論文である。同論文は, ①鹿児島湾周辺におけるカルデラ火山における噴火サイクルについて, 噴火フェーズの考えに基づくと, ①プリニー式噴火サイクル(単一のプリニー式噴火フェーズ, 又はプリニー式噴火フェーズとそれに続く中規模火砕流噴火フェーズで構成される。), ②大規模火砕流噴火サイクル(プリニー式, マグマ水蒸気, 中規模火砕流及び大規模火砕流噴火フェーズで構成され

る。), ㊸中規模火砕流噴火サイクル(単一の中規模火砕流噴火フェーズで構成される。), ㊹小規模噴火サイクル(ブルガノ式, ストロンボリ式及び溶岩流噴火フェーズで構成される。)に分類されること, ②始良カルデラ及び阿多カルデラでは, 10万年間に複数回のプリニー式噴火サイクルが, それぞれ大規模火砕流噴火サイクルの前に, 断続的に発生し, 大規模火砕流噴火サイクルに続いて, 中規模火砕流噴火サイクルが1万年間続き, 次いで, 後カルデラ火山で小規模噴火サイクルが発生し, これらのサイクルは5~8万年続く噴火マルチサイクルを構成すること, ③深海に沈む鬼界カルデラはこの一般的パターンの例外であり, 噴火口にかかる高い水圧のため, プリニー式噴火サイクルと中規模火砕流噴火サイクルが存在しないこと, ④鹿児島地溝のカルデラはただ1回の大規模火砕流噴火サイクルで生じたのではなく, 複数の噴火サイクル及びマルチサイクルで形成されたことなどを述べている(乙170)。

また, 小林ほか(2010)(乙171)は, 鬼界カルデラの約7300年前の破局的噴火(アカホヤ噴火)の前兆現象として, 少なくとも8000年間にわたる断続的なブルガノ式噴火が発生し, また, 数百年前に山体崩壊が発生し, 約100年前に脱ガス化した流紋岩質溶岩が噴出し, 噴火中から噴火後にかけて2回の巨大地震が発生しており, これらの地学現象は, カルデラを取り巻く地殻応力と密接に関連していたようである, アカホヤ噴火からまだ1万年も経っていないが, カルデラ中央には再生ドームが形成されており, 次のカルデラ噴火が差し迫りつつあるものかどうか, 多面的な研究が望まれる, また, 始良火砕流噴火は, まずプリニー式噴火で始まり, 最後に大規模な入戸火砕流を噴出した, シラス台地が広大な地域を厚く覆っているため, 先駆的現象の顕著な事例は見つかっていないが, 10万年間という長

い時間スケールでみると、始良カルデラの内部ないし周辺で、7500年に一度の割合で噴火が発生し、始良火砕噴火の直前の3000年間は1000年に1度の割合に急増している、直前の前兆現象ではないが、大規模なカルデラ噴火に向かって徐々にマグマの噴出頻度が増しているのは注目すべき現象である、などとしている。

さらに、前野深「カルデラとは何か：鬼界大噴火を例に」（乙168。以下「前野（2014）」という。）は、鬼界カルデラは、アカホヤ噴火以前にも同規模の巨大噴火を繰り返し、9万5000年前には鬼界葛原噴火、13万年前には鬼界小アビ噴火を起こしており、現在の海底地形はこれらの噴火が繰り返したことにより生じたものである、鬼界アカホヤ噴火の主要な推移は、プリニー式噴火によるステージ1と大規模火砕流及びカルデラ陥没を生じたクライマックスのステージ2に分けられる、プリニー式噴火が先行するという特徴は多くのカルデラ噴火で報告されている、アカホヤ噴火は、少なくとも2回のプリニー式噴火で始まり、その進行に伴ってマグマ溜まりの減圧が進むと、マグマ溜まりの圧力だけでは天井が支えきれなくなり、崩壊が開始し、地表での大規模な陥没が始まり、残存していた大量の流紋岩質マグマが陥没により生じた割れ目を拡大しながら一気に地表に噴出し、巨大な火砕流となって、周囲に広がったと考えられる、薩摩・大隅半島を含む南九州地域は、少なくとも200万年前以降、九州中部付近を頂点とする反時計回りの回転運動を続けており、引張的な応力場に置かれることにより鹿児島地溝が形成されてきたのであり、鬼界カルデラを始め阿多、始良等の大型カルデラの配置が鹿児島地溝と重なるのは、熱源とともにマグマが蓄積しやすい地殻の応力状態と温度構造が継続しているためと考えられる、などとしている。

もともと、NAGAOKA（1988）は、噴火史上のパターン認

識に基づいた仮説であって、実際のマグマ溜まり内で生じる物理・化学過程に基づいた立証がなされているわけではない。小林ほか（2010）（乙171）及び前野（2014）も、VEI7クラスの破局的噴火の直前にプリニー式噴火等の爆発的噴火が先行することが多いことを指摘するにとどまる。また、小林哲夫鹿児島大学教授は、巨大噴火後に誕生した後カルデラ火山における活動は、将来の巨大噴火の前段階の火山活動と見ることもできるとしている（乙210・日本火山学会第21回公開講座資料）。さらに、NAGAOKA（1988）も認めているように、鬼界カルデラについてはプリニー式噴火サイクルと中規模火砕流噴火サイクルが存在せず、また、町田・新井（2011）（乙165）によれば、阿蘇カルデラの約9万年前の噴火（阿蘇4噴火）は、多くの巨大噴火がプリニー式噴火に始まるのと違って、火砕流噴火に終始したとされるため、NAGAOKA（1988）の噴火ステージ論が、全てのカルデラ噴火に該当するわけではないと考えられる。

(c) 地下のマグマ溜まりの状況について

マグマは、珪素（ $\text{SiO}_2$ ）の量が少ない順番（珪素の量が少ないほど密度が高く粘り気が低い）に、玄武岩質、安山岩質、デイサイト質及び流紋岩質の4つに分類され、破局的噴火を発生させるのはデイサイト質及び流紋岩質のような珪素の量が多い珪長質の大規模なマグマ溜まりである（兼岡一郎・井田喜明「火山とマグマ」（1997）（乙174）、荒牧重雄「カルデラ噴火の地学的意味」（乙201。乙173は要旨。以下「荒牧（2003）」という。）参照）。

荒牧（2003）は、カルデラを形成する大規模火砕噴火の特徴は、地下数kmにあるマグマ溜まりに存在していた大量の珪長質マグマが発泡し、急激な体積の膨張に伴ってマグマの一部が地表に噴出すると

いうメカニズムにあるとした上で、1000 km<sup>3</sup>を超えるようなマグマが短時間に噴出するためには、その何倍もの量の液体マグマがその時点で地下のマグマ溜まりに蓄えられていなければならない、過去のカルデラ火山の大型の火砕噴火とその結果生じたカルデラの生成機構に照らせば、多くのマグマ溜まりの上端は地表から極めて浅いところに位置すると指摘する。

鍵山編（2003）（乙176）は、マグマが地殻浅部（通常は深さ10 kmから3 km程度）で蓄積され、噴火のために待機している、マグマはある深さで浮力を失って上昇をやめ、新たなマグマ溜まりを作る、短時間に大量の火砕流が放出されること、大きな陥没カルデラが存在することが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などとしている。

東宮（1997）（乙175）は、マグマ溜まりの深さを高温高压下における岩石融解実験から推定することにより、マグマ供給系の進化や周辺の熱構造への影響等を評価でき、これによると、マグマ溜まりは浮力中立点、すなわち、マグマの密度が地殻の密度と釣り合う深さよりも浅部には形成されず、マグマ溜まりの深さが密度構造に規制されていることが示唆され、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。

下司信夫「大規模火砕噴火と陥没カルデラ：その噴火準備と噴火過程」（2015）（乙177）は、珪長質マグマの移動・集積に要するタイムスケールを考えると、数十～100 km<sup>3</sup>の珪長質マグマを噴火期間中に生成、集積させながら噴出させることは不可能であるため、予めマグマを蓄積させておくことが必要であり、一般に、巨大噴火は、

噴火に先立って地殻内部に巨大なマグマ溜まりが形成されている，大規模なマグマ溜まりが存在する深さは，浮力中立で説明されることが多い，マグマの密度と周辺地殻の密度が釣り合うような深さは，マグマが安定して定置しやすい場所であり，大規模噴火の多くは流紋岩組成のマグマを噴出していることから，そのマグマ溜まりは深さ数km程度の浅所に貫入しているものと考えられる，などとしている。

吉田武義・西村太志・中村美千彦「現代地球化学入門シリーズ7 火山学」(2017)(乙178)は，マグマの上昇やマグマ溜まりに関して，マグマは周りの岩石より密度が小さく，液体であるため移動しやすく，浮力によって上昇すること，マグマにはその密度に応じた浮力中立点があること，地殻中を上昇してきたマグマは浮力中立点に到達して上昇を停止すること，浮力を失ったマグマはそこに滞留してマグマ溜まりを形成すること，地殻上部に形成されたマグマ溜まりに地下深部からマグマの供給が続くと，時に直径10kmを超えるマグマ溜まりが形成されることなどを述べている。

安田敦・吉本充宏・藤井敏嗣「始良火砕噴火のマグマ溜まり深度」(2015)(乙179)は，試料岩石の含水量及び斑晶組成等の分析に基づき，約2万9000年前に発生した始良カルデラ噴火(始良Tn噴火)を引き起こしたマグマ溜まりは，その上部はこれまで提案されているマグマ溜まり深度7～10kmよりもかなり浅い部分〔4～5km〕にまで広がっていたと考えられるとしている。

篠原ほか(2008)(乙180)は，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(1934～1935年)までの岩石やメルト含有物の検討により，約7300年前のカルデラ噴火の直前に，深さ3～7km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している。

高橋正樹「超巨大噴火のマグマ溜りに関する最近の研究動向」(2014)(乙181)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時間に形成され、2万6000年前のoruanui噴火(530km<sup>3</sup>)では、深さ6~12kmの場所にあった結晶マッシュ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3.5~6km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、その後に噴火したとしている。

Druitt et al. (2012)(乙182)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大規模噴火(ミノア噴火。マグマ噴出量40~60km<sup>3</sup>とされる)の際に生じた化学的(組成)累帯構造を示す結晶を用いた分析により、大規模噴火直前の100年程度の間急激にマグマが供給され、その際のマグマの増加率が0.05km<sup>3</sup>/年を超えていたと推定されるなどとしている(もっとも、同論文は、ミノア噴火に至るマグマ溜まりでのプロセスを解釈したものにはすぎず、カルデラ噴火一般について述べたものではない(甲115)。)。

小林(2017)(乙189)は、数万年から数十万年という長い年月をかけて蓄積され、次第に巨大なマグマ溜まりを形成した珪長質マグマが、広域的な地盤の上昇に伴って、まずは、爆発的ではない溶岩主体の噴火が前兆的噴火として現れ、これにより巨大な珪長質マグマ溜まり全体が減圧され、その結果、マグマが発泡が加速し、それが100年から数百年続いてマグマ溜まりの気泡の核形成を推し進め、最終的に発泡した軽石が激しく噴出するカルデラ噴火へと発展するとされるなど、数百年前からカルデラ噴火と組成の類似するマグマの

流出的噴火が前兆現象として発生するとしている。

これらの現在の火山学の知見によれば、少なくとも巨大噴火が発生するためには地下浅部（10 km以浅，数km程度）に大量の珪長質マグマが蓄積されている必要があるというのが一般的な知見であるといえ、また、地下浅部のマグマ溜まりは破局的噴火の直前の数千年から数百年（あるいはそれ以下）の間に大量のマグマが充填されて形成され、巨大噴火の前兆現象が発生するとの見解も有力である。

#### d 火山ガイドの解釈について

上記 b に適示した現在の火山学の知見に照らし合わせて考えた場合には、現在の科学的技術的知見をもってしても、原子力発電所の運用期間中に検討対象火山が噴火する可能性やその時期及び規模を的確に予測することは困難であるというべきであり、基本的な考え方も認めているとおり、原子力発電所の運用期間中に巨大噴火（地下のマグマが一気に地上に噴出し、大量の火砕流によって広域的な地域に重大かつ深刻な災害を引き起こすような噴火であり、噴火規模としては、数十km<sup>3</sup>を超えるような噴火をいう。以下同じ。）が発生する可能性が全くないとは言いきれない。しかしながら、上記 c に適示した火山学の知見を総合すれば、巨大噴火の活動間隔、直近の巨大噴火からの経過時間、現在のマグマ溜まりの状況、地殻変動の観測データ等から総合的に評価を行い、火山の現在の活動状況は巨大噴火が差し迫った状態にあるかどうか、及び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性のある具体的な根拠があるかどうかを確認することができるとする考え方にも、相応の科学的根拠があると認められるのであり、両者の火山学の知見は、それぞれが求める予測レベルは異なるものの、必ずしも矛盾するものでもないと考えられる。

そこで、火山ガイドの解釈において、設計対応不可能な火山事象を伴

う巨大噴火の発生可能性をどのように理解すべきかを検討するに、この問題は、火山ガイドが原子力発電所への火山影響を適切に評価することを目的としている以上（甲110）、原子力安全規制に関する現行法制度の中で巨大噴火の発生可能性をどのように取り扱うべきかという問題に帰着する。

ところで、高橋正樹「破局噴火一秒読みに入った人類壊滅の日」（2008）（乙167）によれば、仮に、現時点において阿蘇カルデラで破局的噴火が起きた場合、九州の中部以北は火砕流の直撃でほぼ全滅して死者が1000万人を超え、北海道を含む日本列島全体が15cm以上の厚い火山灰で一面に覆われ、家屋の倒壊が相次ぎ、ライフラインが機能停止し、食糧生産も不可能となって飢餓状態になり、辛うじて生き残った人々も火山灰に覆われた日本列島から海外への避難・移住が必要となるとされる。他方、町田・新井（2011）（乙165）によれば、日本列島の各火山における噴出量10～100km<sup>3</sup>（VEI6～7クラス）の巨大噴火の発生頻度は、数万年から数十万年に1度程度とされている。このように、巨大噴火は、ひとたび発生すれば、広域的な地域に重大かつ深刻な災害を引き起こすものである一方、その発生の可能性は低頻度な現象であって、上記のとおり、現在の火山学の知見に照らし合わせて考えた場合には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言いきれないものの、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のが実情であり、このことは、巨大噴火の発生可能性が上記のような抽象的なものにとどまる限り、法規制や防災対策においてこれを想定しないことを容認するという社会通念の反映とみることができる。そうすると、原子力安全規制に関する現行法制度の下においても、巨大噴火の発生可能性が全くないと言いきれない限り、これを自然災害として想定すべきであるとの立法政策が

とられていると解することはできない。

これに対し、抗告人らは、破局的噴火によるリスクが社会通念上容認されているとは考えられない旨主張するが、破局的噴火を法規制等においてどのように取り扱うのかという観点からすれば、上記のとおり为社会通念があるというべきである。

したがって、基本的な考え方にあるとおり、巨大噴火については、その発生の可能性が相応の根拠をもって示されない限り、発電用原子炉施設の安全性確保の上で自然災害として想定しなくても、当該発電用原子炉施設が客観的にみて安全性に欠けるところがあるということとはできないし、そのように解しても、本件改正後の原子炉等規制法の趣旨に反するということができない。これを火山の影響に係る立地評価の基準についていえば、当該発電用原子炉施設の運用期間中にそのような巨大噴火が発生する可能性が相当の根拠をもって示されない限り、立地不適としなくても、原子炉等規制法や設置許可基準規則6条1項の趣旨に反するということができないというべきである。

火山ガイドの前記定めは、以上の観点に基づいて解釈すべきであり、本件各原子炉施設における火山事象に対する安全性の評価に関する原子力規制委員会の審査の合理性についても、以上を踏まえて検討するのが相当である。

## イ 原子力規制委員会の基準適合性判断の合理性

### (ア) 本件各原子炉施設に影響を及ぼし得る火山の抽出

相手方は、前記(1)イ(ア)のとおり、文献調査、地形・地質調査及び地球物理学的調査により、本件各原子炉施設の地理的領域内にある阿蘇カルデラを含む49個の火山及び地理的領域外にある4つのカルデラ火山（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）について将来の活動可能性の有無の評価を行い、将来の活動可能性が否定でき

ない火山として、本件5カルデラ火山及びその他16個の火山を抽出しているところ、その評価手法は火山ガイドに沿ったものであり、不合理な点は見当たらない。

(イ) 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

a 阿蘇カルデラについて

町田・新井(2011)(乙165)、小野・渡辺(1983)(乙238)、松本ほか(1991)(乙239)、小野ほか(1977)(乙240)、小野・渡辺(1985)(乙241)、宮縁ほか(2003)(乙242)、及び三好ほか(2009)(乙243)によれば、阿蘇カルデラは、破局的噴火の最短の噴火間隔が約2万年であり、活動間隔にばらつきはあるものの、最新の破局的噴火(阿蘇4噴火)からは既に約9万年が経過している。この点、相手方は、NAGAOKA(1988)の噴火ステージ論を援用して、現在の阿蘇カルデラが破局的噴火を生じさせる段階にはないとしているが(前記(1)イ(イ)b(a))、阿蘇カルデラは同論文が検討対象とした鹿児島地溝に属するものではなく、また、阿蘇カルデラの約9万年前の噴火(阿蘇4噴火)は、多くの巨大噴火がプリニー式噴火に始まるのと違って、火砕流噴火に終始したとされる(前記(2)ア(イ)c(b))ことに鑑みれば、NAGAOKA(1988)の噴火ステージ論を援用して、現在の阿蘇カルデラが破局的噴火を直ちに生じさせるような状況にはないとする点については、科学的根拠に乏しいといわざるを得ない。

しかしながら、地下のマグマ溜まりの状況について、Sudo and Kong(2001)(乙185)によれば、阿蘇カルデラの地下深さ6km付近にマグマ溜まりと考えられる低速度領域の存在が認められるとされ、また、須藤ほか(2006)(甲119)によれば、草千里南部付近直下に直径3~4km程度のマグマ溜まりが存在するとされ

ているところ、三好ほか（2005）（乙183）によれば、阿蘇においては、苦鉄質火山噴出物の供給火口がカルデラ中央部に分布し、その周囲により珪長質な火山噴出物の給源火口が分布する傾向があり、この火口分布は、大規模な珪長質マグマ溜まりがカルデラ直下に存在する場合に想定される分布とは異なると分析されている。また、高倉ほか（2000）（乙187）によれば、比抵抗構造解析結果において、少なくとも阿蘇カルデラの地下10km以浅に大規模なマグマ溜まりの存在を示す低比抵抗体は検出されていないとされている。さらに、三好雅也「カルデラ火山地域における大規模噴火再発の可能性評価」（2013）（乙186）によれば、阿蘇カルデラ形成後の火山噴出物について、年代測定及び化学組成分析を行った結果、珪長質マグマの活動は3万年前から2万年前の最盛期を境に減少し、過去1万年間においてはほとんど玄武岩マグマのみが活動しており、現在のカルデラ直下の地殻浅部には、カルデラ形成噴火時のような大規模珪長質マグマは蓄積されていないと考えられるとされ、大倉敬宏「測地学的手法による火山活動の観測について」（乙188。以下「大倉（2017）」という。）によれば、阿蘇カルデラの地下6km付近のマグマ溜まりが存在するほか、測地学的手法による観測によって得られた阿蘇カルデラの地下約15km付近にマグマ溜まりと考えられる変動源が存在するものの、最大45km<sup>3</sup>のマグマの一部分であることから、今後の阿蘇の火山活動は、1930年代のような大規模なものではなく、大規模なカルデラ噴火が起こるような状態ではないと推定されるとされる。

以上の知見によれば、少なくとも、阿蘇カルデラにおいて、地下10km以浅に巨大噴火を引き起こすような大規模なマグマ溜まりは存在しないものと合理的に推認することができ、したがって、阿蘇カルデラについて、本件各原子炉施設の運用期間中に巨大噴火が生じる可能性が相

応の根拠をもって示されているということとはできない。

**b 加久藤・小林カルデラについて**

町田・新井（2011）（乙165），長岡ほか（2010）（乙222）及び井村・小林（2001）（乙223）によれば，加久藤・小林カルデラは，直近の破局的噴火（加久藤噴火）から約33万年が経過しているところ，加久藤噴火とその前の破局的噴火（小林笠森噴火）との間隔は約20万年であるとされる。

この点，相手方は，NAGAOKA（1988）（乙170）を参考に，現在の加久藤・小林カルデラにおける噴火活動は，直近の破局的噴火以降，霧島山においてイワオコシ軽石等の多様な噴火様式の小規模噴火が発生しているのみであり，霧島山における後カルデラ火山噴火ステージと考えられるとしている（前記(1)イ(イ)b(b)）。

また，地下のマグマ溜まりの状況について，鍵山ほか（1997）（乙225），鍵山恒臣「火山観測から見た霧島火山群と加久藤カルデラ」（乙226）及びGoto et al.（乙227）によれば，その北西方向で加久藤カルデラと重なるように存在している霧島火山群の主要火山の比抵抗構造調査（MT法による調査）及び人工地震探査結果からは，北西部の火山では，深さ10km以浅にマグマが滞留し，そこから火山ガスが帯水層に供給されているのに対し，南東部の火山では，マグマ溜まりが深さ10km以浅には滞留しておらず，加久藤カルデラの地下（深さ10km以浅）にマグマが存在する可能性は低いとされている。さらに，大倉（2017）（乙188）によれば，霧島火山近傍及び加久藤・小林カルデラ周辺のGEONET観測点における2004～2011年の基線長の変化を分析した結果，新燃岳噴火前後のマグマ溜まりの膨脹・伸縮・再膨脹のみが捉えられ，特に加久藤カルデラ及び小林カルデラの両カルデラにおいては火山活動に伴う地殻変動が観測されな

かったことを明らかにした上で、いずれのカルデラもマグマが供給されていないと考えられることから、大規模な噴火に至る状態にはないと推定されるとしている。

以上の知見によれば、加久藤・小林カルデラにおいては、加久藤カルデラと重なるように存在している霧島火山群の北西部の火山で深さ10km以浅にマグマが滞留しているとされるものの、それ以外に巨大噴火につながり得るような事象等は示されていない。したがって、加久藤・小林カルデラについて、本件各原子炉施設の運用期間中に巨大噴火が生じる可能性が相応の根拠をもって示されているということとはできない。

#### c 始良カルデラについて

町田・新井（2011）（乙165）、長岡ほか（2001）（乙204）、西村・小林（2012）（乙205）、奥野（2002）（乙206）、小林ほか（2013）（乙207）、小林・溜池（2002）（乙208）及び須藤茂・猪股隆行・佐々木寿・向山栄「わが国の降下火山灰データベース作成」（乙209。以下「須藤ほか（2007）」という。）によれば、始良カルデラは、直近の破局的噴火（始良T<sub>n</sub>噴火）から約3万年が経過しているところ、始良T<sub>n</sub>噴火とその前の破局的噴火との間隔は約6万年以上であるとされる。

また、NAGAOKA（1988）（乙170）によれば、現在の始良カルデラにおける噴火活動は、桜島における後カルデラ火山噴火ステージと考えられるとされる。

さらに、地下のマグマ溜まりの状況について、井口ほか（2011）（乙216）、京都大学防災研究所「平成25年度年次報告書」（乙217。以下「京都大学防災研究所（2013）」という。）及び井口正人「2015年桜島クライシスー噴火警戒レベル4」（2015）（乙218）によれば、①始良カルデラ中央部下深さ約10～12kmに、②

桜島南岳下深さ約4 kmに、③桜島北岳下深さ約3～6 kmに、それぞれマグマ溜まりが想定されると指摘されている。もともと、上記①のマグマ溜まりについては、前記(2)ア(イ)c(c)のとおり、巨大噴火が発生するためには地下浅部(10 km以浅、数km程度)に大量の珪長質マグマが蓄積されている必要があると考えられることから、直ちに巨大噴火を引き起こすようなものである可能性は低いといえる。また、上記②のマグマ溜まりについては、桜島南岳における噴出物は安山岩質であり(小林ほか(2013)(乙207))、また、このマグマ溜まりが大規模であることを示す知見もないから、直ちに巨大噴火を引き起こすようなものである可能性は低い。さらに、上記③のマグマ溜まりについては、南岳のマグマ溜まりと連動していることから安山岩質であると考えられる(京都大学防災研究所(2013)(乙217))上、大規模であることを示す知見もないから、直ちに巨大噴火を引き起こすようなものである可能性は低い。なお、関口悠子・長谷中利昭・森康「始良カルデラ火山に見られる3回のマグマ活動サイクル」(2014)(乙219)は、「現在の桜島の活動はまだマグマ混合過程で珪長質マグマの巨大マグマ過程には移行していないと解釈でき、現在は珪長質マグマ溜まりが小さく苦鉄質マグマが地表近くまで到達している可能性がある」としており、井口正人「地震波トモグラフィーによる始良カルデラ周辺の地震波速度構造調査結果及び始良カルデラの状態について」(2018)(乙221)は、地震波トモグラフィーによる3次元構造の調査結果並びにこれまでの始良カルデラ及び桜島に関する各種知見等を踏まえれば、現在の始良カルデラの状況でVEI 7以上の破局的噴火が発生する可能性は低いとしている。

以上の知見によれば、始良カルデラにおいて、地下10 km以浅に巨大噴火を引き起こすような大規模なマグマ溜まりは存在しないものと合

理的に推認することができ、したがって、始良カルデラについて、本件各原子炉施設の運用期間中に巨大噴火が生じる可能性が相応の根拠をもって示されているということとはできない。

**d 阿多カルデラについて**

町田・新井（2011）（乙165）、NAGAOKA（1988）（乙170）、川辺・阪口（2005）（乙228）、藤野・小林（1997）（乙229）、奥野ほか（1995）（乙230）及び第四紀火山カタログ委員会編（1999）（乙231）によれば、阿多カルデラは、直近の破局的噴火（阿多噴火）から約10.5万年が経過しているところ、阿多噴火とその前の破局的噴火（阿多鳥浜噴火）との間隔は約14万年であるとされる。

また、NAGAOKA（1988）（乙170）によれば、阿多カルデラにおいては、阿多噴火後に中規模火砕流噴火ステージが認められるが、その後の池田噴火（約6000年前）は、プリニー式噴火ステージに始まる新たなマルチサイクルの開始を示唆する噴火である可能性があるとして示されている。

さらに、地下のマグマ溜まりの状況について、西ほか（2001）（乙232）は、南九州の火山に関して、地震波トモグラフィー手法による3次元速度構造から地震波速度構造についての知見を示すものであるところ、阿多カルデラについては、熱水活動に関連する低速度異常域の存在を指摘するのみであり、マグマ溜まりに関する言及はない。また、大倉（2017）（乙188）は、阿多カルデラ周辺のG I O N E T観測点における2004年～2011年の基線長の変化等を分析し、始良カルデラの膨脹に影響と考えられる基線変化のみが捉えられ、阿多カルデラにおいては火山活動に伴う地殻変動が観測されなかったとしており、阿多カルデラにはマグマが供給されていないと考えられることから、

大規模な噴火に至る状態にはないと推定されるとしている。以上のほか、阿多カルデラの地下浅所における大規模なマグマ溜まりの存否について検討した知見は見当たらない。

以上の知見によれば、阿多カルデラについて地下10km以浅に巨大噴火を引き起こすような大規模なマグマ溜まりは存在しないものと合理的に推認することができ、したがって、本件各原子炉施設の運用期間中に巨大噴火が生じる可能性が相応の根拠をもって示されているということとはできない。

#### e 鬼界カルデラについて

町田・新井(2011)(乙165)、小野ほか(1982)(乙233)、小林ほか(2010)(乙171)及び前野・谷口(2005)(乙234)によれば、鬼界カルデラは、直近の破局的噴火(鬼界アカホヤ噴火)から約7300年が経過しているところ、その前の鬼界葛原噴火との間隔は約9万年、さらにその前の小アビ山噴火と鬼界葛原噴火との間隔は約5万年であるとされる。

また、NAGAOKA(1988)(乙170)によれば、深海に沈む鬼界カルデラは同論文が示す一般的パターンの例外であり、噴火口にかかる高い水圧のためプリニー式噴火サイクルと中規模火砕流噴火サイクルが存在せず、現在の薩摩硫黄島の活動は、後カルデラ噴火ステージとされる。

さらに、地下のマグマ溜まりの状況について、前野深・宮本毅・谷口宏充「鬼界カルデラにおけるアカホヤ噴火以降の火山活動史」(2001)(乙235)は、約7300年前のアカホヤ噴火時に溜まっていたマグマが出尽くしたと考えられるとしている。

以上の知見によれば、鬼界カルデラについて地下10km以浅に巨大噴火を引き起こすような大規模なマグマ溜まりは存在しないものと合理的

的に推認することができ、したがって、本件各原子炉施設の運用期間中に巨大噴火が生じる可能性が相応の根拠をもって示されているということとはできない。

(ウ) まとめ

以上によれば、相手方が火山影響評価の検討対象火山として抽出した火山に含まれる本件5カルデラ火山との関係において立地不適としなくても本件各原子炉施設が客観的にみて安全性に欠けるところがあるということとはできず、その余の火山については設計対応不可能な火山事象が本件原子炉施設敷地に到達する可能性はないとした評価（前記(1)イ(エ)）にも不合理な点は見当たらないから、本件各原子炉施設が火山の影響に対する安全性の確保の観点から立地不適と考えられないとした原子力規制委員会の判断が結論において不合理であるということとはできない。

(3) 影響評価の適否

ア 火山ガイドのうち影響評価に関する部分の合理性

前記(1)ア(イ)に認定した火山の影響評価に関する火山ガイドの定めは、火山ガイドのうち影響評価に関する部分の定めは、降下火砕物等の影響の特徴を踏まえた発電用原子炉施設の安全性確保の基準を定めたものとして、合理性を有するというべきである。

イ 原子力規制委員会の基準適合性判断の合理性

(ア) 始良カルデラ及び鬼界カルデラにおける破局的噴火を想定しないことの妥当性

抗告人らは、相手方が始良カルデラ及び阿多カルデラにおける破局的噴火を想定することなく、本件各原子炉施設において考慮すべき降下火砕物の最大層厚を10cmと評価したことは、火山ガイドに反し不合理である旨主張する。

しかしながら、前記(2)イ(イ)c, dのとおり、始良カルデラ及び阿多カル

デラについて、本件各原子炉施設の運用期間中に、VEI 7程度の破局的噴火を含む、噴出物が数十km<sup>3</sup>を超えるような巨大噴火が発生する可能性が相応の根拠をもって示されているということとはできない。したがって、降下火砕物の最大層厚の評価に当たり、破局的噴火を前提とすべきものとは認められないから、相手方が破局的噴火の発生を考慮せずに降下火砕物の評価をしたことが火山ガイドに反し不合理であるとの抗告人らの主張は採用できない。

(イ) 阿蘇カルデラにおけるVEI 6クラスの噴火を想定しないことの妥当性

抗告人らは、須藤ほか(2006)(甲119)によれば、阿蘇カルデラの地下には、少なくとも体積14.1km<sup>3</sup>～33.5km<sup>3</sup>(直径3km～4km)のマグマ溜まりが存在するとされ、現在の火山学の知見を前提にすると、本件各原子炉施設の運用期間中に阿蘇山においてVEI 6(噴出堆積10km<sup>3</sup>以上)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から、相手方が阿蘇カルデラにおけるVEI 6クラスの噴火を想定することなく、本件各原子炉施設において考慮すべき降下火砕物の最大層厚を10cm、降下火砕流の乾燥密度1.0g/cm<sup>3</sup>、湿潤密度を1.7g/cm<sup>3</sup>と評価したことが過少である旨主張する。

そこで検討するに、前記(2)ア(イ)bに適示した現在の火山学の知見によれば、VEI 6程度の噴火について、どの程度の噴出物や降下火砕物が発生するかについて予測することは困難であると考えられ、VEI 6程度の噴火が原子力発電所の運用期間中に発生することについて相応の根拠をもって示されていない限りは、基本的な考え方にあるとおり、当該検討対象火山について、最後の直近の巨大噴火以降の過去最大の噴火規模(阿蘇カルデラについては、阿蘇草千里ヶ浜噴火〔噴出物量約2km<sup>3</sup>〕〔前記(1)イ(イ)b(a)〕)について火山事象の評価を行うのが相当である。

そして、東宮昭彦「マグマ溜まり：噴火準備過程と噴火開始条件」（2016）（乙249）によれば、マグマ溜まりの大部分は結晶含有率が40～50%以上でほとんど流動できない状態にあるとされ、また、青木陽介「火山における地殻変動研究の最近の発展」（2016）（乙250）によれば、マグマの噴出に必要な圧力の観点からは、噴出できるマグマの量はマグマ溜まり全体の体積のうちごく少量であるとされているところ、須藤ほか（2006）も、上記マグマ溜まりの地震波低速度領域は数%以上の熔融状態であれば説明できるとしているにとどまるのであるから、阿蘇カルデラについて、VEI6程度の噴火が直ちに発生することについて相応の根拠をもって示されているとはいえず、相手方が、火山の影響評価に関し、阿蘇についてVEI6程度の噴火を想定しなかったことが不合理であるとはいえない。

(ウ) まとめ

以上によれば、抗告人らの主張、疎明を踏まえて検討しても、前記(1)イ(エ)で認定したとおり、相手方が、本件各原子炉施設において考慮すべき降下火砕物の厚さを評価するに当たり、検討対象火山として抽出した21火山はいずれも破局的噴火直前の状態ではないことから、本件5カルデラ火山については現在の各噴火ステージにおける既往最大規模の噴火を、その他の16火山については既往最大規模の噴火の中で本件各原子炉施設に最も影響が大きい約5万年前の九重第一噴火（VEI5）を検討対象とすることとし、原子力の安全に対する信頼向上の観点から、既存の知見を上回る噴出量を考慮するとともに、降下火山灰シミュレーション等で検討した結果、降下火砕物の最大層厚を10cm、降下火砕流の乾燥密度を1.0g/cm<sup>3</sup>、湿潤密度を1.7g/cm<sup>3</sup>とそれぞれ評価したことは、前記(2)ア(イ)で説示したとおりの火山ガイドの趣旨に合致するものであって、合理性を有するというべきである。

## ウ 設計対応及び運転対応の妥当性について

原告人らは、20 cm以上の層厚の火砕降下物に対して火山ガイドの求める系統・機器の機能喪失がないことが確認されていなければならないところ、本件各原子炉施設についてはこの確認がなされていない旨主張する。

しかしながら、前記アにおいて説示したとおり、相手方が降下火砕物の最大層厚を10 cm、降下火砕流の乾燥密度を $1.0 \text{ g/cm}^3$ 、湿潤密度を $1.7 \text{ g/cm}^3$ と想定したことは、合理的であるというべきであるから、原告人らの主張は、前提を欠き、採用することができない。

### (4) 争点(3)についてのまとめ

以上によれば、火山事象に対する安全性に関し、原告人らの主張、疎明を踏まえても、本件各原子炉施設の運用期間中にVEI 7程度の破局的噴火を含む、噴出物が数十 $\text{km}^3$ を超えるような巨大噴火が発生する可能性が相応の根拠をもって示されておらず、立地を不適とすべきであるということとはできないし（前記(2)）、影響評価にも不合理な点があるということとはできない（前記(3)）。

したがって、原告人らの主張、疎明を踏まえても、相手方は、火山事象に対する安全性に関して、新規制基準に不合理な点がないこと並びに当該基準の適合性に係る原子力規制委員会における判断に結論において不合理な点がないことについて、相当の根拠、資料に基づき主張、疎明を尽くしたというべきである。

そして、それにもかかわらず、本件各原子炉施設が火山事象に対する安全性に欠けるところがあり、その運転に起因する放射線被ばくにより、原告人らの生命、身体に直接的かつ重大な被害が生ずる具体的な危険が存在することを認めるに足りる疎明がされているとはいえない。

## 第4 結論

以上によれば、本件各原子炉施設の安全性に欠けるところがあり、本件各原子炉施設の運転等によって放射性物質が周辺環境に放出され、その放射線被ばくに

より抗告人らはその生命，身体に直接的かつ重大な被害を受ける具体的な危険が存在するとは認められない。

そうすると，抗告人らの相手方に対する人格権に基づく本件各原子炉施設の運転の差止めを求める本件仮処分命令の申立ては，被保全権利についての疎明を欠くことに帰するから，その余の点について判断するまでもなく，理由がない。

よって，これと同旨の原決定は相当であって，本件各抗告はいずれも理由がないから，これらを棄却することとして，主文のとおり決定する。

令和元年7月10日

福岡高等裁判所第5民事部

裁判長裁判官 山之内 紀 行

裁判官 川 崎 聡 子

裁判官 矢 崎 豊