

平成24年（行ウ）第117号 発電所運転停止命令義務付請求事件

原告 134名

被告 国

## 準備書面(23)

2018（平成30）年3月12日

大阪地方裁判所第2民事部合議2係 御中

原告ら訴訟代理人

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 高 山 巖

弁護士 瀬 戸 崇 史

復代理人

弁護士 谷 次 郎

## 目次

第1 被告第19準備書面、第1（島崎見解に関連する被告主張）に対する反論	5
1 島崎発表における入倉・三宅式（2001）の式の変形に関する被告主張に対する反論	5
2 将来予測の場面で入倉・三宅式を用いて評価することに関する被告主張に対する反論	6
3 島崎提言が入倉・三宅式（2001）の検証において均質すべり震源モデルを仮定して推定した暫定解を使用していることは科学的に誤りである旨の被告主張に対する反論	7
第2 被告第19準備書面、第2に対する反論	8
1 被告の主張と原告の行う反論	8
2 震源インバージョンと入倉・三宅式との関係	9
（1）震源インバージョンとはなにか	9
（2）「入倉・三宅式」の震源断層面積Sは震源インバージョンによるデータである、との主張の誤り	10
（3）破壊域と震源断層面積との関係	10
3 被告主張①島崎氏の証言について（被告第19準備書面、第2、1）	13
4 被告主張②破壊域を用いること（被告第19準備書面第2、2）	14
5 被告主張③仮定による断層面積（破壊域）の問題（被告第19準備書面第2、3）	15
6 被告主張④熊本地震（被告第19準備書面第2、4）	15
第3 「レシピ」に係る被告主張に対する反論	16
1 川内原子力発電所の地震動評価の容認は「レシピ」の一部改変なのか	16
（1）被告主張の確認	16
（2）原告らの主張の確認	16
（3）被告が議論を避ける理由	17
（4）「レシピパッケージ」論の批判	17
ア 被告の「パッケージ」論	17
イ 観測記録との整合性が検証された評価手法ではないこと	18
ウ 関係式の他の式への置き換えについて	18

2	「壇ほか式」を推本レンピが採用することは科学的合理性を欠くという原告の主張に対する被告の反論と原告からの再反論	20
第4	「壇ほか式」は実際の地震観測データに整合するものであることが合理的に検証されているとする被告の主張には理由がないこと	23
1	被告の主張	23
2	原告らの反論	24
(1)	①に対する反論（被告の主張に基づけば「壇ほか式」には適用範囲 ( $M_0 < 7.5 \times 10^{18} \text{ Nm}$ ) が存在すると考えられること)	24
(2)	②に対する反論	25
(3)	③に対する反論	25
第5	「壇ほか式」が用いた地震データのうち入倉・三宅式 (2001) が有効な領域であるデータから地震モーメントと短周期レベルを求めた関係式の傾きが負になるとの原告らの主張に対し、このような関係式は、「壇ほか式」が関係式を導くために用いた地震データとは異なる地震データに基づいて策定されたものとなる以上「壇ほか式」とは全く異質なものであって、同式の当否を論ずる根拠とはなり得ないとする被告の主張には理由がないこと	26
1	被告の主張	26
2	原告らの反論	27
第6	「壇ほか式」の適用範囲のデータであっても、アスペリティ面積比が1を超えることがある旨の原告らの主張は、推本レンピに規定された経験式に従わずに算出された数値を根拠とするもので「壇ほか式」が不合理であることの根拠とならないとの被告の主張が理由のないこと	27
1	被告の主張	28
2	原告らの主張	28
第7	「壇ほか式」はアスペリティ面積比そのものを求める経験式ではなく、アスペリティ面積比が過大な値になるのは他の経験式との組み合わせによるものであって、「壇ほか	

式」の法則的傾向ではないとの被告の主張に理由がないこと	29
1 被告の主張	29
2 原告らの主張	29
第8 「壇ほか式」には適用範囲 ( $M_0 < 7.5 \times 10^{18} \text{Nm}$ ) が存在すると考えられること	31
1 被告の主張に基づけば「壇ほか式」には適用範囲 ( $M_0 < 7.5 \times 10^{18} \text{Nm}$ ) が存在すると考えられること	31
2 地震モーメントが「 $M_0 > 7.5 \times 10^{18} \text{Nm}$ 」(以下「第2ステージ」という。)の領域においては「片岡ほか式」を用いるべきであること	33
(1) 「入倉・三宅式」、「武村式」から基本的に「片岡ほか式」を導くことができること	33
(2) 第2ステージにおいて「壇ほか式」を用いた場合にアスペリティ面積比が1を超えると いう矛盾が生じるが、「片岡ほか式」を用いた場合はこのような矛盾は生じないこと	35
(3) 小括	36
第9 本件各原発が火山対策に関連して設置許可基準規則6条1項に違反すること	36
1 はじめに	36
2 火山ガイドの要求	36
3 参加人関西電力の対応	37
4 設置許可基準規則は許可の要件であること	37
5 層厚、気中降下火砕物濃度が過少評価であること	38
(1) はじめに	38
(2) 大山との関係	38
(3) 始良(あいら)	39
(4) まとめ	39
6 結論	40

## 第1 被告第19準備書面、第1（島崎見解に関連する被告主張）に対する反論

### 1 島崎発表における入倉・三宅式（2001）の式の変形に関する被告主張に対する反論

- (1) 被告は、島崎発表・島崎提言における入倉・三宅（2001）の式の変形は、一律に断層幅を14km、断層傾斜角を垂直に固定しているなど科学的合理性を欠いたものであり、島崎発表に基づいた原告らの主張には理由がない旨を主張する。とりわけ被告は、島崎発表が震源断層面積を個別具体的に把握することを前提として策定された「入倉・三宅式」について、断層長さのみに依拠して地震モーメント $M_0$ を算出する式に変形していることについて、不合理であると主張する。
- (2) しかし、被告も、断層幅 $W$ が飽和するという事自体は認めている。原告らが準備書面（20）、13頁でも述べたとおり、入倉・三宅（2001）（甲96）では、断層の長さが20キロメートルの場合、断層幅16.59キロメートルで飽和としている（甲96、857頁5）及び858頁図6参照）し、推本レシピも、震源断層モデルの幅 $W$ が、地震発生層の厚さ $T_s$ （垂直断層の場合、20キロメートル以下の一定の値になるとしている）に応じて飽和して一定値になるとしている（乙87、3頁）。

被告は、島崎氏が、断層長さのみに依拠していること、 $W$ を一律14キロとすること、断層傾斜角垂直の仮定を置くことが不合理であると主張する。その仮定自体に議論の余地はあるとしても、島崎氏の置く仮定自体によって、島崎氏の見解に科学的合理性がないということにはならない。例えば、甲137では、島崎氏は断層傾斜角60度を仮定すると、入倉・三宅（2001）から導かれた式である（4）の係数が1.09から1.45になるとしており、断層傾斜角90度の時と比べると1.33倍程度値が大きくなるが、島崎氏は入倉・三宅（2001）から導かれた（4）式を用いた地震モーメントの値が4倍程度異なり、過小評価になるとしているのであり、断層傾斜角60度の場合も依然過小評価であるということはいえ

るのである。

- (3) また、被告は、島崎氏が島崎証言において14キロメートル、垂直の仮定が西日本の活断層を意識したものである旨を証言していることが信用できないというが、島崎発表・島崎提言は、日本海側の津波評価が過小評価ではないか、という点が発点であり（甲148）、島崎論文でも結論としては「日本海西部」を過小評価としているのであるから（甲152、659頁）、信用できないということにはならない。

## 2 将来予測の場面で入倉・三宅式を用いて評価することに関する被告主張に対する反論

- (1) 被告は、各種調査結果により設定した震源断層形状を入倉・三宅式（2001）に適用した上で、将来起き得る地震動の予測（評価）を行うことは科学的に合理性を有するものであり、このような予測（評価）は広く行われている旨を主張して、原告らの主張に反論する。
- (2) しかし、島崎氏は、まさに被告主張のこの点に対する危機感を持っているというべきである。島崎論文（甲152）は、津波予測の分野に関してではあるが、入倉・三宅式を用いた将来予測について過小評価があることを問題視している。そして、この過小評価を既成事実化すれば、想定外の地震動により再び原発事故が起これかねないとの警鐘を鳴らしている（甲152、653頁）。
- (3) また、被告は、各種調査結果により推定・設定した震源断層形状を入倉・三宅式に適用した上で、将来起これ得る地震動評価を行うことは科学的に合理的であり、原告らが「L s u b」について誤解している旨の主張をしている。しかし、被告はその第16準備書面で、島崎発表における断層長さを、「震源インバージョン解析の結果得られたL s u b」と対比し、異なることを以て科学的合理性を否定していたところ、今回、「各種調査結果により推定・設定した震源断層形状」もL s u bに含まれるものである、と、主張を微妙に変えている。

そして、各種調査結果により推定・設定した震源断層形状から得られる「L s u

b」と、震源インバージョン解析の結果得られる「L s u b」は同じになる保証はないのだから、被告の原告らに対する反論は当を得ない。

(4) さらに、被告は1991年発行の『[新編] 日本の活断層』(乙70)を引き合いに出して、島崎氏が1995年兵庫県南部地震の断層を根拠なく短縮している旨を主張するが、批判として正当ではない。被告が主張する「総延長70ないし80km程度の断層帯」とは、淡路島から有馬・高槻に至る複数の断層を一体のものとして取り出しているが、1995年兵庫県南部地震は淡路島から有馬・高槻に至る断層帯が全部動いた訳ではない。島崎氏は、実際に地震を発生させたと考えられる断層について、事前にわかる情報で評価したものに過ぎないのであり、被告は島崎氏の主張を曲解していると言わざるを得ない。

### **3 島崎提言が入倉・三宅式(2001)の検証において均質すべり震源モデルを仮定して推定した暫定解を使用していることは科学的に誤りである旨の被告主張に対する反論**

(1) 被告は、「入倉・三宅式(2001)は、震源断層の断層すべりが不均質であることを前提に、震源断層の大きさや強震動を出す領域の大きさを評価する式である」旨を主張する。

(2) しかし、この被告主張は、入倉・三宅式と、入倉・三宅(2001)の論文全体の趣旨を混同した議論であると言わざるを得ない。

確かに、入倉・三宅(2001)(甲96)の論文の全体としては微視的パラメータとしての不均質性についての論述がある。しかし、原告らが問題にしている「入倉・三宅式」は、入倉・三宅(2001)の論文中、巨視的パラメータである断層面積と地震モーメントとの間の経験式として与えられているものである。この経験式の基になったデータセットが震源インバージョンによるものではないことは、原告ら準備書面(20)、第2、1で主張しており、被告も第19準備書面、第2、2で認めている。

また、入倉・三宅式が「震源断層の大きさや強震動を出す領域の大きさを評価す

る式である」という被告主張は端的に誤りである。震源断層の大きさから、地震モーメントを算出する式である。

被告の、入倉・三宅式が震源断層の断層すべりが不均質であることを前提に、震源断層の大きさや強震動を出す領域の大きさを評価する式である、というまとめ方は明らかにおかしく、被告の主張は当を得ない。

## 第2 被告第19準備書面、第2に対する反論

### 1 被告の主張と原告の行う反論

被告第19準備書面第2は、①「島崎提言」等の著者である島崎氏自身が、入倉・三宅式(2001)が震源インバージョンの結果を正当に表した正しい式であると証言していること、②入倉・三宅式(2001)による計算結果と震源インバージョンの結果とが整合的であることが確認されており、同式のデータセットが震源インバージョンに基づくものだけではないことを理由に、同式を批判する原告らの主張には理由がないこと、③入倉・三宅式(2001)と震源インバージョンの結果の整合性を確認した入倉(2014)において、検討対象とされた国内地震に係る断層面積についてトリミングがされていないのは、その必要がなかったことを意味するものに過ぎず、これを理由に、同式を批判する原告らの主張には理由がないこと、④熊本地震を震源インバージョンによって解析している「久保ほか(2016)」及び「浅野(2016)」の震源インバージョン解析結果が大きく異なることを理由に、震源インバージョンの問題点を指摘する原告らの主張には理由がない、ことをそれぞれ主張する。

被告は、被告第19準備書面第2の表題が「入倉・三宅式(2001)が前提とする「震源インバージョン」に問題がある・・・」とするように入倉・三宅式と震源インバージョンをことさらに結びつけ、震源インバージョンの合理性・有用性をもって入倉・三宅式が合理的であることを補強しようとしているようである。しかしながら両者は全く別なものである。我々も震源インバージョンの手法については一定の評価をするも

のである。

以下まず震源インバージョンについてその内容を確認する。そして既に原告準備書面（20）第2、1で述べたように被告の「入倉・三宅式の震源断層面積 $S$ は震源インバージョンによるデータである」との主張が誤りであることを確認する。そして、入倉・三宅は、入倉・三宅式をつくるにあたり、破壊域と断層面積を同一視しているがその根拠はないことを指摘する。その上で上記の被告主張①は、島崎の見解はおそらく被告と同じ誤解に基づくものであることを説明する。また被告主張②び③は破壊域と断層面積を同一視する誤った前提に立つ等その主張自体失当であることを示す。さらに被告主張④については、震源インバージョンによる破壊域は解析者によって数字が大きく異なり、そのように大きく異なりうる数字の一部を取り上げて入倉・三宅式という関係式の正当性を検討することの問題点を指摘する。

## 2 震源インバージョンと入倉・三宅式との関係

### (1) 震源インバージョンとはなにか

震源インバージョンとは、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る。

震源が動くと地震波が生じ、各地に地震波が到達する。震源インバージョンは、複数の観測地点で得られた地震波の観測記録に基づき、仮定した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（これを「インバージョン解析」という）によって求め、それらの結果から震源断層を推定するという手法である。

震源インバージョンの研究がされるなか、大地震時の断層運動は、一様ではなく、震源断層面上のすべり分布は不均質なことがわかり、さらに、地震災害に係る強震動の生成は断層運動の不均質性によることが明らかになってきたとされる（甲96、852頁左欄）。

震源インバージョンではまず、断層面積を仮定した上で、震源断層面上のすべり分布を求める。すべり分布では断層面を分割した小断層（要素断層）ごとのすべり

量が示される。そして Somerville et al の定義による破壊域を求める。破壊域とは、一定以上のすべり量を示すものであるが、この破壊域を求めるために、トリミングをすることになっている。

震源インバージョンにおけるトリミングとは、震源断層面が実際の震源の破壊領域よりも大き目に設定されるため、断層端部のすべり量が小さい領域を一定のルールに基づき除外することをいう。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平均すべり量が、断層全体の平均すべり量の 0.3 未満であれば除外するというもので、Somerville et al (1999) により示された考え方である。

また、断層面上で通常は強く固着していて、ある時に急にずれて地震波を出す領域のうち周囲に比べて特にすべり量の大きい領域をアスペリティという（同 860 頁右段）。アスペリティは通常、破壊域の 15～30% であるとされている。

(2) 「入倉・三宅式」の震源断層面積  $S$  は震源インバージョンによるデータである、との主張の誤り

既に原告ら準備書面 (20)、8 頁以下で、入倉・三宅式のデータセットは合計 53 あるところ、震源インバージョンによって得られたデータは 12 であり、残りの 41 は震源インバージョンによらない従来の測地学的手法で得られたデータであること、従って「入倉・三宅式」の震源断層面積  $S$  は震源インバージョンによるデータである、とすることは誤りである、と指摘した。

この原告らの具体的に根拠を示した主張に対して、被告は全く反論できていない。原告らの正当な主張を肯定せざるを得ないのである。

以上からすれば入倉・三宅式のデータセットの 8 割弱は測地学的手法によるにより得られたものである。この観点からすれば、入倉・三宅式は基本的には測地学的手法によって得られた断層面積と地震モーメントとの関係式であるということはできるかもしれないが、震源インバージョンから導かれる震源断層面積（以下破壊域という）と地震モーメントの関係式ということは明らかに誤りである。

(3) 破壊域と震源断層面積との関係

入倉・三宅は、入倉・三宅式という断層面積から地震モーメントを導き出す関係式を設定する際に、破壊域と震源インバージョンによらずに測地学的手法により得られる断層面積（以下単に断層面積という）を同視していることになる。被告の上記主張②及び③も破壊域と断層面積とが同一なものだという前提があってはじめて成立するものである。そこで両者が同一であるとの根拠はどこにも示されていないことを以下に示す。

入倉・三宅式を提唱した入倉孝次郎氏・三宅弘恵氏の「シナリオ地震の強震動予測」（入倉・三宅（2001）、甲96）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96、860頁右段）のみであり、「一致する」、あるいは「同一である」とはしていない。

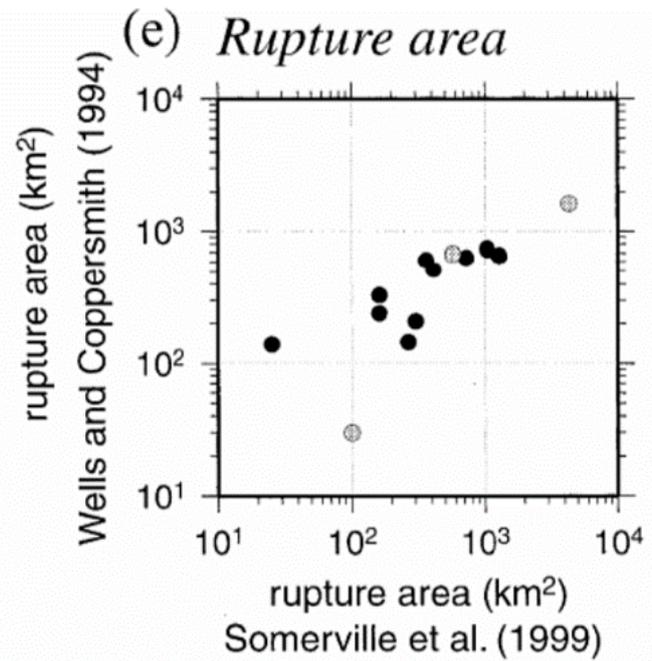
同論文でその両者の関係について以下のように記述している（甲96、852頁右段）。

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

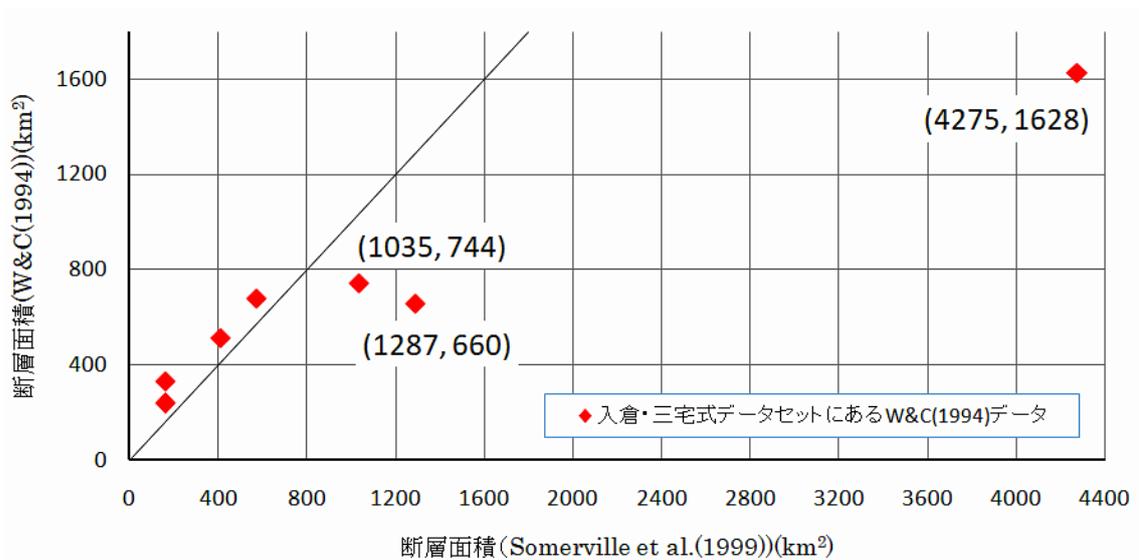
「断層面積（図2（e））は規模の大きい地震では良く一致しているが、相対的に規模の小さい地震では、ばらつきがみられる」

すなわち、同一の地震について、Wells and Coppersmith(1994)は測地学的手法で断層面積を得ており、Somerville et al(1999)は震源インバージョンによって破壊域を得ている。その数字の比較図2に示されており、次頁に示す図2（e）から入倉・三宅（2001）は上記の評価をしている。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（2001）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。

右図(甲96、853頁、図2(e))は、Wells and Coppersmith(1994)(甲150)とSomerville et al(1999)(甲161)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次頁図である。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 et al.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 et al.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。



原子力規制委員会の元委員長代理である島崎邦彦氏は、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168、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、震源インバージョンの手法によらずに得られた Aitaro Kato 他の断層面積に比べると、1.8倍から3.05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 Somerville 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 被告主張①島崎氏の証言について（被告第19準備書面、第2、1）

原告らは、島崎氏の見解のすべてに賛成するものではなく、入倉・三宅式を用いると断層面積の過小評価となること、既に起きた地震の観測記録の震源インバージョンによって得られる破壊域は、地震観測記録のない段階で地震モーメントを求める関係

式に用いることは妥当ではない、とする点に賛意を表しているのである。我々が島崎氏の証言の理由を付度することは相当ではないが、被告もいうように、入倉・三宅式は震源インバージョンのデータによって得られた関係式であるとの誤った見解に島崎氏も立っているのではないかということが、「それぞれの式は、しかるべきデータに基づいて作られている」「入倉・三宅式は震源インバージョンをした結果に対して式として正当に評したものです」という発言からうかがわれる。

#### 4 被告主張②破壊域を用いること（被告第19準備書面第2、2）

被告は、入倉・三宅式で参照された地震データの震源断層面積 $S$ は、いわゆる震源インバージョン等に基づくものであると主張したとする。上記のように震源インバージョンによる破壊域は53のうち12で2割強にすぎず、入倉・三宅式で参照された地震データは基本的には震源インバージョンによる破壊域だ、と表現することの誤りは既に指摘した。

さらに被告は、1995年以降国内で発生した最新の18個の内陸地殻内地震などの震源インバージョン結果によるパラメータの推定からは、 $M_w$  6.5以上で入倉・三宅式（2001）とよく一致することが確認された、などとする。しかし、これは破壊域と断層面積を同視し、入倉・三宅式に破壊域を断層面積として用いた場合得られた地震モーメントは整合的であったとする趣旨と思われる。しかし破壊域と断層面積と同視する根拠は何ら示されておらず、両者は同視することができないことは既に示した上記の確認は誤った前提にたつものであり、それ自体誤りである。

また内陸地殻内地震は非常に周期が長く、多くの断層においてはそれが引き起こした地震の観測記録がない。本件原発で想定している震源断層においてもしかりである。したがって観測記録から震源インバージョンを行うことは不可能である。したがって破壊域を得ることもできない。地震観測記録から震源インバージョンをして得られた破壊域をもって入倉・三宅式の検証を試みたところで、地震観測記録がないため測地的に得られる断層面積から地震モーメントをえる場合に入倉・三宅式を用いる合理性の判断には何ら役に立たないのである。

## 5 被告主張③仮定による断層面積(破壊域)の問題(被告第19準備書面第2、3)

原告らは、上記の各震源インバージョン結果から得られた破壊域なるものについて、個別に検討したところ、そのほとんどにおいてSomervilleの規範によるトリミングがなされていないこと、すなわち破壊域は求められていないことを指摘した。この指摘に対して被告は否定することができず、「実際にトリミング(切り取る)必要はなかったということになり、結果的に震源断層面積が変わらなかったということは当然ありうるところである」「断層面積を削減する(トリミングする)必要がなかったということの意味するものにすぎない」と居直りともとれる主張をする(被告第19準備書面、25頁、26頁)。

Somervilleの規範によるトリミングができないのは、当初の仮定による断層面積が狭すぎたことを示すものである。トリミングできるように仮定をし直した上で、トリミングを行った場合得られる破壊域は、当初の仮定による断層面積を上回ることは当然ありうるのである。つまり当初の仮定による断層面積は破壊域の一部にすぎない可能性が大である。

震源インバージョンによって震源活動の分析をする場合、すべりのすくない周辺部を含まなくても、結果に与える影響は小さいのかもしれない。しかしここでも問題にするのは、震源インバージョンの結果の信用性ではない。断層面積から地震モーメントを導く入倉・三宅式が正当かどうかを検証する場合、仮に破壊域を用いるとしてもその破壊域の一部にすぎない可能性が大きいものを用いることは方法論的に誤りというほかはない。

## 6 被告主張④熊本地震(被告第19準備書面第2、4)

熊本地震の震源インバージョン結果と入倉・三宅式の合理性との関係では、既に述べたように破壊域をもって入倉・三宅式に用いようとしている事、ほとんどが破壊域そのものを求めておらず仮定による断層面積(破壊域)しか得られていないことの問題点がそのまま妥当する。

また震源インバージョンの現時点での信用性については、最新の多数の地点による

観測体制、最新の観測機器・設備をもってしても解析者によって破壊域ないし仮定による断層面積（破壊域）が相当に異なること、すべり分布図が同一の地震と思えないほど相違していること、の問題点を指摘した。

そしてこのように解析者によっておおきなばらつきのある破壊域あるいは仮定による断層面積(破壊域)の数字をもって入倉・三宅式という関係式の正当性の検証することも重大な問題があることを指摘する。

### 第3 「レシピ」に係る被告主張に対する反論

#### 1 川内原子力発電所の地震動評価の容認は「レシピ」の一部改変なのか

##### (1) 被告主張の確認

被告は、準備書面19の29頁～30頁にかけて、

「川内原子力発電所の地震動評価は、同発電所の地域の地震観測記録を用いた独自のものであって、推本レシピの一部を改変したものではないから、原子力規制委員会が上記地震動評価を容認したことは、推本レシピの一部のみを改変すべきではないとする被告の主張と何ら矛盾するものではないこと」

とゴチックで主張をまとめている。これをみると、あたかも原告が「川内原子力発電所の地震動評価は同発電所の地域の地震観測記録を用いた独自のものであって、推本レシピの一部を改変したもの」と主張しているかの如くに「まとめ」で、その上で川内原子力発電所の事例は「推本レシピの一部のみを改変したものではないから」「推本レシピの一部のみを改変すべきではないとする被告の主張と何ら矛盾するものではない」という。

しかし、原告らは一度も「レシピの一部改変」を主張したことはない。

##### (2) 原告らの主張の確認

原告らは、第20準備書面、21頁で主張しているように、地震動審査ガイドには、断層面積が地震モーメントを算出するにあたって「入倉・三宅式」を用いるべ

きとは書かれていないし、「武村式」の方が日本の地震特性を反映させているし、基準地震動を安全側に策定することができるのであるから、地震動策定に「武村式」を用いるべきであること、また、川内原子力発電所1、2号機の基準地震動の策定に「入倉・三宅式」ではない独自の観測記録を用いたことを原子力規制委員会も認めているのであるから、「武村式」を採用することに支障はないことを主張している。

被告はこれら原告らの主張に対して真正面から反論していない。

### (3) 被告が議論を避ける理由

被告は、真正面から反論しないばかりかそれから逃げるために、「武村式」の採用ができないことを、それを採用することは「レシピの一部改変」と歪曲して議論の内容に入ること避けること、加えて、川内原子力発電所の件は「レシピ」ではない独自の地震動評価を採用したので「レシピ」とは関係がないとして、逃げだしている。

ここで問題となっているのは、「入倉・三宅式」の件も川内原子力発電所の件も地震動評価の件だけであって、とりあえずは「レシピ」の他の個所に影響が及ぶことではない。にもかかわらず被告は頑強に抵抗するのは、「レシピ」を盾に闘う方が有利と考えてのことと考えられる。

被告のこの論争の仕方が「レシピパッケージ論」として主張されている。

### (4) 「レシピパッケージ」論の批判

#### ア 被告の「パッケージ」論

「推本レシピがいわば一つのパッケージであって、その一部のみを改変すべきでない理由は、推本レシピが多数の地震学の専門家によって取りまとめられた一連の評価手法として、観測記録との整合性が検証されたものであり、そのように一連の評価手法の一部を改変して用いれば、検証された観測記録との整合性が失われることになってしまうからである。

すなわち、推本レシピは、パラメータ間の関係式を用いながら多数のパレメ

ータが設定された一連の地震動評価手法であり、各パラメータが複数のパラメータと相関関係を持っている（乙第87号証・44ページ付図2）。」（被告19準備書面、30頁）

イ 観測記録との整合性が検証された評価手法ではないこと

震源断層を特定した地震の強震動予測手法（レシピ）は、特性化震源モデルを設定し、地下構造モデルを作成し、強震動計算をし、さらに予測結果の検証を予定している（乙87、目次参照）。文字通り強震動予測は、この強震動計算によってなされるが、レシピ自体がその予測結果が当然正しいものとはしておらず、検証を求めている。活断層で発生する地震の強震動予測結果に対する検証では、3つの検証方法を予定している。その第3が、観測波形記録との比較である。1997年以降観測網の充実により、強震動予測結果の時刻歴波形と観測記録を比較検証することが可能となったが、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。そして計算結果が相違する場合、これを観測波形に合わせるためには、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。

すなわち、レシピ自身が、観測記録の検証によって計算結果が相違することを想定している。すなわち、観測記録との整合性が検証された評価手法という被告の主張の誤りはあきらかである。したがって「そのように一連の評価手法の一部を改変して用いれば、検証された観測記録との整合性が失われる」との主張も、観測記録との整合性そのものが確認されていない以上誤りというほかはない。

被告は、「それが観測記録とも整合するということが、地震調査委員会による検証の結果、確認されている」（30頁）とするが、この根拠が具体的に指摘されれば、それが事実ではないことを示す予定である。

ウ 関係式の他の式への置き換えについて

被告は「推本レシピは、パラメータ間の関係式を用いながら多数のパラメータが設定された一連の地震動評価手法であり、各パラメータが複数のパラメータと相関関係を持っている」「上記の相関関係を無視し、一部の関係式を他の式に置き換えた場合、パラメータ間の相関関係が失われ、地震動評価手法としての科学的合理性が失われてしまう」とする（31頁、32頁）。

前者は正しいといえるが、後者は誤りである。レシピは多数の計算式の集合体ともいえる（乙87号証、44頁付図2）。それぞれの関係式はそれぞれのパラメータを合理的に導くことに意義がある。例えば、入倉・三宅式は断層面積から地震モーメントを導くものである。より合理的に導く関係式が他にあれば、それに置き換えることについては、何ら支障はない。

乙87、付図2をみると、計算過程の各段階で使用する計算式が掲示されている。たとえば、「地震モーメント $M_0$ 」を算出する過程をみると、「(2)(3)(4)」という計算式が書かれている。因みに、(2)番は入倉・三宅式である。この(2)番に武村式を代入すれば、経験式が異なるから計算結果の数値は変わる。また、「加速度震源スペクトル短周期レベルA」の算出に(12)式が書かれている。この(12)式は「壇ほか式」であるが、この式の代わりに「片岡ほか式」を使用すると、この「付図2」の中央上にある「長大な断層」との記載は不必要になり、その上の「Somerville et al (1999)、×約22%」との記載も不必要になる。

その意味では、地震モーメントや短周期レベルの数値は変わるが、この「付図2」全体が変わるわけではない。原告らがこれまで主張しているように、地震動について「入倉・三宅式」の過小評価及び「壇ほか式」の加速度についての過小評価が改善されて正しい基準地震動等が求められているのであるから望ましいことである。

このような知見の結果によって「入倉・三宅式」が「武村式」に改められることは将来十分ありうるわけであるが、被告はこのような望ましい事態をパ

パッケージ論でもって、「一切変更するな」と主張するのであろうか。

しかし、この態度は「レシピ」自身はその前文において否定している。念のため下記に引用する。

「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、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。」(乙87、1頁)

以上から、「レシピ」について現在地震動評価で採用している「入倉・三宅式」を武村式に置き換えるのは、より正しい経験式を「レシピ」は採用するのであるから、何の支障もないどころか、「レシピ」の上記引用した性格がその言葉どおりに発展することであるなら、川内原子力発電所の地震動評価が独自の観測記録に基づく計算式を採用することが「入倉・三宅式」を採用するより正しいと判断がされれば、その採用に何ら支障はなく、被告が主張するようなパッケージ論はなんら根拠を有するものではありえない。

なお、被告は同書面30頁の「(3) 小括」で、「推本レシピがいわば一つのパッケージであって、その一部のみを改変すべきではないとする被告の主張と何ら矛盾するものではない」と述べるが、原告らは「一部改変」を主張しているものではないから、被告のまとめは的外れである。「パッケージ論」が(2)式に「武村式」を、(12)式に「片岡ほかの式」をそもそも採用できないものであるとの趣旨であれば全くの誤りであるし、もし「レシピ」をそのようなものと主張するのであれば、極めて不合理な主張である。

## **2 「壇ほか式」を推本レシピが採用することは科学的合理性を欠くという原告の主張に対する被告の反論と原告からの再反論**

(1) 原告らが、推本レシピが地震モーメントの増大に伴ってアスペリティ面積比が過大になる現象を想定していること自体が「壇ほか式」の欠陥を如実に示している

の主張に対して、被告は、面積比が過大になることを想定しその対処法として別の評価方法を定めているからレシピには合理性があるという。

(2) 具体的には、「レシピ」の「付図2」において2つのルートを決めていて被告は主張している（レシピ自体の記載については後に述べる）。

一つ目は、「壇ほか式」（レシピ（12）式）とレシピ（13）式を用いてアスペリティ面積比を求める手順としての（a）ルート（被告19準備書面、34頁の赤線ルート）。

二つ目は、地震モーメントの増大に伴ってアスペリティ面積比が増大する場合には、「長大な断層」と付記され破線の矢印のとおり、アスペリティ面積比を約0.22の固定値に設定する（b）ルート（同書面、34頁の青線ルート）。

(3) そして、この（b）ルートが設定されている理由について、「地震モーメントが相対的に大きくなる長大な断層について、既往の調査・研究成果と整合する適切なパラメータを設定するためであり、推本レシピは、既往の調査・研究成果と整合するように、地震モーメントの大小等を考慮して、長大な断層については（b）ルートを、そうでない断層については（a）ルートを適用するという形で、適切な評価手法を選択するものとしている。」（同書面35頁）と被告は説明している。

つまり、長大な断層について「壇ほか式」をそのまま適用すると「既往の調査・研究成果と整合」しない結果が出るために、「壇ほか式」を適用せず、「Somerville et al (1999)」に基づいて22%とするということである。

この説明では、「壇ほか式」の科学的内的必然性から22%が出てくるのではなく、「壇ほか式」を否定して、外部から強引に「Somerville et al (1999)」の結論を押しつけただけである。現実にはどうしているかについて、被告は参加人（関西電力）の例を述べているが、参加人のやり方は、アスペリティ面積比が30%を超えない場合には「壇ほか式」を、超えた場合は22%を採用しているという。他社はどうしているのだろうか。「超える」という場合、「40%」でも「50%」でもよいのだろうか。

(4) ところで、被告が主張している上記 (a) ルート (b) ルートはレシピ自体には記載されていない。被告が勝手に作って書き入れている。

「レシピ」(乙87)の12頁には下記の記載がある。

\*円形破壊面を仮定せずアスペリティ面積比を22%、静的応力降下量を3.1MPaとする取扱いは、暫定的に、以下のいずれかの断層の地震を対象とする。

(i) 断層幅と平均すべり量とが飽和する目安となる $M_0 = 1.8 \times 10^{20}$  (N・m)を上回る断層。

(ii)  $M_0 = 1.8 \times 10^{20}$  (N・m)を上回らない場合でも、アスペリティ面積比が大きくなったり背景領域の応力降下量が負になるなど、非現実的なパラメータ設定になり、円形クラックの式を用いてアスペリティの大きさを決めることが困難な断層等。

なお、断層幅のみが飽和するような規模の地震に対する設定方法に関しては、今後の研究成果に応じて改良される可能性がある。

ここで「長大な断層」とは上記の(i)の場合、つまり断層幅ばかりでなく平均すべり量も飽和するような断層のことで、参加人が30%とか言っているよりはるかに長大な断層のことである。

注目すべきは(ii)の表現があること及び最後の「なお」書きで、断層幅のみが飽和するような、すなわち第2ステージ( $7.5 \times 10^{18} \leq M_0 \leq 1.8 \times 10^{20}$  (N・m))の場合の断層についての設定方法については今後の研究成果に応じて改良される可能性があると認めている。

即ち、被告が主張するような(a)ルート、(b)ルートが選択できるような話ではなく、「壇ほか式」を適用して「非現実的なパラメータ設定」となったら、やむをえず、「暫定的」にアスペリティ面積比を22%にするなどの取扱いをせよというものであって、正に「壇ほか式」が非科学的結果をもたらす式であることを認

め、その非現実的な結果を回避するために定めた対処法であり、本来、科学式で解決されなければならないのに、「壇ほか式」ではそれができないために定めた苦しい対処法である。(ii)については、「壇ほか式」を変更しない限り将来的にも解決方法が見つかるめどがたっていないことが上記の「なお」書きで示されている。

被告は、面積比が過大になることを想定しその対処法として別の評価方法を定めているからレシピには合理性があるとするが、これはアスペリティを算出すること自体を放棄した暫定的なものにすぎず、将来的にもこれに代わる計算方法の発見のめどがたっておらず、これ自体不合理なものと言わなければならない。したがって、「壇ほか式」が非科学的不合理な式であって、これを片岡ほかの式などに置き換えるしかないのである。

#### **第4 「壇ほか式」は実際の地震観測データに整合するものであることが合理的に検証されているとする被告の主張には理由がないこと**

##### **1 被告の主張**

被告は、「壇ほか式」が傾きを3分の1に仮定していることについて、①「傾きを3分の1としたのは、地震の加速度フーリエスペクトルの短周期帯域の値(短周期レベルと同義)が、地震モーメント $M_0$ の3分の1乗でスケールリングできるとの知見が他の研究によって明らかになっていたためであり(甲第163号証・53ページ[左段下から21ないし18行目])、上記の仮定自体に科学的根拠が存在する」と主張し(被告第19準備書面第4の1(2)・37頁)、また、②「「壇ほか(2001)」は、「壇ほか式」がもとにした12個の内陸地震のデータ(甲第163号証54ページ図1(a)に○で示されたもの)に加え、他の実験観測データ(同図1)(a)に☆、■、□、◇、▽及び△で示されたもの)についても、「壇ほか式」が整合することを示している」として、傾きを3分の1に仮定した「壇ほか式」は地震データに基づく実態に即したものであると主張し(被告第19準備書面第4の1(2)・37頁)、さらに、③原告らが、「壇ほ

か式」が用いたデータから傾きを算出すると3分の1ではなく「0.261」となると主張したことに対し（原告ら準備書面（20）第4の2（2）ア・15頁）、被告は、「検証の対象とされた地震データのうち、科学的な根拠も示さず、その一部を取り出して算出することは、「壇ほか（2001）」において、あえて多数の地震データを用い、地震データと「壇ほか式」の整合性を幅広く検証した意義を没却する」ものであると主張する（被告第19準備書面第4、1（2）、37頁）。

## 2 原告らの反論

(1) ①に対する反論（被告の主張に基づけば「壇ほか式」には適用範囲（ $M_0 < 7.5 E + 10^{18} \text{Nm}$ ）が存在すると考えられること）

被告は、「壇ほか式」が傾きを3分の1に仮定していることについて、短周期レベルが「地震モーメント $M_0$ の3分の1乗でスケーリングできるとの知見が他の研究によって明らかになっていた」からであると主張し、「Frankel, 1995」及び「Brune, 1970」の研究を、その科学的根拠付けとしている。

しかしながら、「壇ほか式」が「片岡ほか式」とは異なり、地震データを前提に最小二乗法で傾きを求めることなく、傾きを3分の1と「仮定」していることは明らかであって、後述するように（本書面第6、28頁）地震データと「壇ほか式」が整合しているか明らかではないことからすると、「壇ほか式」の信頼性が高いものと言えようはずもない。

また、後述するとおり（本書面第8、31頁）、被告が「壇ほか式」が傾きを3分の1にしていることの科学的根拠とする「Frankel, 1995」及び「Brune, 1970」からは、「壇ほか式」には $M_0 < 7.5 E + 10^{18} \text{Nm}$ との適用範囲が存在し、地震モーメントがその範囲を超える場合は「片岡ほか式」が適用されるべきである。

そして、本件原子炉について算出されている最大加速度の基礎となる地震モーメントは $M_0 = 5.03 \times 10^{19} \text{Nm}$ であり、「壇ほか式」の適用範囲を超えていることから、本件原子炉において短周期レベルを算出するにあたっては、「片岡ほか式」を用いるべきである。

(2) ②に対する反論

被告は、「壇ほか式（2001）」54ページ図1(a)の「壇ほか式」を表す実線部分の上下の破線の範囲内に地震データがおおむね収まっているように見えることから、「壇ほか式」が地震データと整合している旨、主張しているものと思われる。

しかしながら、上記破線の範囲内、すなわち、「壇ほか式」による短周期レベルの0.5倍から2倍の範囲内に地震データがおおむね入っていることから、何故、「壇ほか式」が地震データと整合しているといえるのかは明らかでなく、上記被告の主張は合理的根拠に欠けるものである。

(3) ③に対する反論

被告は、「壇ほか式」は、「壇ほか式」が基にした地震データに加え、他の実際の地震観測データにも整合していることが検証されているとして、原告らが「壇ほか式」が基にした地震データから最小二乗法を用いて経験式の傾きを算出することは、「壇ほか（2001）」が地震観測データと「壇ほか式」の整合性を幅広く検証した意義を没却すると批判する（被告第19準備書面第4、1（2）、37頁）。

しかしながら、「壇ほか（2001）」においては、「壇ほか式」と各地震観測データとの整合性が厳密に検証されているわけではなく、「壇ほか式」と地震観測データが示された図（甲第163号証、54頁左上図1(a)）において、地震観測データがおおむね「壇ほか式」に沿っていることを確認しているだけである。現に、「壇ほか（2001）」においても、「図より、既往の研究で用いられている震源モデルの短周期レベルは（3）式<sup>1</sup>による値とほぼ対応していることがわかる。」（甲第163号証、53頁右段15行目から16行目。傍点は引用者）、「図より、これらの地震の短周期レベルは、モーメントマグニチュードが4～7の広い範囲で（3）式<sup>2</sup>による値とほぼ対応していることがわかる。」（甲第163号証、53頁右段下から2行目から54頁左段上から1行目。傍点引用者）との記載があることから、

---

1 「壇ほか式」

2 「壇ほか式」

「壇ほか(2001)」において、「壇ほか式」と各地震観測データとの整合性が厳密に検証されていないことは明らかである。

ここで、各地震観測データが経験式に厳密に整合しているというためには、各地震観測データの平均値が経験式上にあることが必要となるところ、原告らは、「壇ほか式」の前提となる地震観測データを用いて最小二乗法によりその平均となる経験式の傾きを算出したところ、その値が3分の1とは乖離した「0.261」となったと主張しているのである。本来であれば、この「0.261」の傾きの経験式と他の地震観測データとの整合性を検討すべきところ、「壇ほか式」は傾きを3分の1に仮定した上、他の地震観測データとの整合性についても、経験式と地震観測データとの図からおおむね対応していることを確認しているのみである。

以上からすると、原告らが「壇ほか式」が前提として地震データを取り出して傾きを算出することは、それらのデータと整合する経験式を求めるという点では意味のあることであり、また、被告は、「壇ほか(2001)」が多数の地震データと「壇ほか式」の整合性を幅広く検証しているものとするが、この点についても上述のとおり、「壇ほか(2001)」においては、多数の地震データと「壇ほか式」の整合性を幅広く検証しているとは到底言えないことは明らかである。

**第5 「壇ほか式」が用いた地震データのうち入倉・三宅式(2001)が有効な領域であるデータから地震モーメントと短周期レベルを求めた関係式の傾きが負になるとの原告らの主張に対し、このような関係式は、「壇ほか式」が関係式を導くために用いた地震データとは異なる地震データに基づいて策定されたものとなる以上「壇ほか式」とは全く異質なものであって、同式の当否を論ずる根拠とはなり得ないとする被告の主張には理由がないこと**

## **1 被告の主張**

原告らは、「壇ほか式」の前提となる観測データセットにつき、「入倉・三宅式」が

有効な領域である $M_0 > 7.5 \times 10^{18}$  (Nm) を充足する観測データに限って最小二乗法を適用すると、その傾きは負の値をとり、地震モーメントが大きくなると短周期レベルが下がるという矛盾を生じる。」との主張に対し、被告は「壇ほか式」は、地震モーメント $M_0$ が $3.5 \times 10^{17}$ から $7.5 \times 10^{19}$  Nmの範囲の内陸地震データを用いて、地震モーメントと短周期レベルの関係を示す式を策定したものであるところ、上記内陸地震データのうち入倉・三宅式(2001)が有効な領域(上記の $M_0$ が $7.5 \times 10^{18}$  Nm以上)におけるデータのみに基づいて、地震モーメントと短周期レベルの関係式を策定すれば、「壇ほか式」が関係式を導くために用いた地震データとは異なる地震データに基づいて策定されたものとなる以上、このようにして策定された回帰式が「壇ほか式」とは全く異質のものであることは明らかであって、このような式は「壇ほか式」の当否を論ずる論拠たり得ない」と主張する(被告第19準備書面第4、2(2)、38頁から39頁)。

## 2 原告らの反論

しかしながら、そもそも短周期レベルとは、震源特性のうち、強震動に直接影響を与える短周期領域における加速度震源スペクトル(加速度震源スペクトルとは、観測記録から増幅特性及び伝播特性の影響を取り除き、震源特性に対応した地震波の加速度スペクトルをいう。)のレベルのことを指し、地震モーメントが増加すると、当然に短周期レベルも増加することになる。

かかる理は、どの範囲の地震データの集合についても成り立つ法則性であって、地震データのうち入倉・三宅式(2001)が有効な領域( $M_0 > 7.5 \times 10^{18}$  (Nm))におけるデータのみに基づいて、地震モーメントと短周期レベルの関係式を策定したとしても、地震モーメントが大きくなると短周期レベルが下がるという重大な矛盾が生じるはずもなく、上記被告の主張は理由がない。

**第6 「壇ほか式」の適用範囲のデータであっても、アスペリティ面積比が1を超えることがある旨の原告らの主張は、推本レシピに規定された経験式に従わずに算出され**

## た数値を根拠とするもので「壇ほか式」が不合理であることの根拠とならないとの 被告の主張が理由のないこと

### 1 被告の主張

被告は、原告らが、「壇ほか式」の適用範囲内であっても福井地震のようにアスペリティ面積比が1をこえることがあると主張（準備書面（20）、3（2）ア（ア）d（22頁））したことに對し、原告らの地震モーメントに関する計算が推本レシピに規定された計算式に従って算出されたものではなく、「壇ほか式」が不合理であるとの理由たり得ないと主張する。

具体的には、原告らが福井地震のアスペリティ面積比を求めるにあたり、断層面積 $S = 300\text{km}^2$ 、地震モーメント $M_0 = 2.1 \times 10^{19}\text{Nm}$ との値を用いていると考えられるところ、推本レシピにおいては断層面積が $300\text{km}^2$ の場合、Somerville et al 式、又はレシピ（3）（入倉・三宅式）が用いられ、これらの式を用いて算出される地震モーメントはおおよそ「 $5 \times 10^{18}\text{Nm}$ 」となり、原告らが算出した「 $2.1 \times 10^{19}\text{Nm}$ 」とは異なる。すなわち、原告らの計算は、基本となる地震モーメントの値を推本レシピに規定された経験式に従って算出していないものである（被告第19準備書面、第4、3（3）、40頁から41頁）。

### 2 原告らの主張

被告は、福井地震の断層面積が $300\text{km}^2$ であることから、地震モーメントを算出するにあたっては、Somerville et al 式、又はレシピ（3）（入倉・三宅式）が用いられるべきであり、これらの式を用いていない原告らが主張する地震モーメントを根拠に「壇ほか式」を批判することはできないとする。

しかしながら、原告らが主張する地震モーメントは実測値である。原告らは、「入倉ほか（2014）」（乙57）が修正した福井地震のデータ（菊池ほか（1999））（断層面積 $S = 300\text{km}^2$ 、地震モーメント実測値 $M_0 = 2.1 \times 10^{19} [\text{Nm}]$ ）を用いて、アスペリティ面積比が1を超えると主張しているのである（原告ら準備書面（20）3

(2) ア (ア) d (22頁))。

上述の被告の反論は、福井地震の地震モーメントについて、実測値よりも推本レシビに規定された計算式に従って算出された値に基づきアスペリティ面積比を算出すべきとするものである。

このような被告の主張は、現実には起こった地震の実測値よりも、その実測値の平均を取った経験式により求められた値を優先させるとするものであり、極めて不合理である。それぞれの計算式（経験式）は抽象的に理論値を求めようとするものではない。現実の値に近いものを求めようとするものである。実測値があれば計算式によって得られた値より実測値を採用することはあまりに当然である。特に、福井地震の地震モーメント実測値は、経験式である「入倉・三宅式」により導かれる数値の約4.2倍も大きいものであって、このように経験式から求められる値を大きく超える実測値を無視すべきとする被告の主張は原子炉等規制法を始めとする諸法令の趣旨に反するもので明らかに失当である。

## **第7 「壇ほか式」はアスペリティ面積比そのものを求める経験式ではなく、アスペリティ面積比が過大な値になるのは他の経験式との組み合わせによるものであって、「壇ほか式」の法則的傾向ではないとの被告の主張に理由がないこと**

### **1 被告の主張**

被告は、「壇ほか式」を用いた際にアスペリティ面積比が過大な値になる場合があるのは、他の経験式との組み合わせによるものであって、「壇ほか式」がその式の中に本質的に持つ法則的傾向などというものではないと主張する（被告第19準備書面第4、4（2）、41頁から42頁）。

### **2 原告らの主張**

原告らは、第20準備書面24頁脚注の注2において、「壇ほか式」が法則的傾向として、アスペリティ面積が断層面積に対する比が大きくなることを示した。

すなわち、「壇ほか式」は「レシピ」(12)であるところ、レシピの仮定を踏まえて「レシピ」(13)が導かれる。この「レシピ」(13)式を用いてアスペリティ面積 $S_a$ の断層面積 $S$ に対する比 $\gamma = S_a / S$ を定式化すると

$$\gamma = KM_0^{1-2\alpha}$$

となる。

そして、「壇ほか式」においては、その経験式の傾き $\alpha$ は $1/3$ であり、 $1/2$ よりも小さいため、上記式の右辺「 $KM_0^{1-2\alpha}$ 」の指数は正の数となり、その結果、アスペリティ面積比 $\gamma$ は法則的に増加する。被告は、「他の経験式との組み合わせによるものであって、「壇ほか式」がその式の中に本質的に持つ法則的傾向などというものではないと主張する」するが、レシピでは「壇ほか式」から、アスペリティ面積比 $\gamma$ は法則的に増加することになるのである。

したがって、アスペリティ面積比は地震モーメントが増大するに伴って、大きくなり、その結果、必然的に断層面積を超えるという矛盾が発生する。

被告は、かかる矛盾が発生しても、その「対処法」を定めたから問題ないとするが、そもそも「レシピ」(13)式から導かれた上記式において、「壇ほか式」はアスペリティ面積比が1を超えるという矛盾が必然的に発生する経験式など、その合理性は認められないことは当然ではあるまいか。

念のため、原告ら準備書面(20)24頁脚注の注2を以下引用する。

「アスペリティ面積の半径を表すレシピ(13)式を用いてアスペリティ面積 $S_a$ の断層面積 $S$ に対する比 $\gamma = S_a / S$ を定式化すると次の形の式になる

$$\gamma = KM_0^{1-2\alpha}$$

ここで、 $K$ は定数であり、 $\alpha$ は「壇ほか式」や「片岡ほか式」で短周期レベルを $A = CM_0^\alpha$ と表したときの「べき指数」である。

この式から $1 - 2\alpha = 0$  ( $\alpha = 1/2$ ) のとき $\gamma = K$ となって一定値をとり、 $1 - 2\alpha > 0$  ( $\alpha < 1/2$ ) なら $\gamma$ は $M_0$ が増加すると増加し、 $1 - 2\alpha < 0$  ( $\alpha > 1/2$ ) なら $\gamma = K/M_0^{2\alpha-1}$ となって減少することが分かる。「壇ほか式」では、

$\alpha = 1/3 < 1/2$ なので $\gamma$ は法則的に増加するが、「片岡ほか式」では $\alpha = 0.51$ または $0.57$ なので法則的に減少する。

それゆえ、「壇ほか式」を用いると、アスペリティ面積は必然的に断層面積を超えて矛盾が起こるといふ、そのような性質が「壇ほか式」には内在しているのである。」

## 第8 「壇ほか式」には適用範囲 ( $M_0 < 7.5 \times 10^{18} \text{ Nm}$ ) が存在すると考えられること

### 1 被告の主張に基づけば「壇ほか式」には適用範囲 ( $M_0 < 7.5 \times 10^{18} \text{ Nm}$ ) が存在すると考えられること

被告は、「壇ほか式」が傾きを3分の1に仮定していることについて、短周期レベルが「地震モーメント $M_0$ の3分の1乗でスケーリングできるとの知見が他の研究によって明らかになっていた」からであるとする。

これは、「壇ほか(2001)」(甲第163号証)において、「 $\omega^{-2}$ の震源スペクトル(Aki, 1967<sup>15)</sup>; Brune, 1970<sup>16)</sup>など)で、臨界円振動数 $\omega_c$ が $M_0^{-1/3}$ に比例するとした場合に対応」(甲第163号証、53頁(左段下から18ないし16行目))しているとの記載があることから、被告は、「Brune, 1970」の研究を、「壇ほか式」が傾きを3分の1としていることの科学的根拠付けの一つにしているものと考えられる。

この点、「Brune, 1970」においては、「臨界円振動数 $\omega_c$ が $M_0^{-1/3}$ に比例する」とされており、臨界円振動数と地震モーメントの関係式(以下「Bruneの式」という。)として、次の式が成り立つとされている(甲第172号証:「Brune, 1970」)。

$$\omega_c = \text{const} \times (\Delta\sigma)^{1/3} / M_0^{1/3}$$

( $\omega_c$ : 臨界円振動数、const: 定数、 $\Delta\sigma$ : 応力降下量)

この関係より、「Brune, 1970」においては「臨界円振動数 $\omega_c$ が $M_0^{-1/3}$ に比例する」とされていることから、「Bruneの式」の( $\Delta\sigma$ )は $M_0$ の値によらず一定値を取ること

になる<sup>3</sup>。

さらに、「壇ほか(2001)」(甲第163号証)において、「Brune, 1970」と並び、「壇ほか式」が傾きを3分の1としていることの科学的根拠付けの一つとされている「Frankel(1995)」(甲第173号証:「Frankel(1995)」)においても、( $\Delta\sigma$ )は $M_0$ の値によらず一定値を取ることが明記されている(「I use an asperity rupture model where the rms stress drop averaged over the fault plane is constant with moment. (断層面にわたって二乗平均した応力降下量は地震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。)」)。

また、「片岡ほか(2006)」においても、短周期レベル(A)が地震モーメント $M_0$ の3分の1乗に比例することと、応力降下量( $\Delta\sigma$ )が一定値となることは同等である旨記載されている((甲157、745頁左側15行目から17行目)「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」との記載)。

そして、「強震動予測レシピ」(22-2)式(乙87)からすると、応力降下量( $\Delta\sigma$ )が一定値となるのは、地震モーメント $M_0$ が断層面積Sの2分の3乗に比例する場合である。<sup>4</sup>

すなわち、被告が、「壇ほか式」が傾きを3分の1としていることの科学的根拠の一つにしている「Brune, 1970」及び「Bruneの式」によると、上記のとおり、短周期レベルが地震モーメント $M_0$ の3分の1乗でスケーリング可能となるのは、地震モーメント $M_0$ が断層面積Sの2分の3乗に比例する場合であることが前提となっている。

これは、断層面積(S)と地震モーメント( $M_0$ )との関係について、「Somervilleほか式」が妥当する場合であり、その適用範囲は、地震モーメントが $10^{19}$ Nm(7.5E+10<sup>18</sup>Nm)よりも小さい領域(以下「第1ステージ」という。)ということにな

<sup>3</sup> 「Bruneの式」である $\omega_c = \text{const} \times (\Delta\sigma)^{1/3} / M_0^{1/3}$ を変形させると、 $\Delta\sigma = \text{const} \times (\omega_c / M_0^{1/3})^3$ となり、 $\omega_c$ が $M_0^{1/3}$ に比例する場合は、 $\Delta\sigma$ は一定値となる。

<sup>4</sup>  $\Delta\sigma = \text{const} \times M_0 / S^{3/2}$  (22-2)式

( $\Delta\sigma$ : 応力降下量、const: 定数、 $M_0$ : 地震モーメント、S: 断層面積)

以上の式を前提に、地震モーメント $M_0$ が断層面積Sの2分の3乗に比例する場合、上記式の $M_0 / S^{3/2}$ の部分が $S^{3/2}$ で約分できることから定数となり、その結果、応力降下量 $\Delta\sigma$ も定数となる。

る。

以上より、被告の主張に基づけば「壇ほか式」には適用範囲 ( $M_0 < 7.5 \times 10^{18} \text{ Nm}$ ) が存在することになる。

## 2 地震モーメントが「 $M_0 > 7.5 \times 10^{18} \text{ Nm}$ 」(以下「第2ステージ」という。)の領域においては「片岡ほか式」を用いるべきであること

(1) 「入倉・三宅式」、「武村式」から基本的に「片岡ほか式」を導くことができること

ア 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、「レシピ」(「震源断層を特定した地震の強震動予測手法」(乙第73号証))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。<sup>5</sup>

### <sup>5</sup>1. 前提となる式について

まず短周期レベルは「片岡ほか(2006)」より、次式で表される。

$$A = 4\pi^2 f_c^2 M_0 \dots (1) \text{ (甲第157号証)}$$

そして、コーナー周波数 ( $f_c$ ) も「片岡ほか(2006)」744ページ(18)式を変形し、次の式で表される。

$$f_c = 4.9 \times 10^4 \beta (\Delta \sigma)^{1/3} / M_0^{1/3} \dots (2) \text{ (甲第157号証)}$$

ここで応力降下量 ( $\Delta \sigma$ ) は次の式(「レシピ」(22-2)式)によって表される。

$$\Delta \sigma = (7/16) \pi^{3/2} M_0 / S^{3/2} \dots (3)$$

### 2. 「入倉・三宅式」または「武村式」から基本的に「片岡ほか式」が導かれること

「入倉・三宅式」または「武村式」は次式で表すことができる。

$$M_0 = k S^2 \quad (k = 5.562 \times 10^{13} \text{ (「入倉・三宅式」), } k = 26.30 \times 10^{13} \text{ (「武村式」)}) \dots (5)$$

(5)式を変形すると次の式になる。

$$S = (M_0/k)^{1/2}$$

これを(3)式に代入すると、

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

さらに、これを(2)式に代入すると

$$\begin{aligned} f_c &= 4.9 \times 10^4 \beta [(7/16) \pi^{3/2} k^{3/4} M_0^{1/4}]^{1/3} / M_0^{1/3} \\ &= 4.9 \times 10^4 \beta [(7/16) \pi^{3/2} k^{3/4}]^{1/3} M_0^{1/12} / M_0^{1/3} \\ &= 4.9 \times 10^4 \beta [(7/16) \pi^{3/2} k^{3/4}]^{1/3} M_0^{-1/4} \\ &= 4.9 \times 10^4 \beta [(7/16) \pi^{3/2} k^{3/4}]^{1/3} / M_0^{1/4} \end{aligned}$$

これを(1)式に代入する。

$$\begin{aligned} A &= 4\pi^2 \{4.9 \times 10^4 \beta [(7/16) \pi^{3/2} k^{3/4}]^{1/3} / M_0^{1/4}\}^2 M_0 \\ &= 4\pi^2 \{4.9 \times 10^4 \beta ((7/16) \pi^{3/2} k^{3/4})^{1/3}\}^2 / M_0^{1/2} M_0 \\ &= 4\pi^2 \{4.9 \times 10^4 \beta ((7/16) \pi^{3/2} k^{3/4})^{1/3}\}^2 \times M_0 / M_0^{1/2} \\ &= [4 \times 4.9^2 (7/16)^{2/3} \times 10^8 \pi^3 \beta^2 k^{1/2}] \times M_0^{1/2} \end{aligned}$$

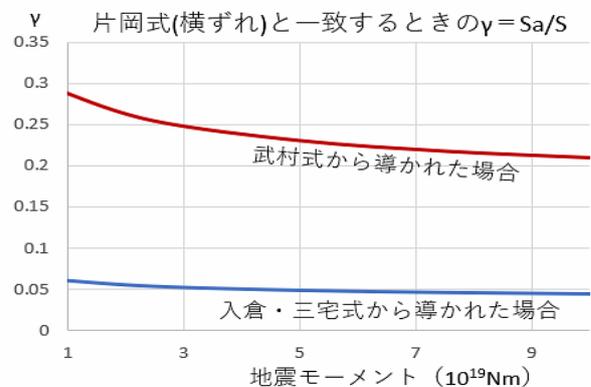
すなわち、少なくとも第2ステージにおいては基本的に「片岡ほか式」を用いるべきであることが導かれる。

イ 以上のとおり、入倉・三宅式または武村式から「レシピ」(2.2-2)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「基本的に片岡ほかの式」と呼んだが、以下では「レシピ」(2.2-2)式等の代わりに「レシピ」(1.3)式を用いることでも、「片岡ほか式」が導かれることを示す。

まず、アスペリティ面積比 $\gamma$ の式(原告ら準備書面(20)第4.3(2)イ脚注2「※説明」・25頁脚注の最終行) $\gamma = KM_0^{1-2\alpha}$ ;  $K = (7/4)^2 (\pi\beta)^4 (k/C^2)$  について、 $M_0$ 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図のとおりとなる(S波速度 $\beta = 3.5 \text{ km/s}$ のとき)。

$$\gamma = 131.8 / M_0^{0.14}$$

右図からすると、アスペリティ面積比 $\gamma$ は $M_0$ の増加につれてゆっくりと減少し、たとえば $M_0 = 5 \times 10^{19} \text{ Nm}$ で $\gamma = 0.23$ という極めて妥当な値となる。



逆に $\gamma$ 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 $\gamma$ 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

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」から基本的に「片岡ほか式」が導かれる。

断層)を用いるのが極めて合理的であると結論される。

(2) 第2ステージにおいて「壇ほか式」を用いた場合にアスペリティ面積比が1を超えるという矛盾が生じるが、「片岡ほか式」を用いた場合はこのような矛盾は生じないこと

前述のとおり、「壇ほか式」は第1ステージにおいてのみ適用され得る関係式であって、第2ステージにおいては「片岡ほか式」が適用されるべきであるが、このことは、第2ステージにおいて「壇ほか式」を用いた場合にアスペリティ面積比( $\gamma = S_a / S$ )が1を超えるという矛盾が生じることからも裏付けられる。

例えば、福井地震においては、地震モーメントは実測値で $2.10 \times 10^{19}$  (Nm)であり第2ステージに属することになるが、「壇ほか式」を用いて短周期レベルを求め、さらに「強振動予測レシピ」(13)式(乙第73号証)を用いてアスペリティ面積比を求めると、その数値は $\gamma = 1.03$ (原告ら準備書面(20)第4の3(2)アdの脚注1・22頁)となって100%を超えることとなる。なお、被告は、このようにアスペリティ面積比が過大になる場合は、それを約22%とする対応方針を推本レシピが定めていることから問題はないとする(被告第16準備書面57頁から58頁)。

一方で、「壇ほか式」に代わり「片岡ほか式(横ずれ断層の場合)」を用いてアスペリティ面積比を求めると、その数値は $\gamma = 0.231$ となり妥当な数値となり、「壇ほか式」を用いた場合のようにアスペリティ面積比が過大になることはなく、また、推本レシピが定めているようなアスペリティ面積比が過大となる場合の対応方針を定める必要もない。

以上のアスペリティ面積比が100%を超えるという矛盾は、「壇ほか式」の適用範囲でない第2ステージにおいて「壇ほか式」を用いたがために生じた矛盾であり、第2ステージにおいては「片岡ほか式」を用いればこのような矛盾は生じない。

すなわち、「壇ほか式」の適用範囲は第1ステージのみであり、第2ステージにおいては基本的に「片岡ほか式」が妥当する。

### (3) 小括

以上のとおり、「壇ほか式」には適用範囲 ( $M_0 < 7.5 \times 10^{18} \text{Nm}$ ) が存在することになり、その適用範囲を超える場合は「壇ほか式」ではなく「片岡ほか式」を用いるべきである。

## 第9 本件各原発が火山対策に関連して設置許可基準規則6条1項に違反すること

### 1 はじめに

本件各原発は、火山対策に関連して、設置許可基準規則6条1項の「安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）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。」との規定に違反する。

### 2 火山ガイドの要求

上記設置許可基準規則6条1項に規定する「想定される自然現象」とは、敷地の自然環境を基に、火山の影響から適用されるものを含む（解釈第6条、2）。

原子力発電所の火山影響評価ガイド（平成29年12月）（甲174。以下「火山ガイド」という）は上記の火山の影響の適用に関する設置許可基準規則及び同解釈の具体的内容を定めたものである。

火山ガイドは、原子力発電所から半径160キロメートルの範囲の領域内にあるなどの「原子力発電所に影響を及ぼし得る火山」が抽出されない場合は、当該原子力発電所又はその周辺で観測された降下火砕物の最大堆積量を基に、降下火砕物の影響を評価する、としている（火山ガイド、3）。

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。降下火砕物により、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。」などとされる（火山ガイド、6.1(1)(a)）。「降下

火砕物の影響評価では、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及び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」ことが求められる（火山ガイド、6.1(2)）。

そして、外気取入口からの火山灰の侵入により、非常用ディーゼル発電機機関の損傷等による系統・機器の機能喪失がないことが求められている（火山ガイド、6.1(3)）。

### 3 参加人関西電力の対応

参加人関西電力は、大飯発電所への火山灰の影響を評価するにあたり、活動性の認められる火山のうち、最も早く火山灰が到達すると想定される大山（だいせん）を前提に評価した。そして大飯発電所の堆積量（設計層厚）10センチメートルと設定し、降灰継続時間を24時間と仮定して気中降下火砕物濃度約 $1.5 \text{ g/m}^3$ を設定した（甲175、平成29年11月福井県原子力安全専門委員会大飯発電所3、4号機の安全性向上対策等に係るこれまでの審議のとりまとめ、32頁、33頁、甲176、平成29年9月22日関西電力美浜・大飯・高浜発電所の安全性向上対策の実施状況について、26頁）。

現在、参加人関西電力は、以下のように改良型フィルタを取り付け、取替作業をすすめている。すなわち大山において噴火があり、その10分後降灰予報がなされてから約15分で3、4号機計12名の人員の招集・準備を行い、非常用ディーゼル発電機の吸気消音器室に改良型フィルタの取り付け作業等を約30分で行い、噴火開始1時間後の降灰開始に備える。そして降灰開始後約50分後吸気フィルタの最大捕集量が到来するところ、降灰開始後30分弱の時点から3、4号機計16名の人員により改良型フィルタの取り換え作業を約20分で行う、としている（甲176、29頁）。

### 4 設置許可基準規則は許可の要件であること

設置許可基準規則は、設置許可の要件である。従って本来それは許可時において要件を満たしていることが求められる。従って予想される気中降下火砕物濃度を上回る限

界濃度を確保しなければならないのである。この限界濃度はフィルタの性能に関係して決まるが、関西電力の新たな評価は現時点ではまだ審査されていない。設置許可の要件という観点からは、現状の施設・装備でその要件を満たしていなければならない。関西電力は降灰が判明した後に改良型フィルタを取り付け、さらにその取り替え作業を繰り返す、としているが、本件各原子力発電機において現時点でこの要件を満たしていない以上、設置許可基準違反となるのである。

仮に降灰判明の後の改良型フィルタの取付取替を前提とした限界濃度でよいとしても、このような短時間で取付取替作業がなされるのか疑問がある。常駐要員64名であったとしても、降灰予報後15分で、火山灰対応要員12名の体制で現場で取り付け作業の開始ができるかどうか極めて疑問である（甲175、33頁）。また改良型フィルタの取り替え作業は、火砕物が降下する中でおこなわれることになる。降下火砕物が流入する中で作業員が降下火砕物を吸引しないよう措置を講じながら、その降下火砕物がフィルタなどに堆積を続けているという悪環境の中で、改良型フィルタ取替作業を、取付作業約30分よりも短時間の20分でできるとしている。取替作業は閉止板を充て、まず降下火砕物が堆積している改良型フィルタをはずし、新たな改良型フィルタをとりつけるのである。降灰開始前の取付作業よりも降灰開始後の取替作業が短時間でなされるとするが到底現実的とは思われないのである。

## 5 層厚、気中降下火砕物濃度が過少評価であること

### (1) はじめに

火山ガイドは、上記のように「外気取入口からの火山灰の侵入により、非常用ディーゼル発電機機関の損傷等による系統・機器の機能喪失がないこと」を求めている。しかしながら、この関西電力の層厚及び気中降下火砕物濃度は過小評価であり、この要件を満たしていることは確認されていない。

### (2) 大山との関係

大山と本件各原発との距離は約189キロメートルである（甲177号証）。産業技術総合研究所地質調査総合センター活断層・火山研究部門の山元孝広氏は「大

山火山噴火履歴の再検討」(甲178)によって、約6万年前の国内最大規模のプリニー式噴火である倉吉降下火砕物(DKP 倉吉火砕層)では大飯原子力発電所よりもさらに遠い約200キロメートルの地点まで層厚50センチメートルの降下火砕物が及んでいたこと、約8万年前にプリニー式噴出である生竹降下火砕物(DNP 生竹浮石)は大山から東南東約190キロメートルの京都府越畑盆地で層厚30センチメートルの降下火砕物が確認されたとしている。

2018年2月13日、関西電力大山火山灰分布情報収集調査結果(甲179)によれば、越畑地点(上記山元論文指摘の層厚30センチメートルの降下火砕物が確認された地点とは異なる)でDNPに対比される火山灰を含む層は、その層相と挟在する礫層により2層(2a層、2c層)に細分され、2a層は最大26センチメートル、2c層は最大16センチメートルであった。しかし関西電力は、2a層は礫の混入やラミナなど流水により混入したと思われる痕跡を確認した、2c層はラミナが確認できなかったものの、礫を含んでいることから流水の影響を否定できない、として、本露頭におけるDNPの層厚は、流水の影響により降灰層厚として評価できない、とした。この関電の調査によっても、生竹降下火砕物(DNP 生竹浮石)の層厚は10センチメートルをはるかに超える可能性を示すものである。

以上からすれば、大山との関係で本件原発敷地についての上記の層厚10センチメートルは過小である可能性が高いことが明らかである。

### (3) 始良(あいら)

2万8000年前に始良カルデラ噴火が発生している。神戸大学巽好幸教授(マagma学)によれば、この始良カルデラ噴火では、層厚20cmが新潟、千葉付近まで、層厚10cmがほぼ本州全域に及んだとされる。なお、同教授は、このような日本に壊滅的な被害をもたらす「巨大カルデラ噴火」と呼ばれる火山噴火は100年以内に1%の確立で発生すると予測している(甲180)。

### (4) まとめ

以上からすると、大飯原子力発電所の堆積量（設計層厚）10センチメートルは過小評価の可能性が高く、従ってこれを前提とする気中降下火砕物濃度約1.5 g/m<sup>3</sup>もまた過小評価の可能性が高いといわなければならない。

## 6 結論

以上みてきたように、本件各原発において想定する堆積量（設計層厚）10センチメートル及び気中降下火砕物濃度約1.5 g/m<sup>3</sup>の火山灰の侵入があった場合、現状では非常用ディーゼル発電機機関の損傷等による系統・機器の機能喪失がない、とすることはできない。したがってこれは、許可基準規則6条1項に違反する。

また本件各原発は、堆積量（設計層厚）10センチメートル及び気中降下火砕物濃度約1.5 g/m<sup>3</sup>の火山灰の侵入があった場合でも、改良型フィルタの取付及び取替作業をすることによって非常用ディーゼル発電機機関の損傷等による系統・機器の機能喪失がない、とするが、これらの層厚や気中降下火砕物濃度の数字は過小評価の可能性が高いものであり、この点からも許可基準規則6条1項に違反する。

以上