

平成 23 年(ワ)第 1291 号、平成 24 年(ワ)第 441 号、平成 25 年(ワ)第 516 号、平成
26 年(ワ)第 328 号、平成 31 年(ワ)第 93 号伊方原発運転差止請求事件

原告須藤昭男外 1 4 1 8 名

被告四国電力株式会社

準備書面(85)

地震 経験式が有するばらつきの考慮について

2021年 4月 8日

松山地方裁判所民事第 2 部御中

原告ら訴訟代理人

弁護士	薦 田 伸 夫
弁護士	東 俊 一
弁護士	高 田 義 之
弁護士	今 川 正 章
弁護士	中 川 創 太
弁護士	中 尾 英 二
弁護士	谷 脇 和 仁
弁護士	山 口 剛 史
弁護士	定 者 吉 人
弁護士	足 立 修 一
弁護士	端 野 真
弁護士	橋 本 貴 司
弁護士	山 本 尚 吾
弁護士	高 丸 雄 介
弁護士	南 拓 人
弁護士	東 翔

訴訟復代理人

弁護士 内 山 成 樹

弁護士 只 野 靖

弁護士 中 野 宏 典

第1 本準備書面の要旨

原子力規制委員会が定めた「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」(甲117、以下本準備書面においては「地震ガイド」という。)の3.2.3(2)項(甲117、3頁)では、下記のとおり、基準地震動の策定に際して使用される経験式について、経験式が有するばらつきが考慮される必要があることが明記されている。(下線部は、原告ら代理人が記載。)

記

(2) 震源モデルの長さ又は面積、あるいは1回の活動による変位量と地震規模を関連づける経験式を用いて地震規模を設定する場合には、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。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。

この経験式のばらつきに関する地震ガイドの規定は、地震ガイドの3.3.3項でいう「不確かさの考慮」とは別の規制である。

被告の地震動評価においては、地震ガイド3.3.3項が規制する不確かさについては不十分ながら考慮しているものの、地震ガイド3.2.3(2)項が要求する経験式が有するばらつきについては一切考慮されていない。

したがって、被告が行った地震動評価及びこれを前提とする伊方3号炉に対する原子力規制委員会の審査は、地震ガイドに反するものであり、原子力規制委員会が行った伊方3号炉に対する審査には、その審査の過程において重大な過誤欠落がある。

第2 経験式は地震の平均像を示すものに過ぎないこと

1 乙D35によれば、被告は、震源を特定して策定する地震動の策定における検討用地震動の選定に際して、中央構造線断層帯に関する基本震源モデルのパラメーター設定に用いる経験式について、入倉・三宅(2001)、壇ほか(2011)、Fujii and Matsu'ura(2000)の経験式を使用している。

2 これらの被告が基準地震動策定に際して適用した経験式は、いずれも過去の地震動のデータから導かれたものであり、過去の地震の平均像を示すものである。

経験式が平均像を示すものに過ぎないものであることについては、前記の通り地震ガイドの3.2.3(2)項で、「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」が明確に指摘されていることから、議論の余地は無い。

3 甲428号証は、代表的な経験式である入倉・三宅(2001)を策定した入倉孝次郎京都大学名誉教授が、愛媛新聞の取材に対し、「基準地震動は計算で出た一番大きな揺れの値のように思われることがあるが、そうではない。(中略)私は科学的な式を使って計算方法を提案してきたが、これは平均像を求めるもの。平均からずれた地震はいくらでもあり、観測そのものが間違っていることもある。」と発言している。

この発言からも、入倉・三宅(2001)等の経験式を用いて算定される地震動の数値は、決して想定される「一番大きな揺れの値」ではなく、「平均像を求めるもの。」に過ぎず、「平均からずれた地震はいくらでもあ」るものであることは明らかである。

4 経験式が有する「ばらつき」の具体例

入倉・三宅 (2001) (甲 6 6 7) を例にとって、平均値からのばらつきの状況について、具体的に主張する。

次の図は、入倉・三宅(2001) (甲 6 6 7、8 5 8 頁) の図 7 である。これによれば、入倉三宅式に基づいて算出された平均値(表中の破線で示されている)と、丸印の各データの間、ばらつきが生じていることは明らかである。

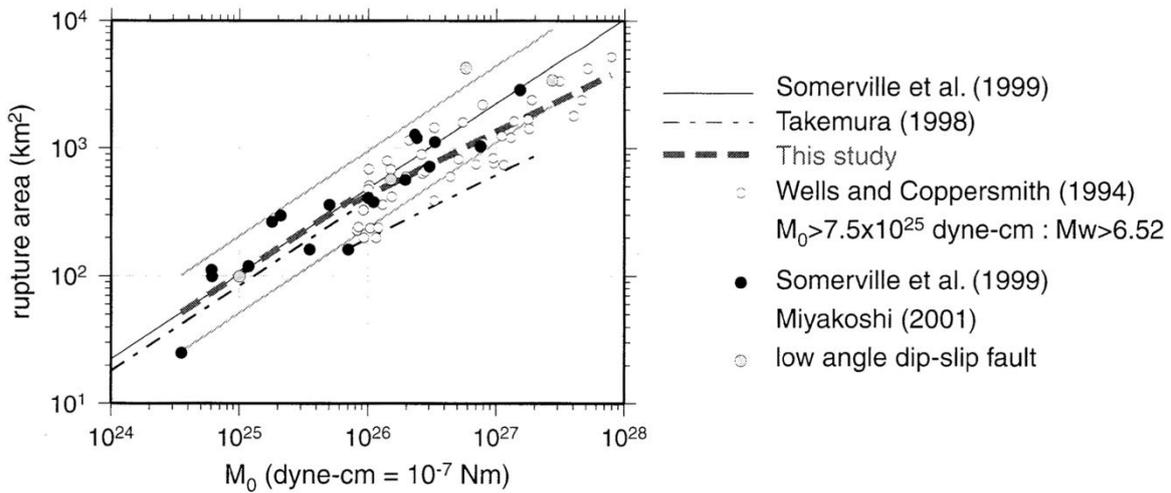
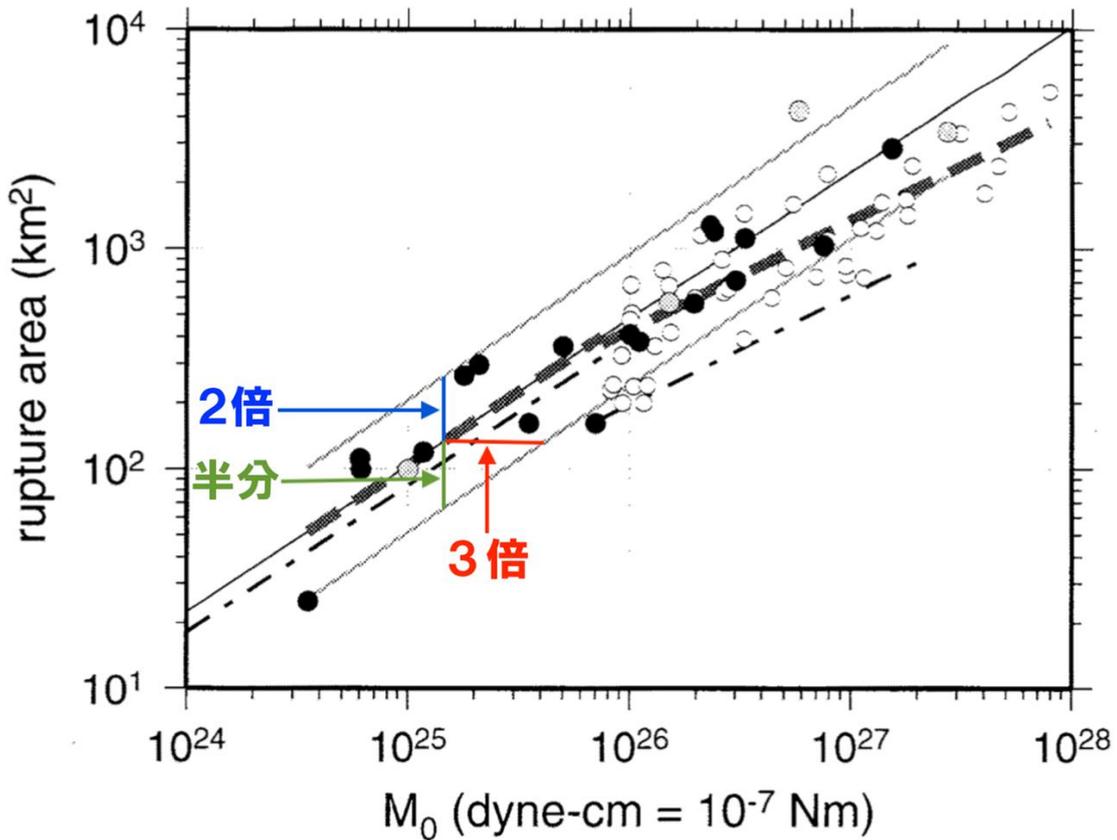


図 7 断層面積と地震モーメントの関係。

黒線は Somerville *et al.* (1999) によるもので、灰色の領域は標準偏差 ($\sigma = 0.16$) の範囲、実線は点線の倍半分の値を示す。白丸印で示される Wells and Coppersmith (1994) のカタログのデータは地震モーメントが 10^{26} dyne-cm を超える大きな地震で系統的なずれを示す。地震モーメントが 7.5×10^{25} dyne-cm より小さい場合 (震源インバージョンの結果のみで回帰) と大きい場合 (震源インバージョンの結果と Wells and Coppersmith (1994) のカタログを含めて回帰) に分けて決められた式が点線で示される。一点鎖線は武村 (1998) による経験的關係式を示す。

この図において、Somerville ほかの式はその基になったデータセット(データ集合)の平均値として導かれており、その上下(真中の黒線が Somerville *et al.* で、それに平行して上下になる位置に倍・半分の実線が記入されている。この倍半分の示す実線は、厳密に言うところではグラフの縦軸(震源断層面積)との関係での倍半分の線であり、横軸(M_0)との関係では、グラフが縦軸 2 に対して横軸 3 の割合で傾斜していることからすれば、縦軸(震源断層面積)の関係で平均値から半

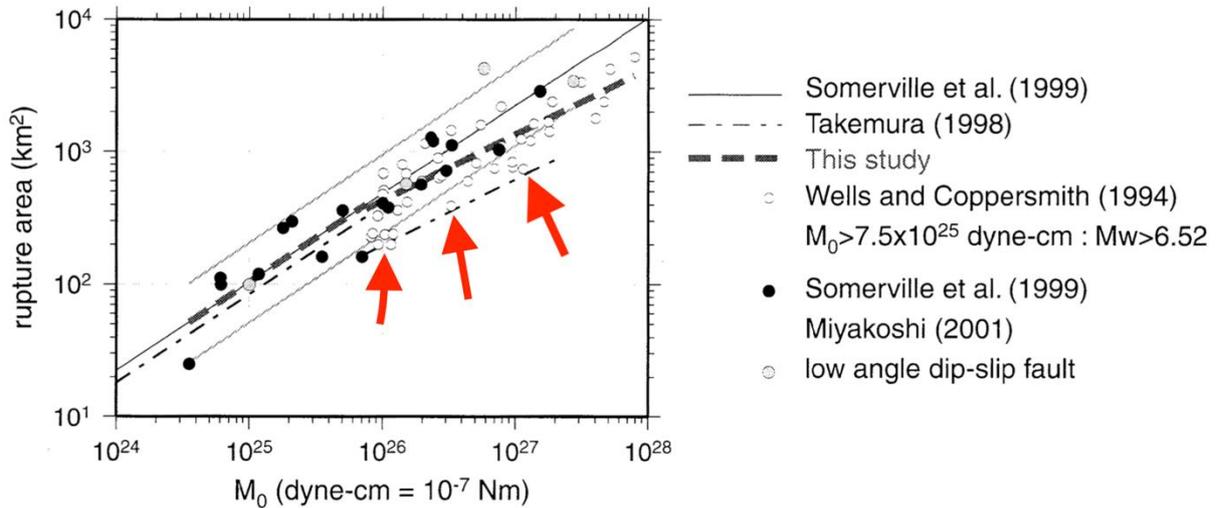
分を示す実線は、横軸 (M_0) との関係では平均値から 3 倍を示す実線であることを意味する (下図参照、入倉・三宅(2001) (甲 6 6 7、8 5 8 頁) の図 7 一部を拡大し、色つき部分は原告ら代理人が記入したもの)。



上記の図によれば、平均値から 3 倍の M_0 のデータを示す線に近接する位置に観測データが多数存在しており、3 倍まで平均値からかい離している大きな M_0 の地震が発生する可能性が十分に高いことを示している。

さらにいえば、3 倍を示す実線を超える位置にも複数のデータが存在しており、同じ断層面積で、破線で示された入倉・三宅 (2 0 0 1) が示す平均値の 4 倍ないしそれを超える M_0 を示すデータが複数存在している。次頁の図の赤矢印で示したデータである。

入倉・三宅(2001) (甲667、858頁) の図7に対し、赤矢印を原告ら代理人が記入した。



地震に関するデータは決して多くは無く、入倉・三宅(2001)が前提としているデータ数はそれほど多数ではないが、その中においても、平均値の4倍以上かい離するデータが複数存在することは銘記されるべきである。

- 5 以上からすれば、万が一にも事故を発生させてはならない原子力発電所の基準地震動を、4で示したばらつきが認められるにもかかわらず、経験式によって算出された平均値そのものの数値を基に基準地震動を策定することには合理性が無いことは明らかであるから、地震ガイドにおいては、前記の通り、「経験式が有するばらつきも考慮されている必要がある。」と規定されたのである。

第3 地震ガイド3.2.3(2)項第2文の意味について

- 1 第2を前提とすれば、地震ガイド3.2.3(2)項第2文中の「その際、経験式が有するばらつきも考慮されている必要がある。」とは、将来起きる地震は、過去の平均値以下のものとは限られず、平均値を超える地震が生じる可能性があることを考慮し、経験式を用いて地震規模を設定する場合、生じ得る地震の規模について、平均値と観測データとの間のかい離を考慮した上で基準地震動を設定しなければ

ばならないことを要求している。

端的に言えば、経験式から導かれる平均値に対し、さらに経験式のばらつきを考慮した、より大きい地震規模を設定することを求めているのである。

- 2 福島第1原発事故発生前である2010年(平成22年)12月20日付で当時の原子力安全委員会が承認作成した「発電用原子炉施設の耐震安全性に関する安全審査の手引き」(以下、旧審査手引きという。)における、震源断層モデルの地震規模を算出する経験式に関する規定は、以下の通りであった(甲668、13頁)。

② 震源断層モデルの長さ又は面積、あるいは単位変位量(1回の活動による変位量)と地震規模を関連づける経験式を用いて地震規模を設定する場合には、経験式の適用範囲を十分に検討して行うこと。

これに対し、福島第1原発事故発生後である2013年(平成25年)6月19日付の「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」(地震ガイド)の経験式に関する規定は下記のとおりである(甲117、3頁)。

(2) 震源モデルの長さ又は面積、あるいは1回の活動による変位量と地震規模を関連づける経験式を用いて地震規模を設定する場合には、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。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。

すなわち、福島第1原発事故前の旧審査手引き(甲668)においても、現行の地震ガイドの第1文(「震源モデルの長さ又は面積、あるいは1回の活動による変位量と地震規模を関連づける経験式を用いて地震規模を設定する場合には、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」と同一の規定は存在していたのに対して、福島第1原発事故前の旧審査手引き(甲668)においては、現行の地震ガイドの経験式に関する規定の第2文(「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。』)の規定は存在しておらず、現行の地震ガイドの第2文の規定は、福島第1原発事故後に新設追加されたものである。

3 2記載の、地震ガイドの第2文の新設追加は、東日本大震災と福島第1原発事故の発生を契機として行われたものである。

2011年3月11日に発生した東日本震災により、その当時の基準地震動が600ガルであった福島第1原発では、基準地震動を超える675ガルの地震動が観測された。また、女川原発の当時の基準地震動は580ガルであったが、東日本大震災の際に観測された地震動は636ガルであった。

また、マグニチュードの点では、福島第1原発の600ガルの基準地震動の前提となっていた震源モデルはマグニチュード7.9として設定されていたが、実際の東日本大震災の際に観測された数値はマグニチュード9であった。

現行の地震ガイドの経験式に関する規定の第2文は、東日本大震災において、福島第1原発、女川原発で、実際に基準地震動を超過する地震動が観測されたこと、基準地震動の前提となった震源モデルにおいて想定したマグニチュードの設定を大幅に超える地震動が発生したことを教訓として、新設追加されたものである。

以上を踏まえれば、福島第1原発事故発生後の2013年(平成25年)6月19日に、地震ガイド3.2.3(2)に第2文の経験式のばらつきを考慮すべき条項が新設追加された意味は決して軽視されてはならない。この第2文の追加は、東日本大震災と福島第1原発事故に対する痛切な反省と教訓を踏まえたものである。

福島第1原発事故を二度と繰り返してはならないという前提に立つのであれば、この第2文は厳格に適用されなければならない、これを無視して、原発の再稼働をすることは許されない。

4 では、経験式が示す平均値と観測データとの間のかい離を考慮して、どの程度の大きさの地震規模を想定すべきであろうか。

第2、4において詳述した通り、同じ断層面積で、破線で示された入倉・三宅(2001)の式が示す平均値の4倍ないしそれを超える地震モーメント M_0 を示すデータが複数存在しており、これは正規分布を仮定した標準偏差の2倍の $+2\sigma$ に概ね相当するものである。原発事故は万が一にも発生してはならないという前提に立つ以上、少なくとも平均値から $+2\sigma$ 程度の大きさの地震を想定すべきである。

- 5 原告ら準備書面(76)27頁以下及び原告ら準備書面(84)9頁で主張しているように、原子力規制委員会が現在策定中の震源を特定せず策定する地震動の標準応答スペクトルは、非超過確率97.7%(正規分布において $+2\sigma$ に相当する)で策定されている(甲537・23/53頁)。

そうであれば、震源を特定して策定される地震動でも、せめて $+2\sigma$ で策定されるべきである。その場合、被告が策定した基準地震動650ガルは、その2.67倍(4/1.5)の約1700ガルとなる。

- 6 いずれにしても、地震ガイド3.2.3(2)は、経験式によって導かれた平均値に対して、当該経験式の基礎となった観測データと平均値とのかい離状況を検討した上で、一定の数値の上乗せをすることを要求しているものであり、何の上乗せもしないまま平均値として算出された数値その物を使用して基準地震動を策定することは許されない。

しかるに、被告は、伊方原発3号炉の基準地震動の策定に際して使用した経験式について、その経験式の前提となった観測データと平均値とのかい離状況を検討・考慮して、標準偏差、 $+2\sigma$ 、倍半分、既往最大等の観点から地震規模の数値を上乗せすることは一切行っておらず、平均値の数値をそのまま使用して基準地震動を策定しており、このような方法による基準地震動の策定は地震ガイド3.2.3(2)項第2文に違反している。

第4 ばらつきの考慮と不確かさの考慮は異なるものであること

1 確かに、被告は基準地震動の策定に際して、複数箇所において不十分ながら「不確かさ」を考慮している。被告は、「不確かさ」の考慮をしていることから、保守的に基準地震動を設定しており、それによってばらつきを考慮することに代えられると反論することが想定される。

しかし、以下に詳述するように、現行の地震ガイドにおいては、不確かさの考慮と、経験式のばらつきの考慮とは別次元の問題であり、不確かさの考慮を行ったことによって、ばらつきの考慮がされたことに代替されることはない。

2 そもそも、地震ガイドが「不確かさの考慮」と、「ばらつきの考慮」とを別のものとして位置付けている。

このことは、地震ガイドの目次（甲117号証i頁）において、地震ガイドの「3.2.3(2)」のばらつきの考慮と、「3.3.3」の不確かさの考慮は、別の項目として位置づけられていることから、明らかである。

仮に、地震ガイド「3.3.3」に定める不確かさの考慮を行うことによって、ばらつきの考慮も行ったことに代替することができることを前提にしているのであれば、地震ガイドには不確かさの考慮だけを規定すれば足りるのであり、それとは別にばらつきの考慮に関する「3.2.3(2)」規定を設ける必要は無い。

それにもかかわらず、地震ガイドが、不確かさの考慮に関する規定「3.3.3」とは別に、ばらつきの考慮に関する規定「3.2.3(2)」を設けたのは、前者によって後者を代替することができないということを前提にしているものと解釈すべきである。

3 不確かさの考慮を行ったことによって、ばらつきの考慮がされたことに代替されることはないものであることは、以下に述べるように、現行の地震ガイド（甲117）と、旧審査手引き（甲668）における、不確かさの考慮に関する規定の比較からも明らかである。

旧審査手引き 1. 2. (3) (甲 6 6 8、1 6 頁) においては、以下の規定がされていた。

(3) 不確かさ (ばらつき) の考慮

不確かさ (ばらつき) を考慮した地震動評価においては、震源断層モデルの不確かさ (ばらつき) を考慮したパラメータについて、その設定の考え方を明確にすること。

すなわち、旧審査手引きにおいては「不確かさ (ばらつき) の考慮」という項目の下に、不確かさとばらつきが明確に区別されないままの規定となっていた。

これに対し、現行の地震ガイドの不確かさの考慮に関する規定 (甲 117 号証、6 頁以下) は、以下の通りである。

3.3.3 不確かさの考慮

(1) 応答スペクトルに基づく地震動の評価過程に伴う不確かさについて、適切な手法を用いて考慮されていることを確認する。地震動評価においては、用いる距離減衰式の特徴や適用性、地盤特性が考慮されている必要がある。

(2) 断層モデルを用いた手法による地震動の評価過程に伴う不確かさについて、適切な手法を用いて考慮されていることを確認する。併せて、震源特性パラメータの不確かさについて、その設定の考え方が明確にされていることを確認する。

① 支配的な震源特性パラメータ等の分析

1) 震源モデルの不確かさ (震源断層の長さ、地震発生層の上端深さ・下端深さ、断層傾斜角、アスペリティの位置・大きさ、応力降下量、破壊開始点等の不確かさ、並びにそれらに係る考え方、解釈の違いによる不確かさ) を考慮する場合には、敷地における地震動評価に大きな影響を与えると考えられる支配的なパラメータについて分析し、その結果を地震動評価に反映させることが必要である。特に、

アスペリティの位置・応力降下量や破壊開始点の設定等が重要であり、震源モデルの不確かさとして適切に評価されていることを確認する。

② 必要に応じた不確かさの組み合わせによる適切な考慮

1) 地震動の評価過程に伴う不確かさについては、必要に応じて不確かさを組み合わせるなど適切な手法を用いて考慮されていることを確認する。

2) 地震動評価においては、震源特性 (震源モデル)、伝播特性 (地殻・上部マントル構造)、サイト特性 (深部・浅部地下構造) における各種の不確かさが含まれるため、これらの不確かさ要因を偶然的不確かさと認識論的不確かさに分類して、分析が適切になされていることを確認する。

現行の地震ガイドにおいては、「3.3.3 不確かさの考慮」という項目となり、旧審査手引きに存在した「不確かさ(ばらつき)」という下線部分の記載は削除された。そして、現行の地震ガイドにおいては、「3.3.3 不確かさの考慮」とは別に、ばらつきについて本準備書面第3、2において詳述した、地震ガイド3.2.3(2)項第2文を新設追加したのである。

このように、現行の地震ガイドにおいては、不確かさの考慮の問題と、経験式が示す平均値からのばらつきの考慮の問題は明確に区別され、それぞれ別の項目として審査すべきことが規定されたのである。そうである以上、いくら「不確かさ」を考慮したとしても、それによって、「ばらつき」の考慮がされたことに代替されることはない。

- 4 さらに付言すれば、先に示したとおり、現行の地震ガイドの不確かさの考慮に関する規定は、旧審査手引きの不確かさに関する規定と比較しても、分量が増加し、「必要に応じた不確かさの組み合わせによる適切な考慮」を求めていること等の諸点で詳細な規定に改訂されている。その意味で、旧審査手引きよりも、現行の地震ガイドの規定が、不確かさについてより保守的な審査を行うことを求めるものに改定されている。

しかし、現行の地震ガイドは、不確かさについて詳細な規定を新設することとは別に、3.2.3(2)項第2文を新設追加したのである。これは、不確かさについて如何に複数の不確かさを組み合わせた考慮をする等の保守的な審査をしたとしても、それによって経験式が示す平均値からのばらつきの考慮の問題を解消することはできないこと前提にしている。仮に、十分に不確かさを考慮すれば、ばらつきの考慮をする必要がないのであれば、3.2.3(2)項第2文を新設追加した意味は無いものになってしまう。

第5 大阪地裁大飯原発3・4号機設置許可取消事件判決

大阪地裁大飯原発3・4号機設置許可取消事件判決(甲666)は、関西電力が

大飯原発3・4号機の基準地震動を策定するに際して、「地震調査結果等に基づき設定した震源断層面積を入倉・三宅式に当てはめて計算された地震モーメントをそのまま震源モデルにおける地震モーメントの値としたものであり、例えば、入倉・三宅式が経験式として有するばらつきを考慮するために、その基礎となったデータセットの標準偏差分を加味するなどの方法により、実際に発生する地震の地震モーメントが平均値より大きい方向にかい離する可能性を考慮して地震モーメントを設定する必要があるか否かということ自体を検討しておらず、現に、そのような設定（上乘せ）をしなかったものである。」と認定し、原子力規制委員会の審査が、地震ガイドの「3.2.3(2)」に違反していることを理由に、設置変更許可を取り消したものである。

伊方原発3号炉においても、前記の通り、地震ガイドの「3.2.3(2)」の経験式のばらつきに対する考慮はされていないのであるから、伊方3号炉に対する審査の過程において重大な過誤・欠落があることは明らかであり、伊方3号炉の運転は直ちに停止されるべきである。

以上