

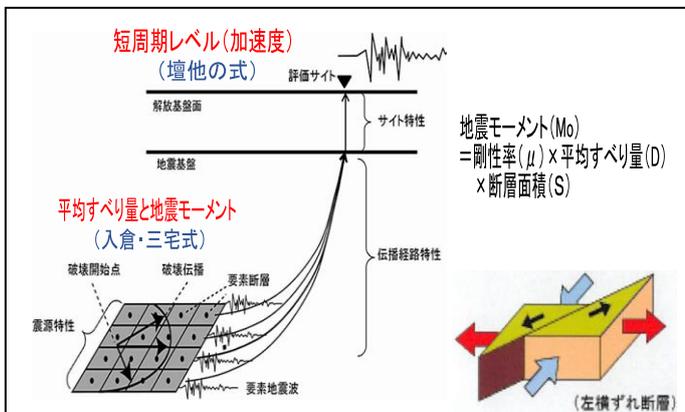
原発の地震動評価(レシピ)は 著しい矛盾を抱え、過小評価をもたらしている 福島原発事故を繰り返してはならない 再稼働を止めよう！

- * アスペリティ面積（部分）が断層面積（全体）より大きくなる
- * 地震規模も最大加速度も過小評価になる
- * 実際の福井地震がレシピでは評価できない

原発の耐震評価で使われている国のレシピは著しい矛盾を含み、地震動は過小評価になっています。それにもかかわらず、老朽原発まで次々と再稼働を許可しています。

レシピの矛盾と過小評価を広く知らせ、再稼働を止めよう。

1. レシピによる地震動の評価



地震動は地下の断層面のすべりによって起こる。断層面でおこる地震の規模は、「地震モーメント (M_0)」で表され、全体的なすべり量に比例している。

断層面の各小部分（要素断層）で発生した地震動は重ね合わさって地上に伝わり、地震動の加速度を引き起こす。加速度にはさまざまな周期の波が混ざっている。最大加速度は短周期における加速度で決まり、そのレベルは「短周期レベル(A)」と呼ばれている。

このような地震動の評価は、いわゆるレシピ（震源断層を特定した地震の強振動予測手法）地

震調査研究推進本部 地震調査委員会 2016) によって行われている。レシピでは、地震モーメントの計算には入倉・三宅式が、地震モーメントから短周期レベルを算出するには壇他式が用いられている。

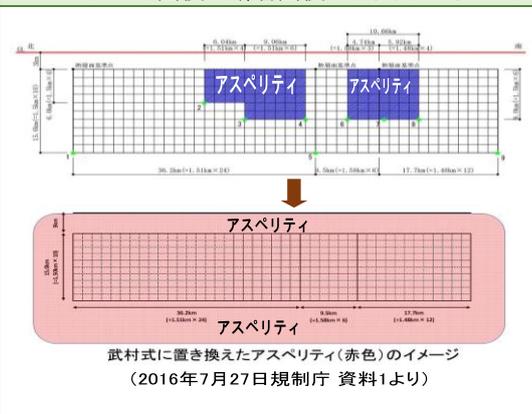
2. 部分が全体より大きくなる?! 矛盾を含むレシピ

現行のレシピには、とんでもない矛盾が含まれている。昨年7月に原子力規制庁が行った大飯原発に関する試算で明らかになった。この試算は、前の原子力規制委員会で地震動審査の責任者であった島崎氏の提言を受けて実施された。島崎氏は、入倉・三宅式で地震動を計算すれば過小評価になると指摘していた。

島崎提言に従って、レシピ中の入倉・三宅式を武村式に置き換え、他はそのままでアスペリティ*面積を計算すると、断層面全体の約2倍にもなった(右図)。部分が全体より大きくなるという異常な結果だ。

ところが、規制委・規制庁は矛盾の根源を探ることもなく、武村式を使う域に達していないとして試算自体をなかったことにしてしまった。こうして、レシピに基づく地震動審査で次々と原発の再稼働を進めている。

武村式で置き換えると
アスペリティ面積が断層面積より大きくなった



*アスペリティとは、断層面の中で強く固着してすべりを妨げ、最終的に大きくすべる部分

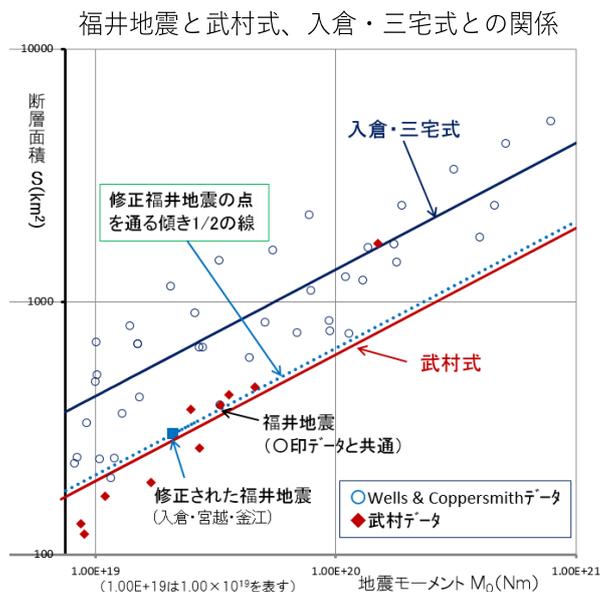
3. 武村式を使わなくても矛盾は起こるー福井地震が示すもの

レシピの矛盾は、福井地震を評価できないことから明らかになる。1948年のM7.1の福井地震では、福井県だけで死者3,728人、全壊家屋35,382戸の被害となった。

その地震モーメントや断層面積は武村論文(1998)に掲載されている。そのデータは古いと批判した入倉・宮腰・釜江論文(2014)では別のデータを取り上げている。それらデータは右図に示すように、武村式に非常に近い位置にある。

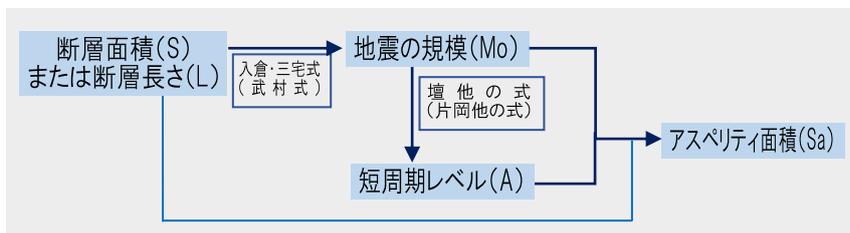
入倉・宮腰・釜江データによる地震モーメントの実測値を用いて、レシピでアスペリティ面積を計算してみる。すると307.8km²となり、断層面積300km²を上回る。

つまり、武村式を用いなくても、福井地震の地震モーメントの実測値でも矛盾が起こるのである。この矛盾は、レシピ自体のもつ欠陥によるものと考えざるを得ない。



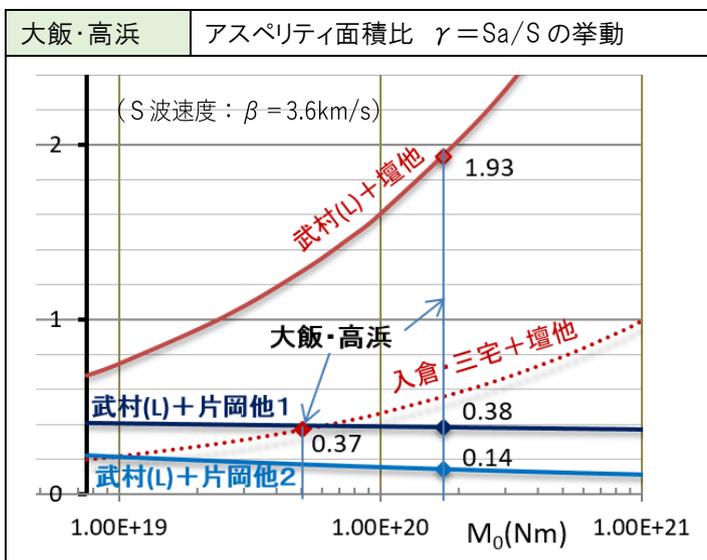
4. アスペリティ面積の矛盾を起こす根源はレシピの壇他の式にある

レシピによるアスペリティ面積の計算は下の図式のように行われる。アスペリティ面積の計算には地震モーメントだけでなく、短周期レベルの計算もかかわっている。そこで使われている壇他の式が矛盾を引き起こしている可能性がある。



実際、壇他の式に替えて別の片岡他の式を用いれば、アスペリティ面積の矛盾は起こらない。大飯原発を例にとれば、下図のようにアスペリティ面積比は1より十分小さい。

短周期レベルを計算する式には、壇他以外に、片岡他の式がある。片岡他1は全内陸地震の場合、片岡他2はそのうち横ずれ断層だけを抽出した場合。



この図は、縦軸にアスペリティ面積(Sa)と断層面積(S)の比 $\gamma = Sa/S$ を、横軸には地震の規模 (M_0) をとっている。実線が地震モーメントを武村式(L)で計算した場合。点線は入倉・三宅式で計算した場合である。武村式(L)+壇他の場合には前述のように比が1.93倍と約2倍になる。大飯原発の断層は横ずれなので、片岡他2が相当し、 $\gamma=0.14$ となって矛盾は起こらない。入倉・三宅+壇他の場合には、 $\gamma=0.37$ とかなり大きくなる。関西電力はこれを大きいと考えたのか、計算値は投げ捨てて、レシピが推奨する0.22を無理やり採用した。

5. 片岡他の式は、壇他の式とどこが違うのか

壇他の式は右図上のように、グラフの傾きを 1/3 と頭から仮定している。

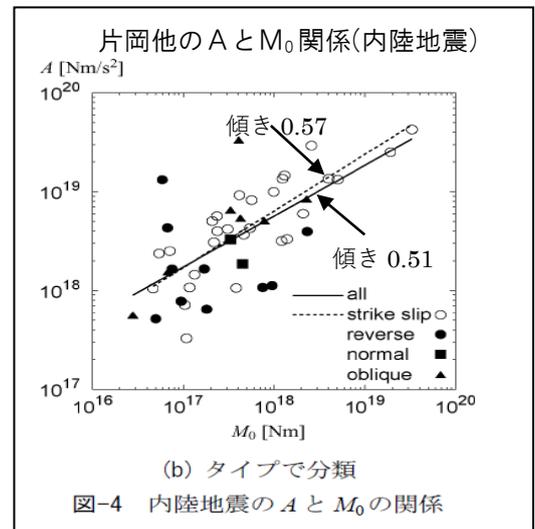
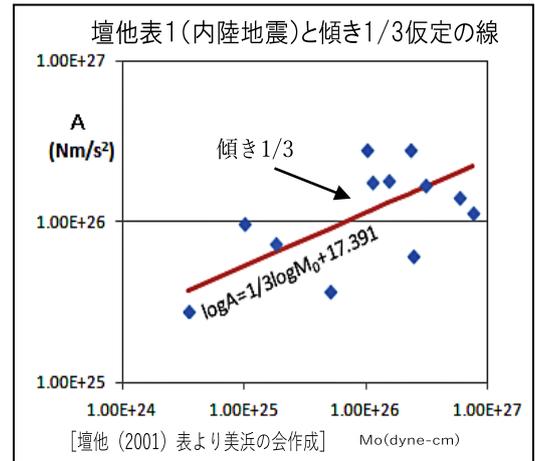
壇他の式は、12 個のデータ点から最小二乗法（平均操作）で導かれている。グラフは両対数を表しており、横軸の数値は $x = \log M_0$ を、縦軸の数値は $y = \log A$ を表し、直線 $y = 1/3x + b$ と傾き 1/3 を頭から仮定して切片 b を平均操作で求めている。

他方、右図下の片岡他では、傾きを仮定せずに、傾きと切片の両方を最小二乗法で求めている。こちらの方が事実データをよく反映するのは当然である。

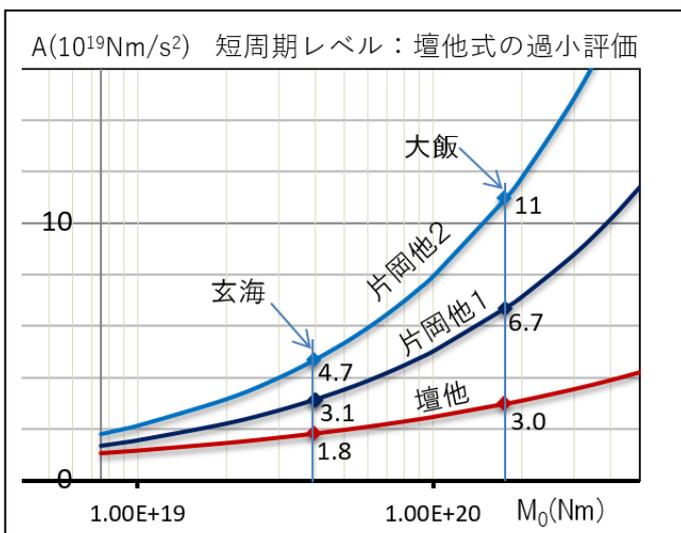
さらに、壇他のデータは 12 中の 10 が米国西部のデータであるのに対し、片岡他はすべて日本のデータである。

ここで重要なことは、壇他の傾き 1/3 が 1/2 より小さいのに対し、片岡他では 0.51 または 0.57 と 1/2 より大きいことである。傾きが 1/2 より小さいとアスペリティ面積比が上昇して 1 を超える傾向をもつ。片岡他のように 1/2 より大きいと比は減少してけっして 1 を超えない（詳細は美浜の会ホームページ掲載の見解参照）。

アスペリティ面積比が 1 を超える（部分が全体より大きくなる）異常の根源は、グラフの傾きを 1/3 と頭から決めていることにあるのだ。



6. 地震動は二重に過小評価



地震動は①地震モーメントと②短周期レベルのそれぞれで過小評価になっている。

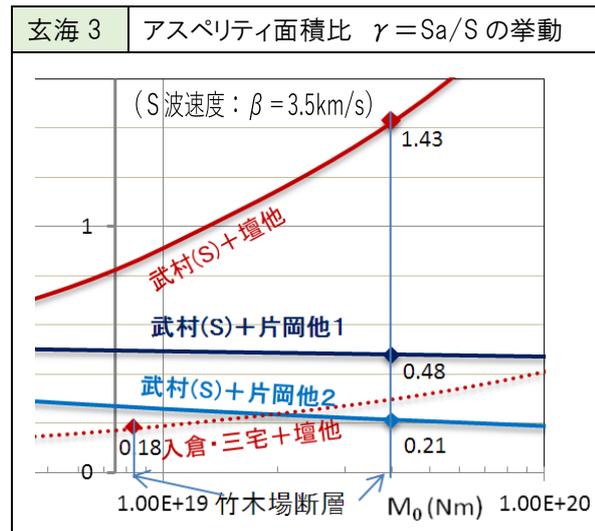
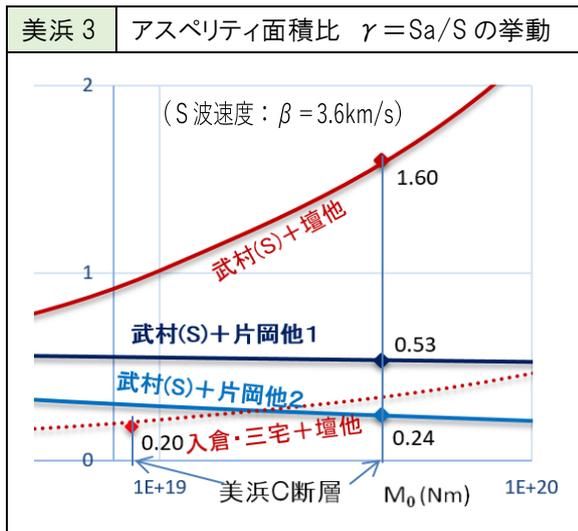
島崎氏は入倉・三宅式では地震モーメントが相当な過小評価になると指摘し、入倉・三宅式以外の式で地震モーメントを評価すべきだと主張した。

実は地震動の過小評価はそればかりでなく、地震モーメントから短周期レベルを算出する過程にもある。すなわち、壇他の式で傾き 1/3 を頭から仮定したことが、もう一つの過小評価を生み出している。その様子は左図のように片岡他と比較してみれば明らかになる。大飯原発の場合、片岡他 2（横ずれ断層）と比べて壇他では約 4 分の 1 の過小評価になっている ($11/3.0 = 3.7$)。

これら二重の過小評価をやめて武村式(L)+片岡他で評価すれば、大飯原発では 856 ガルが 4,778 ガルに跳ね上がる（4 頁の表参照）。

7. 高浜原発、美浜原発、玄海原発の場合

高浜原発	最大加速度をもたらす断層モデルの断層は、大飯原発と同じ FoA-FoB-熊川断層なので、アスペリティ面積比や短周期レベルの様子は大飯原発の場合と同じ（2 頁左下図）。
美浜原発	C 断層（逆断層）の場合、武村式(S：断層面積による式)と壇他の式では、アスペリティ面積比 $\gamma=1.60$ となり、1 を超えて矛盾が起こる。しかし、壇他の式の代わりに片岡他 1（全内陸）を使えば $\gamma=0.53$ とかなり大きめの値になるが矛盾は起こらない（下図左）。
玄海原発	竹木場断層（横ずれ）の場合、武村式(S)と壇他の式では $\gamma=1.43$ となり、やはり 1 を超えて矛盾が起こる。しかし、片岡他 2 では 0.21 ときわめて妥当な値になる（下図右）。



8. 最大加速度の過小評価

これら原発に関する最大加速度は、下表のようになる。最大加速度は、現行レシピによる評価値の 2.9 ～5.6 倍にもなる。現行はそれだけ過小評価されているということだ。

	断層長さ (km)	断層面積 (km ²)	現行(入倉・三宅+壇他)			武村式+片岡他		
			地震規模 $M_0(10^{19}\text{Nm})$	短周期レベル $A(10^{19}\text{Nm/s}^2)$	最大加速度(ガル)	地震規模 $M_0(10^{19}\text{Nm})$	短周期レベル $A(10^{19}\text{Nm/s}^2)$	最大加速度(ガル)
大飯原発	63.4	951	5.03	1.96	856	17.55	10.94	4,778
高浜原発					396			2,210
美浜原発	21.2	388.0	0.837	1.08	993	3.959	3.124	2,883
玄海原発	19.7	388.09	0.838	1.08	524	3.963	4.686	2,274

※大飯原発・高浜原発では武村式 (L)、他は武村式 (S) で計算した場合

※最大加速度は短周期レベルに比例 玄海原発の場合 $2,274 = 524 \times 4.686 / 1.08$

著しい矛盾を含み、過小評価に導く地震動評価の問題点を広く知らせていきたいと思います。関電と国は、高浜 3・4 号、大飯 3・4 号の早期の再稼働を狙っています。老朽原発高浜 1・2 号、美浜 3 号の寿命延長許可に続き、今年中に大飯 1・2 号の延長も申請しようとしています。稼働中の川内原発と伊方原発に続いて、玄海 3 号も早期に再稼働しようとしています。

福島原発事故の悲劇を繰り返さないために、連携して、原発の再稼働を止めよう。

美浜・大飯・高浜原発に反対する大阪の会（美浜の会）

530-0047 大阪市北区西天満 4-3-3 星光ビル 3 階 TEL:06-6367-6580 FAX:06-6367-6581

mihama@jca.apc.org <http://www.jca.apc.org/mihama/> 2017.2.13