

**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年7月31日

小山英之（美浜の会）

7月26日(火) 緊所要請書:呼びかけ・賛同98団体・565個人

入倉・三宅式の過小評価を熊本地震が証明
武村式を用いた規制委の再計算により地震動は1.8倍に

美浜3号炉の審査手続きを止め、寿命延長の断念を！

原発を止め、全ての原発の基準地震動を武村式で再計算を！



1. 熊本地震が示した入倉・三宅式の過小評価、 武村式で再評価を

岩波・科学7月号 島崎論文—結論部分

‘震源の大きさ’ (地震モーメント) が $1/3.5$ 程度の大きさに過小評価されている。日本列島の垂直、あるいは垂直に近い断層で発生する大地震の ‘震源の大きさ’ (地震モーメント) の推定には、入倉・三宅式を用いてはならない。

(複数の県ですでに津波評価に入倉・三宅式が使われている)

これをこのまま放置すれば、入倉・三宅式を垂直、あるいは垂直に近い断層に用いることが、既成事実化してしまうだろう。この式を津波や強い揺れの推定に用いれば、「想定外」の災害や事故が繰り返される恐れがある。二度と同じ過ちを犯してはならない。

熊本地震の想定:

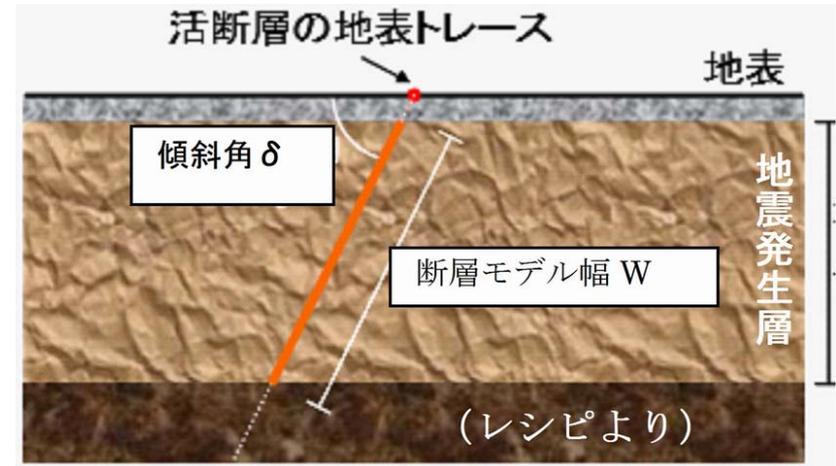
島崎氏、「科学」7月号

断層

長さ $L=31\text{km}$, 傾斜角 60°

\Rightarrow 幅 $W=16\text{km}$ ($14\text{km}/\sin 60^\circ$)

\Rightarrow 面積 $S=LW=496\text{km}^2$



地震モーメント(地震規模)

[入倉・三宅式] $M_0=5.562 \times 10^{13}S^2$ ($\log S=1/2\log M_0-6.783$)

[武村式(Lの式)] $M_0=4.365 \times 10^{16}L^2$ ($\log L=1/2\log M_0-8.320$)

地震モーメント	入倉・三宅式(IM)	実測値	実測値/IM	武村式
---------	------------	-----	--------	-----

$M_0(\times 10^{19}\text{Nm})$	1.37	4.66 (4.06~5.2)	3.4	4.2
--------------------------------	------	--------------------	-----	-----

島崎評価に基づく最大加速度について

(詳細な解析が必要だが)「しかし、原子力発電所の基準地震動に関連する短周期レベルは‘地震源の大きさ’(地震モーメント)の1/3乗に比例するという式が提案されている(壇ほか,2001)。」

地震モーメントが3.4倍になると⇒加速度は $3.4^{1/3}=1.50$ 倍に
加速度は現在の評価値の1.5倍程度となる。

◆大飯原発		1.5倍	3.4倍
Ss-1:	700		
Ss-4(IM):	856	1284	2910
◆玄海原発			
Ss-3(IM):	524	786	1782
Ss-4(留萌)	620	1.3倍	
◆美浜3号			
Ss-3(IM):	993	1490	3376

2. 大飯原発に関する規制庁試算の問題点

- ・6月20日、規制庁は入倉・三宅とは「別の式」で地震動評価をやり直すことを決定。
- ・7月13日に武村式に基づく規制庁試算を規制委に提出。
- ・7月27日規制委、規制庁試算の内容説明―試算の事実上の撤回を決定。

7月27日・規制庁の資料1

大飯発電所の地震動に係る試算の過程等について

1. 試算の過程

第21回原子力規制委員会(平成28年7月13日)で報告した大飯発電所の地震動の試算結果に係る試算の過程・問題点は以下のとおり(詳細は別紙1)。

(1) 武村式への置き換えに係るもの

① 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。



頭の片隅にでも
おいとけという
ことでしょうか

いや、頭の真ん中
に置いてください

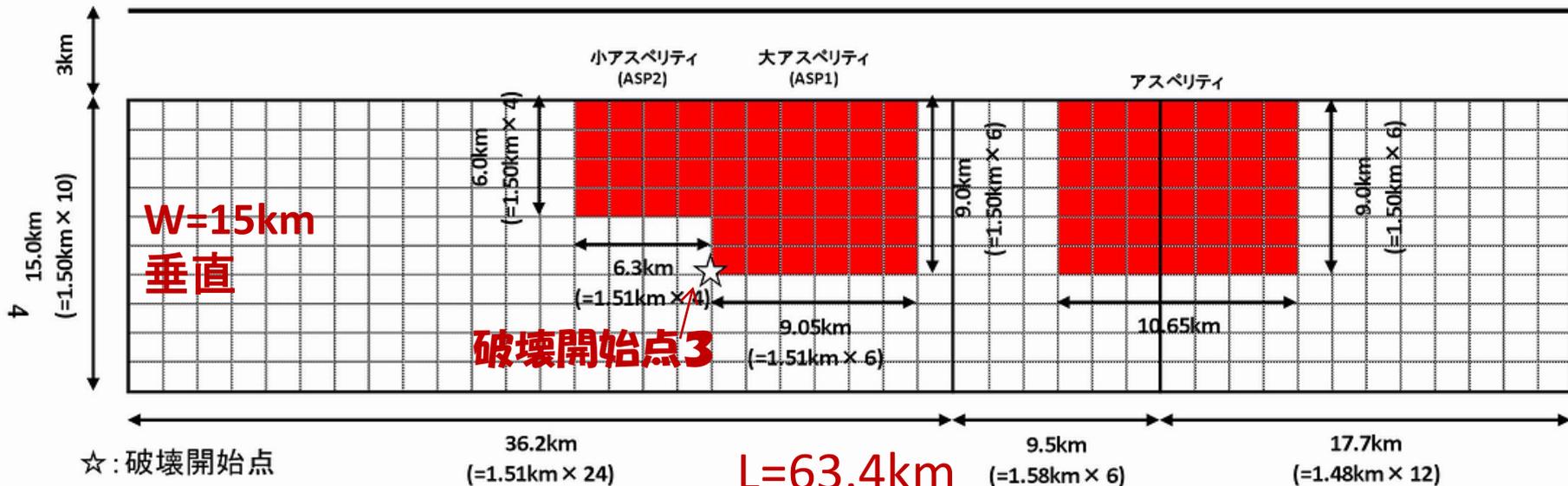
武村式で試算すれば大きな地震動に
なることは明らか⇒OWNゴールへ

試算に用いた震源断層モデルと主要パラメータ

FO-A~FO-B断層
Str.=138.96° →

熊川断層(西部)
Str.=129.0° →

熊川断層(東部)
Str.=110.12° →



関西電力の「基本ケース」と同一条件: **試算①**

- 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: $A = 1.96 \times 10^{19}\text{Nm}/\text{S}^2$
- アスペリティ面積: 209.22km^2 (0.22S)
- アスペリティ応力降下量: $\Delta\sigma_a = 14.1\text{MPa}$

武村式を用いたケース(断層形状は試算①と同じ): **試算②**

- 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: $A = 2.97 \times 10^{19}\text{Nm}/\text{S}^2$
- アスペリティ面積: 209.22km^2 (0.22S)
- アスペリティ応力降下量: $\Delta\sigma_a = 22.3\text{MPa}$

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、地震モーメントは3.49倍、短周期レベルは1.51倍となった。また、応力降下量は1.58倍とした。

地震モーメントは3.49倍、短周期レベルは1.51倍

規制庁の試算 7月13日

<別紙2>

関西電力による地震動評価ケース

不確かさ

FO-A~FO-B~熊川断層の地震動評価ケース

試算の
対象

最大加速度
856ガル

考慮した不確かさ	短周期の地震動レベル	断層傾斜角	すべり角	破壊伝播速度 Vr	アスペリティ配置	破壊開始点
基本ケース	レスピ平均	90°	0°	$V_r=0.72\beta$	①断層ごとに敷地近傍に配置	9箇所
短周期の地震動レベル	レスピ平均 × 1.5倍	90°	0°	$V_r=0.72\beta$	①断層ごとに敷地近傍に配置	9箇所
断層傾斜角	レスピ平均	75°	0°	$V_r=0.72\beta$	①断層ごとに敷地近傍に配置	9箇所
すべり角	レスピ平均	90°	30°	$V_r=0.72\beta$	①断層ごとに敷地近傍に配置	9箇所
破壊伝播速度 Vr	レスピ平均	90°	0°	$V_r=0.87\beta$	①断層ごとに敷地近傍に配置	9箇所
アスペリティ配置	レスピ平均	90°	0°	$V_r=0.72\beta$	②敷地近傍に一塊(正方形)	5箇所
	レスピ平均	90°	0°	$V_r=0.72\beta$	③敷地近傍に一塊(長方形)	5箇所
短周期の地震動レベルおよび破壊伝播速度 Vr の不確かさの組合せを考慮	レスピ平均 × 1.25倍	90°	0°	$V_r=0.87\beta$	①断層ごとに敷地近傍に配置	9箇所

認識論的不確かさ

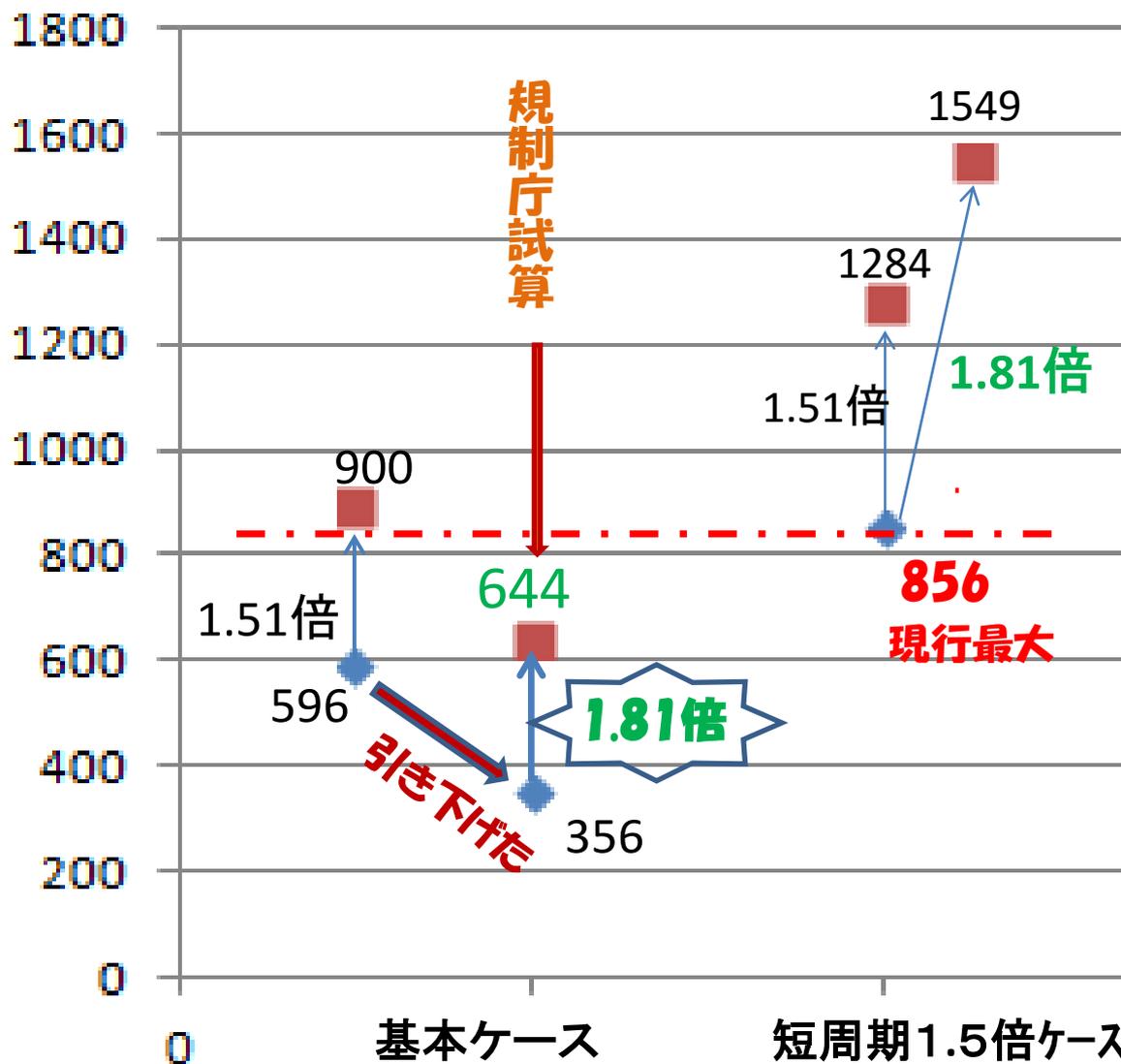
偶発的不確かさ

■ : 不確かさを独立して考慮するパラメータ ■ : 不確かさを重畳して考慮するパラメータ

出典: 第332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「大飯発電所 地震動評価について」

2-1. 関電の評価方法が把握できないまま、評価値を引き下げた

基本ケースで最大644ガルにしかならず、現行最大856ガルの範囲内にあるので再評価の必要なしとした。





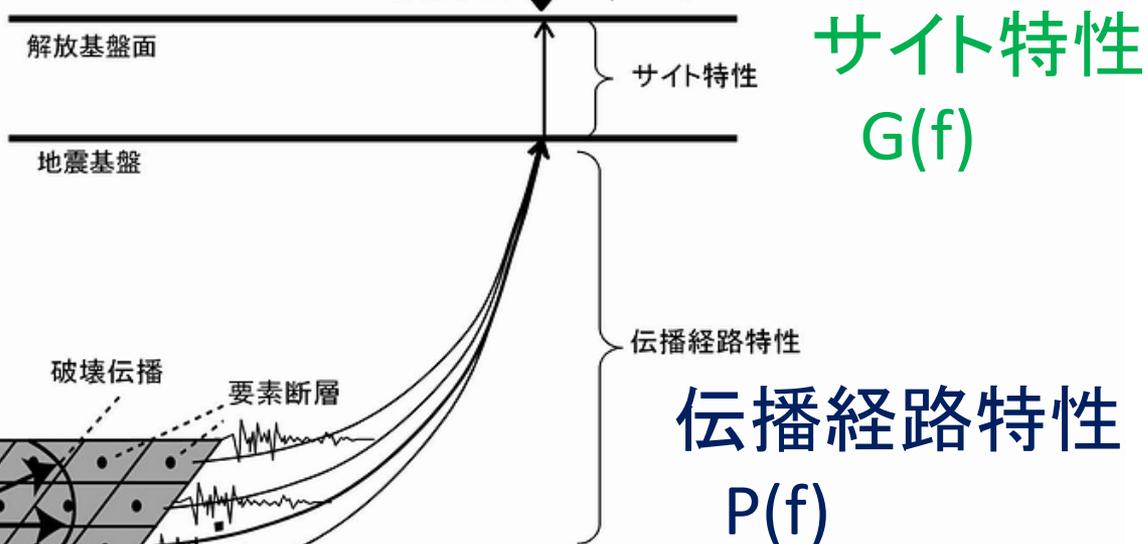
あなた方はよく
やってくれた。
エライエライ

課題の関電と「同じ」ではなく、「相違の考察」とは？

基本ケースにおける関西電力との相違の考察

加速度 S : $A_c(f) = S(f)P(f)G(f)$  

統計的グリーン関数法



震源特性
 $S(f)$

断層モデルを用いた地震動評価のイメージ図

関西電力は、基準地震動策定に当たり統計的グリーン関数法に基づいた地震動評価を行っている。今回の試算においては、要素地震波の生成や波形合成のプロセスが関西電力と異なることにより、相違が生じていると考えられる。

規制庁：関電がどのような想定・計算したか把握していないので、独自の計算をしてみると加速度が下がりました。

市民： そんなことで、どうやって審査できるの？

関電と違う結果になったことは？

計算のいろいろな詳細を把握していなかったことに原因があるのでは。きちんとやれば再現できるはず。



田中委員長

武村式による試算は意味をもった結果を与えない。やってはいけない計算だった。

委員会が事務局に指示した課題に無理があった。事務局も無理に沿って混乱した。



更田委員

2-2. 規制庁試算どおり1.81倍ならクリフエッジを超えて大惨事

	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. 式の入れ替えを「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日記者会見での小林氏の説明

「○小林長官官房耐震等規制総括官：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つて、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るので、それに応じたような形で、今回、試計算してみたということでございます。」

FO-A~FO-B~熊川断層の地震動評価ケース

考慮した不確かさ	短周期の地震動レベル	断層傾斜角	すべり角	破壊伝播速度 V_r	アスペリティ配置	破壊開始点
基本ケース	レシピ平均	90°	0°	$V_r=0.72\beta$	①断層ごとに敷地近傍に配置	9箇所
短周期の地震動レベル	レシピ平均 × 1.5倍	90°	0°	$V_r=0.72\beta$	①断層ごとに敷地近傍に配置	9箇所
断層傾斜角	レシピ平均	75°	0°	$V_r=0.72\beta$	①断層ごとに敷地近傍に配置	9箇所
すべり角	レシピ平均	90°	30°	$V_r=0.72\beta$	①断層ごとに敷地近傍に配置	9箇所
破壊伝播速度 V_r	レシピ平均	90°	0°	$V_r=0.87\beta$	①断層ごとに敷地近傍に配置	9箇所
アスペリティ配置	レシピ平均	90°	0°	$V_r=0.72\beta$	②敷地近傍に一塊(正方形)	5箇所
	レシピ平均	90°	0°	$V_r=0.72\beta$	③敷地近傍に一塊(長方形)	5箇所
短周期の地震動レベルおよび破壊伝播速度 V_r の不確かさの組合せを考慮	レシピ平均 × 1.25倍	90°	0°	$V_r=0.87\beta$	①断層ごとに敷地近傍に配置	9箇所

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

(2) 断層モデルを用いた手法による地震動の評価過程に伴う不確かさについて、適切な手法を用いて考慮されていることを確認する。併せて、震源特性パラメータの不確かさについて、その設定の考え方が明確にされていることを確認する。

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、敷地における地震動評価に大きな影響を与えると考えられる支配的なパラメータについて分析し、その結果を地震動評価に反映させることが必要である。特に、アスペリティの位置・応力降下量や破壊開始点の設定等が重要であり、震源モデルの不確かさとして適切に評価されていることを確認する。

② 必要に応じた不確かさの組み合わせによる適切な考慮

1) 地震動の評価過程に伴う不確かさについては、必要に応じて不確かさを組み合わせるなど適切な手法を用いて考慮されていることを確認する。

2) 地震動評価においては、震源特性(震源モデル)、伝播特性(地殻・上部マントル構造)、サイト特性(深部・浅部地下構造)における各種の不確かさが含まれるため、これらの不確かさ要因を偶然的な不確かさと認識論的不確かさに分類して、分析が適切になされていることを確認する。

7月27日規制庁資料1 大飯発電所の地震動に係る試算の過程等について

4. 対応案(p.3)

○また、審査に当たっては、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。

○このため、現時点において、大飯発電所の基準地震動を見直す必要は無いと考える。

◆入倉・三宅式が他の式に比べて地震モーメントを過小評価することは認めている。

◆その欠陥を、断層の長さや幅などの「不確かさ」の考慮でカバーしていると記述。

⇒式の問題は「不確かさ(uncertainty)」ではカバーできない。

「ばらつき」(variability)の問題として捉えるべき。

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

[武村式 (Sの式)] 断層幅が一定値 $W=13\text{km}$ 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。

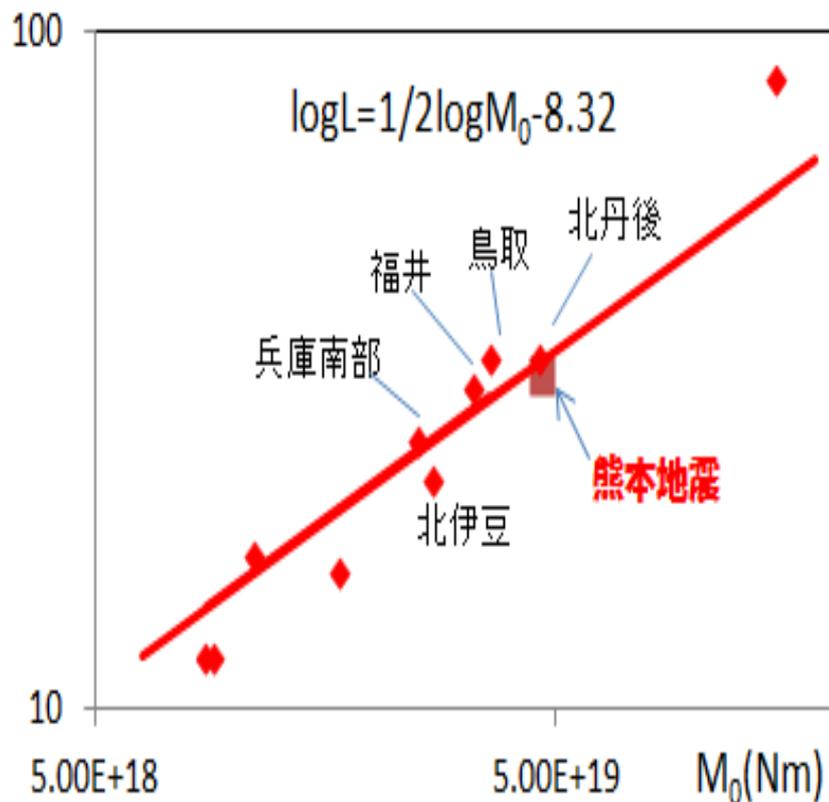
$$M_0 = 26.3 \times 10^{13} S^2 \quad \left(\text{or } \log S = 1/2 \log M_0 - 7.21 \right)$$

★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。

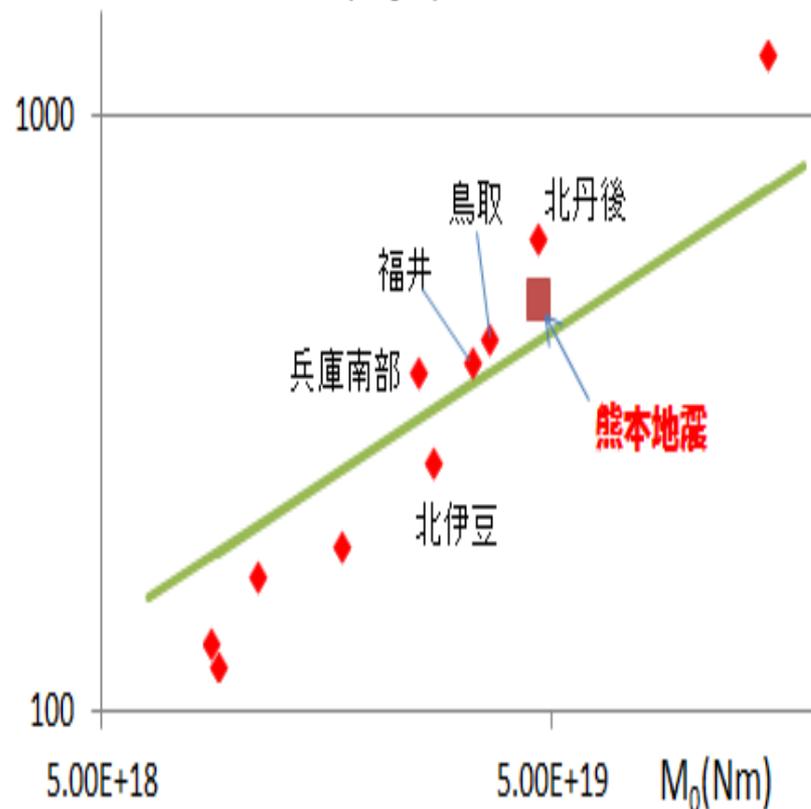
★武村式の根拠

武村データセットにおける熊本地震の位置

L(km) 武村データ(M_0 -L)と熊本地震の位置



S(km²) 武村データ(M_0 -S)と熊本地震の位置



S(km²)

入倉・三宅データセット、武村データセット及び熊本地震の位置

10000

1000

100

5.00E+18

5.00E+19

5.00E+20 M₀(Nm)

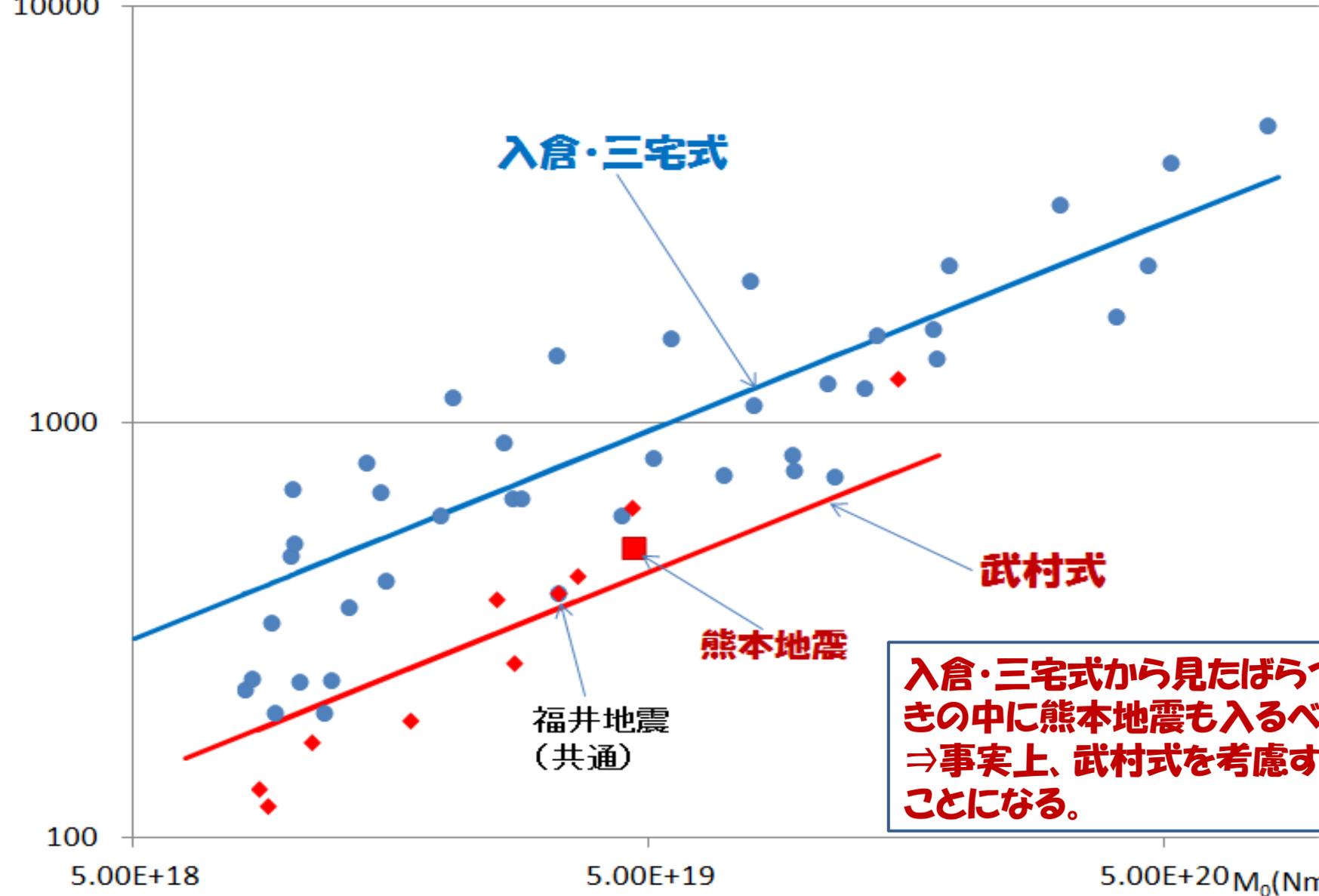
入倉・三宅式

武村式

熊本地震

福井地震
(共通)

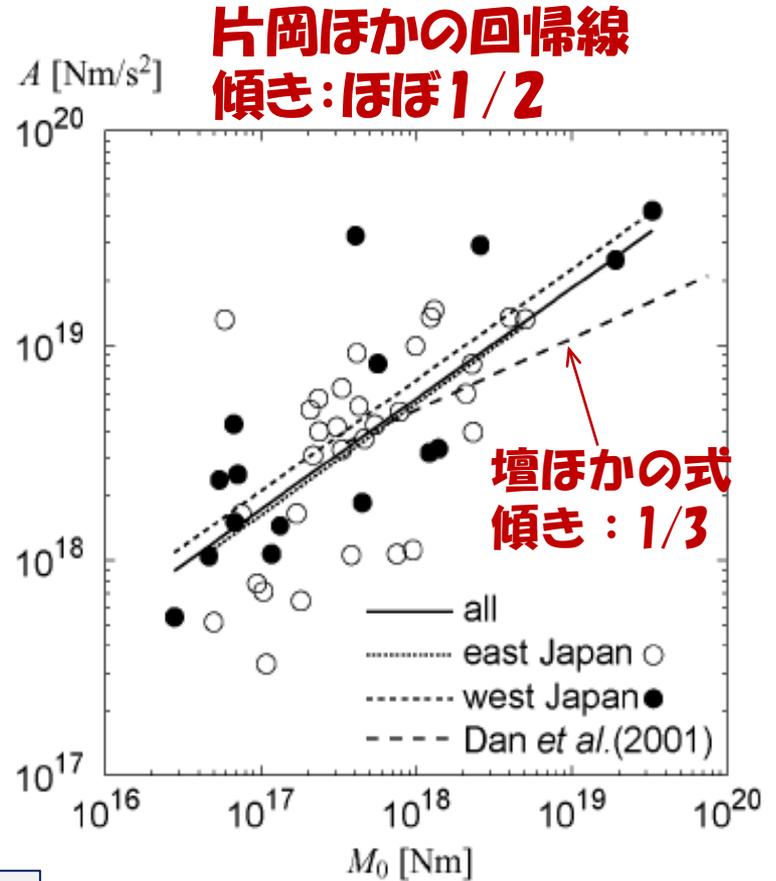
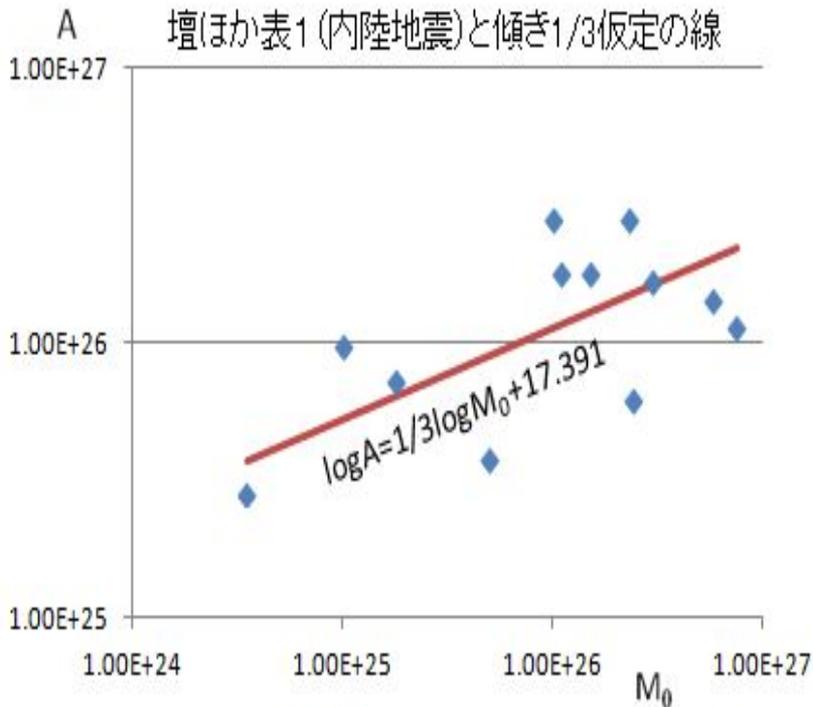
入倉・三宅式から見たばらつきの中に熊本地震も入るべき
⇒事実上、武村式を考慮することになる。



2-5. 加速度の算出でも過小評価されている

何の根拠もない $M0$ の $1/3$ に比例するという壇ほか(2001)が
 ⇒入倉ほかによってレシビに導入された

★壇ほかでは $1/3$ 乗は単なる仮定



$3.49^{1/3} = 1.52$ 倍 ⇒ $3.49^{1/2} = 1.87$ 倍

(a) 地域で分類

2-6. レシピは破たん、耐震評価は凍結すべき

- ◆武村式を使うと、地震モーメントが大きくなる。
⇒現行レシピではさまざまな矛盾が現れることを規制庁試算は露呈。
- ◆大きな地震モーメントは熊本地震他で実際に示されている。
それが大飯原発等でも現実になると考えるべき(「ばらつき」の考慮)。
現状では、それに耐えられる保証は耐震評価上は存在しない。
- ◆レシピの矛盾が現れるのはレシピ自体の欠陥である。
武村式を適用したのが悪いのではない。矛盾が現れないレシピをつくれ。
- ◆現にまともなレシピは存在しない。耐震評価は破たんしている。
⇒耐震評価は凍結し、すべての原発を停止せよ。

3. 武村式をめぐる運動等の経緯

- ◆2013年10月29日 大飯即時抗告 主張書面
- ◆2013年11月8日 原子力規制委員会への要請書
グリーン・アクション、美浜の会、おおい原発止めよう裁判の会
本格的に武村式を採用すべきだと主張。
- ◆2013年11月14日 おおい町・高浜町への申し入れ
原発設置反対小浜市民の会、プルサーマルを心配するふつうの若狭の民
の会など、福井・関西の9団体
- ◆2014年1月29日
地震動の過小評価を許さない1・29院内集会・政府交渉
呼びかけ団体22、賛同団体182、合計204団体で要請書提出。



**おおい町申し入れ
2013年11月14日**

**高浜町申し入れ
2013年11月14日**



★1・29交渉は12月18日の審査会合における下記の発言をとりあげたもの。

★2013年12月18日の大飯原発審査会合における小林勝安全規制管理官発言と島崎発言

◆小林発言：津波評価で用いているすべり量（武村式による）を基準地震動評価にも用いるべきだ。

◆島崎氏：津波と基準地震動では同じ評価をするべきだ

★2013年8月21日の伊方3号審査会合でも、島崎氏はすでに同趣旨の発言をしている（議事録）。

⇒事実上、基準地震動評価でも武村式を用いるよう主張

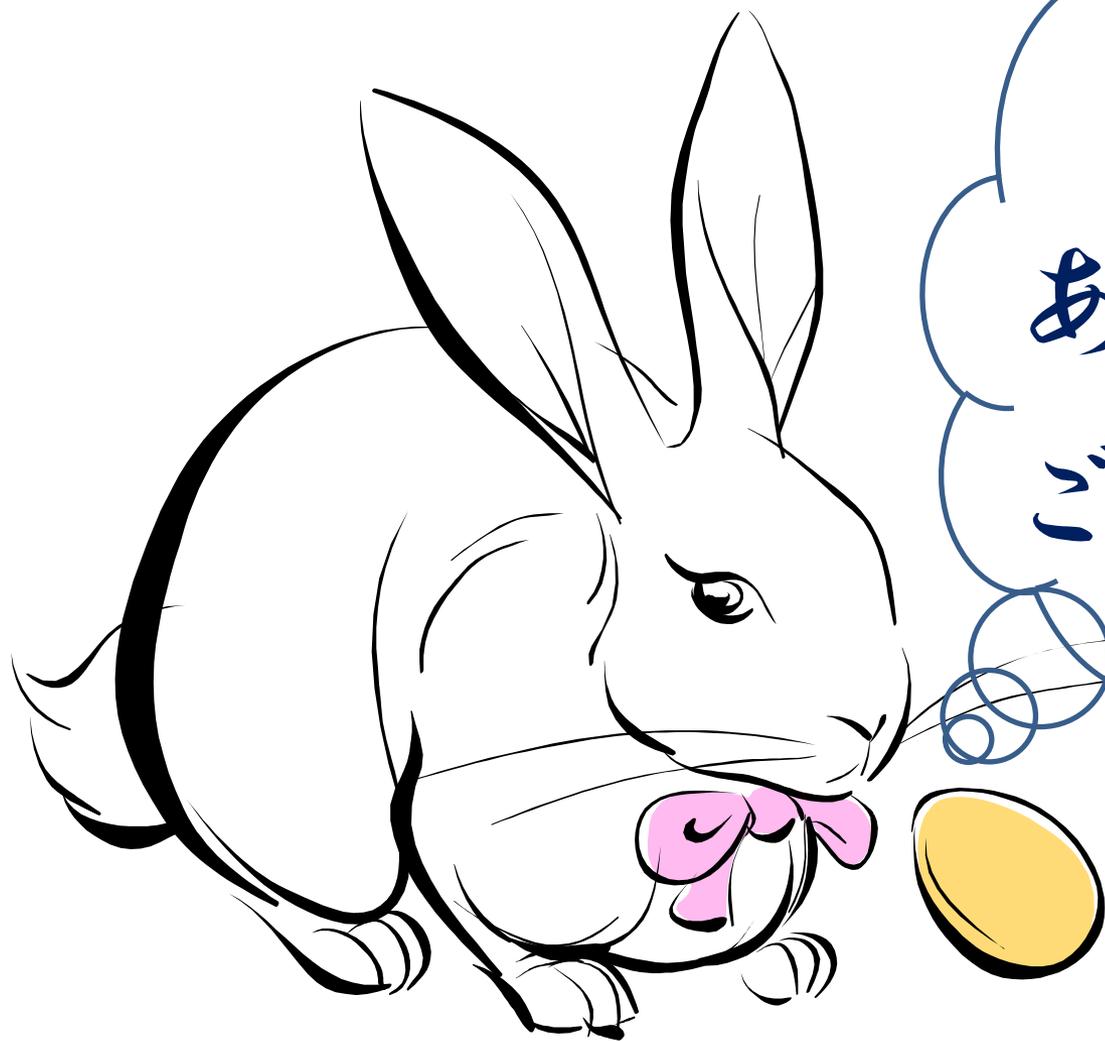
2014年1月29日主催・賛同204団体で規制庁交渉



2014年1月29日 規制庁交渉 参議院議員会館

結 論

1. 熊本地震は、入倉・三宅式の過小評価を証明し、武村式と整合的であることを示した。
2. 規制庁試算のように加速度が1.81倍になるなら、大飯や美浜3号はクリフエッジを超えて大惨事になる。
美浜3号の40年越え運転などとんでもない。
3. 川内原発を止め、伊方原発の再稼働を止め、すべての原発について武村式を用いて基準地震動の再評価を。



ご静聴
ありがとうございます
ございました