

目 次

第 1	はじめに	4
第 2	阿蘇カルデラに関する本件原子力発電所の立地評価について	4
1	阿蘇カルデラの破局的噴火に関する被告九州電力の評価の概要	4
2	阿蘇カルデラのマグマ溜まりは破局的噴火を起こし得る状態にないこと	5
(1)	破局的噴火を起こし得るマグマ溜まり	5
(2)	阿蘇カルデラのマグマ溜まりの状況	9
(3)	小括	11
3	前兆現象に関する最新の知見である「小林 (2017)」について	11
4	阿蘇カルデラに関するモニタリングの状況について	11
5	原告らの主張に対する反論	12
(1)	原告らの主張について	12
(2)	原告らの主張①に対する反論	12
(3)	原告らの主張②に対する反論	14
6	結論	17
第 3	広島高裁決定を踏まえた原告主張への反論	18
1	広島高裁決定の判示と原告らの主張	18
(1)	広島高裁決定の判示	18
(2)	原告らの主張	19
2	原告らの主張に対する反論	19
(1)	上記 1 (1)①の判示及び原告らの主張が不合理であること	19
(2)	上記 1 (1)②の判示に関する原告らの主張が不合理であること	22
3	結論	23
第 4	本件原子力発電所における降下火砕物に対する安全確保対策について	23
1	安全上重要な建物・機器等に対する降下火砕物の影響評価について	23
2	「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」等の一部改正における主要 求事項及び被告九州電力の対応について	30

(1)	「実用発電用原子炉の設置，運転等に関する規則」等の一部改正における主な要求事項.....	30
(2)	「実用発電用原子炉の設置，運転等に関する規則」等の一部改正に対する被告九州電力の対応.....	31
3	結論.....	37

第1 はじめに

本書面では、原告準備書面56及び57について、「第2 阿蘇カルデラに関する本件原子力発電所の立地評価について」で、阿蘇カルデラのマグマ溜まりが破局的噴火を起こし得る状態にないことについて、最新の知見も含めて改めて主張し、また、破局的噴火の前兆現象に関する最新の知見からも、阿蘇カルデラが破局的噴火を起こす可能性が極めて低いと考えられること等について主張した上で、原告らの主張に必要な範囲で反論を行う。

また、「第3 広島高裁決定を踏まえた原告主張への反論」で、四国電力伊方原子力発電所3号機の運転差し止めを認めた広島高等裁判所の決定（平成29年12月13日付け）（以下「広島高裁決定」という。）を踏まえた原告らの主張に対して必要な範囲で反論する。

最後に、「第4 本件原子力発電所における降下火砕物に対する安全確保対策について」では、本件原子力発電所の安全上重要な建物・機器等が降下火砕物の影響により、その機能を失うことがないことを評価、確認しており、本件原子力発電所が降下火砕物に対する安全性を確保していることを主張する。

第2 阿蘇カルデラに関する本件原子力発電所の立地評価について

1 阿蘇カルデラの破局的噴火に関する被告九州電力の評価の概要

準備書面13において主張したとおり、阿蘇カルデラを含む5つのカルデラ火山（阿蘇、始良、加久藤・小林、阿多、鬼界）が本件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は極めて低く、また、設計対応不可能な火山事象（火砕物密度流、溶岩流など）が影響を及ぼす可能性も十分小さい。

5つのカルデラ火山が破局的噴火を起こす可能性に関して、被告九州電力は、①「噴火間隔」、②「噴火ステージ」及び③「マグマ溜まりの状況」の3つの観点から総合的に評価した。

阿蘇カルデラに関しては、①「噴火間隔」について、破局的噴火の最短の噴火間隔が約2万年、平均発生間隔が約5.3万年であるのに対して、最後の破局的噴火が

らは約 9 万年が経過していることから、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が、②「噴火ステージ」について、約 9 万年前の最後の破局的噴火以降、阿蘇山においては玄武岩から流紋岩まで多様なマグマが噴出しているものの、いずれも比較的静穏な活動であり【乙イ B45 (269～270 頁), 乙イ B78】、後カルデラ噴火ステージにあると考えられ、また、③「マグマ溜まりの状況」について、地下浅所に大規模な珪長質マグマ溜まりはなく、マグマ溜まりの顕著な増大も認められないことから、阿蘇カルデラが本件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は極めて低い。

以下では、阿蘇カルデラのマグマ溜まりが破局的噴火を起こし得る状態にないことについて、最新の知見も含めて改めて主張し、また、破局的噴火の前兆現象に関する最新の知見からも、阿蘇カルデラが破局的噴火を起こす可能性が極めて低いと考えられること等について主張した上で、原告らの主張に反論する。

2 阿蘇カルデラのマグマ溜まりは破局的噴火を起こし得る状態にないこと

(1) 破局的噴火を起こし得るマグマ溜まり

ア 破局的噴火は、約 100km³ 以上の噴出物を伴う噴火（火山爆発指数：VEI7 以上）であり、破局的噴火を起こすためには、噴出量に相当する大規模な珪長質（デイサイト質・流紋岩質）のマグマ溜まりが必要である。

そして、破局的噴火を起こし得る大規模な珪長質のマグマ溜まりを形成するためには、マグマを地表に噴出させずにマグマ溜まりに安定して存在させる必要があり、そのためにはマグマが浮力を失って浮力中立になる深度で滞留する必要があるところ、珪長質マグマの浮力中立点は地下深さ 10km よりも十分に浅い。

従って、破局的噴火を起こすためには、地下深さ 10km よりも十分浅い位置に、大規模な珪長質のマグマ溜まりが存在することが必要である。

イ このことは、以下のとおり、多くの知見及び実例により裏付けられている。

① 荒牧 (2003) 【乙イ A46】

荒牧 (2003) は、破局的噴火に関して、地殻下部で発生した珪長質マグマが、上昇して地殻上部 (深さ 10~数 km) に達し、マグマ溜まりを形成すること、多くのマグマ溜まりの天井が極めて浅いところにあり、マグマ溜まりは扁平状であることを指摘している。

② 鍵山編 (2003) 【乙イ A104】

鍵山編 (2003) は、マグマが地殻浅部 (通常は深さ 10km から 3km 程度) で蓄積され、噴火のために待機していること、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つくること、短時間に大量の火砕流が火山から放出されることや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ことを述べている【乙イ A 104 (13 頁)】。

③ 東宮 (1997) 【乙イ A48】

東宮 (1997) は、珪長質マグマ溜まりが自身の浮力中立点に相当する浅所へ移ることを述べ、珪長質マグマの浮力中立の目安が深さ 7 km 以浅であることを示している。

すなわち、同論文は、過去の噴火の噴出物を基にして、実験岩石的な手法 (高温高圧下における岩石融解実験) によって、マグマの組成とマグマ溜まりの深さの関係を分析したものであるが、その結果を踏まえて、「生成された珪長質マグマが、時間の経過によって、玄武岩質マグマの浮力中立点から、珪長質マグマ自身の浮力中立点に相当する浅所へ移る」旨を述べている。

また、同論文は、マグマ溜まりの深さとマグマの組成との関係に関して、浮力中立点 (マグマの密度が地殻の密度と釣り合う深さ) の目安を図に示して

いる【乙イ A48 (723 頁)】。これによると、珪長質マグマ (SiO_2 (珪素) 濃度 62wt%以上) の浮力中立点は、深さ 7km 以浅であることが分かる。

④ 下司 (2016) 【乙イ A105】

下司 (2016) は、破局的噴火を発生させるために、珪長質の巨大なマグマ溜まりが、密度中立深度 (深さ数 km 程度の浅所) に形成され滞留する必要があることについて、端的に述べている。

すなわち、同論文は、従来の知見を踏まえて、破局的噴火に関するマグマの蓄積過程と噴出過程について論じたものであるが、破局的噴火を起こし得るマグマ溜まりの形成及び維持に関して、「大規模噴火を発生させるためには、地殻内部に巨大なマグマ溜まりを形成する必要がある」、「巨大なマグマ溜まりを形成するためには、マグマを地表に噴出させずにマグマ溜まりに安定して存在させ、熔融状態のまま蓄積できる状態でなければならない」、「大規模なマグマ溜まりを安定して存在させるためには、マグマが密度中立深度に貫入する必要がある」、「大規模噴火の多くは流紋岩マグマが噴出していることから、深さ数 km 程度の浅所に貫入している」、「珪長質メルトの密度はほとんどの深さで地殻岩石よりも小さいため、上部～中部で生産された珪長質マグマは浮力で上昇し、密度中立になる上部地殻内で滞留する」と述べている【乙イ A105 (104, 106 頁)】。

⑤ 吉田ほか (2017) 【乙イ A106】

吉田ほか (2017) は、現在の火山学における一般的な知見をまとめたものであるが、マグマの上昇やマグマ溜まりに関して、マグマはまわ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、(マグマの組成に応じた浮力中立点に関する東宮 (1997) の図【乙イ A48 (723 頁)】を引用して) マグマにはその密度に応じた浮力中立点があること【乙イ A106 (16~18 頁)】、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、ときに直径 10km を超えるマグマ溜まりが形成されること【乙イ A106 (23 頁)】について述べている。

⑥ 安田ほか (2015) 【乙イ B79】

安田ほか (2015) は、始良カルデラにおける約 3 万年前の破局的噴火に関して、最新の熱力学温度圧力計を使用するとともに、その他の複数の手法により噴出物の組成分析を行い、同噴火のマグマ溜まりの深度について述べたものであるが、マグマ溜まりの上部が深さ 4~5km 程度の地殻浅部にまで広がっていたことを明らかにしている【乙イ B79 (395 頁)】。

⑦ 篠原ほか (2008) 【乙イ B37】

篠原ほか (2008) は、薩摩硫黄島に関する地質・地球物理・地球化学データをまとめ、薩摩硫黄島の火山現象モデルを提示するものであるが、鬼界カルデラにおける約 7300 年前の破局的噴火について、噴火直前に、深さ 3~7km にかけて、巨大な流紋岩マグマ溜まりが存在したことを明らかにしている【乙イ B37 (3 枚目)】。

⑧ 高橋 (2014) 【乙イ B38】

高橋 (2014) は、約 2 万 6000 年前の破局的噴火である Oruanui 噴火について、深さ 6~12km にあった超巨大マグマ溜りから流紋岩質マグマが絞り出されて、深さ 3.5km~6km にある浅所巨大マグマ溜りに 1000 年~数 100 年かけて移動してその後噴火したことについて述べている。

ウ 以上より、破局的噴火を起こす可能性の評価において、破局的噴火を起こし得るマグマ溜まりの有無、すなわち、地下深さ 10km よりも十分浅い位置に大

規模な珪長質のマグマ溜まりが存在するか否かの評価が極めて重要である。

(2) 阿蘇カルデラのマグマ溜まりの状況

ア 阿蘇カルデラにおいて、地下深さ 10km 以浅に、大規模な珪長質マグマ溜まりは存在しない。

カルデラ中央部の地下深さ 6km 付近にマグマ溜まりがあると考えられるが、珪長質ではなく苦鉄質（玄武岩質）のマグマ溜まりであって、また、大規模なものではなく、全体として縮小傾向にあり、破局的噴火を起こし得るマグマ溜まりではない。

イ 上記アについては、以下のとおり、多くの知見により裏付けられている。

① Sudo and Kong (2001) 【乙イ B44】

Sudo and Kong (2001) は、地球物理学的手法の 1 つである地震波トモグラフィの解析結果から、地下 6km に低速度領域が認められ、中央火口丘群(中岳ほか) 及び活動的なマグマ供給系に関連すること（つまりマグマ溜まりである可能性があること）を指摘している【乙イ B44 (326 頁)】。

② 三好ほか (2005) 【乙イ B45】

三好ほか (2005) は、阿蘇カルデラ形成後の火山噴出物について岩石学的見地から検討を行い、噴出物の分布状況からマグマ供給系について考察を行ったものであるが、後カルデラ形成期では、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ることを明らかにした上で、仮にカルデラ直下に大規模な珪長質マグマ溜まりが存在する場合には、中央部でより珪長質、その周囲で苦鉄質になる（阿蘇の場合と逆になる）と考えられることから、カルデラ形成期のような単一の大規模マグマ溜まりは存在せず、小規模な複数のマグマ溜まりが存在すると考えられる旨の知見を示している【乙イ B45 (282～283 頁)】。

③ 三好 (2012) 【乙イ B80】

三好 (2012) は、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ものであるが、それらの結果から、珪長質マグマの活動は 3 万年前～2 万年前の最盛期を境に減少し、過去 1 万年間にはほとんど玄武岩マグマのみが活動しており、珪長質マグマの噴出は起こっていない、現在活動中の中岳へマグマを供給しているマグマ溜まり (Sudo and Kong (2001)) に蓄積されているのは玄武岩マグマと考えられるため、少なくとも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旨の知見を示している【乙イ B80 (6-5, 6-14～6-15)】。

④ 大倉 (2017) 【乙イ B81】

大倉 (2017) は、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殻変動のデータを基に、阿蘇カルデラのマグマ溜まりの状態について分析した最新の知見である。

大倉教授は、この中で、阿蘇カルデラの地下約 6km 付近にマグマ溜まりが存在し、また、地下約 15km にもマグマ溜まりと考えられる変動源が存在することを指摘している。その上で、地下約 6km 付近のマグマ溜まりは全体として縮小傾向にあり、長期間の水準測量データを踏まえると、1930 年代と比べて約 1000 万 m^3 ($0.01km^3$) 少なくなっていること、地下約 15km の変動源は最大で $45km^3$ のマグマの一部であることから、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、ましてや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旨の知見を示している【乙イ B81 (28 頁)】。

ウ 以上のとおり、阿蘇カルデラにおいて、地下深さ 10km 以浅に大規模な珪長

質マグマ溜まりは存在せず、破局的噴火を起こし得る状態にない。

(3) 小括

以上より、阿蘇カルデラのマグマ溜まりの状態からみて、阿蘇カルデラが本件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は、極めて低い。

3 前兆現象に関する最新の知見である「小林（2017）」について

小林（2017）【乙イ B82】は、地質学的な見地からカルデラ噴火のモデル（前兆現象）を提示し、阿蘇カルデラを含む九州のカルデラ火山について考察を加えたものである。

同研究報告書は、阿蘇カルデラを含む国内及び国外のカルデラ火山において、過去のカルデラ噴火の100年から数100年以上前に溶岩を噴出する形式の噴火が発生していること【乙イ B82（10～32頁）】等から、カルデラ噴火の前兆現象として珪長質マグマの流出的噴火が発生すると考えられること、阿蘇カルデラを含む九州の5つのカルデラ（阿蘇、加久藤・小林、始良、阿多、鬼界）については、鬼界カルデラ以外では過去数100年以内に珪長質マグマの噴火が発生していないこと（鬼界カルデラにおける1934～1935年の流紋岩質マグマの噴出がカルデラ噴火の前兆現象であれば、急激な地盤の上昇などが観測されるはずであるが、そのような兆候は全く観測されていないこと）から、今後の数100年以内にカルデラ噴火が発生することはない旨の見解を明らかにしている【乙イ B82（35～36頁）】。

このように、カルデラ噴火の前兆現象に関する最新の知見からも、「阿蘇カルデラが本件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は極めて低い」とする被告九州電力の評価が合理的であることが裏付けられている。

4 阿蘇カルデラに関するモニタリングの状況について

以上のように、阿蘇カルデラにおいて本件原子力発電所の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が、準備書面13で述べたとおり、被告九州電力

は、自然現象における不確かさや敷地への影響を考慮した上で、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、阿蘇カルデラを含む5つのカルデラ火山について、地殻変動や地震活動等の火山活動のモニタリングを実施している。

阿蘇カルデラにおけるモニタリング（評価期間：平成28年4月1日～平成29年3月31日）では、地殻変動について、熊本地震に伴う顕著な地殻変動及び地震後の余効変動が認められるものの、カルデラ火山の活動に起因する有意な変化は認められず、また、地震活動について、熊本地震の余震が多数認められるものの、それ以外の有意な変化は認められず、総合評価としては「活動状況に変化なし」という結果であった。この評価結果については、原子力規制庁において、妥当と判断されており【乙イ B83 (2, 5, 23 頁)】、また、上述した大倉 (2017) 【乙イ B81】において示された「現在の地殻変動量を考慮すると、今後の火山活動は1930年代のような大規模なものではなく、ましてや大規模なカルデラ噴火が起こるような状態ではない」との解析結果【乙イ B81 (26 頁)】とも整合する。

なお、被告九州電力は直近のモニタリング（評価期間：平成29年4月1日～平成30年3月31日）においても「活動状況に変化なし」と評価しており、この評価結果を原子力規制庁へ報告している【乙イ B84】。

被告九州電力は、阿蘇カルデラを含む5つのカルデラ火山について、引き続きモニタリングを行い、破局的噴火に発展する可能性が僅かでも存するような事象が確認された時点で、直ちに適切な対処を行うものである。

5 原告らの主張に対する反論

(1) 原告らの主張について

原告らは、準備書面56及び57において、①阿蘇カルデラとの関係で本件原子力発電所が立地不適であることは明らかである、②阿蘇カルデラが運用期間中に破局的噴火を起こす可能性は否定できない、旨主張する。

(2) 原告らの主張①に対する反論

ア 原告らは、阿蘇カルデラについて、「火山ガイドに沿って適切に検討すれば、阿蘇カルデラとの関係で立地不適であることは異論をはさむ余地などないほど明らか」と主張するが、以下のとおり、被告九州電力の評価は「原子力発電所の火山影響評価ガイド（以下「火山ガイド」という。）」に沿ったものであり、原告らの主張は不合理である。

イ 火山ガイドの「4. 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」は、前章で「将来の活動可能性がある」と評価した火山【乙イ A107 (23 頁「図 1 火山影響評価の基本フロー」における「将来の活動可能性が否定できない火山」)】を対象にして、「原子力発電所の運用期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」を行うものであり【乙イ A107 (8 頁「4.」頭書き)】、「4. 1 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価」に記載されている「(2) 火山活動の可能性評価」及び「(3) 火山活動の規模と設計対応不可能な火山事象の評価」によって、「設計対応不可能な火山事象が原子力発電所運用期間中に影響を及ぼす可能性が十分小さいか？」を評価するものである【乙イ A107 (9～10 頁, 23 頁「図 1 火山影響評価の基本フロー」④)】。

被告九州電力は、上記火山ガイドの定めに従って、「将来の活動可能性が否定できない火山」である阿蘇カルデラの活動に関して、本件原子力発電所の運用期間中における破局的噴火の可能性は十分に小さいと評価し、運用期間中の噴火規模を、現在の噴火ステージにおける既往最大規模である阿蘇草千里ヶ浜噴火（約 2km³）に設定して、これを前提に設計対応不可能な火山事象（火砕物密度流等）が本件原子力発電所に到達する可能性が十分に小さいと評価したものである。

以上の被告九州電力の評価は、火山ガイドの定めに沿ったものであり、原子力規制委員会からも「申請者が実施した本発電所の運用期間中の検討対象火山の活動の評価は、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」「申請者が本発電所

の運用期間に設計対応不可能な火山事象が本発電所に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと評価していることは妥当である」と判断されている【乙イ B56-14 (64～66頁)】。

ウ 原告らは、阿蘇カルデラの噴火規模として、破局的噴火である「阿蘇Ⅳ」を想定すべきであると主張する(準備書面57・3頁)が、被告九州電力は、本件原子力発電所の運用期間中における阿蘇カルデラの破局的噴火の可能性は十分に小さいと評価した上で、阿蘇カルデラの噴火規模としては「阿蘇草千里ヶ浜噴火」を考慮したものである。

また、上述したとおり、火山ガイドの「4. 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」は、「原子力発電所の運用期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」を行うものであるところ、原告らの主張によると、「阿蘇Ⅳ」の「可能性の評価」を行うことなく、「阿蘇Ⅳ」を「設計対応が不可能な火山事象を伴う火山活動」として想定すべきこととなるのであり、不合理である。

(3) 原告らの主張②に対する反論

ア 原告らは、(a)阿蘇カルデラにおいて最後の破局的噴火からの経過期間が最短間隔である約2万年を超えていること、(b)噴火ステージ論が作業仮説的概念に過ぎないこと、(c)破局的噴火を引き起こすマグマ溜まりが発見されていないだけで、存在しないことが確認できているわけではないこと、(d)小山真人氏が噴火予知を否定していること等を指摘し、阿蘇カルデラが運用期間中に破局的噴火を起こす可能性は否定できない旨を主張する。

イ (a)阿蘇カルデラの噴火間隔に関しては、原告らが引用するように、「火山学者緊急アンケート」【甲 B25】において「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」との指摘が

ある（なお、原告らは、上記指摘を小山真人氏のものとするが、藤井敏嗣氏が「鹿児島地溝全体（始良，加久藤・小林，阿多カルデラ）としての VEI7 以上の噴火の平均発生間隔は約 9 万年」に対する所感として述べたものであり、読み方を誤っている）【甲 B25（577 頁）】。

この点、阿蘇カルデラの噴火間隔について、破局的噴火の最短の噴火間隔が約 2 万年、平均発生間隔が約 5.3 万年であるのに対して、最後の破局的噴火から約 9 万年が経過していることは事実であり、被告九州電力も破局的噴火の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などがあると評価したところである。従って、「再噴火の可能性のある時期に到達した」旨の上記指摘自体は、被告九州電力の評価と矛盾するものではない。

他方で、過去の破局的噴火における噴火間隔は一定でないため、「破局的噴火の可能性が十分小さいか否か」について噴火間隔のみをもって適切に評価できるものではなく、過去の火山活動履歴とともに、各種の調査を行って、現在の火山の活動状況を併せて評価する必要がある【乙 A107（8 頁「4. 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」）】。

そのため、被告九州電力は、噴火間隔の他、噴火ステージ及びマグマ溜まりの状況を総合的に考慮することとし、その上で、阿蘇カルデラについては、本件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の評価を行ったものである。

特にマグマ溜まりの状況に関しては、上記 2(2)で述べたとおり、火山地質学や火山物理学等の観点から多面的な研究がなされ、破局的噴火を起こし得るようなマグマ溜まりは存在しないとの知見が示されているのであり、被告九州電力の評価は合理的である。また、前兆現象に関する最新の知見においても運用期間中に阿蘇カルデラが破局的噴火を起こすことはないとされており、被告九州電力の評価結果が合理的なものであることを裏付けている。

ウ (b)噴火ステージ論に関する原告らの主張は、従前の繰り返しである。

準備書面13において述べたとおり、Nagaoka (1988)【乙イ B34】による噴火ステージ論は1つの有用な知見であり、また、被告九州電力は、噴火ステージのみではなく、噴火間隔やマグマ溜まりの状況を総合的に考慮して、阿蘇カルデラが本件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の評価を行ったものである。

エ (c)破局的噴火を引き起こすマグマ溜まりが発見されていないだけで、存在しないことが確認できているわけではないとの主張に関して、原告らは「須藤靖明氏が述べるとおり」「火山学界の通説的な理解である」とするのみであり、具体的な根拠は示されていない。

上記2(2)で述べたとおり、阿蘇カルデラのマグマ溜まりの状況に関しては、火山地質学や火山物理学等の観点から多面的な研究がなされ、破局的噴火を起こし得るようなマグマ溜まりは存在しないとの知見が示されている。いずれも専門家による有用な知見であることは言うまでもなく、原告らの主張は不合理である。

オ (d)原告らは、「火山学者緊急アンケート」【甲 B25】において、小山真人氏が「(モニタリングを行うことによって数十年以上前に破局的噴火の兆候を検知することの可否に関して)もしそれほど長い猶予時間をもってカルデラ火山の巨大噴火予知が実現できるのなら、それは噴火予知の革命です」等と述べて噴火予知を否定していること【甲 B25 (574 頁)】、火山学者 50 名に対するアンケートに関する新聞記事【甲 B6】において、16 名の火山専門家が「最長 60 年の稼働期間中に巨大噴火が発生し、火砕流の被害を受けるリスクがある原発」として本件原子力発電所を選択した旨の記載があることを根拠として、被告九州電力の評価が不合理である旨を主張する。

上述したとおり、被告九州電力は、噴火間隔、噴火ステージ及びマグマ溜ま

りの状況を総合的に考慮して、阿蘇カルデラについては、本件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の評価を行ったものである。モニタリングは、かかる評価を前提にして、噴火可能性が十分小さいことを継続的に確認することを目的として実施するものであって、モニタリングにより「噴火予知」（噴火の時期や規模を的確に予測すること）ができることを根拠として、阿蘇カルデラの破局的噴火の可能性が十分小さいと評価したわけではない。従って、「火山学者緊急アンケート」【甲 B25】における小山真人氏の指摘は、モニタリングの位置付けに関する理解を誤った不適切なものであり、阿蘇カルデラの破局的噴火の可能性に関する被告九州電力の評価とは無関係である。

また、火山学者 50 名に対するアンケートに関する新聞記事【甲 B6】について、そもそも本アンケートの方法等の詳細が明らかでなく信憑性に疑問がある上に、本アンケートにおいて本件原子力発電所を選択した火山専門家が「最長 60 年の稼働期間中に巨大噴火が発生し、火砕流の被害を受けるリスク」につき「ゼロとは言い切れない」との意見であったことを意味するに過ぎない。そして、「リスクがゼロとは言い切れない」との意見は、火山学の分野においては当然のことを述べたものに過ぎず、本件の争点である「破局的噴火の可能性が十分小さいか否か」に関しては意味を持たない。

以上のとおり、原告らが引用する小山真人氏の指摘や新聞記事は、被告九州電力の評価の合理性を疑わせる根拠にはならないのであり、原告らの主張は不合理である。

6 結論

以上のとおり、阿蘇カルデラが破局的噴火を起こす可能性は極めて低く、原告らの主張が不合理であることは明らかである。

第3 広島高裁決定を踏まえた原告主張への反論

本項では、準備書面56における、広島高裁決定を踏まえた原告らの主張に対して必要な範囲で反論する。

1 広島高裁決定の判示と原告らの主張

(1) 広島高裁決定の判示

広島高裁決定は、当該抗告審における当事者の主張・立証内容を前提に、以下のとおり判示した。

① 運用期間中の火山の活動可能性の評価について、「現時点の火山学の知見を前提とした場合に、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可能性が十分小さいかどうか判断できない」と判示した。

② 阿蘇カルデラに関する四国電力の個別評価に関し、「プリニー式噴火ステージから破局的噴火ステージに移行するまでの時間的間隔は不明であり、小林ほか(2010)【乙イ B35】及び前野(2014)【乙イ B36】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から、四国電力の主張や証拠を前提としても、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」と判示した。

③ 「現時点での噴火予測についての火山学の一般的な知見」として、火山学者緊急アンケート【甲 B25】、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、藤井(2016)、小山(2015)の見解を列挙した。

④ 「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」「噴火規模も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必要がある」とした上で、「本件敷地に火砕流が到達していないと判断することはできない」として、結論として「立地不適」と判示した。

(2) 原告らの主張

原告らは、上記(1)①及び②の判示に関して、「四国電力の主張は、そのベース理論や科学的根拠において、本件訴訟における被告九州電力の主張とほぼ同一であり、本件訴訟においてこれまでに原告らとその誤りや不合理さを指摘してきた通りであるから、上記の広島高裁決定における認定は、大部分がそのまま本件訴訟にも当てはまる」旨を主張する。

2 原告らの主張に対する反論

(1) 上記1(1)①の判示及び原告らの主張が不合理であること

ア 広島高裁決定は、上記1(1)①のとおり「現時点の火山学の知見を前提とした場合に、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可能性が十分小さいかどうか判断できない」と結論づけているが、ここでいう「現時点の火山学の知見」は、上記1(1)③で列挙されている各見解のことを指すと考えられる。

しかしながら、上記1(1)③で列挙されている見解の多くは、「検討対象火山の噴火時期・噴火規模の的確な予測・予知ができないこと」を述べるものであって、「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判断できないこと」の根拠となるものではない。

すなわち、上記1(1)③で列挙されている見解のうち、(ア)火山学者緊急アンケート【甲B25】における回答は、「数十年以上前に兆候を検知することによって数十年先に起こる噴火を的確に予測することはできない」との趣旨であることは明らかであり、(イ)町田洋陳述書は、「破局的噴火までの時間的猶予を予測できない」などとして、破局的噴火の噴火時期を具体的に予測することができないものを述べるものであり、(ウ)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は、「噴火がいつ・どのような規模で起きるかといった的確な予測は困難である」と述べるにとどまるものであり、(エ)藤井(2016)は、「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」として、噴火時期を具体的に予測する手法がないことを述べるものであり、(オ)小山(2015)は、「巨大カルデラ噴火を予測できるか(あるいは未遂に終わるか)についての知見を持ちあわせていない」としているが、運用期間中における巨大噴火の可能性について述べるものではない。

イ このように、広島高裁決定は、主に「検討対象火山の噴火時期・噴火規模の的確な予測・予知ができないこと」の根拠を述べるのみであり、「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判断できないこと」の根拠については十分に述べていない。

このことからすると、広島高裁決定は、「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判断すること」と「検討対象火山の噴火時期・噴火規模の的確な予測・予知を行うこと」を混同して、後者が不可能であるという理由によって前者までもが不可能であると結論づけたものであると考えられる。

この点、火山ガイドにおける立地評価に係る検討対象火山の活動可能性の評価は、前述のとおり(12～13頁)、検討対象火山の活動履歴や地球物理学的調査等から火山の状態を総合的に検討し、原子力発電所の運用期間中に設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動が起こる可能性が十分に小さいかどうかを確認するものであり、原子力発電所の運用期間中に検討対象火山がいつどのような噴火を起こすかという噴火時期・噴火規模の的確な予測・予知を求めるものではないのであるから、広島高裁決定の判示は不合理である。

ウ 準備書面13で主張したとおり、被告九州電力は、「原子力発電所の運用期間中に設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動が起こる可能性が十分に小

いかどうか」に関して、噴火間隔、噴火ステージ及びマグマ溜まりの状況の3つの観点から総合的な評価を行い、5つのカルデラ火山が本件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こと等を確認している。

このような被告九州電力の立地評価の方法については、直近の司法判断である御庁平成30年3月20日付決定（以下「本件仮処分決定」という。）においても、その合理性が認められている【乙イ B85】。

同事件では、債権者から、阿蘇カルデラに関して、①直近の噴火から約9万年が経過しており、いつ破局的噴火が発生してもおかしくない、②過去の破局的噴火は噴火ステージ論との関連性が明らかでなく、突然のプリニー式噴火の直後に破局的噴火が発生する可能性も高い、③マグマ溜まりの規模や位置を正確に特定したり不存在を確認したりすることはできない旨の主張がなされ、本件と同様に、火山学者緊急アンケート【甲 B25】などの書証が提出された。

本件仮処分決定では、「現時点での科学的知見によったとしても、検討対象火山の噴火の時期及び規模を的確に予測すること（噴火の予知）は困難と考えられる」とし、「当該発電用原子炉施設の運用期間中に VEI7 以上の規模の破局的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項の趣旨に反しない」とした上で、被告九州電力の立地評価の方法について、①噴火間隔に加え、噴火ステージとマグマ溜まりの状況から総合的な評価を行っており、債権者らの指摘や火山学者緊急アンケートの記載を踏まえても、噴火間隔の点のみをもって不合理な判断であるとはいえない、②マグマ溜まりの状況に関する評価について、「破局的噴火を起こすためには、地下深さ 10km よりも十分浅い位置に大規模な珪長質のマグマ溜まりが存在することを要する」ことは多くの知見及び実例により裏付けされていて合理性がある、③噴火ステージに関する評価について、Nagaoka (1988) 【乙イ B34】による噴火ステージ論も有効な参照資料である等として、合理性を認めた。

上記の判示からも明らかなように、本件仮処分決定は、「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判断すること」と、「検討対象火山の噴火時期・噴火規模の的確な予測・予知を行うこと」が異なることを前提に判断しており、火山ガイドの趣旨を正しく理解された上でなされた決定であるといえる。

エ 以上のように、広島高裁決定における上記1(1)①の判断は不合理であり、これに基づいて「立地不適」とした上記1(1)④の判断も不合理である。

原告らは、広島高裁決定の上記1(1)④の判断について、「当然本件にも当てはまる」と主張して、本件原子力発電所が「立地不適である」旨を主張するが、上記1(1)④の判断自体が不合理なものであって、主張の前提を欠いている。

(2) 上記1(1)②の判示に関する原告らの主張が不合理であること

ア 阿蘇カルデラに関する四国電力の個別評価に関して、広島高裁決定は、上記1(1)②の判示のとおり、ステージ論に基づく四国電力の評価についてのみ言及して、「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」と結論づけている。

上述した本件仮処分決定も述べるとおり、Nagaoka (1988) 【乙イ B34】による噴火ステージ論はそれ自体有効な参照資料であり、広島高裁決定の判断はその点でも不合理であるが、前述のように、被告九州電力は、噴火ステージのほか、噴火間隔及びマグマ溜まりの状況も踏まえて総合的に評価しているものであるから、ステージ論のみに言及する上記1(1)②の判示は、本件において何の参考にもならない。

イ この点につき、原告らは、四国電力の主張は、「そのベース理論や科学的根拠において、本件訴訟における被告九州電力の主張とほぼ同一」として、広島高裁決定の上記1(1)②の判示が本件にも当てはまるかのような主張を展

開するが、不合理である。

広島高裁決定は、当該抗告審における当事者の主張・立証内容を前提にしたものであるから、仮に四国電力と被告九州電力の評価において実態として共通する部分があったとしても、広島高裁決定の判示が本件において当然に当てはまるわけではなく、また、上記アで述べたように、被告九州電力は、噴火ステージのほか、噴火間隔及びマグマ溜まりの状況も踏まえて総合的に評価しているのであるから、ステージ論のみに言及する広島高裁決定の判示が本件において参考にならないことは明らかである。

3 結論

以上のとおり、運用期間中の火山の活動可能性の評価に関する広島高裁決定及びこれに基づく原告らの主張は不合理である。

第4 本件原子力発電所における降下火砕物に対する安全確保対策について

本項では、「1」において、被告九州電力が、安全側に想定した本件原子力発電所における降下火砕物の層厚 10 cm 等を踏まえ、本件原子力発電所の安全上重要な建物・機器等が降下火砕物の影響により、その機能を失うことがないことを評価、確認していることを述べる。

さらに、「2」において、平成 29 年 11 月 29 日の第 52 回原子力規制委員会において決定され、同年 12 月 14 日に施行された「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」等の一部改正について、主な要求事項について説明した上で、当該一部改正に対する被告九州電力の対応について述べ、本件原子力発電所が降下火砕物に対する安全性を確保していることを主張する。

1 安全上重要な建物・機器等に対する降下火砕物の影響評価について

被告九州電力は、準備書面 13 で述べたとおり、5つのカルデラ火山を含む21火山の噴火規模を考慮し、火山事象に関する影響評価を行った。その結果、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，いずれも本件原子力発電所の敷地には影響がないことを確認した。また，降下火砕物の影響評価の検討にあたっては，過去最も影響が大きかった約5万年前の九重第1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の降下火砕物が本件原子力発電所の敷地に生じた場合についての評価を行い，安全性を確認しており，以下にその内容を述べる。

被告九州電力は，本件原子力発電所の安全上重要な建物・機器等について，降下火砕物の影響によって，その安全機能を損なうことがないことを火山ガイドを踏まえ，評価，確認している。

具体的には，被告九州電力は，降下火砕物の特徴（火山ガラス片，鉱物結晶片から成り，硫酸等を含む腐食性のガスが付着していること等【乙イ B86-3（別添 1-15，別添 1-31 頁）】）から，降下火砕物が安全上重要な建物・機器等へ与える影響を検討した上で，その影響を考慮し，降下火砕物によって安全機能を失う恐れのある安全上重要な建物・機器等を評価対象施設として抽出している（表1）【乙イ B86-3（別添 1-6～別添 1-12，別添 1-109～別添 1-112 頁）】。そして，降下火砕物の特徴から安全上重要な建物・機器等へ直接的な影響を及ぼす要因となる影響因子（荷重，閉塞，磨耗，腐食，大気汚染，水質汚染及び絶縁低下）を抽出し【乙イ B86-3（別添 1-15～別添 1-16，別添 1-32～別添 1-36 頁）】，各評価対象施設の構造や設置状況等（形状，機能，外気吸入や海水通水の有無等）を考慮し，各評価対象施設が想定される各影響因子に対して安全機能を損なわないことを評価している【乙イ B86-3（別添 1-18～別添 1-24，別添 1-37～別添 1-107 頁）】。

また，降下火砕物が本件原子力発電所に与える間接的影響，すなわち降下火砕物による7日間の外部電源喪失及び発電所内外の交通の途絶においても非常用ディーゼル発電機により必要な電源の供給を継続できること等を評価している【乙イ B86-3（別添 1-17，別添 1-29，別添 1-108，別添 1-173 頁）】。（表2）

あわせて，降下火砕物に備え，手順を整備し，降灰の状況（通常時の対応，九州

地方にある火山に噴火兆候がある場合、降灰予報発令時、降灰が確認された場合) に応じ、段階的に対応することを明確化している【乙イ B86-3 (別添 1-25～別添 1-28 頁)】。

評価の結果、被告九州電力は、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ている(表3)。また、降下火砕物の飛来の恐れがある場合は、火山噴火対策を行うための体制を構築し、プラント及び屋外廻りの監視の強化、降下火砕物の除去等を実施することとしている【乙イ B86-3 (別添 1-30 頁)】。

なお、被告九州電力の上記評価等については、原子力規制委員会により、火山ガイドを踏まえていることが確認されている【乙イ B56-14】。

表1 評価対象施設（直接的影響）

	施設名
クラス1及びクラス2に属する施設を内包する施設	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉格納容器 ・原子炉補助建屋 ・原子炉周辺建屋 ・燃料取替用水タンク建屋（玄海3号機）
屋外に施設されている施設	<ul style="list-style-type: none"> ・海水ポンプ ・海水ストレーナ
降下火砕物を含む海水の流路となる施設	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉補機冷却海水設備（海水ポンプ，海水ストレーナ）
降下火砕物を含む空気の流路となる施設	<ul style="list-style-type: none"> ・主蒸気逃がし弁（消音器） ・主蒸気安全弁（排気管） ・タービン動補助給水ポンプ（蒸気大気放出管） ・ディーゼル発電機機関，ディーゼル発電機（吸気消音器） ・排気筒 ・換気空調設備（給気系外気取入口） <p>中央制御室給気系，ディーゼル発電機室給気系 安全補機開閉器室給気系，中間補機棟給気系</p>
外気から取り入れた室内の空気を機器内に取り込む機構を有する施設	<ul style="list-style-type: none"> ・計測制御系統施設（原子炉安全保護計装盤） ・制御用空気圧縮機
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し得る施設	<ul style="list-style-type: none"> ・取水設備 ・換気空調設備（給気系外気取入口） <p>補助建屋給気系，主蒸気主給水管室給気系，格納容器給気系，試料採取室給気系，燃料取扱棟給気系（玄海3号機）</p>

【乙イ B86-3（別添 1-8 頁）】

表2 降下火砕物による直接的及び間接的影響の評価内容

<p>直接的影響</p>	<p>降下火砕物による荷重の影響</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 構造物への静的負荷 <p>降下火砕物による荷重以外の影響</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 構造物への化学的影響（腐食） ・ 水循環系の閉塞，内部における磨耗及び化学的影響（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） ・ 絶縁低下及び化学的影響（腐食） <p>外気取入口からの降下火砕物の侵入の影響</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 機械的影響（閉塞） ・ 機械的影響（磨耗） ・ 化学的影響（腐食） ・ 大気汚染（発電所周辺の大気汚染）
<p>間接的影響</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 7日間の外部電源喪失及び発電所外の交通の途絶に対し，原子炉の停止並びに停止後の原子炉及び使用済燃料ピットの冷却に係る機能を担うため電源の供給を非常用ディーゼル発電機により継続できること ・ 発電所内の交通の途絶が発生しても，タンクローリによる燃料供給に必要な発電所内のアクセスルートの降下火砕物の除去を実施可能であること

【乙イ B86-3（別添 1-18～別添 1-24，別添 1-29 頁）】

表3 降下火砕物による直接的及び間接的影響の評価結果（概要）

直接的影響

評価対象施設	主な確認結果
原子炉格納容器 原子炉補助建屋 原子炉周辺建屋 燃料取替用水タンク建屋（玄海3号機）	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉格納容器，原子炉補助建屋，原子炉周辺建屋及び燃料取替用水タンク建屋（玄海3号機）の積載荷重の余裕は降下火砕物の堆積荷重に比べ十分大きいことから，影響はない。 いずれの施設も，外装塗装及び屋上防水がなされていることから，降下火砕物と建屋構造物が直接接触することはなく化学的腐食により短期的に影響を及ぼすことはない。
海水ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> 降下火砕物堆積荷重によりモータフレーム部で発生する応力は許容応力値以下であり，海水ポンプ（モータ含む）の機能に影響を及ぼすことはない。 流水部の閉塞，軸受部での軸固着及び電動機内部への侵入もなく，機能に影響を及ぼすことはない。 海水ポンプ（配管含む）は防汚塗装等（ライニング含む）の対応を実施しており，海水と金属が直接接することはなく，化学的腐食により短期的に機器の機能に影響を及ぼすことはない。
海水ストレーナ	<ul style="list-style-type: none"> 降下火砕物堆積荷重により発生する応力は許容応力値以下であり，海水ストレーナの機能に影響を及ぼすことはない。 想定する降下火砕物の粒径は小さいことから，ストレーナが閉塞することはない。また，下流設備であるディーゼル発電機用冷却器，空調用冷凍機及び原子炉補機冷却水冷却器の伝熱管においても閉塞することはない。 海水ストレーナより下流の伝熱管（細管）は耐食性のある材料を用いていること及び連続通水状態であり，著しい腐食環境にはならないことから，化学的腐食により短期的に機器の機能に影響を及ぼすことはない。
取水設備	<ul style="list-style-type: none"> 想定する降下火砕物の粒径は小さいことから，取水設備が閉塞することはない。 取水設備は防汚塗装等の対応を実施しており，海水と金属が直接接触することはない。化学的腐食により短期的に機器の機能に影響を及ぼすことはない。
計測制御系統施設 （原子炉安全保護計装盤）	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉安全保護計装盤が設置されている部屋は，安全補機開閉器室空調装置にて空調管理されており，本空調系の外気取入口には平型フィルタが設置されているが，これに加えて下流にさらに細かな粒子を捕獲可能な粗フィルタが設置されている。このため，他の空調系に比べて降下火砕物に対する高い防護性能を有しており，侵入する降下火砕物は微細なものに限られ，大量に盤内に侵入する可能性は小さく，その付着等により絶縁低下（短絡等）及び化学的腐食を発生させる可能性はないことから，原子炉安全保護計装盤の機能に影響を及ぼすことはない。
換気空調設備 （給気系外気取入口）	<ul style="list-style-type: none"> 外気取入口は降下火砕物が侵入し難い構造であり，また，フィルタ差圧上昇時には，交換等により対応可能である。 外気取入口（フィルタ部）は，その金属部に降下火砕物による化学的腐食が生じた場合でもその機能に有意な影響を与えにくい構造である。 中央制御室空調系は，外気取入ダンパを閉止した循環運転が可能であり，中央制御室の居住環境を維持することができる。

主蒸気逃がし弁 (消音器)	<ul style="list-style-type: none"> 主蒸気逃がし弁消音器は、降下火砕物が侵入し難い構造である。降下火砕物が侵入した場合、主蒸気逃がし弁の吹出力が降下火砕物の重量よりも大きいので機器の機能に影響を及ぼすことはない。 主蒸気逃がし弁消音器は、その内外面の腐食により有意な影響を与えにくい構造である。
主蒸気安全弁 (排気管)	<ul style="list-style-type: none"> 降下火砕物が配管内に侵入した場合でも排気管は降下火砕物により閉塞することなく、また、降下火砕物の重量より主蒸気安全弁の吹出力が十分大きいことから、機器の機能に影響を及ぼすことはない。 主蒸気安全弁排気管は、排気経路を構成する中空パイプであるため、その内外面の化学的腐食により主蒸気安全弁の機能に有意な影響を与えにくい構造である。
タービン動補助 給水ポンプ (蒸気大気放出 管)	<ul style="list-style-type: none"> 蒸気大気放出管は屋外に開口しているが、開口部は斜め下方向であり、降下火砕物が侵入し難い構造である。 配管部の内外面の化学的腐食によりタービン動補助給水ポンプの機能に有意な影響を与えにくい構造である。
ディーゼル発電機	<ul style="list-style-type: none"> 降下火砕物がディーゼル機関吸気に侵入した場合でも、シリンダ部の磨耗に与える影響は小さい。 吸排気消音器は、その内外面の化学的腐食により設備の機能に有意な影響を与えにくい構造である。
排気筒	<ul style="list-style-type: none"> 排気筒は、降下火砕物が侵入しても排気流路を閉塞させることなく、機能に影響を及ぼすことはない。 排気筒の吹出し速度は、降下火砕物の沈降速度より大きいいため、排気筒に降下火砕物が侵入することはない。 排気筒外面は、外装塗装を実施しており、降下火砕物と金属が直接接することはなく、化学的腐食により短期的に影響を及ぼすことはない。
制御用空気圧縮機	<ul style="list-style-type: none"> 制御用空気圧縮機が設置された部屋は、中間補機棟空調装置にて空調管理されており、本空調系の外気取入口には、平型フィルタが設置されていることから、一定以上の粒径の降下火砕物については阻止可能であり、侵入する降下火砕物は限られる。 降下火砕物は硬度が低くもろいことから、摺動部に侵入した降下火砕物により磨耗が発生することはない。 したがって、降下火砕物が大量に摺動部に侵入する可能性は小さく、磨耗により摺動部に損傷を発生させることはないことから、制御用空気圧縮機の機能に影響を及ぼすことはない。

【乙イ B86-3 (別添 1-38～別添 1-39 頁)】

間接的影響

- ・ 本件原子力発電所の非常用電源設備は、非常用ディーゼル発電機（2台/号炉）と7日間連続運転に必要な燃料を有している。
- ・ 発電所内に貯蔵する燃料を非常用ディーゼル発電機に供給する際に、降下火砕物による発電所内の交通の途絶の影響を受ける場合は、ホイールローダ等により発電所内のアクセスルートの降下火砕物を除去する。
- ・ 以上により、7日間の外部電源喪失及び外部との交通の途絶に対して、原子炉の停止や、停止後の原子炉及び使用済燃料ピットの冷却に係る機能を担うために必要とされる電力の供給が継続できる構成となっていることから影響はない。

【乙イ B86-3（別添 1-29，別添 1-108 頁）】

2 「実用発電用原子炉の設置，運転等に関する規則」等の一部改正における主な要求事項及び被告九州電力の対応について

(1) 「実用発電用原子炉の設置，運転等に関する規則」等の一部改正における主な要求事項

原子力規制委員会に設置された「降下火砕物の影響評価に関する検討チーム」における議論を経て、「実用発電用原子炉の設置，運転等に関する規則」等の一部改正が行われた（平成 29 年 12 月 14 日施行）。当該一部改正における発電用原子炉設置者に対する主な要求事項は以下のとおりである【乙イ A108（資料 1，参考 1 頁），乙イ A109（7～8 頁）】。

- ・ 火山事象による影響が発生し、又は発生するおそれがある場合において、原子炉の停止等の操作を行えるよう、①非常用交流動力電源の機能を維持するための対策、②代替電源設備その他の炉心を冷却するために必要な設備の機能を維持するための対策、及び③交流動力電源喪失時に炉心の著しい損傷を防止するための対策に係る体制を整備し、④これらについて保安規定に記載すること。
- ・ 上記対策に関しては、評価の際に、火山ガイドに示す手法を用いて求めた「気中降下火砕物濃度」や降灰継続時間（24 時間）等を踏まえるとともに、降灰による作業環境の悪化を想定すること。

(2) 「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」等の一部改正に対する被告九州電力の対応

被告九州電力は、上記の要求事項を踏まえた対応を実施するにあたり、火山ガイドに定められた「降灰継続時間を仮定して降灰量から気中降下火砕物濃度を推定する手法」を用いて【乙イ A107 (13, 28～29 頁)】、本件原子力発電所における「気中降下火砕物濃度」を 3.8 g/m^3 と安全側に評価している¹【乙イ B87 (9～13 頁)】。

その上で、被告九州電力は、以下のア～エのとおり、上記(1)①～③の要求事項に対する対策を実施するとともに、上記(1)④への対応として、これらの対策に係る体制整備に関する内容を記載した玄海原子力発電所原子炉施設保安規定の変更認可申請を平成 30 年 3 月 16 日に原子力規制委員会へ行っている【乙イ B88】。

ア 非常用交流動力電源の機能を維持するための対策 (上記(1)①) について

上記(1)①に関して、被告九州電力は、気中降下火砕物濃度 (3.8 g/m^3) においても、各号機に 2 系統ある非常用ディーゼル発電機の機能をいずれも確実に維持できるよう、平成 29 年 11 月末に非常用ディーゼル発電機吸気消音器の近傍にフィルタコンテナを新設している²(図 1)【乙イ B87 (6, 14～22, 24 頁)】。

¹ 「降灰継続時間を仮定して降灰量から気中降下火砕物濃度を推定する手法」は、本件原子力発電所における降下火砕物の最大層厚 10cm が、24 時間で堆積すると仮定し同濃度を算定するもので、降下火砕物の粒径の大小に関わらず同時に降灰が起こると仮定していること（小粒径の降下火砕物は終端速度が遅いため、24 時間で全て堆積することは起こり得ない。）、及び粒子の凝集（小粒径の降下火砕物は静電気でより大きな粒子を形成するため、大気中濃度は薄くなる。）を考慮しないことから、算定された同濃度は、実際の降灰現象と比較して安全側の値である【乙イ A107 (28 頁)、乙イ A108 (別紙 1・5 頁)】。また、そもそも降下火砕物の層厚については、九重第 1 噴火を考慮したシミュレーションによる最大層厚 2.2 cm 等を踏まえ、安全側に 10cm と想定したものであり、この点からも、層厚 10cm を基に算定した 3.8 g/m^3 は安全側の値である。

² 降下火砕物の大気中濃度が高濃度となった場合、非常用ディーゼル発電機の吸気消音器吸気フィルタの閉塞時間が短くなり、吸気フィルタの取替・清掃が間に合わなくなるおそれがある。このため、吸気消音器の近傍にフィルタコンテナ（フィルタ面積の拡大、フィルタの二重化及びフィルタ取替

フィルタコンテナの新設により、気中降下火砕物濃度 (3.8 g/m^3) はもとより、気中降下火砕物濃度を上回る大気中濃度環境下においても、降下火砕物により閉塞したフィルタの取替えを順次容易に行うことができ、非常用ディーゼル発電機の機能を維持することができる。



図1 非常用ディーゼル発電機フィルタコンテナ

イ 代替電源設備その他の炉心を冷却するために必要な設備の機能を維持するための対策（上記(1)②）について

上記(1)②の要求事項は、各号機に2台ずつ設置している非常用ディーゼル発電機がいずれも偶発的に多重故障を起こした場合を想定し、代替電源設備等炉心を冷却するために必要な設備の機能維持を求めるものである。

被告九州電力は、上記(1)②への対応として、非常用ディーゼル発電機が2台とも機能喪失した場合、可搬型ディーゼル注入ポンプを用いて復水タンク等の水を蒸気発生器（2次側）へ給水し³、主蒸気逃がし弁から蒸気を大気へ放出

えの容易化を図った機材)を新設し、高濃度の降下火砕物が予想される場合、吸気消音器とフィルタコンテナをダクトで接続することによって、非常用ディーゼル発電機を運転しながら、吸気フィルタを順次取替・清掃し、吸気フィルタの閉塞を防ぐもの。

³ 復水タンクと可搬型ディーゼル注入ポンプ、及び可搬型ディーゼル注入ポンプと蒸気発生器へ続く2次系冷却設備を可搬型ホースで接続し、復水タンクの水を可搬型ディーゼル注入ポンプで蒸気発

することにより、炉心を冷却する（蒸気発生器へ給水した水へ1次冷却材の熱（燃料の崩壊熱）を伝え、発生した放射性物質を含まない蒸気を主蒸気逃がし弁から大気へ放出することにより炉心を冷却する。）。

可搬型ディーゼル注入ポンプは、トラックにディーゼル機関とディーゼル駆動ポンプを搭載した車両で、原子炉への注水及び原子炉格納容器へのスプレイのため、既に本件原子力発電所に配備している。この可搬型ディーゼル注入ポンプのディーゼル機関の運転には外気の吸入を必要とするため、専用のフィルタコンテナを平成30年3月末に配備し、本件原子力発電所に多量の降灰が予想される場合は、可搬型ディーゼル注入ポンプとフィルタコンテナをダクト（可搬型）で接続し、可搬型ディーゼル注入ポンプを運転しながら吸気フィルタを順次取替・清掃することにより、安定的に蒸気発生器へ給水することができる（図2）。【乙イB87（6, 14～21, 25頁）】

なお、各号機に2台ずつ設置している非常用ディーゼル発電機がいずれも偶発的に多重故障を起こした場合の炉心の冷却について、タービン動補助給水ポンプによる蒸気発生器への給水によっても安定的に継続できることは、後述ウのとおりである。

生器へ給水する。



図2 可搬型ディーゼル注入ポンプのフィルタコンテナの概要図

ウ 交流動力電源喪失時に炉心の著しい損傷を防止するための対策（上記(1)③)について

そもそも気中降下火砕物濃度は保守的な手法で推定された安全側の数値であること、非常用ディーゼル発電機フィルタコンテナは気中降下火砕物濃度を相当程度上回る大気中濃度環境下においても機能を維持することができることなどからすると、降下火砕物の影響によって非常用ディーゼル発電機が機能を喪失することは極めて考え難いものであるところ、上記(1)③の要求事項は、深層防護の考え方から、フィルタ閉塞等を起因とする交流動力電源喪失を想定し、炉心損傷の防止を求めるものである⁴。

被告九州電力は、上記(1)③の要求事項に関して、各号機に1台ずつ設置しているタービン動補助給水ポンプで蒸気発生器（2次側）へ給水し、主蒸気逃がし弁から蒸気を大気へ放出することにより、炉心の冷却を約21.7日にわたり継続できることを既に評価、確認している（蒸気発生器へ給水した水へ1次冷

⁴ フィルタ閉塞等を起因とする交流動力電源の喪失時間については、降灰継続時間を24時間としたことを踏まえ24時間と定め、この間の炉心損傷防止に有効な対策を求めている。

却材の熱（燃料の崩壊熱）を伝え、発生した放射性物質を含まない蒸気を主蒸気逃がし弁から大気へ放出することにより炉心を冷却する。）（図3）。

タービン動補助給水ポンプは、主蒸気管から分岐した蒸気で駆動することから、動力源として電力を必要としない（被告九州電力準備書面7・11～12頁）。また、タービン動補助給水ポンプの水源は、玄海3号機復水タンク（970 m³）、玄海4号機復水ピット（1,020 m³）、2次系純水タンク（1,430 m³、玄海3・4号機共用で2基）及び原水タンク（6,500 m³、同2基）から、電源を必要とせず補給でき、これによって、上記のとおり約21.7日にわたり原子炉の冷却を継続できる。さらに、万一全てのタンクの水が枯渇した場合は、移動式大容量ポンプ車等を用いて淡水（八田浦ダム）または海水を復水タンクに補給することができる。【乙イ B87（6頁）、乙イ B89（資料1-1-1・6、11、20頁）】

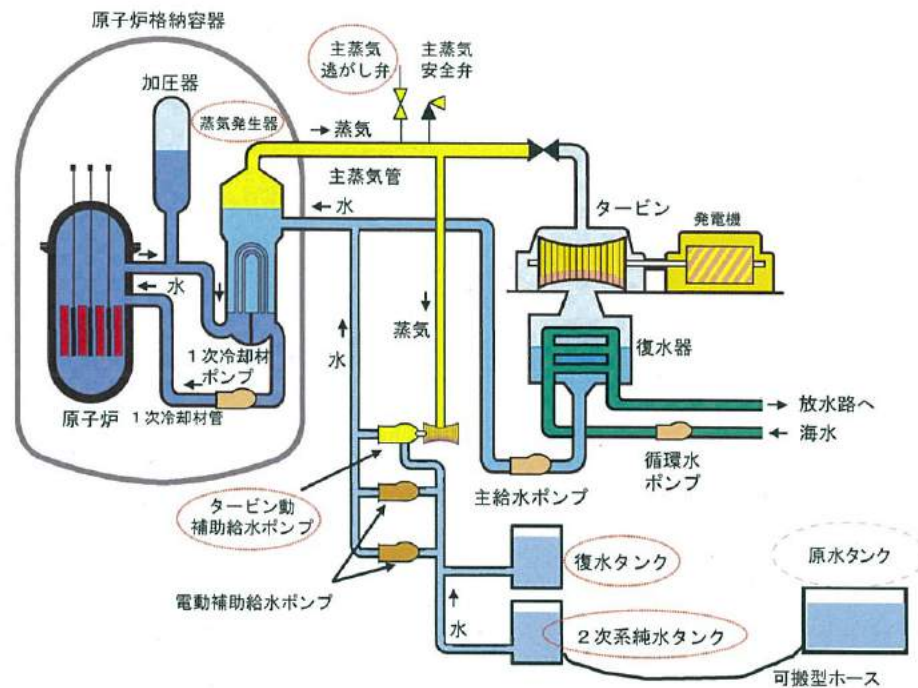


図3 タービン動補助給水ポンプを用いた原子炉の冷却（玄海3号機）

また、この対策において、屋外に開口しており降下火砕物を含む空気の流路となるタービン動補助給水ポンプ蒸気大気放出管及び主蒸気逃がし弁につ

いては、表3・29頁のとおり、降下火砕物が進入しにくい構造であることなどから、降下火砕物による影響はないことを確認している【乙イ B86-3（別添1-39，別添1-80～別添1-83，別添1-87～別添1-88頁）】。

エ 上記ア～ウの対策に係る体制整備に関する内容の保安規定への記載（上記（1）④）について

被告九州電力は、降灰時における原子炉施設の保全のための活動について、玄海原子力発電所原子炉施設保安規定やその下位規定に定めるとともに、同保安規定等に基づき、通常時から必要となる資機材を配備し、降灰を想定した教育訓練を定期的の実施している。

その上で、被告九州電力は、上記ア～ウの対策に係る体制整備、すなわち上記ア～ウの対策を実施するにあたっての要員の配置、要員に対する訓練、資機材の整備、吸気消音器とフィルタコンテナとの接続等の各種作業の手順の整備等を玄海原子力発電所原子炉施設保安規定や社内規定文書に定めている（上記（1）④への対応）【乙イ B87（2～7頁）】。そして、資機材の整備や作業手順等の策定にあたっては、気中降下火砕物濃度による作業環境の悪化を想定するなど⁵、上記ア～ウの対策を確実に、さらには余裕を持って運用できるように定めている。

なお、今般の「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」等の一部改正については、施行日前に既に新規制基準適合性に係る保安規定の変更の認可を受けている者は、平成30年12月31日までの間は適用しないという経過措置が示されており【乙イ A108（資料1・2頁，別紙1・8～9頁）】，被告九州電力にも経過措置の適用がある⁶が、被告九州電力は、経過措置による猶

⁵ 高濃度の降灰時には、視界が低下することや吸引等による人体への影響についても配慮する必要があることから、本件原子力発電所にはヘッドライトやゴーグル、マスク等の資機材を既に配備している。

⁶ 本件原子力発電所は、平成29年9月14日、新規制基準適合性に係る保安規定の変更の認可を受けており、経過措置の適用がある。

予期間の経過を待つことなく、平成30年3月16日に原子力規制委員会へ玄海原子力発電所原子炉施設保安規定の変更認可申請を行ったことは前述のとおりである（現在、原子力規制委員会による審査が行われている。）。

3 結論

以上述べたとおり、被告九州電力は、本件原子力発電所の安全上重要な建物・機器等が降下火砕物の影響により、その機能を失うことがないことを評価、確認するとともに、今般の「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」等の一部改正に対しても迅速に対応を行っており、本件原子力発電所においては、降下火砕物により周辺環境への放射性物質の異常な放出が起こる具体的危険性はない。

以上