

島崎氏による問題提起の顛末 — 「結論ありき」で情報操作を行う原子力規制庁とそれを見抜けない原子力規制委員会

大阪府立大学名誉教授 長沢啓行 (生産管理システム)

1 国民の面前で演じられた原子力規制委員会によるドタバタ劇

前原子力規制委員長代理の島崎邦彦氏が退職後、「入倉式による地震動の過小評価」を学会で4度指摘したのを受け、原子力規制委員会は2016年6月16日、遂にその重い腰を上げて島崎氏と面会し、事態收拾に動いた。大飯3・4号の基準地震動を見直すかどうかは焦点になったが、「見直す必要なし」の決定—白紙撤回—再決定のドタバタ劇を演じた末、国民にキチンと説明することなく、わずか40日でその幕を閉じた。

その結果、明らかになったのは、入倉式によれば地震動が過小評価されるという事実に加えて、原子力規制委員会には地震動評価の専門知識を持った委員が皆無であること、原子力規制庁による地震動過小計算を見抜く能力に欠けていることであった。原子力規制庁が「結論ありき」で情報操作を行い、原子力規制委員会がそれを見抜けず、追認するだけになっているという恐るべき実態、「世界最高水準の規制基準による適合性審査」の余りにもひどすぎる実態が赤裸々に暴露されてしまったのである。しかも、それは、誰かの内部告発によってではなく、原子力規制委員会の本会議で白昼堂々と演じられた議論と決定そのものによってであった。

まず、そのドタバタ劇の事実を整理しておこう。

2014年9月18日 島崎邦彦氏が原子力規制委員を任期切れで退職

2015年5月28日 島崎氏が日本地球惑星科学連合大会で入倉式による地震規模の過小評価を批判（1回目）

2015年10月28日 島崎氏が日本地震学会で同様の批判（2回目）

2015年11月28日 島崎氏が日本活断層学会で同様の批判（3回目）

2016年4月14日 2016年熊本地震の前震M6.5が発生、4月16日に本震7.3が発生

2016年5月25日 島崎氏が日本地球惑星科学連合大会で再び同様の批判（4回目）

2016年6月10日 地震調査研究推進本部（以下「推本」とよぶ）が断層モデルのレシピを改訂し（以下「新レシピ」とよぶ）、「長大な断層」を定義し、電力会社が行ってきた「長大な断層」でない断層での応力降下量の設定法に制約を付す

2016年6月16日 田中俊一原子力規制委員長らが島崎邦彦氏と1回目の会見

2016年6月20日 原子力規制委員会が本会議で「大飯原発について地震動評価を行う」ことを決定

2016年6月23日 脱原発弁護団全国連絡会が新レシピに関する要請書を原子力規制委員会へ提出

2016年7月13日 原子力規制委員会が本会議で「武村式による地震動計算結果は基準地震動の範囲内」であり、「大飯原発について基準地震動見直しの必要はなく、これで結論が出た」と決定

2016年7月14日 島崎氏が田中原子力規制委員長へ抗議の手紙を提出し、記者会見で批判

2016年7月19日 田中俊一原子力規制委員長らが島崎邦彦氏と2回目の会見

2016年7月20日 原子力規制委員会が本会議で、規制委員自身の無知を棚上げにして、原子力規制庁による説明不足をやり玉に挙げ、7月13日の「結論」を白紙へ戻し、入倉式や武村式以外の推本のレシピ（イ）（本論でいう「修正レシピ」をさす）や中央防災会議の方法も検討するよう原子力規制庁へ指示

2016年7月27日 原子力規制委員会の本会議で、新たな試算結果が示されることは一切なく、原子力規制庁による「改ざんレシピ」が数式とポンチ絵で説明されたが、委員からはその改ざんレシピそのものの妥当性や推本のレシピ(イ)の適用可能性に関する意見は出ず、7月13日の「結論」が再びそのまま了承された。

この一連のドタバタ劇の真相を詳述する前に、その前提となる島崎氏による問題提起そのものを再度要約し(より詳細は、若狭ネットニュース第161号[25]を参照されたい)、その正しさが10月の学会で2016年熊本地震の震源断層を評価することによって裏付けられたことを以下に示しておく。

2 島崎邦彦氏の問題提起と熊本地震によるその検証

前原子力規制委員長代理の島崎邦彦氏が一連の学会[27, 28, 29, 30]で行った「入倉式による地震規模の過小評価」の批判は次の通りであった。

垂直な横ずれ断層によるM7程度以上の地震を対象に、国内活断層に典型的な断層幅として $W = 14\text{km}$ と設定した上で、断層長さ $L[\text{m}]$ と地震モーメント $M_o[\text{Nm}]$ の関係式を次のように整理し、各式の係数を比べて、「(4)と他との差異は顕著で、同じ断層長で比較すると、地震モーメントは4倍程度異なる。一方、同じ震源モーメントで比べれば、断層長が2倍程度異なる。」[27, 28, 29]と批判したのである。

$$(1) M_o = 4.37 \times 10^{10} \times L^2 \quad (\text{武村, 1998}) [34]$$

$$(2) M_o = 3.80 \times 10^{10} \times L^2$$

(Yamanaka & Shimazaki, 1990) [38]

$$(3) M_o = 3.35 \times 10^{10} \times L^{1.95} \quad (\text{地震調査委, 2006}) [23]$$

$$(4) M_o = 1.09 \times 10^{10} \times L^2 \quad (\text{入倉・三宅, 2001}) [9]$$

その具体例として、1891年濃尾地震、1927年北丹後地震、1930年北伊豆地震、2011年4月11日福島県浜通りの地震、1943年鳥取地震、1945年三河地震、1995年兵庫県南部地震を取り上げ、地震モーメントの観測値と(1)~(4)の関係式による計算値を表1のように比較し、「例は少ないが(4)を用いると地震モーメントが過小評価される傾向が明らかとなった」[27, 28, 29]と結論づけている。

表1: 国内活断層による地震の地震モーメントの観測値と計算値 [$\times 10^{18}\text{Nm}$][28, 29]

地震発生年	観測値	(1)	(2)	(3)	(4)
1891年	180	210	180	130	52
1930年	27	32	28	21	7.9
2011年 ^(注)	11	17	14	11	5.5
1927年	46	48	41	19	12
1943年	36	39	34	18	9.8
1945年 ^(注)	10	19	17	9	19
1995年	24	45	39	20	11

注: 2011年福島県浜通りの地震では傾斜角60度、1945年三河地震では傾斜角を30度とし、(4)式の係数を傾斜角に応じて変えた。[28, 29]

その上で、「地震本部の強震動予測では、いわゆる改正レシピが使われており、(3)によって地震モーメントが予測され、(4)のもととなる入倉・三宅(2001)の式から断層面積が推定されている。昨年9月に発表された国土交通省の日本海における大規模地震に関する調査検討会の報告書では、日本海の『最大クラス』の地震による津波想定において、入倉・三宅(2001)の式により地震モーメントが推定されている。一方、原子力発電所の津波推定では(1)が使われている。」[27]と原子力カムラでの地震動評価が地震調査研究推進本部等の評価と異なっていることを具体的に指摘し、批判している。

当の入倉孝次郎氏は自身のホームページで6月22日、コメントを発表し(6月24日に修正最終版[12]を掲載)、入倉式の妥当性を主張する一方、その限界を認めていた。すなわち、複数地点での地震観測波形から地下の震源断層面上の不均質なすべり量を逆算(震源インバージョン)して求めた震源断層の広がり(断層長さ40~56km、断層幅16~20km)となり、「一定のばらつき(例えば 1σ)の範囲で、スケーリング則(入倉式)に合致している」と主張する一方、国土地理院が地表での地殻変動量の分析から推定した均質な震源断層モデルは長さ約35km、幅約13km(一部6.6km)であり、産業技術総合研究所が地表調査で明らかにした地震断層(地震で現われた地表のずれ)の長さは約34kmであったことから、「測地データから求めた均質な震源断層は過小評価になってしまう(つまり、入倉式に合わない)、という問題があります」と認めていたのである。

したがって、ここでの問題は、地震観測記録がなければ前者の不均質な震源断層の広がりはわからないということであり、地震が起きる前には活断層や変動地形などの測地データによって均質な震源断層を推定する以外にないということ、これを入倉式に適用すれば地震規模が過小算定されてしまうということである¹。

瀨瀬東大教授の熊本地震による検証

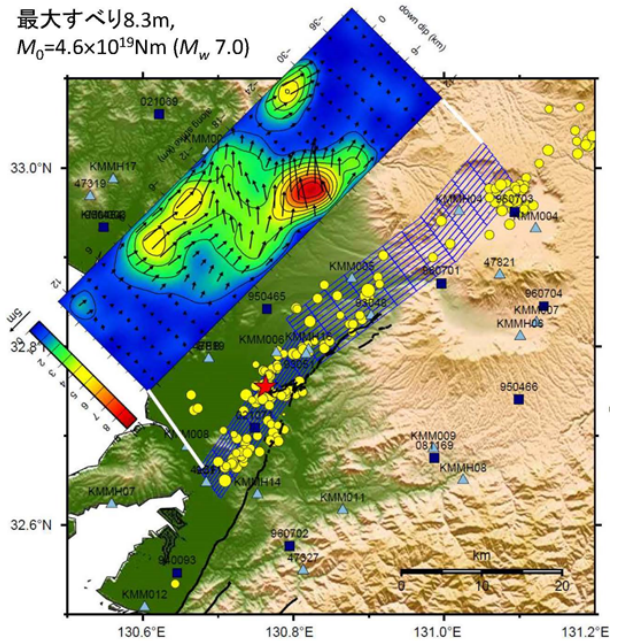
この点については、2016年10月5日の日本地震学会で、瀨瀬一起東京大学地震研究所教授が2016年熊本地震の震源断層評価に基づき、正確に検証している [21]。

瀨瀬氏は、小林・瀨瀬・三宅 (2016) の研究 [22] に基づき、「熊本地震 ($M_{JMA} 7.3$) に対して、まず長さ 54km、幅 16.5km の初期断層モデルを設定し、そのすべりの分布を強震・遠地・測地データのジョイントインバージョンによって求め」、「Somerville *et al.* (1999) の方法でほとんどすべっていない部分をトリミングして実質的な震源断層モデルを求め」ている。その結果が表2の諸元である。ジョイントインバージョンによるすべり分布は図1(a)[22]のように得られ、これをトリミングした結果が図1(b)の下のイメージ図である。この実質的な震源断層の面積 742.5km^2 と地震モーメント $4.6 \times 10^{19}\text{Nm}$ をレシピ (ア) の入倉式と比較すると、図2(A)のように「熊本地震の値をほぼ再現」している。「ほぼ再現」という意味は、断層面積 742.5km^2 から地震モーメントを入倉式で逆算すると $3.07 \times 10^{19}\text{Nm}$ (0.67倍) になり、地震モーメント $4.6 \times 10^{19}\text{Nm}$ から断層面積を入倉式で逆算すると 909.4km^2 (1.22倍) になるが、実際の値が入倉式の平均像からこの程度

¹入倉式と松田式など他の式との違いは対象とした地震データにおける断層幅の違いにある。若狭ネットニュース第161号の拙著 [25] の巻末注3で詳述したとおり、断層長さ地震モーメントの関係式では入倉式の元になった北米中心の地震データは松田式にもほぼフィットするが、国内地震データより断層幅が大きい。そのため、断層面積と地震モーメントの関係では国内地震データとの間に違いが生じている。この事実は入倉 [9] も論文中で認めていることだが、Somerville *et al.* (1993) [32] が指摘したように日本国内と北米等とで断層パラメータに大きな違いがあるのか、その原因は不明のままであった。今回、入倉は測地データによる均質な震源断層と震源インバージョンによる滑り分布との違いで説明しようとしているが、それで説明し尽くせるのかどうかは疑問であり、これまでに蓄積された地震データについて、アスベリティ面積や応力降下量など震源パラメータ全体に関する今後一層の解明が必要である。

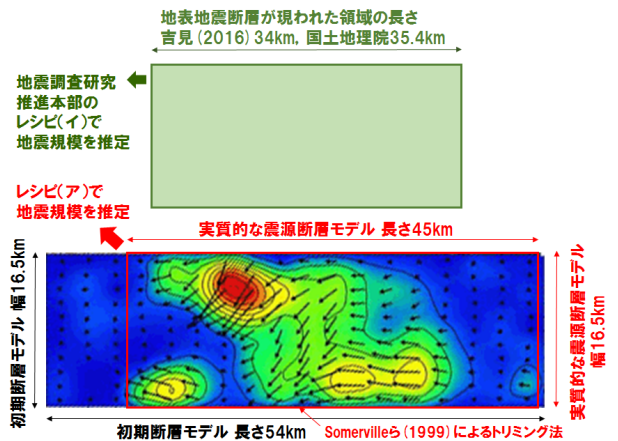
表 2: 震源断層の諸元 [21]

長さ	幅	面積	下端深さ
45km	16.5km	742.5km^2	15.95km
地震モーメント			
$4.6 \times 10^{19}\text{Nm}$			



最終すべり量とそのベクトルの分布。

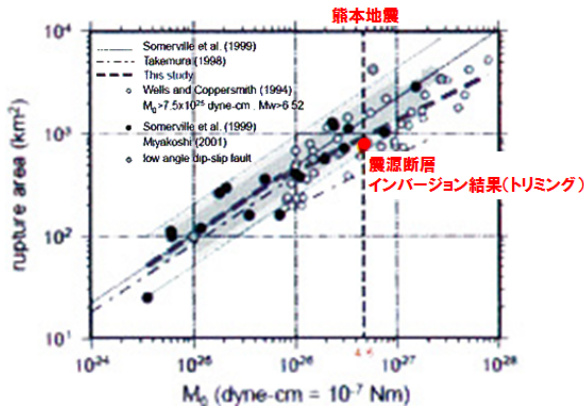
(a) 熊本地震の強震・遠地・測地データのジョイントインバージョンに基づくすべり量の分布 [22]



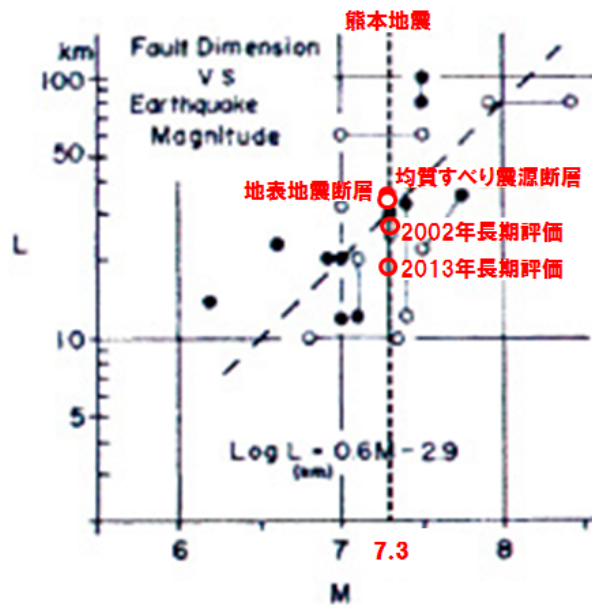
(b) 地表地震断層が現われた領域の長さ (上) とすべり量分布による実質的な震源断層のイメージ図 (下)

図 1: 熊本地震のジョイントインバージョンに基づくすべり量の分布 [22] とそのトリミングによる実質的な震源断層のイメージ図 (引用者) および熊本地震の地表地震断層が現われた領域の長さ [21]

ずれていてもバラツキ (誤差) の範囲内だということである。つまり、地震後に判明したすべり量分布に基づく実質的な震源断層に対して入倉式を適



(A) 入倉・三宅式と熊本地震の比較



(B) 松田式と熊本地震の比較

図 2: 瀧瀬一久教授による (a) 熊本地震のジョイントインバージョンに基づく実質的な震源断層と入倉・三宅式の比較および (b) 地表地震断層が現われた領域の長さ等と松田式の比較 [21]

用すると、平均像にほぼ整合する地震モーメントが得られる。これは、入倉氏自身が主張していたとおりである。ただし、ここでは平均像についての検証に留まっており、実際の値がこの程度に平均像からずれているということ、断層モデルによる地震動評価においては、他のパラメータのバラツキや偶然変動も重なって、地震学界において一般的に「倍半分」といわれる大きなバラツキが存在すること、このバラツキを原発の基準地震動設定時に考慮しなければ過小設定になるということを改めて示唆していると言える。

さらに、瀧瀬氏は、吉見 (2016) が「地表地震断層が現われた領域の長さを 34km と見積もって

いること、国土地理院 (2016) が「単純な均質すべりの震源断層を求め、その合計長さを 35.4km とし」ていることから、図 1(b) の上図のように、震源断層の長さを 34km および 35.4km とみなして、レシピ (イ) の松田式と比較している。その結果が図 2(B) であり、これらの断層長さ (L) と地震規模 (M) は松田式による平均像で「ほぼ再現」されている。ここでも、断層長さ 34km または 34.5km から気象庁マグニチュードを求めると、いずれも $M7.4$ ($M7.3$ より 0.1 大きい)、地震モーメントでは $2.39 \times 10^{19} \text{Nm}$ となり、「実質的な震源断層面積 742.5km^2 から入倉式で求めた $3.07 \times 10^{19} \text{Nm}$ 」とほぼ整合する。また、気象庁マグニチュード $M7.3$ から断層長さを逆算すると 30.2km (34km に対し 0.89 倍、35.4km に対し 0.85 倍) になる。松田式においても平均像からのバラツキは少なくともこの程度に存在するといえる。

推本の長期評価でも震源断層の推定は困難

ここで注目すべきは、瀧瀬氏が示した地震調査研究推進本部地震調査委員会による長期評価と実際に起きた $M7.3$ の地震との関係である。この $M7.3$ の地震について 2002 年長期評価では「布田川・日奈久断層帯北東部約 27km, $M7.2$ 程度」[14] と評価しており、図 2(B) のように、実際よりやや小さいがそれほど乖離はしていない。ただし、断層長さで 27km と地表地震断層が現われた領域の長さ 34km あるいは均質すべり震源断層の長さ 35.4km との差 (1.26 倍あるいは 1.31 倍) は決して小さいとは言えず、実質的な震源断層の長さ 45km との差 (1.67 倍) はかなり大きく、地震が起きる前の断層長さの特定がいかに難しいかを示唆している。しかし、新たな知見に基づいて改定された 2013 年長期評価では「布田川断層帯布田川区間約 19km, $M7.0$ 程度」[17] と逆に一層小さく評価されており、図 2(B) で明らかなように、乖離が大きすぎる。知見が増えたために却って過小評価が強まるという皮肉な結果になってしまったのである。つまり、新たな知見がより正確な地震動評価には必ずしもつながらないという証左であり、震源断層の長さや幅の評価に際しては、過小評価に陥らないよう

十分な余裕を考慮しなければならないことを強く示唆していると言える。

地下のすべり量分布は事前には分からない

地震が起きる前に分かるのは、地下でのすべり量の分布ではなく、地表に現われた地震断層とそれが複数回の地震活動で累積された活断層の長さである。これを基に変動地形学や重力異常調査など詳細な調査で明らかにできるのは図 1(b) 上図にある均質な震源断層であり、地震後に判明する図 1(b) 下図のすべり量分布とそれに基づく実質的な震源断層を地震が起きる前に正確に求めるのは極めて困難である。M7 以上の地震をもたらすと考えられている主要な 97 の国内活断層のうち図 1(b) の上図と下図の関係が判明したのは今回の熊本地震が初めてである。このような国内地震データが統計的に意味のある数だけ収集されなければ、図 1(b) の上図と下図を結びつける意味のある関係式、すなわち、測地データに基づく詳細な調査で推定される均質な震源断層から地震によるすべり量の大きな領域＝不均質な震源断層を推定するための関係式を導くことはできない。それには、今後数十年ないし数百年が必要であろうし、内陸地殻内地震の平均活動間隔が千年ないし万年単位であることを考えると、それでも不可能かも知れない。

地震発生層、傾斜角、断層幅の推定は困難

断層幅については、傾斜角と地震発生層の厚さを特定しなければならないが、これも難しい。M7.3 の熊本地震の震源断層は推本の 2002 年長期評価で「地下深部の傾斜は不明」、「地震発生層の深さの下限は断層帯全体にわたって概ね 15km 程度」[14] とされていた。2013 年長期評価では、重力異常などから「高角（地表付近）、北西傾斜（地下）」、「布田川断層帯付近の地震発生層の深さの下限は、布田川区間において 10~13 km 程度。断層面の傾斜は不明であるが、傾斜角を 50~70 度程度と仮定した場合、断層面の幅は布田川区間において 11~17km 程度」[17] と少し踏み込んでいた。実際には北西側へ傾斜（国土地理院は北東端では南東傾斜と評価）しており、傾斜角は 60~80 度程度（断層の場所によって

異なる）と推定されているが、傾斜方向や傾斜角は研究機関によって異なり、地震が実際に起きた後でも傾斜角の特定は難しいといえる。瀨瀨氏は、「震源断層の幅は活断層調査で得ることは難しく、『大地震の震源断層は小地震による地震発生層内に収まる』という仮定に基づいて決められる。熊本地震付近の地震発生層は下限 15km 程度とされているが、実際の震源断層の下端は約 16 km であった。震源断層の幅を地震発生層の下限で打ち切ると面積は過小評価されてしまう。」[21] と指摘している。

地震が起こる前にはレシピ（イ）を使うべき

実際のところ、熊本地震が起こる前に、断層長さを 34km（地表地震断層の現われた領域の長さが事前に分かっていると仮定）、断層幅を 15km（断層上端深さ 2km、地震発生層下端 15km、傾斜角 60 度と仮定）とした場合、推本のレシピ（イ）の松田式では M7.4 で実際の M7.3 にほぼ等しいが、レシピ（ア）の入倉式では $1.45 \times 10^{19} \text{Nm}$ となり、実際の $4.6 \times 10^{19} \text{Nm}$ の 0.32 倍となり、1/3 以下へ小さく評価されてしまうのである。

したがって、瀨瀨氏は、推本のレシピ（ア）とレシピ（イ）のいずれにおいても『手法』で用いられている回帰式に誤りはなかった」とする一方、「詳細な活断層調査を行っても震源断層の幅（引用者注：文脈からは「震源断層の長さ」とすべき）の推定は困難であるので、活断層の地震動予測には『手法』（イ）の方法を用いるべきであることを確認した」と結論づけている。これは論理的に首尾一貫しており、島崎氏の問題提起を 2016 年熊本地震という争う余地のない厳然たる事実で裏付けたものとして極めて重要な結論だと言える。

3 原子力規制庁による「結論ありきの情報操作」と「レシピの改ざん」

3.1 2016 年 6 月 10 日改訂の新レシピ

島崎氏の問題提起は、原子力規制委員会の重い腰を上げさせる一歩となったが、これが大飯原発などで地震動再評価につながるためには、もう一

つの要因に依存していた。それが地震調査研究推進本部が2016年6月10日に改訂した断層モデルのレシピ（以下「新レシピ」とよぶ）[18]である。その詳細については、若狭ネットニュース第161号の拙著[25]を参照して頂くことにして、ここでは簡単に要約しておく。

断層モデルによる地震動評価結果を左右するのは、「応力降下量」と「短周期レベル」である（巻末注1参照）。地震モーメントが大きくなっても、それが正当にこれらの値を引き上げることに繋がらなければ、地震動評価結果は変わらない。大飯原発の場合、基準地震動を決定しているのは、断層長さ63.5kmの「FO-A～FO-B～熊川断層」であり、通常の断層モデルのレシピによれば「断層平均応力降下量 $\Delta\sigma = 4.2\text{MPa}$ 、アスペリティ平均応力降下量 $\Delta\sigma_a = 19.0\text{MPa}$ 」となるべきところ、関西電力は長大な断層に適用される Fujii-Matsu'ura[2]の応力降下量「 $\Delta\sigma = 3.1\text{MPa}$ 、 $\Delta\sigma_a = 14.1\text{MPa}$ 」を採用していた。仮に、入倉式ではなく松田式（島崎氏の提示した(3)の式）を適用すると、地震モーメントは約1.4倍、短周期レベルは約1.1倍になり、応力降下量も「 $\Delta\sigma = 5.8\text{MPa}$ 、 $\Delta\sigma_a = 26.5\text{MPa}$ 」（1.9倍：断層面積を変えない場合）または「 $\Delta\sigma = 4.5\text{MPa}$ 、 $\Delta\sigma_a = 20.6\text{MPa}$ 」（1.5倍：修正レシピで断層面積を変えた場合）と大きくなるが、これまで通りに Fujii-Matsu'ura の応力降下量を採用すると、地震規模によらず応力降下量は全く同じ値に設定される。したがって、地震動評価結果はほとんど変わらない。

ところが、6月10日改訂の新レシピでは、「長大な断層」の定義を明確にし、断層面積が1,800km²以上の長大な断層でなければ Fujii-Matsu'ura の応力降下量を採用してはならないと明記した。この基準によれば、「FO-A～FO-B～熊川断層」の断層幅は15kmなので、120km以上でなければ「長大な断層」とは見なせず、Fujii-Matsu'ura の応力降下量を採用してはならないことになる。つまり、結果として、「FO-A～FO-B～熊川断層」の場合、応力降下量を1.5倍ないし1.9倍に大きく引き上げるを得なくなった。断層モデルの地震動解析では、短周期レベル増大の効果も加わる（修正レシピで断層面積を拡張した場合にはアスペリティ面積増

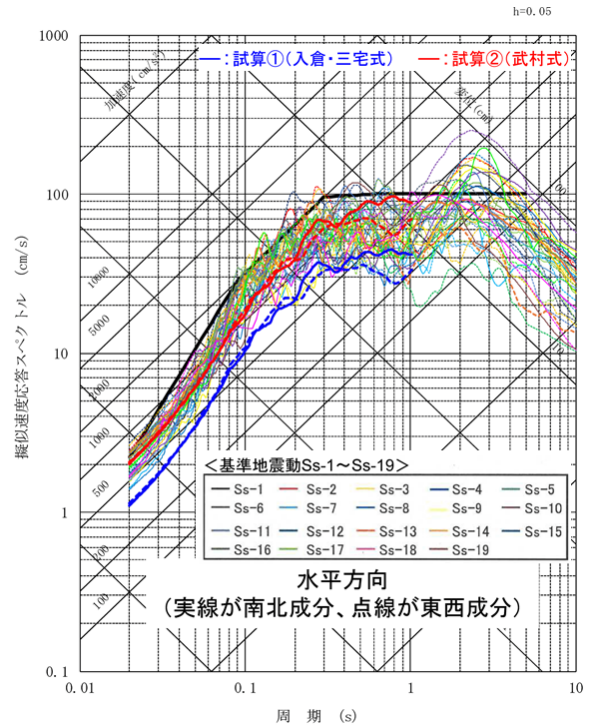


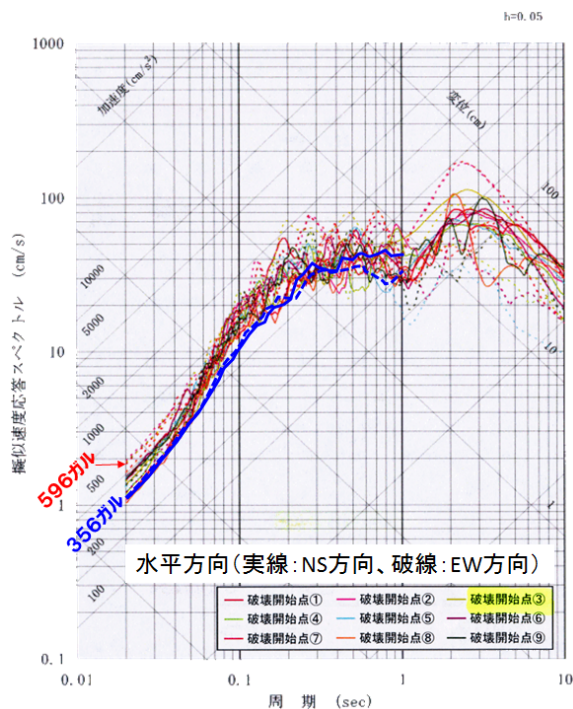
図3: 大飯3・4号における「FO-A～FO-B～熊川断層」の基準地震動と原子力規制庁による入倉式を武村式に置換えた地震動試算（基本ケース：破壊開始点3）[5]

大の効果も加わる）が、応力降下量にほぼ比例して地震動が大きくなるため、地震動評価結果は1.5倍強ないし1.9倍になる。つまり、大飯原発では基準地震動の大幅な見直しが避けられない。

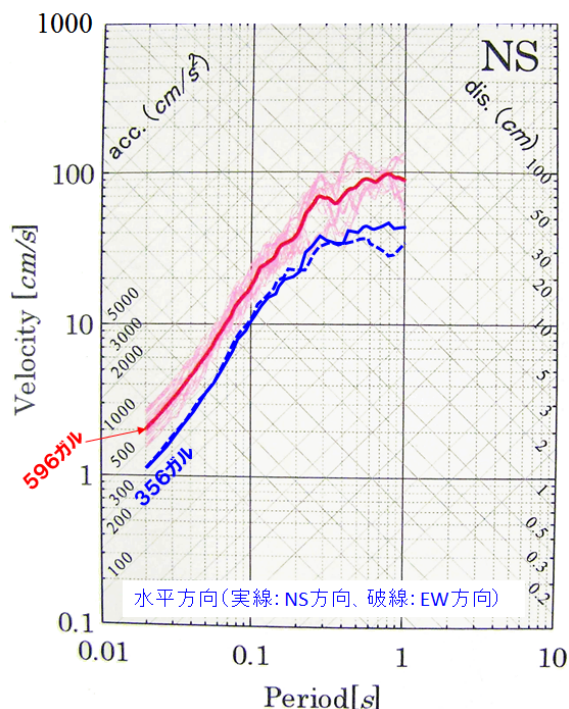
原子力規制委員会・原子力規制庁は島崎氏と面会した際、この新レシピの重大さに全く気付いていなかったようだが、6月23日に提出された脱原発弁護団全国連絡会からの要請書[1]で具体的に指摘されたため、もはや無視できず、6月10日改訂の新レシピを適用せざるを得なくなった。そこで、原子力規制庁は、入倉式を武村式に置換えて地震動評価を行う際、断層モデルのレシピを改ざんした。「新たな方法を見いだした」とされる手法がそれである。

3.2 「情報操作」と「改ざんレシピ」

島崎氏の問題提起を受けて、原子力規制庁が入倉式を武村式に置換えて地震動評価を行った結果は7月13日の原子力規制委員会本会議に示された[5]。それが、図3である。規制庁によれば、この図の一番下の青線が、「関西電力と同じ条件で入倉



(a) 関西電力による基本ケースの破壊開始点を変えた全地震動評価結果との比較



(b) 関西電力による基本ケース（破壊開始点3）の要素地震を50通りに変えた中央値との比較

図4: 原子力規制庁による入倉式を武村式に置換えた地震動試計算 [5] と関西電力による地震動評価結果 [20] の比較（基本ケース：破壊開始点3） (b)の原図は原子力規制庁広報部がマスコミに提供したもの

式を用いた」場合の地震動評価結果であり、その少し上の赤線が「入倉式を武村式に置換えて求めた」地震動評価結果である。後者は前者の約1.8倍になっているが、関西電力の基準地震動を下回っているように見える。この図に基づき、原子力規制委員会は、「武村式による地震動計算結果は基準地震動の範囲内に入っている」との評価を下し、「大飯原発について基準地震動見直しの必要はなく、これで結論が出た」と結論づけたのである。

基本ケースの地震動は関西電力の6割

ところが、関西電力による地震動評価では「基本ケースの1.5倍程度」が最大856ガルの基準地震動になるはずだが、規制庁の試計算では「基本ケースの約1.8倍」なのに最大856ガルの基準地震動よりかなり小さい。審査内容に熟知していれば、この矛盾にすぐ気付くはずだが、規制委員の誰も気付かず、質問されることもなかった。

実際、関西電力による基本ケースの破壊開始点を変えた全ケースの地震動評価結果は図4(a)の通りであり、破壊開始点3だけを取り出した同図(b)では一層顕著な差が見られる。関西電力の596ガ

ルの基本ケースの地震動が、規制庁ではその1.67分の1(0.60倍)の356ガルへ引き下げられている。つまり、関西電力と同じ条件で計算すれば図3の青線と赤線はいずれも1.67倍に引上げられるのであり、赤線の地震動は1,080ガルにもなって基本ケースで関西電力の856ガルの基準地震動をはるかに超えてしまう。さらに、「応力降下量1.5倍化」などの不確実さを考慮すれば、856ガルの1.8倍で1,550ガルにもなり、大飯3-4号の1,260ガルのクリフエッジをもはるかに超えることになる。

これに気付いた島崎氏は翌日、田中委員長宛の手紙でこれを暴露し、抗議した[31]。あわてた原子力規制委員会は7月19日、島崎氏と2度目の会見をもち[36]、7月20日の本会議では、自らの無知を棚に上げて、規制庁による説明不足をやり玉に挙げ、13日の「結論」を白紙へ戻した[6]。

規制庁によれば、関西電力では横ずれ断層に合わせて放射特性に偏りを持たせているが、規制庁では等方的放射特性にしており、波形合成のプロセスも異なるという。また、図4(b)のように、関西電力では位相乱数と破壊伝播速度に±5%の揺らぎを持たせた50通りの要素地震波を生成して地震

表 3: 大飯 3・4 号の「FO-A~FO-B~熊川断層」に関するレシピに基づく断層モデルのパラメータ

	地震モーメント M_o	短周期レベル A	アスペリティ面積 S_a	応力降下量 *1
入倉式	$5.03 \times 10^{19} \text{N}\cdot\text{m}$ (100)	$1.96 \times 10^{19} \text{N}\cdot\text{m/s}^2$ (100)	348.34km^2 ($S_a/S = 0.366$)	$\Delta\sigma = 4.2 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 11.4 \text{MPa}$
武村式	$1.75 \times 10^{20} \text{N}\cdot\text{m}$ (349)	$2.97 \times 10^{19} \text{N}\cdot\text{m/s}^2$ (152)	$1,842.49 \text{km}^2$ ($S_a/S = 1.94$)	$\Delta\sigma = 14.6 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 7.5 \text{MPa}$
山中・島崎式	$1.53 \times 10^{20} \text{N}\cdot\text{m}$ (304)	$2.83 \times 10^{19} \text{N}\cdot\text{m/s}^2$ (145)	$1,532.52 \text{km}^2$ ($S_a/S = 1.61$)	$\Delta\sigma = 12.7 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 7.9 \text{MPa}$
松田式	$7.01 \times 10^{19} \text{N}\cdot\text{m}$ (139)	$2.19 \times 10^{19} \text{N}\cdot\text{m/s}^2$ (112)	542.63km^2 ($S_a/S = 0.571$)	$\Delta\sigma = 5.8 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 10.2 \text{MPa}$
	アスペリティ面積 S_a	応力降下量 *2	Fujii-Matsu'ura	原子力規制庁 *3
入倉式	209.22km^2 ($S_a/S = 0.22$)	$\Delta\sigma = 4.2 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 19.0 \text{MPa}$	$\Delta\sigma = 3.1 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 14.1 \text{MPa}$ (6月10日改訂の新 レシピで採用不可)	$\Delta\sigma = 3.1 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 14.7 \text{MPa}$
武村式		$\Delta\sigma = 14.6 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 66.3 \text{MPa}$		$\Delta\sigma = 10.8 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 22.3 \text{MPa}$
山中・島崎式		$\Delta\sigma = 12.7 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 57.7 \text{MPa}$		$\Delta\sigma = 9.4 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 21.3 \text{MPa}$
松田式		$\Delta\sigma = 5.8 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 26.5 \text{MPa}$		$\Delta\sigma = 4.3 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 16.4 \text{MPa}$
松田式 (修正レシピ)	$S = 1122.96 \text{km}^2$ $S_a = 247.05 \text{km}^2$	$\Delta\sigma = 4.5 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 20.6 \text{MPa}$	— —	— —

*1: 推本による断層モデルのレシピでは、断層平均応力降下量 $\Delta\sigma$ を $\Delta\sigma = (7/16)M_o(\pi/S)^{3/2}$ で求め、アスペリティ面積 S_a を $r = 4\pi M_o \beta^2 / (4AR, S_a = \pi r^2, S = \pi R^2)$ で求め、 $\Delta\sigma_a = \Delta\sigma S / S_a$ からアスペリティ平均応力降下量 $\Delta\sigma_a$ を求めるが、地震モーメントが大きくなるとアスペリティ面積が過大になり、アスペリティ平均応力降下量が過小になる。ここでも、武村式や山中・島崎式ではアスペリティ平均応力降下量の方が断層平均応力降下量より小さくなるという矛盾が生じている。入倉式や松田式でも 10MPa 程度にすぎず、小さすぎる。推本のレシピはこのような場合を事前に想定しており、これらの S_a および $\Delta\sigma_a$ の値を用いるのをやめ、 $S_a/S = 0.22$ に固定して、 $\Delta\sigma_a = \Delta\sigma S / S_a$ から求めるよう指示している。

*2: アスペリティ面積が過大になった場合には、アスペリティ平均応力降下量を $S_a/S = 0.22$ として、 $\Delta\sigma_a = \Delta\sigma S / S_a$ から求めるが、武村式や山中・島崎式では 60MPa 前後の過大な値になる。入倉式や松田式でも 20MPa 前後の大きな値になるが、M7 クラスの最近の地震に見られる応力降下量と比べて異常とは言えない。しかし、関西電力はこれまで、63.4km の断層を「長大な断層」と見なして Fujii-Matsu'ura の応力降下量 ($\Delta\sigma = 3.1 \text{MPa}$, $\Delta\sigma_a = 14.1 \text{MPa}$) を採用し、応力降下量を小さく設定してきた。ところが、2016 年 6 月 10 日改訂の新レシピでは、地震モーメント M_o が $1.8 \times 10^{20} \text{N}\cdot\text{m}$ を超える長大な断層 (断層幅 15km では断層長さ 120km 以上) でなければ、これを使わないように明記したため、入倉式によっても、 $\Delta\sigma = 4.2 \text{MPa}$, $\Delta\sigma_a = 19.0 \text{MPa}$ への引き上げを余儀なくされる。

*3: 原子力規制庁は、Fujii-Matsu'ura の応力降下量が使えなくなったため、通常のレシピに戻すべきところ、アスペリティ平均応力降下量を $\Delta\sigma_a = 4\sqrt{\pi S_a \beta^2} / A$, $S_a/S = 0.22$ から求めるようにレシピを改ざんした。その結果、 $\Delta\sigma_a$ の値は、入倉式では Fujii-Matsu'ura の応力降下量とほとんど変わらない値になり、武村式では 1/3 程度に引き下げられている。しかも、断層平均応力降下量を通常のレシピ通りには求めず、Fujii-Matsu'ura による 3.1MPa に「地震モーメントの入倉式との比」を掛けて求め (武村式の場合には $\Delta\sigma = 3.1 \times 3.49 = 10.8 \text{MPa}$)、背景領域の実効応力 σ_b を $\sigma_b = (S\Delta\sigma - S_a\Delta\sigma_a) / S_b$ から求めている (武村式の場合には $\sigma_b = 7.6 \text{MPa}$ と過大だが、入倉式では $\sigma_b = -0.2 \text{MPa}$ とマイナスになる)。推本のレシピでは、 S_a が過大になった場合には、 $S_a\Delta\sigma_a = S\Delta\sigma$, $S_a/S = 0.22$ とするよう指示しており、これに従うのであれば、 $\Delta\sigma = \Delta\sigma_a S_a / S$ とし、 σ_b をレシピに規定された別の式で求めるべきところである。しかし、そうすれば、 $\Delta\sigma = 4.9 \text{MPa}$ となり、規制庁の求めた 10.8MPa の半分以下に小さくなってしまふ。この矛盾は規制庁による改ざんレシピが生み出した矛盾であり、元の推本のレシピにこのような矛盾は存在しない。わざわざレシピを改ざんする必要はなく、「推本のレシピでは武村式にあったパラメータ設定ができない」ことを率直に示せば済むのである。にもかかわらず規制庁がレシピを改ざんしたのは、武村式による地震動評価をするためではなく、Fujii-Matsu'ura の応力降下量に代わり、それとほとんど変わらない応力降下量を求める方式を新たに見いだすところにあったのではないと思われる。

動評価を行い、その平均スペクトルに最も近い代表波を採用しているが、規制庁では 25 通りの平均スペクトルを示しているという。

しかし、原子力規制庁には 2014 年 3 月 1 日に原子力安全基盤機構が統合されており、原子力安全基盤機構の職員は断層モデルによる横ずれ断層の地震動評価も十分経験しており、国内地震観測記録と整合するように断層モデルのパラメータを調整する能力も有している。にもかかわらず、放射

特性に偏りを持たせるという基本的な手法を採用せず、等方的放射特性にしたというのは意図的であり、地震動を小さく算定するために「情報操作」を行ったと言う以外にない。

7 月 20 日の本会議では「結論」が白紙に戻されただけでなく、入倉式や武村式以外の地震調査研究推進本部の修正レシピや中央防災会議の方法についても検討することになったはずだが、7 月 27 日の本会議では、新たな試算は一切追加されず、

規制庁による「レシピの改ざん」が数式とポンチ絵で説明されたにもかかわらず、改ざんレシピの妥当性や推本の修正レシピの適用可能性に関する意見が出ることもなく、7月13日の「結論」がそのまま了承された。

レシピ通りでは **66.3MPa** になるため、
改ざんレシピで **22.3MPa** へ引き下げた

では、原子力規制庁はどのようにレシピを改ざんしたのか？それをまとめたものが、表3である。規制庁は入倉式と武村式についてしか計算結果を示していないので、比較のため山中・島崎式と松田式についても独自に計算して示しておいた。

表3より、地震モーメントは武村式で入倉式の3.49倍、山中・島崎式で3.04倍、松田式で1.39倍になり、短周期レベルは武村式で入倉式の1.52倍、山中・島崎式で1.45倍、松田式で1.12倍になる。ここで、規制庁はアスペリティ面積を短周期レベルから求め、武村式の場合にはアスペリティ面積が断層面積の1.94倍になり異常だと強調する。しかし、表3に示すとおり、入倉式でも36.6%であり、推本のレシピで示された平均像22%と比べれば、これも異常に大きい。そのため、このままアスペリティ平均応力降下量を求めると、武村式ではアスペリティ平均応力降下量が7.5MPaとなって断層平均の14.6MPaの半分程度になってしまう。入倉式でもアスペリティ平均応力降下量は11.4MPaと小さくなりすぎる。つまり、大飯3・4号の「FO-A～FO-B～熊川断層」では、武村式だけでなく、入倉式を含めてすべての式でアスペリティ面積が過大になり、異常だと言えるのである。推本のレシピでは、地震規模が大きくなるとこうなることを予想していて、アスペリティ面積が過大になる場合には $S_a/S = 0.22$ とするように指示している。つまり、表3の下段へ移り、 $S_a/S = 0.22$ としてアスペリティ平均応力降下量を求めるのだ。すると、アスペリティ平均応力降下量は、武村式で66.3MPa、山中・島崎式でも57.7MPaになり、異常に大きい。プレート間地震であれば70MPaでも平均像として普通だが、最近発生したM7クラスの内陸地殻内地震のアスペリティ平均応

力降下量は20～30MPa程度であり、60MPaは大きすぎる（巻末注2）。規制庁はここまで計算を進めた段階でレシピの改ざんなどを行わず地震動評価へ移ればよかった。アスペリティ平均応力降下量で4.70倍に相当する約5倍（基本ケースでも、規制庁の求めた356ガルの約5倍で約1,800ガル）の地震動となり、異常に大きく、関西電力の今の基準地震動を大幅に超えることを示した上で、「これは異常だ」と言えば良かった。しかし、規制庁は通常のレシピでは武村式で66.3MPaになることなどを示さず、右端の改ざんレシピによる22.3MPaだけを示し、地震動の試算を行い、その結果だけを示した。

通常のレシピに沿った応力降下量の試算値を示さず、規制庁が勝手に改ざんしたレシピで計算した結果だけを示すのは、結論のある方向へ導くための意図的な「情報操作」ではないだろうか。一層深刻なことには、規制庁による試算がレシピを逸脱しており、レシピの改ざんであることに規制委員の誰も未だに気付いていないのである²。

レシピ通りにやれば、 $\Delta\sigma_a = 66.3\text{MPa}$ の武村式や $\Delta\sigma_a = 57.7\text{MPa}$ の山中・島崎式では異常に大きな地震動評価結果になるが、 $\Delta\sigma_a = 26.5\text{MPa}$ の松田式や $\Delta\sigma_a = 19.0\text{MPa}$ の「Fujii-Matsu'uraの応力降下量を使わない入倉式」では「異常」とは言えず（現に、規制庁は武村式で求めた22.3MPaを異常だとは言っていない）、関西電力による地震動

²規制庁は、自分で見いだした式 $\sigma_b = (S\Delta\sigma - S_a\Delta\sigma_a)/S_b$ で背景領域の実効応力を求め、武村式では7.6MPaと通常の3倍にもなると強調しているが、入倉式では-0.2MPaとマイナスになることには言及していない。都合の悪いことには触れないという規制庁の情報操作だ。しかし、推本のレシピでは $S\Delta\sigma = S_a\Delta\sigma_a$ としており、規制庁の式にこれを当てはめると $\sigma_b = 0$ になる。推本のレシピではこのようになることを承知の上で、「物理的意味は不明確」だが、「すべり速度に比例して地震動の生成を考えるための便宜的な値」として「背景領域の実効応力 σ_b 」を導入し、背景領域からの地震動を加えることにより断層面全体からの総地震モーメントを整合的に与えている[9]。その理由は、「シミュレーションの計算から、応力降下をゼロと設定したアスペリティの外側（背景領域）においてもすべり時間関数が振幅は小さいが立ち上がり急峻な Kostrov 型の形状を示すことがわかってきた。このことは応力がゼロとした背景領域からもアスペリティに比べて振幅は小さいが地震動を生成することを意味している。」[9]からである。規制庁はこのことを全く知らないであろう。推本のレシピによれば、 $S\Delta\sigma = S_a\Delta\sigma_a$ としても、 $\sigma_b = 0$ にはならず、表3のように武村式では $\Delta\sigma_a = 66.3\text{MPa}$ および $\sigma_b = 13.3\text{MPa}$ （関西電力の用いた式 $\sigma_b = 0.2\Delta\sigma_a$ による）と過大な値にはなるが、規制庁の式とは別の式で形式上算出されるのである。

評価結果の1.4~1.9倍程度になって、基準地震動見直しにつながることは必至であった。だが、それ故に、規制庁はこれらのパラメータ値を示さず、地震動の試算を行わないことで、これらの重大な事実を隠蔽した。規制委員は、これらの事実を知るよしもない。まさに、規制庁の誘導する方向へ規制委の結論が導かれたのだ。これが、はからずも暴かれた「世界最高水準の規制基準による適合性審査」の現実である。すべては、鹿児島地裁、福岡高裁宮崎支部、福井地裁などで、川内1-2号や高浜3-4号の運転差止仮処分申請を棄却する決定が下された後に判明したこととはいえ、今後は、司法がこの厳然たる事実から目を背けることは許されない。この事実を目の前にしてなお、原子力規制委員会・原子力規制庁の「適合性審査に重大な過誤・欠落はない」と主張するのであれば、もはや見る目を失ったというほかないであろう。

前原子力規制委員長代理の島崎氏が問題提起したからこそ、規制委は島崎氏との面会と地震動の試算に応じ、国民の前でぶざまなドタバタ劇を演じて見せたが、「結論」を変える気はさらさらなかった。その発端となった市民の指摘には耳を貸そうともしない。市民からの厳しい指摘や追及にあっても、規制庁は「沈黙」と「無視」で乗り切ろうとしている。司法がこれに荷担し、または「黙認」するのであれば、国民の怒りはいつか頂点に達し、爆発せざるを得ないであろう。その前兆は、鹿児島県と新潟県の知事選においてすでに現われている。

3.3 修正レシピを使わない規制庁の理由

推本の修正レシピについて、原子力規制庁は7月27日規制委本会議で、「どのように保守性を確保していくか（断層長さの設定（連動の考慮を含む）、各種の不確かさの取り方等）に関し、妥当な方法が現時点で明らかになっているとは言えず、規制において要求または推奨すべきアプローチとして位置付けるまでの科学・技術的な熟度には至っていないと考える。」[7]とケチを付け、その後の記者ブリーフィングでも、「(ア)の方法（推本の入倉式に基づくレシピ）は福岡県西方沖地震など大きな地震が起こるたびにシミュレーションと観測

記録を比較してキチンと検証されてきたが、(イ)の方法（修正レシピ）は検証されていない。そういう点では地震動評価として用いるにはアの方が適切だと考えている」と主張している。

これらの主張は真っ赤な大嘘である。

震源断層の推定法は、推本による「活断層の長期評価手法」報告書（暫定版）(2010.11.25)[16]に則って行われており、地震動評価に際して推本のレシピの(ア)と(イ)のどちらを用いるのかとは別問題である。ただし、入倉式による(ア)のレシピを用いる場合には、事前に当該震源断層における地震観測記録が得られていない限り、入倉式に必要な「地下のすべり量分布に基づく不均質な震源断層の広がり」を算出する術はなく、「活断層評価や変動地形学等の測地データに基づく均質な震源断層の広がり」に基づく地震動評価に対しては、(イ)の修正レシピのほうが適切だと言える。

また、推本は2000年鳥取県西部地震や2005年福岡県西方沖地震などの大地震の地震観測記録に基づいてレシピの検証を行い、「これらの報告を踏まえ、断層モデルの設定において、『長期評価』のマグニチュードと整合し、かつ、簡便な手順でパラメータを設定できる手法を用いて強震動評価を行い、その妥当性を検討した」[13]のが「警固断層帯（南東部）の地震を想定した強震動評価」[13]であり、その手法が修正レシピ[15]である。規制庁は事実関係を逆転させて捉え、大嘘をついているのである。

原子力規制庁は、修正レシピでは「各種の不確かさの取り方等」の「保守性の確保」の仕方が不明だと決めつけているが、これも違う。認識論的不確かさの考慮で最も効いてくるのは、応力降下量の1.5倍化だが、これは2007年新潟県中越沖地震の震源特性が通常地震より1.5倍大きかったという経験に基づく[3]。規制庁はこの「1.5倍」が入倉式を前提とした値であるかのように主張しているが全く違う。この「1.5倍」は、図5のように、2007年新潟県中越沖地震の「震源距離200km以下、S波速度 $V_s \geq 700\text{m/s}$ の地層が存在、第三紀以前の地質条件」という条件に合う広域観測記録（K-NET、KiK-net 地表記録）と耐専スペクトル（内陸補正なし）の比を求めた結果、平均がほ

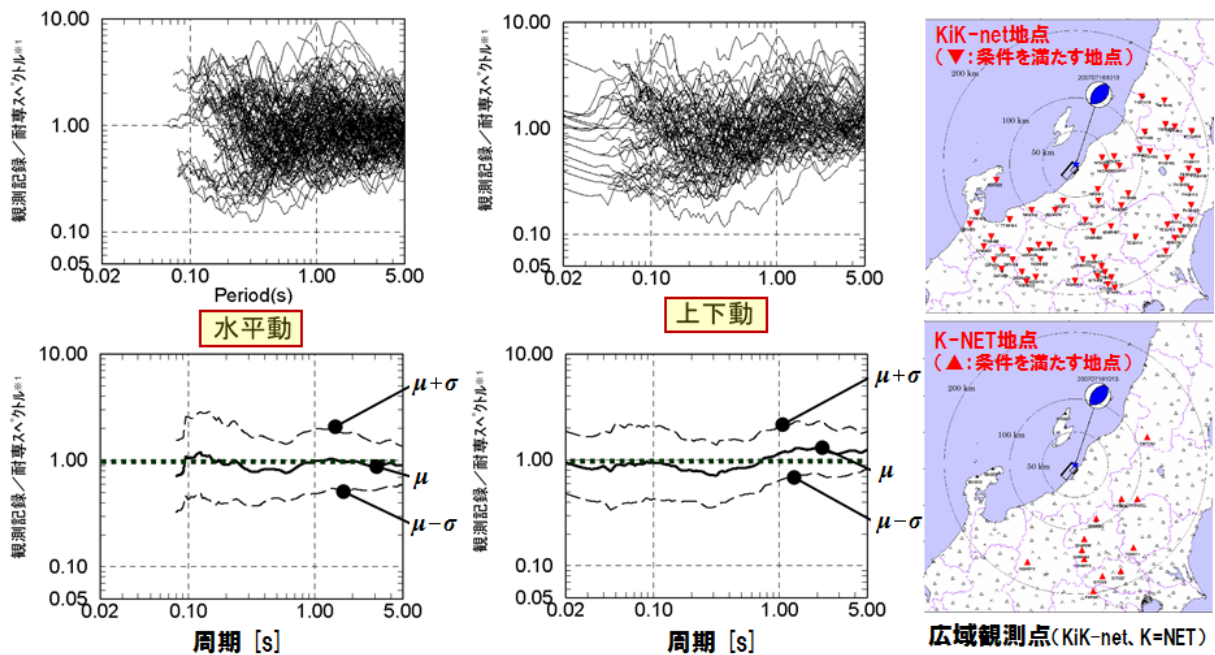


図 5: 2007 年新潟県中越沖地震 M6.8 の震源特性を 1.5 倍とした根拠となる地震観測記録と耐専スペクトル（内陸補正なし）との比較 [37] (KiK-net, K-NET 観測点のうち、「震源距離が 200km 以下, S 波速度 $V_s \geq 700\text{m/s}$ の地層が存在, 第三紀以前の地質条件」を満たす観測点だけを抽出し, 表層の地盤増幅の影響避けるため, $V_s \geq 700\text{m/s}$ 以浅の地層における 1 次卓越周期の 2 倍以上の帯域を対象とした)

ば 1.0 で, 耐専スペクトル（内陸補正あり）のほぼ 1.5 倍になっているという事実に基づいている [37]. したがって, 入倉式による (ア) のレシピに限らず, (イ) の修正レシピにおいても, 基本ケースの応力降下量と短周期レベルを 1.5 倍にする不確実さの考慮はその通りに適用すべきだということになる. 修正レシピを使いたくないがために嘘をつくのはもうやめるべきだ.

ちなみに, 高浜原発や川内原発で明らかなように, 今の断層モデルによる地震動評価は耐専スペクトルの $1/2 \sim 1/3$ でしかない. 2007 年新潟中越沖地震の地震観測記録で「震源特性が通常の 1.5 倍である」ことを確認したのは耐専スペクトルによる地震動評価と比べてのことである. ところが, 今の断層モデルによる地震動評価は耐専スペクトルの $1/2 \sim 1/3$ でしかないのであるから³, そこから 1.5 倍にしても実質的には「震源特性で 1.5 倍」を考慮したことにはならない. つまり, 断層モデルによる地震動評価が耐専スペクトルと同程度でな

³適合性審査の耐専スペクトルは内陸補正をしていないので「震源特性で 1.5 倍」を考慮したことになっている. 断層モデルでは応力降下量と短周期レベルを 1.5 倍にすることで同様の考慮をしているが, 耐専スペクトル（内陸補正なし）の $1/2 \sim 1/3$ でしかない. 故に, 両方とも「震源特性で 1.5 倍」を考慮しない場合でも, $1/2 \sim 1/3$ の差があることになる.

ければ（原発から長く伸びる断層を除く）, 過小評価であり「1.5 倍」も事実上考慮できないと言える. この点からも, 入倉式による地震動評価は過小評価になっており, 入倉式を用いてはいないが応力降下量を小さく設定している川内原発での地震動評価は過小評価だと言えるのである.

4 手遅れになる前に

この小論は若狭ネットニュース第 161 号 [25] および原子力資料情報室通信第 507 号 [26] に掲載された拙著の続編であり, 新たに次のことを明らかにした.

(1) 瀧川一起東京大学地震研究所教授の熊本地震の解析によれば, 地震調査研究推進本部のレシピ (ア) の入倉式およびレシピ (イ) の松田式のいずれも, それぞれ「ジョイントインバージョンに基づく実質的な震源断層の面積」から求めた地震モーメントおよび「地表地震断層が現われた領域の長さまたは均質なすべり震源断層の長さ」から求めた気象庁マグニチュードは熊本地震の地震モーメントおよび気象庁マグニチュードをほぼ再現しており, 妥当である. しかし, 地震が起きる前には

レシピ（ア）の入倉式に必要な断層面積は得られず、レシピ（イ）で用いられる均質な震源断層に近い情報しか得られないため、これに入倉式を適用すると地震モーメントを過小評価することになる。したがって、地震が起きる前には、レシピ（イ）を使うべきである。これは、島崎邦彦氏の問題提起の正しさを争う余地ない厳然たる事実で裏付けたものである。

(2) 島崎氏の問題提起に対応する地震動試計算で、原子力規制庁は関西電力の地震動評価法とは異なる方法で地震動解析を行って「入倉式では関西電力の6割にしかならない地震動評価結果」を示し、推本のレシピを改ざんして「武村式ではその1.8倍になるが、関西電力の基準地震動を超えない」という結果を原子力規制委員会に示した。しかし、規制委員の誰もこれらの情報操作に気付かず、「決定の白紙」化のドタバタ劇を演じた末に「基準地震動見直しは必要ない」と結論づけた。まさに、「世界最高水準の規制基準による適合性審査」が結論ありきの情報操作を行う規制庁とそれを見抜けない規制委員とで担われていること、入倉式による地震動過小評価と修正レシピによる地震動評価の有効性が示されているにもかかわらず、それを採用しようとしていないことが露呈したと言える。

レシピ（イ）による修正レシピで地震動評価をやり直せば、大飯、高浜、川内、伊方など再稼働が許可された原発の基準地震動は大幅修正を余儀なくされる。本小論では触れなかったが、2016年10月21日に起きた鳥取県中部の地震M6.6でも震源近傍の倉敷観測点（地表）で1,494ガルの強震動が観測された。しかも、その応答スペクトルを評価すると、0.06~0.08秒の周期帯にピークをもつ短周期地震動が極めて強かった。当然のことながら、この地震による地震断層はどこにも現われていない。つまり、M6.6程度の地震は事前の詳細な調査では見つけられず、いつどこで起きても不思議ではないことを改めて裏付けた。地表で1,494ガルの強震観測記録は2016年熊本地震の前震M6.5の益城観測点（地表）での1,580ガルと同等である。益城観測点では地下地震計でも237ガル(NS)の強震動が観測されており、この地下地震観測記録のはざり波概算は原子力安全基盤機構JNESに

よる1,340ガルの地震動解析を裏付けていた[24]。このようなM6.5前後の地震が2度にわたって発生し、いずれにおいても震源近傍の地震基盤はざり波で1,000ガル超の地震動が予想されるような強震動が観測されていることは極めて重大である。

自然を侮れば、手痛いしっぺ返しを受ける。私たちはこのことをフクシマ事故で痛いほど学んだはずではなかったか。手遅れにならないうちに、地震動評価をやり直し、クリフエッジを超えるような地震動が予想される原発については再稼働を断念し、廃炉にすべきである。

(注1) 断層モデルによる地震波形成法

断層モデルの経験的グリーン関数による要素地震から大地震の波形合成の計算式は下記の通りである。

$$U(t) = \sum_{i=1}^{n_L} \sum_{j=1}^{n_W} \frac{X_e}{X_{ij}} C u_e(t - t_{ij}) + \frac{1}{n'(1 - e^{-1})} \sum_{i=1}^{n_L} \sum_{j=1}^{n_W} \sum_{k=1}^{(n_D-1)n'} \frac{X_e}{X_{ij}} C \times \exp \left\{ -\frac{k-1}{(n_D-1)n'} \right\} \times u_e \left(t - t_{ij} - \frac{(k-1)\tau}{(n_D-1)n'} \right), \quad (1)$$

$$t_{ij} = \eta_{ij}/V_r + X_{ij}/\beta + \varepsilon_{ij}. \quad (2)$$

ただし、震源断層面を $n_L \times n_W$ の小断層(要素)に分割して大地震の地震動 $U(t)$ を要素地震の地震動 $u_e(t)$ で合成することとし、 X_e は要素地震の震源距離、 X_{ij} は小断層 (i, j) の震源距離、 $C = \Delta\sigma/\Delta\sigma_e$ は大地震と要素地震の応力降下量の比、 η_{ij} は破壊開始点から小断層 (i, j) までの距離、 V_r は破壊伝播速度、 β は媒質のS波速度、 ε_{ij} は破壊時刻に対して与える乱数、 τ は立ち上がり時間、 n_D はすべり量 D の分割数、 n' はすべりの再分割数であり n_D 個に分割されたすべり量の要素をさらに n' 個に再分割する。

ここで、重ね合わせ数 n_L, n_W, n_D は

$$n_L \times n_W \times n_D = \frac{M_o/M_{oe}}{C} \quad (3)$$

となるように設定される。ただし、 M_o は大地震の地震モーメント、 M_{oe} は要素地震の地震モーメントである。式1で波形合成する場合、すべり量の分割数 n_D および再分割数 n' が小さいほどすべりの立ち上がりが急になる。

震源特性の不確かさを考慮して応力降下量を1.5倍にする場合には、応力降下量の比を $C' = 1.5C$ と大きくし、 n_L と n_W は変更せず、すべり量の分割数を $n'_D = n_D/1.5$ と小さくする。これにより、第2項の足し合わせ数が減って結果的に立ち上がり時間(ライズタイム)が短くなり、短周期側の地震動が強くなる。

(注2) M7クラスの国内地震では20~30MPa

M7クラスの国内地震データによれば、アスペリティ平均応力降下量は20~30MPaである。鳥取県西部地震 M7.3 (2000.10.6) では2アスペリティで平均応力降下量は28.0MPaと14.0MPaと評価され [8], 能登半島地震 M6.9(2007.3.25) では3アスペリティで20MPa, 20MPaおよび10MPa[19], 新潟中越沖地震 M6.8(2007.7.16) では3アスペリティで23.7MPa, 23.7MPaおよび19.8MPa[10], 岩手・宮城内陸地震 M7.2(2009.6.14) では2アスペリティで17.0MPaと18.5MPa[11]であった。これらを教訓として、アスペリティの応力降下量を20~30MPaまたはそれ以上に設定すべきであろう。

参考文献

- [1] 脱原発護国全国連絡会 (2016): 原子力規制委員会による入倉・三宅 (2001) 式適用の見直しに関する要請書 (2016.6.23) <http://www.datsugenpatsu.org/bengodan/statement/16-06-23/>
- [2] Fujii Y. and Matsu'ura M. (2000): Regional Difference in Scaling Laws for Large Earthquakes and its Tectonic Implication, *Pure appl. Geophys.* 157, 2283-2302
- [3] 原子力安全・保安院耐震安全審査室 (2012): 活断層による地震動評価の不確かさの考慮について (考え方の整理) (2012年8月17日)
- [4] 独立行政法人原子力安全基盤機構 (2005): 震源を特定しにくい地震による地震動の検討に関する報告書 (平成16年度), JNES/SAE05-00405 解部報-0004(2005.6) <https://www.nsr.go.jp/archive/jnes/atom-library/seika/000005757.pdf>
- [5] 原子力規制庁: 大飯発電所の地震動の試算結果について, 第20回原子力規制委員会, 資料1および議事録 (2016.7.13)
- [6] 原子力規制庁: 島前原子力規制委員会委員長代理との面会について, 第22回原子力規制委員会, 資料3および議事録 (2016.7.20)
- [7] 原子力規制庁: 大飯発電所の地震動に係る試算の過程等について, 第23回原子力規制委員会, 資料1および議事録 (2016.7.27)
- [8] 池田隆明・釜江克宏・三輪滋・入倉孝次郎 (2002): 経験的グリーン関数法を用いた2000年鳥取県西部地震の震源のモデル化と強震動シミュレーション, *日本建築学会構造系論文集* 第561号, 37-45
- [9] 入倉孝次郎・三宅弘恵 (2001): シナリオ地震の強震動予測, *地学雑誌*, 110, 849-875
- [10] 入倉孝次郎・香川敬生・宮腰研・倉橋奨 (2007): 2007年新潟県中越沖地震の強震動—なぜ柏崎刈羽原子力発電所は想定以上の破壊的強震動に襲われたのか?— (2007年12月24日修正版)
- [11] 入倉孝次郎・倉橋奨 (2008): 「2008年岩手・宮城内陸地震の震源モデルと強震動—なぜ4000ガルの強震動が生成されたのか—」, *日本活断層学会2008年度秋季学術大会*
- [12] 入倉孝次郎 (2016): 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—入倉・三宅 (2001) 式について」へのコメント (2016.6.24) http://www.kojiro-irikura.jp/pdf/comment_final-revision3.pdf
- [13] 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2008): 警固断層帯 (南東部) の地震を想定した強震動評価について (2008.4.11)
- [14] 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2002): 布田川・日奈久断層帯の評価, 平成14年5月8日公表, 平成14年5月9日訂正, 平成17年1月12日変更, 平成18年1月11日訂正
- [15] 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2008): 「全国を概観した地震動予測地図」2008年版, 付録3. 震源断層を特定した地震の強震動予測手法 (「レシピ」) (平成20年4月11日改訂), 46-74
- [16] 地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会 (2010): 「活断層の長期評価手法」報告書 (暫定版) (2010.11.25)
- [17] 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2013): 布田川断層帯・日奈久断層帯の評価 (一部改訂), 平成25年2月1日公表, 平成25年12月10日訂正
- [18] 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2016): 震源断層を特定した地震の強震動予測手法 (「レシピ」) (平成28年6月10日改訂) http://www.jishin.go.jp/main/chousa/16_yosokuchizu/recipe.pdf
- [19] 釜江克宏・池田隆明・三輪滋 (2003): 2007年3月25日能登半島地震 (MJ6.9) の震源のモデル化
- [20] 関西電力株式会社 (2015): 大飯発電所 地震動評価について, 第206回原子力発電所の新規規制基準適合性に係る審査会合, 資料3-4(2015.3.13)
- [21] 瀬戸一 (2016): 「震源断層を特定した地震の強震動予測手法」と熊本地震, *日本地震学会2016年度秋季大会*, S15-06(2016.10.5)
- [22] 小林広明・瀬戸一・三宅弘恵 (2016): 「強震, 遠地, 測地データのジョイントインバージョンによる2016年熊本地震の震源過程」, *日本地球惑星科学連合2016年大会*, MIS34-P65(2016.5.26) http://www.static.jishin.go.jp/resource/seismicity_annual/major_act/2016/20160414-kumamoto_12_inversion.pdf
- [23] 松田時彦 (1975): 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.
- [24] 長沢啓行 (2016): 大津地裁と福岡高裁宮崎支部の真逆の仮処分決定が意味するもの—2016年熊本地震の地震観測記録を教訓に加えて—, *若狭ネットニュース* 第160号, pp.4-23(2016.4.26)
- [25] 長沢啓行 (2016): 島崎邦彦氏の問題提起と2016年6月改訂新レシピは原発基準地震動の根本改定を求めている, *若狭ネットニュース* 第161号, pp.6-35(2016.7.7)
- [26] 長沢啓行 (2016): 島崎氏の問題提起と新レシピに基づき基準地震動の見直しを, *原子力資料情報室通信* 第507号, pp.9-12(2016.9.1)
- [27] 島崎邦彦 (2015): 活断層の長さから推定する地震モーメント, *日本地球惑星科学連合2015年大会*, SSS28-07(2015.5.28) <http://www2.jpgu.org/meeting/2015/session/PDF/SS28/SSS28-07.pdf>
- [28] 島崎邦彦 (2015): 活断層長に基づく地震モーメントの事前推定, *日本地震学会2015年度秋季大会*, S17-10(2015.10.28)
- [29] 島崎邦彦 (2015): 活断層の長さから推定される地震モーメント—日本海「最大」クラスの津波断層モデルについて—, *日本活断層学会2015年度秋季学術大会*, O-13(2015.11.27-28)
- [30] 島崎邦彦 (2016): 過小な日本海「最大クラス」津波断層モデルとその原因, *日本地球惑星科学連合2016年大会*, HDS19-12(2016.5.25) <https://confit.atlas.jp/guide/event/jpgu2016/subject/HDS19-12/programpage>
- [31] 島崎邦彦 (2016): 原子力規制委員会 田中俊一委員長宛の手紙 (2016.7.14)
- [32] Somerville, P. G., 入倉孝次郎, 澤田純男, 岩崎好規, 田居優, 伏見実 (1993): 地震断層のすべり変位量の空間分布の検討, 第22回地電工学研究発表会, 291-294.
- [33] Somerville, P.G., Irikura, K., Graves, R., Sawada, S., Wald, D., Abrahamson, N., Iwasaki, Y., Kagawa, T., Smith, N. and Kowada, A. (1999): Characterizing crustal earthquake slip models for the prediction of strong ground motion, *Seismological Research Letters*, 70, 59-80
- [34] 武村雅之 (1998): 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—, *地震第2輯*, 51, 211-228.
- [35] 田中俊一委員長・石渡明委員と島崎邦彦前原子力規制委員会委員長代理との面会動画 (2016.6.16) <https://www.youtube.com/watch?v=zFxFkKICQ3o>
- [36] 田中委員長・石渡委員と島前原子力規制委員会委員長代理との面会動画 (2016.7.19) <https://www.youtube.com/watch?v=Wrgunz6CYU>
- [37] 東京電力 (2008): 柏崎刈羽原子力発電所における平成19年新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動について, 総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部耐震・構造設計小委員会地震・津波・地質・地盤合同ワーキンググループ (第9回), 合同 W9-1-2(2008.5.22)
- [38] Yamanaka Y. and Shimazaki K. (1990): Scaling Relationship between the Number of Aftershocks and the Size of the Main Shock, *J. of Physics of the Earth*, Vol.38, No.4, pp.305-324(1990)