

副本

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

1審原告 松田正 外184名

1審被告 関西電力株式会社

準備書面（37）

平成29年6月21日

名古屋高等裁判所金沢支部第1部C1係 御中

1審被告訴訟代理人 弁護士 小 原 正 敏



弁護士 田 中 宏



弁護士 西 出 智 幸



弁護士 神 原 浩



弁護士 原 井 大 介



弁護士 森 拓 也



弁護士 辰 田 淳



弁護士 畑 井 雅 史



弁護士 坂 井 俊 介



弁護士 山 内 喜 明



弁護士 谷 健 太 郎



弁護士 中 室 祐



目 次

第 1	はじめに	8
第 2	入倉・三宅（2001）の関係式に関する主張について	9
1	1 審原告らの主張	9
2	2 入倉・三宅式（レシピとの関係等）について	9
	（1）入倉・三宅式について	9
	（2）レシピとの関係について	11
	（3）本件発電所の地震動評価における入倉・三宅式の使用について	12
3	3 島崎氏の見解について	14
	（1）島崎氏の見解の要旨	14
	（2）島崎氏の見解の変遷	15
4	4 島崎氏の見解が不合理であること	16
	（1）島崎氏の検討方法が不合理であること	18
	ア 島崎氏による入倉・三宅式の変形が，同式の科学的な意義を失わせるものであること	18
	イ 島崎氏による各関係式の比較が，各式の成り立ちの違いを踏まえないものであること	21
	（2）従前の島崎氏による入倉・三宅式自体に問題があるとの見解（「関係式自体の問題」）が不合理であること	24
	ア 入倉・三宅式は，その妥当性（信頼性）等について多方面から検証がなされていること	24
	イ 従前の島崎氏による熊本地震を対象とした検討が，入倉・三宅式の成り立ちを踏まえた適切な震源断層面積を設定せずに行った，不合理なものであること	34
	ウ 小括	42

(3) 島崎氏の震源断層の長さを地震発生前に想定できないとする見解（「事前推定の問題」）が不合理であること	42
ア はじめに	42
イ 「地震発生前の情報」とそうでない情報に仕分ける，ということへの疑問について	44
ウ 熊本地震の震源断層の把握について（島崎氏が検討に用いた長さを大幅に上回る長さの震源断層による地震の可能性が，地震本部によって事前に指摘されていたこと）	45
エ 阿蘇カルデラにおける震源断層の把握に関する島崎氏の指摘について（阿蘇カルデラにおいて活断層が存在する可能性が，熊本地震の発生前から既に指摘されていたこと）	49
オ その他の地震の震源断層の把握について（島崎氏により「地震発生前の情報」として用いられている断層長さが，他の知見で示されている断層長さよりも著しく短いものであること）	53
カ 原子力発電所の地震動評価における震源断層の把握について（原子力発電所の基準地震動の策定においては，各種の知見を踏まえ，多様な手法による詳細な調査に基づいて，震源断層の長さや面積を保守的に評価していること）	67
キ 本件発電所の地震動評価における震源断層の把握について（1 審被告の本件発電所に係る基準地震動の評価においても，震源断層を保守的に十分に評価していること）	68
(4) 島崎氏の検討には，地震波や地殻変動の観測方法や解析手法が発展する以前の，古い年代の地震のデータが多用されていること	80
(5) その他の問題点	87
(6) 島崎氏の見解の不合理性についてのまとめ	89
5 島崎氏の見解に対する原子力規制委員会の見解について	90

(1) 原子力規制委員会が、入倉・三宅式の算定に用いる震源断層を事前に把握することはできないとの島崎氏の見解について、根拠がないとしたこと	90
(2) 原子力規制委員会が、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、合理的であり、他の方法による必要はないとしたこと	92
ア レシピの「(ア)の方法」を用いることが合理的であること	93
イ 武村式を用いた試算が不合理であること	98
(3) 原子力規制委員会の見解についての小括	103
6 1 審原告らの主張に対する反論	104
(1) 入倉・三宅式を用いると過小評価になるとの主張について	104
(2) 地震発生前に震源断層の長さや幅を正確に把握することはできないとの主張について	107
(3) レシピの「(イ)の方法」を用いるべきとの主張について	110
(4) 原子力規制庁の試算結果を重視すべきとの主張について	115
(5) 原子力規制委員会（及び原子力規制庁）の審査過程・能力に関する主張について	119
第3 「レシピ」の修正に関する主張について	122
1 1 審原告らの主張	122
2 冒頭部分に追加された文言に関する主張について	123
3 地震モーメントの算定方法に関する主張について	124
4 震源断層全体の応力降下量及びアスペリティの応力降下量の設定方法に関する主張について	126
(1) レシピにおける震源断層全体の応力降下量等の設定方法について	126
(2) 1 審被告の設定方法について	128
(3) 平成28年6月改訂レシピ及び平成28年12月修正版レシピにおける変	

更内容について	129
(4) 1 審原告らの主張に対する反論	131
第 4 震源を特定せず策定する地震動に関する主張について	136
1 考慮している地震が少ないとの主張について	136
2 岩手・宮城内陸地震の観測記録の考慮に関する主張について	137
3 他の観測記録の考慮に関する主張について	139
4 地震動評価結果の報告書に関する主張について	141
第 5 藤原氏の見解を引用した主張について	144
1 1 審原告らの主張について	144
2 藤原氏の回答等は 1 審原告らの主張の根拠となり得ないことについて	144
3 現行の新規制基準が不合理なものではないことについて	146
4 本件発電所の基準地震動は過小評価ではないことについて	148
(1) 検討用地震の選定について	149
(2) 地震動評価に影響を与える地域特性の調査・評価について	151
(3) 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の評価について	152
(4) 「震源を特定せず策定する地震動」の評価について	164
第 6 本件発電所の地震動評価に関するその他の主張について	168
1 上林川断層の端部の評価に関する主張について	168
2 若狭湾地域がひずみ集中帯であるとの主張について	171
3 現状の基準地震動は安全性確保のためには不十分であるとの主張について	172
4 地域特性に関する主張について	175
(1) 1 審被告の地域特性に関する調査・評価について	175
(2) 「地盤の増幅特性（サイト特性）」に関する 1 審原告らの主要な主張に は理由がないこと	177
(3) 1 審原告らの主張におけるその他の誤りについて	178
第 7 本件発電所の耐震安全性に関する主張について	186

第 8 結語	202
--------------	-----

第1 はじめに

平成29年5月24日に原子力規制委員会により設置変更許可がなされ（乙236）、新規規制基準への適合性が確認された大飯発電所3号機及び4号機（以下、「本件発電所」という）の、地震に対する安全確保対策については、平成29年6月21日付1審被告準備書面（36）（以下、「1審被告準備書面（36）」といい、他の準備書面の略称もこの例による）において、その全体について改めて詳細に説明した。

本書面では、1審原告ら控訴審第27準備書面、同第31準備書面及び同32準備書面等における、本件発電所の地震動評価に関する1審原告らの主張に対して反論する（第2ないし第6）。併せて、本件発電所の耐震安全性に関するこれまでの1審原告らの主張に対し、必要な範囲で1審被告の反論を補充する（第7）。

とりわけ、平成29年4月24日の第11回口頭弁論期日に行われた証人尋問における、島崎邦彦氏（以下、「島崎氏」という）の証言によって、島崎氏の見解の科学的不合理性が一層明白になったことについては、第2の4において詳細に指摘する。

第2 入倉・三宅（2001）の関係式に関する主張について

1 1 審原告らの主張

1 審原告らは、1 審被告が「断層モデルを用いた手法による地震動評価」（1 審被告準備書面（36）第2章第2の3）において震源断層面積から地震モーメントを算定する際に用いている入倉・三宅（2001）¹（乙75²）の関係式（以下、「入倉・三宅式」という）に関し、島崎氏の雑誌記事（甲331）や学会発表概要（甲193等）、原子力規制委員会における議論を根拠として、同式は地震モーメントを過小に評価するため、本件発電所の基準地震動も過小評価となると主張する（1 審原告ら控訴審第24準備書面16～23頁）。

1 審被告はこれまで、入倉・三宅式は信頼性を有すること、原子力規制委員会は島崎氏の見解を採用しなかったこと等を説明してきたが（1 審被告準備書面（32）30～41頁）、第11回口頭弁論期日における島崎氏に対する証人尋問によって、同氏の見解が科学的合理性を欠くものであることが一層明白になった。このことを踏まえ、以下では、改めて入倉・三宅式の概要について説明した上で（下記2）、島崎氏の見解を整理し（下記3）、同氏の見解が不合理なものであること（下記4）、また、同氏の見解が原子力規制委員会においても採用されなかったこと（下記5）を述べ、1 審原告らの主張はいずれも理由がないことを述べる（下記6）。

2 入倉・三宅式（レシピとの関係等）について

（1）入倉・三宅式について

ア 従来の強震動予測は、地表に現れた断層の長さや変位（ずれ）の量から地震の規模を推定し、距離減衰式（地震の規模及び震源からの距離と、地震動の大きさとの関係を式に表したもの）を用いて最大加速度等を推定す

¹ 入倉孝次郎・三宅弘恵「シナリオ地震の強震動予測」地学雑誌第110巻，849～875頁

² 甲212号証は乙75号証と同一であり、以下では乙75号証のみ引用する。

るというものであった（乙75，850頁）。しかし，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は震源断層面の運動の結果に過ぎないことから，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）にあたり，地表に現れた断層の長さや変位の量のみによることは困難であることが明らかになってきた（同851頁）。

また，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であるところ，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震源断層の破壊過程を推定する，いわゆる震源インバージョン³の研究が発展したことで，大地震が発生した際には，震源断層面の全ての部分が一様に同じずれ幅・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こと（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（同851～852頁）。

そして，地震災害軽減のために必要とされる強震動の評価を行うためには，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とされた（同859頁）。

イ 入倉・三宅（2001）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

³ 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手法であることから，「逆解析」とも言われる。

そして，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）を推定する（逆解析する）手法である。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」とも言われる。

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ものである（乙75，859～868頁）。

ウ 入倉・三宅氏は，この「強震動予測のレシピ」において，震源断層面上のすべり分布が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」（乙190⁴，1頁），すなわち上記アで述べた震源インバージョン等を元に，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75，861頁，図8）。

$$S = 4.24 \times 10^{-11} \times M_0^{1/2} \quad (M_0 \geq 7.5 \times 10^{25} \text{ dyne} \cdot \text{cm} \text{ の場合}^5)$$

（2）レシピとの関係について

ア 地震調査研究推進本部（以下，「地震本部」という）の「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）」（甲422⁶。以下，「レシピ」という）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）の設定を行うにあたっての考え方を取りまとめたものである（甲422，1頁）。

イ このレシピは，入倉・三宅（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

⁴ 乙190号証は，甲449号証の各頁の下に頁番号を付記したもので，内容は甲449号証と同じである。

⁵ $1 \text{ dyne} \cdot \text{cm} = 1 \times 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{m}$ 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。本件発電所の検討用地震である，F O - A ～ F O - B ～熊川断層による地震（ $5.03 \times 10^{18} \text{ N} \cdot \text{m}$ ）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 $M_0 \geq 7.5 \times 10^{25} \text{ dyne} \cdot \text{cm}$ の場合にあたる。

なお，入倉・三宅（2001）の「強震動予測のレシピ」において， $M_0 < 7.5 \times 10^{25} \text{ dyne} \cdot \text{cm}$ の場合は，Somerville et al.（1999）で提案されている関係式（ $S = 2.23 \times 10^{-15} \times M_0^{2/3}$ ）を用いるとしている（乙75，860頁，（4），861頁，図8）。

⁶ 乙77号証を改訂したものが甲56号証及び甲120号証（甲120号証は甲56号証と同一である。以下では甲56号証のみを引用する）であり，甲56号証を平成28年6月に改訂したものが甲371号証であり，同年12月に甲371号証をさらに修正するなどしたものが甲422号証である。

す微視的震源特性」を考慮したモデルを採用している（甲422，1頁，脚注2）。

そして、レシピは、この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」（同3頁⁷）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，この「（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（同4頁，（3）式）。

（3）本件発電所の地震動評価における入倉・三宅式の使用について

ア 新規制基準においては，震源として考慮する活断層の評価にあたって，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断層の位置・形状・活動性等を明らかにすることが求められる（設置許可基準規則解釈⁸別記2第4条5項2号②，乙65，127頁）。

より具体的には，地震ガイド⁹において，「内陸地殻内地震・・・について，各種の調査及び観測等により震源として想定する断層の形状等の評価が適切に行われていることを確認する」（I 3.2.2(1)，甲47，3頁），「内陸地殻内地震の起震断層，活動区間・・・に対応する震源特性パラメータに関して，既存文献の調査，変動地形学的調査，地表地質調査，地球物理学的調

⁷ なお，平成28年12月の修正前のレシピ（甲371）では，当該箇所は，「（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」（甲371，3頁）と記載されていた。平成28年6月の改定前のレシピ（甲56）も同じである（甲56，付録3-3頁）。

⁸ 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の解釈」である。

⁹ 正式には，「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」である。

査の結果を踏まえ適切に設定されていることを確認する」(I 3.2.3(1), 甲47, 同頁),「長大な活断層については,断層の長さ,地震発生層の厚さ,断層傾斜角,1回の地震の断層変位,断層間相互作用(活断層の連動)等に関する最新の研究成果を十分考慮して,地震規模や震源断層モデルが設定されていることを確認する」(同(4), 甲47, 4頁)として,震源断層の長さや幅等の震源断層パラメータを適切に設定することが求められている。

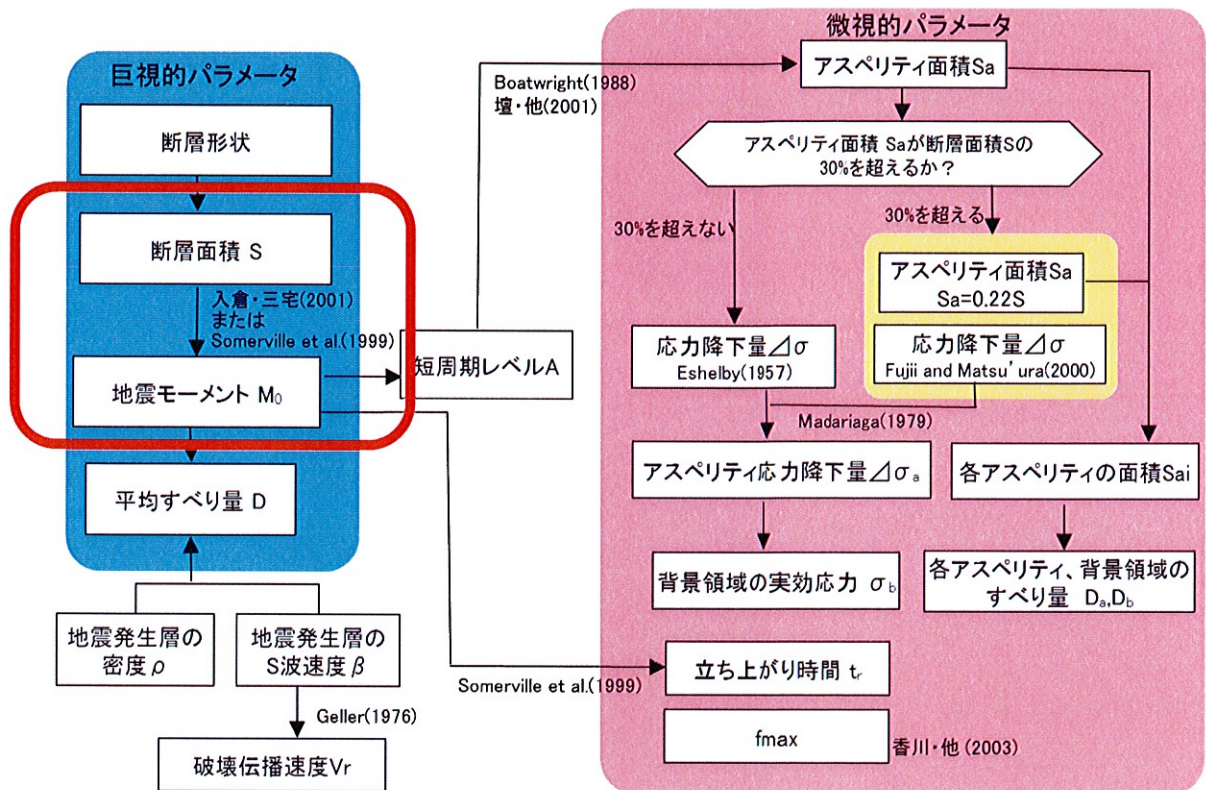
そして,「震源断層のパラメータは,活断層調査結果等に基づき,地震調査研究推進本部による『震源断層を特定した地震の強震動予測手法』(引用者注:レシピ)等の最新の研究成果を考慮し設定されていることを確認する」(I 3.3.2(4)①1), 甲47, 4~5頁)として,各種の震源断層パラメータを,レシピ等を考慮して設定することが求められている。

イ 以上の新規制基準の考え方に基づき,原子力発電所の基準地震動の策定においては,上記のような調査,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」が参照されており(乙159¹⁰, 2頁),この「(ア)の方法」における地震モーメントの算定に入倉・三宅式が用いられている。

ウ この点,1審被告においても,本件発電所の基準地震動を策定するにあたり,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している。したがって,「断層モデルを用いた手法による地震動評価」における震源断層パラメータの設定にあたって,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手法を採用することが合理的であり,1審被告は,「(ア)の方法」を参照して地震動評価を行い,その中で,震源断層面積から地震モーメントを算定する際(図表1の赤枠で囲んだ部分)に入倉・三宅式を用いている(1審被告準備書面

¹⁰ この乙159号証は,甲345号証の一部を抜粋したものである。以下,抜粋範囲については乙159号証を引用する。

(36) 第2章第2の3 (2) ウ (ア) b)。



(乙182の1, 添付書類六, 6-5-72頁に一部加筆)

【図表1 「断層モデルを用いた手法による地震動評価」における
震源断層パラメータの設定の流れ】

3 島崎氏の見解について

(1) 島崎氏の見解の要旨

これまでに島崎氏が表明した見解を改めてまとめると、以下のとおりである（甲193, 甲297, 甲298, 甲331, 甲450, 島崎氏の証人調書の別紙反訳書（以下、単に「調書」という）38頁等）。

ア 断層面が垂直又は垂直に近い場合、入倉・三宅式は、武村（1998）¹¹（甲215）の関係式（以下、「武村式」という）等と比べて地震モーメントを過

¹¹ 武村雅之「日本列島における地殻内地震のスケーリング則—地震断層の影響および地震被害との関連—」, 地震第2輯, 51巻, 211-228頁

小に評価することから、入倉・三宅式を地震動の推定に用いるべきではない。(以下、「関係式自体の問題」という。)

イ 震源断層の面積や長さは、地震発生後に確定するもので、地震発生前に震源断層の情報は得られない。地震動の推定に用いることのできる情報は、「地震発生前の情報」(調書3頁)に限られる。そのような情報をもとに入倉・三宅式を用いると地震動は過小評価となるため、同式を用いるべきではない。(以下、「事前推定の問題」という。)

(2) 島崎氏の見解の変遷

島崎氏は、上記「関係式自体の問題」について、「実際に発生した地震(次の例)で、地震後に得られたデータと入倉・三宅式を用いて‘震源の大きさ’や断層のずれを計算すると、実際の値よりはるかに小さい。事前推定の問題があろうとなかろうと、入倉・三宅式の過小評価は変わらず存在する」(甲331, 657頁)としていた。つまり、「地震発生前の情報」を用いると地震モーメントが過小に算出されとする上記「事前推定の問題」の有無にかかわらず、入倉・三宅式自体が地震モーメントの過小評価をもたらす関係式であるとの上記「関係式自体の問題」は変わりなく存在するとしていた。そして、平成28年(2016年)熊本地震(以下、「熊本地震」という)等を対象に、相当の分量を割いて上記「関係式自体の問題」を指摘していた(同657～659頁)。

しかるに、証人尋問において、島崎氏は、主尋問で「これらの式が出たからといって、皆さん誤解されているかと思うんですけども、どの式が悪いとかどの式がいいとかいう話ではありません。それぞれの式は、しかるべきデータに基づいて作られているので、ある意味、どの式も正しいわけです。私が問題にしているのは、地震が発生する前に強震動を計算するには、地震の大きさ、ここで言う M_0 (モーメント)が分からないと何も始まらないわけ

ですね。それで、地震の前に我々が分かっている情報を使って断層の長さを決めて、それを入れたときにどういうモーメントになるかというのはこの式で計算できるわけですが、この式を使って計算したものが、本当に地震が起きたときに合っているかどうか、これがポイントなんです。どの式が正しい、どの式が正しくないという話ではなくて、どの式を使ったらよいかという使い方の問題なんですね」（調書5～6頁）と述べ、また反対尋問でも「要するに、入倉・三宅式をどう使うかという問題ですね。入倉・三宅式が震源パラメータの間のスケーリング則として問題がある、私は申し上げていないんです」（調書48頁）と述べた。

すなわち、入倉・三宅式等の各関係式は、それぞれしかるべきデータに基づいて提案されているもので、関係式自体に問題があるということではなく、入倉・三宅式がスケーリング則¹²として問題があるということではない、問題となるのは、地震発生前に分かっている断層長さの情報を与えた場合に、当該断層で発生する地震の地震モーメントを想定できるかという点のみである、と証言したのである。

これは、従前表明していた、入倉・三宅式が震源断層面積と地震モーメントとの関係を表すスケーリング則としては過小評価をもたらす問題があるとの「関係式自体の問題」を否定するものであり、同式に「地震発生前の情報」を与えると地震モーメントが過小評価されるとの「事前推定の問題」のみが問題であるとして、その見解を実質的に変遷させたものである。

4 島崎氏の見解が不合理であること

上記のとおり、島崎氏は、従前詳細に説明していた「関係式自体の問題」を、証人尋問では一転して否定し、その見解を実質的に変遷させた（従来「問題が

¹² スケーリング則とは、2つの量の間に比例関係があることをいう。ここでは、震源断層パラメータ（地震モーメント、震源断層面積等）を関連づける法則を指す。

ある」としていたものを、「問題がない」として、正反対の内容の証言をした）
ことに加え、後記（１）以降で個別に指摘するとおり、島崎氏の証言には、自身がこれまでに発表した論文等と矛盾する内容が見受けられる。

そのような島崎氏の見解の内容面については、以下のような不合理な点が見受けられる。

第１に、検討方法として、震源断層面積と地震モーメントの関係式である入倉・三宅式を断層長さと地震モーメントの式に変形し、他の関係式と係数の大小を単純比較して、同一の値を代入して算定結果の大小が論じられている点である。この点については、各関係式は各々の成り立ちを異にしているから、そのような成り立ちの違いを踏まえずに同一の値を代入すれば、異なる値が算出されたり、その値が過小又は過大になったりするのは当然であり、これをもって入倉・三宅式が過小評価をもたらす関係式であると結論付けることは合理性がない。（１）に詳述する。

なお、今般の証人尋問において、島崎氏が従前表明していた「関係式自体の問題」の存在が否定されたことから、現在上記の検討方法が同氏の見解としてどこまで維持されているかとの問題があるが、この検討方法により各式にどのような値を代入するかは「事前推定の問題」と関連していることから、少なくともその限りではこの検討方法が維持されていると考えられる。

第２に、上記の検討方法から導かれた、入倉・三宅式自体がスケーリング則として過小評価をもたらす関係式であるとの結論（「関係式自体の問題」）についてである。この「関係式自体の問題」については、島崎氏本人は証人尋問において明確に否定したものの、１審原告らが従前の同氏の見解に依拠して「関係式自体の問題」に関する主張を撤回しない可能性もあることから、念のため（２）に詳述する。

第３に、島崎氏が現在も維持している、入倉・三宅式に「地震発生前の情

報」を与えると地震モーメントが過小評価されるとの「事前推定の問題」である。これについては、入倉・三宅式は震源断層面積と地震モーメントとの関係を示す式であり、その成り立ちを踏まえると同式には震源断層の長さ（を元にした面積）が与えられなければならないが、この震源断層の長さは、様々な知見を参照することで保守的に長く設定することができる。これに対し、島崎氏が入倉・三宅式に与えた、「地震発生前の情報」によって設定したとする断層長さは、不合理に短いものである。同氏は、地震発生前にはそのように短い断層長さしか想定できないとしているが、様々な知見を参照すればそれ以上の長さを考慮することができるのであり、同氏の見解は科学的合理性に欠ける。（３）に詳述する。

第４に、島崎氏の検討には、地震波や地殻変動の観測方法や解析手法が発展する以前の、古い年代の地震のデータ（島崎氏自身も、そのデータの正確性に疑義を呈している）が多用されている点である。（４）に詳述する。

第５に、島崎氏の見解には、上記以外にもその信用性を疑わせる事情が散見される。（５）において指摘する。

（１）島崎氏の検討方法が不合理であること

ア 島崎氏による入倉・三宅式の変形が、同式の科学的な意義を失わせるものであること

（ア）上記２（１）で述べたとおり、入倉・三宅式は、強震動を適切に評価するためには震源断層面での不均質なすべり分布の考慮が重要であることを踏まえ、不均質なすべり分布を前提として、震源インバージョン等の結果を元に、地下の震源断層面積（ S ）と地震モーメント（ M_0 ）との関係を表した式である。

したがって、入倉・三宅式を用いて地震モーメントを求める際に代入する値としては、例えば１回の地震で地表に現れた地表地震断層長さを

そのまま用いることなどは予定されておらず、個別に地下の震源断層のパラメータ（断層長さ、断層幅、断層の傾斜角等）を求めた上で、震源断層面積の値を同式に代入することが予定されている。

(イ) これに対し、島崎氏は、「わかりやすさを重視」という理由のもと、震源断層面積（ S ）と地震モーメント（ M_0 ）との関係を表す関係式である入倉・三宅式を、断層長さ（ L ）と地震モーメントとの関係を表す他の関係式と比較するために、本来、調査結果に基づいて断層ごとに個別に設定すべき断層幅を14kmに固定し、断層傾斜角を 90° （垂直）に固定した上で（断層面が垂直の場合、断層幅は地震発生層の厚さとほぼ等しくなる）、断層長さ（ L （m））と地震モーメント（ M_0 （N・m））との関係式に変形している（1 審被告準備書面（32）32～33頁参照）。

まず、入倉・三宅式（ $S = 4.24 \times 10^{-11} \times M_0^{1/2}$ ）は、 M_0 を左辺にすると、

$$M_0 = (S / 4.24 \times 10^{11})^2$$

と変形でき、同式の M_0 の単位を[dyne・cm]から[N・m]へ変換すると（1dyne・cm = 1×10^{-7} N・m）,

$$M_0 = (S / 4.24 \times 10^{11})^2 \times 10^{-7}$$

となる。

次に、島崎氏は、震源断層面積（ S ）から地震モーメント（ M_0 ）を導く同式を、断層長さ（ L ）から地震モーメント（ M_0 ）を導く式に変形するため、断層幅を14kmに固定して、

$$S \text{ (km}^2\text{)} = (\text{断層長さ}) \times (\text{断層幅}) = (L \text{ (m)} \times 10^{-3}) \times 14 \text{ (km)}$$

とし、これを上記の式に代入し、

$$M_0 = 1.09 \times 10^{10} \times L^2$$

という式を導いている。これが、例えば甲193号証において(4)の式として示されているものである（以下、この式を「島崎氏により変形された

入倉・三宅式」という)。¹³

(ウ) すなわち、島崎氏は、震源断層面積を個別具体的に把握することを前提として策定された関係式である入倉・三宅式を、断層長さのみに依拠して地震モーメントを算出する式に変形した。しかし、このようにして作られた「島崎氏により変形された入倉・三宅式」は、入倉・三宅式の成り立ちを踏まえておらず、もはやその本来有する科学的な意義を失ったものとなっている。

(エ) なお、島崎氏は、断層幅を14kmとする根拠について、日本列島全体を概観して一律に地震発生層の厚さを14kmと設定したと説明している（甲331，655～656頁，調書4頁）。

しかしながら、入倉・三宅式は、個別具体的に震源断層面積を把握することを前提とする関係式であり、日本列島全体を概観して一律に地震発生層の厚さを固定するということが自体が、入倉・三宅式を適用（利用）する前提に欠けるものである。

また、原子力発電所の地震動評価に関する地震ガイドにおいても、地震発生層の上端と下端は、当該地域についての綿密な調査結果に基づき個別具体的に設定されることが予定されている（I 3.2.2，甲47，3頁）。

したがって、上記島崎氏の手法は、新規制基準の考え方とも整合しないものである。

¹³ 島崎氏は、甲331号証においては、他の発表資料とは異なる方法で各関係式を変形させている。

すなわち、地震モーメントは断層面積、ずれの量（1審被告準備書面（36）第2章第2の3（2）ウ（ア）hの「すべり量」と同じ）、剛性率の三者の積に等しいとの物理量に関する理論式「 $M_0 = \mu u S$ 」（ μ ：剛性率（ $3.43 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ ）、 u ：ずれの量、 S ：断層面積（＝長さ L ×幅 W ）。なお、「 μ 」の単位は、甲331号証では「 $\text{N} \cdot \text{m}$ 」とされているが誤りであり、上記のとおり「 N/m^2 」が正しい。また、上記の式（ $M_0 = \mu u S$ ）は、1審被告準備書面（36）の上記箇所に記載の「 $D = M_0 / \mu S$ 」を、 M_0 を左辺にしたものである。「 u 」と「 D 」は同じものである。）を用いて、入倉・三宅式、武村式等の関係式を、断層のずれの量と断層面積（ S ）又は断層長さ・断層幅の比（ L/W ）との関係式に変形している（甲331，655頁左下のコラム欄）。

その上で、各関係式のうち入倉・三宅式については、上記本文における変形と同様に、断層幅を14kmという固定値としてさらに変形し、各関係式をずれの量と断層長さとの関係式に整理している（同656頁左段の(7)ないし(9)の式）。

イ 島崎氏による各関係式の比較が、各式の成り立ちの違いを踏まえないものであること

(ア) 島崎氏は、上記アのとおり入倉・三宅式を変形した上で、「島崎氏により変形された入倉・三宅式」及び他の関係式の右辺の係数を比較し¹⁴、「島崎氏により変形された入倉・三宅式」で得られる地震モーメントの値が武村式等から得られる値の1/3.5～1/4程度となることを理由に、入倉・三宅式は過小評価をもたらすと批判した。これは入倉・三宅式自体に問題があるとする上記「関係式自体の問題」である。(上述のとおり島崎氏は証人尋問においてこの問題を否定しており、現在は維持していない。)

また、島崎氏は、検討対象の各地震の「地震発生前の情報」による断層長さ(同一の値)を「島崎氏により変形された入倉・三宅式」を含む4つの関係式に代入し、それらの算定結果を一覧表形式で示した上で、入倉・三宅式を用いると地震モーメントが過小評価されると批判する。これは上記「事前推定の問題」である。

(甲193, 甲297, 甲298, 甲331, 656頁, 甲450)

(イ) しかしながら、そもそも入倉・三宅式や武村式等は、各々異なる観点から、異なる既往の研究結果や地震観測記録等を元にして、経験的・帰納的に得られた式である。

¹⁴ 島崎氏は、「島崎氏により変形された入倉・三宅式」($M_0 = 1.09 \times 10^{10} \times L^2$)を、武村式($M_0 = 4.37 \times 10^{10} \times L^2$) (例えば甲193号証における(1)の式)等と比べ、各式の右辺(Lの手前まで)の大小を比較し、「島崎氏により変形された入倉・三宅式」では「 1.09×10^{10} 」であるのに対して、例えば武村式は「 4.37×10^{10} 」であるなどとして、断層長さ(L)に同じ値が与えられた場合の地震モーメント(M_0)について、「島崎氏により変形された入倉・三宅式」は他の関係式に比べて4倍程度異なると結論付けている。

また、前出の脚注13で述べたとおり、島崎氏は、甲331号証においては、他の発表資料とは異なる方法で各関係式を変形しているが、ここでも、「地震の大きさ」の式も同様である」として、上記と同様の方法で比較し、入倉・三宅式によるずれの量は「1/3.5～1/4程度」となるとしている(656頁左段)。なお、島崎氏は、甲331号証において、「震源の大きさ」は「地震モーメント」を意味するとしているが(655頁左下のコラム欄)、上記の「地震の大きさ」も、「震源の大きさ」と同様に「地震モーメント」の意味で用いていると考えられる。

すなわち、上記 2 (1) で述べたとおり、入倉・三宅式は、震源断層面上のすべり分布が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式である。

これに対し、武村式は、断層長さと地震モーメントとの関係を表す式である点で入倉・三宅式と異なっている。さらに、武村式を策定するにあたって参照されたデータにおける断層長さも、入倉・三宅式で用いられる、不均質なすべり分布を前提とした震源インバージョン等で得られた震源断層の長さとは異なるものとされている（後記（2）ア（ウ））。

（ウ）このように、各関係式はそれぞれ成り立ちを異にし、前提としている断層長さ等のパラメータも異なっていることから、これらの関係式を用いる場合には、関係式ごとにその成り立ちを踏まえた値を与えなければ適切な結果は得られない。にもかかわらず、関係式に対してその成り立ちを踏まえない値を与えた場合には、当該関係式を適切に用いたことにはならず、その算出結果は過小な値となることもあれば、逆に過大な値となることもあるのである。

この点、島崎氏自身も、武村式の用い方に関して、平成 7 年（1995 年）兵庫県南部地震（以下、「兵庫県南部地震」という）の震源断層長さとして証人が考える 40km という値（後記（3）オ（イ）c（a）で述べるとおり島崎氏が自身の共著書で明示した値。調書 50 頁）を武村式に与えると、得られる地震モーメントが「大きな欠陥」（乙 247¹⁵、「島崎前原子力規制委員会委員長代理との面会について」別紙 14 頁）になること（過大になること）や、2011 年 4 月 11 日の福島県浜通りの地震（以下、「福島県浜通りの地震」という）についても、震源断層長さ（井戸沢断層と湯ノ岳断層の合計）として 40km という値（後記（3）オ（ウ）c（c）で述べるとおり島崎氏が引用する知見に示された値）を武村式に与えると

¹⁵ この乙 247 号証は、甲 342 号証と同じものである。

「全然合わなくな」ること（過大になること）を認めた上で（調書71頁）、反対尋問における「それぞれの式の成り立ちをもって、どういうものを設定するかという、そういう議論じゃないんですか」との質問に対して、「そのとおりですね」と回答しており（同頁）、関係式の合理性を検証するには、当該関係式の成り立ちを踏まえた適切な方法によらなければならないことを認めているのである。

（エ）以上のとおりであり、入倉・三宅式が震源断層面積と地震モーメントの関係を表した式であるとの成り立ちを踏まえずに、不合理に小さい値（この不合理性については後記（3）で述べる）を「島崎氏により変形された入倉・三宅式」に代入した場合に、成り立ちを踏まえた値を代入した場合に比べて、同式により算出される地震モーメントの値が小さくなることは当然のことであって、そのことのみから同式が過小評価をもたらす関係式であると結論付けることに科学的な合理性はない。

（オ）この点、1 審被告の高浜発電所3号機及び4号機を対象とした、平成28年（ワ）第677号仮処分命令認可決定に対する保全抗告事件に対する大阪高等裁判所の決定（乙248）においても、「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・・・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」（乙248、172頁）として、妥当な判断がなされている。

(2) 従前の島崎氏による入倉・三宅式自体に問題があるとの見解（「関係式自体の問題」）が不合理であること

島崎氏は従前、熊本地震やその他の地震をもとに独自の検討を行った結果、入倉・三宅式自体に問題があるとして「関係式自体の問題」を表明していたが、上記3（2）のとおり証人尋問においてこの見解を否定し、当該見解は現時点では維持されていない。しかしながら、1審原告らが従前の同氏の見解に基づく主張を撤回しない可能性もあることから、以下、念のため、当該見解が不合理であることを必要な範囲で指摘する。

入倉・三宅式の妥当性（信頼性）や、武村式では入倉・三宅式とは異なる断層長さが用いられていることについては、研究者らによる検証等によって確認されている（下記ア）。これに対し、島崎氏による熊本地震のデータ等を用いた検証については、入倉・三宅式の成り立ちを踏まえた適切な震源断層面積が設定されることなく比較検討がなされているなど、その合理性に疑問がある（下記イ）。

ア 入倉・三宅式は、その妥当性（信頼性）等について多方面から検証がなされていること

（ア）震源断層モデルにおける、震源断層面のすべり分布の均質／不均質について

本項以降で説明する、入倉・三宅式と他の関係式との比較においては、震源断層面のすべり分布に関して、均質なものと仮定する震源断層モデルと、不均質なものと仮定する震源断層モデルの2種類に言及することから、この点について、まず説明する。

a 均質なすべりを仮定した震源断層モデル

地震波の解析手法の発展（後記（4）イ（イ）で述べる）において、

まず提案されたのが、均質なすべりを仮定した震源断層モデルである。このモデルは、震源断層面のすべりが一様（均質）、つまり断層面のどの部分も同じだけすべると仮定するものである。そのため、このモデルにおいて、断層運動（地震）は、一部の巨視的断層パラメータ（震源断層の長さ、幅、破壊伝播速度、すべり量等）のみにより比較的簡単に表現されることになる。

b 不均質なすべり分布を仮定した震源断層モデル

上記の均質なすべりを仮定した震源断層モデルの問題点（後記（４）イ（イ））を克服すべく、同モデルの考案より後に研究されるようになったのが、不均質なすべり分布を仮定した震源断層モデルである。このモデルは、震源断層面のすべりが一様でない（不均質）、つまり断層面の中に大きくすべる部分もあればそうでない部分もあると仮定するものである。そのため、このモデルにおいて、断層運動（地震）は、上記 a の巨視的断層パラメータに加え、微視的断層パラメータ（アスペリティの位置・大きさ・数、アスペリティ及び背景領域（断層面のうちアスペリティ以外の部分）のすべり量・応力降下量等）によってより精緻に表現されることになる。

（イ）入倉・三宅式の検証について

上記 2（１）で述べたとおり、入倉・三宅式は、震源断層面上のすべり分布が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式である。その妥当性（信頼性）は、次のとおり各方面から検証されている。

a 入倉孝次郎氏（以下、「入倉氏」という）は、1995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について、「地震モーメントが $7.5\text{E}+18[\text{Nm}]$ ¹⁶ ($M_w 6.5$)・・・より大きい地震¹⁷に対しては、2016年熊本地震 ($M7.3$) を含めて、入倉・三宅 (2001) の経験的スケーリング則と調和的である」としている (乙190, 5頁)。この入倉氏の検討は、宮腰ほか (2015) (甲448) を引用したものであるところ (乙190, 4頁)、島崎氏は、当該論文における検討過程や結論について妥当性を認めている (調書44～45頁)。

- b 入倉氏は、他の研究者とともに、入倉・三宅式の熊本地震への適用性等について論文 (Irikura et al. (2017) ¹⁸ (乙186の1, 乙186の2)) をとりまとめ、これを日本地震学会等の地球惑星科学分野の学会 (地球電磁気・地球惑星圏学会, 日本地震学会, 日本火山学会, 日本測地学会, 日本地球惑星科学会) が共同出版する欧文雑誌「Earth, Planets and Space (EPS)」の熊本地震特集号へ投稿した。この論文は、査読を経て受理されたものであり (乙186の2, 11頁, 調書34頁), 専門家によってその信頼性が担保されている。

この論文では、熊本地震における断層破壊面と地震モーメントの関係¹⁹が、スケーリング則の第2ステージの標準偏差内に収まる旨が述べ

¹⁶ 「 $7.5\text{E}+18$ 」とは、「 7.5×10^{18} 」のことである。つまり、 $7.5\text{E}+18[\text{Nm}]$ とは、「 $7.5 \times 10^{18}\text{N}\cdot\text{m}$ 」であり、上記2 (1) ウの「 $7.5 \times 10^{25}\text{dyne}\cdot\text{cm}$ 」($=7.5 \times 10^{18}\text{N}\cdot\text{m}$) と同じ値である。

¹⁷ 上記の脚注5で述べたとおり、 $\text{FO-A} \sim \text{FO-B}$ ～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 ($1.95 \times 10^{19}\text{N}\cdot\text{m}$) はこれにあたる。

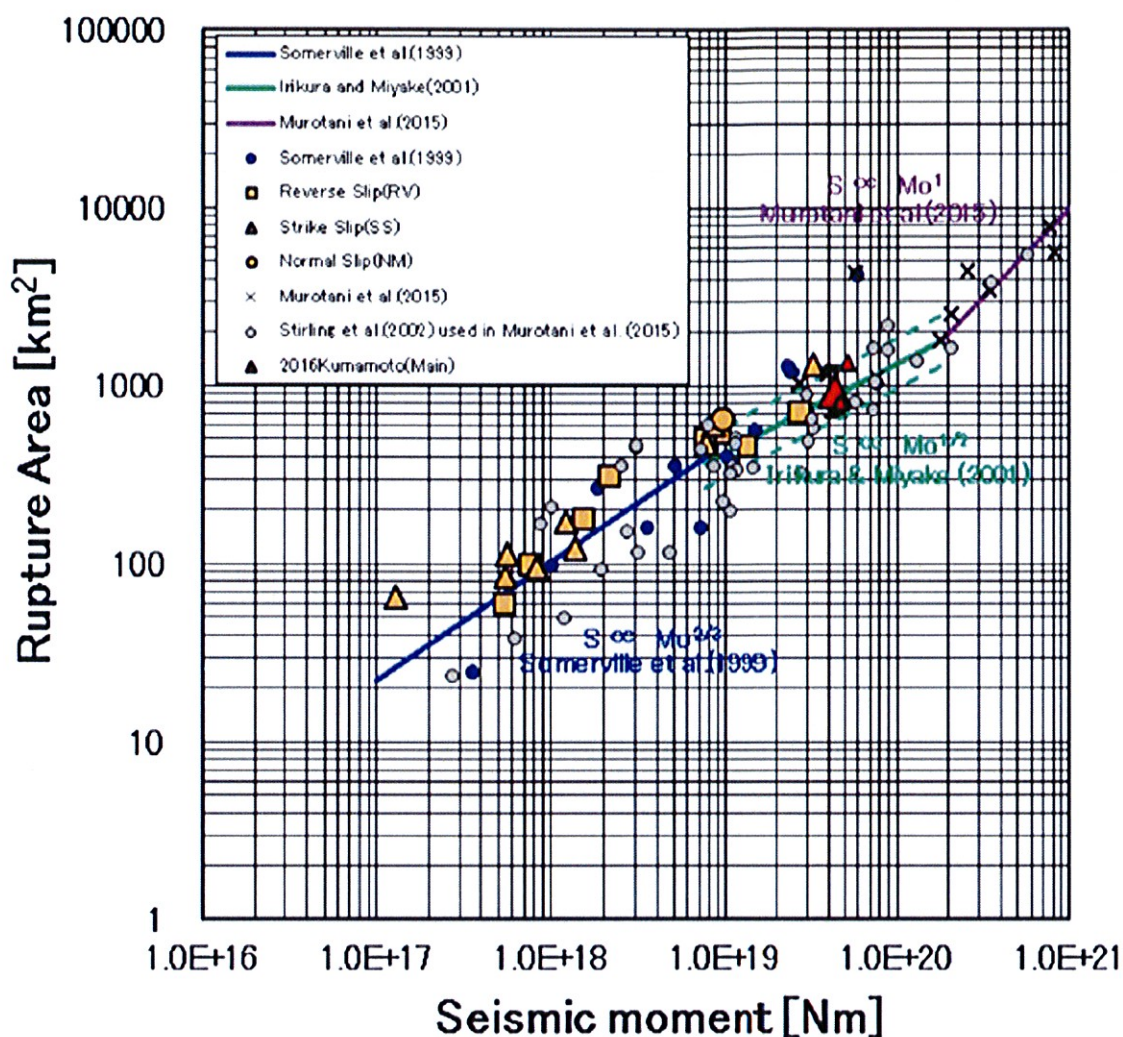
¹⁸ Kojiro Irikura, Ken Miyakoshi, Katsuhiro Kamae, Kunikazu Yoshida, Kazuhiro Somei, Susumu Kurahashi, Hiroe Miyake 「Applicability of source scaling relations for crustal earthquakes to estimation of the ground motions of the 2016 Kumamoto earthquake」 Earth, Planets and Space, Volume 69 (2017), Article Number 10

¹⁹ Irikura et al. (2017) では、熊本地震の震源断層面積は、他の研究者による3つの研究 (Asano and Iwata (2016), Kubo et al. (2016), Yoshida et al. (2016)) の対数平均値である 930km^2 としている (乙186の1, 「Page4 of 13」, 左列の9行目から始まる段落, 乙186の2, 4頁, 左列の13行目から始まる段落)。また、地震モーメントについては、「F-net (引用者注: 国立研究開発法人防災科学技術研究所の広帯域地震観測網) の長周期波形データから得られた地震モーメントは、強震データを用いたインバージョン解析で求めた結果よりも安定していた」ことから、F-netで得られた $4.4 \times 10^{19}\text{N}\cdot\text{m}$

られている（乙186の1，「Page4 of 13」左列の28行目から始まる段落，乙186の2，4頁，左列の27行目から始まる段落）。スケーリング則の第2ステージとは，3ステージモデル（震源断層面積と地震モーメントとの関係式が地震規模に応じて3段階あるとの考え方）における2段階目のことであり，具体的には，入倉・三宅式のことを指す。この入倉・三宅式を含む3段階のステージを図に示したものが，図表2（乙186の1，「Page5 of 13」のFig.2，乙186の2，5頁の図2）であるが，同図に描かれた3色の直線が各々のステージの経験式を示しており，緑色の実線部分が入倉・三宅式（第2ステージ）に当たる。他方，緑色の実線の上下に並行する緑色の破線は，国内の内陸地殻内地震の1標準偏差を示すものである。標準偏差とは，平均を中心としたデータのばらつきを示す指標であり，通常は σ （シグマ）で示され，正規分布²⁰の場合， $\pm 1 \sigma$ （1標準偏差）の範囲には約7割のデータが入る。

としている（乙186の1及び乙186の2の同段落）。

²⁰ 正規分布とは，平均値を中心に，大きい方にも小さい方にも同じように減っていく形になる分布をいう。



【図表 2 内陸地殻内地震の震源断層面積と地震モーメントとの関係】

したがって、この論文にいう「熊本地震における断層破壊面と地震モーメントの関係が、スケーリング則の第2ステージの標準偏差内に収まる」とは、震源断層面積と地震モーメントとの関係に関する、国内の内陸地殻内地震のデータのばらつきの範囲（入倉・三宅式がそれらのデータの平均となる）に、熊本地震の震源インバージョン解析結果（上記図表2における赤色の三角形）も収まっていることを意味している。

以上のとおり、島崎氏の見解とは異なる、査読を経た入倉氏らによ

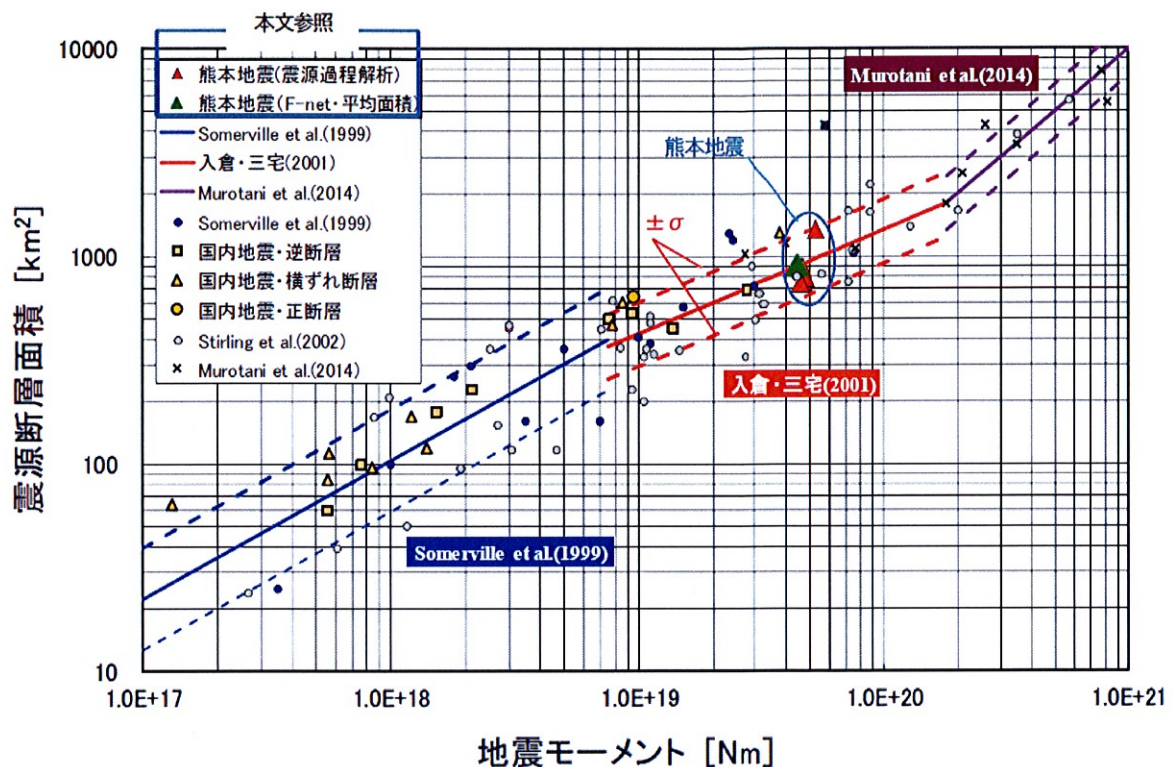
る論文において、入倉・三宅式が熊本地震における地震規模の場合においても適用される（適合する）との結果が報告されている。

- c 原子力規制庁は、熊本地震に関連して、入倉・三宅式の適用性を含め、地震の規模の予測手法について多くの議論がなされていることを踏まえ、現行の「断層モデルを用いた手法による地震動評価」の手法に与える影響の有無の観点から、震源過程解析を基に、熊本地震の震源断層面積と地震モーメントとの関係を整理した上で入倉・三宅式との整合性について分析し、平成29年4月26日の原子力規制委員会の本会議において報告した（乙242）。

この分析では、まず、熊本地震の観測記録を用いて震源インバージョンを行い、不均質なすべり分布の震源断層モデルを設定している（乙242、1頁の図1及び2頁の表1の「Yoshida et al.」²¹。震源断層面積792km²、地震モーメント $4.8 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m}$ ）。この震源断層モデルに加えて、国内の4研究機関による震源断層モデル（同2頁、表1の「浅野・岩田」から「引間」まで²²）を選び、各モデルの震源断層面積と地震モーメントの関係を入倉・三宅式と比較した結果、同式とほぼ整合したとしている（同2頁。図表3の赤色▲印）。また、F-net（国立研究開発法人防災科学技術研究所の広帯域地震観測網）の観測記録から算出した地震モーメント $4.42 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m}$ と前記5つの震源断層モデルの面積の平均値903km²との関係も、入倉・三宅式と整合することを確認したとしている（同頁。図表3の緑色▲印）。

²¹ なお、この「Yoshida et al.」は、乙201号証28頁の表3及び29頁の図3のNo.7「吉田・他」のことであり、その概要は乙205号証のとおりである。

²² なお、この表に記載の「引間」は、乙201号証28頁の表3及び29頁の図3のNo.8「引間」のことである。また、「浅野・岩田」は、同じくNo.5「Aasano and Iwata」と同じ内容であり、「久保・他」は、同じくNo.6「Kubo et al.」と同じ内容であり、「小林・他」は、同じくNo.10「小林・他」と同じ内容であると思われる。



(乙242, 2頁より)

【図表3 熊本地震の震源断層面積及び地震モーメントと

入倉・三宅式との比較結果】

そして、以上のとおり、熊本地震の震源断層面積と地震モーメントとの関係は入倉・三宅式と整合していることから、震源断層面積と地震モーメントの関係の観点からは現行の「断層モデルを用いた手法による地震動評価」の手法に影響する要因はないこと等を確認したと結論付けている(乙242, 4頁)。

同日の原子力規制委員会での審議においても、「この資料は、原子力規制庁の委託研究のような形で行っていただいたものだけでなく、国内のほかの機関の研究結果も含めてまとめていただいて、こういう結論を導いていますので、これで結構かなと思います」(乙243, 10頁,

石渡明原子力規制委員会委員（以下、「石渡委員」という）、「非常にいい解析というか、分析をしていただいた」（同15頁、田中俊一原子力規制委員会委員長（以下、「田中委員長」という））として、入倉・三宅式の妥当性が科学的に合理的な方法で確認できたとされている。

- d 引間・三宅（2016）²³（乙201）は、熊本地震の観測記録を使った各種の震源断層モデルを収集し、強震動との対応等の観点から考察を加えた知見であるが、「熊本地震で得られた震源パラメータからスケーリング則（引用者注：入倉・三宅式）により地震モーメントを求めると実際の値よりも過小評価になるとの指摘がある」（乙201、32頁右段の第1段落）として島崎氏の雑誌記事（甲331）を引用した上で（乙201、33頁、参考文献29）、「しかし、実際には・・・関係式（同：入倉・三宅式）は熊本地震に対しても有効である」（同32頁右段の第1段落）として、島崎氏の指摘を前提としても、なお入倉・三宅式の妥当性が確認されたとしている。
- e 1 審原告らが提出した、瀬瀬氏による熊本地震を対象にした検討（甲360）においても、入倉・三宅式等の「回帰式に誤りはなかった」（甲360、右下の「まとめ」）として、その妥当性が確認されている。
- f 以上のとおり、多くの研究者らによる検証等によって、入倉・三宅式の妥当性（信頼性）は確認されているのである。

（ウ）武村式の検証について

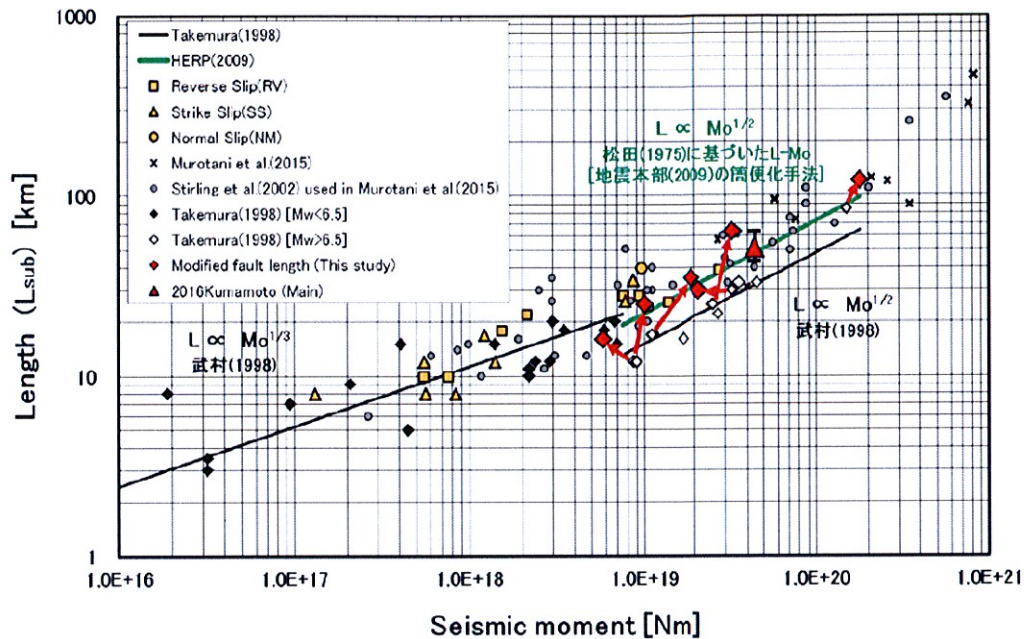
上記（1）イ（イ）で述べたとおり、武村式は、入倉・三宅式と異なり、断層長さと地震モーメントとの関係を表す式であるところ、武村式

²³ 引間和人、三宅弘恵「観測記録により推定された震源断層モデルに見られる特徴」日本建築学会、第44回地盤震動シンポジウム、26-33頁

を策定するにあたって参照されたデータにおける断層長さは、入倉・三宅式で用いられる、不均質なすべり分布を前提とした震源インバージョン等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。この点についても、以下のとおり検証が行われている。

武村（1998）（甲215）が武村式を提案する際に参考としたデータについては、「近地の地震記録を用いた震源インバージョン解析など地震学的な詳細な検討」がなされている（図表4。乙190，8頁）。具体的には、武村（1998）が用いたMw6.5以上の10個の地震（同図表の白抜きの◇）のうち、6個の地震について比較検討されている（同図表の赤色の◆が検討後のものである）。

その結果、比較検討された6個の地震のほとんどについて、武村（1998）の参照したデータにおける断層長さより、検討後の断層長さの方が長くなっている（白抜きの◇よりも赤色の◆の方が縦軸の上方向に移動している）。すなわち、武村（1998）の参照したデータにおける断層長さは、その後の知見によって、不均質なすべり分布を前提とした震源インバージョン等で評価された震源長さよりも短いものが含まれていることが明らかにされたのである。



(乙190号証より抜粋。縦軸が断層長さ、横軸が地震モーメントである。なお、◆（赤色）は、武村式で用いられているデータ（白抜き◇）を比較検討したものであり、それらの対応関係を示したものが赤色の矢印である。◆は、ほとんどの地震で◇よりも長くなっている（縦軸の上方向に移動している）。また、▲（赤色）が熊本地震である。）

【図表 4 震源断層長さと地震モーメントとの関係】

(エ) 小括

このように、入倉・三宅式が、震源断層面上の不均質なすべり分布を前提に、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式として妥当性（信頼性）を有すること、これに対し、武村式がこのような不均質なすべり分布を前提とした震源断層の長さとは異なる断層長さを参照して策定された式であることが、研究者らによる検証等によって確認されているのである。

イ 従前の島崎氏による熊本地震を対象とした検討が、入倉・三宅式の成り立ちを踏まえた適切な震源断層面積を設定せずに行った、不合理なものであること

島崎氏は、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倍に達し、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していた（甲331，658頁）。

しかしながら、以下述べるとおり、この検討は、入倉・三宅式の成り立ちを踏まえた適切な震源断層面積を設定することなく比較検討したもので、同式の検討としては著しく不適切なものである。

（ア）島崎氏が検討に用いた震源断層モデル

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現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。

国土地理院均質モデルは、断層長さが27.1km（面積は333km²）の「暫定解1」²⁴と、断層長さが合計35.3km（面積は合計416km²）の「暫定解2」²⁵の2種類のモデルである（甲331，658頁左段2～6行目）。また、地表地

²⁴ 国土地理院の「平成28年4月16日の熊本県熊本地方の地震（Mj7.3）震源断層モデル（暫定）」（乙200）1頁の表において、長さが27.1km、幅が12.3kmとされており、島崎氏は、これを「暫定解1」としている。

²⁵ 島崎氏の「暫定解2」の面積416km²は、甲331号証には計算諸元が示されていないが、国土地理院の「平成28年熊本地震の震源断層モデル（暫定）」（乙198，13頁）の表における、「断層A1」（長さ20.0km，幅12.5km），「断層A2」（長さ5.1km，幅6.6km），「断層B」（長さ10.2km，幅13.0km）の長さ×幅を乗じて得られる面積を足し合わせたものである。なお、乙198号証は、甲443号証と同じであるが、各頁の下に頁番号を付記したものである。また、乙165号証は、乙198号証の抜粋である。

震断層を用いたモデルは、熊原康博氏の発表（乙197，44頁²⁶）における地表地震断層長さ31kmを用いた（面積は、島崎氏が断層幅を16kmと仮定して496km²とした）モデルである（甲331，658頁左段下から13～10行目）。（それらの諸元については下記図表 6 を参照）

国土地理院均質モデルは、島崎氏が、「地理院のモデルは、ずれの量が一定の仮定によっている」（甲331，658頁左段下から16～15行目）としており、均質な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（上記ア（ア） a）である。

また、地表地震断層を用いたモデルは、熊本地震という 1 回の地震で地表に現れた地表地震断層の長さ（31km）を前提に、島崎氏が適宜設定した断層幅を乗じて震源断層面積を求めたモデルである。

（イ）島崎氏が検討していない震源断層モデル

- a 一方、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仮定したモデル（上記ア（ア） b）も公表している（以下、「国土地理院不均質モデル」という。図表 5。乙197，37頁，「平成28年熊本地震の滑り分布モデル（暫定）」）。

²⁶ これは甲331号証660頁の参考文献16である。また、甲444号証は、乙197号証44頁の資料と同じである。以下、この資料については、乙197号証44頁を引用する。

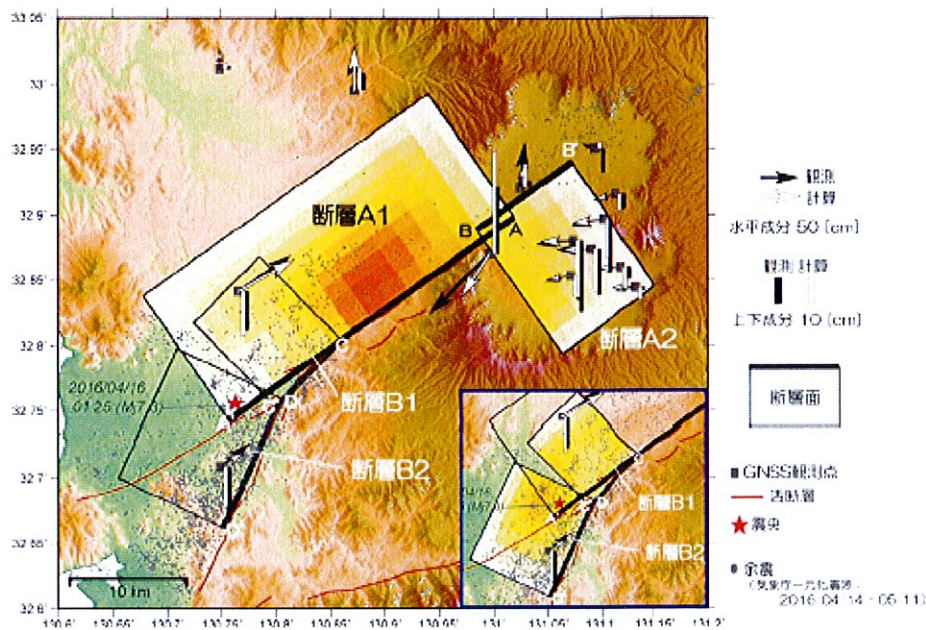


図1 断層モデルの位置とGNSSデータ(観測値・計算値)

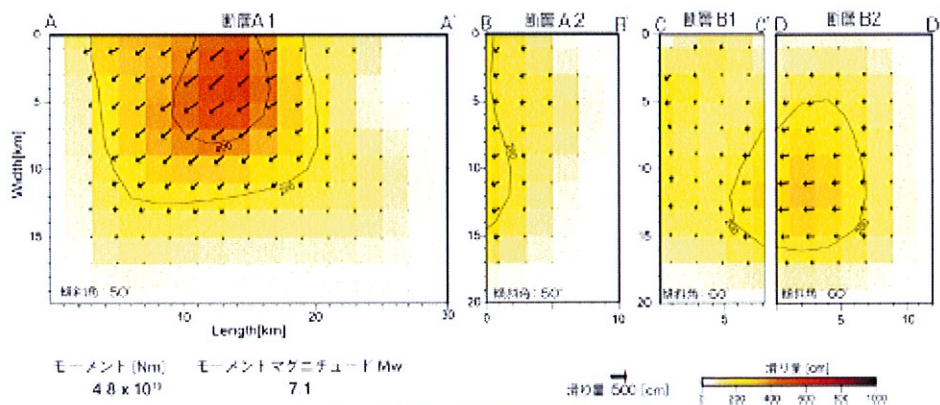


図2 推定された断層面上の滑り分布

【図表5 国土地理院不均質モデル】

この国土地理院不均質モデルは、作成にあたって、強震動データ（地震動の観測記録）ではなく、測地データ（地表面に現れた地震の痕跡である地殻変動を「SAR²⁷（だいち2号）及びGNSS²⁸で観測」

²⁷ SARとは、「Synthetic Aperture Radar」（合成開口レーダー）の頭文字をとったものであり、人工衛星等に搭載され、地表面の変動を詳細に把握できる、特殊なレーダーである。

²⁸ GNSSとは、「Global Navigation Satellite System」（全球測位衛星システム）の頭文字をとったものであり、GPS等の衛星測位システムの総称である。GPSについては、後記（4）を参照。

(乙197, 37頁) して捉えたもの) を用いており, 震源断層面上の不均質なすべり分布を前提に, 測地データを用いてインバージョン解析により作成されたものである。このモデルにおける断層長さ²⁹は60km, 幅³⁰は20kmで, 面積は1,200km²に達する(諸元については下記図表6を参照)。

	島崎氏が検討に用いたモデル			国土地理院 不均質モデル
	国土地理院均質モデル		地表地震断層を 用いたモデル	
	「暫定解 1」	「暫定解 2」		
長さ	27.1km	35.3km(*)	31km	60km
幅	12.3km	6.6～13.0km	16km	20km
面積	333km ²	416km ²	496km ²	1,200km ²
均質／不均質	均質	均質	—	不均質

(*) 上記脚注25で述べた, 乙198号証13頁における, 「断層A1」の長さ20.0km, 「断層A2」の長さ5.1km, 「断層B」の長さ10.2kmを足し合わせたもの。

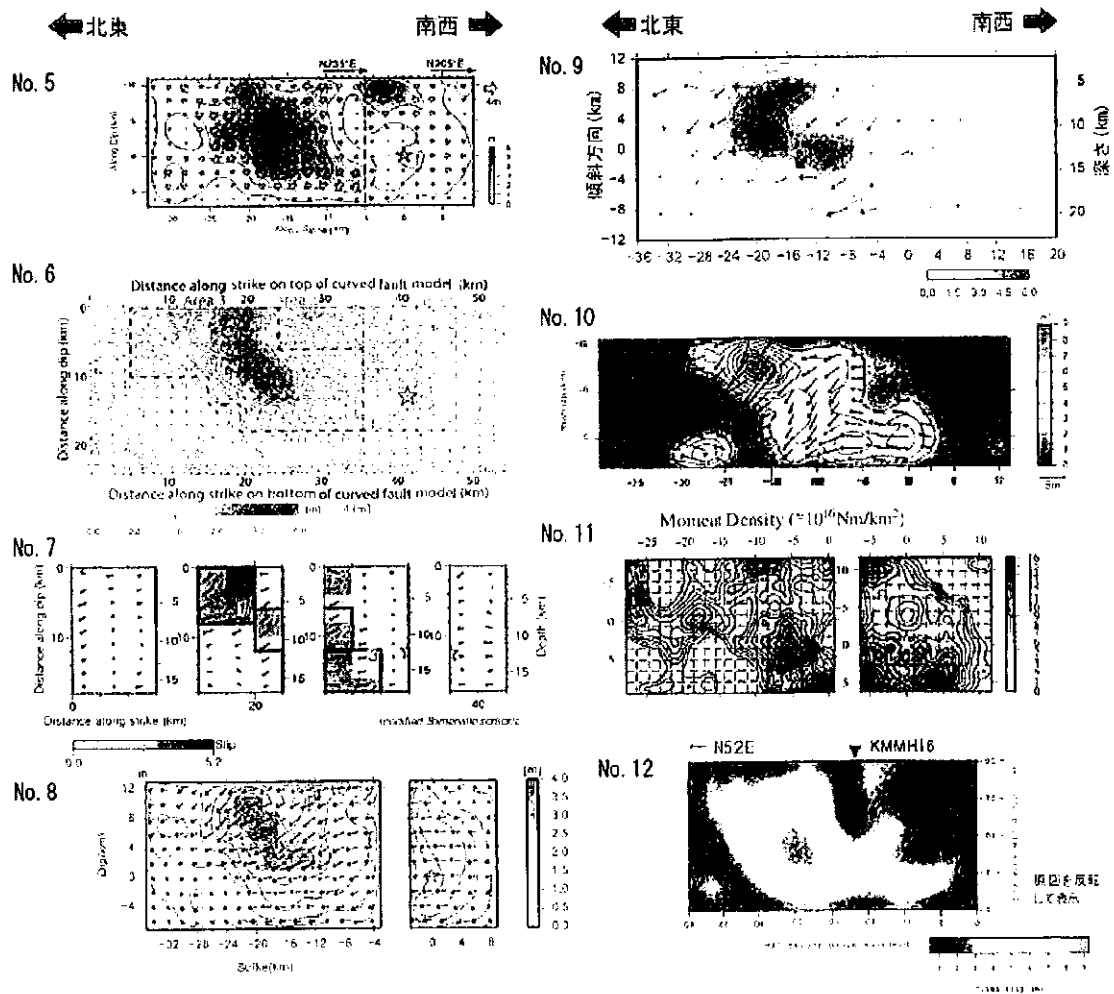
【図表6 熊本地震の震源断層モデルの比較】

- b 熊本地震に関しては, 上記の国土地理院不均質モデル以外にも, 強震動の観測記録等を用いて, 不均質なすべり分布を仮定した複数の震源断層モデルが示されている(図表7。乙201, 29頁, 図3。これらの諸元は28頁, 表3のNo.5～12を参照)。

国土地理院では, GNS S連続観測システムを備えており, 全国約1300箇所に設置された電子基準点で取得された観測データをもとに, 地震や火山活動に起因する地殻変動を把握することで, 広域の地殻変動を監視している。

²⁹ 乙197号証37頁の図2において, 横軸が「Length」(長さ)であり, 「断層A1」「断層A2」「断層B1」「断層B2」の長さを合計すると60kmとなる。

³⁰ 乙197号証37頁の図2において, 縦軸が「Width」(幅)であり, 20kmであることが分かる。



(乙201, 29頁, 図3より)

【図表7 不均質なすべり分布を仮定した熊本地震の震源断層モデルの例】

(ウ) 検討

- a 上記2 (1) で述べたとおり, 入倉・三宅式は, 実際の断層の動きを反映して, 震源断層面上のすべり分布が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して得られた震源断層面積と地震モーメントとの関係を表した式である。したがって, 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なければならず、島崎氏のように、均質なすべりを仮定したモデルを用いてその妥当性を検証することに合理的な意味を見出すことはできない。

より具体的に述べると、強震動データを用いた震源インバージョンは、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、それにより得られる震源断層面積は、均質な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189³¹，2頁），このことは島崎氏も認めるところである（調書58～59頁）。島崎氏が用いた国土地理院均質モデルの面積は、震源断層面上のすべり分布が不均質であることを前提とする入倉・三宅式に与えるものとしては、明らかに小さいのである。

同様に、地表地震断層を用いたモデルの断層長さ31kmについても、入倉・三宅式に用いるべき、震源インバージョンにより得られた震源断層の長さは42～60kmとされていることからすれば（乙190，9頁），国土地理院均質モデルの場合と同じく、入倉・三宅式による計算に用いる数値としては不適當な（明らかに小さい）ものである。

b むしろ、入倉・三宅式の妥当性を検証するのであれば、上記（イ）に挙げたような不均質なすべり分布を仮定した震源断層モデルを用いるべきであり、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ことに合理的な理由はない。

（a）この点について、原子力規制委員会の田中委員長は、島崎氏の見解を受けた原子力規制委員会での議論において、同氏の検証方法が不合理である旨述べている。田中委員長は、熊本地震について複数の研究機関より様々な震源断層が解析結果として示されていること

³¹ 入倉孝次郎「島崎邦彦氏の日本地球惑星科学連合2016年大会（2016/05/25）での発表「過小な日本海『最大クラス』津波断層モデルとその原因」へのコメント」（入倉孝次郎地震動研究所ウェブサイト）

を述べた上で（乙249³²，「平成28年度原子力規制委員会 第23回会議
議事録 平成28年7月27日（水）」17頁³³），「熊本の地震について，ど
う解釈すべきか，全く決着ついていないのです，専門家の中で。そ
れを国土地理院の一部のデータを先取りして，あたかもそれが真の
ごとく言うというのは，私は学者として余り納得できないので
す。・・・熊本の地震については，一部都合のいいデータだけで私ど
もにいろいろな宿題を出されましたけれども，いろいろ勉強させて
いただきました，おかげさまで。でも，やはりおかしいです。だか
ら，島崎先生の御指摘は，私は素直に受け入れることはできない」
（同頁）として，自説に都合の良いデータだけを用いた島崎氏の見
解は科学的合理性に欠ける旨を述べ，この田中委員長の見解に対し
て，他の委員からも異論は出なかった。

（b）島崎氏の検証方法の不合理性については，原子力規制委員会にお
いて，熊本地震の震源断層面積と地震モーメントとの関係と，入
倉・三宅式との整合性の分析結果（上記ア（イ）c）について議論
された際にも，田中委員長から，「前に島崎元委員と・・・議論をし
たときに，結局，彼は岩波の『科学』に震源断層の長さは31キロメ
ートルで，深さが13～14キロメートルで，面積が416平方キロメー
トル（引用者注：暫定解2）という主張をされた。今回の結果を見る
と，いずれも，逆に言うと（同：暫定解2の方が）値が小さいです

³² この乙249号証は，甲346号証と同じものであり，乙160号証よりも広い範囲を抜粋したものである。
以下，乙249号証を引用する。

³³ 乙249号証17頁の田中委員長の発言における，「国土地理院の暫定的な解」（12～13行目）とは，上
記（ア）で述べた，国土地理院均質モデルの「暫定解1」及び「暫定解2」を指す。

また，「東京大学地震研究所の評価」（15～16行目）とは，甲351号証で示されている，不均質なす
べり分布を仮定した震源断層モデルを指し，京都大学防災研究所の知見（18～19行目）とは，甲468
号証及び乙203号証で示されている，不均質なすべり分布を仮定した震源断層モデルを指す（なお，
甲468号証は，乙203号証を改訂したものである）。

さらに，国土地理院の1,200平方キロメートルの解析結果（19～21行目）とは，上記（イ）aで述
べた，国土地理院不均質モデルを指す。

よね、かなり。ですから、新たな知見が得られたという、そのベースになる熊本の知見というのがどうもマジョリティーにはなっていないなという気がする」（乙243、13頁）と指摘されている。

また、同日の会議後の記者会見においても、田中委員長は、「熊本地震の結果で、彼が言うような知見は何も、新たなものではなくて、従来の知見で・・・（引用者注：整合することが）証明されたわけですよ。そういう評価をされた。彼が主張する根本が違うのではないか、よりどころがないのではないかというのが私の率直な印象なのです」（乙250、「原子力規制委員会記者会見録」（平成29年4月26日）5頁）と述べ、島崎氏は入倉・三宅式を問題視することとなった大きなきっかけとして熊本地震を挙げるが（調書15頁）、同氏の見解にはそもそも根拠がないと指摘している。

（c）また、入倉氏も、熊本地震を対象とした島崎氏の検証は「強震動予測には使えない均質震源モデルを正として、入倉・三宅（2001）の論文を不当に非難」するもので（乙190、10頁）、科学的に不合理であり、入倉・三宅式が前提としている、不均質なすべり分布を伴うモデルを用いた評価を行うべきとの、至極合理的な指摘を行っている。

（d）さらに、大阪高等裁判所の決定（乙248）も、「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」「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」（乙248，174頁）として、島崎氏の見解は不合理であると結論付けている。

- c 以上の指摘に対し、島崎氏は、これらの不均質なすべり分布を前提とした震源断層モデルに関する研究論文を確認しているにもかかわらず、それらのモデルを用いた入倉・三宅式の検証は行ったことがないと述べており（調書58頁）、その他、上記の指摘に対する合理的な反論はなされていない。

ウ 小括

以上のとおり、入倉・三宅式の妥当性（信頼性）等については研究者らによる検証等によって確認されているにもかかわらず、島崎氏は従前、熊本地震を対象とした検討において、入倉・三宅式の成り立ちを踏まえた適切な震源断層面積を設定せずに行った、著しく不適切な手法による検討の結果から、入倉・三宅式自体に問題があると指摘していたのであり、このような従前の見解が科学的に見て合理性を欠く不適切なものであったことは明らかである。

（3）島崎氏の震源断層の長さを地震発生前に想定できないとする見解（「事前推定の問題」）が不合理であること

ア はじめに

- （ア）上記3（2）で述べたとおり、島崎氏は、入倉・三宅式自体に問題があるとの「関係式自体の問題」については見解を否定したものの、もう一方の「事前推定の問題」については見解を維持している。すなわち、島崎氏は、熊本地震をはじめとする過去の地震についての検討結果を踏まえ、断層の面積や長さは地震発生後に確定するもので、地震発生前に

震源断層の情報は得られないとした上で（甲193等）、「地震発生前の情報」を入倉・三宅式に代入すると地震モーメントが過小評価されるとの「事前推定の問題」についてはなお維持している。

しかしながら、この見解も、震源断層の把握に係る科学的知見を十分に踏まえたものではない。

（イ）すなわち、過去から繰り返し地震が発生してきた地域でも、その1回1回の地震において、必ずしも震源断層の全体が破壊するとは限らないし（特に長い断層では全体が破壊することはない）、1回の地震では、震源断層に相当する長さの地表地震断層が現れるとは限らない。しかし、活断層（震源断層）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、地表に明瞭な痕跡（地表地震断層）が現れ、この痕跡を調査することで活断層（震源断層）を評価できるとされている。（1 審被告準備書面（36）第2章第1の2（2）アを参照）

そして、これらの科学的知見については、島崎氏も証人尋問で認めているところである（調書35～36頁，51～52頁）。

（ウ）このように、長い年月の間における断層活動の繰り返しによって地表に現れた明瞭な痕跡（地表地震断層）を詳細に調査することで活断層（震源断層）を把握することは可能であり、そのような詳細な調査や様々な知見を基にすれば、震源断層長さ等の震源断層パラメータを保守的に設定し、保守的な地震動評価をすることができる。

実際、1 審被告を含む原子力事業者は、原子力発電所敷地周辺の詳細な調査や様々な知見を活用することで震源断層長さ等を保守的に設定し、これを地震動評価に用いているのである。

（エ）これに対し、震源断層の長さを地震発生前に想定できないとする島崎氏の見解は、このような詳細な調査や知見の活用による保守的な震源長

さの設定の可能性を不合理に否定するものである。以下、具体的に指摘する。

すなわち、まず、震源断層の長さを地震発生前に想定できないとする島崎氏の見解の前提となる、「地震発生前の情報」とそうでない情報に仕分けるということ自体に関して疑問を述べ（下記イ）、その上で、島崎氏が検討対象とした熊本地震については、様々な科学的知見をもとに、各種の震源断層パラメータを保守的に設定することで地震動を保守的に評価することは可能だったのであり、それを否定する島崎氏の見解は不合理であること（下記ウ、エ）、また、島崎氏が検討対象としたその他の地震についても、震源断層を適切に把握できないとの見解は不合理であること（下記オ）を指摘する。

そして、原子力発電所の地震動評価においては、新規制基準も踏まえ、保守的な評価が行われていることから、震源断層の事前把握に関して過小評価となることはなく（下記カ）、本件発電所についても震源断層を十分保守的に評価しており、過小評価となることはないこと（下記キ）を明らかにする。

イ 「地震発生前の情報」とそうでない情報に仕分ける、ということへの疑問について

島崎氏は、地震発生前に震源断層を把握することができないことを示すため、熊本地震、濃尾地震等の過去の地震について、「地震発生前の情報」と称する情報とそうでない情報とに区分し、前者の情報のみを用いて各地震の断層長さを設定したとしている。そして、このように設定した断層長さを「島崎氏により変形された入倉・三宅式」に代入して、地震モーメントを算定した結果、過小評価になると述べている。（甲297，甲331等，調書1頁，7頁等）

しかしながら、島崎氏によるこのような情報の仕分け自体、いかなる考え方によるものであるのか疑問である。また、「地震発生前の情報」ということを文字通り捉えたと、例えば、濃尾地震であれば、同地震の発生よりも前に把握し得た情報を意味することになりそうである。ところが、島崎氏のいう「地震発生前の情報」とは、濃尾地震発生後に得られた情報を含む、現時点で把握している活断層の調査結果に関する情報をいうようであり（調書65頁）、地震発生前後で情報を区別しているわけではない（この矛盾については後述する）。他方、島崎氏は、現時点で把握している活断層の調査結果に関する情報の全てを「地震発生前の情報」にあたるとしているわけでもない。同じ現時点で把握している情報であるにもかかわらず、評価にあたって考慮に含めていない情報もあり、このような情報を何故「地震発生前の情報」として考慮しないのかについて、合理的な説明はない。

このように、「地震発生前の情報」とそうでない情報に仕分けするという島崎氏の考え方や方法は、疑問の残るものである。将来発生する地震動を想定するにあたっては、現時点で存在する、活断層に関する様々な調査研究に係るあらゆる知見を参照することが重要である。原子力発電所の地震動評価においては、このような知見を島崎氏のような仕分けを行うことなく用いて保守的に震源断層面積を設定し、これを入倉・三宅式に代入して地震モーメントを算定しているのであり、その値が過小となることはない。

以下、島崎氏が震源断層の事前把握に関する検討の対象とした地震ごとに考察する。

ウ 熊本地震の震源断層の把握について（島崎氏が検討に用いた長さを大幅に上回る長さの震源断層による地震の可能性が、地震本部によって事前に指摘されていたこと）

島崎氏が熊本地震について「地震発生前の情報」として用いている断層

長さは、他の知見で示されている断層長さよりも著しく短いものであり、そのようにして島崎氏が独自に設定した断層長さを元に、入倉・三宅式が過小評価をもたらすとの結論を導くことは科学的に不適切である。むしろ、熊本地震の発生前から存在した他の知見で示されている断層長さを参照することで、熊本地震の震源断層を事前に保守的に想定することは可能であったといえる。

(ア) 島崎氏が設定した断層長さ

島崎氏は、上記(2)イ(ア)で述べたとおり、熊本地震の検討にあたって、国土地理院均質モデル(「暫定解1」,「暫定解2」)及び地表地震断層を用いたモデルを用いている。

国土地理院均質モデルの「暫定解1」の断層長さは27.1kmであり、「暫定解2」の断層長さは合計35.3kmである(甲331, 658頁左段2～6行目)。また、地表地震断層を用いたモデルの断層長さは31kmである(甲331, 658頁左段下から13～10行目)。

しかしながら、これらに関して、島崎氏自身、国土地理院均質モデルの面積よりも、実際の震源断層面積の方が大きい可能性があることを認めている(調書56頁)。また、地表地震断層を用いたモデル(長さ31km)については、国土地理院均質モデルの暫定解2(長さ35.3km)よりも短かったものの、それを認識した上であえて採用したものであることを認めている(同頁)。

(イ) 他の知見における断層長さ

地震本部は、熊本地震の発生前である平成25年に公表した布田川断層帯及び日奈久断層帯の長期評価(乙164)において、布田川断層帯が布田川区間、宇土区間、宇土半島北岸区間の3区間から成り、日奈久断層帯

が、高野－白旗区間，日奈久区間，八代海区間の3区間から成ると評価しているところ（乙164，1頁），「本評価では，各断層帯の活動区間が同時に活動する場合や布田川断層帯の布田川区間と日奈久断層帯の全体が同時に活動する場合が否定できないことから，複数の活動区間が連動した場合の地震規模を評価した」（同3頁）とし，日奈久断層帯及び布田川断層帯を構成する各区間の断層長さや地震規模を想定するだけでなく，日奈久断層帯の全体（長さ約81km。同8頁）及び布田川断層帯の布田川区間（長さ約19km。同5頁）が同時に活動して震源断層の長さが合計約100kmに達する場合も想定し，その場合の地震規模について「M7.8－8.2程度の地震が発生する可能性がある」（同3頁）と評価していた。

（ウ）検討

- a このように，熊本地震の震源断層の長さについては，島崎氏が検討に用いた27.1km，35.3km，31kmといった長さを大幅に上回る合計約100kmの断層が，地震本部によって事前に想定されていたのである。このような事実にも照らしても，震源断層について事前の評価が不可能である，あるいは過小評価になるといった島崎氏の見解に合理性はなく，各種の断層パラメータの保守的な評価による，地震動の保守的な評価が可能であることは明らかである。
- b この点，島崎氏も，証人尋問では，熊本地震は，阿蘇カルデラの西縁部分を除けば，地震本部の長期評価において事前推定されていた活断層が動いたものであるとの理解でよいとしており（調書63頁），事前把握が可能であったことを認めている（なお，阿蘇カルデラにおける活断層の把握に関しては後述する）。
- c なお，島崎氏は，証人尋問において，「活断層よりも地表地震断層の方が長くなることが多い」との見解を示しているが（調書8頁），この

見解は、「活断層」や「地表地震断層」の用語について、島崎氏が、1審被告とは異なる用い方をして述べているものと思われる。

すなわち、1審被告は、「活断層」とは震源断層のことを言っており、「地表地震断層」とは活断層（震源断層）が繰り返し活動したことの痕跡のことを言っている。

これに対し、島崎氏の言う「活断層」とは、上記のとおり、独自に定義する「地震発生前の情報」を用いて設定した断層長さである。また、同氏の言う「地表地震断層」とは、活断層（震源断層）が繰り返し活動したことの痕跡としての地表地震断層ではなく、1回の地震で出現した地表地震断層のことを言っていると思われる。

島崎氏による用語の定義が上記のとおりであると仮定した場合に、「活断層」よりも「地表地震断層」（1回の地震で出現した地表地震断層）の方が長くなることが多いとの見解について、熊本地震を例に検討すると、同氏は、布田川・日奈久断層帯の長期評価で区間分けされている個別の断層（「布田川区間」「高野一白旗区間」等）をそれぞれ「活断層」と捉えた上で、実際の熊本地震では、その単一の「活断層」を超えて、同氏の言う「地表地震断層」（1回の地震で出現した地表地震断層）が現れたことをもって、「活断層よりも地表地震断層の方が長くなる」と述べたものと理解できる。このことは、布田川・日奈久断層帯の平成25年の長期評価において、平成14年の評価から区間分けを変更したことで、かえって過小評価になったのではないかとの質問に対して、「地震の発生というのは本当に分からないもので、ひょっとしたら次のときには、この宇土区間の方に伸びているかもしれない。これは起きてみないと分からないというところがあります。それで、これは後知恵かもしれないけれども、本当は、この両方（引用者注：布田川断層帯の布田川区間・宇土区間と日奈久断層帯の高野一白旗区

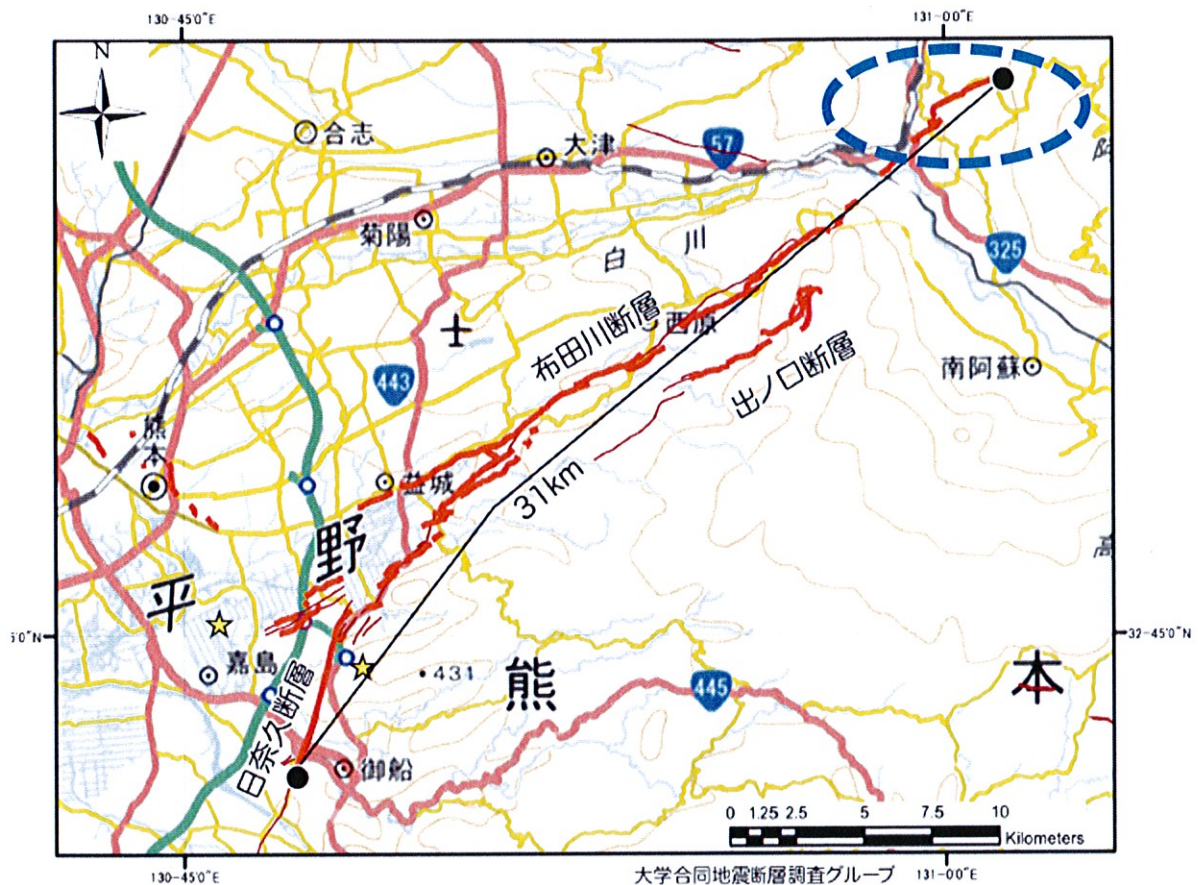
間の連動と思われる)の可能性を考えておくのが正しかったかなと思ってます」(調書18頁)と述べていることからも見取れる。

なお、島崎氏は、活断層よりも地表地震断層の方が長くなることが多いとの上記見解の根拠について、「外国の人の Wells and Coppersmithが多分書いたんじゃないでしょうか」(調書66頁)と述べたが、島崎氏の挙げた Wells and Coppersmith (1994)³⁴において、そのような記載は見当たらない。

エ 阿蘇カルデラにおける震源断層の把握に関する島崎氏の指摘について
(阿蘇カルデラにおいて活断層が存在する可能性が、熊本地震の発生前から既に指摘されていたこと)

(ア) 島崎氏は、震源断層の事前把握の困難さの根拠として、熊本地震では、事前に推定されていた活断層の東端より7km東まで断層が広がったことを挙げる(甲331, 656頁右段)。この点について、島崎氏は、「今回の地震は阿蘇カルデラの中に阿蘇大橋のところからずっと地表地震断層ができました。それで、活断層としては、そこは認められてなかった」(調書16頁)と述べ、乙197号証44頁(甲331号証660頁の参考文献16)の右上の地図(図表8)において、布田川断層帯の北東端が、地震本部の長期評価において示されていた箇所よりも数km伸びて、阿蘇カルデラに到達している(図表8の右上に引用者が青色の点線で囲んだ部分)可能性があることを指摘している。

³⁴ Wells, D. L. and Coppersmith, K. J. 「New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement」 Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 84, No. 4, 974-1002頁



(乙197号証44頁の右上の地図に引用者が青色の点線を加筆)

【図表 8 熊本地震に伴う地表地震断層に関する知見の例】

(イ) しかしながら、布田川断層帯の北東延長線上の阿蘇カルデラにおいて活断層が存在する可能性は、熊本地震の発生前から既に指摘されており、熊本地震によって初めてその存在の可能性が明らかになったものではない。

a 例えば、渡辺（1984）³⁵（乙194）は、「阿蘇カルデラ西方地域にはこれまで知られていたもの以外にも多くの活断層が広い範囲で認められる」（乙194，41～42頁）として、布田川断層帯から阿蘇カルデラ西方

³⁵ 渡辺一徳「熊本県阿蘇カルデラ西方地域の活断層群とその意義」熊本大学教育学部紀要，自然科学第33号，35～47頁

に延びる活断層の存在の可能性を指摘していた（同42頁，Fig. 7）。

b また、須藤・池辺（2001）³⁶（乙195）も、「阿蘇カルデラ西部には北東から南西部へと帯状の活発な地震活動領域がある。この地震活動帯は南西－北東の走向で、延長約10km，幅2-3kmで・・・正断層型右横ずれ断層の解が得られている」（乙195，345頁）として、布田川断層帯の北東延長線上の阿蘇カルデラ内における断層帯の存在の可能性を指摘していた（同346頁，Fig. 1の「Fault」。これは下記 c で述べる二重峠断層のことであり，その位置については，乙196号証7頁，上のスライド内の地図における「須藤・池辺（2001）の二重峠断層推定位置」も参照）。

c これに対し，島崎氏は，上記 a 及び b の知見について，「よく知っています」（調書63頁）と述べる一方で，それらの知見を地震本部の長期評価で考慮しなかった理由について，「その価値がない結果です。特にこの右側のもの（引用者注：須藤・池辺（2001））に関してはそのとおりです」とし，上記 b の知見に関する，乙196号証4頁上側のスライドの右の図（乙195，346頁のFig. 1と同じ）を指して，「これは断層運動ではありません。何か二つのことをごっちゃにされていて，この二重峠断層というのは活断層ではありませんし，実際今度の地震で地変が起きましたけれども，この地変は，いわゆる側方流動という地盤の表層部分が横に動いた結果によって生じた地変であって，地表地震断層ではありません。」と述べている（調書63頁）。

島崎氏は，「二重峠断層」の推定位置に現れた亀裂群が，断層自体が地表に現れたもの（地表地震断層）ではなく，地表の変形（島崎氏という「地変」「側方流動」）が生じたにとどまると指摘している。しか

³⁶ 須藤靖明，池辺伸一郎「阿蘇カルデラ内で見いだされた落差 1 m の新鮮な活断層と最近の地震活動」京都大学防災研究所年報第44号B-1，345～352頁

し、当該亀裂群が地表地震断層又は地表の変形のいずれであるにせよ、阿蘇カルデラに活断層が存在する可能性が、熊本地震以前から複数の知見によって指摘されていたこと自体は事実であり、島崎氏の上記証言も、この事実を否定するものではない（しかも、島崎氏は、上記 a の知見については具体的な問題点を指摘しなかった）。

むしろ、島崎氏は、「活断層としては、そこは認められてなかったんですけれども、カルデラの中ですので、堆積物によって、もし活断層があっても見つからないかもしれないので、そこをきちっと調査していれば31キロメートルの端まで活断層と認められていたかもしれない」（調書16頁）として、十分な調査をしていれば熊本地震発生以前でも阿蘇カルデラで活断層の存在を認定できた可能性があることを認めている。

（ウ）また、上記の、活断層の存在の可能性に関する知見についての議論を一旦措くとしても、そもそも阿蘇カルデラは、火山噴出物が堆積し、活断層を見出しにくい地域である。

a すなわち、既往の知見では、「一般に、カルデラ内では、火山から噴出した火山灰等の堆積がかなりの厚みをもっているため、活断層やリニアメントは見出しにくい。特に、阿蘇カルデラの場合は、現在も活動中の活火山であり、カルデラ形成後の度重なる火山活動による火山噴出物がカルデラ内に厚く堆積し、また、過去にカルデラに湖を形成した歴史をもつため、カルデラ湖の存在期の湖成堆積物もあり、活断層のような地形的特徴を伺い知ることが出来ない状態となっている」（乙195、345頁）とされており、このような噴火した火山からの噴出物や、比較的新しい年代に堆積した地層といった、比較的軟らかい地層が活断層の上部に厚く分布する地域では、地震の際の地下のずれが地中で留まり、地表地震断層が現れにくいことが知られている（乙152、

17頁)。また、後記キ（ウ）で述べるとおり、カルデラ地域のように火山からの噴出物が堆積しやすい地域では、1回の火山活動により大量に堆積すると地表地震断層が埋まってしまい、地表での調査が困難になる可能性もある。このような特徴を踏まえ、原子力規制委員会も、地震ガイド（甲47）において、「活断層や地表地震断層の出現要因の可能性として、・・・上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布する場合・・・等の地域差があることが考えられる」と指摘している（I 4.2.1解説(2)，甲47，8頁）。

- b 一方、本件発電所敷地周辺は、比較的硬い岩盤が分布し、火山噴出物や軟らかい堆積物が厚く分布する地域ではなく（乙152，17頁），阿蘇カルデラとは明らかに地域性が異なる。この点は、島崎氏も本件発電所敷地周辺に「その地域はありません」として、阿蘇カルデラとの地域性の違いを認めている（調書64頁）。事前の活断層の把握に関して、かかる根本的な地域特性を無視した議論を行うこと自体に合理性は認められない。

オ その他の地震の震源断層の把握について（島崎氏により「地震発生前の情報」として用いられている断層長さが、他の知見で示されている断層長さよりも著しく短いものであること）

島崎氏が、その他の地震を用いた検討において「地震発生前の情報」として用いている断層長さも、他の知見で示されている断層長さよりも著しく短いものであり、同氏による「事前推定の問題」は、そのようにして独自に設定した断層長さを元に、入倉・三宅式を用いると過小評価をもたらすとしているものにほかならない。以下では、断層長さに関して証人尋問において議論となった、1891年濃尾地震（以下、「濃尾地震」という）、兵庫県南部地震、福島県浜通りの地震を取り上げ、これらについて島崎氏が

設定した断層長さが、他の知見で示されている断層長さよりも著しく短いことを明らかにする。

(ア) 濃尾地震

島崎氏は、濃尾地震の地震モーメントについて、観測値が $M_0 = 1.8 \times 10^{20} \text{N} \cdot \text{m}$ であるのに対して、「島崎氏により変形された入倉・三宅式」に断層長さとして69kmを代入して得られる $M_0 = 5.2 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m}$ は過小であると指摘する。

a 島崎氏が設定した断層長さ

島崎氏が設定する断層長さ69kmという値について、島崎氏は、1991年版『新編 日本の活断層』(乙251)の「71 岐阜」(乙251, 246頁³⁷)の図において、温見断層(同図, 中央やや上の「11」番)の北西端と、三田洞断層(同図, 右下の「17」番)の南東端を直線で結び、その長さを縮尺から求めて約69kmと設定したと述べている(調書8～9頁, 甲476, 10頁, 甲331, 657頁左段1～2行目)。

b 他の知見における断層長さ

一方、他の知見では、島崎氏が設定した断層長さよりも長い値が示されている。

(a) まず、島崎氏が共著した書籍(乙209, 佐藤ほか(1989)³⁸)では、Mikumo and Ando (1976)³⁹を引用して、現地の水準測量や三角測量

³⁷ 乙251号証のうち246～252頁は、甲441号証と同じものである。以下では、乙251号証246～252頁を引用する。

³⁸ 佐藤良輔, 岡田義光, 鈴木保典, 阿部勝征, 島崎邦彦「日本の地震断層パラメーター・ハンドブック」鹿島出版会, 1989年

³⁹ Mikumo, T. and M. Ando 「A search into the faulting mechanism of the 1891 great Nobi earthquake」, J. Phys. Earth, 24, 63-87頁

のデータをもとに地殻の上下及び水平の変動量を求めるなどして検討を行った結果、地下に伏在する断層の存在が推測されるとして⁴⁰、断層長さを119kmと推定している（乙209号証136頁の表に記載の各断層面（①～⑤）の「L」（長さ）を合計すると119kmとなる）。

この伏在断層に関しては、島崎氏が参照した1991年版『新編 日本の活断層』においても、根尾谷断層（乙251，246頁，「71 岐阜」の図，中央付近の「15」番）の南南東方向の延長線上に、伏在断層を示す赤色の点線で、岐阜―宮線（同図，右下の「56」番，及び乙251，254頁，「72 名古屋」の図，右上の「1」番）として明記されている。

この点，Fukuyama et al. (2007)⁴¹（甲477の1，甲477の2，乙252⁴²。これは，島崎氏の雑誌記事（甲331）において，「福山ら（2007）」（甲331，657頁左段3行目）として引用されている論文である）においても，同地震の観測記録と，各種パラメータを設定した断層モデル（岐阜―宮線を震源断層に含めるモデルと含めないモデルの2種類を作成した）から求められる地震波形とを比較した結果，結論としては，岐阜―宮線を震源断層に含めたモデルの方が観測記録と整合的になり，「岐阜―宮線沿いに伏在断層が存在する

⁴⁰ 佐藤ほか（1989）によると，濃尾地震によって生じた地表地震断層から，地表の変動や震度分布のデータを基に，まず4枚の震源断層面が推定されるとしている（乙209号証136頁，本文「この地震によって」から始まる段落。4枚の震源断層面とは，同頁の表及び137頁の図における，①～④の断層を指す）。

その上で，「震度分布や地質構造線等の検討からは，さらにもう1枚の潜在断層の存在が推測され」とし，「この潜在断層の食い違い量（引用者注：すべり量と同義である。1 審被告準備書面（36）第2章第2の3（2）ウ（ア）hを参照）は，理論的な地殻上下変動及び水平変動を水準測量や三角測量のデータと比較することにより定めた」として（乙209，136頁），5枚目の震源断層が推定されるとしている（同頁の表及び137頁の図における⑤の断層を指す）。

⁴¹ E.Fukuyama, I.Muramatsu, T.Mikumo 「Seismic moment of the 1891 Nobi, Japan, earthquake estimated from historical seismograms」 Earth Planets Space, 59, 553-559頁

⁴² 甲477号証の2は，甲477号証の1を和訳したものだが，図表や訳の一部が省略されていることから，1 審被告において全部を和訳したものを乙252号証として提出する。以下では乙252号証のみ引用する。

という説を裏付けているように思われる」との知見が示されている（乙252, 5～6頁, 3.3.4, 6頁, 5）。

- (b) また、島崎氏自身が発表したShimazaki (1986)⁴³（乙188の1, 乙188の2）においても濃尾地震の断層長さは80kmとされており（乙188の1, 210頁, TABLE1, 「Nobi」, 乙188の2, 2頁, 表1, 「濃尾」), 武村 (1998) においても、同地震の主断層（「Main Fault」）の断層長さは85kmとされている（甲215, 213頁, Table1, 「1891/Nobi」）。

このように、他の文献においても、同地震の断層長さを69kmと指摘するものは見当たらない。

- (c) なお、上記（a）の岐阜―一宮線に関しては、地震本部の「岐阜―一宮断層帯の評価」（甲461）において、活断層ではないとされている（甲461, 3頁）。

しかし、この評価が平成13年に公表された後の平成18年に内閣府中央防災会議が取りまとめた「1891 濃尾地震 報告書」（乙253）によると、上記評価の元となった、愛知県が実施したボーリング調査（甲461, 2頁, 説明(1)第5段落の「愛知県（1998）」のことである）の結果に重大な問題があるとの指摘がなされ（乙253, 3頁）, 「濃尾地震の際に動いた断層については、未だに十分な決着がついていないのが現状である」（同頁）とされている。そして、その翌年には、上記（a）で述べたとおり、岐阜―一宮線を震源断層に含めたモデルの方が観測記録と整合的になるとするFukuyama et al. (2007) が発表され、この論文は島崎氏も引用しているのである。

⁴³ K.Shimazaki 「Small and Large Earthquakes:The Effects of the Thickness of Seismogenic Layer and the Free Surface」, Geophysical Monograph 37 (Maurice Ewing Volume 6) ,American Geophysical Union, 209-216頁

c 検討

- (a) 上記のとおり，島崎氏の設定した断層長さは，他の知見で示されている断層長さとは比べて著しく短くなっている。

震源断層の事前想定という観点から言えば，上記のように断層長さについて様々な知見が示されていることを踏まえると，同氏が震源断層とした温見断層，三田洞断層だけでなく，岐阜―一宮線までを保守的に震源断層に含めることで，断層面積を保守的に設定することは可能である。特に，濃尾地震のように古い年代の地震のデータについては，その正確性に留意すべきものであるから（この点は後記（4）で述べる），そのような点からも，上記の様々な知見を参照すべきことはなおさらであり，事前想定が不可能であるとの島崎氏の見解に合理性はない。

- (b) この点，上記イで述べた，「地震発生前の情報」とそうでない情報に仕分けるといふ考え方や方法への疑問が，この濃尾地震の断層長さに係る島崎氏の見解についてもあてはまる。

島崎氏は，120年以上前に発生した地震に関する知見のうち，地震発生後に得られる知見と地震発生前に得られる知見をどのように分けるのかとの質問に対し，「今問題になってるのは，活断層について十分調査結果を我々は持ってるわけです。その前提でもって濃尾地震が将来起こることを考えた場合に，どういう予測ができるか。・・・そういう検証を行ったんです」（調書65頁）と述べた。つまり，島崎氏は，「地震発生前の情報」を用いて断層長さを設定すると言いつつも，「1891年の濃尾地震発生前に得られた情報」という文字通りの意味ではなく，実際には，濃尾地震発生後に得られた情報を含む，現時点で把握している活断層の調査結果に関する情報をいうと述べた。

一方で、島崎氏は、現時点で把握している活断層の調査結果に関する情報の全てを「地震発生前の情報」としているわけでもない。島崎氏は、上記で指摘したとおり、濃尾地震に係る「地震発生前の情報」に関して、1991年版『新編 日本の活断層』を用いて69kmという断層長さを設定している。しかるに、まさに当該文献に記載されている岐阜―一宮線について、地震本部の長期評価において「ここは活断層ではないと我々は結論をした」（調書72頁）ことのみをもって「当然これは除かれるべき」（調書49頁）として除外しているが、1970年代から始まり平成13年の長期評価の公表後も発表されている各種知見において岐阜―一宮線の存在の可能性が示されていることについては一顧だにしていない。しかも、そのような各知見の採否に関して科学的合理性を持った明確な基準も示していない。

このように、「地震発生前の情報」とそうでない情報に仕分けるとの考え方や方法は、濃尾地震に係る検討からも不可解なものと言うほかなく、このような考え方や方法に依拠した島崎氏の見解に科学的な合理性は見出せない。

(c) ちなみに、島崎氏は、甲476号証7頁の表（甲297号証及び甲450号証の表と同じ）に記載の各地震のデータについて、「上の方が信頼度が高く、下の方が信頼度が落ちる」（調書6頁）と述べている。つまり、同氏が検討の対象とした各地震の中で、同表の最上段にある濃尾地震（「1891」）の検討結果が最も信頼性が高いとしているのである。

しかしながら、同地震について島崎氏が設定した値ですら、上記のとおり、科学的に不合理なものであり、このことから、島崎氏の検討全体が科学的合理性を有していないことは明らかである。

(d) ところで、島崎氏は、濃尾地震の検討において、上記のとおり、

断層長さは上記のとおり69kmという短い値を用いる一方で、地震モーメントは $1.8 \times 10^{20} \text{N} \cdot \text{m}$ という値を用いたとしている。

しかし、最近の知見である宮腰ほか（2015）⁴⁴（甲448）では、震源インバージョンの手法によって国内の内陸地殻内地震の震源断層パラメータのスケーリング則が再検討され、各地震の震源断層長さ、幅、面積、地震モーメント等の値が示されている。なお、島崎氏は、当該論文における検討過程や結論について妥当性を認めている（調書44～45頁）。

この宮腰ほか（2015）において、濃尾地震については、断層長さは122km（震源断層面積 1795km^2 ）、地震モーメントは島崎氏が検討で用いたのと同じ $1.8 \times 10^{20} \text{N} \cdot \text{m}$ という値が示されている（甲448，151頁，表6，「1891年濃尾地震」）。

つまり、濃尾地震の検討において地震モーメントを $1.8 \times 10^{20} \text{N} \cdot \text{m}$ と設定するのであれば、断層長さは、上記知見における122km等の値を用いるべきであり、島崎氏の検討方法は科学的に不合理なものである。

この点、武村（1998）では、武村式の元となった濃尾地震の値について、断層長さは85km、地震モーメントは $1.5 \times 10^{20} \text{N} \cdot \text{m}$ としているが（甲215，213頁，Table1，「1891/Nobi」），断層長さには「Main Fault」（主要な断層）と補記されており、地震モーメントには「Total Faults」（断層全体）で面積（S） 1700km^2 と補記されている。武村（1998）は、上記b（a）の佐藤ほか（1989）（乙209）のデータを用いているところ⁴⁵，乙209号証136頁の表に記載の各断層面のう

⁴⁴ 宮腰研ほか「強震動記録を用いた震源インバージョンに基づく国内の内陸地殻内地震の震源パラメータのスケーリング則の再検討」日本地震工学会論文集，第15巻第7号（特集号），141-156頁

⁴⁵ 甲215号証213頁，Table1の上部欄外に，「All the data ... are quoted from SATO(1989)」(全てのデータは佐藤ほか（1989）から引用している）との記載がある。

ち伏在断層を除いた4面（①～④）の長さ L を合計すると85kmとなり、伏在断層を含む5面（①～⑤）の面積（長さ L と幅 W との積）を合計すると約1700km²となることから、武村（1998）は、これらの値を用いたものと考えられる。つまり、武村（1998）では、武村式の元となった濃尾地震のパラメータ設定について、地震モーメント $1.5 \times 10^{20} \text{N} \cdot \text{m}$ は上記の伏在断層を含めた全5面の断層の面積1700km²から算出した値を用いつつ、断層長さ85kmは伏在断層を含めない4面の長さを用いた可能性がある。この点について、宮腰ほか（2015）（甲448）は、「武村は枝分かれしている潜在断層（岐阜―一宮断層帯）は無視し、主に測地学的データに基づく地表地震断層（温見・根尾谷・梅原断層帯）の震源パラメータを採用している」（甲448，150頁，第3段落）とし、「武村の収集・整理したデータの中に、震源断層の長さ（ L_{sub} ）ではなく、地表地震断層の長さ（ L_{surf} ）が含まれている可能性が示唆される」（同151頁）と指摘している。

（イ）兵庫県南部地震

島崎氏は、兵庫県南部地震の地震モーメントについて、観測値が $M_0 = 2.4 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m}$ であるのに対して、「島崎氏により変形された入倉・三宅式」に断層長さとして32kmを代入して得られた $M_0 = 1.1 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m}$ は過小であると指摘する。

a 島崎氏が設定した断層長さ

島崎氏は、断層長さの値を32km（甲476，8頁）としているが（調書6～7頁），その根拠は明示していない。

b 他の知見における断層長さ

一方、他の知見では、島崎氏が設定した断層長さよりも長い値が示されている。

(a) まず、兵庫県南部地震より前に刊行された『新編 日本の活断層』(1991年。乙251)において、淡路島から神戸市、西宮市にかけて、総延長70～80km程度の断層帯が図示されている(乙251, 272頁, 「76 京都及大阪」, 296頁, 「81 徳島」)。

(b) また、原子力安全委員会の「平成7年兵庫県南部地震を踏まえた原子力施設耐震安全検討会報告書」(乙254)によると、「六甲山地南東麓から淡路島北部までの活断層群」について、その長さは約55kmとされており(乙254, 17頁)、仮に原子力発電所の設置のためになされるような詳細な活断層調査が行われていたとすれば、震源断層の長さについて過小に陥ることのない適切な評価がなされていたと考えられている。

(c) さらに、地震本部の「六甲・淡路島断層帯の評価」(乙255)においても、六甲・淡路島断層帯⁴⁶の長さは71kmとされている(乙255, 1頁, 8頁)。

このように、同地震の断層長さを32kmとする文献は見当たらない。

c 検討

(a) 上記のとおり、島崎氏の設定した断層長さは、他の知見で示されている断層長さとは比べて著しく短くなっている。

島崎氏は、自身が共著者となっている『活断層とは何か』(乙

⁴⁶ 地震本部の「「活断層の長期評価手法」報告書」(甲216)によると、「「起震断層」の名称について、「起震断層」が複数の「単位区間」を含む場合には「〇〇断層帯」、単一の「単位区間」で構成される場合には「〇〇断層」と呼ぶ」(37頁)、「「単位区間」の設定について、「起震断層」を分割するかどうかの目安は、「起震断層」の長さが断層面の幅の2倍を超える場合(断層面の幅が不明な場合には、断層の長さが40kmを超える場合)とする」(10頁)とされている。

256) において、兵庫県南部地震の断層長さについて「淡路側で十数キロメートル，神戸側で二十数キロメートル，合計四〇キロメートルぐらいの長さとなる」（乙256，10頁）としており，この記載の存在について認めているが（調書50頁），これに比べても短い値となっている。

震源断層の事前想定という観点から言えば，上記のように断層長さについて様々な知見が示されていることを踏まえると，断層面積を保守的に設定することは可能であり，事前想定が不可能であるとの島崎氏の見解に合理性はない。

（b）しかも，島崎氏は，兵庫県南部地震の「地震発生前の情報」による断層長さに関し，自著に記載の40kmから更に短くした理由や，32kmと設定した理由について，科学的な根拠を全く示していない。

この点，島崎氏は，上記（1）イ（ウ）で述べたとおり，兵庫県南部地震の震源断層長さとして40kmという値を武村式に与えた場合，得られる地震モーメントが「大きな欠陥になる」こと（過大となること）を認めている（乙247，別紙14頁）。

そして，証人尋問において，島崎氏は，「地震発生前の情報」による断層長さを幾らと考えるかとの質問に対して「非常に難しい問題だ」と述べ，何kmとも言えないということかとの質問に対しても「なかなかそれは難しい」として，回答しなかった（調書49頁）。

つまり，島崎氏は，自ら根拠を示すことができない数値を検討に用いているのであり，このような数値を使用した検討結果をもって，科学的な合理性を備えた検証ができないことは明らかである。

（c）なお，島崎氏は，上記（ア）の濃尾地震については，岐阜―一宮線の長さを含めないことの理由として，地震本部の長期評価において岐阜―一宮線を活断層としていないことを挙げ（上記（ア）c

(b)), 長期評価の内容の信頼性を認めている一方で、この兵庫県南部地震については、同じく地震本部が作成した六甲・淡路島断層帯の長期評価において示されている断層長さ(71km)は用いておらず(上記a), 同氏の検討方法には一貫性もない。

(d) ところで、島崎氏は、兵庫県南部地震の検討において、上記のとおり、断層長さは32kmという短い値を用いる一方で、地震モーメントは $2.4 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m}$ という値を用いたとしている。

しかし、入倉・三宅(2001)が参照するSomerville et al. (1999)⁴⁷(乙257の1, 乙257の2)では、兵庫県南部地震について、地震モーメントは島崎氏と同じく $2.4 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m}$ としつつ(乙257号証の2, 2頁の表1において、「神戸, 日本」の「 $M_0 \times 10^{25} \text{dyne-cm}$ 」が「24」とされている), 断層の長さは60km, 幅は20kmとしている(同4頁の表3において、「神戸」の「長さ(km)」が「60.0」, 「幅(km)」が「20.0」とされている)。

つまり、兵庫県南部地震の検討において地震モーメントを $2.4 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m}$ と設定したのであれば、断層長さは上記知見における60km(幅も20km)を用いるべきであり、島崎氏の検討方法は科学的に不合理なものである。

この点、島崎氏は、Somerville et al. (1999)において地震モーメント $2.4 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m}$, 断層長さ60kmという値が示されていることを知らないと述べており(調書44頁), この知見を踏まえずに断層長さを32kmと設定した可能性がある。

⁴⁷ Somerville, P. ほか「Characterizing crustal earthquake slip models for the prediction of strong ground motion」Seism. Res. Lett., 70, 59-80頁

(ウ) 福島県浜通りの地震

島崎氏は、福島県浜通りの地震の地震モーメントについて、観測値が $M_0 = 1.1 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m}$ であるのに対し、「島崎氏により変形された入倉・三宅式」に断層長さとして19.5kmを代入して得られた $M_0 = 5.5 \times 10^{18} \text{N} \cdot \text{m}$ は過小であると指摘する。

a 島崎氏が設定した断層長さ

島崎氏が設定した断層長さの19.5kmという値は、甲331号証657頁左段10～11行目に示されており、東京電力株式会社（以下、「東京電力」という）の資料（甲462，甲463）に示された「井戸沢断層」の長さ（甲462，8頁，甲463，21頁）を採用したものとされている（調書11～12頁）。

b 他の知見における断層長さ

福島県浜通りの地震より前に刊行された文献において、当該地域には、井戸沢断層のみならず、「湯ノ岳断層」等複数の断層が示されている（乙251，162頁，「46 白河」）。

この点、島崎氏も、「もちろん地震本部では、湯ノ岳断層も活断層としてます」と述べ、湯ノ岳断層が活断層であることについては地震本部も認識していたことを認めている（調書69頁）。

c 検討

(a) 上記の知見が示されていることを踏まえると、震源断層の事前想定という観点から言えば、断層面積を保守的に設定することは可能であり、事前想定が不可能であるとの島崎氏の見解に合理性はない。

(b) なお、島崎氏は、福島県浜通りの地震の震源断層を事前に想定で

きないことの理由として、東京電力が同地震の発生前に井戸沢断層の19.5kmのみを震源として考慮する活断層とし、湯ノ岳断層を震源として考慮する活断層としていなかったことを挙げるが（調書11～12頁，70～71頁），このような見解は，本件発電所敷地周辺における震源断層の把握の妥当性を左右するものではない。

東京電力は，既存文献では正断層の可能性があるとされていた⁴⁸湯ノ岳断層の複数個所において破砕部の固結を確認していたこと，断層の延長部において断層が推定される位置を横断する中位段丘面（約12～13万年前の地形面）に変位・変形が見られないことを理由として，同断層（東京電力の評価上の長さ13.5km）について後期更新世以降の活動はないものと判断し，井戸沢断層（同19.5km）のみを震源として考慮する活断層としていた。しかし，福島県浜通りの地震によって井戸沢断層及び湯ノ岳断層沿いに正断層型の地表地震断層が出現していることを確認したとし，湯ノ岳断層及びその周辺の断層等のうち，湯ノ岳断層と類似する理由により活動性評価を行った断層等，あるいは，正断層としての活動が否定できない断層等については，既往評価が有効でなく，耐震設計上考慮する活断層⁴⁹に該当する可能性は否定できないとした。（乙258⁵⁰，1頁，1（2））

この点，Imanishi et al. (2012) ⁵¹（乙259の1，乙259の2）によ

⁴⁸ 例えば，「新編日本の活断層」（乙251）では，「N60～90° W，60° Sの正断層」（乙251，163頁の表，「⑦湯ノ岳断層」の「備考・文献」欄）と記載されている。（なお，「N60～90° W，60° S」とは，走向が北を基準にして西に60～90° ずれ，傾斜角が水平面から南方向に60° 傾斜していることを表している。断層の走向及び傾斜角については，1 審被告準備書面（36）第2章第2の3（2）ウ（イ）c（a）の図表70を参照。）

⁴⁹ この「耐震設計上考慮する活断層」とは，「震源として考慮する活断層」（設置許可基準規則解釈別記1第3条3項，乙65，120～121頁）のことである。

⁵⁰ 東京電力『「平成23年東北地方太平洋沖地震を踏まえた新耐震指針に照らした既設発電用原子炉施設等の耐震安全性の評価結果の報告に係る原子力安全・保安院における検討に際しての意見の追加への対応について（追加指示）」に基づく報告【概要版】』

⁵¹ Imanishi, K., Ando, R., and Kuwahara, Y. 「Unusual shallow normal-faulting earthquake sequence in compressional northeast Japan activated after the 2011 off the Pacific coast

ると、東北日本における広域応力場（1 審被告準備書面（36）第2章第1の3（2）イ（イ）aを参照）は、一般的に東西方向の圧縮応力場（「逆断層型」）になっているところ、福島県浜通りの地震の発生地域である茨城県・福島県境においては、局所的に引張応力場（「正断層応力場」）となっているとされている（乙259の2）。このように、同地震の発生地域が、局所的に異なる応力場となっている特殊な地域性を有していることや、このような知見が、東北地方太平洋沖地震や福島県浜通りの地震を経て定着したものであることは、島崎氏も認めているところである（調書69頁）。

一方、本件発電所敷地の周辺地域については、東西方向の圧縮応力場となっており（1 審被告準備書面（36）第2章第1の3（2）イ（イ）bを参照）、上記のような特殊な地域性は見られない。よって、湯ノ岳断層に係る東京電力の評価結果は、本件発電所敷地の地域性を踏まえた、1 審被告による震源断層の把握の妥当性を左右するものではない。

（c）ところで、島崎氏は、福島県浜通りの地震の検討において、上記のとおり、断層長さは上記のとおり19.5kmという値を用いる一方で、地震モーメントは $1.1 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m}$ という値を用いたとしている。

しかし、宮腰ほか（2015）（甲448）において、福島県浜通りの地震については、断層長さは40km（震源断層面積 640km^2 ）、地震モーメントは島崎氏が検討で用いたのと同じ $1.1 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m}$ という値が示されている（甲448，145頁，表3，「2011年福島県浜通りの地震」）。

この点、宮腰ほか（2015）が引用する引間（2012）⁵²（甲464）（この知見は、島崎氏が検討に用いた地震モーメント $1.1 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m}$ の根拠

of Tohoku earthquake], Geophys. Res. Lett., 39, L09306, 2012.

⁵² 引間和人「2011年4月11日福島県浜通りの地震(Mj7.0)の震源過程—強震波形と再決定震源による2枚の断層面の推定—」地震第2輯第64巻，243-256頁

でもある。甲331, 657頁)によると, 断層長さ40kmという値は, 井戸沢断層の26kmと湯ノ岳断層の14kmの合計値とし, 地震モーメント $1.1 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m}$ という値は, 井戸沢断層($7.8 \times 10^{18} \text{N} \cdot \text{m}$)と湯ノ岳断層($3.6 \times 10^{18} \text{N} \cdot \text{m}$)の合計値としている(甲464, 250頁)。これは, 同地震が, 井戸沢断層と湯ノ岳断層の双方の断層の活動によるものと解されるためである(同255頁左段)。

つまり, 島崎氏は, 地震モーメントは湯ノ岳断層及び井戸沢断層の合計値を採用しながら, 他方, 断層長さは井戸沢断層の長さのみを使用して関係式の検証を行っているのである。福島県浜通りの地震の検討において地震モーメントを $1.1 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m}$ と設定したのであれば, 断層面積は, 上記知見における 640km^2 等の値を用いるべきであり, 島崎氏の検討方法は科学的に不合理なものである。

カ 原子力発電所の地震動評価における震源断層の把握について(原子力発電所の基準地震動の策定においては, 各種の知見を踏まえ, 多様な手法による詳細な調査に基づいて, 震源断層の長さや面積を保守的に評価していること)

(ア) ここまで述べたように, 震源断層の長さを地震発生前に想定することができないとする島崎氏の見解は, 科学的にみて不合理である。

他方, 新規制基準においては, 震源断層の長さや幅等の震源断層パラメータについて保守的に評価することが求められており, 原子力発電所の基準地震動の策定においては, 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適切に把握した上で, その長さや面積を保守的に評価することが行われている(上記2(3))。このような手法をとることにより, 震源断層の過小評価を避け, 十分に保守的な評価を行うことは可能である。

(イ) 実際、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、長期評価の区間分けにとらわれることなく、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、M8.1にも及ぶ規模の地震を想定していた（乙202の1）。この事前に想定した地震規模は、熊本地震の実際の地震規模をはるかに上回るものであり、前震のM6.5の約250倍、本震のM7.3の約16倍ものエネルギーに相当するのである。

この点、島崎氏も、原子力規制委員会の地震・津波関係の審査に関する当時の責任者として、上記の地震動評価を適切なものと了承したこと、また、上記の評価は原子力発電所において求められる十分な長さを想定したものであり、事前の予測としては問題がなかったことを認めている（調書54頁，62頁）。

キ 本件発電所の地震動評価における震源断層の把握について（1 審被告の本件発電所に係る基準地震動の評価においても、震源断層を保守的に十分に評価していること）

上記のとおり、原子力発電所の地震動評価手法を用いると、震源断層を過小評価することなく適切に把握することができる。ところ、1 審被告の原子力発電所に係る基準地震動の評価においても、震源断層を保守的に十分に評価しており、上記の熊本地震に係る九州電力の場合と同様、事前の地震動評価が過小となることは考えられない（下記（ア））。そして、この点に関する島崎氏の指摘は、いずれも科学的合理性を欠く（下記（イ）及び（ウ））。

(ア) 本件発電所敷地周辺の震源断層の評価

1 審被告は、本件発電所敷地周辺の陸域及び海域を対象に文献調査を行った上で、海上音波探査等の多様な手法による調査を行い、慎重な検討の上で、震源断層を評価している。

- a すなわち、本件発電所の地震動評価で対象としている各断層のうち、F O－A断層については、既存文献（海上保安庁水路部「沿岸の海の基本図」、活断層研究会「新編 日本の活断層」）で断層長さが18kmとされていたものを約24kmと評価し（乙182の1，添付資料六，6-3-78～6-3-79頁，6-3-151～6-3-152頁），F O－B断層については、既存文献に記載自体が無かったところを約11kmの断層があるものと評価し（同6-3-79頁），熊川断層については、既存文献（活断層研究会「新編 日本の活断層」，岡田篤正・東郷正美「近畿の活断層」）で9km又は12kmとされていたものを約14kmと評価している（同6-3-20～6-3-27頁，6-3-151頁。また，以上について，乙159，2頁）。

上林川断層についても、既存文献（地震本部「三峠・京都西山断層帯の長期評価について」）では26kmとされていたものを39.5kmと評価している（乙182の1，添付書類六，6-3-33～6-3-34頁，6-3-42～6-3-43頁，6-3-152頁）。

- b 以上のとおり評価した上で，F O－A断層とF O－B断層については，それらを区分するC－47G測線において鉛直方向の変位量が認められないこと等から個別の断層と評価されるが，断層の走向がいずれも北西－南東方向であること等，特徴が類似していることから，両断層は同時活動するものとし，「F O－A～F O－B断層」として，その長さを約35kmと評価している（乙182の1，添付資料六，6-3-79頁）。

さらに，F O－A～F O－B断層と熊川断層については，両断層の離隔区間が15kmにも及び地震学の常識からは連動は考えられないもの

の、極めて保守的な観点から、同隔離距離も含めて長さ63.4kmの断層と評価している（乙182の1，添付資料六，6-5-2～6-5-3頁，6-3-20～6-3-27頁，6-3-78～6-3-82頁）。

（以上 a 及び b について，1 審被告準備書面（36）第2章第1の2（3））

c その上で，地震動評価にあたっては，上記の各断層について，当該断層における過去の地震の発生時期，回数（一回なのか，数回に分けて発生したのか），規模（断層面の全体が一度にずれたのか，一部がずれたのみか）にかかわらず，十分に保守的に，断層面の全体が一回の地震でずれ動いて地震動を惹き起こすものと想定して評価を行っている（1 審被告準備書面（36）第2章第1の2（2）エ（ウ））。

（イ）本件発電所敷地周辺での海上音波探査に関する島崎氏の指摘

島崎氏は，本件発電所敷地周辺海域での海上音波探査について，「保守的なところはどこもありません」（調書23頁）と述べ，その根拠として，甲476号証39頁の図を示しながら，「これは詳細な活断層調査の中なんですけれども，下の方にずれがあるところで断層が見えると思うんですけども，この深さは200メートルとか300メートルにすぎません。詳細な調査っていうのをやっても，実はほとんど表層にすぎないんですね。ところが，この発電所では，地震発生層の厚さが一番浅いところは3キロメートルだと言ってます。一番深いところは15キロメートル（引用者注：正しくは18キロメートル）だと言ってるわけですね。だから，3000メートルから1万5000メートル（同：正しくは1万8000メートル）のところに震源断層が存在してるはずなんです。それを僅か200メートルの調査で，どう詳細なものが分かるんでしょう。分かり得ませんね。だけど，これを詳細な活断層調査と言っているわけです」（調書23～24頁）と述べ

ている。

しかしながら、島崎氏のこの回答は、海上音波探査による震源断層の把握の方法（下記 a）を踏まえないものであり、本件発電所敷地周辺で行われた詳細な調査の妥当性を何ら左右するものでもなく（下記 b）、もとより自身の研究成果とも矛盾するものであって（下記 c）、失当である。

a 海上音波探査による震源断層の把握

（a）島崎氏が「地表地震断層は手で触れますけれども、震源断層は手で触ることができません」（調書35頁）と述べるとおり、震源断層は地下の深い部分にあるため、その位置や長さを直接調査することはできない。しかし、震源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、地表に明瞭な痕跡（地表地震断層）が生じるとされており、この痕跡の位置や長さを調査することで、震源断層を把握することができると考えられている（1 審被告準備書面（36）第2章第1の2（2）ア）。

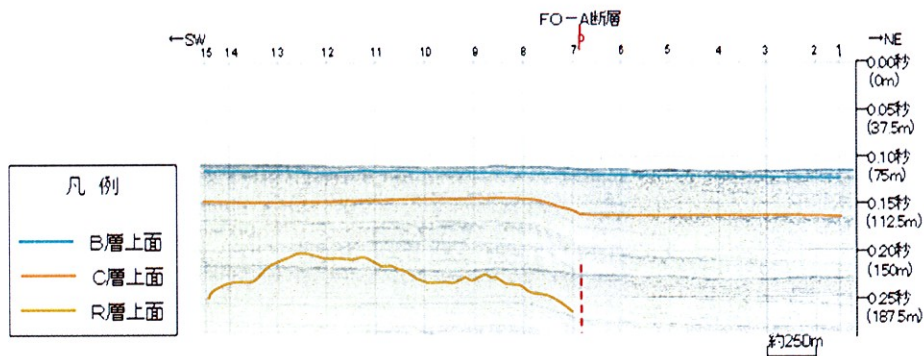
（b）この点、新規制基準においては、「震源として考慮する活断層」について後期更新世以降（約12～13万年前以降）の活動を否定できない断層と定義されている。

このため、原子力発電所の地震動評価にあたっては、敷地周辺の陸域及び海域において、後期更新世以降に堆積した地層における断層活動の痕跡（断層活動による変位・変形）の有無を確認し、変位・変形が確認できた場合には、後期更新世以降に断層活動があったものと評価することになる。

（c）海域では、海上ボーリング調査で採取した堆積物や岩石を分析することで、海域に堆積している地層の年代と深度を把握した上で、海上音波探査により、後期更新世以降の地層における断層活動によ

る変位・変形の有無を確認することになる。

具体的には、海上音波探査によって得られた記録（図表 9）で現れた反射面（同図の太い線）をもとに地層を区分し、後期更新世以降に堆積したと考えられる B 層の中で最も古く堆積した地層（同図の橙色の「C 層上面」の線）に断層活動による痕跡が認められない（この地層に段差がない）場合には、活断層がないと評価され、段差がある場合には、活断層が存在する可能性があるとして評価される。図表 9 で言うと、橙色の「C 層上面」の深さ（図の右端の縦軸の値から読み取る）は、最も深い（下寄りの）ところで海底下約 120～130m である。



【図表 9 海上音波探査記録の例】

（d）つまり、原子力発電所の地震動評価においては、海域では海上音波探査によって、（上記図表 9 では海底下約 120～130m にある、）この「C 層上面」を捉えられるか否かが重要となるのである。

よって、島崎氏の言うような、地下 3km とか 18km といった「手で触れない」深さまで直接調査する必要はなく、上記のようにして地表（海底）付近に現れた痕跡を調査することで震源断層は把握でき

るのである⁵³。

b 本件発電所敷地周辺における海上音波探査

- (a) 本件発電所の敷地周辺地域は、活断層が繰り返し活動したことの痕跡が地表に現れている地域であり、その現れた痕跡である地表地震断層を調査することで震源断層を把握することができる地域といえる（1 審被告準備書面（36）第2章第1の2（2）イ）。

このことを踏まえて、1 審被告は、本件発電所敷地周辺の陸域及び海域において、後期更新世以降に堆積した地層における、断層活動による変位・変形の有無を確認することとし、海域において、海上ボーリング調査及び海上音波探査を行った。

具体的には、地質調査所（現国立研究開発法人産業技術総合研究所）及び海上保安庁等から過去に実施した海上音波探査のデータの提供を受けて詳細な評価を行うとともに、本件発電所から半径5kmの海域、及び敷地に影響を与える可能性のある断層等が確認された海域については、特に詳細に地質・地質構造を把握するため、1 審被告自身で、きめ細かく海上音波探査及び海上ボーリング調査を実施した。

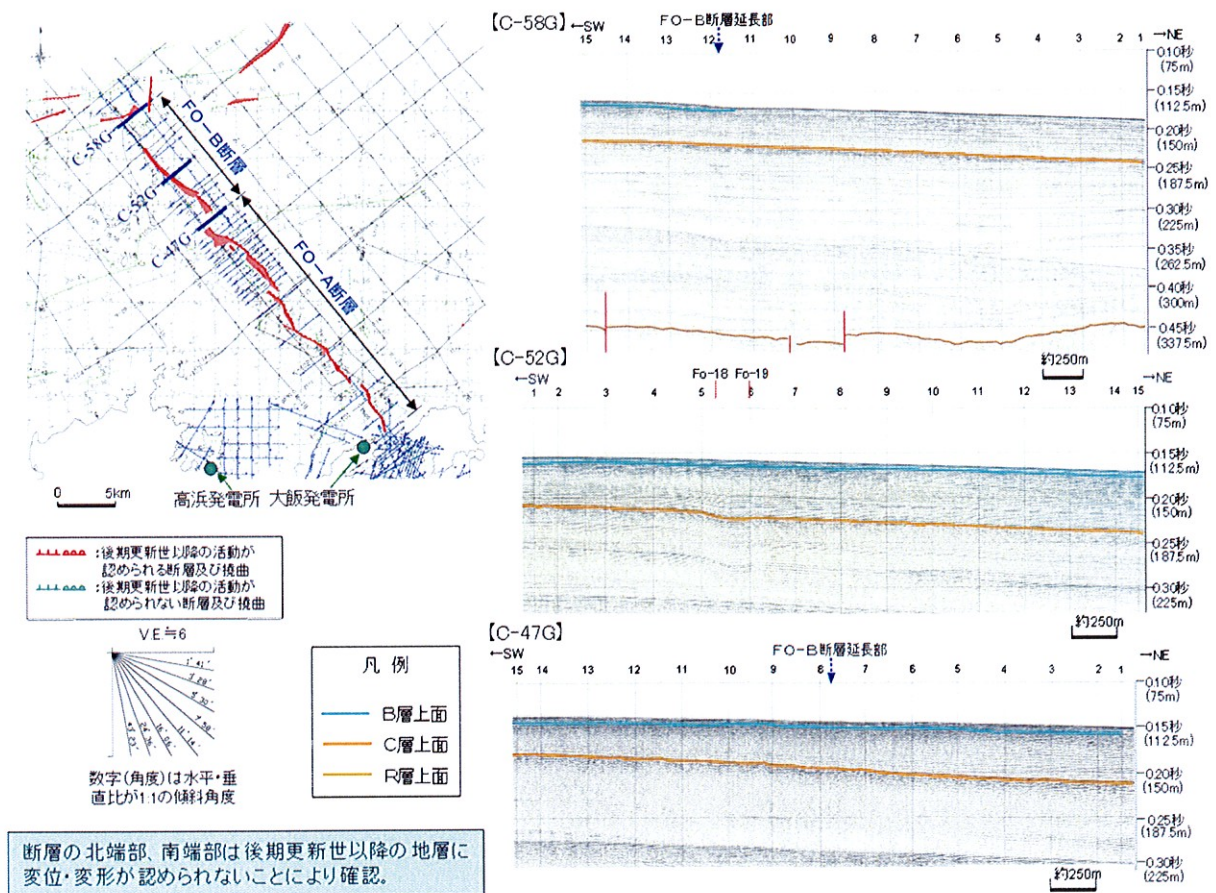
そして、海上音波探査においては、海底下の浅部の地層には高周波（数百Hz～数kHz）の音波を、深部の地層には低周波（数十Hz）の音波をと、調査深度に応じて周波数の異なる音源を使い分けることで、浅部から、後期更新世より前に堆積した深部の地層まで調査できるようにした。

⁵³ 上記のようにして震源断層の位置・長さを評価するとともに（1 審被告準備書面（36）第2章第1の2、及び3（2）イ（ア））、断層の傾き（断層傾斜角）及び震源断層の幅（地震発生層の厚さ）を評価し（同書面第2章第1の3（2）イ（イ）及び（ウ））、これらをもとに震源断層面積を設定する。

(以上について、1 審被告準備書面 (3 6) 第 2 章第 1 の 2
(2) ウ (イ) b)

(b) 以上のようにして行った実際の海上音波探査の結果 (図表 1 0。

これは甲 476 号証 39 頁の図と同じものである) を見ると、同図表右側の 3 つの探査記録のいずれも、橙色の「C 層上面」が横切っているところ、その線の深さは最も深い (下寄り) ところでも海底下約 180 ～ 190m であり、評価に必要な反射面の深度まで探査できていることが分かる。



【図表 1 0 FO-B 断層に関する調査結果】

(c) 以上のとおりであり、島崎氏の証言は、本件発電所敷地周辺で行われた詳細な調査の妥当性を何ら左右しない。

c 島崎氏の見解は自身の研究成果とも矛盾すること

島崎氏は、自身が共同発表者となっている論文（島崎ほか（1986）⁵⁴）（乙260）において、「とりわけ浅海底の断層の場合，地層探査機（引用者注：海上音波探査の発振器及び受振器）によって地下構造を知ることができ，断層の位置や変位様式・変位量に関する情報を事前調査の段階で得ることができる」（乙260，84頁左段），「本研究のような浅海底の活断層調査が地震予知の基礎的研究として極めて有効であることが明らかとなった」（同87頁右段）とし，また，自身が共著している乙256号証においても，「陸上のように断層変位によってつくられた地形から，いわば間接的に活断層を推定するのではなく，音波探査記録から直接，断層が認定できる。これは海底活断層調査の利点である」「基本的に海底は堆積の場と考えてよい。すなわち，海底に現れた地表地震断層や地変の跡は，その上に次々と堆積物が覆いかぶさるので，地層の中に保存される。新しい地層が，切れ目なく堆積していく場所が海底なのである」（乙256，100～101頁）として，震源断層の調査にあたって海上音波探査を用いることの有用性を認めている。島崎氏の証言は，自身の研究成果とも矛盾するものである。

(ウ) 地層の堆積速度に関する島崎氏の指摘

島崎氏は，F O - A ～ F O - B ～熊川断層に関して，地層の堆積速度が速い箇所があるとし，「堆積速度が速くて証拠が消されるという意味では（引用者注：阿蘇カルデラと）同じです」と述べている（調書64頁）。

しかしながら，この島崎氏の指摘は，陸域と海域における調査方法の違いを混同したり，カルデラ地域と海域の堆積の仕方の違いを混同した

⁵⁴ 島崎邦彦ほか「海底活断層のボーリング調査による地震発生時長期予測の研究－別府湾海底断層を事例として－（予報）」，活断層研究No. 2，83-88頁

なお，この乙260号証は，乙188号証の1及び2（Shimazaki（1986））とは別の論文である。

りしている可能性がある（下記 a）。仮にそのような違いを混同することなく行った指摘であるとする、それは科学的に誤りであり（下記 b）、自身が発表した知見とも矛盾するものである（下記 c）。

a 断層活動の痕跡の調査に関して、陸域では、変動地形学的調査のように、地上のまさに表面に現れた痕跡（地表地震断層）の調査が重視されるところ、カルデラ地域のように火山からの噴出物が堆積しやすい地域では、1回の火山活動により大量に堆積すると地表地震断層が埋まってしまい、調査が困難になる可能性がある。一方、海域では、陸域のように海底の表面を調査するのではなく、海上音波探査等により海底の内部を探査しており、むしろ海底における堆積を利用して断層活動の痕跡を調査している。そして、海域ではカルデラ地域のように一度に大量の堆積が生じることはなく、長い年月をかけて徐々に堆積していく（その間に地震による変位が生じ、堆積した地層に断層活動が記録されていく）ことから、上記のような調査方法により、断層活動の年代を特定できるのである。島崎氏はこれらのことを混同している可能性がある。

b 島崎氏の指摘が上記の違いを理解した上でのものであるとする、それは科学的に誤りである。

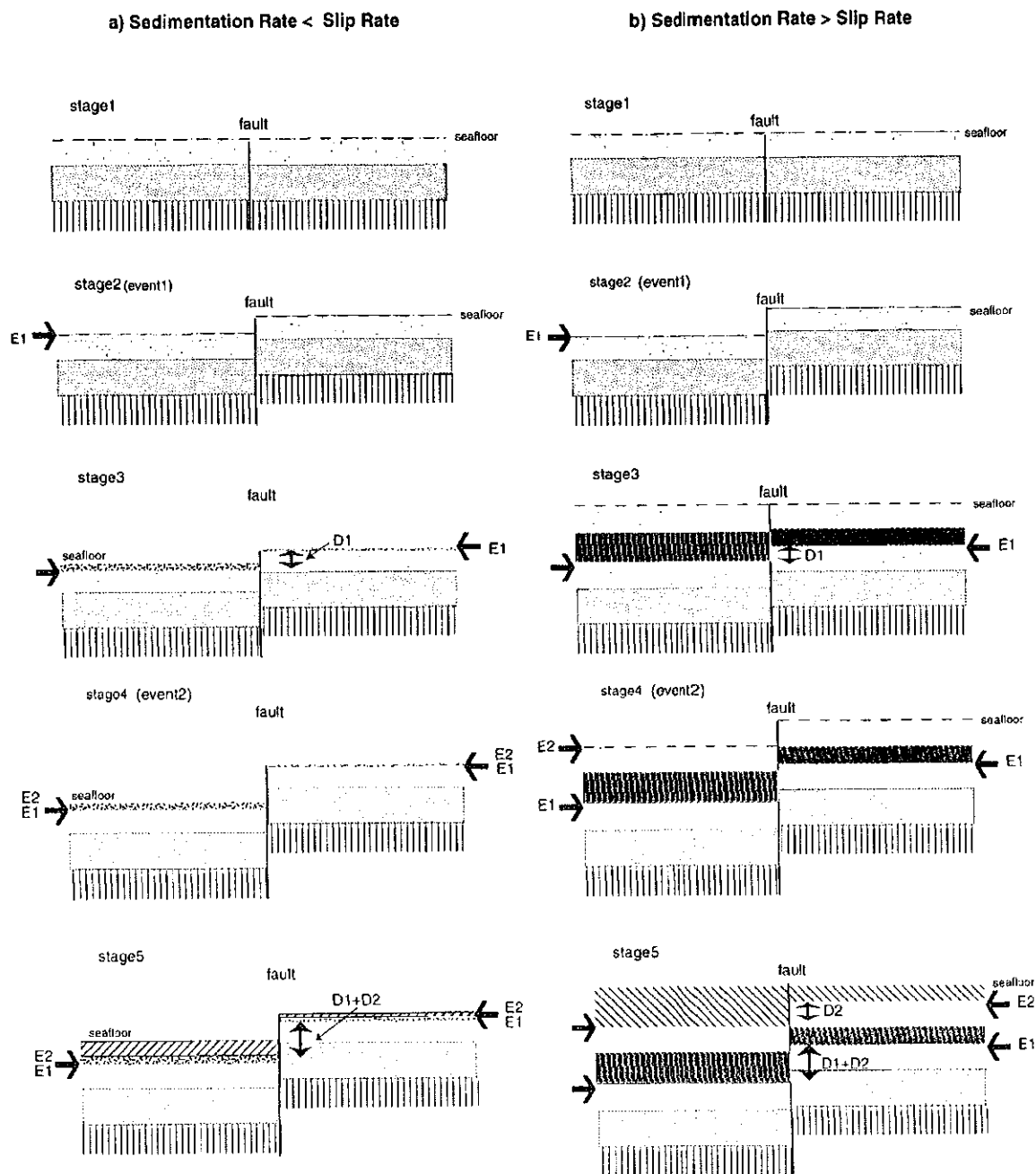
すなわち、地層の堆積が速くなると、むしろ地層の中に断層活動の痕跡がより明瞭に残りやすくなり、堆積速度が遅い場合と比べて、断層活動の分解能（断層の活動履歴をどれだけ詳細に調査できるかの程度）は向上するとされている（荒井（2000）⁵⁵（乙261）、49頁要旨第2段落、52頁左段第1段落）。

敷衍すると、図表 1 1（乙261、51頁、第1図）において、堆積速度

⁵⁵ 荒井晃作「浅海域と湖沼域の活断層調査－これまでの研究と今後の課題－」地質調査所月報、第51巻第2/3号、49-58頁

が遅い場合（左側の a の図）と速い場合（右側の b の図）を比べると、速い場合は、1 回目の地震（E 1）以降の堆積によって E 1 による断層の変位が埋められて⁵⁶から 2 回目の地震（E 2）が生じるため、1 回目の地震による変位量（D 1）と、1 回目の地震と 2 回目の地震による合計変位量（D 1 + D 2）が明確に地層に現れ、2 回目の地震による変位量（D 2）を解析しやすいのに対し、堆積速度が遅い場合は、E 1 以降の堆積によって E 1 による断層の変位が埋められる前に E 2 が発生してしまうことから、D 2 を解析しづらいことが分かる。

⁵⁶ 図表 1 1 の右側 b の上から 3 段目の断面図を見ると、濃い色の層が、断層（fault）の左右同じ高さまで積もり、E 1 で生じた断層の変位が埋められていることが分かる。



第1図 堆積速度と変位速度の違いによる活断層の見え方の違い。a)：堆積速度が小さい場合で、堆積物が断層の変位を埋積する前に、次のイベントが生じる。b)：堆積速度が大きい場合で、断層の変位を埋めてから次のイベントが生じるため、コア試料による活断層の活動度の解析には理想的である。E1：初めのイベント、D1：初めのイベントによる変位量、E2：2番目のイベント、D2：2番目のイベントによる変位量。

(乙261, 51頁より)

【図表 1 1 堆積速度の違いによる断層活動の分解能の違い】

そして、荒井（2000）によると、「内湾などの閉ざされた海域では、

堆積速度が大きいために時間分解能が高い」「音波探査によって構造が見えやすく、高分解能の音波探査が可能である」とされているのである（乙261，52頁右段，4）。

- c この点，島崎ほか（1986）（乙260）においても，「海底活断層の場合，海底堆積物の堆積速度が断層の平均変位速度を大きく上回れば，断層変位は堆積物の構造中に欠落することなく累積的に保存される」（乙260，83～84頁）として，島崎氏自身，堆積速度が速い方が，断層変位がより明瞭になるとの知見を示しているのである。島崎氏の指摘は，自身が発表した知見とも矛盾していることになる。
- d 以上のとおりであるから，F O－A～F O－B～熊川断層の海域において，仮に島崎氏の言うとおりに地層の堆積速度が速い箇所があるとしても，その場合は，むしろ「情報は消されない」ことになるのであって，島崎氏の指摘は科学的に誤りである。

（エ）本件発電所の地震動評価における震源断層の把握についての小括

以上に照らしても，1 審被告の原子力発電所に係る基準地震動の評価において，震源断層の過小評価に陥るといった島崎氏の指摘はおよそ当たらず，十分に保守的な評価が実際になされていることは明らかである。

この点，原子力規制委員会では，平成29年4月26日の第6回会議において，熊本地震が「断層モデルを用いた手法による地震動評価」の手法に与える影響の有無についての原子力規制庁の分析結果（乙242）について議論した際，本件発電所の地震動評価ケース（乙242，参考2）について，「そもそもF O－A～F O－Bプラス熊川ということで，長さを35キロメートルから63キロメートルに長くしているということと，プラス，そもそも・・・アスペリティ，いわゆる強震動領域を敷地により近づけてやるとか，こういう保守性を考慮してございます。ですから，現状の評価としては，地震動

については、現状でも十分な評価が行われているというのが実情でございます」(乙243, 14頁)として、本件発電所の地震動評価においては、震源断層パラメータの設定において保守性が考慮されていることから、適切な地震動評価が行われているとしている。

1 審被告による地震動評価の保守性に関しては、大阪高等裁判所の決定(乙248)においても、「抗告人(引用者注：1 審被告)は、本件各原子力発電所(同：高浜発電所)に係る基準地震動の評価に当たって・・・震源断層を保守的に評価している」ことから、「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」(乙248, 174～175頁)として島崎氏の指摘は採用されなかったものであり、この判示は、高浜発電所と同様に震源断層を保守的に評価して策定している本件発電所の基準地震動についても当然妥当する。

(4) 島崎氏の検討には、地震波や地殻変動の観測方法や解析手法が発展する以前の、古い年代の地震のデータが多用されていること

ア 島崎氏の検討には、濃尾地震、1930年北伊豆地震(以下、「北伊豆地震」という)、1927年北丹後地震(以下、「北丹後地震」という)、1943年鳥取地震(以下、「鳥取地震」という)、1945年三河地震(以下、「三河地震」という)といった、古い年代の地震のデータが多用されている(甲193, 甲297, 甲298, 甲331, 657～658頁, 甲450)。

イ しかし、これらの地震は、地震波の観測やGPS⁵⁷のネットワークが充実したり(下記(ア))、地震波や地表変動の解析手法が発展したりする(下記(イ))よりも前の時代に発生したものであり、島崎氏が検討の際に参照した各地震に関する論文も、この解析手法の発展途上の時代に発表された

⁵⁷ GPSとは、Global Positioning System(全地球測位システム)の頭文字を取ったものである。

ものである（下記（ウ））。そのように古い年代の地震について、観測方法や解析手法が発展する前の論文に基づくことから、島崎氏の検証結果は科学的に適切であるとは評価し難いものである。

（ア）地震波の観測体制やG P Sのネットワークの充実

- a 地震波の観測に関しては、世界中になるべく均一に同一特性の地震計を展開し、得られる記録を広く配布利用するとの目的で、1960年代から、米国沿岸測地局が、当時の共産圏を除く世界約120箇所に世界標準地震計による観測網（W W S S N）を展開した。このW W S S Nにより得られた記録は、地震の破壊過程や地球の内部構造の研究等、地震学の進歩に大きく貢献した。

日本では、1932年の関東大震災当時すでに80箇所以上の地震観測点があり、地震後も観測施設の増強が行われるなどしてきたが、1995年の兵庫県南部地震を契機に新たな観測網の整備が進められた。地震本部により強震観測網（K - N e t）、基盤強震観測網（K i K - N e t）、高感度基盤観測網（H i - N e t）等の整備が進められ、気象庁や地方自治体により強震計の機能を持つ計測震度計の展開も進められた。その結果、日本列島全体では現在、高感度の地震観測点が約1000点、強震動や震度の観測点は3000点以上に達し、世界で最も高密度な地震観測が行われる地域になっている。

- b また、測地測量に関しては、従来から三角測量や水準測量により地表の変動を把握する取組みが行われていたが、1980年代にG P Sが登場し、日本でも1985年頃から地震予知計画事業において導入が進められた。G P Sが地殻変動の観測や震源断層の破壊過程の解明に極めて有効であることが確かめられたため、1996年には国土地理院の国内観測網が大幅に増強され、G P S連続観測網として稼働した。

(以上 (ア) について、乙262、「地震の事典」34～35頁、316～317頁)

(イ) 地震波や地表変動の解析手法の発展

a 地震波の解析に関しては、1960年代以降、矩形断層による均質な破壊を仮定した震源モデルが提案された。ハスケルモデルは、そのような均質なすべりを仮定した震源断層モデルの代表例であるが、同モデルのような簡単なモデルは、実際に発生した地震の地震波の長周期成分についてはよく説明するが、短周期成分を説明することが困難であるなどの問題があった。これは、実際の大地震では、震源断層が不規則に破壊するため、観測される地震波も、ハスケルモデルから予想されるものよりずっと複雑であったためである。この点、島崎氏も、ハスケルモデルのような、均質なすべりを仮定したモデルは、「今は普通は使いませんね」(調書37頁)と述べている。

b そこで、震源断層の不規則な破壊過程を調べる方法として、震源断層を破壊過程の重ね合わせとみなし、観測波形に理論波形が最もよく合うように、破壊要素の震源断層パラメータを求める方法が考案された。これが波形インバージョンと呼ばれるもので、1980年代に急速に進展した。これにより、地震波の短周期成分をも説明できるような、物理的実体を考慮した、より精密な震源モデルとして、不均質なすべり分布を仮定したモデルが研究されるようになった。この点、島崎氏も、地震が発生する際の震源断層面のすべりは不均質に分布しているというのが現在の地震学における理解であると証言している(調書35頁)。

そして、上記(ア)のとおり兵庫県南部地震以降、地震観測網の高密度かつ全国的な整備が急速に進んだところ、これらの記録を用いる

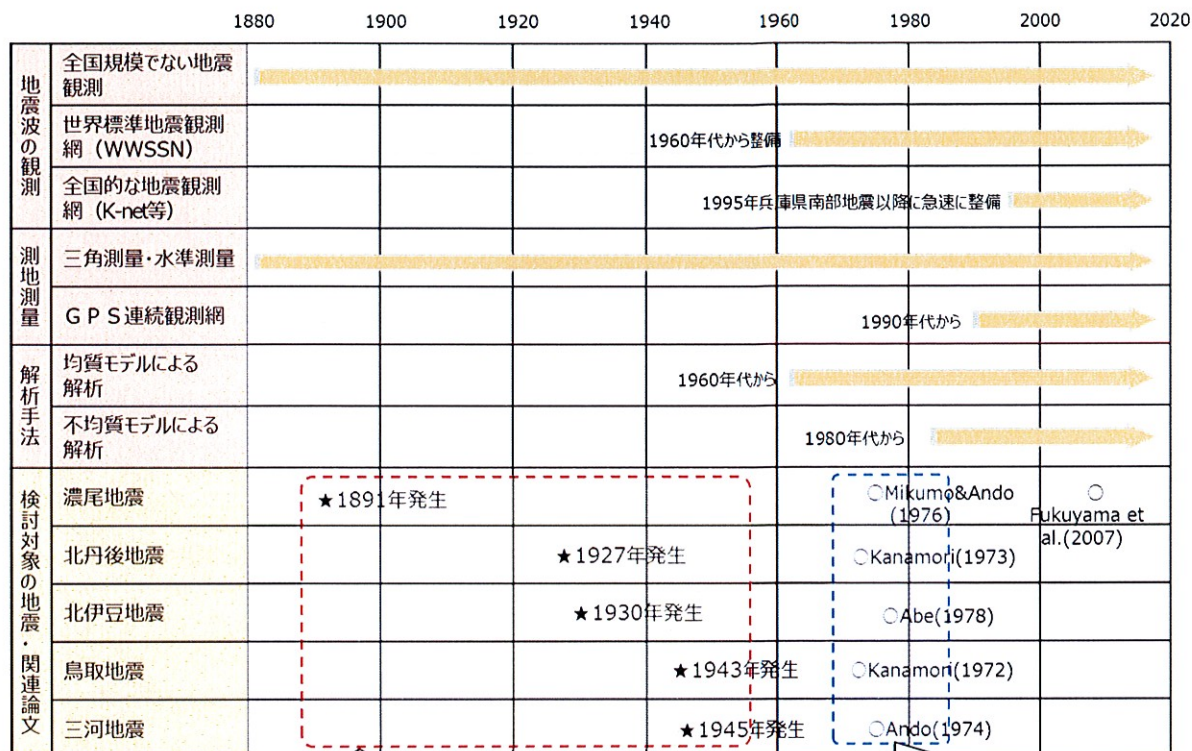
ことで、波形インバージョンの性能も向上した。

- c また、地表変動の解析に関しても、上記のとおりGPSの連続観測網が稼働したこと等により、地震の際の詳しい地殻変動の空間分布が分かるようになると、それを用いて震源でのすべり量の分布等を詳しく推定できるようになった。これを測地インバージョンという。

(以上 (イ) について、乙262, 216頁, 276～277頁, 315頁)

(ウ) 島崎氏が検討に用いた地震の発生時期及び論文の発表時期

地震波の観測体制やGPSのネットワークの充実、及び地震波や地表変動の解析手法の発展については以上のような歴史をたどってきたところ、島崎氏が検討対象としている濃尾地震、北伊豆地震、北丹後地震、鳥取地震、三河地震は、1891年～1945年に発生したものであり、上記の充実・発展よりも前の時代に発生したものである(図表12)。



これらの地震の発生当時は、地震波の観測体制が近年のように整備されておらず、また、測地測量についても三角測量・水準測量に頼っていた。

これらの論文では、均質モデルを用いて、かつ地震波の観測体制やG P S のネットワークが充実される以前の少ない情報（地震記録、測量結果）をもとに解析が行われ、地震モーメントが推定されている。

【図表 1 2 観測体制や解析手法の充実・発展と、

島崎氏が検討に用いた地震の発生時期及び論文の発表時期】

そして、島崎氏は、上記各地震の検討において、Kanamori (1972)⁵⁸、Kanamori (1973)⁵⁹、Ando (1974)⁶⁰、Abe (1978)⁶¹等を参照しているところ、これらの論文もまた、上記の充実・発展よりも前の時代に発表されたものである（上記図表 1 2）。このため、これらの論文においては、島崎氏自身も「今は普通は使いません」（調書37頁）と述べる、均質なす

⁵⁸ Kanamori, H. 「Determination of effective tectonic stress associated with earthquake faulting. The Tottori earthquake of 1943」, Phys. Earth Planet. Inter., 5, 426-434頁

⁵⁹ Kanamori, H. 「Mode of Strain Release Associated with Major Earthquakes in Japan」, Annual Review of Earth and Planetary Sciences, Vol. 1, 213-239頁

⁶⁰ Ando, M. 「Faulting in the Mikawa earthquake of 1945」, Tectonophysics, 22, 173-186頁

⁶¹ Abe, K. 「Dislocations, source dimensions and stresses associated with earthquakes in the Izu peninsula」, J. Phys. Earth, 26, 253-274頁

べりを仮定した震源断層モデル（北伊豆地震及び鳥取地震はハスケルモデル。調書42頁）により、（上記のとおり地震波の観測やGPSのネットワークが充実される以前の少ない情報をもとに）解析が行われ、地震モーメントが推定されているのである。

この点、地震モーメントは、長周期の地震波の振幅と比例することが理論的に確認されており、長周期の地震波を詳しく解析することで地震モーメントを精度良く決定できるため、現在では、地震の規模の尺度として地震モーメントが最適であると考えられているが、コンピュータが発達していなかった時代では実用的ではなかったとされている（乙262, 53頁）。

上記に関しては、入倉氏も、島崎氏の検討における各地震の断層面積の推定値の根拠となった「Abe (1978) やKanamori (1973) の論文を確認すると、それらは一様なすべりの断層モデルを設定し、地表の変形量を計算し、地表の変形量の実測データ（測地データ）と比較して、断層面の変形を推定したものです」（乙189, 3頁）と指摘している。

ウ 上記で述べた、地震波の観測やGPSのネットワークの充実、地震波や地表変動の解析手法の発展については、島崎氏もその歴史を認めているところである（調書35～38頁, 40～43頁）。

また、検討に用いた地震の発生時期及び論文の発表時期に関しても、島崎氏は、自身が共同発表者となっている論文（山中・島崎（1990）⁶²。乙187の1, 乙187の2）において、世界標準地震観測網（WWSSN）の開始前に発生した地震の地震モーメントは正確性の観点から利用できないことが多いため、1963年より前の地震は検討に用いないとしている（乙187の1,

⁶² Yamanaka, Y., Shimazaki, K. 「Scaling Relationship between the Number of Aftershocks and the Size of the Main Shock」 Journal of Physics of the Earth, Vol. 38, No. 4, 305-324頁

306頁最終行～307頁2行目、乙187の2、3頁、調書41頁)。つまり、島崎氏は、上記の各地震（濃尾地震、北伊豆地震、北丹後地震、鳥取地震、三河地震はいずれも1963年より前の地震である）の地震モーメントを検討に用いることの問題点を、十分に認識しているのである。

実際、島崎氏は、原子力規制委員会の田中委員長らとの面談において自らの検討結果を説明する際、北丹後地震、北伊豆地震、鳥取地震のデータについて、「これが指摘している北伊豆地震だとか、鳥取地震だとか、北丹後地震のデータになります。当時は細かいデータがなかったので決定的なことは言えないのですけれども」（乙247、別紙9頁）と前置きして、参照した知見の正確性に自ら留保を付していたのである。

エ 以上のとおり、島崎氏による過去の地震に関する検討においては、熊本地震を除き、最新の科学的・専門技術的知見が得られる前の時代のデータが多く用いられていることから、それらをもとにした検討結果を理由とする議論がどこまで科学的合理性を有するかは大いに疑問が残る。

オ なお、島崎氏は、証人尋問において、北丹後地震、北伊豆地震、鳥取地震に関する各論文における地震モーメントの算定方法について、「地表の断層長さや三角測量によるずれの情報などから、断層面積や変位量を推定して、断層面積とすべり量及び剛性率の積で計算するという方法で推定されたものではないですか」「断層面積と変位量、つまりすべり量と剛性率の積で地震モーメントが求められているのではないですか」と確認したところ、「そうではありません」「そこは違います」として明確に否定した（調書41～42頁）。

しかし、上記の各論文における地震モーメントの算定方法は、島崎氏自身が共著者となっている書籍（乙209）に記載されているところ、上記の証言は、当該書籍における記載と異なる。乙209号証によると、まず、北丹後地震については、Kanamori（1973）を引用して、「地震モーメント・・・は、

$M_0 = \mu U L W \cdots$ により計算している」(乙209, 156頁)として、地震モーメント (M_0) が、断層面積 (長さ (L) と幅 (W) との積)、すべり量 (U)、剛性率 (μ) の積で求めたとされている。また、北伊豆地震についても、Abe (1978) を引用して、「地震モーメント $\cdots$ は、 $\cdots M_0 = \mu U L W \cdots$ により計算している」(同165頁)とされており、鳥取地震についても、Kanamori (1972) を引用して、上記と同様の方法で計算したとされているのである (同191頁)。

カ また、島崎氏は、証人尋問において、「均質モデルとして実際に起きた地震を解析して、これらの人たち (引用者注: Kanamori (1972) 等の発表者) が求めた断層の長さは、実は事前に設定される断層の長さに近いものがあるということが言えます」と証言した (調書15頁)。しかし、その根拠について質問すると、「いやいや、見れば分かります、そのとおりです。少なくとも、そこに見る限り」と極めて曖昧に述べるのみで、そのような知見を示した論文もなく、自ら論文を発表したこともないとしており (調書65～66頁)、その証言内容の科学的な根拠は何ら示されていない。

(5) その他の問題点

これまで述べてきたとおり、島崎氏の見解には、証人尋問におけるその核心部分の撤回や自らの論文における記載との齟齬など、変遷や矛盾が見受けられるが、それ以外にも、以下のとおり信用性を疑わせる事情がある。

ア 島崎氏の見解が、数少ない事例をもとにしたものに過ぎないこと

島崎氏の学会発表概要 (甲451) では、「断層面積や断層長は地下構造によって制限される。 $\cdots$ 事前に、断層が並走する震源モデルを想定する可能性は皆無といって良い。しかし地震後には (引用者注: そのような震源モデルが) 提案され、総断層長や総面積を用いて (同: 入倉・三宅式のよ

うな) 経験式が作られ、地震モーメントを過小評価する原因となる」(甲451, 第1段落)とされている。

この見解に関し、証人尋問において、入倉・三宅式を提案した入倉・三宅(2001)(乙75)や同式の合理性を検証した宮腰ほか(2015)(甲448)において収集されている地震のうち、関係式が作られる際に地震モーメントの過小評価が生じる原因として島崎氏が指摘した、①「地下構造によって制限され」た地震、②「断層が並走する震源モデル」となっている地震はどれかとの質問したのに対し、島崎氏は、①については熊本地震を挙げた(調書70頁)。しかし、同地震は、上記の両知見の発表後の地震であり、同氏のいう入倉・三宅式の過小評価の原因とはなり得ない。また、②については、質疑応答を重ねたのち、結局、福島県浜通りの地震の1つだけであることを認めた(同頁)。このように、この見解の根拠となる具体的な事例は、極めて限られたものに過ぎない。

しかも、島崎氏は、上述のとおり、熊本地震の震源断層について不均質なすべり分布を前提とするモデルが複数提案されているにもかかわらず、それらを用いて入倉・三宅式の妥当性を検証したこともなければ(上記(2)イ(ウ)。調書58頁)、上記の宮腰ほか(2015)の内容の妥当性を検証したこともないとしており(調書45～46頁)、各種知見から自説の合理性を確認するといったことも行っていない。

イ 島崎氏の見解が、他の専門家からの検証を受けたものではないこと

また、島崎氏は、入倉・三宅式による過小評価の問題に関して、地震学、強震動地震学、変動地形学、地形学、活断層学などの専門家と、全く意見交換したことはないと述べており(調書68頁)、独自の見解にとどまるものである。この点、入倉氏は、「強震動データを用いた2016年熊本地震の解析結果と入倉・三宅(2001)式との比較など、詳細な分析を抜きにして、入

倉・三宅（2001）を誤りと主張することは、科学論文として相応しくない」（乙190、10頁）として、島崎氏の見解を強く批判している。

ウ 島崎氏の論文が、他の専門家による査定を経た査読論文ではないこと

さらに、島崎氏の見解の根拠となる論文は、学会発表や雑誌記事であるところ、それらは、内容について専門家による査定を経て受理された査読論文ではなく、他の専門家によるチェックを経たものではない（調書35頁）。実際、その内容は、上記のとおり検討対象とする地震の選定基準に客観性がない上、前提とした数値の根拠や計算過程等が不明であるなど、確たる科学的知見とは評価し難い。

（6）島崎氏の見解の不合理性についてのまとめ

以上で述べたとおり、島崎氏の検討は、関係式の成り立ちを踏まえた値を代入しなければ、その結果は過小にも過大にもなり得るという当然の結果を示したものに過ぎず、これをもって入倉・三宅式が過小評価をもたらすとすることはできない。

もとより入倉・三宅式は科学的合理性を有しており、入倉・三宅式が武村式等と比べて地震モーメントを過小評価する旨の島崎氏の従前の見解（関係式自体の問題）は、科学的に不合理なものであった。同氏も、現在は、上記の見解を維持しておらず、入倉・三宅式が科学的合理性を有していることは、同氏も認めるところである。

そして、島崎氏の、「地震発生前の情報」による断層長さを与えた場合に限っては、入倉・三宅式は地震モーメントの過小評価をもたらすとの見解（事前推定の問題）に関しても、様々な知見や詳細な調査を基にすることで震源断層の長さや幅を保守的に想定することが可能であり、地震モーメントが過小評価となることはない。

また、島崎氏の検討には、その正確性に留意すべき古い時代の地震のデータが多用されており、それらを元にした検討結果から、科学的に適切な結論が得られるとは評価できない。

5 島崎氏の見解に対する原子力規制委員会の見解について

島崎氏は、原子力規制委員会に対し、本件発電所の地震動評価で対象としているF O - A ~ F O - B ~ 熊川断層は断層面が垂直であり、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、武村式など他の方法での地震動評価を検討すべきとして、同発電所の基準地震動の見直しを求めた（甲345、23頁⁶³）。

しかし、これを受けた原子力規制委員会における議論では、入倉・三宅式の算定に用いる震源断層を事前に把握することはできないとの主張に根拠はないとされた（下記（1））。また、震源断層を詳細に調査する場合、入倉・三宅式を含むレシピの「（ア）の方法」を用いて地震動を評価することが合理的であり、武村式を用いた試算が不合理なものであるとして（下記（2））、本件発電所の基準地震動を見直す必要はないと結論付けられた（下記（3））（なお、入倉・三宅式を用いると熊本地震の地震モーメントの評価が過小となったとの主張についても根拠がないと結論付けられたことは、上記4（2）イ（ウ）で述べた）。

島崎氏の見解の不合理性については既に詳述してきたが、この原子力規制委員会の結論を踏まえれば、その見解が不合理であることはなお一層明らかである。

（1）原子力規制委員会が、入倉・三宅式の算定に用いる震源断層を事前に把握することはできないとの島崎氏の見解について、根拠がないとしたこと

島崎氏は、原子力規制委員会に対し、熊本地震の地震モーメントを入倉・

⁶³ この甲345号証23頁は、甲334号証、及び甲336号証の8頁と同じ内容である。

三宅式で適切に評価するには震源断層長さが57km必要であるところ、実際には断層長さは30km、35kmとされていることから、事前に把握できる震源断層の長さを同式に代入して得られる地震モーメントの値も小さくなるとして、同式は地震モーメントを過小評価するものであると主張した。

これに対し、原子力規制委員会は、島崎氏の見解には根拠がなく、入倉・三宅式は地震モーメントを過小評価することはないとした。

ア 島崎氏は、熊本地震の断層長さについて、30km、35kmといった値を挙げているところ、この断層長さは、熊本地震に関する研究成果等を参照したものと思われる⁶⁴。

しかしながら、上記4（3）ウ（イ）で述べたとおり、地震本部は、布田川・日奈久断層帯で将来発生する地震の震源断層について、上記の研究成果等における長さを大きく上回る長さを想定しており、その長さは最長約100kmにも及ぶ（乙164、3頁、5頁、8頁）。また、その位置についても、実際に発生した熊本地震の地表地震断層（乙197、39頁⁶⁵、44頁⁶⁶）とほぼ同じ位置を想定していた（乙164、12頁）。これらの事実にも照らしても、熊本地震の震源断層の長さを「地震前に57kmと言う人はいない」（甲345、23頁）などとする島崎氏の見解は客観的事実に反する。

イ 以上に関する原子力規制委員会の議論において、石渡委員は、「断層の長さとか、あるいは面積でもいいのですけれども、これが同じ場合、武村式による地震モーメントを計算すると入倉・三宅式よりも大きくなりますと

⁶⁴ 断層長さ30kmについては、上記で述べた、地表地震断層を用いたモデル（約31km）を指すと思われる。また、断層長さ35kmについては、上記で述べた、国土地理院均質モデルのうち「暫定解2」（合計値35.3km）を指すと思われる。

⁶⁵ 国立研究開発法人産業技術総合研究所「2016年熊本地震に伴って出現した地表地震断層」の第1図及び第2図。

⁶⁶ 上記4（2）イ（ア）で述べた、熊原氏の「2016年熊本地震の地表地震断層の分布とその特徴」。

いうことは、・・・15年前の入倉・三宅論文にはっきり書いてある⁶⁷ことで、これは既知の、既にわかっている事柄であります。これまで我々の、原子力規制委員会、原子力規制庁の地震動評価、基準地震動の策定に当たっては、そういう様々な不確かさを考慮して、安全を見込んだ数値を採用してきている」（乙249，18頁）と述べ、各関係式の成り立ちに留意することなく単純に同じ断層長さを与えた場合に入倉・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に留意した上で、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が行われているため、入倉・三宅式を用いることが地震モーメントの過小評価につながるものではないと結論付けている。

これに対し、各委員からも島崎氏の見解に賛同する発言はなく、原子力規制委員会は、入倉・三宅式により算定した地震モーメントが過小評価になるとの島崎氏の見解を採用しなかった。

（2）原子力規制委員会が、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、合理的であり、他の方法による必要はないとしたこと

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159，1頁。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。

しかしながら、原子力規制委員会は、①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

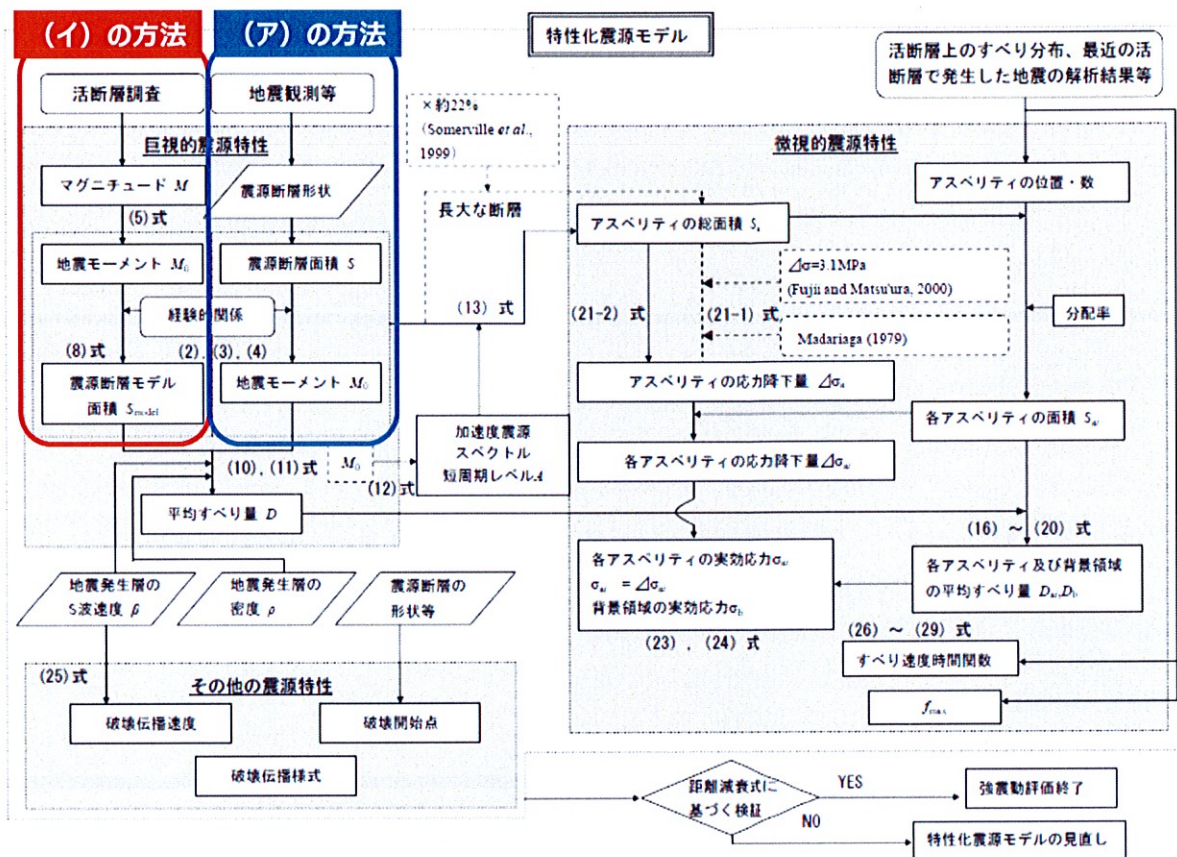
⁶⁷ 入倉・三宅（2001）において、同一の「断層面積が与えられたとき、武村（1998）の式による地震モーメントは他の関係式に比べて約2倍程度大きく推定され」る（乙75，859頁）とされている。

合理的であって、他の方法による理由はないとし（下記ア）、②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結論付けた（下記イ）。以下、具体的に述べる。

ア レシピの「(ア)の方法」を用いることが合理的であること

(ア) 島崎氏は、原子力規制委員会に対し、地震モーメントの計算に用いられるのは、入倉・三宅式によって地震モーメントを算出して地震動評価を行うレシピの「(ア)の方法」だけではないとして、地震本部のレシピの「(イ)の方法」と中央防災会議の方法による地震動評価を例示した（乙247，別紙9頁）。

(イ) ここで、レシピの「(ア)の方法」と「(イ)の方法」について改めて説明する。「(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」（甲422，3頁）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5頁），つまり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（図表13。1審被告準備書面（32）37～38頁）。



(甲422, 41頁, 付図2に一部加筆)

【図表 1 3 レシピの「(ア) の方法」と「(イ) の方法」】

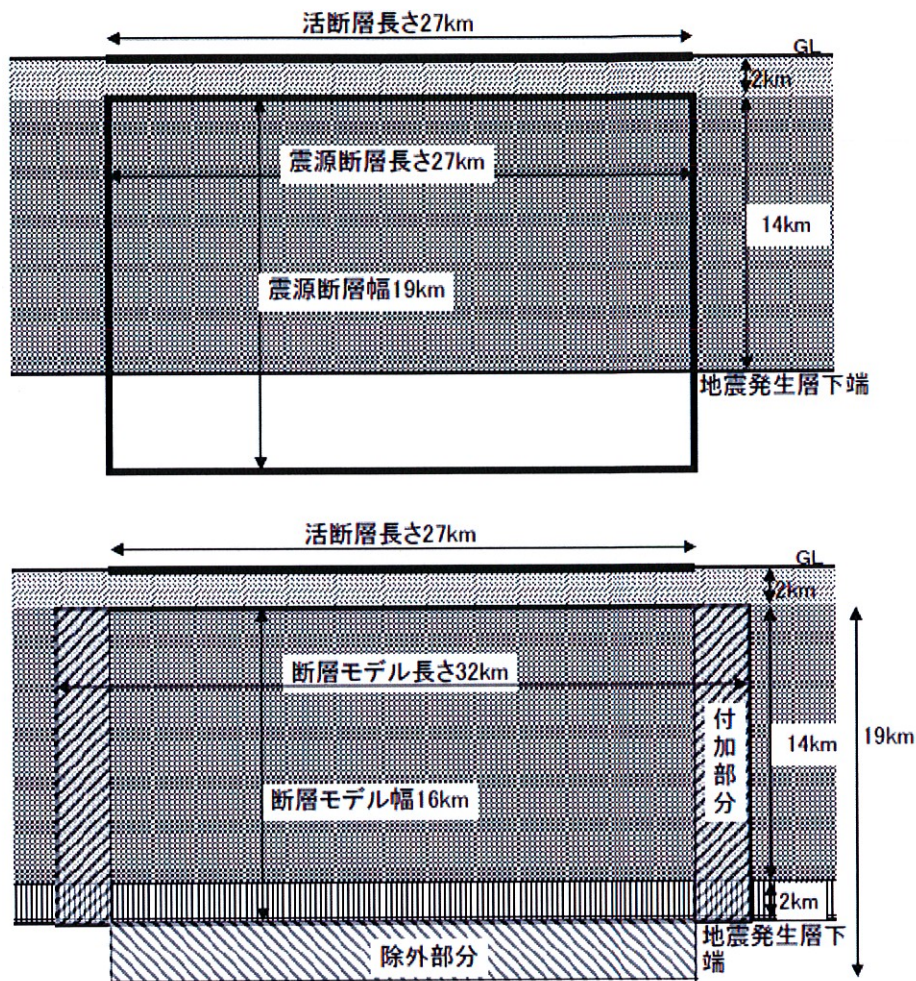
この「(イ) の方法」は、地震本部の長期評価のように「約100余りの主要活断層帯で発生する地震の強震動を一括して計算するような場合・・・一部の断層パラメータの設定をやや簡便化した方法が作業上有効と考えられる」(甲56, 付録3-1頁)として提案されたものである。

(ウ) この「(イ) の方法」では、断層長さから地震規模を求め、この地震規模に適合する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、断層長さからマグニチュード (M) を、マグニチュードから地震モーメント (M_0) を順次求め、既往の知見により、この地震モーメントに適合するように震源断層面積 (震源断層モデル面積 S

model) が算定される。次に、この算定された震源断層面積から、すでに得られている断層長さを用いて断層幅を算定する（震源断層面積を断層長さで割る）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（図表 1 4, 上の図）には、断層幅を地震発生層を越える一定限度（2km）までで止め、この一定限度（2km）を越えた部分（長さは当該断層の長さ。同図表, 下の図の「除外部分」）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し、震源断層モデルを設定することとなる。すなわち、一定限度（2km）を越えた部分は、震源断層面の長さ方向に付加される（同図表, 下の図の「付加部分」）。その結果、震源断層長さとして、当初得られた地表の活断層とは異なる数値が設定され、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159, 13～14頁）

つまり、「(イ)の方法」による場合、震源断層の長さ、幅等を仮想的に調整して震源断層モデルを設定するため、既に震源断層の長さ、幅等の詳細な情報を有している場合でも、それらを直接地震動評価に用いることができず、逆に、既に有している情報と一致しない長さ、幅等の震源断層面を設定して地震動評価を行わざるを得ない。



(乙159号証, 14頁より)

【図表14 「(イ)の方法」における断層長さと幅の調整例】

(エ) 次に、中央防災会議の方法とは、「松田式（松田，1975）⁶⁸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159，15頁）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

⁶⁸ 松田式とは、松田（1975）（乙99。松田時彦「活断層から発生する地震の規模と周期について」地震第2輯，第28巻，269-283頁）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（乙99，271頁）をいう（1審被告準備書面（36）第2章第2の2（2）ア（ア）c）。

の調査結果等をもとにしてモデル化するものとされている（同頁）。

（オ） このように、上記の「（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り、原子力規制委員会もこの点を指摘しているところ（乙159, 2頁）、原子力発電所の基準地震動を策定する際には、詳細な調査によって震源断層の詳細な情報が得られることから（上記2（3））、当該情報を、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ことが合理的である。

すなわち、原子力発電所の基準地震動を策定する際には、震源として考慮する活断層の評価にあたって、調査地域の地形・地質条件に応じ、各種の調査手法を組み合わせて調査した上で、その結果から活断層の位置・形状・活動性等を明らかにすることが求められる（上記2（3））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。そうであるにもかかわらず、「（イ）の方法」等を採用した場合、上記のとおり得られた震源断層の詳細な情報を直接地震動評価に用いることができないばかりか、震源断層の幅や長さを仮想的に調整して震源断層モデルを設定することになるため、既に存在する詳細な震源断層（長さ、幅等）の情報と一致しない震源断層面を設定することになってしまう。

他方、「（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、詳細な調査に基づいて得られた震源断層の情報をより直接的に地震動評価に反映することができる。

そして、「（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おり（乙159, 3頁）、これらの事情を考慮すれば、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である。

(カ) 以上に関する原子力規制委員会の議論において、原子力規制庁は、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をそれぞれ紹介した上で、「原発の審査におきましては、震源断層の詳細な調査を求めておりまして、その結果を評価して、活断層の特に形状などが分かりますので、そこからその情報を使って地震動を求める際には、レシピの(ア)の方法を用いるのが普通であろう」(乙249, 9～10頁, 櫻田原子力規制部長), 「一方, (イ)の方法は、これは後からつけ加えたのですけれども、言ってみれば文献調査だけで断層を想定して地震動評価をやっていくという方法でございまして、原子力は従来から綿密な調査をやって、地表面だけでなく、地下の広がりまである程度見て地震動評価しているものですから、(ア)の方法を使ってやっている」(同16頁, 小林長官官房耐震等規制総括官)として、震源断層の詳細な情報を地震動評価に反映するにあたって、「(ア)の方法」が適当であるとの説明を行った。

これに対し、原子力規制委員会において異論は出なかった。

イ 武村式を用いた試算が不合理であること

(ア) 島崎氏の求めに応じて行われた試算の過程及び問題点について、原子力規制委員会は、以下のように整理した(乙159, 1頁, 3頁)。

- ・武村式を使う場合、本来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が、1審被告においてFO-A～FO-B～熊川断層の長さを、地表で確認できない長さ(本来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、上記断層の長さを63.4kmと設定して地震モーメントの計算を行った。

- ・その結果、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総面積が、震源断層全体の面積を上回るという科学的にあり得ない矛盾が生じた。
- ・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、1 審被告と同じ条件での試算を続けるために、アスペリティの総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の約3倍という、非現実的な値となった。
- ・以上を踏まえれば、この試算結果をもって本件発電所の基準地震動の妥当性を議論することはおよそ適切ではない。

(イ) そもそもレシピは、パラメータ間の関係式を用いながら多数のパラメータが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（1 審被告準備書面（28）19～20頁）。したがって、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た場合、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科学的合理性も失われる。上記の試算における著しい矛盾の発生は、相関関係を無視して一部の関係式を他の式に置き換えることが、地震動評価手法としての科学的合理性を失わせることを如実に物語っている。

(ウ) 原子力規制委員会での議論においても、この試算結果については、「武村式というのは、断層の長さから地震モーメントを求めるという式でありまして、そこからさらに強震動を計算するという方法は確立されていないと考えます。今回、武村式から出た地震モーメントを無理に入倉・三宅レシピに入れて、地震モーメントの値だけを当てはめて試算をして

いただいたところ、いろいろな矛盾が生じたということがわかりました。」（乙249，17～18頁，石渡委員）など，地震モーメントを武村式によって計算し，その他の条件は従来そのままとして行う地震動評価は適切ではないとの意見が多数出された。そして，実際に原子力規制委員会は，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結論付けた。

結局のところ，島崎氏による武村式を用いた試算の提案は，「地震学の常識を破るようなこともあってもいいのだ」（同17頁，田中委員長）といった突飛な発想によるものに過ぎず，最新の科学的・技術的知見を踏まえて適切なものとして策定されるべき基準地震動（設置許可基準規則解釈別記2第4条5項，乙65，126頁）の地震動評価の当否を論じるに適さないものである。

（エ）なお，島崎氏は，武村式を用いた試算を重視すべき理由として，甲339号証（甲476，48頁）の各グラフにおいて，「入倉・三宅式」と「武村式」の加速度値（各グラフ左端に記載の値）を比べると「武村式」の方が約1.8倍大きいことを取り上げ，「3連動をする前は700ガルっていう値が基準地震動だったんです。3連動することによって，758ガルになったんですね。ですから，8パーセント強増えたんです。ところが，この式を（引用者注：入倉・三宅式を武村式に）変えることによって80パーセント増えるわけですよ。・・・桁が違うんです。」（調書28頁）「断層の長さを長くしても，基準地震動は大飯の場合，8パーセントしか変わりませんでしたけども，式を変えると80パーセント変わりますので，・・・長くすればいいという問題ではない」（同73頁）として，1審被告がF O－A～F O－B断層と熊川断層の連動（3連動）を考慮したことが何ら保守的な考慮でないかのように批判する。

しかしながら，上記で述べたとおり，そもそも入倉・三宅式を武村式