



平成26年(ヨ)第31号, 平成27年(モ)第38号

債権者 松田 正 外8名 (平成26年(ヨ)第31号は高橋秀典外4名)

債務者 関西電力株式会社

主張書面(20) 兼 異議審主張書面(15)

平成27年11月2日

福井地方裁判所民事第2部 御中

債務者代理人 弁護士 小 原 正 敏



弁護士 田 中 宏



弁護士 西 出 智 幸



弁護士 原 井 大 介



弁護士 森 拓 也



弁護士 辰 田 淳



弁護士 今 城 智 徳



弁護士 山 内 喜 明



弁護士 中 室 祐



債務者は、御庁の平成 27 年 10 月 15 日付「追加質問事項 1 及び 2」に対して、以下のとおり回答する。

なお、以下では、高浜発電所 3 号機及び 4 号機並びに大飯発電所 3 号機及び 4 号機を総称して「本件各発電所」という。

第 1 日本原子力学会の実施基準の見直し内容及び債務者の対応方針について（質問事項 1）

1 回答

基準地震動の年超過確率を算出する目的は、決定論的な考え方から策定された基準地震動の大きさについて、確率論的な考え方からこれを参照しておくことにあり、債務者は、一般社団法人日本原子力学会（以下、「日本原子力学会」という）の「原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準：2007」（乙 141。以下、「現実実施基準」という）を用いて年超過確率を算出している。

現実実施基準については、その策定後に発生した地震から得られた知見を踏まえ、現在改定作業が行われているところであり、この改定による本件各発電所の基準地震動の年超過確率の算出結果に大きな影響が考えられる場合には、基準地震動の妥当性を改めて確認することになる。

ただ、債務者は、基準地震動の策定及び基準地震動の年超過確率の算出において、上記改定作業で検討されている新たな知見はすでに取り入れていることから、この改定による本件各発電所の基準地震動の年超過確率への影響は、非常に限定的なものとなると考えられ、債務者が算定した年超過確率の信頼性が否定されることはない。

なお、上記改定作業は、現在も進行中であるため、本書面においては、改定が甲 369 号証記載の内容でなされた場合を前提とする（以下、「改定実施基準」といい、現実実施基準と改定実施基準を特に区別しない場合には単に「実施基準」という）。

2 詳細説明

(1) 基準地震動の年超過確率を算出する目的、方法の概要

ア 基準地震動の年超過確率を算出する目的

債務者は、本件各発電所の耐震安全性を確保するため、地震が起こることを前提に、その地震がどのようなものかを検討する決定論的な考え方に基づき基準地震動を策定している。この基準地震動の策定にあたっては、詳細な現地調査等を行い、既往の科学的・専門技術的知見を用いて、保守的な条件設定を行った上で策定するが、基準地震動の年超過確率は基準地震動の策定過程には現れてこない。

基準地震動の年超過確率を算出する目的は、保守的な条件設定に基づいて策定された基準地震動の大きさについて、確率論的な考え方（解析条件の不確かさや地震動のばらつきも考慮して、ある大きさの地震動がどのくらいの頻度で起こりうるかを評価する）から、一様ハザードスペクトルを作成し、基準地震動の応答スペクトルと比較することで、基準地震動の策定とは異なる視点から評価してみることにある（乙 186、陳述書、3 頁）。

この点、原子力規制委員会も、設置許可基準規則¹及び同解釈（乙 17）についてのパブリックコメント（乙 187）において、「本規則及び解釈案では、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」については、それぞれが対応する超過確率を参照し、それぞれ策定された地震動の応答スペクトルがどの程度の超過確率に相当するかを把握すること。」としていますが、これにより策定されたそれぞれの地震動に必要な震源や不確かさが適切に考慮されていること等について、ハザード評価の観点からも明確化することが可能となります」（乙 187、65～66 頁）と回答しており、基準地震動の年超過確率は、策定された基準地震動を異なる観点から確認するために参照するものであることを明らかにしている。

¹ 正式には、「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」である。

イ 基準地震動の年超過確率を算出する方法の概要

債務者は、基準地震動の年超過確率を算出するにあたって、基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド（甲 47）を踏まえ、同ガイドの 6.1 解説（甲 47、10 頁）で例示されている、現実施基準（乙 141）を適宜参照している。

具体的には、以下のような手順で年超過確率を算出している（債務者主張書面（14）兼異議審主張書面（9）（以下、債務者主張書面（14）という）14～15 頁）。

- ①評価対象サイトに将来影響を及ぼす可能性のある地震の発生を確率モデルで表し、震源モデルを設定する。
- ②当該サイトの周辺地域の震源特性や地震動の伝播特性を考慮して、特定の位置で特定の規模の地震が発生した場合に当該サイトで生じる地震動強さの確率分布を評価するための地震動伝播モデルを設定する。
- ③これらのモデル設定において選定した当該サイトの地震ハザード評価に大きな影響を与える不確かさの要因によって分岐するロジックツリーを作成する。
- ④このロジックツリーを用いて地震ハザード曲線群を算出し、その結果をもとに一様ハザードスペクトルを作成する。
- ⑤この一様ハザードスペクトルを基準地震動の応答スペクトルと比較することによって、基準地震動の年超過確率を確認する。

このように、債務者は、現実施基準を参照して一様ハザードスペクトルを作成しているため、改定実施基準の内容によっては、債務者が作成する一様ハザードスペクトルにも影響しうることが考えられる。

仮に、この改定が本件各発電所の基準地震動の年超過確率の算出結果に大きな影響を与えると考えられる場合には、基準地震動の妥当性を改めて確認することになるが、現状においては、以下に述べるように、その影響は非常に限定的なものになると判断している。

(2) 一様ハザードスペクトルの作成における実施基準の具体的参照範囲

実施基準は、原子力発電所の出力運転状態における地震を起因として発生する事故に関する確率論的リスク評価（PRA²）の有すべき要件及びそれを満たす具体的方法をPRA実施の手順を踏まえて規定したものであり（甲 369, i 頁, まえがき）、評価手順としては、a. サイト・プラント情報の収集・分析、b. 事故シナリオの概括的分析、c. 地震ハザード評価、d. 建屋・機器フラジリティ評価、e. 事故シーケンス評価、f. 文書化に分けられる（甲 369, 9 頁）。

このうち、一様ハザードスペクトルの作成にあたっては、c. 地震ハザード評価のうち、①震源モデルの設定、②地震動伝播モデルの設定、③ロジックツリーの作成、④地震動ハザードの評価といった手順を参照することになるが、改定実施基準によっても、この算定手順自体についての変更はない（乙 141, 27 頁, 甲 369, 29 頁）。

(3) 参照範囲における実施基準の具体的改定内容

改定実施基準の特徴は、最新知見を踏まえた地震PRA技術の向上が反映されたこと、及び地震に随伴する様々な事象のPRAが可能なように規定されたことの2点であるが（甲 369, i 頁, まえがき）、地震ハザード評価に係るのは前者のみであり、現実施基準策定後に発生した地震からの知見を地震ハザード評価の流れに反映させることが主たる改定内容となっている（甲 369, 27 頁, 6.1）。

ここでいう最新の知見としては、新潟県中越沖地震や東北地方太平洋沖地震で得られた知見及び東北地方太平洋沖地震以後、旧原子力安全・保安院における審議で議論された内容が挙げられている（甲 369, 27 頁, 6.1.2 a)）。

その結果、一様ハザードスペクトルを作成するための地震ハザード評価手順は、巨大地震、大規模余震等に関して新たに得られた知見が反映されたものと

² 確率論的安全評価（PSA）と記載されることもあるが、本書面ではPRAで統一する。

なっている（甲 369, 27 頁, 6.1.2 b)）。

（４）債務者が行った一様ハザードスペクトルの作成への影響

債務者は、現実施基準の手順を参照して一様ハザードスペクトルを作成しているが、この最終的な目的は、上記のとおり本件各発電所の基準地震動の大きさが、確率論的な観点から如何なる水準にあるかを確認するため、参照すべき基準地震動の年超過確率を求めることにある（債務者主張書面（14）12 頁，甲 47, 9～11 頁）。そして、債務者は、基準地震動の策定にあたって上記の最新の知見を考慮するのはもちろんのこと、この基準地震動の年超過確率の算出にあたって、これら最新の知見を考慮の上、一様ハザードスペクトルを作成している（乙 186, 4 頁）。

以下、手順を追って主たる改定内容と債務者が行った一様ハザードスペクトルの作成への影響を述べる。

（５）各手順における主たる改定内容

ア 震源モデルの設定

震源モデルの設定にあたっては、対象とする領域の範囲を設定し（後記（ア））、対象とする地震を、地震発生様式を考慮して、対象とする個々の地震の位置、規模、頻度が事前にどの程度特定して設定できるかに応じて、それぞれの地震を特定震源モデル又は領域震源モデルに分け（後記（イ））、それぞれについてパラメータの設定を行うことによりモデル化する（後記（ウ）及び（エ））（甲 47, 10 頁, 6.2.2, 乙 141, 30～31 頁, 5.3.1～2, 乙 188³, 39～40 頁, 6.3.2～3）。

（ア）対象領域の設定

対象領域の設定において、改定された箇所はない。

³ 甲 369 号証は改正実施基準の 40 頁が落丁しており、その 40 頁も入ったものが乙 188 号証である。

(イ) 対象地震の分類

特定震源モデル及び領域震源モデルの分類に関しては、対象地震の分類にプレート境界で発生するM9 級巨大地震による余震や誘発地震が追加されている（乙 188, 40 頁, 6.3.3 b)）。

本件各発電所においてモデル化の対象としているのはいずれも活断層で発生する地震である。プレート間地震は、震源が遠いため影響が小さい（債務者主張書面（1）46～47 頁）ことから改定によって債務者の一様ハザードスペクトルの作成手順に影響を受けることはない。

(ウ) 特定震源モデルのパラメータ設定

特定震源モデルのパラメータ設定においては、現実施基準策定後の地震関連情報として、①能登半島地震及び新潟県中越沖地震の経験から、伏在断層の特性や連続性との関係から活断層の長さの設定に留意すること、及び②東北地方太平洋沖地震のような海溝型巨大地震の震源域の設定では、地震調査研究推進本部や中央防災会議の知見等を参考とし、日本列島のプレート構造やその形状等を考慮して、単独で発生する地震の震源域の範囲と、連動を考慮した震源域の範囲を設定することが望ましいことが追記された（甲 369, 42 頁, 6.3.4.2, 2)b)）。これに伴って、地震規模の評価（同 46 頁, 6.3.4.4 d)）や誘発地震の取扱い（同 47 頁, 6.3.4.4 g)），その他（同 47 頁, 6.3.4.4 h)）において記載の充実が図られている。

ところで、本件各発電所においてモデル化の対象としているのは、いずれも活断層で発生する地震であるから、上記のうち債務者の一様ハザードスペクトルの作成手順に影響を及ぼすのは、①の伏在断層と呼ばれる地表にその痕跡が現れていない断層の特性や連続性との関係における活断層の長さの設定に関する記載のみである。

このうち伏在断層に関して、債務者は、基準地震動を策定するにあたって、本件各発電所敷地周辺における地質・地質構造を把握するため、詳細

な調査を実施しており、震源として考慮する活断層の存在が確認された場合には、断層の存在が明確に否定できる場所を確認することで考慮すべき長さを決定し、また連動性についても、詳細な調査結果を踏まえた上でさらに保守的な評価を行っている。その結果、例えば、F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層については、断層の存在が確認されていない約 15km の区間も含めて 63.4km の断層として評価し、上林川断層については、断層の存在が明確な範囲は約 26km であったところ、断層の存在を明確に否定できる場所まで延長して、39.5km の断層と評価し（債務者主張書面（1）47～53、99～103 頁）、これらを一様ハザードスペクトルの作成に取り入れている。

また、孤立した短い活断層については、地表で認められる活断層の長さが必ずしも震源断層の長さを示さない可能性があるとされていることから、最新の知見を十分に考慮して地震の規模を設定することとしている。具体的には、新潟県中越沖地震を踏まえた当時の原子力安全・保安院の指示⁴において、「孤立した短い活断層による地震の想定に当たっては、当該地域の地震発生層、活断層の性質等を考慮して想定するものとするが、少なくともマグニチュード（引用者注：気象庁マグニチュード，M）6.8 相当の地震規模を想定すること」とされたことや、原子力規制委員会における議論を踏まえ、債務者は、地震ハザード評価にあたって、調査結果や地域性を考慮し、長さの短い活断層について一律にM6.8 と設定して（乙 163，スライド 10～11，乙 166，スライド 152～153）、解析を行っている。

（エ）領域震源モデルのパラメータ設定

領域震源モデルのパラメータ設定においては、現実施基準策定後の地震関連情報として、①ひずみ集中帯に関する知見、②M9 級巨大地震による余震、③M9 級巨大地震による誘発地震、④対象サイト極近傍の地震動を

⁴ 平成 19 年 12 月 27 日原子力安全・保安院「新潟県中越沖地震による東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所への影響を踏まえた検討に関する原子力安全委員会への報告及び耐震バックチェックに反映すべき事項（中間とりまとめ）の他の原子力発電所等への通知について」

断層モデルを用いた手法により評価する場合の留意点が挙げられている（甲 369, 51 頁, 6.3.5.2 b)）。

①については、ひずみ集中帯で規模の大きな地震が多く発生していると指摘されていることを踏まえ、改定実施基準において、「領域震源モデルの不確実さの設定においては、各地域の地下構造や活断層の特性、地震活動を考慮する」とされている。債務者は、地下構造や活断層の特性の調査にあたって敷地周辺の地震の気象庁データ（マグニチュード、位置、発生時期）を用いて、領域震源のマグニチュードと発生頻度との関係を求めており、当該領域の特性は領域震源モデルに反映されている。

④に関しては、債務者は、領域震源モデルについて、地震地体構造区分図を用いて設定した上で、断層モデルを用いた手法によらずに距離減衰式を用いて地震ハザードを評価している（債務者主張書面（14）18～21 頁）。

なお、②及び③に関しては、M9 級巨大地震を引き起こす海溝型地震の震源が本件各発電所から相当離れており、巨大地震による余震や誘発地震の影響は小さいことから、改定によって債務者の一様ハザードスペクトルの作成手順が影響を受けることはない。

イ 地震動伝播モデルの設定

（ア）地震動伝播特性の把握

地震動伝播モデルの設定にあたっては、地震動伝播モデルの選択を行った上で、その選択に従いパラメータを設定し、モデル化を行うが、その前提として、サイト周辺及びサイト内号機周辺の地震動伝播特性を把握することが明記された。

これは、現実施基準の策定以降の新潟県中越沖地震や駿河湾の地震では、同一サイト内の各号機で観測された地震動が大きく異なり、この要因として、深部地下構造の影響によって地震動伝播特性が異なっていたことから

明記されたものである（甲 369, 55 頁, 6.4.2）。

この点、債務者は、基準地震動を策定するにあたって、敷地及び敷地周辺の地下構造（深部・浅部地盤構造）が地震波の伝播に与える影響を検討するため、地震波速度構造等の地下構造を詳細に調査している。具体的には、反射法地震探査の結果から、地下構造に特異な構造が見られないことや、微動アレイ観測や地震波干渉法等の結果等から、水平・成層構造として地盤をモデル化して差し支えないと判断し、一次元の速度構造をモデル化した（乙 73, 「関西電力株式会社高浜発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書（3号及び4号発電用原子炉施設の変更）に関する審査書（修正案）」12～13頁, 債務者主張書面（1）54～56, 104～105頁）。

もちろん、一様ハザードスペクトルの作成にあたっては、上記のとおり評価した速度構造を考慮して地震動伝播モデルを設定している（債務者主張書面（14）20～21頁, 乙 186, 8頁）。

（イ）地震動伝播モデルの選択

改定実施基準においては、地震動伝播モデルの選択について、水平動と上下動の両方を評価することが明記され（甲 369, 56 頁, 6.4.3 c)), また、断層モデルを用いた場合の評価方法についての記載を充実させている（同 60 頁, 6.4.5）。

この点、債務者は、基準地震動の策定にあたっては、水平方向と上下動の両方を評価できる距離減衰式である Noda et al. (2002) の方法（以下、「耐専式」という）と断層モデルを用いた評価方法を取り入れており、一様ハザードスペクトルの作成にあたっては同様である。また、改定実施基準では、断層モデルを用いる方法による場合には3次元深部地下構造モデルを用いることで信頼性を高めることができる旨記載されているが（甲 369, 60 頁, 6.4.5 a)), 上記（ア）のとおり、債務者は、詳細な調査に基づいて地下構造を1次元でモデル化して差し支えないと判断しており、3

次元のモデルを用いる必要はない。したがって、改定によって、債務者の一様ハザードスペクトルの作成手順が影響を受けることはない。

ウ ロジックツリーの作成

ロジックツリーの作成に関しては、作成に関与する者の責任の範囲を明記し、科学的合理性のある判断に影響を及ぼさないよう注意する旨追記されている（甲 369, 63 頁, 6.5.1）が、ロジックツリーの作成方法等についての改定はなされていない。

エ 地震ハザードの評価

地震ハザードの評価にあたっては、効率よくハザード評価を行うための手順として、まず、概略のハザード評価を行い、これらの内訳から全震源のハザードに寄与する震源と寄与しない震源とに大別し、スクリーニングを行う。そして、ハザードに寄与する震源を対象として、震源モデル及び地震動伝播モデルの設定を詳細化する旨追記されている。（甲 369, 69 頁, 6.6.1～2）

この点、債務者は、概略のハザード評価を実施した上でスクリーニングを行うのではなく、詳細な調査に基づき、基準地震動の策定において敷地への影響が大きい震源を把握した上で、その影響度に応じてモデルを分類することでスクリーニングができており、その上でハザード評価を行っている（乙 163, スライド 1, 乙 166, スライド 142）。

（5）結語

以上のように、実施基準の改定は、主として現実施基準策定後に発生した地震から得られた知見を反映させたものであるところ、債務者は、すでにこれらの知見を取り入れた上で本件各発電所における基準地震動の年超過確率を算出している。

したがって、本件各発電所における年超過確率の信頼性は、実施基準の改定によっても否定されることはない。

第2 債務者の基準地震動の年超過確率の算出手法が国際に合致したものであることについて（質問事項2）

1 回答

債務者は、実施基準を参照して基準地震動の年超過確率を算出しているところ、この実施基準は、米国をはじめとした各国における議論を踏まえて策定したものであり、確率論的地震ハザード⁵評価の手順や考え方は、国際原子力機関（IAEA）における安全基準や米国の規制の内容に沿うものである。したがって、これを参照して算出された本件各発電所における年超過確率の算出手法や算出する際の設定等は、国際的な基準等に合致している。

2 詳細説明

（1）実施基準の策定経緯

前述のとおり、債務者は、本件各発電所における基準地震動の年超過確率の算出にあたって、実施基準を参照して一様ハザードスペクトルを作成しているところ、この実施基準は、確率論的リスク評価（PRA）に関する国際的な調査をもとに策定されたものである。

すなわち、各国でPRAの技術開発及び事例適用、応用研究が進められてきた結果、PRAは、安全評価手法として安全設計・運転管理・安全規制等の広い分野における意思決定プロセスを支援する効果的な手段と認識されるようになってきている。地震PRAを含む外的事象のPRAについて、米国では、原子力規制委員会（NRC）が作成したNUREG-1150（1990年最終版発行）で代表プラント評価が実施され、1991年のNRCの要求によって、外的事象に対する個別プラント評価（IPEEE）が実施されており、2003年には米国原子力学会（ANS）から外的事象のPRA標準（ANSI/ANS-58.21-2003）が

⁵ 確率論的地震ハザードとは、ある任意の地点において将来の一定期間に襲来するであろう任意の地震動強さと超過する頻度又は確率の関係であり、その一定期間を一年とした場合の確率を年超過確率という。

公表されている。日本原子力学会は、地震PRAを実施する場合の考え方、満足すべき要件及び具体的な方法について調査検討を行い、関連する分野の専門家の意見を踏まえて、地震PRAの実施基準を策定している。(乙 141, i 頁, まえがき)

このように、実施基準については、米国等の標準を踏まえて規定されており、その手法は、国際的な基準に合致するものである。

(2) 海外における確率論的地震ハザード評価手法について

債務者が基準地震動の年超過確率の算出にあたって参照している確率論的地震ハザード評価手法は、IAEAにおける安全基準や米国の規制において導入されている(乙 186)。

そこで、以下、国際的な参照すべき安全基準であるIAEAの安全基準との比較について述べ、続いて、米国の規制における確率論的地震ハザード評価の手法等を債務者のものと比較しつつ説明する。

ア IAEAにおける確率論的地震ハザード評価手法について

(ア) IAEAにおける確率論的地震ハザード評価

IAEAは、原子力に関する安全基準(NUS S)を設けている。すなわち、①安全原則(S F)を定め、その下に、②安全要件(全般的な安全要件: G S R, 特定の安全要件: S S R), ③安全指針(全般的な安全指針: G S G, 特定の安全指針: S S G)と、階層的に基準類を設けている。

原子力発電所の地震ハザード評価については、安全指針S S G-9「原子力施設に関する立地評価における地震ハザード」(2010)(乙 186, 別添2)において、評価手法の概要を定めている。

以下、S S G-9に記載されている確率論的地震ハザード評価の手順について説明する。

なお、このSSG-9を含むNUSは、各国に対して強制力を持つものではなく、日本など原子力発電所を有する加盟国の安全基準類の作成において適宜参照されている。そのような性質上、SSG-9については、確率論的地震ハザード評価における留意点を列挙する形式となっており、評価の手順について順を追って解説しているものではないが、以下では、SSG-9における関連する項目を示しつつ、実施基準を参照して行う債務者の手順がSSG-9に沿うものであることを説明する。

(イ) 確率論的地震ハザード評価手順

SSG-9における確率論的地震ハザード評価については、以下の手順により実施するとされている（乙186，別添2，6.3）。

- ①境界や範囲の不確かさを含めた、地震構造モデル（震源モデル）の設定
- ②各震源モデルについて、不確かさも含めた、地震規模と発生頻度の関係式の設定、及び起こりうる最大マグニチュードの設定
- ③距離減衰式の選定と、地震動評価における平均値及び標準偏差についての不確かさの評価。敷地における地盤条件の考慮
- ④地震ハザードの算定

この点、①及び②は、いわゆる震源モデルの設定に、③は、地震動伝播モデルの設定に、さらに④は、確率論的地震ハザードの評価にそれぞれ準じる手順であり、実施基準を参照して行う債務者の手順と基本的に同じであるといえる。

(ウ) 震源の分類・モデル化（上記イの①）

SSG-9は、震源を以下の2種類に分類してモデル化している（乙186，別添2，4.4.）。

- ①既存のデータベースを用いて同定可能な地震発生機構

②既存のデータベースを用いて同定される特定の構造に起因しない、震源不特定の領域震源（常にとは限らないが一般に小規模から中規模の地震で構成される）

この点、実施基準においても、対象とする地震の位置、規模、頻度が事前にどの程度特定して設定できるかに応じ、震源を特定震源モデルと領域震源モデルに分類してモデル化することとされている（乙 141, 30 頁, 5.3.2）。債務者は、特定震源モデルと領域震源モデルに分類してモデル化しており、実施基準を参照して行う債務者の手順は、SSG-9 に沿うものとなっている（債務者主張書面（14）15～20 頁, 乙 186, 7 頁）。

（エ）地震規模と発生頻度の評価（上記イの②）

続いてSSG-9 は、各震源モデルについて、マグニチュードと発生頻度の関係式を定め、この関係式において、起こりうる最大の地震規模を設定すべきとしている（乙 186, 別添 2, 4.10）。

この点、実施基準においても、各モデル化にあたって地震規模と地震発生頻度についてのパラメータを設定することとされている（乙 141, 40 頁, 5.3.4b)2)）。債務者は、特定震源モデルについて、詳細な調査により地震の規模を精度良く評価できることから、起こりうる最大の地震規模の地震が繰り返し発生すると評価しており、また、領域震源モデルについては、各領域の地震規模と地震発生頻度の関係式を定め、この関係式において、過去の地震データに基づいて最大の地震規模を設定しており、実施基準を参照して行う債務者の手順は、SSG-9 に沿うものとなっている（債務者主張書面（14）15～20 頁, 乙 186, 7 頁）。

（オ）距離減衰式による地震動評価（地震動伝播モデルの設定）（上記イの③）

次に、SSG-9 は、距離減衰式によって、不確かさを含めた、地震動評

価に関する様々なパラメータを使用して地震動評価を行うべきことを要求している（乙 186，別添 2，5.6.）。

この点，実施基準においても，既往の地震観測記録に基づき経験的に評価する距離減衰式を用いることとされている（乙 141，42 頁以降，5.4.1）。債務者は，マグニチュード，等価震源距離，地盤のせん断波速度等，地震動評価に関連するパラメータを用い，経験的な距離減衰式である耐専式や，断層モデルを用いた方法で地震動評価を行っており，実施基準を参照して行う債務者の手順は，SSG-9 に沿うものとなっている（債務者主張書面（14）20～21 頁，乙 186，8 頁）。

（カ）確率論的地震ハザード評価（上記イの④）

そして，SSG-9 は，確率論的地震ハザード評価に伴う不確かさを考慮する手法の一つとして，ロジックツリーを示している（乙 186，別添 2，6.4.）。

この点，実施基準においても，特定震源モデルの設定，領域震源モデルの設定，地震動伝播モデルの設定においてそれぞれ選定した，不確かさ要因を対象としてロジックツリーを作成するとされている（乙 141，45 頁，5.5.1）。債務者は，これを参照して，前述した震源モデル及び地震動伝播モデルの設定において選定した不確かさ要因を対象として詳細なロジックツリーを作成し，地震ハザード評価を行っており，実施基準を参照して行う債務者の手順は，SSG-9 に沿うものとなっている（債務者主張書面（14）21～27 頁，乙 186，8 頁）。

（キ）小括

以上のように，実施基準を参照して行う本件各発電所の基準地震動の年超過確率の算出手順は，SSG-9 に合致するものである。

イ 米国における確率論的地震ハザード評価手法について

(ア) 米国の規制における確率論的地震ハザード評価

米国では、連邦政府の法律 (Act/Law) の下に、階層的に法令、ガイドライン等が規定される体系となっている。すなわち、原子力発電所に関しては、1954 年原子力法 (Atomic Energy Act of 1954) の下に、連邦規則 Title10 Code of Federal Regulation (10 C F R) が作成されており、さらに原子力に関する規制機関である N R C による勧告・ガイドライン等が設けられている。そして、それらの法規や勧告等が、外部機関の作成した各種の民間規格・基準類をエンドース (是認)、参照・引用することによって、当該民間規格等は規制の一部として機能することになる。

同国において、地震に関する P R A は 1980 年代から始まったとされているところ、近年、リスク評価を改めて行う動きが見られる。すなわち、N R C が福島第一原子力発電所事故を踏まえて原子力事業者が対応すべき事項を取りまとめるよう、2012 年 3 月に事業者に対して勧告したのに対し、事業者らの共同研究機関である米国電力研究所 (E P R I) は、事業者としての対応策を地震評価ガイダンス (E P R I 1025287。乙 186、別添 3)⁶として取りまとめ、N R C に報告した。その後、N R C がこの E P R I 1025287 をエンドース (是認) したため (乙 186、別添 4、「連邦官報」)、E P R I 1025287 は事業者に対する規制の一部として機能している。

以下では、上記の E P R I 1025287 に基づいて確率論的地震ハザード評価を行う際のより詳細な手順等が取りまとめられている報告書 E P R I 3002000709 (乙 186、別添 5。以下、「E P R I 報告書」という) における評価手順を例に説明する。

⁶ この E P R I 1025287 では、事業者が参照すべき確率論的地震ハザード評価の手法の概要が取りまとめられている。

(イ) 確率論的地震ハザード評価の手順

E P R I 報告書では、確率論的地震ハザード評価について、以下のステップを踏むこととしている。

- ①震源の分類・モデル化（乙 186，別添 5，3.2）
- ②地震規模及び発生頻度の評価（乙 186，別添 5，3.3）
- ③距離減衰式による地震動評価（地震動伝播モデルの設定）（乙 186，別添 5，3.4）
- ④確率論的地震ハザード評価とハザード曲線の提示（乙 186，別添 5，3.5）

この点、債務者も、上記①及び②のステップを経て震源モデルの設定を行い、③で地震動伝播モデルを設定した上で、④においてロジックツリーを作成して地震ハザードの評価を行っており、E P R I 報告書と同様の手順を踏んでいることがわかる。

(ウ) 震源の分類・モデル化

E P R I 報告書では、最初のステップとして、敷地周辺の震源の特徴（地震規模）及び位置関係（深度・広がり等）を明らかにするとして、震源を、「明確に定義された断層（活断層）」、「エリア・ソース（具体的な断層が特定されないため、地震は点震源として定義される）」、「ボリューム・ソース（断層は方位角と深度で投影されるが、断層の具体的な幾何学的形状は特定されない）」に分類して、特性化（モデル化）することとしている（乙 186，別添 5，3.2）。

この点、債務者も、対象とする地震の位置、規模、頻度が事前にどの程度特定して設定できるかに応じて、震源を特定震源モデルと領域震源モデルに分類しており、E P R I 報告書と同様の手順により震源モデルを作成している（債務者主張書面（14）15～20 頁，乙 186，11 頁）。

(エ) 地震規模と発生頻度の評価

E P R I 報告書では、次のステップとして、震源又はエリア・ソースのそれぞれについて、マグニチュードと地震発生頻度の関係を確定することを挙げ、一般的な手法としてグーテンベルク－リヒター式（G-R 式）を示している（乙 186，別添 5，3.3）。また、G-R 式による発生頻度よりも高い頻度で発生する固有地震（特定の規模及び位置の地震が繰り返し発生する地震）が地質学的データによって明らかな場合は、G-R 式以外の発生頻度の法則もあり得るとしている（同）。

この点、債務者は、特定震源モデルについては、詳細な調査により地震の規模を精度良く評価できることから、起こりうる最大の地震規模の地震が繰り返し発生すると評価している。また、領域震源モデルについては、どのような規模の地震がどこで発生するか予測しにくいことから、領域ごとに G-R 式を適用しており、E P R I 報告書と同様の方法により設定している（債務者主張書面（14）15～20 頁，乙 186，12～13 頁）。

(オ) 距離減衰式による地震動評価（地震動伝播モデルの設定）

E P R I 報告書では、第 3 のステップとして、マグニチュード及び震源距離と地震動を関連付ける距離減衰式を確定するとしている（乙 186，別添 5，3.4）。また、E P R I 報告書は、一般的な仮定ではピーク地震動は対数正規分布を示す、つまり、距離減衰式で求めた地震動の大きさは、平均的な値を中心にばらつくものと考え、そのばらつきは対数標準偏差で表されるとしている（同）。

この点、債務者も、E P R I 報告書におけるのと同様に、上記ウ及びエの震源の規模及び位置の情報をもとに、震源規模と震源距離から距離減衰式（耐専式）を用いて地震動の大きさを求めることとし、その際には、ばらつきとして対数標準偏差を考慮している（債務者主張書面（14）20～

21 頁, 乙 186, 13 頁)。

(カ) 確率論的地震ハザード評価とハザード曲線の提示

E P R I 報告書では, 第 4 のステップとして, 確率論的地震ハザード評価とハザード曲線の提示について示している。このステップでは, 確率論的地震ハザード評価にモデルやデータの不確かさを組み入れるため, ロジックツリーの手法が広く用いられているとしている(乙 186, 別添 5, 3.5)。

この点, 債務者も, 上記の各ステップにおいてそれぞれ選定した不確かさ要因を対象としてロジックツリーを作成し, 地震ハザード曲線を算出しており, E P R I 報告書と同様の手法を採用している(債務者主張書面(14) 21~27 頁, 乙 186, 14~16 頁)。

(キ) 小括

以上のとおり, 本件各発電所における基準地震動の年超過確率の算出手順は, 米国におけるものと比較しても遜色のないものである。

(3) 結語

以上のとおり, 債務者が実施基準を参照して行う, 本件各発電所における基準地震動の年超過確率の算出手法や算出する際の設定等は, 国際的な基準等に合致したものである。

以 上