

地震動の平均像を求めるものにすぎない。平均像によって原子力発電所の耐震設計をしようとする事自体が誤りである。平均像ではない最大値を考慮すべきである。

イ 検討

(ア) 抗告人が基準地震動を策定するに当たって用いた手法（耐専式，松田式，入倉・三宅式等）は，いずれも過去の地震データ等を統計的に分析（回帰分析）して求めた，パラメータ間における経験的な関係式を，その主要内容とするものである。

回帰分析とは，多数のデータに基づいて統計的な分析を行い，複数のパラメータ間の最も確からしい関係式（回帰式）を導く手法であり，地震学・地震工学を含む，自然現象を研究の対象とする科学においては，様々な自然現象から基本的な原理・法則・傾向を探求するに当たって，幅広く行われ，科学的な合理性が認められた信頼性のある手法である。

そうすると，抗告人が用いた上記手法も，地震という自然現象についての多数のデータについて，これらのデータに関する複数のパラメータ間の最も確からしい標準的な関係式（回帰式）を求め，地震という自然現象についての「最も確からしい姿」，換言すれば「標準的・平均的な姿」を明らかにした手法であるといえる。

(イ) 上記手法は，いずれも実際に発生した地震の観測結果によって，その適用性が確認されている信頼性がある手法であり，原子力規制委員会も，新規規制基準の策定及び同基準適合性判断において，抗告人が上記手法を用いて基準地震動を策定することを是認している。

(ウ) 以上によれば，抗告人が上記手法を用いて基準地震動の策定をしたことが不合理であるとはいえない。

(エ) 上記手法は「標準的・平均的な姿」を明らかにする関係式であるといえ

る。

そうすると、上記手法を本件各原子力発電所敷地における基準地震動の策定に用いるに当たっては、当該敷地の「標準的・平均的な姿」からの「乖離」を考慮すべきであるところ、上記「乖離」の主要なものは、は本件各原子力発電所敷地の「震源特性」に該当する。

本件各原子力発電所については、敷地周辺の地震発生状況、敷地周辺における活断層の分布状況等の地質・地質構造、敷地周辺の地下構造等に関する調査・評価結果から、本件各原子力発電所敷地周辺の「震源特性」に関して、過去の多数の地震の「標準的・平均的な姿」よりも大きくなるような地域性が存する可能性を示すデータが存在するとは認められない。

原告人は、本件各原子力発電所敷地周辺の「震源特性」についても適切に考慮して基準地震動を策定しており、原告人の上記手法の適用方法が不合理であるとはいえない。

(オ) したがって、相手方らの主張を採用することができない。

(11) 地震動評価に影響を与える地域特性の評価について

ア 相手方らの主張

(ア) 設置許可基準規則3条3項及び同項に係る解釈別記1第3条3項の合理性について

断層等が露頭していなかったとしても、それらの断層等が耐震重要施設の設置された地盤にあれば、それらの断層等を原因とした地震により耐震重要施設が設置された地盤にずれが生じる可能性があるにもかかわらず、設置許可基準規則3条3項及び同項に係る解釈別記1第3条3項によれば、耐震重要施設を設置すべきでない地盤を、露頭した断層等のある地盤に限定しており、不十分な基準である。

断層等について、後期更新世以降の活動が認められなくとも、将来活動する可能性が十分認められるのであるから、設置許可基準規則が、「将来活動する可能性のあ

る断層等」を、原則として後期更新世以降（約12～13万年前以降）の活動が否定できない断層等に限定していることは、基準として不十分である。

(イ) 「震源特性」、「伝播特性」及び「地盤の増幅特性（サイト特性）」について

抗告人は、地震動評価に影響を与える地域特性の評価に関して、「震源特性」、「伝播特性」及び「地盤の増幅特性（サイト特性）」を評価したと抽象的に述べるのみで、本件各原子力発電所敷地内の地震観測記録を提出するなどして、具体的に説明していない。

(ウ) 平成21年駿河湾地震について

平成21年駿河湾地震において、中部電力は、事前に地震動を増幅させる「低速度層」を把握しておらず、「低速度層」の存在が平均像をはるかに超える地震動を生じると認識していなかった。

(エ) 地震調査研究推進本部・地震調査委員会・強震動評価部会の「鳥取県西部地震の観測記録を利用した強震動評価手法の検証」（甲141）について

上記論文によれば、平成12年鳥取県西部地震に関して、観測記録を基にして地震動を算出した結果と実際の観測記録との間には大きな乖離がある。

(オ) 震源となる断層の評価について

既に発生した地震は、現れた地表地震断層により震源断層の長さを推定することができるが、将来発生する地震については、当該断層面が過去に活動したときに生じた地表地震断層の長さから地震規模を推定するしか方法がなく、震源断層の長さが過小評価になりかねない。

(カ) FO-A～FO-B～熊川断層の断層両端の把握について

FO-A～FO-B～熊川断層の断層両端の把握について、海域での活断層調査は困難であり、FO-B断層の端を捉えるのは容易ではない。また、上林川断層の東側端部を延長しなかった理由が明らかでないし、同断層の西側端部が把握

できたとは考えられない。

(キ) 亀高正男ほかの「京都府北部，上林川断層の横ずれインバージョン」(甲257の1)について

上記論文によると，上林川断層の北東端は本件各原子力発電所の敷地の南東約9kmのおおい町笹谷付近まで追跡できる。抗告人の上林川断層の北東端の確認は保守的であるとはいえない。

イ 検討

(ア) 設置許可基準規則3条3項及び同項に係る解釈別記1第3条3項の合理性

「将来活動する可能性のある断層等」と評価すべき年代について，原子力規制委員会は，「我が国の活断層の活動周期がおおむね千年から長いもので5～10万年程度であると考えられていること」等から設定したとしており，米国の基準については，「米国NRCの基準では，活断層は3万5千年前以降に一度動いたもの，又は50万年前以降に複数回動いているものとなっています」としつつも，「国際原子力機関（IAEA）が各国に示している基準によると，地震活動が活発ではない地域では，数百万年単位で断層の活動可能性を評価することが望ましいとされていますが，我が国のように地震活動が活発な地域では，数万年単位で断層の活動可能性を評価することとされています。国や地域により地殻変動様式や活断層の活動周期等に違いがあることから，我が国の特徴を踏まえた上で基準化するのが適切である」との見解を示している（乙87の2）。

そうすると，新規制基準の規定内容は，我が国の活断層の活動周期等を踏まえたものであるといえる（乙118）。

したがって，相手方らの主張を採用することができない。

(イ) 「震源特性」，「伝播特性」及び「地盤の増幅特性（サイト特性）」

本件各原子力発電所敷地及び敷地周辺の地盤の増幅特性を評価する上で重要となるのは，敷地地盤の速度構造を把握し，地震波の局所的な集中を生じさせるよ

うな特異な速度構造がないことを確認することである。

その際必ずしも強震動の観測記録による必要はなく、他の方法により敷地地盤の地中を伝播する地震波を観測、分析することによって把握できる。

前記のとおり、抗告人は、P S 検層、試掘坑弾性波探査、反射法地震探査、地震波干渉法、微動アレイ観測といった多様な手法を用いて、発振器又は震源車により人工的に生じさせた弾性波や常時微動を観測、分析することにより、本件各原子力発電所敷地及び敷地周辺における地震波の速度構造を評価している。

また、原子力規制委員会は、本件各原子力発電所敷地及び敷地周辺の地下構造の評価に関して、抗告人が用いた手法は地震ガイドに適合しているとして、新規規制基準適合性を判断している（乙14の2）。

そうすると、地盤の増幅特性（サイト特性）を評価するに当たっては、必ずしも強震動の観測記録がなければならないというものではなく、他の科学的方法により地域特性を合理的に把握することができるといえる。

したがって、相手方らの主張を採用することができない。

（ウ）平成21年駿河湾地震

新規規制基準においては、平成19年新潟県中越沖地震や平成21年駿河湾地震から得られた「特異な地下構造によって地震動が増幅するとの知見」を踏まえ、地層の傾斜、断層及び褶曲構造等の地質構造や、地震波の速度構造等の地下構造の詳細な評価が新たに要求されることになった（乙141）。

このように、新規規制基準は、上記の評価を詳細に実施することにより、地震動の増幅要因となる特異な地下構造の有無を確認しているといえる。

抗告人は、新規規制基準の上記要求事項を踏まえ、本件各原子力発電所敷地及び敷地周辺の地下構造について、多角的で詳細な評価及び検討を行い、地震動を増幅させるような特異な構造がないことを確認している。

そうすると、相手方らの主張は、本件各原子力発電所の地下構造の調査及び検

討について、その妥当性を否定するような具体的な問題事項を指摘するものとはいえない。

したがって、相手方らの主張を採用することができない。

なお、上記の「低速度層」の存在といった、浜岡原子力発電所における地盤の増幅特性（サイト特性）に関する指摘は、立地条件の異なる本件各原子力発電所に当てはまるものではなく、この点からみても、相手方らの主張を採用することができない。

(エ) 地震調査研究推進本部・地震調査委員会・強震動評価部会の「鳥取県西部地震の観測記録を利用した強震動評価手法の検証」（甲141）

上記論文は、強震動評価手法の妥当性やその基盤となる震源の特性化（モデル化）手法の有効性について考察したものであり、その結果として、「パラメータを的確に設定できれば、複雑な震源特性をアスペリティ領域と背景領域の2つの領域に単純化しても地震波形（速度波形）をある程度再現でき、震源の特性化手法の有効性が確認できた」、「アスペリティの位置や破壊開始点の位置が概ね合っていれば、地点の位置にもよるが、現状の強震動評価手法においてスペクトルレベルではある程度観測記録を説明できることが確認できた」（12頁）として、この検証結果により、「強震動評価手法の妥当性や震源特性化手法そのものの妥当性が検証できたことになる。」としている（2頁）。

このように、上記論文は、強震動評価手法の妥当性や、震源特性化手法の有効性を確認したものであり、相手方らの主張を根拠付けるものとはいえない。

なお、この検証は、平成14年に行われたものであるが、地震調査研究推進本部・地震調査委員会の「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（『レシピ』）」

(乙20)は、その後の研究成果の積み重ねの上に作成されたものである上、抗告人は、単に上記レシピに則るだけでなく、震源断層を保守的に広く設定した上で、アスペリティを本件各原子力発電所敷地近くに配置し、さらに、本件各原子

力発電所へ到達する地震動が大きくなるように破壊開始点を震源断層やアスペリティの下端に複数配置して評価を行うなど、保守的な条件設定を重ねた上で基準地震動を策定している。

したがって、相手方らの主張を採用することができない。

(オ) 震源となる断層の評価について

本件各原子力発電所敷地の周辺地域は、明瞭な活断層が本件各原子力発電所の周囲に分布し、活断層に関連付けられる地震も数多く見られることが確認されており、震源断層が地表地震断層として地表に現れている地域である。すなわち、1回の地震では、地中の震源断層と同じ長さの地表地震断層が出現するとは限らないが、活断層は繰り返し地震を起こすことで、長い年月の間に地表に現れた地盤のずれやたわみが蓄積して、明瞭な痕跡が現れるようになり、地表に現れたこのような地形を調査することで活断層を把握できると考えられている（乙143、乙144）。

そして、前記のとおり、抗告人は、本件各原子力発電所敷地周辺の活断層について、詳細な調査を行い、その結果に基づいて、十分な保守性をもって活断層の長さを把握しているといえる。

したがって、相手方らの主張を採用することができない。

(カ) FO-A～FO-B～熊川断層の断層両端の把握

前記のとおり、抗告人は、海域において、海上音波探査、ボーリング調査等の調査技術を適切に組み合わせて活断層調査を実施しており、海上音波探査については、調査範囲内の活断層を正確に把握できる測線配置となっているとともに、調査深度（浅部又は深部）に応じて音源を使い分けるなど目的に応じた調査仕様とし、さらに、得られたデータからノイズ等を適切に除去できるなど信頼性の高いデータ処理技術を用いている。その上で、抗告人は、FO-A～FO-B断層について、詳細な調査に基づき、断層の存在を明確に否定できる箇所を端部として、FO-A～FO-B断層の長さを約3.5kmと設定している。

抗告人は、陸域において、地表地質調査、ボーリング調査、トレンチ調査、反射法地震探査等を実施し、震源として考慮する活断層の存在が確認されれば、断層の存在を明確に否定できる場所を確認している。その上で、抗告人は、上林川断層の北東端及び南西端について、活断層がそれ以上延長しないことが確認できる場所を端部としている。

相手方は、池田安隆の「変動帯に立地する原子力関連施設の耐震安全性評価に関わる地質学的問題」(甲138)を援用して、被害を起こすような規模の内陸直下型地震を発生させる断層は、顕在活断層以外にも上部地殻内に多数伏在しており、断層面の上端が地下浅部(数km以浅)まで達している断層(浅部伏在断層)は物理探査やボーリング調査等によって位置や活動性を評価できる可能性があるが、より深部に伏在する断層については評価できないと主張する。

しかし、上記論文は、相手方が援用する箇所に続けて、「日本列島の伏在活断層のマッピングはまだ十分行われていないので、その全貌はわからない。」としながらも、「規模の大きな地震(島崎によればM7.5以上)は、震源断層面の大きさが地震発生層の厚さに比べて十分大きいから、断層面が地表まで達している可能性が高い。したがって、地形・地質学的方法で認識される活断層(顕在断層と浅部伏在断層)以外に、規模の大きな内陸型直下地震(M7.5以上)の発生源となり得る深部伏在断層が存在する可能性は、一般的には小さいと言ってよいだろう。」としているから、深部に伏在する断層が調査対象とされないからといって、規模の大きな地震(M7.5以上)の評価が困難であることを根拠づけるものとはいえない。

また、本件各原子力発電所敷地周辺地域は、明瞭な活断層が本件各原子力発電所の周囲に分布し、活断層に関連付けられる地震も数多く見られるところ、このような地域では、活断層が繰り返し地震を起こすことで、長い年月の間に地表に現れた地盤のずれやたわみが蓄積して、明瞭な痕跡が現れるようになり、地表に現れたこのような地形を調査することで活断層を把握できるといえるところ、抗告人は、前

記のとおり、詳細な調査に基づき、保守的に、確実に活断層がないと確認できる地点まで端部を延長し、震源断層の長さにつき、保守的な評価を行っているから、抗告人の断層両端の評価が相当でないとはいえない。

したがって、相手方らの主張を採用することができない。

(キ) 亀高正男ほかの「京都府北部，上林川断層の横ずれインバージョン」(甲257の1)

上記論文は、「上林川断層(活断層)」，「活断層としての上林川断層」という文言を用いる一方、「上林川断層(地質断層)」，「地質断層としての上林川断層」という文言が用いており、「活断層」と「地質断層」とを明確に使い分けて用いている。

抗告人は、確実に活断層が存在しないと確認できた県境付近を上林川断層の北東端としているところ、相手方らは、上記論文を根拠として、「上林川断層」は、この北東端を通過し、北東方向に延びると想定されると主張する。

しかし、抗告人は、上林川断層の北東端よりも北東側では、この断層に沿ってリニアメント(前記のとおり、断層が繰り返し活動すること等により、谷や尾根において、その傾斜が急変したり、横ずれしたりする地形的な特徴が現れ、このような特徴が直線、又は直線に近い状態で配列することが知られており、このような断層活動等に伴う変動地形の可能性のある地形をリニアメントという。)が認められないことや、上記北東端地点の露頭した岩盤に見られる断層面に、後期更新世以降(約12～13万年前以降)の活動が認められないこと等を確認したことに基づいて、相手方らが指摘する断層は活断層ではないと評価していることが認められる(乙132)。

なお、「京都府北部，上林川断層の横ずれインバージョン」(甲257の1)には、「変形ステージとして古い順に、D1：右横ずれ・逆断層センス，D2：左横ずれ・逆断層センス，D3：右横ずれ・正断層センスの変形構造がみられた」，「D3は伸張場での形成が示唆され、第三紀における活動と考えられる」との記載

があるが、「地質断層としての上林川断層」の最新の活動は、右横ずれ・正断層センス（センスとは、断層面の動く方向をいう。）であり、第三紀（約6600万年前～約260万年前）における活動と考えられるところ、活断層としての上林川断層は後期更新世以降（約12～13万年前以降）も活動している右横ずれ・逆断層センス（乙132）であり、両者は一致しないことからすると、上記記載は、「地質断層としての上林川断層」が活断層に当たらないことを記述しているものといえる。

したがって、相手方らの主張を採用することができない。

(12) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動について

ア 応答スペクトルに基づく地震動評価について

(ア) 耐専式について

a 相手方らの主張

内陸地殻内地震の観測値と耐専式による推定値を比較すると相当のばらつきがあり、若狭湾周辺地域におけるQ値（減衰定数）の評価を踏まえ、サイト特性に特異な構造を認めなかったとしても、ばらつき原因を全て把握していないのであれば、耐専式の適用に問題がある。

b 検討

耐専式については、日本電気協会の原子力発電耐震設計専門部会において、平成11年に策定されて以降、観測データを用いて適用性の検証、確認が継続的に行われており、独立行政法人原子力安全基盤機構（当時、以下「原子力安全基盤機構」という。）においても、「平成18年度原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査 活断層及び地震動特性に関する調査・解析に係る報告書」（乙156）において、平成18年に発生した地震の観測記録と耐専式による評価結果との比較により、その適用性が確認されている。

また、地震動の大きさを左右するのは、地震の震源特性、地震波の伝播特性、地盤の増幅特性（サイト特性）であることからすると、相手方らが指摘する観測

値と耐専式による推定値とのばらつきは、これらの特性が反映されたものとみるべきである。

本件各原子力発電所敷地及び敷地周辺の地域特性について、抗告人が調査に基づいて評価した結果、本件各原子力発電所の敷地の地下構造としては、敷地浅部にはS波速度が2.2 km/s程度の硬質な岩盤がほぼ均質に広がっており、敷地深部の速度構造についても地盤の特異な構造の影響は見られず、過去の多数の地震の「標準的・平均的な姿」よりも大きくなるような特異な構造が見られないことが確認されている。

また、伝播特性についても、影響の大きい幾何減衰には地域性がないし、内部減衰に関する本件各原子力発電所周辺の媒質（岩石等）に固有の値（Q値）は、既往の研究成果から50 f と設定されており、これは国内における平均的な値であるところ、過去の多数の地震の「標準的・平均的な姿」よりも大きくなるような地域性が存する可能性を示すデータは特段得られていない。

これに加えて、抗告人は、前記のとおり、地震動が大きくなるような保守的な条件設定により地震動評価を行い、基準地震動を設定している。その結果、FO-A～FO-B～熊川断層及び上林川断層の耐専式による地震動評価結果をもとに策定した基準地震動 S_{s-1} の地震動のレベルは、各断層の保守的な条件設定を想定しない場合に比べ、約2～5倍（水平方向）となっていると認められる（乙108）。

以上によれば、抗告人が耐専式を採用したことや、その適用方法に不合理な点があるとはいえない。

したがって、相手方らの主張を採用することができない。

(イ) 松田式について

a 相手方らの主張

(a) 「応答スペクトルに基づく地震動評価」の際に、耐専式による評価が必要

となる地震の規模（マグニチュード）を算定するために用いる松田式は、わずか14地震のデータを回帰分析して得られた平均値に過ぎず、そのデータもマグニチュード1前後（約3.2倍）の範囲でばらついているため、全くの参考値に過ぎない。これをもとに耐震設計をすることは許されない。

(b) 抗告人の検証結果によっても、松田式から大きく乖離したデータが存在しており、地震ガイドの「経験式が有するばらつきも考慮されている必要がある」との定めに違反している。

(c) 地震調査研究推進本部の地震調査委員会は、「地表に見えている断層の長さは、複数回の地震による痕跡がつながってできたものである可能性もあれば、地中の震源断層の一部が現れている可能性もあり、断層の長さから求められる地震の規模の推定値には大きな不確実性が含まれると考えられる」から、「松田式を用いて地震規模を設定する際には、・・・不確実性を考慮することが望ましい」と述べていることからすると、松田式から得られた値をそのまま用いることは、地震調査委員会の考え方を否定するものである。

b 検討

(a) 松田式は、松田時彦東京大学名誉教授が「活断層から発生する地震の規模と周期について」（1975）（乙94）で提案した、活断層長さLと地震のマグニチュードMとの関係を表す経験式である。松田式を用いることで、活断層の長さからその活断層が起こす地震の規模を求めることができる。

抗告人が各種調査を行って評価しているのは、震源断層の長さであり、震源断層の長さLから松田式を用いてマグニチュードMを求めている。

抗告人は、松田式を適用するに当たり、松田式の基となった14地震について、最新の知見に基づいて見直されたマグニチュードMの値を基に改めて検証しており、これら14地震のデータが松田式に良く整合していることが確認されており（乙95）、その信頼性は高い。また、松田式は、地震調査研究本部の「震源断層

を特定した地震の強震動予測手法『レシピ』及びその改訂版及び修正版（甲267，乙20，乙370）において、地震の規模を求めるための関係式として引用されるなど、活断層と地震の規模（マグニチュードM）との関係式として、その信頼性が一般的に認められている。

(b) 上記レシピのうちの平成28年6月改訂版（甲267）及び同年12月修正版（乙370）には、松田式について「活断層長さがおおむね80kmを超える場合は、松田（1975）の基になったデータの分布より、松田（1975）の適用範囲を逸脱するおそれがあるため、・・・過去の地震の例を参考にしながら、適宜適切な方法でマグニチュード（地震モーメント）を算定する必要がある。」との註記をしている。

また、地震調査研究本部の『「活断層の長期評価手法」報告書』（平成22年1月25日，乙371）は、「従来の長期評価においては、活断層で発生する地震の規模は、原則として松田（1975）の経験式を用いて断層の長さもしくは1回のずれの量に基づき算出されている。しかし、この経験式は、過去に生じた地表地震断層などのデータを基本とした断層長とマグニチュードの関係式であるが、長さ20km（M7.0に相当）から80km（M8.0に相当）の範囲のデータから導かれたものであり、20km未満の活断層に適用する際には、その他の情報を含めて地震規模を想定する必要がある。」としている。

しかし、本件各原子力発電所における検討用地震の断層であるFO-A～FO-B～熊川断層及び上林川断層は、いずれも20kmを超える長さの断層であるから（前者は評価上の断層長さ63.4km，後者は同39.5km），松田式についての上記問題点を考慮しても、松田式を用いた本件各原子力発電所の地震動の評価の妥当性が損なわれるとはいえない。

(c) 抗告人は、前記のとおり、松田式を適用する基となる断層長さについて、より安全側に長くなるように考慮している。具体的には、FO-A～FO-B～熊川断層について、FO-A～FO-B断層と熊川断層の両断層について、より

安全側に考えて、断層の存在が確認されていない区間（約15km）を含めて、FO-A～FO-B断層（約35km）と熊川断層（約14km）との連動（3連動）（63.4km）を考慮した。また、上林川断層についても、断層の存在が明確な範囲は約26kmであるが、西端部が不明瞭であることから、断層の存在を明確に否定できる福知山市付近まで延長して、安全側に39.5kmと評価した。

抗告人が、このように断層長さを安全側に考えて評価した結果、活断層の長さから想定される地震の規模は、FO-A～FO-B断層の2連動のみ（35km）ではマグニチュード7.4であるのに対し、3連動を考慮したFO-A～FO-B～熊川断層（63.4km）ではマグニチュード7.8となり、また、上林川断層も、26kmではマグニチュード7.2であるのに対して、39.5kmではマグニチュード7.5の評価となっている。

以上によれば、松田式に基づく抗告人の地震規模（マグニチュードM）の評価が過小であるとはいえない。

したがって、相手方の主張を採用することができない。

(d) 抗告人は、前記のとおり、松田式の基となった14地震について、最新の知見に基づいて改めて検証し、震源断層の長さや地震規模（マグニチュードM）が松田式に良く整合していることを確認している（乙94、乙95）。

また、本件各原子力発電所敷地周辺地域は、活断層が繰り返し活動していることが確認されており、震源断層が地表地震断層として現れている地域であるところ、このような地域では、地表に現れた活断層の明瞭な痕跡を調査することで活断層を把握できると考えられている。

そうすると、抗告人が、これらの知見や調査結果を踏まえ、保守的に余裕をもって震源断層の長さを設定した上で、断層の長さから松田式を用いて地震の規模を求め、それをもとに耐専式によって地震動評価をしたことは、妥当な判断であるといえるし、抗告人は、松田式のばらつきを考慮した上で、十分な調査結果を

保守的にその適用して、地震動評価をしたものといえる。

原子力規制委員会も、本件各原子力発電所の応答スペクトルに基づく地震動評価について、新規制基準や地震ガイド等の要求事項を踏まえて適切に地震動評価を行ったものであることを確認している。

したがって、相手方らの主張を採用することができない。

(e) 地震調査委員会の「地表に見えている断層の長さは、複数回の地震による痕跡がつながってできたものである可能性もあれば、地中の震源断層の一部が現れている可能性もあり、断層の長さから求められる地震の規模の推定値には大きな不確実性が含まれると考えられる」(甲139)との指摘は、地表地震断層から震源断層を把握する際には不確実さが伴うことを一般的に述べたものである。

本件各原子力発電所の敷地周辺地域は、活断層が繰り返し活動していることが確認されており、震源断層が地表地震断層として現れている地域であり、このような地域では、地表に現れた明瞭な痕跡を調査することで活断層を把握できると考えられている。

また、抗告人は、本件各原子力発電所敷地周辺の活断層について、詳細な調査により十分な保守性をもってその長さを把握しており、その上で、松田式を適用して地震の規模を算出している。

そうすると、抗告人は、地震調査委員会の指摘する不確実さを十分に考慮した上で、地震動評価をしているといえる。

したがって、相手方らの主張を採用することができない。

イ 断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価について

(ア) 相手方らの主張

a 入倉・三宅式

入倉・三宅式は、入倉孝次郎及び三宅弘恵が「シナリオ地震の強震動予測」(乙158)で提唱した断層面積(S)と地震モーメント(M_0)との関係式である。

原告人は、断層面積から地震モーメントを求める際に入倉・三宅式を用いているが、入倉・三宅式は、震源断層面の位置形状を十分に把握した上で定式化されているものではない。

入倉・三宅式は、武村雅之の「日本列島における地殻内地震のスケーリング則—地震断層の影響及び地震被害との関連—」（乙161）の提唱する関係式（武村式）に比べて地震モーメントの過小評価をもたらすことは明らかであるから、武村式を用いて基準地震動を策定すべきである。

b 応答スペクトルに基づく地震動評価結果との比較

本件各原子力発電所の応答スペクトルに基づく地震動評価結果に比べて、断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価結果の加速度が小さいのは、断層モデルを用いた手法自体に根本的な欠陥があるか、用いられているパラメータが恣意的であることを示している。

c アスペリティの応力降下量の設定

原告人は、アスペリティの応力降下量の設定について、FO-A～FO-B～熊川断層による地震に係る評価において3.1MPaの一定値に固定し、不当に小さく評価している。

地震調査研究推進本部地震調査委員会は「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ）」（乙20）を平成28年6月に改訂したが、同改訂により、「静的応力降下量を3.1MPaとする取扱いは、暫定的に、断層幅と平均すべり量とが飽和する目安となる $M_0 = 1.8 \times 10^{20}$ (N・m) を上回る断層の地震を対象とする。」こととされ、これに該当しないのに上記取扱いをしている原告人の評価の不当性が明らかとなった。

3.1MPaの値を用いない場合には、断層全体の平均応力降下量は3.1MPaから4.2MPaに、アスペリティの応力降下量は14.1MPaから19.0MPaになり、最終的な地震動は、約1.5倍に、改訂レシピに従って地震規模を松田式で評価した場合は約1.9

倍になると推定されている（甲268）。

d 統計的グリーン関数法

統計的グリーン関数法に基づく減衰式は、多数の地震の伝播過程の平均像でしかなく不確かさがあるのに、これが考慮されていない。

e 標準偏差（ σ ）からのばらつきの考慮

森本・富樫断層帯をモデルに強震動予測結果のばらつきを評価した結果（甲148の3）によると、一部のパラメータに限定しても標準偏差（ σ ）から倍半分程度のばらつきがある。本件各原子力発電所の地震動評価においては、 2σ 、 3σ を考慮すべきである。

(イ) 検討

a 入倉・三宅式

(a) 入倉・三宅式について（乙158、乙326）

① 活断層に起因する地震に関する研究の進展により、地震動を生じさせるのは、地下にある断層面（震源断層面）の動きであって、地表に現れる断層の変位（地表地震断層）は、震源断層面の運動の結果にすぎず、地表地震断層の動きのみから断層運動全体を特性化する（特定の活断層についてモデル化する）ことは困難であることが明らかにされた。

その上で、強震動を予測する上で重要なのは断層運動と強震動の関係にあるところ、震源断層に適当なすべり分布と破壊伝播を想定して求められる強震動と実際の地震観測記録とを比較することで大地震の破壊過程を推定する、震源インバージョンの研究が発展したことで、大地震のときには、震源断層面の全ての部分が一律に同じずれ幅・向きでずれるのではなく、震源断層面上のすべり分布は不均質である（大きくずれる部分もあればそうでない部分もある）ことや、地震災害に関係する強震動の生成はこの断層運動の不均質性によるものであることが明らかになってきた。なお、「インバージョン」とは、データ処理技術の一つであり、結果を用いてその要因を解析的に推定する方法であることから、「逆解析」とも呼称されるもの

である。また、「震源インバージョン」とは、地震のデータ（結果）を用いて、当該地震の震源断層（要因）のパラメータ（すべり量の分布等）を推定（逆解析）する手法であり、推定に用いるデータには、地震波の観測記録や、地表の変位のデータ等があるが、特に地震波の観測記録（波形）から推定する場合には、「波形インバージョン」と呼称される。

そして、地震災害軽減のために必要とされる強震動を評価するためには、断層の長さや幅など、断層運動の外的な要素を表す巨視的断層パラメータと同時に、震源断層面での不均質なすべり分布、すなわちアスペリティの分布のような微視的断層パラメータがより重要になることが明らかにされた。

② 入倉孝次郎・三宅弘恵の「シナリオ地震の強震動予測」（2001，乙158）は、上記のような科学的知見に基づき、強震動予測の方法論（強震動予測のレシピ）として、巨視的断層パラメータ（震源断層の位置，長さ，幅，地震モーメント等），微視的断層パラメータ（アスペリティの位置，大きさ，アスペリティ及び背景領域〔アスペリティ以外の領域〕の応力降下量等）等の設定方法を提案するのである。

③ 入倉・三宅式は、その「強震動予測のレシピ」（乙158）において、震源断層面上のすべり分布は不均質であることを前提として、「強震動データを用いた波形インバージョン」，すなわち震源インバージョン等に基づいて、震源断層面積（ S ）と地震モーメント（ M_0 ）の関係を表す関係式として、下記のとおり示されている（乙158，861頁，図8）。

$$S = 4.24 \times 10^{-11} \times M_0^{1/2} \quad (M_0 \geq 7.5 \times 10^{25} \text{ dyne} \cdot \text{cm} \text{ の場合})$$

$1 \text{ dyne} \cdot \text{cm} = 1 \times 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{m}$ であるので、「 $7.5 \times 10^{25} \text{ dyne} \cdot \text{cm}$ 」は「 $7.5 \times 10^{18} \text{ N} \cdot \text{m}$ 」と同じ値である。

なお、本件各原子力発電所の検討用地震である、FO-A～FO-B～熊川断層による地震（ $5.03 \times 10^{19} \text{ N} \cdot \text{m}$ ）及び上林川断層による地震（ $1.95 \times 10^{19} \text{ N} \cdot \text{m}$ ）は、いずれも $M_0 \geq 7.5 \times 10^{25} \text{ dyne} \cdot \text{cm}$ の場合に当たる。

(b) 震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）との関係について

① 地震調査研究推進本部のレシピは、同本部の地震調査委員会において実施してきた強震動評価に関する検討結果から、強震動予測手法の構成要素となる震源特性、地下構造モデル、強震動計算等の手法や震源特性パラメータ（震源断層パラメータ）の設定に当たっての考え方を取りまとめたものである（甲267、乙20、乙370）。

② 上記レシピは、入倉孝次郎・三宅弘恵の「シナリオ地震の強震動予測」（2001）の強震動予測の方法論を採り入れ、強震動を予測するための震源断層モデルについては、「断層の不均質性を示す微視的震源特性」を考慮したモデルを採用している。

上記レシピは、震源断層モデルにおける震源特性パラメータ、すなわち震源断層モデルの長さ、幅、面積及び地震の規模（地震モーメント）等について、「(ア)過去の地震記録など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」（乙20、付録3-3頁）の設定方法（以下「(ア)の方法」という）を提案しているところ、入倉・三宅式は、「(ア)の方法」において、震源断層面積（ S ）から地震モーメント（ M_0 ）を求めるための関係式として採用されている（甲267・4頁・(3)式、乙20・付録3-4頁・(3)式、乙370・4頁・(3)式）。

なお、上記「(ア)過去の地震記録など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」（乙20）は、最新のレシピでは、「(ア)過去の地震記録や調査結果などの諸知見を吟味・判断して震源断層モデルを設定する場合」（乙370）と記載されている。

(c) 本件各原子力発電所の地震動評価の際の入倉・三宅式の適用

① 本件各原子力発電所の基準地震動の策定においては、震源として考慮する活断層の評価に当たって、調査地域の地形・地質条件に応じ、既存文献の調査、変動地形学的調査、地質調査、地球物理学的調査等の特性を活かし、これらを適切に組

み合わせた調査を実施した上で、その結果を総合的に評価し活動層の位置・形状・活動性等を明らかにすることが要求されている（設置許可基準規則解釈別記2第4条5項2号②）。

そのため、前記のとおり調査・評価から得られた詳細な活断層の情報をより直接的に地震動評価に反映できる、「(ア)の方法」が採用され、地震モーメントの算定に入倉・三宅式を適用すべきものとされている（乙376）。

② 抗告人も、本件各原子力発電所の基準地震動を策定するに当たっては、敷地周辺の地域性を踏まえ、活断層を詳細に調査し、震源断層の位置・形状等を適切に評価できていることから、「(ア)の方法」を参照して地震動評価を行い、地震モーメント(M₀)の算定に入倉・三宅式を適用している。

(d) 島崎邦彦氏の主張

島崎氏は、「最大クラスではない日本海『最大クラス』の津波一過ちを糺さないままでは『想定外』の災害が再生産される」と題する論文（甲260の2）において、入倉・三宅式について、以下の問題があり、他の関係式と比べて地震モーメントを過小に評価することから、地震動の推定には用いるべきではないと主張している。

① 関係式の問題

断層面が垂直又は垂直に近い場合、入倉・三宅式から得られる地震モーメントの値は、武村式等から得られる値の1/3.5～1/4程度と、はるかに小さくなる。

② 震源断層の把握の問題

断層の面積や長さは、地震発生後に確定するもので、その値は、事前に推定できる値と等しいとは限らないし、実際には事前の推定値より大きくなることもある。

(e) 島崎氏の主張の検討（関係式の問題）

① 他の関係式との比較

入倉・三宅式や武村式は、それぞれ異なる観点から、異なる既往の研究結果や地震観測記録等に基づいて、経験的・帰納的に得られた関係式であるから、それらを

比較するに際して各関係式に与える断層長さ、震源断層面積は、各関係式の成り立ちを踏まえたものでなければならない。

入倉・三宅式は、震源断層面上のすべり分布は不均質であることを前提として、震源インバージョン等をもとに震源断層面積と地震モーメントの関係を表したものであるが、その妥当性について検証が行われており、平成7年以降に国内で発生した内陸地殻内地震の記録を基に震源インバージョンで得られた震源断層面積と地震モーメントの関係は、「地震モーメントが $7.5E+18$ [Nm] ($7.5 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$, $M_w 6.5$)・・・より大きい地震に対しては、平成28年熊本地震 ($M 7.3$) を含めて、入倉・三宅式の経験的スケールリング則と調和的である」とされている(乙326)。ちなみに、前記のとおり、FO-A~FO-B~熊川断層による地震 ($5.03 \times 10^{19} \text{N}\cdot\text{m}$) 及び上林川断層による地震 ($1.95 \times 10^{19} \text{N}\cdot\text{m}$) は、地震モーメントが $7.5E+18$ [Nm], $7.5 \times 10^{18} \text{N}\cdot\text{m}$, $M_w 6.5$) より大きい地震に該当する。

他方、武村式は、断層長さとは地震モーメントとの関係式であるところ、基となったデータにおける断層長さは、震源インバージョンで得られた震源断層の長さとは異なるものとなっている。すなわち、武村雅之の「日本列島における地殻内地震のスケールリング則—地震断層の影響および地震被害との関連—」(1998, 乙161)が武村式を提案する際に参考としたデータについては、平成7年以降に整備された強震観測網で得られた観測データをもとに震源インバージョンにより再評価された震源断層長さとの比較が行われている(乙326)。この比較においては、武村雅之の上記論文(1998)が用いた $M_w 6.5$ 以上の10個の地震のうち6個の地震について再評価されており、その結果、再評価した6個の中のほとんどについて、武村雅之の上記論文の基となったデータにおける断層長さよりも再評価後の断層長さの方が長くなる結果となっている。

以上によれば、入倉・三宅式が震源インバージョン等をもとに震源断層面積と地震モーメントの関係を表したものであるのに対し、武村式は、震源インバージョンで得られた震源断層の長さとは異なる断層長さのデータが基となっていることから、

両関係式によって算出される地震モーメントを比較するには、両関係式の基となったデータの違いによって生じる、震源断層の評価の違いが考慮されなければならないといえる。

島崎氏の主張は、各関係式に、断層の長さ等について同一の数値を与えた上で、その算定結果の比較をすることによって論じたものであるが、各関係式の比較に当たっては、前記のとおり、各関係式の成り立ちを考慮した値が与えられなければならないのに、そのような考慮もなく行われた比較結果において差異が生じたからといって、当該関係式が過小評価（又は過大評価）をもたらすと結論づけることはできないから、科学的に見て合理性がある主張であるとはいえない。

② 熊本地震におけるデータに基づく分析

[i] 島崎氏は、上記論文（甲260の2）において、熊本地震について検討した結果、同地震における地震モーメントの実測値は、同地震の解析結果から得られた断層長さを入倉・三宅式に与えることで算定された地震モーメントの値（推定値）の3.4倍あり、他の関係式による推定値と比較しても、入倉・三宅式による推定値が過小評価となっていることは明らかであると主張している。

[ii] 島崎氏は、各関係式を比較するために、国土地理院が公表したモデル（以下「国土地理院均質モデル」という。）及び熊本地震で地表に表れた地表地震断層を用いたモデル（以下「地表地震断層を用いたモデル」という。）を用いている。

具体的には、国土地理院均質モデルは、断層の長さ27.1km、幅12.3km、面積333km²の「暫定解1」と、面積416km²の「暫定解2」の2種類のモデルである（甲260の2）。

また、地表地震断層を用いたモデルは、熊原康博の発表（乙379、「第211回地震予知連絡会記者会見資料」、「2016年熊本地震の地表地震断層の分布とその特徴」）における地表地震断層長さ31kmを用いて、島崎氏が幅を16kmと設定し、面積を496km²としたモデルである（甲260の2）。

[iii] 国土地理院均質モデルは、均質な断層すべりを仮定して震源断層の長

さ・幅・面積を設定したモデルである。

しかし、前記のとおり、入倉・三宅式は、震源断層面上のすべり分布は不均質であることを前提として、震源インバージョン等を基にして得られた震源断層面積と地震モーメントの関係を表したものであり、そうである以上、入倉・三宅式の妥当性を実際の地震の観測、解析結果によって検証するのであれば、同関係式が前提としている、実際の断層運動をより精緻に捉えた、不均質なすべり分布を仮定したモデルを用いるべきであり、均質な断層すべりを仮定したモデルを用いてもその妥当性を検証することはできない。

強震動データを用いた震源インバージョンにより得られる震源断層面積は、震源断層内で不均質となる実際の断層の動きを反映するものであるために、均質すべりを仮定したモデルに比べて顕著に大きくなることが知られており（乙325）、島崎氏が用いた国土地理院均質モデルの面積は、震源インバージョンによる震源断層面積を前提とする入倉・三宅式に与えるものとしては小さすぎるといえる。

[iv] 地表地震断層を用いたモデルは、熊本地震という1回の地震で現れた地表地震断層の長さ（31km）に、島崎氏が断層幅を16kmと設定して、震源断層面積を求めたモデルである。

しかし、その地表地震断層の長さは、震源インバージョンにより得られた震源断層の長さよりも短く（島崎氏の用いた断層長さ31km等に対して、震源インバージョンにより得られた震源断層長さは42～60kmとされている〔乙326〕。）、入倉・三宅式に与えるものとしては不適當であるといえる。

[v] 国土地理院は、島崎氏が引用する国土地理院均質モデル（「暫定解1」、「暫定解2」）だけでなく、不均質なすべり分布を伴うモデル（以下「国土地理院不均質モデル」という。）も公表している（乙379）。

この国土地理院不均質モデルは、地震動の観測記録である強震動データを用いたものではなく、地表面に現れた地震の痕跡である地殻変動を「SAR（だいち2号）及びGNSSで観測」して捉えた測地データを用いており、断層長さは60km、

幅は20kmで、面積は1200km²に達するモデルである。

入倉・三宅式の妥当性を検証するに当たっては、当該関係式が前提としている、不均質なすべり分布を仮定したモデルを用いるべきであるから、仮に、国土地理院が公表したモデルを用いて入倉・三宅式を検証するのであれば、この国土地理院不均質モデルを用いるのが適切であり、均質なすべりを仮定した国土地理院均質モデルを用いるべきではない。

[vi] 以上のとおり、島崎氏が行った入倉・三宅式と武村式等の比較は、各関係式の基となったデータの違い、すなわち震源断層の評価の違いを考慮しない不適切なものであり、熊本地震を対象とした比較検討についても、入倉・三宅式が前提としている震源断層の不均質なすべり分布を伴うモデルを用いずに行った不適切なものであって、島崎氏の主張は科学的に見て合理性を欠くものというべきである。

これに対し、入倉・三宅式は、熊本地震を含む近時の内陸地殻内地震の震源断層面の不均質なすべり分布を伴う解析を通じてその合理性が検証されており、島崎氏の主張を採用することができない。

(f) 島崎氏の主張の検討（震源断層の把握の問題）

① 原子力発電所の基準地震動の策定に当たっては、地域性を踏まえ、多様な手法による詳細な調査に基づいて震源断層を把握した上で、その長さや面積を保守的に評価することが要求されている。

② 熊本地震の震源となった布田川・日奈久断層帯について、九州電力株式会社（以下「九州電力」という。）は、川内原子力発電所の基準地震動の評価において、震源として考慮する活断層として、布田川・日奈久断層帯を長さ約92kmの一続きの断層として（しかも全体が一度にずれるものとして）評価しており、その結果、同断層帯の地震の規模としてM8.1を想定しているところ（乙336）、この地震規模の想定は、熊本地震の規模を上回るものである（前震のM6.5の約250倍、本震のM7.3の約16倍のエネルギーに相当する）。

③ 抗告人は、本件各原子力発電所に係る基準地震動の評価に当たって、前記の

とおり、震源断層を保守的に評価している。

本件各原子力発電所の地震動評価で対象としているF O - A断層は、既存文献では1.8 kmとされていたものを約2.4 kmとし、F O - B断層は、既存文献に記載がなかったところを約1.1 kmの断層があると評価し、熊川断層は、既存文献では9 km又は1.2 kmとされていたものを約1.4 kmとし(乙376)、上林川断層も、既存文献では2.6 kmとされていたものを39.5 kmとしている(乙76)。

さらに、F O - A ~ F O - B断層と熊川断層については、両断層の離隔区間1.5 kmを含む、長さ63.4 kmの断層と評価している。

したがって、このようにして評価された震源断層に入倉・三宅式を適用して地震動を評価することが、地震動の過小評価となるものとはいえない。

(g) 島崎氏の主張に対する原子力規制委員会の見解

原子力規制委員会の島崎氏の主張に対する評価は以下のとおりである。

① 関係式の問題

原子力規制委員会は、入倉・三宅式を用いた熊本地震の地震モーメントの評価が、入倉・三宅式の欠陥により過小になったとの島崎氏の主張は、根拠がないものと評価している。

すなわち、原子力規制委員会は、各関係式を提唱する各論文の論拠を十分に検討すれば、各関係式に与えるデータの捉え方も異なるものとするべきであるから、各関係式の成り立ちに留意して関係式に与えるデータを評価すべきであるところ、インバージョン解析による東京大学地震研究所の評価(長さ5.4 km×深さ1.6 km)、京都大学防災研究所の評価(長さ5.6 km×深さ2.4 km)や国土地理院の解析結果(面積は1,200 km²)等の複数の研究機関の震源断層に関する解析結果を検討した結果、これらのデータを前提とすれば、入倉・三宅式による地震モーメントの評価が過小であるとはいえないことから、島崎氏の主張が科学的合理性に欠けると判断した。

② 震源断層把握の問題

原子力規制委員会は、入倉・三宅式を用いた熊本地震の地震モーメントの評価が、

震源断層の事前把握の困難性により過小になったとの島崎氏の主張は、根拠がないものと評価している。

すなわち、原子力規制委員会は、抗告人が、単純に同じ断層長さを与えた場合には、入倉・三宅式が他の関係式に比べて地震モーメントを小さく算出する可能性を認識した上で、本件各原子力発電所の地震モーメントを評価していること、抗告人が、検討用断層に関する十分な調査により震源断層の状況を具体的に把握していること、その上で、抗告人が、適切な震源断層のパラメータを入力するように安全側の評価を行っていることを根拠として、抗告人が入倉・三宅式を用いて地震モーメントを評価することにより過小評価がされているとはいえないと判断し、島崎氏の主張を採用しなかった。

③ 入倉・三宅式を含む「(ア)の方法」を用いて地震動を評価することについて

島崎氏は、原子力規制委員会に対し、入倉・三宅式は地震モーメントを過小評価することから、「地震モーメントを武村式(1998)で算出し、その他は関西電力と同じ手法で地震動を評価する」(乙376、以下「武村式を用いた試算」という。)など、入倉・三宅式を用いるレシピの「(ア)の方法」によらずに地震動評価を行うべきであると主張した。

これに対し、原子力規制委員会は、下記のとおり、詳細な調査と保守的な評価に基づく震源断層を用いる地震動評価は、レシピの「(ア)の方法」により行うのが合理的であって、他の方法による理由はないとし(下記〔レシピの「(ア)の方法」を用いることの合理性〕)、武村式を用いた試算は、地震学の知見と矛盾した結果となって適切ではないとした(下記〔武村式を用いた試算〕)。

(レシピの「(ア)の方法」を用いることの合理性)

[i] レシピの「(ア)の方法」は、「過去の地震記録や調査結果などの諸知見を吟味・判断して震源断層モデルを設定する場合」(乙370)に用いる方法として提案されているのに対し、「(イ)の方法」は、「長期評価された地表の活断層長さ

等から地震規模を設定し震源断層モデルを設定する場合」(同)、すなわち地震本部の長期評価で示されている活断層の長さ等のデータから地震規模を設定する場合に用いる方法として提案されている。

このように、「(イ)の方法」は、地震本部の長期評価のように「約100余りの主要活断層帯で発生する地震の強震動を一括して計算するような場合、『レシピ』に基づきながらも、一部の断層パラメータの設定をやや簡便化した方法が作業上有効と考えられる」(乙20、付録3-1頁)として提案されたものである。

[ii] 「(イ)の方法」では、断層長さから地震規模(地震モーメント)を求め、その地震規模に合うように震源断層モデルの形状が決定されるが、その際、必要に応じて震源断層の幅と長さが調整される。具体的には、まず、断層長さから地震規模を求め、既往の知見により地震規模に合うように震源断層面積が算定される。次に、この算定された震源断層面積から、既に得られている断層長さを用いて断層幅を算定するが、仮にこの断層幅が広く、地震発生層の下端深さを大きく越えてしまう場合は、断層幅は地震発生層を越える一定限度(2km)まで拡張される。そして、この一定限度(2km)を越えた部分(長さは当該断層の長さ)については、震源断層面積に合うように、震源断層長さを仮想的に延長することにより調整され、震源断層モデルが設定される。すなわち、一定限度(2km)を越えた部分(長さは当該断層の長さ)が震源断層面の長さ方向に付加される結果、震源断層長さは当初得られた地表の活断層とは異なる長さが設定され、断層幅も地震発生層の下端を越えて、2km広く(深く)設定される(乙376)。

[iii] 中央防災会議の方法とは、「松田式(松田、1975)を出発点にして地震モーメント M_0 を算出する点では、地震調査研究推進本部の(イ)方法と同じ」(乙376)とされているとおり、「(イ)の方法」と同じく、断層長さから地震規模(地震モーメント)を求める方法であるが、震源断層の形状(「起震断層の形状」)については、地震本部の調査結果等をもとにしてモデル化するとされている(同)。

[iv] 「(イ)の方法」と中央防災会議の方法は、いずれも断層長さから地震モーメントを求める方法であるが(乙376)、基準地震動を策定する際には、震源断層の詳細な情報が得られることから、その情報を、より直接的に地震動評価に反映できる「(ア)の方法」を用いて地震動評価を行う方が合理的であるといえる。

すなわち、原子力発電所の基準地震動を策定する際には、活動層の位置・形状・活動性等を明らかにすることが求められることから、そのような調査・評価により、震源として考慮する活断層の長さだけでなく、震源断層の長さ、幅、傾斜角等の詳細な情報が得られる。そうであるのに、「(イ)の方法」等では、そのようにして得られた詳細な情報があるにもかかわらず、断層長さの情報から地震の規模(マグニチュードや地震モーメント)を算出する結果、詳細な情報から得られた震源断層(長さ、幅等)とは異なる震源断層面を設定することになる。この点、「(ア)の方法」では、震源断層の長さに限らず、得られた情報は全て地震動評価に活用することができ、直接的に地震動評価に反映することができる。

また、「(ア)の方法」は、震源断層の詳細な調査結果をもとに断層モデルを用いて最終的に強震動計算を行うまでの一連の手法として、その合理性が検証され広く用いられていること(乙376)も考慮すると、原子力発電所の地震動評価においては、「(イ)の方法」等ではなく、「(ア)の方法」を用いる方がより合理的といえる。

[v] 原子力規制委員会は、入倉・三宅式を用いる「(ア)の方法」、「(イ)の方法」及び中央防災会議の方法のそれぞれの方法について検討した結果、原子力発電所の審査においては、震源断層の詳細な調査を求めており、これにより震源断層の形状についての情報を入手することができるので、レシピの「(ア)の方法」を用いるべきであり、「(ア)の方法」が、綿密な調査をして、地表面だけではなく、地下の震源断層まで想定して地震動評価をする方法であるのに対して、「(イ)の方法」及び中央防災会議の方法は、文献調査のみに基づいて断層を想定して地震動評価を行う方法といえるから、十分な調査により、地表面のみならず、地下の広が

りについてまで把握する震源断層の調査を実施する原子力発電所審査の際には、これらの方法を用いるべきではないと判断した。

(武村式を用いた試算)

[i] 原子力規制委員会の武村式を用いた試算は、次のような手順で行われた(乙376)。

武村式を使う場合には、地表の断層の長さを用いるのが適切であると考えられるところ、抗告人はFO-A～FO-B～熊川断層の長さを、地表で確認できない長さ(武村式に与えるのが適切ではない長さ)も含めて63.4kmと設定していることから、同じ条件で計算を行うために、あえて、FO-A～FO-B～熊川断層の長さを63.4kmと設定して地震モーメントの計算を行った。

地震モーメントは、入倉・三宅式の場合に比べて3.49倍となったが、レシピに従って計算を進めたところ、本来、震源断層の一部であるはずのアスペリティの面積が、震源断層の面積を上回る矛盾が生じた。

レシピには、このような矛盾への対応は規定されていないが、抗告人と同じ条件での試算を続けるために、アスペリティの面積を震源断層面積の22%に固定してその応力降下量を算出するとともに、震源断層全体の地震モーメントが変わらないように、アスペリティ以外の背景領域の応力降下量を算出したところ、今度は、背景領域の応力降下量が通常約3倍という、非現実的な値となった。

[ii] 前記のとおり、武村式を用いた試算では、アスペリティの総面積が震源断層よりも大きくなって、地震学の知見(震源断層面のすべり面は不均質であって、すべり量の大きいアスペリティは震源断層全体の一部を占める)と矛盾したり、あるいは、背景領域(アスペリティ以外の部分)の応力降下量が通常約3倍という非現実的に大きな値となったりするなど、地震動評価に用いる震源断層モデルとしては不適切なものとなった。

レシピは、多数のパラメータがパラメータ間の関係式を用いて設定された、一連の地震動評価手法であり、各パラメータが複数のパラメータと同時に相関関係を持

っているため、そのような相関関係を無視して一部の関係式を他の式に置き換えれば、パラメータ間の相関関係が損なわれ、地震動評価手法としての合理性も失われることになる。上記の試算は、そのようにして合理性が失われた手法を用いた結果、不適切な震源断層モデルとなったといえる。

[iii] 原子力規制委員会は、レシピで用いられている関係式は、過去の地震記録に基づく、断層面積と地震モーメントの関係を示す経験則を数式で示したものであるから、このような関係式の成り立ちを無視して、今までの観測記録により断層面積 S から算出される地震モーメントよりも 3.49 倍という大きな値を算入することにより、全体の構造を崩すことになったと判断するとともに、このように、レシピの想定するモデルの中で、無理やり大きな地震モーメントの発生する地震波を発生させようとしたことで、最終的に背景領域の応力降下量という、通常はほとんど強震動が発生しない領域からも強い波が出るようなモデル化をするという不都合が生じたと判断した。

その上で、原子力規制委員会は、武村式が断層の長さから地震モーメントを求めるという関係式であるものの、さらに同関係式から強震動を計算するという方法は確立されておらず、武村式を用いた試算について、地震学の知見と矛盾した結果となって適切ではないと判断し、武村式から算出された地震モーメントの値だけを無理に入倉・三宅式に当てはめて試算することにより、様々な矛盾が生じたことも、上記判断を根拠づけるとした。

[iv] 以上のとおり、原子力規制委員会は、入倉・三宅式を用いると地震モーメントは過小評価となるため、入倉・三宅式を用いるのではなく、武村式を用いるなど、他の方法での地震動評価を検討すべきとの島崎氏の主張について、根拠がないとした。

そして、原子力規制委員会は、熊本地震の布田川・日奈久断層帯について、十分な保守的な評価をしているし、 $FO-A \sim FO-B \sim$ 熊川断層についても、本来 $FO-A \sim FO-B$ 断層と熊川断層とを連動すると評価しなくてもよいのに、保