

平成26年（ネ）第126号 大飯原発3, 4号機運転差止請求控訴事件

一審原告 松田正 外186名

一審被告 関西電力株式会社

## 控訴審第13準備書面

—長沢意見書を踏まえ、基準地震動について—

平成27年11月30日

名古屋高等裁判所金沢支部民事部第1部C1係 御中

一審原告ら訴訟代理人弁護士 佐藤辰弥

同 弁護士 笠原一浩

### 【目次】

第1 「震源を特定せず策定する地震動」について	2
第2 「応答スペクトルに基づく手法」について	4
1 本件大飯原発にも耐専スペクトルを適用すべき	4
2 最新のデータが反映されていない	6
3 偶然変動等によるバラツキを考慮していない	7
第3 「断層モデルを用いた手法」について	8
1 「入倉式」による地震動の過小評価	8
2 アスペリティ応力降下量の過小評価	10
3 要素地震における偶然変動の考慮の欠如	11
第4 岩手・宮城内陸地震について	12
第5 まとめ	13

## 【はじめに】

本準備書面は、高浜3・4号機及び大飯3・4号機のいずれの基準地震動においても、最新の知見が十分反映されておらず、保守性（安全余裕）を十分持たせたものとなっていないことについて述べた平成27年（2015年）10月1日付け長沢啓行大阪府立大学名誉教授作成の意見書（甲203）（以下「長沢意見書」という。）に基づいて、本件大飯原発の地震動想定が過小である旨の主張を敷衍して述べる。

本書面は、概ね一審被告準備書面（24）の「第2」の「4」に対応しているが、地震学上の通説的見解を十分に踏まえて反論を準備する必要があることから、すべての論点について反論するには相当の期間が必要であり、残余の論点については次回期日までに反論する。

## 第1 「震源を特定せず策定する地震動」について

一審被告は、本件原発につき、「基準地震動及び耐震設計方針にかかる審査ガイド」の「収集対象となる内陸地殻内地震の例」（甲47・8頁）に挙げられている16の地震の中から、「2000年鳥取県西部地震・賀祥ダム」と「2004年北海道留萌支庁南部地震・HKD020」の各観測記録を採り上げ、後者をもとに「震源を特定せず策定する地震動」を620ガルとしている。

震源近傍での地震観測記録がとれ始めたのは、1995年（平成7年）阪神・淡路大震災を機に地震観測網が整備されて以降のことであり、前記審査ガイドに挙げられているのは、わずか20年足らずの間にとれた16の地震観測記録に過ぎない。また設置された地震計についても数に限りがあり、発生する地震についてすべて最大の地震動を観測出来る訳ではない（長沢意見書3頁）。データに基づいて十分に保守的と言える観測記録が収集されるまでは、少なくともあと数十年単位の時間が必要であり、地域性の違いを考慮し得る多様なデータが収集されるには、さらに多くの時間を要する。

この地震観測記録の不足を補う方法として、信頼性の高い地震動解析方法が開発されているのであり、一審被告は本来これを活用すべきであるが、無視している。財団法人地域地盤環境研究所が原子力安全委員会の業務委託を受けて作成した「震源を特定せず策定する地震動に関する計算業務報告書」（甲62）によると、「2004年北海道留萌支庁南部地震」では、仮想地表観測点において約1,300ガル（東西方向）、約1,700ガル（南北方向）の地震動があったと解析されている（甲62・2-8、長沢意見書・図4）。また、同研究所は、震源断層モデルをそのまま使って、破壊開始点やすべり角など破壊の不確かさを補う解析も行っている。その結果、約2,000ガル（東西方向）、約1,050ガル（南北方向）の地震動が起こるとの解析結果が出されている（甲62・2-25、長沢意見書・図5）。「地表観測点HKD020」における観測記録は1,127ガル（東西方向）であり、これに基づいて620ガルの基準地震動（本件大飯原発のSs-19）が策定されていることから比例計算をすると、前記約2,000ガルを解放基盤表面はざり波に換算した結果は約1,100ガルとなり、本件大飯原発の基準地震動を超える。

同報告書から分かることは、M6.1程度の地震でも、震源からの距離等によっては、地震動は約1,100ガルに達し、本件大飯原発の基準地震動を遙かに上回るということである。

「2004年北海道留萌支庁南部地震」はMw5.7（M6.1）の地震に過ぎないが、「震源を特定せず策定する地震動」を定める前記審査ガイドの趣旨からすれば、Mw6.5を超えない範囲で本件原発敷地に発生し得る最大の地震動を想定しなければならないところ、独立行政法人原子力安全基盤機構（JNES 2014年に原子力規制庁と統合）は、地震観測記録の不足を補う目的で地震動解析を行い、M6.5の横ずれ断層によって最大約1,340ガルの地震動が生じることが明らかになった（甲204「震源を特定しにくい地震による地震動の検討に関する報告書（平成16年度）」2-105、2-110、2-120）。1,340ガルは本件大飯原発のクリフエッジ1,260ガルをも超える。なおM6.5はMw6.2相当である（甲213・2-5）から、Mw6.

5の横ずれ断層による最大の地震動は1,340ガルを更に超えることになる。

前記各解析結果を本件原発に適用しなくてもよい理由は何ら存在しないところ、地震大国たる我が国においては、「震源を特定せず策定する地震動」として、少なくとも前記のとおり、M6.1(Mw5.7)を前提としても1,100ガル、ないしMw6.2を前提としても1,340ガルの地震動を想定して原発の安全性が確保されていなければならないというべきである。本件大飯原発においては、基準地震動は1,100ガルを下回り、クリフエッジさえ1,340ガルを下回るから、その耐震安全性は何ら確保されていない。

東意見書(乙54)においても、「震源を特定せず策定する地震動」に関する意見は何ら述べられていない。それは、東氏においても、「留萌支庁南部地震HKD020」の観測記録をほぼそのまま採用した基準地震動は、再稼働を目指して経済性を優先させた「割り切り」に過ぎず、何らの合理性もないことを十分認識しているからである。

なお、原子力規制庁は、平成27年1月16日、1,340ガルを「震源を特定せず策定する地震動」として取り入れることについて検討する必要性を認めている(甲205の1～甲207)。

## 第2 「応答スペクトルに基づく手法」について

### 1 本件大飯原発にも耐専スペクトルを適用すべき

本件大飯原発については、「FO-A～FO-B～熊川断層」が敷地近傍を通過しているが、一審被告はこの断層につき、等価震源距離が11.0kmであることから、「極近距離に比べて等価震源距離が著しく短い」(準備書面(18)61頁)という理由で、耐専スペクトルによる地震動評価をしていない。

しかし、「2000年鳥取県西部地震・賀祥ダムの記録」については、等価震源距離6kmと非常に小さく、極近距離との乖離はさらに大きい、耐専スペクトルによく適合している(長沢意見書・図16)。この点につき、2

009年5月22日に実施された「原子力安全委員会耐震安全性評価特別委員会 地震・地震動評価委員会『応答スペクトルに基づく地震動評価』に関する専門家との意見交換会」において、釜江克宏耐震安全性評価特別委員会委員より「そういうところでもまあまあ使える」との発言があり、入倉孝次郎委員長もこれに同意していた（甲208「『応答スペクトルに基づく地震動評価』に関する専門家との意見交換会速記録」45頁）通り、「極近距離との乖離が大きい」というだけでは耐専スペクトルの適用を排除する理由にならない。一審被告は、鳥取県西部地震をはじめとした近年の震源に近い位置での観測記録を用いて耐専式の適用範囲を検討した形跡がなく、審査ガイド3.3.1(1)①1)が求める距離減衰式の適用条件、適用範囲の検討を十分に行っていない。

多くの原発においては、「断層モデルを用いた手法」による場合よりも耐専スペクトルによる場合の方が地震動が大きくなるため、最終的には後者が「震源を特定して策定する地震動」として採用されていることからしても、本件大飯原発についても「応答スペクトルによる方法」たる耐専スペクトルに基づいた地震動評価がなされるべきである。これを一審被告が行わないのは、「F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層」が本件大飯原発と非常に近接しているため、耐専スペクトルによる地震動評価を行うと、基準地震動が大きくなり、追加の耐震安全対策を余儀なくされるのを避けたいからである。

一審被告は、耐専式の代わりに別の距離減衰式を用いて低い数値を導き出しているようである（乙54・13頁）が、一審被告をはじめ、我が国の原子力事業者は「応答スペクトルに基づく手法」として第一に耐専式を採用しているのは、同各距離減衰式のデータベース諸元は、地盤種別が本件原発を含む各原発と異なっているからである。すなわち本件大飯原発の $V_s 30$ （地表から深さ30mまでの平均S波速度）は2,200m/sである一方、一審被告が用いたという各種距離減衰式の地盤種別はほとんどすべて $V_s 2,000$ m/s以下（すなわち「軟らかい地盤」）となっている。本件原発の条件と整合する地震データから導かれた式ではないという点では、耐専スペ

クトルと何ら変わらない。それにもかかわらず、一審被告は敢えてこれらの距離減衰式を用いていることからしても、耐専式の適用排除は、基準地震動を切り下げるための恣意に基づくものであることは明らかである。

一審被告は、等価震源距離が短いことから、審査ガイドの規定を参照して「断層モデルを用いた手法による地震動評価」を重視したとも主張する（準備書面（18）61頁）が、審査ガイドの規定上、震源が敷地に近い場合は耐専式以外の他の距離減衰式を用いるべきとの解釈は不可能なのであるから、この一審被告の主張に何ら根拠がないことは明白である。

一審被告が用いている「耐専式における等価震源距離と地震動の最大加速度」の関係」というグラフ（甲210「大飯発電所 基準地震動の評価について」スライド12，長沢意見書・図15）から読み取れる限りでは、「F0-A～F0-B～熊川断層」から想定されるM7.8，等価震源距離11.0kmの場合，最大加速度は1,200ガル以上になる。これは本件大飯原発の基準地震動を明らかに超えており，クリフエッジも超えている可能性がある。

## 2 最新のデータが反映されていない

耐専スペクトルは最近20年間の最新データが反映されておらず，日本電気協会で見直し作業中である（長沢意見書5頁\*1，9頁）。我が国において地震動観測網が整備され始めた最近20年の間，平成12年の鳥取県西部地震，平成19年の新潟県中越沖地震，平成20年の岩手・宮城内陸地震など，大規模な内陸地殻内地震が度々発生し，震源近傍や近距離で地震動観測記録が収集されている。耐専スペクトルが改訂されれば，本件原発の基準地震動評価にとって重要な等価震源距離が短い場合における適用性も認められ，より大きな地震動が算出されることは必至である。

最新の地震動データを反映させた耐専スペクトル等の距離減衰式を用いなければ，新規基準（「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の解釈」）4条5項が求める，最新の科学的・技術的知

見を踏まえているとは言えない。

### 3 偶然変動等によるバラツキを考慮していない

地震は、プレート運動によって震源断層面ないしその周辺に蓄積された歪みエネルギーが断層運動によって一挙に解放される現象であり、その過程は一定の法則に従うとはいえ、かなりの程度、偶然性が伴い、地震ごとに地震動が大きくばらつくことになる。地震波の伝わり方も距離とともに地震波が一樣に減衰するのではなく、増幅される場合もあり、複雑な伝播経路特性を持つ場合がある。例えば、鳥取県西部地震では、断層の破壊過程が極めて複雑な様相を呈し、これが発生する地震波形に影響を与えたと考えられる。これらを事前に把握することは不可能である。こうして得られる地震観測記録には、地中観測点が地震基盤と同様の固い岩盤であっても、地震や地中観測点によって、大きなバラツキが生じる。このバラツキには、たとえ地震基盤で評価される耐専スペクトルのように観測点のサイト特性が除去されていても、震源特性、伝播経路特性、偶然変動によるバラツキが混在している（長沢意見書12頁）。

今の耐専スペクトルは、データとの誤差（バラツキ）をできるだけ小さくするような「平均像」として作成されたものであるが、国内外の内陸地殻内地震による震源近傍の観測記録には、 $M6.0 \sim 8.1$ 、等価震源距離6～33kmに限っても「倍半分」（0.5～2倍）を大きく超えるバラツキがある（長沢意見書・図22）。「今後発生し得る最大の地震を想定」しなければならない基準地震動評価のためには、耐専スペクトルにおける偶然変動等による誤差を当然考慮しなければならず、その誤差は少なくとも2倍と見るべきである。

一審被告は地域性をもってかかるバラツキを考慮しない根拠とするようであるが、前記偶然変動等による誤差は、地域性では説明できない。また地域性を抽出するためには、少なくともそれを可能とするような敷地内地震観測記録が必要である。しかし一審被告はこれを収集していないため、やはり前記

「倍半分」のバラツキを考慮外とすることは出来ない。

また一審被告は内陸補正係数を乗じていないことをもバラツキを考慮しない根拠としているが、耐専スペクトルで補正係数を用いていないのは、2007年新潟県中越沖地震の教訓より「震源特性を1.5倍とする」（甲211「柏崎刈羽原子力発電所における平成19年新潟意見中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動について」79頁）ことに鑑み、耐専スペクトルに補正係数（短周期側で0.6程度）を用いないことで1.5倍相当の余裕をもたせるためであり、前記偶然変動等による「倍半分」のバラツキとは別の考慮によるものである（長沢意見書14頁）。したがってやはりこの点も前記「倍半分」のバラツキを考慮外とする根拠にはならない。

本件大飯原発について、前記1の1、200ガル以上の地震動に「倍半分」の誤差を考慮すれば、2,400ガルとなり、優にクリフエッジの1260ガルを上回る（長沢意見書13頁）。

### 第3 「断層モデルを用いた手法」について

#### 1 「入倉式」による地震動の過小評価

一審被告は本件原発につき、断層モデルに基づく手法において、地震調査研究推進本部地震調査委員会（「推本」）の作成した「震源断層を特定した地震の強振動予測手法」（「レシピ」）を用いているが、かかる「推本のレシピ」においては、いわゆる「入倉式」（入倉・三宅（2001）；甲212「シナリオ地震の強震動予測」）によって、震源断層の長さあるいは面積から地震規模を導いている。

「入倉式」は北米大陸の地震データを基にして作成されているが、断層パラメータは国内のデータと入倉らが用いた北米中心のデータとで大きく違いがある。その結果、同じ震源断層の長さ若しくは面積とした場合、「入倉式」を用いると、国内の地震データを使って導かれた「武村式」等を用いた場合



よりも地震モーメントが相当程度小さくなる（甲 2 1 3 「2 断層のモデル化」 2-6，長沢意見書 2 5 頁）。この点，サマビルらによって「日本と北西アメリカの地殻内地震では，明らかな違いがある」「同じ地震モーメントに対して，アスペリティで占められている面積はほぼ等しいが，日本の地震の破壊面積は小さく，平均すべり量は大きい」等と指摘され（甲 2 1 4 「地震断層のすべり変位量の空間分布の検討」 2 9 2 頁），武村も，「（米国中心のデータによった）Wells and Coppersmith (1994) が求めた断層パラメータ間の関係は日本列島の内陸地殻内地震には適用できないようである」と述べている（甲 2 1 5 「日本列島における地殻内地震のスケーリング則」 2 1 5 頁）。入倉も「断層長さや幅を求めるときの定義の違いかあるいは日本周辺の地域性によるものか，今後の検討が必要とされる」と認めているところである（甲 2 1 2 「シナリオ地震の強振動予測」 8 5 4 頁）。

「入倉式」によった場合，地震規模が過小評価されることについては，中央防災会議の資料において「入倉式」のみが国内活断層における地震規模を大幅に過小評価している旨示されていること（甲 2 1 3 「2 断層のモデル化」 2-6）や，島崎邦彦前原子力委員長代理が 2 0 1 5 年 5 月の日本地球惑星科学連合学会において「（入倉式は）他との差異は顕著で，同じ断層長で比較すると，地震モーメントは 4 倍程度異なる」と指摘した事実（甲 1 9 3 「活断層の長さから推定する地震モーメント」）によっても裏付けられる。

推本もこの問題を認識し，2 0 0 8 年（平成 2 0 年）4 月 1 1 日に改訂された「レシピ」（甲 1 2 0 「全国を概観した地震動予測地図」 2 0 0 8 年版付録 3. 「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）（平成 2 0 年 4 月 1 1 日改訂）」）から，「1.1 活断層で発生する地震の特性化震源モデル」「1.1.1 巨視的震源特性」の中に「（イ）地表の活断層の情報をもとに簡便化した方法で震源断層を推定する方法」（同 5 0 頁）として「地震規模を松田式で求め断層面積を修正してレシピを適用する」方法を掲げている（以下「修正レシピ」という。）。ところがここでも「（ア）過去の地震

記録などにに基づき震源断層を推定する場合や詳細な調査結果に基づき震源断層を推定する場合」として「入倉式」に基づく手法も温存されたため、一審被告は相変わらず「入倉式」に基づいて地震モーメントを過小評価し、「松田式」を用いた「修正レシピ」による評価をしていない。

こうした一審被告の姿勢は、「活断層で発生する地震を想定する場合は…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。」（甲120・46頁等）として前記「(ア)」「(イ)」の2つの手法を並列的に掲げる「レシピ」の趣旨にも反するものである。「入倉式」だけでなく「松田式」をも用いた地震規模の設定を行い、いずれか大きい方を採用するという方式を採用しなければ、「レシピ」の適用としても不適切であり、明らかに保守性に欠ける。漫然と「入倉式」で算出した地震規模を元に基準地震動を算出した本件大飯原発については、地震規模が過小評価されており、想定し得る最大の地震動を考慮したとは言えない。

## 2 アスペリティ応力降下量の過小評価

平均応力降下量は地震モーメントと比例するから、地震モーメントが4倍になれば、平均応力降下量も4倍になり、アスペリティの応力降下量も4倍になる。アスペリティの応力降下量の増減は、基準地震動に与える影響が大きい。

上記は、平均的な断層モデルの手法であり、一審被告は、上林川断層については、これを採用しているが、「FO-A～FO-B～熊川断層」については、震源断層全体の静的応力降下量を「3.1MPa」、アスペリティの平均応力降下量を「14.1MPa」と低い値で固定してしまっている。

これは、「レシピ」において、長大断層については、新たな知見が得られるまで、暫定的にFujii and Matsu'ura (2000)の研究による「3.1MPa」を与えるとしている記述（甲56・付録3-11, 甲120・56頁）に拠るものと思われる。長大断層になると、平均応力降下量が頭打ちになるという認識に基づく考え方であるが、問題は、「レシピ」のいう「長大

断層」に、「F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層」（一審被告によると断層長は 6 3 . 4 k m）が該当するかである。

同じ推本の長期評価部会が平成 2 2 年 1 1 月 2 5 日に作成した「活断層の長期評価手法」報告書（甲 2 1 6 ・ 6 頁）では、「長大な断層」とは長さが 1 0 0 k m を超える断層を指すと明確に記載されている。したがって、「レシピ」のいう「長大な断層」も 1 0 0 k m を超えるものと考えべきである。「F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層」は明らかに「長大な断層」に当たらないから、Fujii and Matsu'ura（2 0 0 0）の考え方を採用して、震源断層全体の静的応力降下量を「3 . 1 M P a」, アスペリティの平均応力降下量を「1 4 . 1 M P a」とすべきではない。長大でない断層の場合に用いられるレシピで平均応力降下量を算出すれば、各応力降下量は約 1 . 3 5 倍になる（長沢意見書 2 0 頁）。

鳥取県西部地震（M 7 . 3）ではアスペリティ平均応力降下量は 2 8 . 0 M P a および 1 4 . 0 M P a であり（甲 2 1 7 「経験的グリーン関数法を用いた 2 0 0 0 年鳥取県西部地震の震源モデル化と強震動シミュレーション」 3 頁）, 能登半島地震（M 6 . 9）では 2 0 M P a , 2 0 M P a および 1 0 M P a であり（甲 2 1 8 「2 0 0 7 年 3 月 2 5 日能登半島地震（M j 6 . 9）の震源のモデル化」）, 新潟県中越沖地震（M 6 . 8）では 2 3 . 7 M P a , 2 3 . 7 M P a , および 1 9 . 8 M P a である（甲 2 1 9 「2 0 0 7 年新潟県中越沖地震の強震動」）こと等からすると、本件原発でのアスペリティ平均応力降下量は 2 0 M P a から 3 0 M P a またはそれ以上を想定すべきであり、一審被告の想定は明らかに過小評価である（長沢意見書 3 0 頁）。

### 3 要素地震における偶然変動の考慮の欠如

仮に前記 1 「修正レシピ」を用いて基となった観測データの違いによる過小評価を避け、前記 2 の考え方にしたがって応力降下量の適正な想定をしたとしても、なお地震の平均像に過ぎないため誤差の問題は残る。この点震源パラメー

タの平均像から震源特定や伝播経路特性などの地域性を「不確かさの考慮」として検討したとしても、それは依然として偶然性のバラツキを考慮したことにはならない。一審被告が採用している統計的グリーン関数法（甲56・付録3-24等参照）では、要素地震を観測点で重ね合わせて地震波を合成しており、この要素地震そのものに偶然変動等のバラツキがあるからである。

本来であれば、本件原発において観測した小規模地震についてそのバラツキを検討し、保守的に要素地震波を設定する必要がある。本件原発において観測記録がないのであれば、少なくとも、川内原発の耐専スペクトルにおける2倍程度の偶然変動を考慮して、要素地震波を2倍に引き上げるべきである（長沢意見書22，32頁）。

本件原発につき、要素地震波を2倍に引き上げた場合は、基準地震動たる8.56ガルを超える可能性が極めて高い。前記1の「入倉式」の過小評価の問題と重疊的に考慮した場合、そのクリフエッジをも優に超える地震動が想定されることになる。

#### 第4 岩手・宮城内陸地震について

原判決が、岩手・宮城内陸地震<sup>いちのせきにし</sup>一関西観測点における4.022ガルという地表観測記録を重要な間接事実として認定し、本件原発にクリフエッジを超える地震が到来する危険を認めたことは正当である。

同地震において、同観測点では地中でも1.078ガルという極めて大きな地震動の観測記録が得られた（甲220「平成20年（2008年）岩手・宮城内陸地震において記録されたきわめて大きな強震動について」）。同観測点での地中地震計は、深さ260m、S波速度1,810m/sの固い岩盤に設置されており、本件原発の解放基盤表面位置のS波速度とほぼ同等である。地中観測記録の解放基盤表面はざっと波相当の応答スペクトルでは、南北方向で2,000ガルにもなる。

この点、地表記録はともかく、解放基盤表面相当の固い岩盤に設置された地中地震計による地中記録にはトランポリン効果やロッキング振動による影響は考えられない。この貴重な地震観測記録を「お蔵入り」にするのは、一審被告らが「大きすぎる地震動は考慮しない」という方針を採っているからだとしか思えない（長沢意見書22頁）。

この岩手・宮城内陸沖地震一関西観測点における地震動や、新潟県中越沖地震の柏崎刈羽原発1号機解放基盤表面において推定される地震動（1,699ガル）からしても、これまで縷々述べてきた1,000ガル程度ないしそれ以上の地震動想定は、何ら過大なものではない。

## 第5 まとめ

以上の通り、最新の知見によれば、本件原発に1,000ガル程度以上の地震動が襲うことは十分に想定可能である。だが一審被告ないし原子力規制委員会は最新の知見を無視して保守的評価を怠っており、本件原発の基準地震動は過小評価されている。福島第一原発事故を経験してもなお「後追い規制」を続けることは許されない。

司法においては、行政に追従するのではなく、「それは重大な瑕疵だ」と指摘する責任と勇気が求められている。

以上