

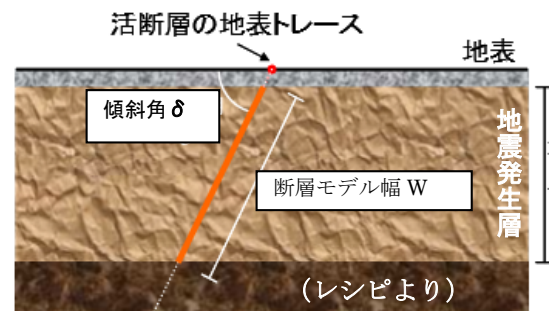
熊本地震が示す入倉・三宅式の過小評価、武村式で再評価を 規制庁試算が表す現行基準地震動評価の破たん

2016.7.31 小山英之（美浜の会）

1. 熊本地震が示した入倉・三宅式の過小評価、武村式とは整合的

■熊本地震の想定一島崎氏・「科学」7月号

断層長さを $L=31\text{km}$ 、傾斜角（右図） 60°
断層幅を $W=16\text{km}$ （=発生層幅 $14\text{km}/\sin 60^\circ$ ）
⇒断層面積： $S=LW=496\text{km}^2$



■地震モーメント（地震規模） M_0

[入倉・三宅式]

$$M_0 = 5.562 \times 10^{13} S^2 \quad (\text{or} \quad \log S = 1/2 \log M_0 - 6.783)$$

[武村式 (L の式)]

$$M_0 = 4.365 \times 10^{16} L^2 \quad (\text{or} \quad \log L = 1/2 \log M_0 - 8.320)$$

地震モーメント	入倉・三宅式 A	実測値 B	比率 B/A	武村式(L)
M_0 ($\times 10^{19}\text{Nm}$)	1.37	4.66	3.4	4.2

★入倉・三宅式では実測値の 3.4 分の 1 という過小評価。武村式は実測値とほぼ整合的。

2. 大飯原発に関する規制庁試算の問題点

○6月20日に規制委は、「別の式」で地震動評価をやり直すことを決定、7月13日に規制庁試算。

「今回の試算は『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』という課題に取り組んだもの」（7月27日資料1）---これを記憶しておこう。

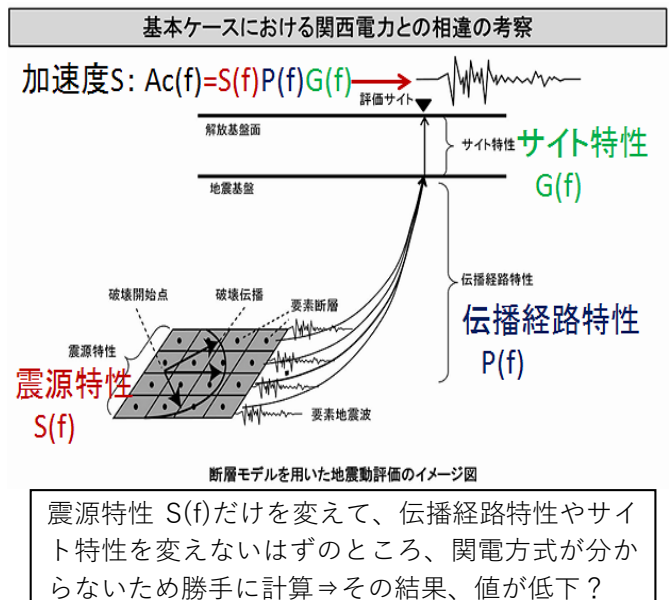
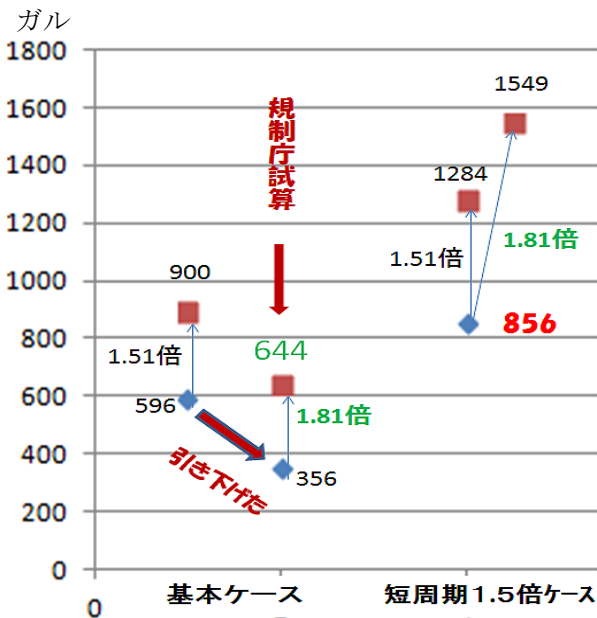
2-1. 関電の評価方法が把握できないままで評価値を引き下げた

・大飯原発の「不確定性」のうち、「基本ケース」（破壊開始点3）のみを扱った。

関西電力の「基本ケース」と同一条件: 試算①	武村式を用いたケース(断層形状は試算①と同じ): 試算②
<ul style="list-style-type: none"> 断層面積: $S = 951\text{km}^2$ 地震モーメント: $M_0 = 5.03 \times 10^{19}\text{Nm}$ (入倉・三宅式) 短周期レベル: $A = 1.96 \times 10^{19}\text{Nm}/S^2$ アスペリティ面積: 209.22km^2 (0.22S) アスペリティ応力降下量: $\Delta\sigma_a = 14.1\text{MPa}$ 	<ul style="list-style-type: none"> 断層面積: $S = 951\text{km}^2$ 地震モーメント: $M_0 = 1.75 \times 10^{20}\text{Nm}$ (武村1998) 短周期レベル: $A = 2.97 \times 10^{19}\text{Nm}/S^2$ アスペリティ面積: 209.22km^2 (0.22S) アスペリティ応力降下量: $\Delta\sigma_a = 22.3\text{MPa}$
<p>入倉・三宅式と武村(1998)では、地震モーメントの求め方(震源断層面積から又は地表断層長さから)が異なるが、試算では断層形状等の震源断層モデルは変えていない。断層形状を変えずに武村式を用いると、<u>地震モーメントは3.49倍</u>、<u>短周期レベルは1.51倍</u>となった。また、<u>応力降下量は1.58倍</u>とした。</p>	

規制庁試算[3]・別紙3より

★武村式に入れ変えたことによって、地震モーメントは 3.49 倍、短周期レベル（最大加速度に比例）は 1.51 倍になったと評価 ($3.49^{1/3}=1.51$)。現行評価値 596 ガルが 1.51 倍の 900 ガルになるはず。ところが、次図左側に記したように、関電の現行基本ケース **596 ガルを 356 ガルに引き下げた**。



- ★地震モーメントの計算を変えるだけで他は関電どおりという「課題」が果たせないままで蓋をした。
- ★関電の具体的な評価方法を何も把握せずに、これまで審査してきたことが露呈。

2-2. 規制庁試算どおり1.81倍ならクリフエッジで大破綻

- ★規制庁試算どおりなら、現行最大856ガルは1.81倍の1550ガルとなるはず（島崎氏の主張）。

	入倉・三宅式による現行の最大加速度 (ガル)	1.81倍した場合の加速度 (ガル)	クリフエッジ※ (ガル)
大飯原発	856	1,550	1,260
美浜3号	993	1,800	1,320
玄海3・4号	524	950	988
高浜3・4号	396	720	973

2-3. 式の入替えを「不確かさ」の範疇に入れて基本ケースの評価に限ることを正当化

○7月13日の記者会見における小林氏の発言

「○小林長官官房耐震等規制総括官 また繰り返しになりますけれども、いわゆる不確かさの組み合わせには認識論的な組み合わせと偶発的な組み合わせがあって、その1分類として認識論的不確かさの中で今回武村式をやったということで、これは今までの審査の中では他のパラメータは組み合わせないと。ただ、偶発的なものについては、これは組み合わせるといふふうに審査の中で見ていますので、それに応じたような形で、今回、試算してみたということでございます。」

【基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド】3.3.3 不確かさの考慮

① 支配的な震源特性パラメータ等の分析

1) 震源モデルの不確かさ（震源断層の長さ、地震発生層の上端深さ・下端深さ、断層傾斜角、アスペリティの位置・大きさ、応力降下量、破壊開始点等の不確かさ、並びにそれらに係る考え方、解釈の違いによる不確かさ）を考慮する場合には、・・・。

★この点、7.27 規制委資料 1, p.3 の第2の○印において、「入倉・三宅式が他の関係式に比べて、同じ断層長さに対する地震モーメントを小さく算出する可能性を有していることにも留意して、断層の長さや幅等に係る保守性の考慮が適切になされているかという観点で確認してきている」と述べている。入

倉・三宅式の過小評価傾向を認めたことは評価できるが、それを不確かさの問題に負わせたのは的外れである。武村式に入れ替えるべき根拠は、「不確かさ uncertainty」からくるのではなく、熊本地震等が本質的に有している地震動分布における位置（「ばらつき variability」）からくると考えるべきである。

2-4. 審査ガイド 3.2.3 が要求する「ばらつき (variability)」をまったく考慮しようとしな

■ 審査ガイド 3.2.3 震源特性パラメータの設定

(2) 震源モデルの長さ又は面積、あるいは1回の活動による変位量と地震規模を関連づける経験式を用いて地震規模を設定する場合には、経験式の適用範囲が十分に検討されていることを確認する。その際、経験式は平均値としての地震規模を与えるものであることから、経験式が有するばらつきも考慮されている必要がある。

◆ (補足) 断層面積と M_0 の関係を与える武村式---下記グラフのベース

[武村式 (S の式)] 断層幅が一定値 13km をとるとし、 $L=S/13$ を武村式(L の式)に代入して得られた式。

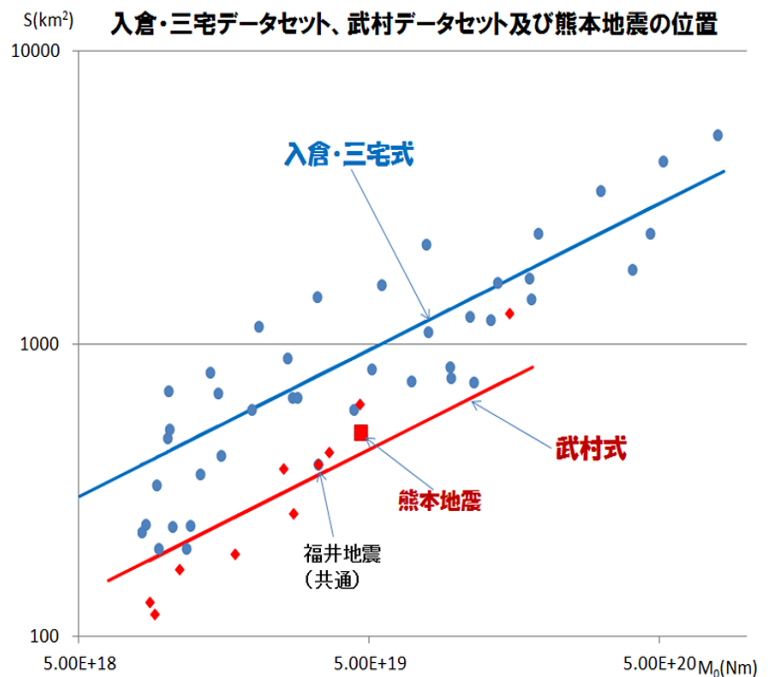
$$M_0 = 26.3 \times 10^{13} S^2 \quad (\text{or } \log S = 1/2 \log M_0 - 7.21)$$

★他方、武村・表1のSと M_0 データから直接最小二乗法により同じ式が得られることも確認できる。

○右図で、熊本地震の近くにある武村データセットの点は、北丹後、鳥取、福井、兵庫南部など。これらがその地域的特性に従って、世界的分布から見ると同じ断層面積でも右の位置（地震モーメントの大きい位置）を占めている。この特性はいくら断層長さ等を正確に測って、「不確かさ」を無くしても、変わるものではない。

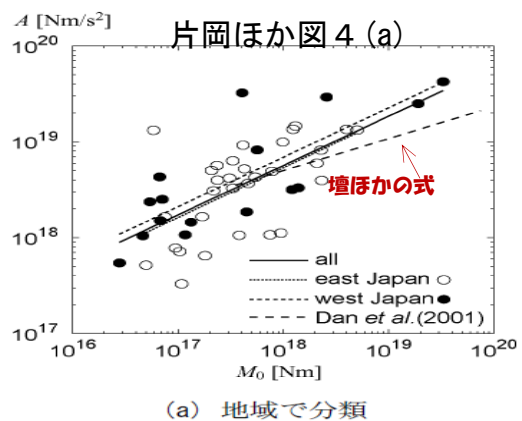
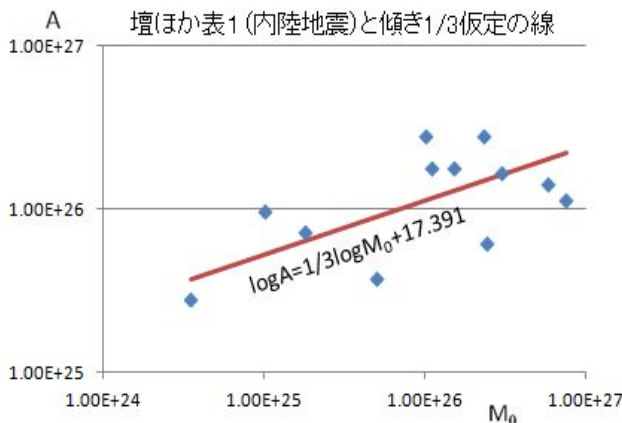
熊本地震は武村データセットの中に入り、入倉・三宅式とは乖離した位置にある。

ガイド 3.2.3 に従えば、結局は事実上、武村式を用いることが義務付けられていることになる。



2-5. 加速度の算出でも過小評価されている

規制庁の試算で地震モーメントから短周期レベル（最大加速度に比例）を導く際、壇ほかの式（2001）が用いられているが、その式は何かの根拠から導かれたとか、データからの回帰によって導かれた結果



ではなく、1/3 乗に比例するとの仮定を最初から置いたことの結果にすぎない（前図左側）。この点、片岡ほかによれば、1/3 乗を仮定せずにデータからの回帰で導いた場合、ほぼ 1/2 乗（平方根）に比例するという結果が得られている（前図右側）。この場合、 $3.4^{1/2}=1.84$ なので倍率は相当に高まる（ただし、実際の評価には、多少複雑な面がある）。

2-6. レシピは破たん、耐震性評価は凍結すべき

地震モーメントが大きくなると、耐震性評価に現在のレシピは耐えられず、さまざまな矛盾の露呈することが規制庁試算によって明らかになった。たとえば、レシピの(13)式を用いてアスペリティの総面積 S_a を計算すると、元の断層面積 951km^2 の約 1.9 倍の 1840km^2 にもなる（7.7 規制委・資料 1, p.8）。

この原因は次の点にある。(13)式によれば $S_a = \pi r^2$ となる有効半径 r は M_0/A に比例する。レシピでは A として M_0 の 1/3 乗に比例するという壇ほかの式を採用しているため、 r は $M_0^{2/3}$ に比例して大きくなる。少なくとも根拠のない壇ほかの式の使用をやめることが、「解決」への第一歩となるのでは。

とにかくこれでは、ガイド 3.2.3 の要求には到底耐えられない。この点は、7.27 規制委資料 1, p.3 の最後で、「科学的・技術的な熟度には至っていない」と認めている。大きな地震モーメントにも耐えられるようなレシピが再構築されるまで耐震評価は凍結し、当然再稼働は中止すべきである。

3. 武村式をめぐる運動等の経緯

熊本地震の結果は、上記 3 頁の表のように、ほぼ武村式によって再現されている。基準津波評価では武村式を用いながら、基準地震動では著しい過小評価をもたらす入倉・三宅式を用いていることを問題として、我々市民は 2013 年 11 月 8 日に規制庁に要請書を出し交渉も行った。11 月 14 日には、若狭と関西の 9 団体でおおい町と高浜町への申し入れも行っている。

この点、2013 年 12 月 18 日の大飯原発審査会合において小林勝安全規制管理官が、津波で用いているすべり量を基準地震動にも当てはめるべきだと主張している。これに呼応するように同会合で島崎氏が津波と基準地震動では震源は同じものを用いるべきだと強調している。実は、すでに同年 8 月 21 日の伊方 3 号審査会合で、島崎氏は同趣旨の発言をしていることが議事録に記載されている。

これらの発言を把握した市民は、賛同署名を集めて 204 団体で 2014 年 1 月 29 日に規制庁交渉をもち、基準地震動評価に武村式を用いるよう強く迫るという経緯があった。

いずれにせよ、島崎氏にはすでに 2013 年夏ごろから基準地震動にも武村式を用いるべきだとの考えがあったこと、及び熊本地震を受けて、その考えが確信的になったことが推察される。



2014 年 1 月 29 日 規制庁交渉 参議院議員会館

4. 結論

熊本地震は入倉・三宅式の過小評価を証明し、武村式とは整合的であることを示した。規制庁試算のように加速度が 1.81 倍になるのなら、大飯や美浜 3 号の地震動はクリフエッジを超えて大惨事となる。地震モーメントが大きくなるとさまざまな矛盾が露呈するようなレシピの使用は止めるべきだ。川内原発をとめ、伊方原発の再稼働をやめて、すべての原発について地震動の再評価を行うべきである。