

玄海原発の地震動評価で「経験式が有するばらつき」を考慮すれば  
現行最大加速度 620 ガルが 702 ガルに跳ね上がる

2024 年 1 月 10 日 小山英之（原告）

目 次

要旨-----	1
1. 地震規模（地震モーメント）の現状評価とその過小評価-----	2
2. 判決の無理解・矛盾-----	3
3. 「経験式が有するばらつき」の具体的な想定-----	4
4. 「ばらつき」の根源・本質及び「不確かさ」との区別-----	5
5. 被控訴人（国）の考え方に対する批判-----	7
6. 結論-----	9
付表-----	10

（要旨）

この陳述書の主な対象は、「経験式が有するばらつき」の考慮である。被控訴人（国）は、「経験式が有するばらつき」とは、「経験式とその基になる観測データの乖離」であると明確に認め（原審被告(国)第8準備書面8頁）、また、「経験式がそのような『ばらつき』を有することについては、それが当然存在することを踏まえ」た上で、「震源断層面積  $S$  の不確かさの側で考慮する」（答弁書 53 頁）との立場に立っている。

当陳述書では、このような「経験式が有するばらつき」の存在を認めながら、その効果を断層面積  $S$  の「不確かさ」に負わせるという別方法説に対して、次の点で反論する。

- ① そもそも「ばらつき」と「不確かさ」は、米国環境保護局（EPA）の見解で明確に述べられているとおり、性質を異にする独立した別概念であり、一方を他方で置き換えることはできない。日本のこの問題に関する検討経緯では、この区別の認識が希薄であったと考えられる。
- ② 「経験式が有するばらつき」を考慮する場面では、断層面積  $S$  は所与のものとして固定されており、それを経験式に代入して得られる地震規模  $M_0$  と、同じ  $S$  に対応する実データ  $M_0$  が乖離していることが問題の焦点である。国も認めているとおり、経験式により地震規模  $M_0$  を算出する場面では  $S$  は選ばれて固定されている。 $S$  を固定しても  $M_0$  のばらつきが生じる原因は、 $M_0$  の定義式  $M_0 = \mu D S$  における  $\mu D$ （剛性率×平均すべり量）が、断層の個性に応じてばらつくことに求められる。
- ③ 実際に玄海原発の断層モデルで竹木場断層の最大加速度をもたらすケース(No.8)では、断層面積は「不確かさ」を考慮して  $388.09\text{km}^2$  と与えられており、そこに「経験式の有するばらつき」の 1 標準偏差が加わって地震規模  $M_0$  が 2.41 倍の  $2.02 \times 10^{19}\text{Nm}$  となる。

結果的にやはり「経験式が有するばらつき」は考慮されていない。これでは本来 702 ガルになるべきところが 620 ガルに過小評価されていることになり、設置許可基準規則 4 条 3 項に違反している。「ばらつき」の考慮の検討を怠った国の審査の過程に過誤欠落があるというべきである。

## 1. 地震規模（地震モーメント）の現状評価とその過小評価

### 1-1. 地震規模評価の現状

この陳述書では、「経験式が有するばらつきの考慮」が主な検討の対象であるが、それを抽象的にではなく、実際に参加人（九州電力）が玄海原発に関して実施している地震動の評価に即して検討する。「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の評価のうち、以下ではまず、地震規模（地震モーメント）の評価について確認する。

検討用地震として城山南断層とともに竹木場断層が選択されている。後者では基本ケースとして、断層長さ  $L$ =断層幅  $W$ =17.3km がとられ、断層面積  $S=LW=299.29\text{km}^2$  となっている。不確かさ考慮ケースのうち、特に断層モデルで最大加速度 524 ガルをもたらず場合 ( $S_s$ -3, No.8) に着目する。それは、傾き(水平面と断層面の角度)  $60^\circ$  ケースとして  $L=W=19.7\text{km}$  で断層面積  $S=388.09\text{km}^2$  が確定される。その  $S$  を入倉・三宅式という経験式

$$M_0 = [(S/4.24) \times 10^{11}]^2 \times 10^{-7} = 5.56 \times 10^{13} \text{ S}^2 \text{ (Nm)}$$

に代入することにより、地震規模  $M_0=8.38 \times 10^{18} \text{ Nm}$  が算出されている。

### 1-2. 傾き $60^\circ$ ケースにおける「ばらつき」の効果

上記の傾き  $60^\circ$  ケースでは、基本ケースで傾き  $80^\circ$  であったものを、「不確かさ」として深さを変えずに傾きを  $60^\circ$  にすることで断層面積を増やしている。これは竹木場断層の傾き（または面積）を認識する上での不確かさであり、明確に確定できない分だけ大き目にとっておこうという措置である。

そのとき問題になるのは、「入倉・三宅式が有するばらつき」の効果をどう考慮するのかである。断層面積を大きめにとったから「ばらつき」は考慮しなくていいのだろうか。そうではない。この「ばらつき」効果は後で詳述するように「経験式が有する」効果であって、断層面積の不確かさとは別の独立した効果である。与えられた断層面積  $S$  に対して、 $M_0$  はばらつき効果として、たとえば1標準偏差だけ入倉・三宅式から乖離した値を考慮すべきだということになる。ところが現状では、その効果がまったく無視されている。確率的な問題を扱う場合、たとえば標準偏差を考慮するのが常識であるのに、それをしないのでは過少評価になるのは当然である。

結論から言えば、傾斜角  $60^\circ$  ケースで1標準偏差を考慮すると 702 ガルになり、現行の最大加速度 620 ガルを超える。それだけ大きな地震動が起り得るということで、それに備えることが事業者には課せられるべきである。逆に言えば、本来 702 ガルと評価すべきところ、620 ガルしか起こらないと過少評価していることになる。これでは、設置許可基準規則 4 条 3 項が定める次の要請に反していることになる。

設置許可基準規則 4 条 3 項：耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（以下「基準地震動による地震力」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

さらに、当の審査において実際に適用された「基準地震動及び耐震設計方針に関する審査ガイド」（地震動審査ガイド）の I.3.2.3(2)「ばらつき条項」の第 2 文は、経験式が有する「ばらつき」を考慮するよう求めている。「その際、経験式は平均値としての地震規模を与えるものであることから、経験式が有するばらつきも考慮されている必要がある」（下線は引用者）。この第 2 文は福島事故後に追加された重要な内容であり、まさに経験式が平均値であることを理由として、「経験式が有するばらつき」も考慮するよう求めているが、原審判決が指摘しているとおおり、実際には「ばらつき」は考慮されていない。

## 2. 判決の無理解、矛盾

判決の「当裁判所の判断」における「ばらつき」関係の記述は実質 316 頁ないし 318 頁のわずか 2 頁半にすぎず、その記述も引用書証のページを書かないなど、きわめて不親切でずさんなものである。そればかりか、その内容は基本的に無理解に基づくもので矛盾に満ちている。そのような指摘はすでに原告の控訴理由書で詳述されているが、以下に、重要な点について指摘しておきたい。

- ① 判決は 316 頁の 2 段落目において、地震動審査ガイド I.3.2.3(2)は I.3.3 の「地震動評価」に関するものではなくその前段の「検討用地震の選定」に関するものであると述べているが、それを理由として何を言いたいのか結論が書かれていない。その後、「検討用地震の選定」とは「具体的には地震規模と敷地からの距離との関係から、敷地におけるおおよそ地震動レベルを求めるなどして、敷地に大きな影響を与えると予想される地震を選定する過程をいうものと解される（乙 108,136）」を引用している（これは乙 108 の 293 頁脚注\*2 からの引用と思われる）。この引用文からすれば、「検討用地震の選定」には「地震規模」の評価が必要であり、現に I.3.2.3(2)は I.3.2.3 震源パラメータの設定に属しているのである。判決文は結局何を言いたいのか、まるで意味不明である。
- ② 判決は 317 頁で、「ばらつき」の効果の考慮は、「一旦採用した経験式を無視した恣意的な操作」であると判断しているが、そうではなく、「経験式が有するばらつき」と表現されているとおり、経験式自体が標準偏差という幅をもっていると理解すべきである。
- ③ 判決は 317 頁の後半で、ガイド I.3.2.3(2)の第 2 文は「経験式の適用範囲が十分に検討されていることを確認する際には経験式の基となった観測データのばらつきも踏まえて検討されていることを確認する必要があることを定めていると解するのが相当」と述べているが、それが具体的に何を意味するのかは述べていない。その後原子力規制委員会の乙 108 の趣旨を述べているが、乙 108 で重要なのはむしろ 294 頁に書かれている次の文章であろう。

原子力規制委員会は、「実用発電用原子炉に係る新規制基準の考え方について【改訂版】」（乙 108） 294 頁において、「ばらつき」について次のように述べている（下記の②は審査ガイド I.3.2.3(2)の第 2 文に相当）。

「そして、上記②の規定は、経験式を用いて地震規模を設定する場合の当該経験式の適用範囲を確認する際の留意点として、経験式は平均値としての地震規模を与えるものであることから、当該経験式の適用範囲を単に確認するのみではなく、より慎重に、当該経験式の前提とされた観測データとの間の乖離の度合いまでを踏まえる必要があることを意味しているものである。つまり、上記②の規定の『経験式が有するばらつき』とは、当該経験式とその前提とされた観測データとの間の乖離の度合いのことである」（下線は引用者）。

すなわち、②の規定は、「当該経験式の適用範囲を単に確認するのみではなく」、「当該経験式とその前提とされた観測データとの間の乖離の度合いまでを踏まえる必要があることを意味しているもの」であるとしている。ガイド作成過程では不確かさとばらつきの区別があいまいだったところ、新規制になって②が新たに加えられたこと、及び上記原子力規制委員会の引用文によってばらつきの意味が明確に規定されたことによって、第 2 文②の意味と意義が鮮明になっている。ただし、「踏まえる」は原文通りに「考慮されている必要がある」と捉えるべきであろう。

- ④ 判決は 317 頁最後の段落で、次のように指摘している。「地震動審査ガイド I.3.2.3(2)の文言の作成過程等を検討すると(甲 127, 129, 142, 144～153, 169, 乙 32 参照),その過程において,専門家の委員が

ら、経験式を用いて地震規模を想定ないし設定する場合には経験式の基となるデータのばらつきや経験式に係る不確かさを考慮する必要があることを記載する必要がある旨指摘され、これを受けて、地震動審査ガイド I.3.2.3 (2) の第 2 文に相当する文言が追加されたという経緯があったといえる」。しかし、「原告らの主張する方法と異なる方法で、基準地震動に係る具体的審査基準が、経験式の適用範囲の検討やその他の地震動の評価の過程において、上記のばらつきや不確かさを考慮することを求めていることは、上記の経緯に照らしても、不合理であるとはいえない」。つまり、「ばらつき」の存在という指摘を受けて第 2 文が追加されたことを認めた上で、それに対する措置としては、原告のいう上乘せではなく別の方法もあり得ると述べているが、それがどのような方法かには何も触れていない。「ばらつき」の考慮に架空の方法を対置しているだけである。

これらの判決の問題点・矛盾や国の考え方の問題点を明らかにするために、批判の観点を明確にしておきたい。その観点の軸は「経験式が有するばらつき」とは何かを具体的に明らかにすることにある。

### 3. 「経験式が有するばらつき」の具体的な想定

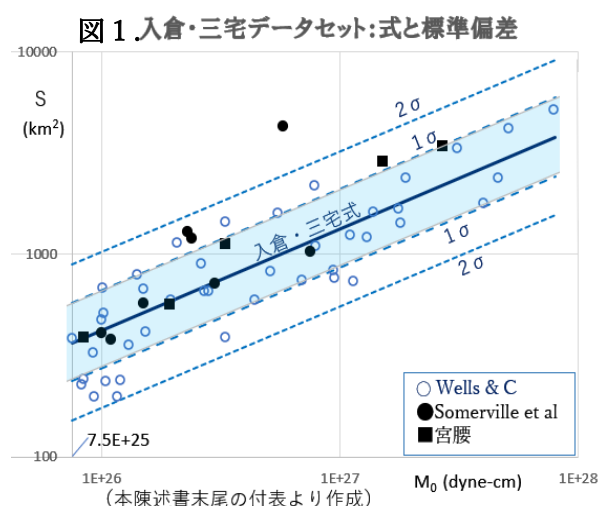
ここでは、原子力規制委員会と一審被告（国）が認めている「乖離」について、入倉・三宅式に即して具体的に概観しよう。

#### 3-1. 「経験式が有するばらつき」とは何か

「経験式が有するばらつき」について、一審被告（国）の第 8 準備書面では、7～8 頁で述べている。「ばらつき」を「誤差」と捉えている欠陥はあるが、8 頁で次のように正しく規定している。「このようにして導き出されたもの（引用者注：最小二乗法で導き出されたもの）が経験式であるから、当該経験式とその前提とされた観測データとの間には当然乖離があり、かかる乖離の度合いが、『経験式が有するばらつき』である」。

#### 3-2. 入倉・三宅式とその基になったデータセット

まず、入倉・三宅が Wells & Coppersmith(甲 194)や Somerville et al(甲 195)等から選択した 53 個の ( $M_0$ ,  $S$ ) データが、データセット（データ集合）として確定していることが、経験式を設定するための前提となっている（右図と最後の付表参照）。すなわち、各地震の  $S$  と  $M_0$  の値は観測者（論文）によって異なるという不確かさをもっているが、入倉・三宅が選択したデータセットは確定しており、それに応じて最小二乗法というある種の平均操作により経験式が確定される。もし観測データの不確かさを考慮してデータの別の選び方をしたならば、別の経験式が生み出されることになる。すなわち、入倉・三宅式をとり上げた以上、その基になったデータセットと経験式（入倉・三宅式）は確定したものとして扱われる。そのことを前提とした上で、「経験式が有するばらつき」が問題になるのである。



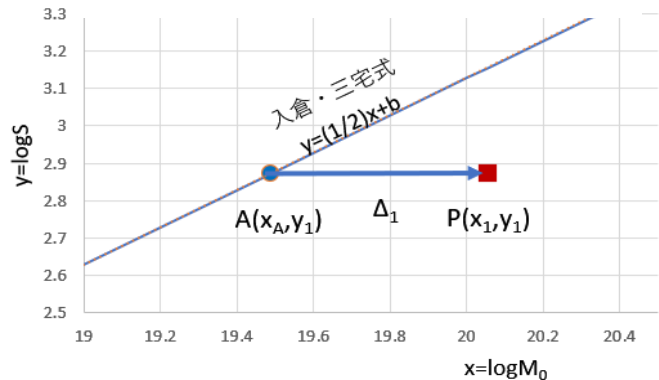
### 3-3. 入倉・三宅式とその基になったデータ点の乖離

では、入倉・三宅式でデータ点と経験式との乖離がどうなるかを具体的に見てみよう（右図）。グラフは両対数で書かれているので、横軸に  $x=\log M_0$ 、縦軸に  $y=\log S$  がとられている。入倉・三宅式は傾きを 1/2 に固定して得られた直線で、 $y=(1/2)x+b$  ( $b=-6.873$ ) と書かれ、 $b$  は縦軸との交点の  $y$  値で切片と呼ばれている。

例えば、入倉・三宅データセット内の一つである Landers 地震（付表の W&C, No.240）を第 1 番目のデータとして選び、添え字 1 を付けると、

$M_{01}=1.14 \times 10^{20}$ (Nm)、 $S_1=744$ ( $\text{km}^2$ )なので  $x_1=\log M_{01}=20.06$ 、 $y_1=\log S_1=2.87$  となって、上図の点 P( $x_1, y_1$ )の位置にくる。点 P の入倉・三宅式との乖離を見る場合、今は断層面積  $S$  が与えられて（所与のものとして固定されて）、それに応じた地震規模  $M_0$  を算出する場面である。それゆえ、図のように点 P に向かう横向きの線を引いて点 A との隔たりを見ることになる。点 A は入倉・三宅式に乗っているので、 $x_A=2y_1-2b$  となっている。点 P は明らかに直線が示す入倉・三宅式から乖離して、点 A との間で  $\Delta_1=x_1-x_A=x_1-2y_1+2b$  だけ離れている。

図 2. データ点 P と入倉・三宅式との乖離



### 3-4. 乖離の度合い(程度)としての標準偏差

次に、上記 3-1 に登場した経験式との「乖離の度合い」である標準偏差について見ておきたい。上記の入倉・三宅データセットの場合、1 番目のデータ点に関する乖離  $\Delta_1$  と同様の乖離が各データ点に対応して全部で  $n=53$  個あるので、乖離  $\Delta_1, \dots, \Delta_n$  が考えられる。これらを単に加えた場合は、経験式が平均値であるために乖離が打ち消し合い、 $\Delta_1 + \dots + \Delta_n = 0$  となる（注釈 1）。

（注釈 1）  $\Delta_i = x_i - x_A = x_i - 2y_i + 2b$  より  $\Delta_1 + \dots + \Delta_n = n(\bar{x} - 2\bar{y} + 2b) = 0$  ( $\bar{x}$  等は平均値で  $b = \bar{y} - \bar{x}/2$  だから)。

そこで次式のように、横向きの乖離の程度を示す 2 乗平均の平方根（1 種の平均値）

$$\sigma = [(\Delta_1^2 + \dots + \Delta_n^2)/n]^{1/2}$$

を定義し、これを標準偏差と呼ぶ。入倉・三宅式及び  $1\sigma$  及び  $2\sigma$  の線を一緒に描くと図 1 のようになる。すなわち、入倉・三宅式とは、1 本の線で表されるだけでなく、最低で  $1\sigma$  の幅をもっているものと捉えるべきである。入倉・三宅式と  $1\sigma$  の線との横向き隔たりは  $\sigma = 0.382$  なので、 $M_0$  が大きくなるように  $1\sigma$  を考慮すると  $M_0^* = 10^\sigma M_0 = 2.41 M_0$  となる（注釈 2）。

（注釈 2） 同じ  $S$  に対して入倉・三宅式線上の地震規模を  $M_0$ 、 $1\sigma$  線上の地震規模を  $M_0^*$  とすると、 $\log M_0^* - \log M_0 = \sigma$  これより  $M_0^* = 10^\sigma M_0$  となる。

## 4. 「ばらつき」の根源・本質及び「不確かさ」との区別

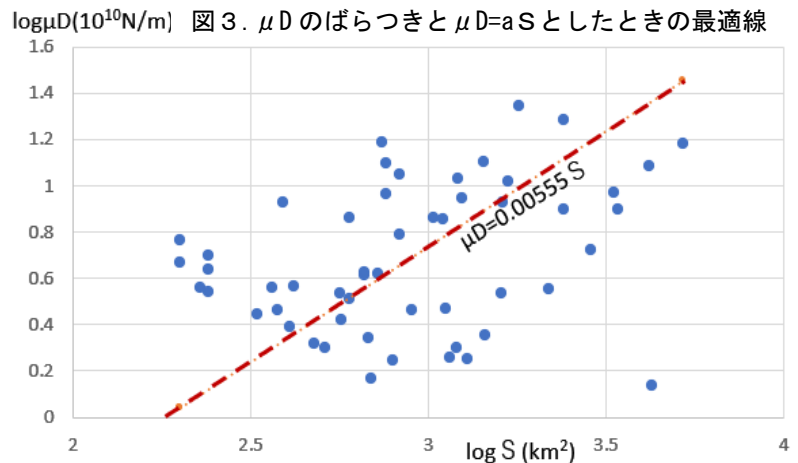
### 4-1. 「ばらつき」はなぜ生じるのか、その根源・本質

問題は、断層面積  $S$  と地震規模  $M_0$  が与えられたとき、その  $S$  を入倉・三宅式に代入して求められた計算値  $M_0$  との間になぜ乖離が生じるのかである。国は「ばらつき」の原因を  $S$  の不確かさに求めているが、

そうではなく、 $S$  が所与のものであるときに、 $M_0$  の「ばらつき」はどこから生じるのかという問題である。

$M_0$  の定義式によれば、 $M_0 = \mu D S$  と表される。 $\mu$  は剛性率で土地の硬さを表し、 $D$  は平均すべり量で、断層面（2枚）の各部分が互いに逆方向にすべった量の断層面に関する平均値である。入倉・三宅式では  $S$  だけから  $M_0$  を決めるのであるが、実際の  $M_0$  値は  $\mu D$  の影響を受けて異なり得る。特に、平均すべり量  $D$  は、断層面積  $S$  が同じであっても、断層が存在する地域で働く外力の度合い、その外力に耐えるアスペリティの状態によって異なることはあり得ることである。

事実、入倉・三宅データセットについて  $\mu D (=M_0/S)$  を、 $S$  を横軸にとってプロットしてみると右図のようになる。横軸の同じ  $S$  に対して  $\mu D$  は縦向きにばらついているのがわかる。これが、 $S$  が同じでも  $M_0$  がばらつく根源である。



結局入倉・三宅式は、このような  $\mu D$  のばらつき効果を捨象（または平均化）

した式なのであるが、実際の地震はその式から乖離した  $M_0$  値で起こっているのであるから、その乖離の度合い（程度）をせめて1標準偏差分だけでも考慮する必要があるということになる。

ちなみに上図で  $\mu D = a S$  の形を仮定して、最小二乗法により最適な係数  $a$  を求めると、 $a = 0.00555(10^{10}\text{N/m})$  となり、最適線は図内に示した点線となる。このとき  $\mu D = a S$  を定義式  $M_0 = \mu D S$  に代入すると、 $M_0 = 5.55 \times 10^{13} S^2$  となって入倉・三宅式 ( $M_0 = 5.56 \times 10^{13} S^2$ ) が再現される。すなわち逆に、平均値である入倉・三宅式は、まさに  $\mu D$  のばらつきを捨象（平均化）したものであることが明らかになる。

#### 4-2. 「ばらつき」と「不確かさ」の区別——米国環境保護局（EPA）の見解

川瀬意見書(乙261)と入倉意見書(乙263)が引用している米国環境保護局（EPA）の見解（甲128）では、「ばらつき」は aleatory variability(偶然的ばらつき(変動性))であり、「不確かさ」は epistemic uncertainty(認識上の不確かさ)であると明確に区別されている。川瀬・入倉意見書では、この区別する見解を明確に認めている。そこでは「ばらつき」の例として体重の例を挙げており、体重は正確に測定することにより不確かさを減らすことはできるが、「調査者は評価対象者の個々の体重を変更することはできず、したがって母集団のばらつきを減少させることはできない」と述べている。つまり、個々人の体重は各人の遺伝的要因や生活環境による要因によってそれぞれに応じて個性として決まっており、それがばらつきをもたらすのである。これまでのガイド作成の経緯では、このような区別が日本では明確に認識されていなかった節がある。

では、断層面の場合、そのようなばらつきをもたらす個性とはどのようなものだろうか。それはすでに図3で示したように、定義式  $M_0 = \mu D S$  における  $\mu D$  が同じ  $S$  であっても断層ごとに異なるという性質のことである。このばらつきは、断層面積の認識上の「不確かさ」が原因となって生み出されたものでは

けっしてない。断層の個性に基づく客観的な偶然的な性格のものである。

それゆえ後述するように、断層面積の認識上の「不確かさ」が経験式の有する「ばらつき」、すなわち地震モーメント  $M_0$  の平均値からの乖離の度合いをもたらす「原因」であるとする控訴人（国）の主張は根本的に誤っている。地震動審査ガイド I.3.2.3(2)で規定される経験式の有するばらつきは、同ガイド I.3.3.3 が規定する断層長さ等の不確かさとは独立な概念であり、同ガイドでも別項目として位置づけられているのである。

## 5. 被控訴人(国)の考え方に対する批判

「経験式が有するばらつき」の存在を認めながら、それは断層面積  $S$  の不確かさ等で補えるとの被控訴人(国)の考え方を以下で批判する。その考え方は、答弁書の後半で具体的に示され、第1準備書面に引き継がれている。さらに一見その考えを引き継いだかのように見えるが、実はほとんどもない的外れな主張が第2準備書面で展開されているので、その的外れさについても簡単に触れておきたい。

### 5-1. 国の答弁書及び第1準備書面への批判

答弁書が「ばらつき」問題を論じているのは41頁の3においてである。その(1)(41頁～)と(2)(49頁～)は抽象的な法解釈の問題であり、具体的な主張は51頁から始まる(3)でなされている。

国は53頁において次のように主張している。「このように、震源断層面積  $S$  と地震モーメント  $M_0$  関係を表した入倉・三宅式などの『経験式が有するばらつき』については、それが当然存在することを踏まえ、保守的な地震動評価を行う上では、震源断層面積  $S$  の『不確かさ』の側で考慮する(また、後記のとおり、それ以外の『不確かさ』の考慮も行う)」。同様に54頁においても「実際の審査実務では、震源断層面積  $S$  と地震モーメント  $M_0$  の関係における『経験式が有するばらつき』については、その存在を当然に認識した上で、震源断層面積  $S$  の設定における『不確かさ』を十分に考慮することとしている」。

また、国の第1準備書面においては30頁において「控訴答弁書第4の3(3)イ及びウ(53ないし55ページ)において主張したとおり、震源断層面積  $S$  と地震モーメント  $M_0$  の関係を表した入倉・三宅式などの『経験式が有するばらつき』については、それが当然存在することを踏まえ、保守的な地震動評価を行う上では、震源断層面積  $S$  の『不確かさ』の側で考慮する(また、それ以外の『不確かさ』の考慮も行う。)というのが、強振動予測レシピの計算過程に沿った合理的な方法であり、審査実務における当然の共通認識である」と、答弁書の内容を繰り返している。

要するに、震源断層面積  $S$  の不確かさを考慮すれば、「経験式が有するばらつき」は確かに存在しているものの、それは考慮する必要はないと主張している。ただしその後では、震源断層面積をいかに保守的に評価しているかが強調されてはいるものの、その保守的採用が「経験式が有するばらつき」をカバーすることになるかどうかには一言も触れていない。

このようなこじつけ論に対しては次のような批判ができる。

- ①そもそも「ばらつき」と「不確かさ」は、米国環境保護局(EPA)の見解が明確に述べているとおり、また、入倉意見書や川瀬意見書もそれを引用して認めているとおり、性質を異にする独立した別概念であり、一方を他方で置き換えることはできない。日本のこの問題に関する検討経緯では、この区別の認識が希薄であったと考えられる。

②「経験式が有するばらつき」を考慮する場面では、断層面積 $S$ は所与のものとして固定されており、それを経験式に代入して得られる地震規模 $M_0$ と、実データである $M_0$ が乖離していることが問題の焦点である。国も認めているとおり、 $M_0$ を算出する場面では $S$ は選ばれて固定されている。 $S$ を固定しても $M_0$ のばらつきが生じる原因は、 $M_0$ の定義式  $M_0 = \mu D S$  における  $\mu D$ (剛性率×平均すべり量)が、断層の個性に応じて、 $S$ が同じであってもばらつくことに求められる。断層面積 $S$ の「不確かさ」が $M_0$ のばらつきを生み出すのではけっしてない。

④ 実際に玄海原発の断層モデルで竹木場断層の最大加速度をもたらずケース(No.8)では、断層面積は「不確かさ」を考慮して $388.09\text{km}^2$ と与えられており、そこに「経験式が有するばらつき」の1標準偏差が加わって地震規模 $M_0$ が2.41倍の $2.02 \times 10^{19}\text{Nm}$ となる。

これに対し国がいう断層面積 $S$ の「不確かさ」の考慮では、断層面積が傾斜角 $60^\circ$ という不確かさの考慮によって $299.29\text{km}^2$ から $388.09\text{km}^2$ と1.30倍になり、それに応じて地震規模 $M_0$ が $4.98 \times 10^{18}\text{Nm}$ から $8.38 \times 10^{18}\text{Nm}$ へと1.68倍に上がっている。このような考慮が安全性にとって重要なのはいうまでもない。しかし、このような断層面積の「不確かさ」の考慮と「経験式が有するばらつき」の考慮とは何の関係もない、独立した考慮なのである。実際地震動審査ガイドにおいても「不確かさ」は1.3.3.3に属するのに対し、「ばらつき」は1.3.2.3震源パラメータの設定という別項目に属しているのである。

## 5-2. 被控訴人(国)の第2準備書面批判

被控訴人(国)は、第2準備書面16頁において、次の結論を導いている。すなわち、「(2)震源断層面積 $S$ と地震モーメント $M_0$ に関する経験式のばらつきは震源断層面積 $S$ の不確かさによるところが大きく、一方、断層の剛性率 $\mu$ の不確かさは小さいことから、結果として平均すべり量 $D$ の不確かさは震源断層面積 $S$ の不確かさを考慮することにより解消されること」。この結論を定義式 $M_0 = \mu D S$ に基づいて論じているので、一見、控訴人が立てた論理設定と同じかと思わせる。

しかし、実は控訴人とはまったく違った想定に基づいていることが明らかになる。控訴人は、入倉・三宅式が有するばらつきを考慮する際は、入倉・三宅式を所与のものとして、その基になった53個の各地震データも確定した所与のものであるという立場に立つ。各地震データに「不確かさ」が存在するのは事実であるが、入倉・三宅式を問題の対象とする以上、その基になった53個のデータは、入倉と三宅によって選ばれ確定されている。「経験式が有するばらつき」は $S$ を固定しても、各断層の個性である $\mu D$ の値のばらつきから生じるのである。

これに対し被控訴人(国)の第2準備書面の「経験式の有するばらつき」では、ある一つの断層を取り出したときに、観測者によってデータが異なるという意味の不確かさを問題にしているのである。たとえば16頁の後半において、次のように説明している。「この観測波形記録から震源断層を解析(震源インバージョンによる解析及び震源インバージョンによらない解析)する際には、その解析の出発点として、対象となる地震に係る何らかの先見情報(余震分布等)に基づいて震源断層面(位置、形状や大きさ等)をあらかじめ設定(仮定)する必要がある。そのため、どのようにして震源断層面を設定(仮定)したかの違いによって、自ずと震源断層面積 $S$ がばらつくことになる。これが、経験式の基となった観測データがばらつく原因として、震源断層面積 $S$ の不確かさによるところが大きいゆえである」。ここではあるひとつの断層(たとえば熊本地震)の断層面積をどう設定するかが、観測者によって異なることを述べている。それ自体はそのとおりであるが、そのような不確かさは「経験式が有するばらつき」という



断層の個性の違いに基づく結果とはおよそ無関係なのである。

要するに第2準備書面で述べていることは、各断層について成り立つ内容ではあるものの、いま論じている「経験式が有するばらつき」とはおよそ無関係な内容であるが、このような見当違いをわざわざ持ち出したのはある種のまやかしの術を意図したものであろう。

## 6. 結論

「経験式が有するばらつき」とは、断層面積  $S$  が与えられたとき、経験式によって算出された地震規模(地震モーメント)  $M_0$  と経験式の基になった観測データとの乖離であることは、被控訴人(国)も明確に認めている。他方で、そのようなばらつきの効果は、断層面積  $S$  の不確かさ等によって補うのが正当なやり方だと主張しているが、具体的にどのように補われるかは示されていない。一般的に断層面積を大きめにとれば、ある程度は保守的な地震規模が得られることを述べているだけである。

実際には、地震規模  $M_0$  の「ばらつき」の考慮は、断層面積  $S$  の不確かさの考慮とは独立した別の考慮なのである。したがって、現状で断層モデルでは最大の加速度をもたらしている傾斜角  $60^\circ$  ケース (No.8) をとりあげて、そこにばらつきによる1標準偏差を考慮するのが最低のばらつき考慮となる。その結果、現行地震規模  $8.38 \times 10^{18} \text{Nm}$  が2.41倍の  $2.02 \times 10^{19} \text{Nm}$  となり、それに応じて地震加速度が524ガルから  $2.41^{1/3} = 1.34$  倍の702ガルへと高まる。これは震源を特定せずの場合の最大加速度(留萌)620ガルを上回る。

逆に言えば、702ガルに備えるべきところ、過小評価によってその備えをするような検討ができていない。設置許可基準規則4条3項違反だというべきである。

付表：入倉・三宅データセット

著者	番号	国	地震	日付	Mo(dyne-cm)	S(km <sup>3</sup> )	L(km)	W(km)
W&C	219	Australia	Tennant Creek	01/22/1988	8.2E+25	228	19	12
W&C	120	China	Songpan, Huya	08/23/1976	8.4E+25	242	22	11
W&C	216	USA, CA	Superstition Hills	11/24/1987	9.2E+25	330	30	11
W&C	74	Australia	Meckering	10/14/1968	9.3E+25	200	20	10
W&C	160	Greece	Corinth	02/24/1981	1E+26	480	30	16
W&C	158	China	Daofu	01/23/1981	1.01E+26	690	46	15
W&C	191	Canada	Nahanni	10/05/1985	1.02E+26	512	32	16
W&C	86	USA, CA	San Fernando	02/09/1971	1.04E+26	238	17	14
W&C	241	USA, CA	Big Bear	06/28/1992	1.16E+26	200	20	10
W&C	75	USA, Alaska	Rampart	10/29/1968	1.2E+26	240	30	8
W&C	117	China	Songpan, Huya	08/16/1976	1.3E+26	360	30	12
W&C	175	Turkey	Pasinier	10/30/1983	1.4E+26	800	50	16
W&C	193	Canada	Nahanni	12/23/1985	1.5E+26	680	40	17
W&C	225	USSR	Armenia	12/07/1988	1.53E+26	418	38	11
W&C	113	USSR	Uzbekistan	04/08/1976	1.95E+26	600	30	20
W&C	115	USSR	Uzbekistan	05/17/1976	2.07E+26	1152	48	24
W&C	157	Italy	South Apennines	11/23/1980	2.6E+26	900	60	15
W&C	26	USA, CA	Imperial Valley	05/19/1940	2.7E+26	660	60	11
W&C	174	USA, Idaho	Borah Peak	10/28/1983	2.8E+26	660	33	20
W&C	139	Yugoslavia	Montenegro	04/15/1979	3.29E+26	1450	50	29
W&C	34	Japan	Fukui	06/28/1948	3.3E+26	390	30	13
W&C	102	USSR	Tadzhikistan	08/11/1974	4.38E+26	600	30	20
W&C	156	Algeria	El Asnam	10/10/1980	5.08E+26	825	55	15
W&C	221	China	Lancang -Gengma	11/06/1988	5.47E+26	1600	80	20
W&C	187	New Guinea	New Britan	05/10/1985	6.93E+26	750	50	15
W&C	73	Iran	Dasht-e-Bayaz	08/31/1968	7.8E+26	2200	110	20
W&C	188	New Guinea	New Ireland	07/03/1985	7.9E+26	1104	48	23
W&C	32	Peru	Ancash	11/10/1946	9.4E+26	840	28	30
W&C	54	USA, MT	Hebgen Lake	08/18/1959	9.5E+26	765	45	17
W&C	206	Taiwan	Hualien	11/14/1986	1.1E+27	1248	48	26
W&C	240	USA, CA	Landers	06/28/1992	1.14E+27	744	62	12
W&C	42	USA, CA	Kem County	07/21/1952	1.3E+27	1216	64	19
W&C	135	Iran	Tabas-e-Golshan	09/16/1978	1.37E+27	1628	74	22
W&C	116	China	Tangshan	07/27/1976	1.76E+27	1680	70	24
W&C	96	China	Luhuo	02/06/1973	1.8E+27	1430	110	13
W&C	127	Argentina	Caucete	11/23/1977	1.89E+27	2400	80	30
W&C	112	Guatemala	Motagua	02/04/1976	3.1E+27	3341	257	13
W&C	91	USA, Alaska	Sitka	07/30/1972	4E+27	1800	180	10
W&C	233	Philippines	Luzon	07/16/1990	4.6E+27	2400	120	20
W&C	53	USA, Alaska	Lituya Bay	07/10/1958	5.1E+27	4200	350	12
W&C	7	USA, CA	San Francisco	04/18/1906	7.9E+27	5184	432	12
Somerville	s1	USA, California	Landers	06/28/1992	7.5E+26	1035	69	15
Somerville	s2	Iran	Tabas	09/16/1978	5.8E+26	4275	95	45
Somerville	s3	USA, California	Loma Prieta	10/17/1989	3E+26	720	40	18
Somerville	s4	Japan	Kobe	01/17/1995	2.4E+26	1200	60	20
Somerville	s5	USA, Idaho	Borah Peak	10/28/1938	2.3E+26	1287	48.75	26.4
Somerville	s6	Canada	Nahanni, N.W.T.	12/23/1985	1.5E+26	572	34.67	16.49
Somerville	s7	USA, California	Northridge	01/17/1994	1.1E+26	378	18	21
Somerville	s8	Canada	Nahanni, N.W.T.	10/05/1985	1E+26	408	29.33	13.92
宮腰		Japan	?	?	1.94E+26	564	27	20.9
宮腰		Japan	?	?	3.31E+26	1119	56	20
宮腰		Turkey	Kocaeli	1999	1.52E+27	2867	123	23.3
宮腰		Taiwan	Chi-Chi	1999	2.70E+27	3404	79	43.1

◆甲 59 の表をベースにして、断層長さ L と断層幅 W のデータを次のように付加した。

- ・ W & C : Wells and Coppersmith(1994)(甲 194)の Table 1 から該当データを引用。
- ・ Somerville : Somerville et al(1999)(甲 195)の Table1, 3,6 から該当データを引用。
- ・ 宮腰 : 入倉・三宅(2001)の図 3 より L、図 5 より W の数値を読みとった。