

平成25年(行ウ)第13号

玄海原子力発電所3号機、4号機運転停止命令義務付け請求事件

原告 石丸ハツミ、外383名

被告 国


## 準備書面(17)


2019年3月18日

佐賀地方裁判所 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   
代

弁護士 大 橋 さゆり   
代

復代理人

弁護士 谷 次 郎 

弁護士 中 井 雅 人   
代

## 目次

第1 「2 入倉・三宅式及び壇ほかの式を用いることが合理的であること」について	3
1 「(1) 強震動予測レシピは合理的であること」について	3
2 「(2) 強震動予測レシピにおける入倉・三宅式について」について	3
(1) 震源インバージョンの信頼性に対する反論	3
(2) 国内18地震との整合性(入倉ほか2014)に対する反論	7
3 「(3) 強震動予測レシピにおける壇ほかの式について」について	7
(1) 壇ほかの式が短周期レベルAを地震モーメント $M_0$ の $1/3$ 乗に比例すると仮定して いる点	7
(2) 壇ほかの式が強震動予測レシピに体系的に組み込まれているとの点	8
(3) 熊本地震との整合性について(佐藤(2016))	8
4 「(4) 参加人が行った強震動予測レシピの本件原子力発電所敷地周辺における適用性 の確認」について	8
第2 「3 原告らの主張に対する反論」について	9
1 「(1) 強震動予測レシピの一部の関係式を他の式に置き換えるよりも強震動予測レシ ピに組み込まれた入倉・三宅式及び壇ほかの式による方が合理的であること」について	9
2 「(2) 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 可能であること」について	10
3 「(3) 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 宅式が対象とする $M_w$ 6.5以上のものに関する震源インバージョン結果は入倉・三宅式 と整合すること」について	10
4 「(4) 地下の震源断層に基づく地震動評価を行う強震動レシピでは入倉・三宅式を用 いるのが合理的であること」について	11
5 「(5) 熊本地震の解析結果が異なることをもって震源インバージョンの信用性が損な われるものではないこと」について	12
6 「(6) 短周期レベルAの算出に当たっては壇ほかの式を用いるのが合理的であること」 について	12

本書面では、参加人の準備書面2のうち、「第6 原告らの主張に対する反論」(106頁以下)に対して必要な範囲で反論する。

## 第1 「2 入倉・三宅式及び壇ほかの式を用いることが合理的であること」について

### 1 「(1) 強震動予測レシピは合理的であること」について

参加人も認めるように、強震動予測レシピは、「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」ものである(乙57・1頁参照)。

しかるに、参加人は、強震動予測レシピの採用する特性化震源モデルの設定という手法自体の合理性と、震源モデルの設定に際して使用される経験式としての入倉・三宅式及び壇ほかの式の合理性を混同し、あたかも、強震動予測レシピが、その計算過程で用いる経験式も含めた体系性を有しているかのような主張を行っている。しかし、前述のように、強震動予測レシピは今後も改訂されることが前提とされ、決して、体系的に不変なものではないのであり、参加人の主張は当を得ない。

### 2 「(2) 強震動予測レシピにおける入倉・三宅式について」について

#### (1) 震源インバージョンの信頼性に対する反論

震源インバージョンとは、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地下の震源の動きを逆解析によって求め、それらの結果から震源断層を推定する方法である。震源インバージョンでは、最初に断層面を仮定し、その断層面を要素断層に分割して、各要素断層に関するすべり量(すべりの方向と大きさ、及び時間的挙動)を未知量として設定し、その未知量から起こる地震波を実際の観測値と突き合わせ、両者の残差が最小になるように未知量である各要素

断層のすべり量を決める。

もし、未知量と観測値が同数だけあれば、鶴亀算のように解は正確に求まるであろうが、実際には未知量の方が観測値より相当に多い。このような場合、解が不安定となるため、さまざまな拘束条件を課して解を安定させるようにしている。実際、岩切ほか（甲40）の69頁「2.4 インバージョンの拘束条件」では、「インバージョンでは、一般に未知パラメータの数が多くなると解が不安定になる。そこでインバージョンの安定化のために何らかの拘束をかける必要がある」と述べている。それゆえ実際には、このような拘束条件を残差に加えた「目的関数」を最小にするように未知量を求めるのである。岩切ほかでは70頁の(12)式の $\Delta$ が目的関数であり、その第1項が残差を表し、第2と第3項は解を時空的にゆるやかに変化させるための（スムージング）拘束条件である。

実際には、震源インバージョンによる解は正確ではなく、拘束条件に縛られ、観測値も十分ではない。そのためにトリミングできない等の問題が起こるのである。このことについて以下に3点を指摘する。

#### ア 震源インバージョン解は大きな誤差（残差）を含む

震源インバージョンでは残差を含む目的関数を最小にするようすべり量の解を求めるのだが、その結果の残差は相当に大きな値となることが岩切ほか（甲40）で示されている。岩切ほかでは、残差は71頁の(21)式で定義されているが、これは地震波の計算値と観測値の差の2乗和を観測値の2乗和で割った値である。それゆえ、相対誤差の2乗という意味になる。この値が0.5を超えれば研究発表はしないと書かれているが（71頁、(21)式の上）、このときの相対誤差は0.5の平方根により71%にもなる。一般的にこの程度の誤差まで許されていることになる。また、実際の十勝地方南部の地震を解析した例での残差は、近地強震波形解析で0.3129（Fig. 2）、

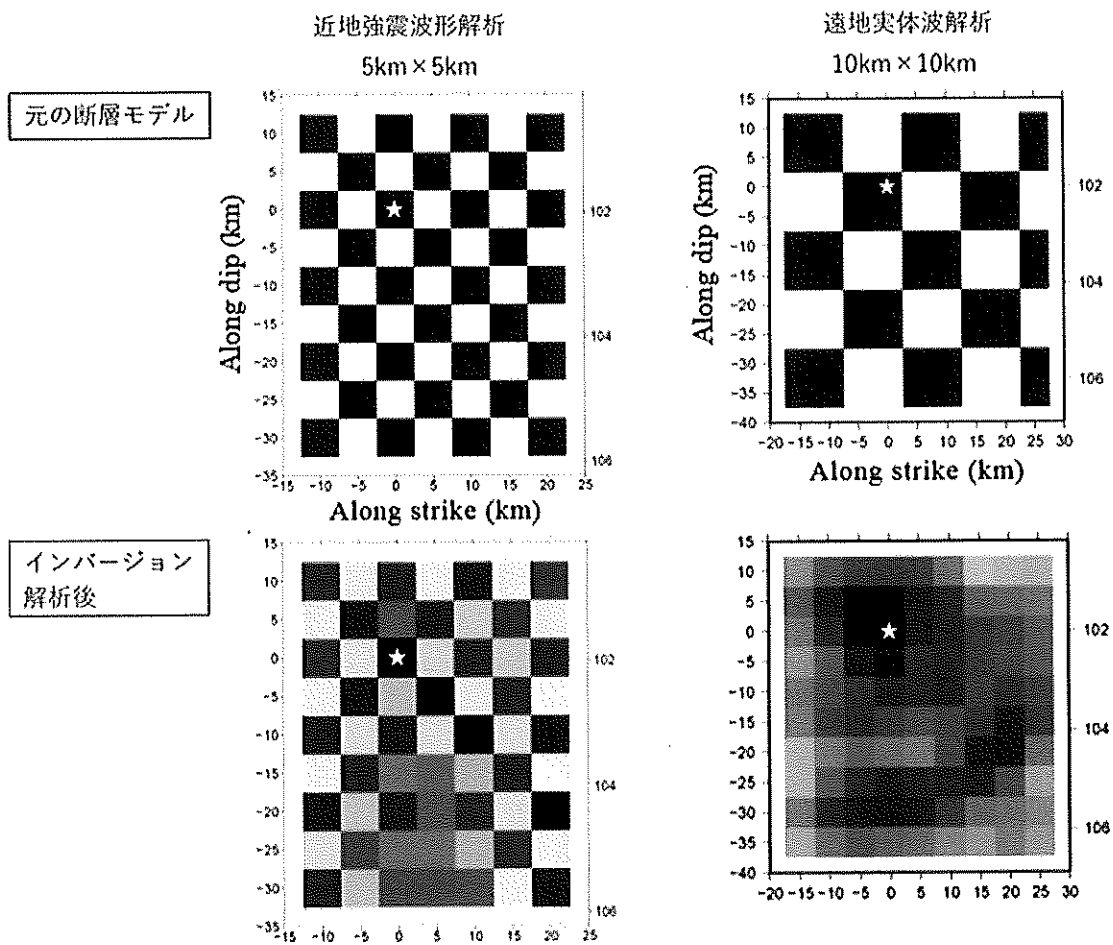
遠地実体波解析で0.2586 (Fig. 4) となっているので、相対誤差はそれぞれ56%と51%にもなる。すなわち、これら地震波の誤差はすべり量解にも反映されるので、震源インバージョンのすべり量解は相当に大きな誤差をもっているものと見なす必要がある。

#### イ スムージングという拘束条件の影響

震源インバージョンでは赤池の考えに従って(甲40・70頁左欄)、解が時空的に緩やかに変化するための拘束条件(スムージング)が目的関数に取り入れられている。その効果は、たとえばすべり量0と1が隣り合っているとき、0から1に階段を飛び上がるような不連続性を緩和するものとなり、0が1に近づき、1はゼロに近づく。このような効果が起これば、本来トリミング可能であったすべり量の小さい領域の値が、隣の大きい値に引きずられて正の値となり、トリミング不可となる可能性が生じる。

#### ウ チェッカーボードテストと観測網不十分の影響

甲40では、震源インバージョンの精度を確かめるための「チェッカーボードテスト」が行われている。これはチェス盤のような模様の断層面の黒色にすべり量1、白色にすべり量0を割り振った上で、それに震源インバージョンを適用し、元の1と0が再現されるかをチェックするものである。その結果はFig. 7で示されているように、特に遠地実体波解析では、元の1と0の区別があいまいになり、0が1に近づくように変化している。特に図の下方(およそ東方)でそのような変化が激しいが、それは「断層東方向の観測点のカバレッジが悪いためと考えられる」とされているように、特に観測網が不十分だとこのような問題が起こることを示している。また、遠地実体波解析では、全体的に白が黒色がかっており、すべり量0の部分が正のすべり量を持つようになったことがわかる。



岩切ほか(2014) Fig.7 より

原告らはけっして震源インバージョンの意義を否定するものではない。インバージョンは一般に結果から原因を探る有力な方法として、核実験の探知など他の分野でも広く用いられている方法である。これは、その意味できわめてすぐれた有意義な方法であるといえることができる。

ただし、上記で見たように、この手法は今のところ解に相当に大きな誤差を伴っているものと考えなければならない。そのことを忘れて、解が正確なものとしてインバージョン解析を絶対化し、トリミングできないことを合理化し、研究者によって断層面積が相当に異なっているのに大差はないと強弁し、もって断層面積が大きめに評価されることを合理化し、結果として入倉・三宅式の過小評価を合理化する、そのようなドグマ的な姿勢を原告らは批判しているのである。

## (2) 国内18地震との整合性（入倉ほか2014）に対する反論

原告ら準備書面（12）・5頁以下で詳論したように、入倉ほか（2014）乙38、表3に掲載されている内陸地殻内18地震のうち、入倉・三宅式と武村式との対比にかかる $M_0 = 7.5 \times 10^{18}$  [Nm] ( $M_w 6.5$ ) 以上にかかる8地震について震源インバージョンを用いて破壊域（Rupture Area）を求めたとされる13の文献中、10文献については破壊域の抽出はなされておらず、残りの3文献についても Somerville の規範による破壊域の抽出がなされたか確認はできていない。よって、そもそも、震源インバージョン結果との整合性が取られているとはいえないのである。

## 3 「(3) 強震動予測レシピにおける壇ほかの式について」について

### (1) 壇ほかの式が短周期レベルAを地震モーメント $M_0$ の1/3乗に比例すると仮定している点

参加人は、壇ほかの式の信頼性についての主張に際して、同式が短周期レベルAを地震モーメント $M_0$ の1/3乗に比例すると仮定している点（以下、「1/3乗則」ということがある）の合理性を主張する。

しかし、原告ら準備書面（15）・15頁以下で数式を詳細に挙げて主張したとおり、壇ほかの式が仮定する、1/3乗則は、断層面積と地震モーメントの関係に関する Somerville et al と結びついており、従って、適用範囲（ $M_0 < 7.5 \times 10^{18}$  Nm）が存在するものと考えられる。

そして、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（原告らの主張を「ステージ論」という）。

なお、この点について被告国は、大飯原発3号機、4号機の設置変更許可取消が争われている別訴（大阪地裁平成24年（行ウ）第117号）において、1/3乗則が純物理的モデルとしては Somerville et al が妥当する地震規模領域に整合するとして、原告らの主張と同様のステージ論の正当性を承認している（甲99）。

## （2）壇ほかの式が強震動予測レシピに体系的に組み込まれているとの点

参加人は、壇ほかの式の信頼性の主張に際して、同式が強震動予測レシピに体系的に組み込まれている旨を主張する。

しかし、前述の通り、強震動予測レシピは、「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」ものであり、そのことは参加人も認めている（乙57・1頁参照）。そして、参加人は、強震動予測レシピの採用する手法自体の合理性と、震源モデルの設定に際して使用される経験式としての壇ほかの式の合理性を混同し、あたかも、強震動予測レシピが、その計算過程で用いる経験式も含めた体系的を有しているかのような主張を行っているが、強震動予測レシピは体系的に不変なものでは決してないのであり、参加人の主張は当を得ない。

## （3）熊本地震との整合性について（佐藤（2016））

参加人は、佐藤（2016）（丙22）を引用して、壇ほかの式と熊本地震の整合性を主張する。

しかし、参加人準備書面2・115頁に図75として引用されている丙22の結果を見ると、図75の一番右側に位置する白丸（これは本震である）以外は壇ほかの式の適用範囲（ $M_0 < 7.5 \times 10^{18} \text{ Nm}$ ）にある比較的小規模の地震であることがわかる。被告・参加人の主張は、原告らのいう前記ステージ論による壇ほかの式の1/3乗則の適用範囲を超えた部分についても、壇ほかの式の合理性をいうものであるところ、丙22によってはそのことまでは証明できていない。



#### 4 「(4) 参加人が行った強震動予測レシピの本件原子力発電所敷地周辺における適用性の確認」について

参加人は、丙16を引用して、福岡西方沖地震を用いた整合性の確認が出来ていると主張する。

しかし、参加人準備書面2・116頁に図76として引用されている丙16の結果を見ると、特にNS方向（南北の水平方向）について、周期0.05秒乃至0.1秒、0.2秒乃至0.5秒、0.5秒乃至2秒の範囲でシミュレーション解析結果（赤線）を敷地地盤の観測記録（黒線）を大幅に上回る結果になっており、整合しているとは言いがたい。

### 第2 「3 原告らの主張に対する反論」について

#### 1 「(1) 強震動予測レシピの一部の関係式を他の式に置き換えるよりも強震動予測レシピに組み込まれた入倉・三宅式及び壇ほかの式による方が合理的であること」について

繰り返しになるが、参加人の主張は、レシピが多数のパラメータが設定された一連の流れをもった地震動評価手法であり、その合理性は、レシピの一連の流れを通じて評価すべきである旨を主張しているが、これは、レシピが一種の体系性を有している、という主張に他ならない。

しかし、強震動予測レシピに、計算式の一部を置き換えることを禁ずるような記載はなされていない(乙57)。むしろ、レシピには、『「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57・1頁、下線は引用者による。)との記載があり、より正確な地震動評価のために、経験式を変更することをレシピは許容してい

ることは明らかである。

参加人は、図72として強震動予測レシピの設定フロー図（乙33・付録3-36付図2）を示し、レシピの体系性を説明しようとしているが、例えば、同図の地震モーメント $M_0$ から短周期レベルAを導く（11）式（最近のレシピでは（12）式となっている）について、これを「壇ほか式」から「片岡ほか式」に置き換えたとしても、短周期レベルAの値がより実測値に近い数値に変わるだけであり、その他のパラメータの設定に悪影響を与えるわけではない。すなわち、図72から参加人の前記主張が導かれるわけではない。

## 2 「（2）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こと」について

（1）被告は、原告ら準備書面（12）・27頁の主張を、「地震記録がない断層による将来の地震の予測の場合震源インバージョンによるデータは用いることができず、地震記録がない断層による地震動評価は不可能である」と要約している。

（2）しかし、上記要約は、原告らの主張をゆがめていると言わざるを得ない。

原告らは、地震記録がない断層による地震動評価は不可能、と主張しているわけではなく、地震記録がない断層について震源インバージョンによる検証を行うことが出来ない旨を主張しているのである。

## 3 「（3）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・三宅式が対象とする $M_w$ 6.5以上のものに関する震源インバージョン結果は入倉・三宅式と整合すること」について

参加人は、原告らが主張する、入倉ほか（2014）乙38、表3に掲載されている内陸地殻内18地震のうち、入倉・三宅式と武村式との対比にかかる $M_0 = 7.5 \times 10^{18}$  [Nm] ( $M_w$ 6.5)以上にかかる8地震についてSomervilleの規範によるトリミングが行われていない旨の主張に対して、近年の地震観測網の充実によりトリミングなく破壊領域として適用できる場合が多

い旨を主張する。

しかし、近年の地震観測網の充実によりトリミングが不要になりつつあるというのであれば、同一の地震を対象とした研究であれば、研究者の間で格段の相違がない面積が示されるはずである。しかし、近時発生した地震である2016年熊本地震は、その観測体制が最も体制が整っていたものであり、その整った観測による多数の地震観測記録をもとに震源インバージョン解析を行いながら、すべり分布図では同一の地震とは思えないほどの相違があり、また震源断層面積も大きな相違がある。従って現時点では、震源インバージョンは解析者によって大きな相違があり、客観的に信用できる手法になったとはいえないものである。そして、甲60は、「たいていのすべりモデルの逆解析において、断層の長方形寸法は、少なくとも全体的な断層破壊を盛り込むよう十分に大きく採られる。それゆえ一般に、破壊領域の実際の寸法を過大評価することになる。したがって我々はすべりモデルの端を切り取る（トリミングする）ための標準的な規範を用いて、長方形のすべり断層モデルの寸法を引き下げた。」と記載されており、トリミングは破壊領域の過大評価を防止するための重要な手法である。また、震源インバージョンの結果の残差が相当に大きな値となることについては、先述通り岩切ほか（甲40）で示されている。

#### 4 「(4) 地下の震源断層に基づく地震動評価を行う強震動レシピでは入倉・三宅式を用いるのが合理的であること」について

参加人は、原告らが準備書面(12)・26頁以下で、入倉ほか(2014)(乙38)において、武村式の基になったデータは新たな震源インバージョンによって見直せばそれらデータは入倉・三宅式を支持する旨の被告主張についての反論について反論を試みているが、反論たり得ていない。

参加人は、入倉ほか(2014)の取り上げる地震のうち、1891濃尾地震、1948福井地震、1978年伊豆大島地震及び1945年三河地震について、「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」と主張し

ているが、根拠がない。

これらは解析者が仮定した断層長さにすぎず、とりわけ1978年伊豆大島地震の断層長さは、引用された論文に記載がある数値ですらない。

また不均質なすべり分布のデータが得られたする2地震の解析についても、いずれも破壊（領）域が抽出できていない。

5 「(5) 熊本地震の解析結果が異なることをもって震源インバージョンの信用性が損なわれるものではないこと」について

参加人は、原告らが指摘する、2016年熊本地震の震源インバージョンに基づく震源断層面積の数値が解析者によって大きく異なることに対して、「類似の結果となっている」と反論する。

しかし、乙67に引用されている5つの解析結果は断層面積が $756 \text{ km}^3$ から $1344 \text{ km}^3$ と、1.77倍ほどの開きがあるものであり、この結果を「類似」と呼ぶのは困難である。

また、参加人は乙67で「それぞれの解析結果は入倉・三宅式とほぼ整合する」と結論づけているが、その結果は、参加人引用の図を見ると、入倉・三宅(2001)のグラフに補助線として引かれた赤い破線の $\pm\sigma$ の範囲に入っている、という限りのものである。また、乙67が行っているF-netの観測地震波から算出した地震モーメントと断層面積との比較においては、各解析結果の断層面積の平均値( $903 \text{ km}^3$ )との比較であることにも留意すべきである。

以上より、参加人の反論は当を得ない。

6 「(6) 短周期レベルAの算出に当たっては壇ほかの式を用いるのが合理的であること」について

(1) 参加人は、壇ほかの式の信頼性についての主張に際して、同式の採る1/3乗則の合理性を主張する。しかし、前述の通り、1/3乗則には、適用範囲( $M_0 < 7.5 \times 10^{18} \text{ Nm}$ )が存在するものと考えられ、「入倉・

三宅式」の適用範囲においては、原告らの主張する「片岡ほか式」に近い1/2乗スケーリング則が導かれる。

(2) また、参加人は、壇ほかの式の信頼性の主張に際して、同式が強震動予測レシピに体系的に組み込まれている旨を主張する。前述の通り、強震動予測レシピは、「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」ものであり、強震動予測レシピは体系的に不変なものでは決してないのであり、参加人の主張は当を得ない。

(3) また、参加人は、最近の論文（丙11、12）でも壇ほかの式が使われている旨を主張する。

確かに、前記各論文において、地震モーメントと短周期レベルの関係式として、「壇ほか式」が引用されている。

しかしながら、このように「壇ほか式」が引用されているのは、同式が、地震調査研究推進本部地震調査委員会という、地震防災対策特別措置法に基づき文部科学省に設置された公的機関が定めた強震動予測レシピにおいて採用されている地震モーメントと短周期レベルの関係式であり、かつ、強震動予測レシピは、原子力発電所の耐震性の審査等に用いられていることから、同式が地震モーメントと短周期レベルの関係式として、地震学会において権威的かつ著名な経験式として認識されているからに他ならない。

現に、「佐藤（2010）」（丙11）において、「1. はじめに」として、「強震動予測レシピは、建築学会が発行した「最新の地盤震動研究を活かした強震動波形の作成方法」でも推奨され、原子力発電所や重要構造物の設計用入力地震動作成にも用いられている」として、強震動予測レシピが広く重要な地震動策定の場面で用いられていることを指摘した後に、「地殻内地震に対する強震動予測レシピでは壇・他の地震モーメント $M_0$ と短周期レベル $A$ の経験式（引用者注：「壇ほか式」）が基本となっている。」

として、強震動予測レシピにおいて、「壇ほか式」が採用されていることに言及し、その後の論文中において「壇ほか式」を引用しているのである。かかる記載は、同論文において、「壇ほか式」が引用されたのは、「壇ほか式」が地震学会において権威的かつ著名な経験式として認識されていることを表している。

このように、参加人が指摘する各論文において、地震モーメントと短周期レベルの関係式として「壇ほか式」が採用されているのは、同式が地震学会において基本的な式として認識されているからに過ぎないのであって、そのことから、論文執筆者が同式を合理的なものとして支持しているという結論は導き出せない。

以上