平成２９年（ラ）第２４６号　即時抗告申立事件
抗告人　　石　丸　　ハツミ、外
相手方　　九州電力株式会社

即時抗告主張書面（１）

２０１８年3月２８日

福岡高等裁判所　　御中

抗告人ら代理人

弁護士　冠　　木　　克　　彦

弁護士　武　　村　　二　三　夫

弁護士　大　　橋　　さ　ゆ　り

弁護士　谷　　次　　郎

復代理人

弁護士　中　　井　　雅　　人

目次

第１章　相手方答弁書に対する反論　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　５
第１　主張疎明責任について　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　５
第２　相手方答弁書第２章、第５、３入倉・三宅式ではなく武村式を用いるべきとの主張に対する反論　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　６
１　答弁書の構成と問題の本質　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　６
２　入倉・三宅式は過小評価との主張には理由がない、との点（第２章、第５、３、（１））・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　７
３　答弁書第２章、第５、３（２）及び（３）に対する反論　・・・・・・・・・・・・・　９
（１）問題の所在　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　９
（２）破壊域と断層面積を同視してよいのか　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１０
（３）仮定による断層面積を破壊域と同視してよいのか　・・・・・・・・・・・・・・・　１４
（４）国内地震の震源インバージョンによる破壊域（答弁書第２章、第５、３　（２））・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１５
４　平成１１年トルコ・Ｋｏｃａｅｌｉ地震（Ｍｗ７．４）、同年台湾・Ｃｈｉ－Ｃｈｉ地震（Ｍｗ７．６）（答弁書第２章、第５、３（４））　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１６
５　熊本地震（答弁書第２章、第５、３（５））　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１７
（１）問題の所在と原決定の判示　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１７
（２）答弁書の相手方の主張　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１８
第３　強震動予測レシピの合理性についての反論（答弁書第２章第５、２）　・・・・　２０
１　強震動予測レシピの合理性と入倉・三宅式の合理性との関係　・・・・・・・・・・　２０
２　地震動予測レシピの合理性（答弁書第２章第５、２（１）（２６頁以下）の反論）・　２１
３　「強震動予測レシピによる理論波形は、鳥取県西部地震及び福岡県西方沖地震の各観測記録と整合する」との点に対する反論（答弁書第２章第５、２（２）　２６頁）　・・　２２
（１）相手方の主張　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２２
（２）鳥取県西部地震　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２２
（３）福岡県西方沖地震　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２３
４　「レシピの一部の関係式だけを他の式に置き換えると地震動評価手法としての科学的合理性が失われる」との相手方の主張に対する反論（答弁書第２章第５、２（３））　・・　２３
（１）入倉・三宅式が及び壇他の式が観測記録とも整合するとの点　・・・・・・・・・　２３

（２）体系全体について　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２３
５　過去の地震記録がなくとも強震勤予測レシピに基づいて合理的な地震動評価が可能であるとの点（答弁書第２章第５、２（４））　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２４
（１）問題の所在　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２４
（２）抗告人らのとりあげる問題点・・・予測結果の地震観測記録との照合　・・・・　２５
（３）レシピが予定する観測波形記録との比較による検証　・・・・・・・・・・・・・・　２５
（４）検証の実例　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２６
（５）結論　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２６
第４　強震動予測レシピにおける短周期レベルにおける「壇ほかの式」の問題　・・・　２７
１　強震動予測レシピの体系性をいう相手方主張に対する反論　・・・・・・・・・・・　２７
２　壇ほかの短周期レベルＡが地震モーメントＭ０の１／３乗に比例するという関係性には、適用範囲（Ｍ０＜７．５×１０１８Ｎｍ）が存在すると考えられること　・・・・・　２７
３　第２ステージの入倉・三宅式または武村式からは基本的に１／２乗則が導かれること　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３１
４　強震動予測レシピ（１３）式を用いることによって、「片岡ほか式」自体が導かれること　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３３
５　過去の地震との整合性について　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３５
（１）２０００年鳥取県西部地震及び２００５年福岡県西方沖地震の地震観測記録の再現性　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３５
（２）熊本地震について　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３５
（３）福井地震について　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３５
第５　経験式が有するばらつきの考慮　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３６
１　原決定の判示と抗告人らの主張　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３６
２　原決定と異なる、相手方の主張の重大な変更　・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３６
３　相手方の新しい主張の誤り　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３７
第６　配管に対する反論　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３８
１　相手方答弁書第３章、第４、１について　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３８
２　相手方答弁書第３章、第４、２について　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３８
３　小括　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３９
第２章　当審における追加主張－火山の問題　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３９

第１　火山事象と新規制基準　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３９
１　火山事象に関する新規制基準の概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３９
２　火山ガイドが求める評価の流れ　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４０
（１）立地評価　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４１
ア　原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４１
イ　抽出された火山の火山活動に関する個別評価　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４１
（２）影響評価　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４１
３　本件について　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４１
第２　立地評価　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４１
１　立地評価における火山ガイドの不合理性　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４２
２　①地理的領域に第四紀火山があるか（立地評価の左側黄色部分）　・・・・・・・・　４２
３　②完新世に活動があったか、及び③将来の活動可能性はあるか（立地評価の左側黄色部分）
・・・　４３
４　抽出された火山の火山活動に関する個別評価（立地評価の右側緑色部分）　・・・　４３
（１）運用期間中の火山活動可能性の評価　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４３
ア　九州電力の主張　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４４
イ　抗告人らの主張　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４４
ウ　まとめ　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４９
（２）設計対応不可能な火山事象の到達可能性の評価　・・・・・・・・・・・・・・・・　４９
ア　九州電力の主張　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４９
イ　抗告人らの主張　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　５０
（３）小結　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　５１
５　まとめ　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　５２
第３　影響評価　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　５２
１　相手方の主張　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　５２
２　降下火砕物最大層厚及び密度の過小評価　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　５３
（１）地理的領域外の火山による降下火砕物　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　５３
（２）物理的領域内の火山による降下火砕物　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　５３
３　設計対応及び運転対応の妥当性　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　５４

第１章　相手方答弁書に対する反論

第１　主張疎明責任について

原決定は、債務者において、まず原子力規制委員会の上記判断に不合理な点がないこと、すなわち、①同委員会における調査審議に用いられた具体的審査基準の合理性並びに②当該基準の適合性に係る調査審議及び判断の過程等における看過し難い過誤や欠落の不存在を相当の根拠、資料に基づき疎明する必要があり、債務者が上記の疎明を尽くさない場合には、同委員会がした判断に不合理な点があるものとして、債権者らに上記の具体的な危険があることが事実上推認される、とした（原決定４９頁）。そしてこの点の疎明について、債務者（相手方）の主張と証明のみに基づいて、すなわち債権者（抗告人）の主張と証明を含めずに判断をし、原子力規制委員会の判断に不合理な点がないと疎明がなされたとした上で、深刻な事故がおきる可能性があるかどうか、という観点から債権者の主張立証がなされているかどうかを判断した誤りがあることは既に指摘した（抗告理由補充書１１頁）。

原子力規制委員会において許可がなされた事案について、許可を得た事業者の主張立証に基づいて判断すれば、同委員会の判断に不合理な点がないようにみえるのは当然である。これが不合理であるとの住民側が主張する司法審査の場においては、住民側の主張、立証も踏まえて、同委員会の判断に不合理な点がないといえるのか、判断がなされなければならない。伊方原発についての２０１７年１２月１３日付広島高裁決定においても「抗告人ら（住民側）の主張疎明（反証）を考慮に入れた上で、相手方が基準の合理性及び基準適合判断の合理性の主張疎明に奏功したといえるか否かについて判断することとする」としている（同決定１７９頁）。

しかし、原決定は、債務者（相手方）の主張立証のみに基づいて、債務者が行った基準地震動の策定について、新規制基準に適合するとした同委員会の調査審議及び判断の過程等に看過し難い過誤、欠落があるとは認められない（原決定７２頁）、

債務者は、本件各原子炉施設について、１次系配管にひび割れによる貫通や破断が生じた場合においても、速やかに当該事象を検知し、原子炉を緊急に停止させ、非常用炉心冷却設備や補助給水設備により原子炉を冷却することにより、重大な事故が生じないように安全性を確保しているということができる（原決定１１４頁）、としている。これらのいずれにおいても債権者（抗告人）の主張立証を踏まえて、安全性に欠ける点がないかどうかの判断がなされなければならないところ、それが全くなされていないのである。

本抗告審においては、原審でなされていないこれらの判断がなされなければならないのである。

第２　相手方答弁書第２章、第５、３入倉・三宅式ではなく武村式を用いるべきとの主張に対する反論

１　答弁書の構成と問題の本質

答弁書第２章、第５、３「入倉・三宅式ではなく武村式を用いるべきとの主張に対する反論」における項目は以下のとおりとなっている。

（１）入倉三宅式は過小評価との主張には理由がない

（２）国内最新１８個の地震の震源インバージョン結果

（３）武村式のデータの再評価

（４）震源インバージョンはトルコ・台湾地震とも整合

（５）熊本地震解析結果と震源インバージョン

本件原子炉の基準地震動の算定において、入倉・三宅式を用いて地震モーメントを算出したことが合理的であるといえるか、どうかの問題であるが、この点について相手方に主張疎明責任があることになる。この観点から今回の相手方の答弁書の上記主張を見ると、（１）は、表題は争点そのものであるが内容的には正面から答えていない。上記（２）及び（３）はこの争点にかかわる問題である。（４）

及び（５）は震源インバージョンの手法の信頼性などにかかわるものであり、入倉・三宅式が合理的かという観点にかかわる範囲で反論する。

２　入倉・三宅式は過小評価との主張には理由がない、との点（第２章、第５、３、（１））

前記第１において述べた主張疎明責任からすれば、本件で相手方は許可申請書において、基準地震動は各断層の地質学的調査から得られた断層長さ、面積をもとに、入倉・三宅式をもちいて地震モーメントを算出していることが合理的であることについて相手方が疎明できているかどうか、という点が問題である。地震モーメントが7.５×10^{25}dyne･cmよりも大きい場合、入倉・三宅式から導かれる地震モーメントよりも武村式から導かれる地震モーメントが大きいことは、入倉・三宅自身がその論文の中で認めている（甲４７、８５８頁、図７　破線（This study）が入倉・三宅式、一点鎖線（Takemura(1998)）が武村式である）。

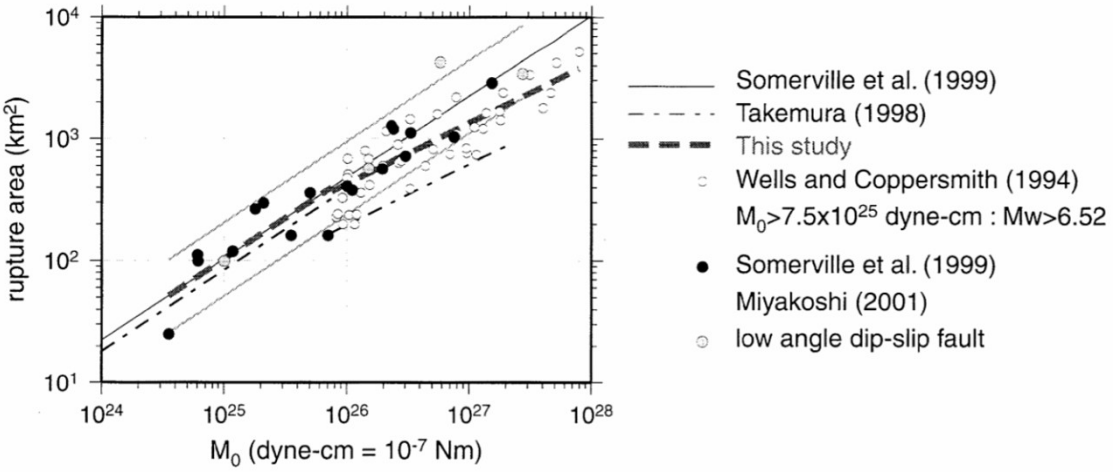


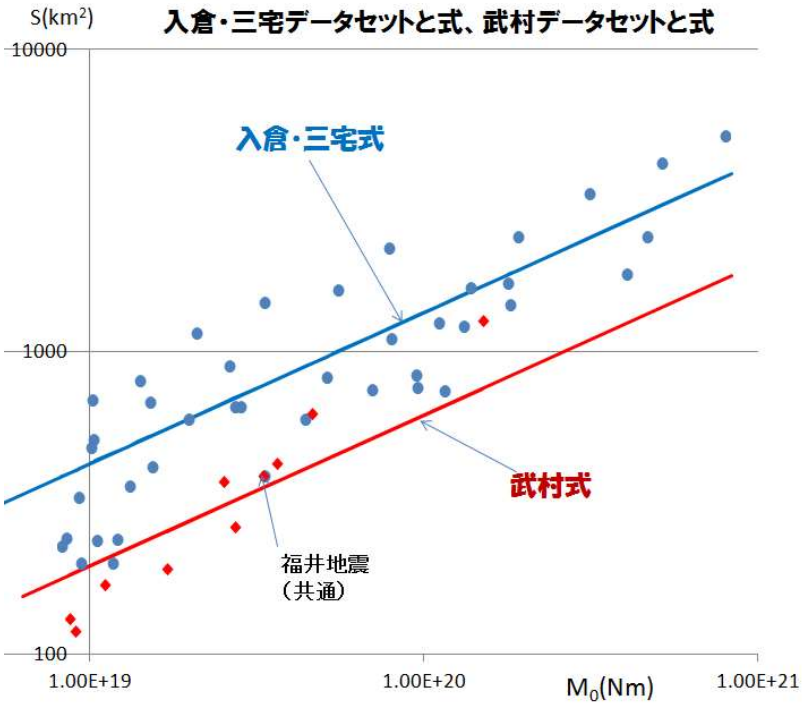
図 7　断層面積と地震モーメントの関係.

入倉・三宅は、武村による経験式が（入倉・三宅式を導き出す根拠となったデータセットである）Somervi11e et al(1999)や Miyakoshi(2001 私信)による震源インバージョンからの断層面積や Wells and Coppersmith(1994)でコンパイルされた余震分布からの断層面積に比べ顕著に小さい断層面積を与えるとし、その理

由を断層長さ面積の定義の違いあるいは日本周辺の地震の地域性によるものか、今後の検討が必要とされる、としている（甲４７、８５９頁）。

抗告人らは、入倉・三宅式と武村式の相違はまさに後者の問題であるとするものである。すなわち、入倉・三宅式のデータがほとんど外国のものであり、日本の地震としては福井地震など数個にすぎない。これに対して武村式のデータがすべて日本の地震であることから、日本の地震については武村式を用いるべきである。

入倉・三宅式とそのデータセット並びに武村式とそのデータセットを右に示す。このグラフの青い点は入倉・三宅論文（甲４７）の図７における横軸値が7．5×10^{25}dyne・cm以上の白丸点（Wells and Coppersmith(1994)）の数値を読み取った上で、元のWells and Coppersmith 論文のTable1に照らして確認した数値に基づくもの、また赤いダイヤ印の点は武村論文（甲４３）の表１に示された断層長さＬと幅Wから断層面積をＳ＝ＬWによって計算した値及びその表１の地震モーメントである。２本の線は入倉・三宅式及び武村式によって計算した値を示す。



入倉・三宅式を用いると武村式に比べて地震モーメントが１／４．７３になる[1]。従って相手方において安全性に欠ける点がないとするためには、武村式よりも

1　武村式：M＝26．30×10^{20}×S^2（dyne－cm）・・・（１）

はるかに小さな地震モーメントを算出する入倉・三宅式を用いることが合理的であることを立証する必要がある。

相手方は答弁書第２章、第５、３、（１）では、実質的には何も主張できていない。

３　答弁書第２章、第５、３（２）及び（３）に対する反論

（１）問題の所在

上記のように、入倉・三宅式のデータセットはほとんど外国の地震であるところ武村式のデータセットはすべて日本の地震であるから、日本の地震には入倉・三宅式をもちいることは合理的とはいえないとの抗告人らの主張に対して、相手方及び原決定は、１９９５年以降の日本の地震について震源インバージョンを行って得られた断層面積（破壊域）と地震モーメントの関係は入倉・三宅式と整合していること（(２)）、武村式のデータを震源インバージョンによって再評価したところ断層長さないし面積は入倉・三宅式と整合している（(３)）とした。

この二つの主張において共通するのは、震源インバージョンによって得られた断層面積、断層長さは入倉・三宅式と整合するという点である。これに対して抗告人が、震源インバージョンで得られたというが実際には震源インバージョンでなされるべきトリミングがなされていない（Somerville の規範による破壊域が得られていない）ことを指摘していたところ、原決定は「入

（甲４３、武村論文２１６頁の$\log S(km^2)=(1/2)\log M_0(dyne-cm)-10.71$（$M_0>=M_{01}$）と、$M_{01}=7.5\times10^{25}$dyne－cmとから導いたもの）

入倉・三宅式：$M_0=5.562\times10^{20}\times S^2$（dyne－cm）・・・（２）

（甲７５レシピ４頁の（３）の式$M_0=(S\times10^{11}/4.24)^2\times10^{-7}$（単位Ｎｍ）を単位dyne－cmにすると$M_0=(10^{22}/4.24^2)S^2$となる。）

（１）と（２）の係数の比：２６．３／５．５６２＝４．７３。同じ断層面積Ｓに対して、武村式のM_0が入倉・三宅式のM_0の４．７３倍となる。

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、Somervi11e et al(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）、Somervi11e et al(1999)におけるトリミングのルールに従い、適切な震源断層の設定がされたものと考えるのが相当である」とした（原決定８４頁）。そこで抗告審において抗告人が、各地震について具体的にSomervi11e の規範によるトリミングがなされていないことを指摘して原決定の誤りを指摘したところ(抗告理由補充書３３頁以下)、相手方はこれを否定できず、主張を大きく変えて、トリミングの実施が不要であること、すなわち震源インバージョンにおける仮定断層面積がそのまま破壊領域として適用可能であることが確認された、といわば居直ってきた（答弁書３２頁)。

上記（２）及び（３）においては、相手方の主張では震源インバージョンによって得られるとされる破壊域の面積や長さを、入倉・三宅式あるいは武村式を用いて地震モーメントを算出する断層面積や断層長さと同視している。しかし第１に、これらは同視する根拠は示されておらず、両者の数値の間には相当の相違がある。第２に、仮に同視できるとしても、仮定による断層面積を Somervi11e の規範によるトリミングがなされた破壊域と同視できるのか、という問題がある。安全性に欠ける点がないことについて相手方に立証責任があることからすれば、これらについても相手方に立証責任があることになる。

（２）破壊域と断層面積を同視してよいのか

断層活動は不均質であり、すべり量が要素断層ごとに異なると考えられている。断層活動の分析の過程で、震源インバージョンにおいては、最初に断層面積（破壊域）を仮定し、その範囲ですべり分布を求める。さらにSomervi11e の規範によって定義されるそのすべりの量が一定の程度に達するものを破壊域とする。さらにその中で強く固着するとされているものをア

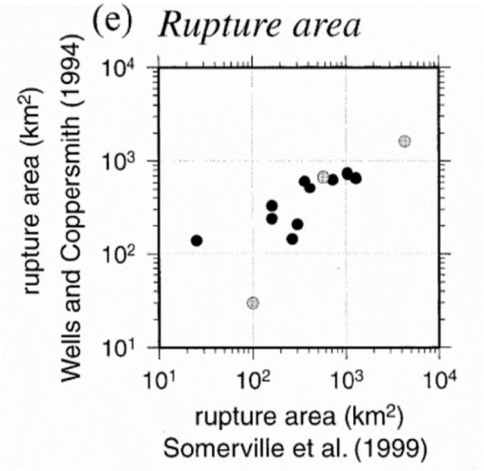
スペリティとしている。なお Somervi11e et al(1999)はなぜ Somervi11e の規範を用いるのか、その根拠を示していない。

入倉・三宅（２００１）（甲４７）は、断層面積から地震モーメントを導くにあたり、Somervi11e の関係式が一定の範囲では妥当しないとして、入倉・三宅式を提唱した。この入倉・三宅式を導くのに用いられたデータは、震源インバージョンによって得られた破壊域を用いる Somervi11e et al(1999)及び Miyakoshi と、震源インバージョンを用いず測地学的データなどで得られた断層面積を用いる Wells and Coppersmith(1994)のデータである。以下特に断りのない限り、震源インバージョンによって得られたものを破壊域といい、震源インバージョンによらず測地学などで得られたものを断層面積という。入倉・三宅はこの破壊域と断層面積とを同視していることになる。両者の関係について上記論文は、「この破壊域が断層面積に対応すると考える」としている（甲４７、８６０頁右段）のみであり、「一致する」、あるいは「同一である」という表現をしていないのである。同論文でその両者の関係に触れているのは、甲４７、８５２頁右段の

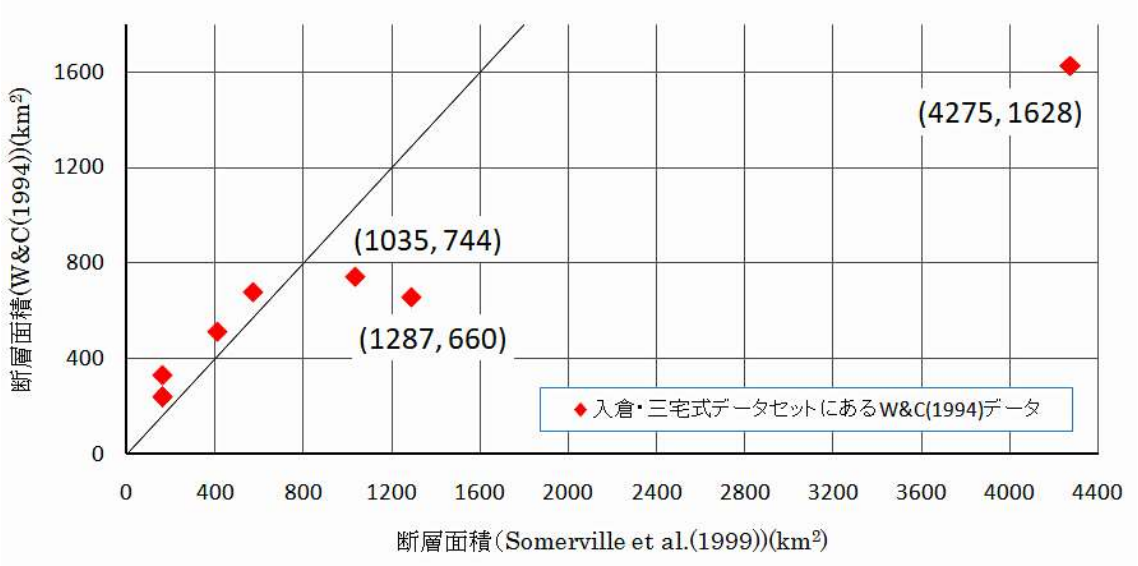
「同一の地震について求められた Wells and Coppersmith(1994)と Somervi11e et al(1999)の断層パラメータの比較が図２に示される」

「断層面積（図２（e））は規模の大きい地震では良く一致しているが、相対的に規模の小さい地震では、ばらつきがみられる」

との記述のみであり、ここでいう図２（e）（右図）は甲４７、８５３頁に示されている。つまり、相対的に規模の小さい地震では、ばらつきがあること（一致しないこと）を入倉・三宅自身が認めている。しかし「規模の大きい地震ではよく一致している」とも言えないのである。



前頁の図は Wells and Coppersmith(1994)（甲５５）と Somervi11e et al(1999)（甲６５）が同一の地震について出した断層面積と破壊域を対比したものであるが、対数グラフであるため、相違がかならずしもわかりやすくない。それぞれの文献で断層面積や破壊域の具体的数値が示されているので、これらを通常目盛りで示したものが下図である（甲１０３、７頁図Ｂ－３参照）。このうち数値を示した３個の地震データはまさに相対的に規模が大きいものといえる。横軸（Somerville et al.(1999)）と縦軸（Wells and Coppersmith(1994)）を比較すると、一番右のデータは４２７５と１６２８で２．６倍、右から２番目のデータは１２８７と６６０で２．０倍、右から３番目のデータは１０３５と７４４で１．４倍というように、大きく違っている。すなわちこれらのデータでは、Somerville の規範による破壊域は、Wells and Coppersmith(1994)の断層面積の２．６倍、２．０倍あるいは１．４倍となっているのである。Somerville の規範による破壊域がはるかに大きく、両者が一致するとは到底いえないのである。



ちなみに入倉・三宅式のデータセットは震源インバージョンによる、と言い方がされることがあるがこれは正しくない。入倉・三宅式のデータセットは合計５３あるところ、そのうち Somervi11e et al(1999)及び Miyakoshi によるもの、すなわち震源インバージョンによるものは１２に過ぎない。残りは Wells and Coppersmith(1994)など震源インバージョンによらない、測地学による断層面積である（甲１０３、2 頁以下)。入倉・三宅式のデータセットのうち８割弱は測地学による断層面積であることからすれば、入倉・三宅式は主要には測地学による断層面積からなるデータセットから導かれた関係式といいうるのである。

原子力規制委員会の元委員長代理である島﨑邦彦氏は、「入倉・三宅式を使って事前に設定できる断層の長さや断層の面積から地震モーメントを求めると、どうしても過小評価になってしまう」とし、「震源インバージョンによる震源断層面積は、事前設定される断層面積よりも一般的に大きくなる」として（甲８６、２２頁)、従前から用いられている断層面積と、震源インバージョンによって求められたとする（震源）断層面積（破壊域）には相違があることを指摘している。

また、後述の熊本地震に関する震源インバージョンによって求めたとする

破壊域ないし仮定の断層面積（破壊域）は、国土地理院の測地によって得られた断層面積に比べると、１．７３倍から３．１２倍となっている。この相違は、上記の Wells and Coppersmith(1994)の断層面積と Somervi11e et al(1999)の破壊（領）域との相違ともよく合致している。

以上から、従来の断層面積と震源インバージョンによって得られるとされる破壊域とが一致せず、後者がはるかに大きいことは明らかである。

（３）仮定による断層面積を破壊域と同視してよいのか

相手方は「震源インバージョンにおいて仮定した断層面が「Somervi11e et al の規範」によるトリミングを経ることなく、そのまま破壊領域として適用できる場面が多い」とし（答弁書３２頁)、「トリミングが実施されていないということは震源インバージョンにおける断層の設定（仮定）が破壊領域として概ね妥当であったことを示す」とした（同３３頁)。

震源インバージョンとは、観測された地震波の記録から震源活動を分析するものである。そこではすべり分布が問題となる。アスペリティとは、断層破壊面積上の領域で、平均すべり量に比べておおきなすべりをともなった領域である。仮定による断層面積（破壊域）がそのアスペリティを含み、すべりの度合いが全体平均の０．３倍に達する部分は全部含めなくても、震源インバージョンによる震源活動の分析にはそれほど大きな影響を与えないのかもしれない。しかし、問題としていることは、入倉・三宅式をもちいて地震モーメントを導くための断層面積として破壊域を用いることの是非である。入倉・三宅式が過小評価になるかどうかの問題であるから、破壊域の面積の大小が当然問題となる。Somervi11e の規範によるトリミングができない、ということは仮定による断層面積をより大きくとって Somervi11e の規範によるトリミングをして得られた本来の破壊域は、上記の仮定による断層面積（破壊域）よりも当然大きくなる。トリミングができない仮定によって得られた断層面積（破壊域）は Somervi11e の規範による本来の破壊域の一部で

しかない。数値の大小が問題とされる場合に、本来の数と異なる数値を充てること自体が失当なのである。

断層面積と破壊域とが同じと言えるかについて既に疑問を呈したが、Somervi11e の規範による破壊域を断層面積とみる立場に立っても、その一部にすぎないものを、面積（量）が問題となる関係式の検証にそのまま持ち込むことは方法論的に誤りである。

（４）国内地震の震源インバージョンによる破壊域（答弁書第２章、第５、３（２））

原決定は、平成７年以降に国内で発生した最新の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以上のものに関する震源インバージョン結果が入倉・三宅式と一致する、とし（原決定８１頁）、相手方もそれを支持する（答弁書３１頁）。その根拠とされているのは、入倉ほか（２０１４）の、震源インバージョン結果から抽出された断層面積は地震モーメントが７．５Ｅ＋１８【Ｎｍ】（Ｍｗ６．５）より大きい地震に対しては入倉・三宅の経験的スケーリング則と調和的である、との記述である（乙６６、１５２９頁の３行目以下）。これらは、それぞれの地震について、震源インバージョンによって得られた破壊域を入倉・三宅式の断層面積として地震モーメントを算出した結果は、それぞれの地震モーメントと調和的である、とする趣旨である（しかし一致するとはしていない）。これは震源インバージョンによって得られる Somervi11e の規範による破壊域と、断層面積と同視しているものである。しかし Somervi11e の規範による破壊域と、断層面積と同視することはできないことは前述した。またこの８地震１３解析のうち、少なくとも１０解析は Somervi11e の規範によるトリミングがなされておらず、Somervi11e の規範による破壊域とすらいえないことは理由補充書３４頁で指摘したとおりである。

（５）武村式のデータの震源インバージョンによる評価（答弁書第２章、第５　３

（３））

原決定は、「入倉ほか（２０１４）（乙６６）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。」とする（原決定７９頁）。相手方は、この６地震について、２地震は破壊領域が抽出でき、破壊領域が抽出まではできなかった４地震は地下の震源断層の姿を捉えており、一定程度の信頼性がある、とする（答弁書３３頁）。破壊領域が抽出できた、ということはSomervi11eの規範によるトリミングができた、ということである。破壊領域が抽出できなかった、ということはこのSomervi11eの規範によるトリミングができず、当初の仮定による断層面積のまま、ということである。

断層面積から地震モーメントを求める入倉・三宅式において、この断層面積をSomervi11eの規範による破壊域と同視することができないことは既に指摘した。原決定の判示及び相手方の主張は、このSomervi11eの規範による破壊域、あるいはその破壊域の一部にすぎないものを断層面積と同視するものであって、その誤りは明らかである。

４　平成１１年トルコ・Ｋｏｃａｅｌｉ地震（Ｍｗ７．４）、同年台湾・Ｃｈｉ－Ｃｈｉ地震（Ｍｗ７．６）（答弁書第２章、第５、３（４））

原決定が「震源インバージョンについては、平成１１年トルコ・Ｋｏｃａｅｌｉ地震（Ｍｗ７．４）、同年台湾・Ｃｈｉ－Ｃｈｉ地震（Ｍｗ７．６）とも整合することが確認されている」としたことについて（原決定８３頁）、抗告人が証拠によらず認定したと批判した（即時抗告理由書１５頁）。相手方はこれについて、「両

地震については、両地震を含む最近の日本の５つの内陸地殻内地震について震源インバージョン解析により震源パラメータの特性化を行い、Somervi11e et al(1999)のスケーリング則と整合することが確認されている旨言及されており【乙６３（８５２頁)】、抗告人らの主張は理由がない」と反論する（答弁書３５頁)。

震源インバージョンは､地震波の観測記録から地震活動を分析するものであり、現時点における信頼性はともかくとして、注目すべき手法である。入倉・三宅式は断層面積から地震モーメントを導き出す関係式であり、両者は全く別のものであり、内容的あるいは論理的な関連はない。原決定は、入倉・三宅式の合理性を導くために震源インバージョンの合理性を認定しているが、そもそも関連のないものを結び付けている点で誤りである。

相手方の指摘する乙６３号証の上記記載は、Somervi11e et al(1999)のスケーリング則と整合するとしているのみである。入倉・三宅自身が、Somervi11e et al(1999)のスケーリング則と入倉・三宅式は別のものであり、かつ適用範囲が異なるとしたことは既に指摘した（甲４７、８５８頁図７)。仮に上記地震について震源インバージョン解析により特性化された震源パラメータが Somervi11e et al(1999)のスケーリング則と整合するとしても、入倉・三宅式の合理性とは関係がないのである。

５　熊本地震（答弁書第２章、第５、３（５))

（１）問題の所在と原決定の判示

原審において相手方が１９９５年以後国内で発生した８地震１３解析について震源インバージョンによって得られた断層面積が入倉・三宅式と整合的であり、武村式のデータについて震源インバージョンによって得られた断層長さは長くなった、と主張した。これに対して抗告人が、熊本地震についての震源インバージョン解析をみると、すべり図が同一の地震とは思えない程異なり、また得られたとする断層面積は久保他では１３４４㎢、浅野では７

５６㎢と倍近い相違があり、震源インバージョンはまだ信頼性が低く、得られる断層面積についても大きなばらつきがあることを指摘した。

原決定は、断層（長さ、幅）の評価にばらつきがあることを認めたが、これらの解析は、熊本地震の発生からそれほど間もない時点において、各研究機関が様々なデータを基に独自に実施したものであり、震源像に関する知見や見解がいまだ固まっていないことに原因があると考えられ、他方、余震分布に用いられるデータが統一化され(気象庁の一元化震源データ)、地震の震源像に関する知見や見解が固まった後は、ばらつきが小さくなるものと予想され、熊本地震に係る初期の震源インバージョンの結果のみをもって、その手法の有効性を否定するのは相当でない、とした（原決定８３頁)。

（２）答弁書の相手方の主張

ア　主張の概要

相手方は、①熊本地震本震についての震源インバージョンの知見を調査すると、震源断層の長さは、概ね４０－５０ｋｍ、断層幅は、概ね２０ｋｍ程度と類似の結果が多数を占めている、②原子力規制委員会は、熊本地震の震源インバージョンによる震源断層面積と地震モーメントの関係は、入倉・三宅式と整合していると判断している、と反論する（答弁書３５頁以下)。

イ　①の概ね類似の結果との点

相手方は、引間・三宅の「観測ＡＴ記録により推定された震源断層モデルに見られる特徴」（乙１４６）の表３によって、震源断層の長さは、概ね類似の結果が多数を占めている、とする。この表では、なぜか久保他のデータ（甲６３）が除外されている。それでも震源インバージョンによって得られたとする断層面積は、７２０㎢から１２９６㎢と倍ちかい相違（１．８倍）がある。抗告人が原審で指摘したのは、７５６㎢と１３４４㎢で１．７８倍の相違であった。地震発生後２年が経とうとし

ているが、なお大きな相違がある。データの相違を理由にあげるが、そうだとするとどのデータを信用すべきかが問題になるがその判断もなされていない。断層面積として示されたどの数字を信用していいのか、という観点からは理由にならない。このように解析者によって破壊域の面積が大きく異なることから、そのように大きく異なりうる破壊域面積の一部が入倉・三宅式に整合するようにみえることをもって入倉・三宅式の関係式の正当性を示すことにも重大な疑問がある。

なお上記表３には国土地理院の測地によって得られた断層の長さと幅の記載があり、これは合計すると４１６㎢である。これと、上記の震源インバージョンによるとされる７２０㎢と１２９６㎢とを対比すると、１．７３倍と３．１２倍となる。この両者の関係は、入倉・三宅式のデータセットで検討した Somervi11e の震源インバージョンによるデータと Wells and Coppersmith の測地学によるデータの相違とよく対応している。

ウ　入倉・三宅式と整合との判断について

なるほど原子力規制庁技術基盤グループの「熊本地震の分析について」においては、震源インバージョンによる震源過程解析から得られた震源断層面積と地震モーメントの関係を、入倉・三宅（２００１）式と比較した。その結果、それぞれの震源断層面積と地震モーメントの関係は入倉・三宅（２００１）式とほぼ整合した」としている（乙１４７、２頁）。この震源断層面積は、Somervi11e の規範による破壊域か、解析の当初に仮定した断層面積（破壊域）を指すものと思われる。これらを入倉・三宅式という関係式の断層面積と同視することが許されないことは既に何度も指摘した。

抗告人らは入倉・三宅式が過小評価となることを指摘している。震源インバージョンによる破壊域は断層面積よりもはるかに大きくなるから、

過小な地震モーメントを導く入倉・三宅式を用いて得られた地震モーメントが整合しているようにみえるのである。震源インバージョンによる破壊域は断層面積よりも大きくなるのである。熊本地震のデータはまさにこのことを示している。

第３　強震動予測レシピの合理性についての反論（答弁書第２章第５、２）

１　強震動予測レシピの合理性と入倉・三宅式の合理性との関係

原決定は、まず①入倉・三宅（２００１）による強震動予測のための震源特性化手続の有効性はこれによって得られた兵庫県南部地震の震源モデルによる強震動が加速記録とよく一致することで検証されているとした（原決定７６頁）。そしてこの入倉・三宅（２００１）による強震動予測のための震源特性化手続の手法をもとにまとめられた地震本部レシピにおいては、①地震モーメントと断層面積との関係式について入倉・三宅式を用いることとされている、②地震本部レシピは鳥取県西部地震及び福岡県西方沖地震等の観測波形と理論波形が整合的であることが確認されその内容の合理性が裏付けられている、③入倉・三宅式は、震源断層のパラメータを設定する際の地震本部レシピの一部を成すものとして、合理性を有する（原決定７７～７８頁）、と判示した。すなわち入倉・三宅式の合理性を、強震動予測レシピの合理性をもって補強したといえる。

これに対して抗告人らは、（ア）川内原発許可申請では入倉・三宅式を用いず地震モーメントが求められたデータを用いておりレシピは地震モーメントを入倉・三宅式を用いて求めることは必ずしも前提にしていないこと（抗告理由補充書１３頁）、（イ）兵庫県南部地震の震源モデルによる強震動は観測記録と一致せず、試行錯誤的にパラメータに修正を加えてようやく一致するような強震動を合成することができたにすぎないこと（同１５頁）、（ウ）地震調査研究推進本部地震調査委員会等によれば鳥取県西部地震の震源モデル（ケース１）は理論波形と観測波形とは整合せず、観測記録をできるだけ再現するためにパラメータを設定しなおしたケース２ではある程度整合したにすぎないこと、（エ）福岡県西方沖地震では地震調査研究推進本部が提起したレシピによるケース４は計算された理論波形

は４項目のうち３項目において再現などができなかったこと（同２２頁）、をそれぞれ指摘した。

さらに抗告人らはレシピ自身が抱える問題点として、（オ）実際に発生した福井地震のデータをもとにレシピを用いると断層面積をアスペリティが上回るという理論上あり得ない矛盾が生ずることを指摘した上で、レシピはこの場合も含め非現実的なアスペリティや静的応力降下量が算出されることを認め、その場合これらを算出することを断念し、アスペリティ面積及び静的応力降下量を、暫定値をもって置きかえることをもって対処するとしていること、（カ）レシピ自身が、震源モデルのパラメータから算出された地震波形などが過去の地震データと一致しないことがあることを認め、その場合パラメータの再度設定をして観測波形に合致させようとしていること、を指摘した。

２　地震動予測レシピの合理性（答弁書第２章第５、２（１）（２６頁以下）の反論）

（１）抗告人らが、「レシピ」の数度の改訂に言及し、不合理な部分を指摘しているのは、相手方や原決定が極端に「レシピ」を１００％完成型であるかの如くにその「合理性」を評価し、同時にその「合理性」に採用されている「入倉・三宅式」の合理性を根拠づけるというダブルカウント的な合理性評価をしているからである。

（２）「レシピ」自体「発展途上」であることを自認している。

「レシピ６月版」（甲８２）及び「レシピ１２月版」（甲７５）の前文第２段において、同文で以下の記載がある。

「また、「レシピ」は、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おり、<u>今後も強震動評価における検討により、修正を加え、改訂されていくことを前提としている。</u>」（下線は引用者）

さらに、「レシピ６月版」「レシピ１２月版」の「１．１活断層で発生する地震の特性化震源モデル」の項の段落も同文で以下の記載がある。

「活断層で発生する地震は、海溝型地震と比較して地震の発生間隔が長いために、最新活動時の地震観測記録が得られていることは稀である。したがって、活断層で発生する地震を想定する場合には、変動地形調査

や地表トレンチ調査による過去の活動の痕跡のみから特性化震源モデルを設定しなければならないため、海溝型地震の場合と比較してそのモデルの不確定性が大きくなる傾向にある。このため、そうした不確定性を考慮して、複数の特性化震源モデルを想定することが望ましい。」（下線は引用者）

このように、「レシピ」は冷静に自制した表現をとっており、相手方や原決定の如く、極端な言い方はしていない。

（３）相手方も「レシピ」が随時修正・改訂されることが前提になっていることを認めながら、抗告人らが「強震動予測レシピが地震動評価手法として確立していない」と主張することに対し、頑固に否定しているが、「レシピ」に取り入れられている「入倉・三宅式」（（３）の計算式）や「壇ほか式」（（１２）の計算式）の限界や適用範囲を明確にしてレシピ全体の信頼性を高めるべきである。

（４）なお上記の（オ）及び（カ）は、レシピの手法の限界をレシピ自体が認めたものであり、レシピの合理性の評価のためには欠くことができない事項であるが、相手方はこれらについてはなんら反論ができていない。

３　「強震動予測レシピによる理論波形は、鳥取県西部地震及び福岡県西方沖地震の各観測記録と整合する」との点に対する反論（答弁書第２章第５、２（２）　２６頁）

（１）相手方の主張

上記表題では「レシピ」の理論波形と各観測記録が「整合」するとしながら、これを否定した抗告人らの主張について相手方は以下のとおりに述べている。

「しかしながら、地震調査委員会は、鳥取県西部地震の観測記録を利用した地震動評価手法の検証結果において『地震動評価手法や震源特性化手法の妥当性が概ね確認できた』としており【乙１４３（１～２頁）】、また、福岡県西方沖地震についてもおおむね同様に整合性が確認できたと評価している【乙１３１（８頁）】のであって、抗告人らの主張は理由がない」（答弁書２７～２８頁）。

（２）鳥取県西部地震

ここで問題になっているのは、「レシピ」の理論波形と「観測記録」との「整合」である。相手方は抗告人の主張に何ら反論することができていない。相手方の主張としては、鳥取県西部地震に関する乙第１４３号証の１～２頁にある「地震動評価手法や震源特性化手法の妥当性が概ね確認できた」を引用するのみである。「整合」しているという主張を相手方はできていない。

（３）福岡県西方沖地震

また、福岡県西方沖地震については「おおむね整合性が確認できたと評価している」と主張するものの、その根拠としてあげる乙第１３１号証の８頁は「レシピによって概ね再現可能であった」とするのみであり、相手方がいうような「おおむね同様に整合性が確認できた」などと述べていない。乙第１３１号証の８頁全体にそもそも「整合」という言葉自体使われていない。あたかも「整合」しているかの如くに相手方は主張するが、誤りである。

４　「レシピの一部の関係式だけを他の式に置き換えると地震動評価手法としての科学的合理性が失われる」との相手方の主張に対する反論（答弁書第２章第５、２（３））

（１）入倉・三宅式が及び壇他の式が観測記録とも整合するとの点

抗告人らは「入倉・三宅式」にかえて「武村式」を採用すべきこと、「壇ほか式」を「片岡ほか式」にかえるべきであると主張する。相手方はこの「置き換え」ができないと主張するようであるが、理解しがたい主張である。

相手方はまず、入倉・三宅式及び壇他の式が観測記録とも整合する、としているが根拠不明である。これらの式自体が過小評価であり、合理性をもたないことは既に繰り返し指摘した。

（２）体系全体について

相手方は以下のように主張する。

> 「そもそも地震動予測レシピは、前述のとおり、多くの震源特性パラメータが一連の体系フローに従って順次算定されるものであり、この体系全体をもって観測記録との整合性も確認された合理性を有する地震動評価手法であるため一部の関係式を他の式に置き換えた場合、地震動評価手法としての科学的合理性も失われることになる。」（答弁書２８頁）

「体系全体の観測記録との整合性」は確認されていないことは前述した。

また相手方は、レシピは一体性をもっており、その一部の関係式の他の式に置き換えると科学的合理性が失われる、と主張するようである。しかしながら。レシピが一体性を持っているとか、一部の関係式が置きかえられると科学的合理性が失われるという根拠を相手方は何ら示すことができていない。

活断層で発生する地震の震源特性パラメータ設定の流れ(甲７５､付図２）では、（２８）式にいたるまでの多数の関係式が示されている。この付図２からすれば、レシピでの活断層で発生する地震の震源特性パラメータ設定の流れは多数の関係式の集合ともみることができる｡それぞれの関係式の役割は、各パラメータを合理的に導くことに意義があり、これに尽きるのである。そのパラメータをより合理的に導く他の関係式があれば、置きかえることは合理的でこそあれ、なんら支障はない。

震源断層面積から地震モーメントを導く場合、入倉・三宅式（（３）式）のほかSomervi11eの式（（２）式）も示されている。またマグニチュードから地震モーメントを導くことも予定されている（（４）式)。川内原発では、入倉・三宅式によらず地震データから地震モーメントが導かれており、他にもレシピとは異なる関係式が用いられている。入倉・三宅式を他の式に置き換えるとレシピとしての科学的合理性が失われるという相手方の主張は何ら根拠を有するものではない。

５　過去の地震記録がなくとも強震動予測レシピに基づいて合理的な地震動評価が可能であるとの点（答弁書第２章第５、２（４））

（１）問題の所在

原決定７８頁は「入倉・三宅（２００１）における震源特性化の手続は、現在の科学技術水準に照らして合理的であり、その有効性についても検証されているのであるから、その内容を成す断層パラメータに関する経験式である入倉・三宅式にも相応の合理性があるということができる」とした。

これに対して抗告人らは、レシピ（甲８２、甲７５、乙１４４）の記載の変化を対比した上で、修正版（甲７５、乙１４４）では、（ア）すなわち入倉・三宅式の適用は、過去の地震記録がある場合を原則とするように変更したものと思われ、本件では過去の地震記録が存しないことを指摘した（抗告理由補充書１４頁）。

これに対して相手方は、①レシピの修正によっても入倉・三宅式の適用において過去の地震記録が必須とされたわけではない、②過去の地震観測記録が存在しなくても、合理的地震動評価は可能であり、合理的な地震動評価ができないことを前提とした抗告人の主張には理由がない、としている。

（２）抗告人らのとりあげる問題点・・・予測結果の地震観測記録との照合

上記①の相手方の反論については、既に抗告理由補充書で主張したとおりであり、ここでは再論しない。

上記②については、抗告人らは、過去の地震観測記録がない場合、合理的な地震動評価ができないとは主張していない。ただ、地震動予測レシピ自身が、得られた地震動について完全なものとは考えておらず、地震観測記録がある場合にはそれとの照合を行い、この結果によってパラメータの変更を予定している。これは現在の地震動予測レシピの予測結果の正確性や地震動予測レシピの完成度にもかかわることなので以下述べる。

（３）レシピが予定する観測波形記録との比較による検証

震源断層を特定した地震の強震動予測手法（レシピ）（甲７５、乙１４４）は、まず特性化震源モデルを設定し、次に地下構造モデルを作成する。そして地震動計算をする。強震動予測はこの計算によってなされるが、さらにレシピでは、活断層で発生する地震については、距離減衰式を用いた推定値との比較、震度分布との比較及び観測波形記録との比較によって強震動予測結果の検証を予定している（甲７５、目次参照）。

レシピ４．１．３（甲７５、３３頁）では、観測記録との完全な合致までは求めずに、時刻歴波形の最大値、継続時間、周期特性やスペクトル特性がある程度説明できることをもって検証と位置付ける、としている。そして、計算結果が観測波形と合わない場合には、微視的震源特性や地下構造モデルについて検討しなおすことが必要となる、としている。微視的震源特性については、パラメータを修正することである。レシピは１．１．２（甲７５、８頁以下）で微視的震源特性について述べるが、１２頁では具体的に以下のように記述する。

＊以上のように設定した震源特性パラメータを用いて計算された地震波形や震度分布が、検証用の過去の地震データと一致しない場合もある.

その場合には、第一義的に推定される地震規模や、短周期レベルを優先してパラメータを再度設定する。過去の地震波形データがある場合は、波形のパルス幅などから個々のアスペリティ面積を推定できる可能性がある。

（４）検証の実例

実は、この地震観測記録による検証については、既に抗告人らは詳細に述べてきた。

レシピ策定前の震源モデルではあるが、兵庫県南部地震の震源モデル化による地震動は観測記録とよく一致するとの原決定の判示（原決定７６頁）について、その認定の根拠とされる（Kamae and Irikura 1998）（甲８３）を検討し、震源モデルに基づく計算値が一致しないので、試行錯誤手法により合成された強震動が観測記録と一致するように震源モデルを向上させたにすぎないものであり、上記原決定が誤りであることを指摘した。相手方は答弁書において全く反論をしていないので抗告人らの主張を認めたものと思われる。

鳥取県西部地震の観測波形と地震調査委員会が解析して得られた理論波形は整合的であったとの原決定の判示（原決定７７頁）について、ケース１の理論値は整合せず、観測波形をできるだけ再現するためパラメータ設定をしなおしたケース２でようやく一部整合であったにすぎないので原決定は誤りだと指摘した（抗告理由書１８頁以下）。これについて相手方は本答弁書では全く反論ができていないことは既に指摘した。

福岡県西方沖地震の観測波形と地震調査委員会が解析して得られた理論波形は整合的であったとの原決定の判示（原決定７７頁）については、「２００５年福岡西方沖地震の観測記録に基づく強震動評価手法について」（甲８５）の整合性の記述自体から全体としてはむしろ不整合であり「整合的」との判示は誤りであることを指摘した（抗告理由書補充書２２頁）。相手方は本答弁書でこの反論が全くできておらず、「おおむね整合性が確認できたと評価している」とする文献を引用しているが、その文献にはそのような記述はないことも既に指摘した。

（５）結論

このように地震動予測レシピによる強震動予測は、地震観測記録と整合しないことが少なくない。そのため上記のように、レシピでは検証として、地震動観測記録に合致するよう微視的震源特性についてパラメータの再度設定（修正）を求めている。相手方は、「過去の地震観測記録が存在しなくても、合理的地震動評価は可能」というが、本件では地震観測記録が存在しないので、過去の地震観測記録との比較による検証ができない。従って得られた震源モデルによる地震動予測そのものがただちに正当といえるかどうかは疑問であり、震源モデルにおける微視的震動特性のパラメータが正しいものかどうかの確認はなされていないのである。

第４　強震動予測レシピにおける短周期レベルにおける「壇ほかの式」の問題

１　強震動予測レシピの体系性をいう相手方主張に対する反論

（１）相手方は、強震動予測レシピが、多くの震源パラメータが、一連の体系・フローに従って順次算定されるものであり、この体系全体をもって観測記録との整合性も確認された合理性を有する地震動評価手法である旨を主張する。

（２）しかし、抗告人らが本書面第１章、第３、即時抗告理由書、２２頁でも主張したとおり、強震動予測レシピ自体が、今後も強震動評価における検討により、修正を加え、改訂されていくことを前提としていることから考えると（乙１４４、１頁参照)、強震動予測レシピがあたかも完成された体系であるかのようにいう相手方の主張は当を得ない。

２　壇ほかの短周期レベル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には、適用範囲（M_0＜７．５×１０^{18}Ｎｍ）が存在すると考えられること

（１）相手方は、「壇ほか（２００１）は、比較的規模の大きいＭｗ５．６以上の地震を対象に、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を仮定した上で、観測記録の回帰分析を行っているが、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仮定については、過去の内陸地殻内地震の観測記録等から合理的であることが確認されている」と主張する。

（２）しかし、壇ほか（２００１）（乙６７）が仮定する、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（以下、「１／３乗則」ということがある）について精査すると、断層面積と地震モーメントの関係に関して入倉・三宅（２００１）（甲４７）が引用し、強震動予測レシピにも引用されているSomerville et alと結びついており、従って、適用範囲（M_0＜７．５×１０^{18}Ｎｍ）が存在するものと考えられる。以下、その点を詳論する（なお、以下では数式が多用されるが、ただ読むのではなく是非とも紙と鉛筆を用意して計算されたい）。

ア　壇ほか（２００１）（乙６７）が１／３乗則を仮定した根拠は、乙６７の５３頁左欄の（３）式の上部に書かれている。以下に引用する（傍線引用者）。

Frankel（1995）[20] の研究によると、内陸地震である 1989 年米国 Loma Prieta 地震の本震と複数の余震の加速度フーリエスペクトルの短周期帯域の値は、地震モーメントの立方根 $M_0^{1/3}$ でスケーリングできることがわかっている。これは、ω^{-2} の震源スペクトル（Aki、1967[15]；Brune、1970[16] など）で、<u>臨界円振動数 ω_c が $M_0^{-1/3}$ に比例するとした場合に対応し</u>、これまでに行われたマグニチュード 4～7 クラスの地震の記録の解析結果（釜江・他．1990[21]；佐藤・他、1994[22]；加藤・他、1998[23] など）とも整合している。そこで、ここでは、図 1(a) に○で示した内陸地震の短周期レベルを $M_0^{1/3}$ でスケーリングすることとし、最小自乗法で定数を決めた。その結果、下のような関係式が得られた。

$$A\ [dyne\text{-}cm/s^2] = 2.46\times10^{17}\times M_0^{1/3} \qquad (3)$$

ここに、M_0 の単位は dyne-cm である。図 1（a）の太線は、上式によるもので、回帰に用いた $3.5\times10^{24} \leqq M_0\ [dync\text{-}cm] \leqq 7.5\times10^{26}$ の範囲は実線で、その外側は破線で示した。

この、壇ほか（２００１）の上記記述を要約すると、以下の通りになる。

①Frankel(1995)によると、内陸地震の加速度フーリエスペクトルの短周期帯域の値は、地震モーメントの立方根$M_0^{1/3}$でスケーリングできる。

②Frankel(1995)の前記研究は、ω^{-2}の震源スペクトルで、臨界円振

動数ω_cが$M_0^{-1/3}$に比例するとした場合に対応している。

（ア）まず、上記で壇ほか（２００１）が引用している Frankel（1995）（甲１０６）では、論文冒頭の「Abstract（要約）」に「*I use an asperity rupture model where the rms stress drop averaged over the fault plane is constant with moment.*」、すなわち、「断層面にわたって二乗平均した応力降下量はモーメントに関して一定値をとるというアスペリティ破壊モデルを用いる。」という記述があり、応力降下量（Δσ）が一定というモデルを用いている。

（イ）そして、壇ほか（２００１）は、この Frankel(1995)の研究が「ω^{-2}の震源スペクトル・・・で、臨界円振動数ω_cが$M_0^{-1/3}$に比例するとした場合に対応」としている。

ここで、地震波のスペクトルに関して、縦軸に振幅スペクトル、横軸に周波数をとった両対数グラフを書くと、ｆが充分大きい範囲では傾斜－２の直線、ｆがゼロに近い範囲では振幅スペクトルが一定となるとされており。この２直線の交点に対する周波数f_cをコーナー周波数と言う（甲１０７）。壇ほか（２００１）のいう「ω^{-2}の震源スペクトル」も、この、縦軸に振幅スペクトル、横軸に周波数をとった両対数グラフでｆが充分大きい範囲では傾斜－２の直線になるというモデルを指しているものと考えられる（甲１０８）。

そして、壇ほか（２００１）には「臨界円振動数」という言葉が出てくる。ここで、円振動数（または角振動数）（一般にωで表される）とは、周波数ｆの２π倍（$\omega=2\pi f$、$f=\omega/2\pi$）であり（甲１０９）、コーナー周波数に対応する円振動数がある（$\omega_c=2\pi f_c$）。壇のいう「臨界円振動数ω_c」とは、コーナー周波数f_cに対応する円振動数であると考えられる。それゆえ、壇ほか（２００１）で記述されている Frankel の応力降下量（Δσ）が一定というモデルは、コーナー周波数f_cが$M_0^{-1/3}$に比例している場合に相当する。

（ウ）また、壇ほか（２００１）は、上記の論述で Brune,1970 を引用しているが、Brune,1970 は、片岡ほか（２００６）（甲６７）では（１８）式として

$$\Delta\sigma = M_0\{f_0/(4.9\times10^4\beta)\}^3$$

の形で引用されており（甲６７、７４４頁右段。ここでいうf_0とはコーナー周波数のことであり、βとはＳ波の速度である（甲６７、７４４頁左段（１２）式の説明））、応力降下量（Δσ）は地震モーメント（M_0）と、周波数（f_0（すなわちf_c））の３乗の積に一定の係数をかけたものとされている。

この式で、応力降下量（Δσ）が一定とすると、f_0（すなわちf_c）と$M_0^{-1/3}$が比例する関係があることになる。そして、上記の甲６７、（１８）式を円振動の関係式として表すとすれば、$f_0 = f_c = \omega_c/2\pi$を代入すればいいので、

$$\Delta\sigma = M_0\{\omega_c/2\pi(4.9\times10^4\beta)\}^3$$

で、壇ほか（２００１）のいう、臨界円振動数ω_cが$M_0^{-1/3}$に比例する関係ということになる。

すなわち、片岡の引用する Brune の式より、応力降下量Δσ一定とM_0がコーナー周波数f_cの－３乗に比例する関係は同等であることが分かる。

イ　その上で、片岡ほか（２００６）は、７４５頁左段下部で、「Ａが$M_0^{1/3}$に比例する、すなわち応力降下量を一定とするスケーリング」という記載をしている。すなわち、短周期レベルの１／３乗則は、応力降下量が一定という仮定と同等であることがわかる。

ウ　よって、壇ほか（２００１）が短周期レベルＡについて用いた１／３乗則の仮定は、Frankel の記述により応力降下量（Δσ）が一定の場合に対応しており、さらにはコーナー周波数が$M_0^{-1/3}$に比例する場合に

対応している。

エ　次に、強震動予測レシピ（乙１４４）によると、円形破壊面を仮定できる規模の震源断層の静的応力降下量は（２２－２）式によって与えられ、

$$\Delta\sigma=(7/16)\cdot M_0/R^3$$

とされている（乙１４４、１２頁。なお、Ｒは断層面積Ｓに対する等価半径である（乙１４４、１０頁（１４）式の下の説明））。ここで、先述した、壇ほか（２００１）が用いた短周期レベルＡに関する１／３乗則に対応して、応力降下量$\Delta\sigma$が一定だとすると、M_0/R^3が定数となり、M_0とR^3が比例（ここで、円の面積$S=\pi R^2$なので、M_0と$S^{3/2}$が比例）することになる。

そして、同じく強震動予測レシピによると、M_0が$S^{3/2}$乗に比例する関係になっているのは（２）式、すなわち Somerville et al の式の場合である。入倉・三宅（２００１）によると、Somerville et al の適用範囲は$M_0<7.5\times10^{25}$dyne－cm$=7.5\times10^{18}$Nm（以下、$M_0<7.5\times10^{18}$Ｎｍの範囲を「第１ステージ」といい、$M_0\geqq7.5\times10^{18}$Nmの範囲を「第２ステージ」と呼ぶ）であるから、壇ほか（２００１）の式は、Somerville et al の適用範囲である第１ステージに適用されるべき式であることになる。

オ　以上をまとめると、壇ほか（２００１）の短周期レベルＡの１／３乗則は、Brune の式を媒介にして応力降下量が一定という仮定と同等であり、結局はＳ（断層面積）－M_0関係における Somerville et al の関係から導かれることが分かる。それゆえ、壇ほか（２００１）の式は第１ステージにおいて適用される式であることが明らかになる。

３　第２ステージの入倉・三宅式または武村式からは基本的に１／２乗則が導かれること

断層面積（Ｓ）と地震モーメント（M_0）との関係において、第２ステージにおいて妥当するとされる「入倉・三宅式」または「武村式」について、強震動予測

レシピ（乙１４４）の式等を用いて、短周期レベル（A）と地震モーメント（M_0）との関係に引き直すと、原告らの主張する「片岡ほか式」に近い２分の１乗スケーリング則が導かれる。

（１）まず短周期レベルAは、片岡ほか（２００６）（甲６７）より次式で表される。

$$A=4\pi^2 f_c^2 M_0 \quad ・・・式（ア）$$ [2]

そして、コーナー周波数（f_c）も、甲６７より次式で表される。

$$fc=4.9\times10^4\beta(\Delta\sigma)^{1/3}/M_0^{1/3} \quad ・・・式（イ）$$ [3]

ここで応力降下量（$\Delta\sigma$）は次の式（強震動予測レシピ（乙１４４）（２２－２）式を$S=\pi R^2$（$\therefore R=(S/\pi)^{1/2}$）を用いて変形した式）によって表される。

$$\Delta\sigma=(7/16)\pi^{3/2}M_0/S^{3/2} \quad ・・・式（ウ）$$

（２）次に、「入倉・三宅式」と「武村式」は、S^2にそれぞれ異なる係数を掛けたものとして、次式で表すことができる。

$$M_0=kS^2 \quad ・・・式（エ）$$

（$k=5.562\times10^{13}$（入倉・三宅式）、$k=26.30\times10^{13}$（武村式））

式（エ）を変形すると次の式になる。

$$S=(M_0/k)^{1/2} \quad ・・・式（オ）$$

---

[2] 甲６７、７４４頁（１７）式を$f_0=f_c$で書き換え。
[3] 甲６７、７４４頁（１８）式を変形。

これを、式（ウ）に代入すると、

$$\Delta\sigma = (7/16)\pi^{3/2}M_0/((M_0/k)^{1/2})^{3/2}$$
$$=(7/16)\pi^{3/2}M_0/(M_0/k)^{3/4}$$
$$=(7/16)\pi^{3/2}k^{3/4}M_0^{1-3/4}$$
$$=(7/16)\pi^{3/2}k^{3/4}M_0^{1/4}$$

さらに、これを式（イ）に代入すると

$$fc=4.9\times10^4\beta[(7/16)\pi^{3/2}k^{3/4}M_0^{1/4}]^{1/3}/M_0^{1/3}$$
$$=4.9\times10^4\beta[(7/16)\pi^{3/2}k^{3/4}]^{1/3}\ M_0^{1/12}/M_0^{1/3}$$
$$=4.9\times10^4\beta[(7/16)\pi^{3/2}k^{3/4}]^{1/3}\ M_0^{-1/4}$$
$$=4.9\times10^4\beta[(7/16)\pi^{3/2}k^{3/4}]^{1/3}/M_0^{1/4}$$

これを式（ア）に代入する。

$$A=4\pi^2\{4.9\times10^4\beta[(7/16)\pi^{3/2}\ k^{3/4}\ ]^{1/3}/M_0^{1/4}\}^2\ M_0$$
$$=4\pi^2[\{4.9\times10^4\beta((7/16)\pi^{3/2}\ k^{3/4}\ )^{1/3}\}^2/M_0^{1/2}]M_0$$
$$=4\pi^2\{4.9\times10^4\beta((7/16)\pi^{3/2}\ k^{3/4}\ )^{1/3}\}^2\times M_0/M_0^{1/2}$$
$$=[4\times4.9^2\ (7/16)^{2/3}\times10^8\pi^3\beta^2\ k^{1/2}]\times M_0^{1/2}$$

（３）以上より、第２ステージにおいて、短周期レベル（A）は$M_0^{1/2}$に比例することになり、「入倉・三宅式」または「武村式」から１／２乗スケーリング則が導かれ、基本的に「片岡ほか式」が導かれる。

４　強震動予測レシピ（１３）式を用いることによって、「片岡ほか式」自体が導かれること

（１）前記３では、入倉・三宅式または武村式から強震動予測レシピ（２２－２）式等を介すれば、短周期レベルに関して１／２乗スケーリング則が導かれ、それを「基本的に「片岡ほか式」が導かれる」としたが、さらに、強震動予測レシピ（２２－２）式等の代わりに、アスペリティの等価半径ｒ（Ｓａ＝

ｒ^{2}）を表す強震動予測レシピ（１３）式を用いることによって，「片岡ほか式」自体が導かれることを示す。

（２）まず，アスペリティ面積比γ＝Ｓａ／Ｓの式は、２０１７年１月１２日付小山英之陳述書（甲７９）の７頁（１－１０）式より次のように表される。

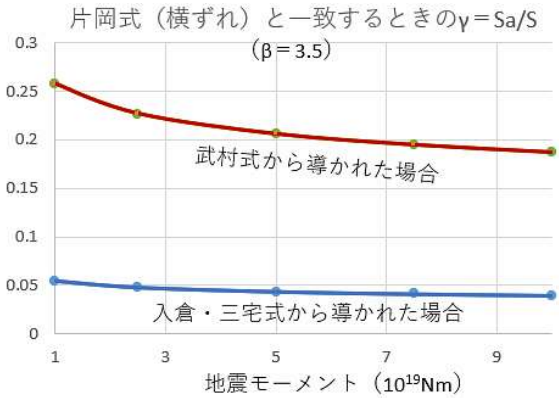
$$\gamma = F\ M_0^{1-2\alpha}\ (\ F = (7/4)^2\ (\pi\beta)^4\ (k/C^2))$$

この式はレシピ（１３）式から導かれており、Ｃとαは片岡他式（横ずれ断層）をＡ＝ＣＭ$_0{}^{\alpha}$と表したときの係数とべき指数（Ｃ＝3．162×10^{8}、α＝0．57)、ｋは入倉・三宅式または武村式をＭ$_0$＝ｋＳ^{2}と表したときの係数（ｋ＝5．562×10^{13}［入倉・三宅式］、26．30×10^{13}［武村式］)、βはＳ波速度で玄海原発ではβ＝3．5km／sと採られている。

いま、Ｍ$_0$を「武村式」で算出し，短周期レベルの算出に「片岡ほか式」（横ずれ断層の場合）を適用すると次式が得られ，それをグラフ化すると図のとおりとなる（Ｓ波速度β＝３．５ｋｍ／ｓのとき)。

$$\gamma = 117.8 / M_0^{0.14}$$

右図からすると，アスペリティ面積比γはＭ$_0$の増加につれてゆっくりと減少し，たとえばＭ$_0$＝５×１０^{19}Ｎｍでγ＝０．２１という極めて妥当な値となる。



逆にγとしてこの式を仮定すれば,「武村式」から「片岡ほか式」（横ずれ断層の場合）が導かれることになる。

他方,「武村式」に代えて「入倉・三宅式」を用いるとアスペリティ面積比γは０．０５程度の不合理な値にしかならない（図参照)。

このことから、第２ステージにおいては「武村式」と「片岡ほか式」（横ず

れ断層）を用いるのが極めて合理的であると結論される。

５　過去の地震との整合性について

（１）２０００年鳥取県西部地震及び２００５年福岡県西方沖地震の地震観測記録の再現性

相手方は、「また、壇ほかの式は、入倉・三宅式と同じように、地震調査委員会による強震動予測レシピに体系的に組み込まれ、後述の通り、地震調査委員会により２０００年鳥取県西部地震及び２００５年福岡県西方沖地震の地震観測記録の再現性が確認されている。」と主張する。

しかし、抗告人らがすでに即時抗告理由補充書、１７頁以降で詳述したとおり、２０００年鳥取県西部地震及び２００５年福岡県西方沖地震の地震観測記録の再現性が確認されたとは到底言えない。

（２）熊本地震について

相手方は、「熊本地震に関しても、熊本地震の短周期レベルＡと地震モーメントM_0との関係が壇ほかの式に整合することが佐藤（２０１６）により示されている」という。

しかし、相手方が指摘する佐藤（２０１６）（乙１３０）図１を見ると、抗告人らが先に壇ほか（２００１）の適用範囲として指摘した、M_0＜7.5E＋10^{18}Nm（つまり、M_0＜7.5E＋10^{25}dyne･cm）を超える地震はいわゆる本震のみであり、佐藤（２０１６）のデータは、本震以外は相対的に小規模な余震に基づいたものである。

（３）福井地震について

相手方は、「抗告人らは、壇ほかの式を適用するとアスペリティの面積が断層面積を超えるという矛盾が発生する例として、福井地震を挙げている。」「抗告人らが用いている地震モーメントM_0は、強震動予測レシピから導かれる数値とはなっておらず、一連の地震動評価手法である強震動予測レシピに基づいて算出した結果とはいえない。したがって、強震動予測レシピに従わずにアスペリティ面積が断層面積を超える矛盾が生じたとしても、壇ほかの式が不合理であることの根拠にはならない。」と主張する。

しかし、抗告人らの数値は実測データに基づいたものとして入倉・三宅・

釜江論文（乙６６）に紹介されているものである。一方、相手方は壇ほかの式について「観測記録との整合性も確認された」と主張するが、実測データに合わないのであれば、むしろ、観測記録と整合しないということの例証となるのであり、相手方の主張が崩れることになる。

第５　経験式が有するばらつきの考慮

１　原決定の判示と抗告人らの主張

原決定は、経験式が有するばらつきの考慮について、地震動審査ガイドの記載は、当該地域（当該震源断層のある地域と解される）の特性を考慮した上で、当該経験式を適用することの可否を検討すべきであることを示すものと解した。そして入倉・三宅式は断層幅が飽和している場合に用いるのが合理的であり、検討用地震として選定した「竹木場断層による地震」及び「城山南断層による地震」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から、債務者は、上記検討用地震が入倉・三宅式の適用範囲を満たしていることを確認したというべきであるとした（原決定８７頁）。

抗告人らは、これに対して地震動審査ガイドの記載は、当該経験式の適用の可否の問題ではなく、経験式から導かれる地震規模は平均値であるから、その地震規模については経験式が有するばらつきの考慮がなされるべきところ、これがなされていない、と批判した。

２　原決定と異なる、相手方の主張の重大な変更

相手方は、各データにおける経験式との乖離（ばらつき）は、当該地震が発生した地域の地域的な特性を示すものであるとした上（答弁書２５頁）、地震動評価に用いる経験式にばらつきがあることを踏まえ、本件原子力発電所の敷地周辺の地域的な特性を十分に考慮した上で、最終的に策定する本件原子力発電所の基準地震動Ｓｓが過小とならないよう安全側の地震動評価を行っているのであり．経

験式のばらつきを考慮していないとの抗告人らの主張は理由がない、と反論する（答弁書４０頁）。

相手方は、原審において、原決定と同じ主張をしており、原決定はそのままそれを採用していた。しかしながら当審においては、相手方は経験式のばらつきの考慮は当該経験式の適用の可否の問題との立場を捨てている。そして、経験式のばらつきの考慮については、地域的特性の考慮をもって対応し、安全側の地震動評価を行うことによって、経験式のばらつきの考慮は行った、としているのである。

３　相手方の新しい主張の誤り

地震ガイドが求める経験式が有するばらつきの考慮は、経験式の適用の可否の検討に際して行うものではなく、経験式を用いて地震規模を設定する際に行うものである。今回、相手方が経験式の適用の可否の問題ではないとした点は正しい。しかし、相手方の新しい主張は、経験式をもちいて地震規模を設定する問題とも離れている点で相変わらず誤りである。

なお念のため相手方の論理をたどってその矛盾を検討する。相手方は、以下のように主張する。

> 各データにおける経験式との乖離（ばらつき）は、当該地震が発生した地域の地域的な特性を示すものである。そこで、地震動評価において経験式を用いるにあたっては、経験式に上記の乖離（ばらつき）があることを踏まえ、評価対象地域における地震の地域的な特性を十分に考慮した上で評価する必要があるのであり、これが「ばらつき」の考慮である。

なるほど、特定の地震におけるデータの乖離（ばらつき）は当該地震が発生した地域の特性を示すものと言い得るのかもしれない。しかし具体的にどのような特性がどの程度の乖離をもたらすかについてまだわかっていないものと思われる。また相手方は、乖離が大きい地震の地域特性と本件原発敷地の地域の特性を対比することもしていない。結局相手方は、経験式との乖離（ばらつき）をいったんは

述べながら、関係のない地域的特性に話を振り替えているにすぎない。経験式との乖離（ばらつき）の考慮が地域的特性の考慮・評価と結びつくと主張するのであれば､その根拠が示されるべきである｡この関係で以下のような求釈明をする。

① 乖離（ばらつき）は当然その度合いが問題となる。この乖離（ばらつき）の大きいデータを示す地震の地域の特性と本件原発敷地の地域の特性を対比するという手法をとらずに、本件原発敷地の地域の特性のみを考慮・評価する、としているのはなぜか。

② 本件原発敷地の地域の特性から想定される地震の規模（モーメント）は、平均式の示す規模（モーメント）と比べてどの程度大きい、あるいは小さいものと判断しているのか。またその根拠はなにか。

第６　配管に対する反論

１　相手方答弁書第３章、第４、１について

相手方は、「しかしながら、技術基準規則１８条１項への適合性については、非破壊検査の実施により確認することが定められていることを踏まえると、原決定が技術基準規則１８条１項への適合性に関して、「発生した欠陥の早期発見の観点から合理的」との判断基準を立てたことは何ら不合理ではない。」と主張する。

相手方は、恣意的に亀裂や欠陥一般と、技術基準規則の定義する「欠陥」について混同する立論をしている。技術基準規則１８条１項が求めているのは、相手方のいう「規則不適合欠陥」のことである。原決定は、規則が問題にしている「欠陥」と、一般用語としての欠陥を混同した議論をしていて、不当である。

２　相手方答弁書第３章、第４、２について

（１）相手方は、本件各原発については維持規格に基づいた点検を適切に行っているので問題ない旨を主張する。

（２）この主張は、結局のところ、相手方としては維持規格に従った検査をしているのだから問題がないのだ、と言っているに過ぎない。しかし、維持規格はいわゆる学協会規格であり、法規そのものではない。

一方、原子力規制委員会の制定する解釈基準である甲５１の２は、維持規格とは相当異なった試験方法を要求しており（例えば、甲５１の２、別紙１、６頁で、クラス２配管であっても呼び径４０Ａを超える配管の一部に超音波探傷試験を求めている）。

また、維持規格は、定められた方法と異なる代替方法を採ることを容認している。加えて、維持基準は基本的に２００８年に制定されているところ、２００８年以降の技術の進歩や知見の集積を反映しておらず、玄海２の減肉問題も反映していない。

（３）抗告人らは、現実に発生した損傷事例が、相手方の検査態勢の不備を示しており、相手方に求められている疎明が出来ていないことの例証になると考えている。相手方の主張は、依然、必要な疎明が尽くされているとは言えない。

３　小括

以上より、本件各原発については、安全性に欠ける点がないとの疎明はなされておらず、本件各原子炉の運転は認められない。

第２章　当審における追加主張－火山の問題

第１　火山事象と新規制基準

１　火山事象に関する新規制基準の概要

本章は、玄海原子力発電所３号機び４号機について行った設置変更許可申請のうち火山の影響の想定に関して、原子力規制委員会が２０１７年１月１８日に行った設置変更許可処分が、実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（以下「設置許可基準規則」という。）６条１項に反して違法であることについて述べる。

実用発電用原子炉の設置許可の要件として、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（以下「炉規法」という。）４３条の３の６第１項４号が、「災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準」に適

合することとしている（設置変更許可処分についても準用。同法４３条の３の８第２項)。原規委は、同条項に基づき、設置許可基準規則を定め、その第６条は、外部からの衝撃による損傷の防止として、「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ない」としている。この「自然現象」の中に火山の影響も含まれる（設置許可基準規則の解釈６条２項)。

原子力発電所への火山の火山活動の適切な評価のための基準として、原規委は、「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。甲１１０）を定めている。

なお、火山ガイド１．１には、「本評価ガイドは、新規制基準が求める火山の影響により原子炉施設の安全性を損なうことのない設計であることの評価方法の一例である。また、本評価ガイドは、火山影響評価の妥当性を審査官が判断する際に、参考とするものである。」と規定されているが、現状、設置変更許可処分に至るまでの適合性審査において、いかなる「火山の影響」を「想定される自然現象」と判断するかについては、火山ガイド以外に具体的審査基準と言えるものはない。

２　火山ガイドが求める評価の流れ

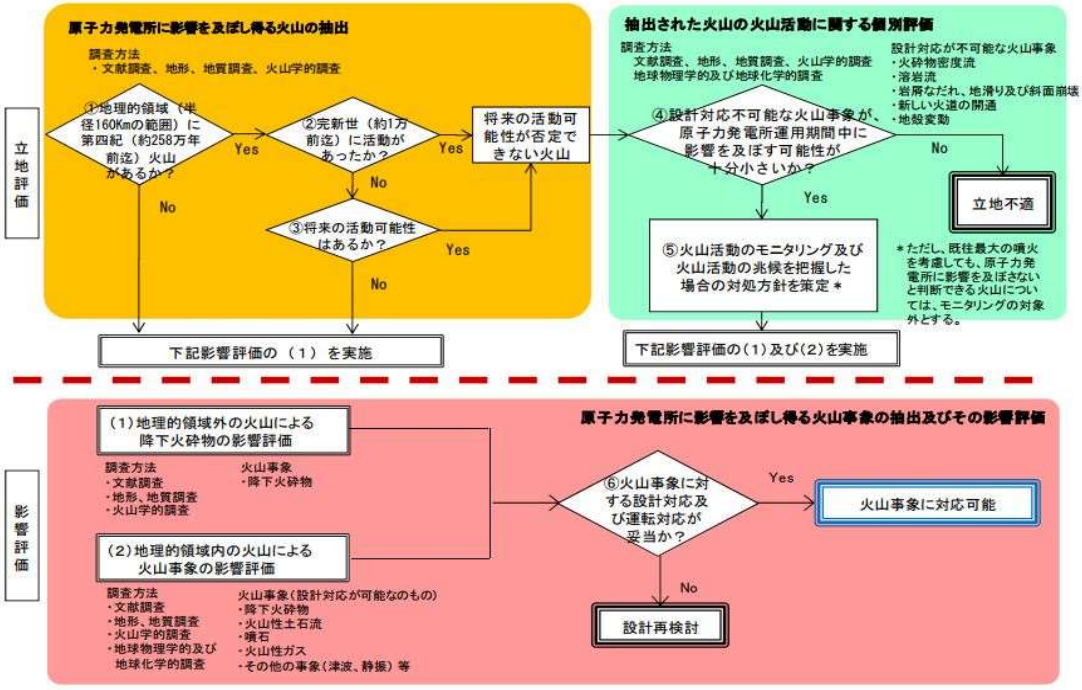


図１　原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の基本フロー

火山ガイドが示すフローチャート（甲１１０）

火山ガイドは、前頁図１の基本フローに従って立地評価と影響評価の２段階で審査を行うことを定めている。

（１）立地評価

ア　原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

まず、立地評価においては、地理的領域（半径１６０㎞の範囲）内における第四紀（約２５８万年前以降現在まで）火山のうち、「将来の活動可能性が否定できない火山」かどうかを確認する（立地評価の左側黄色部分②③）。

イ　抽出された火山の火山活動に関する個別評価

将来の活動可能性が否定できない火山とされた場合には、火砕物密度流、溶岩流及び岩屑なだれなど、設計対応が不可能な火山事象が原発の運用期間中に影響を及ぼす可能性が十分小さいといえるか否かを検討する（立地評価の右側緑色部分④）。その結果、設計対応不可能な火山事象が原発に到来する可能性が十分小さいといえない場合には、立地不適となる。立地不適とならなくても、既往最大の噴火を考慮して、原子力発電所に影響を及ぼさないと判断できない火山については、モニタリングの対象となる（⑤）。

（２）影響評価

次に、影響評価においては、地理的領域外の火山は降下火砕物のみについて、地理的領域内の火山は降下火砕物の他、火山性土石流、噴石、火山性ガス等について、当該原発の安全性に影響を与える可能性のある火山事象を抽出し、各事象の特性と規模を設定する。そして、設定された各火山事象に対する設計対応及び運転対応が妥当か否か、すなわち安全施設の安全機能が損なわれないかどうかが評価されることとなる（影響評価の右側⑥）。

３　本件について

本件においては、この基本フローのうち、④立地評価の右側緑色部分、赤色部分の影響評価の（１）（２）地理的領域内外の火山による降下火砕物の設定及び⑥火山事象に対する設計対応・運転対応妥当性判断において、看過し難い過誤、欠落が存在する。

第２　立地評価

１　立地評価における火山ガイドの不合理性

平成２８年４月６日川内原発福岡高裁宮崎支部即時抗告審決定は、「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わざる得なから、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科学的調査等によって 検討対象火山の噴火時期及び規模が相当前の時点で的確に予測きることを前提している点において、その内容が不合理であると言わざるを得ない」と審査基準の不合理性を明確に認定し（２１８頁)、「発電用原子炉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は困難であるという現在の科学技術水準の下では、少なくとも**過去の最大規模噴火により設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に到達したと考えられる火山**が当該発電用原子炉施設の**地理的領域に存在する場合**には、**原則として立地不適**とすべきである」（２１８～２１９頁）と基準を定立している。つまり、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ができない以上、「設計対応が不可能な火山事象が原発の運用期間中に影響を及ぼす可能性が十分小さいといえるか否か」（立地評価の右側緑色部分④）を検討するまでもなく、立地不適と判断するべきだということである。

２　①地理的領域に第四紀火山があるか（立地評価の左側黄色部分）

平成２９年１月１８日付「九州電力株式会社玄海原子力発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書（３号及び４号発電用原子炉施設の変更）に関する審査書（核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第４３条の３の６第１項第２号、第３号及び第４号関連)」（以下、「平成２９年１月１８日審査書」という。甲１１１）では、「文献調査等の結果より敷地から半径１６０ｋｍの地理的領域内にある４９の四紀火山」を抽出している（甲１１１・６４頁、甲１１２・４頁には４９火山の名称が記載されている。)。また、「地理的領域外についても、九州において過去に火山爆発度指数７以上の噴火が発生した加久藤・小林カルデラ、姶良カルデラ、阿多カルデラ及び鬼界カルデラの４火山」を抽出している（甲１１１・６４頁)。

なお、火山噴火の規模を表す一つの指標として、火山爆発指数＝ＶＥＩ（Volcanic Explosivity Index の略）があり、相手方もこの指標を用いて噴火規模

を表している（甲１１３・６６頁等)。噴出した火砕物（火山灰、火砕流等）の量で評価され、ＶＥＩの値が１上がるごとに、噴出物の量は１０倍になる。ただしＶＥＩ０はＶＥＩ１未満の全てが含まれ、ＶＥＩ１とＶＥＩ２の間は１００倍の差がある。具体的には、ＶＥＩ５は１㎥以上１０㎥未満、ＶＥＩ６は１０㎥以上１００㎥未満、ＶＥＩ７は１００㎥以上１０００㎥未満となる。相手方は、ＶＥＩ５～ＶＥＩ６を巨大噴火、ＶＥＩ７以上を破局的噴火と表している（甲１１３・６６頁等)。

３　②完新世に活動があったか、及び③将来の活動可能性はあるか（立地評価の左側黄色部分）

平成２９年１月１８日審査書によると、「文献調査等の結果より敷地から半径１６０ｋｍの地理的領域内にある４９の四紀火山のうち、完新世に活動を行った火山として雲仙岳、阿蘇カルデラ、福江火山群、九重山、由布岳、鶴見岳の６火山を抽出した。なお、地理的領域外についても、九州において過去に火山爆発度指数（以下「ＶＥＩ」という。）７以上の噴火が発生した加久藤・小林カルデラ、姶良カルデラ、阿多カルデラ及び鬼界カルデラの４火山を抽出した」（甲１１１・６４頁）としている。

また、「完新世に活動を行っていない火山について、階段ダイヤグラムを作成し、最後の活動からの経過期間等から３２火山を将来の活動性がないと評価し、将来の活動可能性が否定できない火山として１１火山を抽出した」(甲１１１・６４頁、甲１１２・８頁には１１火山の名称が記載されている。）としている。

つまり、相手方は、合計２１火山を「将来の活動可能性が否定できない火山」として抽出している。

規制委員会は、申請者が実施した本発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出は、階段ダイヤグラムの作成等により過去の火山活動履歴を評価して行われていることから、火山ガイドを踏まえていることを確認した（甲１１１・６４頁)。

九州電力は、②完新世に活動があった火山、③完新世に活動がないが将来の活動可能性がある火山の双方を認め、「将来の活動可能性が否定できない火山」があることを認めている。

４　抽出された火山の火山活動に関する個別評価（立地評価の右側緑色部分）

（１）運用期間中の火山活動可能性の評価

ア　九州電力の主張

平成２９年１月１８日審査書（甲１１１・６５頁）によると、

「鹿児島地溝（加久藤・小林カルデラ、姶良カルデラ及び阿多カルデラ含まれる地帯）全体としてのＶＥＩ７以上の噴火の平均発生間隔は約９万年であり、当該地域における最新のＶＥＩ７以上の噴火は約３．０万年前ないし約２．８万年前であることから、鹿児島地溝についてはＶＥＩ７以上の噴火の活動間隔は、最新のＶＥＩ７以上の噴火からの経過時間に比べて十分長く、運用期間中におけるＶＥＩ７以上の噴火の活動可能性は十分低いと評価した。」

「Nagaoka（1988）による噴火ステージ、鍵山編（2003）、東宮（1997）などによるマグマ溜まりの浮力中立点に関する検討及び Roche and Druitt（2001）、篠原ほか（2008）などによるメルト包有物・鉱物組成等に関する分析結果などに基づくと、ＶＥＩ７以上の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）がＶＥＩ７以上の噴火直前の１００年程度の間に急激にマグマが供給されたと推定している知見、及び地球物理学的調査の情報からカルデラの地下構造を推定した知見等に基づき、国土地理院の電子基準点間基線距離の変化率からマグマ供給の状態を推定し、また、階段ダイヤグラムに基づく噴火の評価を行うことで、現在のマグマ溜まりがＶＥＩ７以上の噴火直前の状態ではないと評価し、阿蘇カルデラ、鹿児島地溝のカルデラ及び鬼界カルデラにおける運用期間中のＶＥＩ７以上の噴火の活動可能性は十分に小さいと評価した。」

としている。

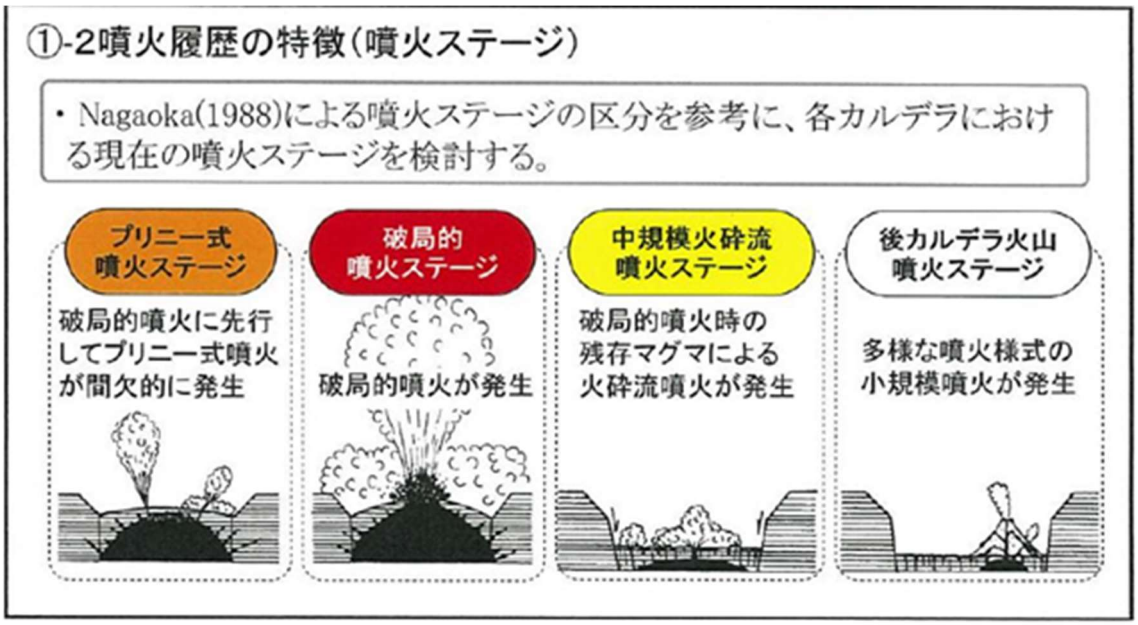
イ　抗告人らの主張

火山ガイドは、将来の活動可能性があると評価した火山について、①将来の活動可能性を評価する際に用いた調査結果、必要に応じて実施する②地球物理学的調査の結果、③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（原則として４０年、原子炉等規制法４３条の３の３２。）における検討対象火山の活動の可能性を総合的に評価し、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べきものとしている（甲１１０・９頁）。

しかし、現時点での火山学の知見を前提した場合に、上記①ないし③の調査により原子力発電所の上記運用期間中における検討対象火山の活動可能性が十分小さいかどうかを判断できると認めるに足りる証拠はない。

この点につき、九州電力は、火山の評価方法につき、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）の順をたどるというNagaoka(1988)によるステージの区分を参考に、検討している（甲１１３・１２頁）。これによると、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（甲１１３・１９頁）。



（上図は、甲１１３・１２頁、甲１１２・１０頁より引用。）

しかし、九州電力の主張によっても、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）から、②破局的噴

火ステージ（破局的分噴火が発生）に移行するまでの時間的間隔は不明であり、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（甲１１４・広島高裁２０１７年１２月１３日決定３５１頁）。

また、九州電力は、Druitt et al.（2012）（正確な出典は Druitt、 et al.:Nature、482、pp.77-80（2012）　以下、「ドゥルイット論文」という。）を論拠に「運用期間中のＶＥＩ７以上の噴火の活動可能性は十分に小さい」と評価しているが、このドゥルイット論文は、少なくとも日本における火山予知を可能だとする論拠にはならない。

この点、藤井敏嗣火山噴火予知連絡会会長は、原子力規制委員会の原子力施設における火山活動のモニタリングに関する検討チーム第１回会合（２０１４年８月２５日）で、

「マグマの蓄積が行われるのは、必ずしも地表が膨らむというわけではなくて、マグマ溜まりが下側に沈むといいますか、底が沈むことによってボリュームを稼ぐことができて、地表には現れないかもしれないという議論をこの論文の中でしております。」（甲１１５・１７頁）

「Druitt のこの論文は、３５００年前のサントリーニ火山のミノア噴火では準備過程の最終段階の１００年間に数～１０㎥のマグマ供給があったということを述べただけで、カルデラ一般について述べたものではない。これは本人にも確認をしましたけれども、これ、一般則を自分は述べたつもりはないというふうに言っています。」（甲１１５・１７頁）

このようにドゥルイット論文自体がその地下構造の分析結果がすべての火山にあてはまるわけではないと述べており、かつ、藤井敏嗣火山噴火予知連絡会会長が直接ドゥルイット氏から同氏が論文で一般則を述べたつもりはないことを確認している。そうすると、ドゥルイット論文を論拠に、火山噴火を事前に予測することは不可能であり、「阿蘇カルデラ、鹿児島地溝のカルデラ及び鬼界カルデラにおける運用期間中のＶＥＩ７以上の噴火の活動可能性は十分に小さい」と評価することはできない。

そればかりか、現時点での噴火予測についての火山学の一般的知見は、以下のとおり、火山噴火の予知はできないというものである。

a　火山学者緊急アンケート（甲１１６）

「綿密な機器観測網の下で大規模なマグマ上昇があった場合に限って、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は至っていません。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。

こうした現状を考えれば、『少なくとも数十年以上前に（破局的噴火の）兆候を検知できる』という九州電力の主張は荒唐無稽であり、学問への冒瀆と感じます。九州電力は、数多くの優秀な技術者を抱えるライフライン企業なのですから、願望と事実はしっかり区別してほしいと思います。

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。」

b　藤井敏嗣「わが国における火山噴火予知の現状と課題」（甲１１７）

「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．観測点の整備計画などでは、大学における概算要求との関

係から、噴火間隔などに基づく中期的な予測をもとに予算計画が立てられたのであるが、比較的噴火間隔が規則的な火山においても、必ずしもこの意味での中・長期的予測には成功したとはいえない.」

「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.」

「わが国において、数十 km^3 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（例えば、町田・新井、2003）．このような規模の爆発的噴火を過去に頻繁に繰り返してきた南九州でカルデラ噴火が発生した場合、周辺 100 km 程度が火砕流のために壊滅状態になり、更に国土の大半を 10 cm 以上の火山灰で覆うことが予測されている(Tatsumi and Suzuki、 2014)．この種の噴火の最終活動は鬼界カルデラ噴火であり、既に 7,300 年が経過している（町田・新井、2003）．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.」

ウ　まとめ

上記のように超巨大噴火は６０００年から１万年に一度ともいわれているところ、原子力発電所の運用期間は原則４０年である。このような短期間の間の火山活動可能性が十分小さいか予測ができるという根拠はどこにも示されていない。立地評価に関する火山ガイドの定めは、検討対象火山の噴火時期及び規模が相当以前の時点で的確に予測できることを前提とするものであり、これは不合理というほかはない（平成２８年４月６日川内原発福岡高裁宮崎支部即時抗告審決定参照)。

（２）設計対応不可能な火山事象の到達可能性の評価

ア　九州電力の主張

平成２９年1月１８日審査書（甲１１１・６５頁～６６頁）によると、

「運用期間中の噴火規模について、阿蘇カルデラ、鹿児島地溝のカルデラ及び鬼界カルデラについては現在の噴火ステージにおける既往最大規模を、その他の 16 火山については各火山の既往最大規模をそれぞれ考慮した。これらの火山と敷地は十分に離隔距離があること等から、溶岩流、岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊、新しい火口の開口並びに地殻変動については､本発電所に影響を及ぼさないと評価した。」

「火砕物密度流に関しては、阿蘇カルデラ以外の火山については、敷地までの離隔距離から評価すると考慮する必要がない。阿蘇カルデラは、地質調査の結果、敷地から半径 30km の範囲には阿蘇４火砕流堆積物が複数箇所で確認されるものの、敷地では認められない。」

「このように、本発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価を行った結果、阿蘇カルデラ、鹿児島地溝のカルデラ及び鬼界カルデラについては現在の噴火ステージにおける既往最大規模、それ以外の火山は既往最大規模の噴火を考慮しても本発電所に影響を及ぼさ

ないと評価した。」

としている。

イ　抗告人らの主張

前記（１）によれば、本件では、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。そして、検討対象火山の調査結果からは原子力発電所運転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原子力発電所の到達する可能性が十分小さいかどうか検討する必要がある(甲１１０「火山ガイド」４．１（３)、甲１１４広島高裁２０１７年１２月１３日決定３５９頁参照)。

火山ガイドにおいて１６０㎞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１６０㎞であると考えられているためであるから、阿蘇カルデラにおいて阿蘇４噴火と同規模の噴火が起きた場合、阿蘇カルデラから約１２０㎞の距離にある本件敷地に火砕流が到達する可能性が十分小さいと評価するためには、相当程度確かな立証（疎明）が必要である（甲１１４・広島高裁２０１７年１２月１３日決定３５９頁参照)。

九州電力は、阿蘇カルデラについて、「敷地から半径 30km の範囲には阿蘇４火砕流堆積物が複数箇所で確認されるものの、敷地では認められない。」（甲１１１・６５頁）ことを論拠に本発電所に影響を及ぼさないと評価しているが、阿蘇４の最大到達距離が１６０キロメートルと、阿蘇カルデラから本件敷地までの距離である１２０㎞を優に超えていること、現実に本件敷地から半径３０㎞までの距離に阿蘇４火砕流堆積物が到達していることからすると、本件敷地に火砕流が到達する可能性は十分あり、「本発電所に影響を及ぼさないと評価」することはできない。

しかも、平成２８年９月１６日付「玄海原子力発電所火山について（コメント回答)」（甲１１８）も合わせ考えると、阿蘇４火砕物密度流が本件敷地に到達していたと認められる。阿蘇４火砕流堆積物調査結果〔露

頭②〕では、背振山地（標高１０００ｍ前後）を超えて、佐賀県富士町杉山（本件敷地から約３０㎞）の標高約６００ｍ地点に到達しており、「浸食により現在の厚さは２ｍ程度であるが、もともとは１０ｍ近くの厚さで谷全体を埋め尽くしていたと推定される」とされており、同地点の標高及び堆積物の厚さからするとさらに先の地点まで火砕流が到達していたこと、火砕流堆積物が浸食により消滅することを示している。阿蘇４火砕流堆積物調査結果〔露頭①〕では、前記露頭②よりもさらに本件敷地に近づき、佐賀県浜玉町柳瀬（本件敷地から３０㎞以内）の標高約５０ｍ地点において、「風化程度の低い層厚１０ｍ以上の阿蘇４火砕流堆積物が認められる」とされており、同地点の標高及び堆積物の厚さからするとさらに先の地点まで火砕流が到達していたことを示している。本件敷地南方に位置する阿蘇４火砕流堆積物調査結果〔露頭③～⑨〕では、佐賀県伊万里市南波等（本件敷地から３０㎞以内）の標高約２０ｍ～４０ｍ地点において、約５０㎝～３ｍ以上の火砕流堆積物が確認されており、同地点の標高及び堆積物の厚さからするとさらに先の地点まで火砕流が到達していたことを示している。

また、他の阿蘇４火砕流堆積物の分布状況、とりわけ阿蘇の噴出中心から海を隔てた約１５０ｋｍ離れた山口県秋吉台で数メートルの厚さの阿蘇４火砕流堆積物が確認されていることからすれば、阿蘇の噴出中心から約１２０ｋｍしか離れていない本件原発に阿蘇４火砕流が到達しているということは高度に推認される（甲１１４・広島高裁３５９頁参照）。

さらに、前記阿蘇４火砕流堆積物調査結果で見たように、火砕流堆積物は、立地条件や時の経過から浸食により消滅する。相手方は、阿蘇４の火砕流堆積物が９万年の間に侵食によって消滅した可能性がないことを疎明できていない。

（３）小結

火砕流が原子力発電所に到達する場合、到底設計対応することはできない。「④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ぶ可能性が十分小さいか」が問題となるところ、原子力発電所運用期間中の火山活動の噴火や規模などを的確に予測することを前提としている点でガイドは不

合理である。そして噴火規模の推定もできないから、過去最大規模を想定して検討する必要がある。阿蘇カルデラにおける阿蘇４噴火は、１６０㎞まで到達したとされ、本件発電所敷地までは１２０㎞であり、本件敷地に到達していたことは高度に推認されるのである。なおガイドは影響範囲を判断できない場合には、国内既往最大到達距離を影響範囲とするとしている（４．１．（３））。

５　まとめ

本件原発敷地については、①地理的領域に第四紀の火山が存在し、その中には②完新世に活動があるものがあり、また③この活動がないが将来の活動可能性がある火山が存在すること、従っていずれにしても将来の活動可能性が否定できない火山があることは申請者である九州電力が許可申請書の中で認めている。この中で、阿蘇４の噴火により設計対応不可能な火山事象である火砕流が本件原子力発電所敷地に到達する可能性が十分小さいとはいえず、火山ガイドに反し立地不適である。従って影響評価を判断するまでもなく、設置変更許可処分は設置許可基準規則６条１項に反し違法である。

第３　影響評価

上記第２のとおり、本件原子力発電所は立地不適であるから、影響評価について判断する必要はないが、予備的に影響評価についての主張をする。

１　相手方の主張

平成２９年１月１８日付審査書（甲１１１）によると相手方は以下のとおり主張している。

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

（２）降下火砕物については、文献調査及び地質調査の結果、九州において VEI7 以上の噴火の可能性を否定した火山による広域テフラ以外の降下火砕物は敷地及び敷地付近には認められない。敷地に対して最も影響が大きい降下火砕

物は、敷地からの距離と噴出物量との関係から九重山における約 5 万年前の九重第１噴火によるものであり、6.2 ㎥規模の噴火を考慮し、移流拡散モデルを用いたシミュレーションを実施した結果、最大層厚としては、2.2cm であった。

（３）以上の検討から、敷地における降下火砕物の最大層厚を 10cm と設定した。降下火砕物の粒径及び密度は、文献調査結果を踏まえ、粒径を 2mm 以下、乾燥密度を 1.0g/㎤、湿潤密度を 1.7g/㎤と設定した。そしてこれらの設定を前提にして、本件原子力発電所の安全施設の安全機能が損なわれない、と主張するものと思われる。

２　降下火砕物最大層厚及び密度の過小評価

（１）地理的領域外の火山による降下火砕物

前記第２の４（１）ア記載で引用したとおり、相手方は、約３万年前にＶＥＩ７の破局的噴火を起こした姶良カルデラ、約０．７万年前にＶＥＩ７の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。たとえば、姶良カルデラの破局的噴火は、近畿地方ですら２０㎝以上の火山灰堆積がみとめられており、同規模の噴火が起これば、本件敷地に２０㎝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㎝と設定しているが、１０㎝で足りることが主張疎明されていない。

（２）物理的領域内の火山による降下火砕物

阿蘇カルデラの地下には、少なくとも体積１４．１㎥～３３．５㎥のマグマ溜まりが存在する（甲１１９・須藤ほか「阿蘇火山の地盤変動とマグマ溜まり：長期間の変動と圧力源の位置」『火山』51 巻 5 号 2006 年 p.303　同論文では直径３km～４km のマグマ溜まりの存在が指摘しており、

$$V=\frac{4}{3}\pi r^3$$

の計算式により、体積１４．１㎥～３３．５㎥が算出される）。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、本件発電所の運用期間中に阿蘇山にお

いてＶＥＩ６（噴出体積１０㎥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㎥）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１噴火の噴出量（６．２㎥）の約２倍近くになるから、最大層厚を２．２㎝と評価するのは明らかに過小評価である。

そもそも、前記２で述べたとおり、地理的領域外の火山噴火ですら、本件敷地には２０㎝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㎥以上のＶＥＩ７噴火）と同規模の破局的噴火がおこれば、本件敷地での火山灰堆積は２０㎝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㎝、降下火砕物の乾燥密度 1.0g/㎤、湿潤密度を１．７ｇ／㎤とすることも過小評価であることは明らかである。

３　設計対応及び運転対応の妥当性

ガイドは「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」とする。そして降下火砕物の直接的影響の確認事項として、３項目をあげるが、特に「③　外気取入口からの火山灰の侵入により、換気空調系統のフィルタの目詰まり、非常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、相手方の１０ｃｍの層厚は明らかに過小評価であり、２０ｃｍ以上の層厚に対して、設計あるいは運転対応が可能なことが示されていなければならない。すなわち２０ｃｍの層厚の火砕降下物に対して上記の③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、従って本件発電所についてはこの確認がなされていない。

したがって、本件原子力発電所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、設置変更許可処分は設置許可基準規則６条１項に反し違法無効である。

以上