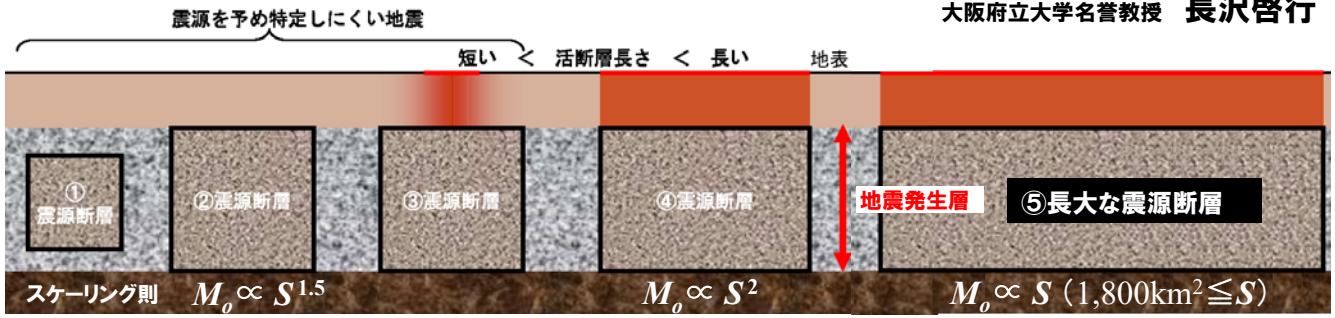


# 伊方3号の基準地震動は過小評価されている

大阪府立大学名誉教授 長沢啓行



## ○震源を特定せず策定する地震動（「念のため」ではない！詳細な調査でも不明）

16地震の観測記録についてサイトごとに評価

⇒ 2016年熊本地震は

M6.5の前震の震源近傍で1,000ガル超の地震動の可能性を強く示唆

原子力安全基盤機構JNESによるM6.5の1,340ガルの地震動解析を裏付け

## ○震源を特定して策定する地震動（すべり量分布は事前の詳細な調査でも不明）

耐専スペクトル：国内地震観測記録の平均像

断層モデル：入倉式によるレシピ(ア)と松田式によるレシピ(イ)（「修正レシピ」）

⇒ 島崎氏の問題提起で「世界最高水準の適合性審査」の実態が暴かれた

規制庁が試算を拒み続ける「推本の修正レシピ」ではクリフエッジを超える ①

## 原発の基準地震動と耐震性

伊方3号は  
855ガル  
(原子力安全・保安院  
審査書2012.3)

### クリフエッジ

基準地震動の何倍になると  
炉心溶融事故に至るか？

原発にとっては周期0.02～0.5秒  
の短周期地震動が重要！

M6.5の直下地震に  
原発は耐えられない！

クリフエッジを超える地  
震動が襲うと、炉心溶融  
事故は避けられない！

### 基準地震動

この大きさの揺れには  
耐えられるように設計

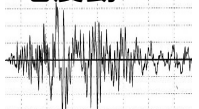
伊方3号は  
Ss-1: 650ガル  
(震源特定: 耐専スペクトル)  
Ss-2-1~8: 最大579ガル  
(震源特定: 断層モデル)  
Ss-3-1~2: 最大620ガル  
(震源特定せず)

再稼働審査では  
基準地震動が過小  
評価されている！

### 応答スペクトル

単振り子がどれだけ  
大きく揺れるか

### 地震動



← 短い 単振り子の固有周期 長い → 解放基盤表面

②

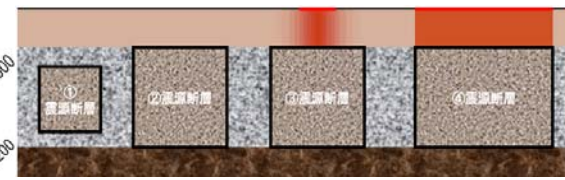
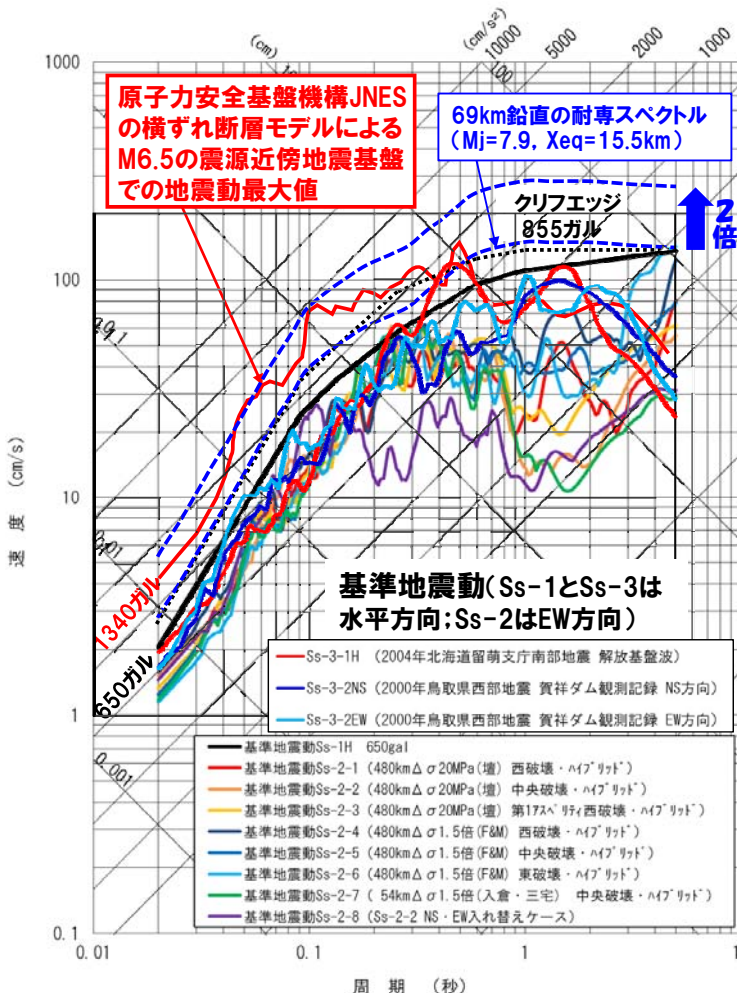
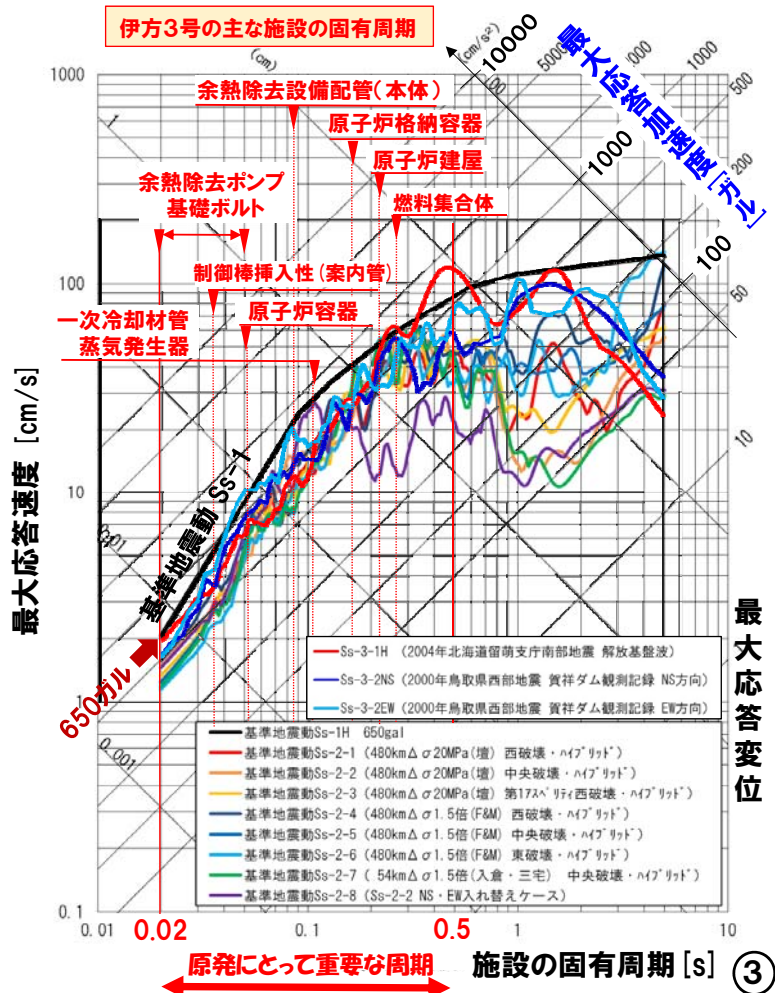
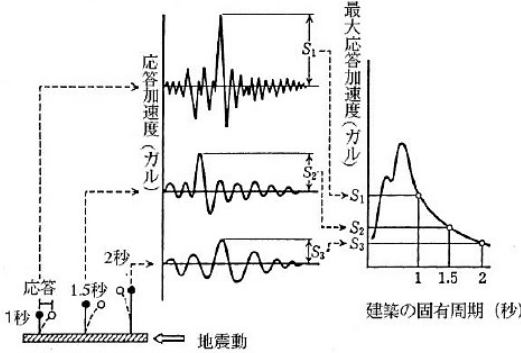
# 伊方3号の基準地震動の 応答スペクトルと固有周期

○伊方原発の解放基盤表面での  
応答スペクトルを描いたもの  
(対数目盛であることに注意)

○「基準地震動の最大加速度」は  
周期0.02秒の最大応答加速度  
に対応する

○斜め45度右上がりの目盛が最大  
応答加速度、右下がりの目盛  
が最大応答変位に対応する

四国電力：柏崎刈羽原子力発電所で観測されたデータに基づき  
伊方発電所における概略影響検討結果報告書(2007年9月20日)



震源を特定せず  
策定する地震動  
2004年北海道留萌  
支庁南部地震M6.1  
の解放基盤表面はざ  
とり波(620ガル)

震源を特定して  
策定する地震動  
敷地前面海域69km  
鉛直の耐専スペクトル  
(900ガル程度:適用外)

JNESによるM6.5の  
横ずれ断層による震  
源近傍での地震動  
最大値(1,340ガル)

最新データの反映と倍  
半分のパラッキを考慮  
し2倍以上へ引き上げ  
(1,800ガル程度)

伊方原発では基準地震動(650ガル)とクリフエッジ(855ガル)を超える地震動が襲い、炉心溶融事故に!

四国電力「伊方発電所地震動評価 震源を特定して策定する地震動(中央構造線断層帯地震動評価)と基準地震動の策定(コメント回答)」, 第156回審査会合, 資料1-1(2014.11.7); 四国電力「伊方発電所地震動評価 震源を特定せず策定する地震動と基準地震動の策定(コメント回答)」, 第173回審査会合, 資料2-1(2014.12.12); 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); 原子力安全・保安院「四国電力㈱伊方発電所3号機の安全性に関する総合的評価(一次評価)に関する審査書」(2012.3.26)



# 震源を特定せず策定する地震動

## ○16地震観測記録に限定

- 地震観測網が整備されたのは20年前、観測記録が決定的に不足している
- 2008年岩手・宮城内陸地震・一関西の観測記録は不使用:  
「上部に軟岩や火山岩、堆積岩が厚く分布する地域」ではないとの理由
- 観測記録の不足を補う手法があるのに使われていない

## ○2004年北海道留萌支庁南部地震の観測記録

- K-NET地表観測点HKD020(震源距離12.1km)で

535.7ガル(NS), 1,127.2ガル(EW)

⇒基準地震動620ガル

再現震源モデルによる解析は地震計の不足と観測記録の不足を補う

- 仮想地表観測点最大 約1,700ガル(NS), 約1,300ガル(EW)
- 破壊開始点変更最大 約1,050ガル(NS), 約2,000ガル(EW):約1.8倍

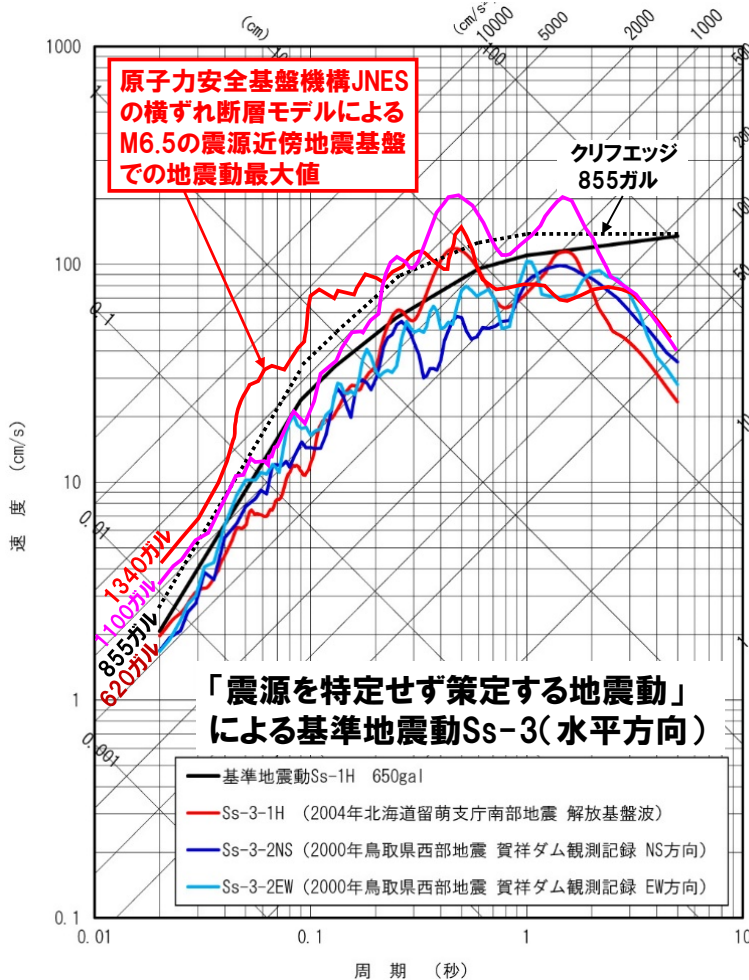
⇒基準地震動1,100ガル

## ○原子力安全基盤機構JNESの断層モデルによる解析

⇒M6.5の横ずれ断層による地震で、1,340ガルの地震動

2016年熊本地震が解析の正しさを裏付けている

⑤



## 伊方3号の震源を特定せず策定する地震動:

①地域地盤環境研究所による留萌支庁南部地震の震源近傍地震動評価ではEWで1.8倍、1,100ガルにない(応答スペクトルは参考)、伊方3号のクリフエッジ(855ガル)を超える!

②JNESによる1,340ガルの地震動を考慮すれば、伊方3号のクリフエッジ(855ガル)を超える!

四国電力:伊方発電所地震動評価震源を特定せず策定する地震動と基準地震動の策定(コメント回答),第173回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合,資料2-1(2014.12.12);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);原子力安全・保安院「四国電力伊方発電所3号機の安全性に関する総合的評価(一次評価)に関する審査書」(2012.3.26)

⑥

「震源を特定せず策定する地震動」で「収集対象となる内陸地殻内の地震の例」

No	地震名	日時	規模
1	2008年岩手・宮城内陸地震	2008/ 6/14 8:43	Mw6.9
2	2000年鳥取県西部地震	2000/10/ 6 13:30	Mw6.6
3	2011年長野県北部地震	2011/ 3/12 3:59	Mw6.2
4	1997年3月鹿児島県北西部地震	1997/ 3/26 17:31	Mw6.1
5	2003年宮城県北部地震	2003/ 7/26 7:13	Mw6.1
6	1996年宮城県北部(鬼首)地震	1996/ 8/11 3:12	Mw6.0
7	1997年5月鹿児島県北西部地震	1997/ 5/13 14:38	Mw6.0
8	1998年岩手県内陸北部地震	1998/ 9/ 3 16:58	Mw5.9
9	2011年静岡県東部地震	2011/ 3/15 22:31	Mw5.9
10	1997年山口県北部地震	1997/ 6/25 18:50	Mw5.8
11	2011年茨城県北部地震	2011/ 3/19 18:56	Mw5.8
12	2013年栃木県北部地震	2013/ 2/25 16:23	Mw5.8
13	2004北海道留萌支庁南部地震	2004/12/14 14:56	Mw5.7
14	2005年福岡県西方沖地震の最大余震	2005/ 4/20 6:11	Mw5.4
15	2012年茨城県北部地震	2012/ 3/10 2:25	Mw5.2
16	2011年和歌山県北部地震	2011/ 7/ 5 19:18	Mw5.0 ⑦

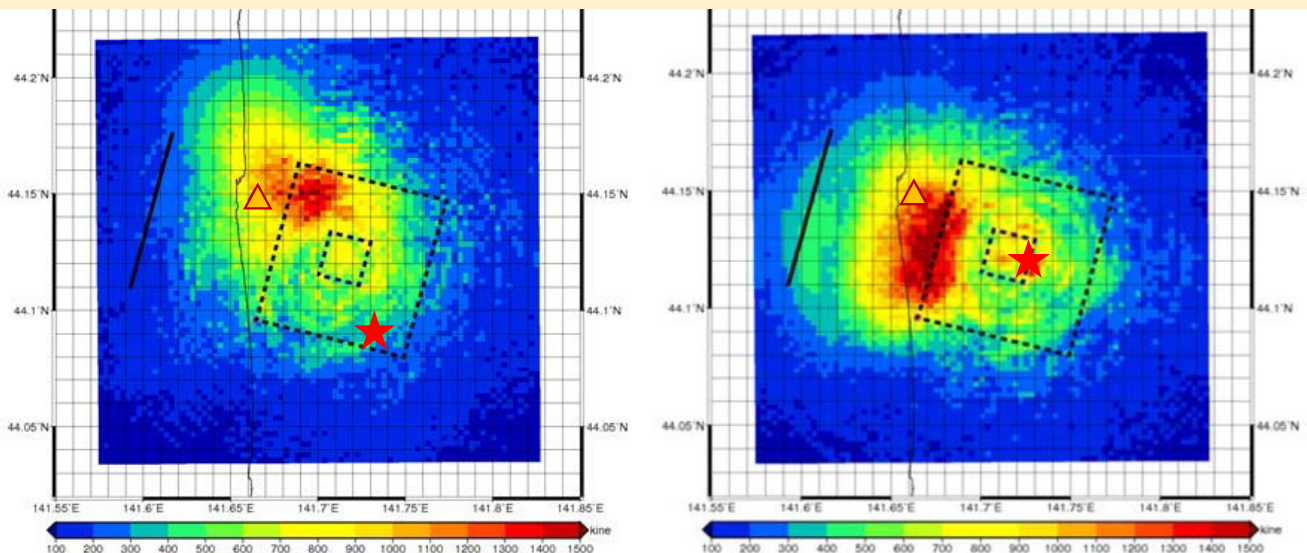
北海道留萌支庁南部地震M6.1の震源モデルによる地震動解析(左)と破壊開始点をアスペリティ下端中央へ変えた場合の地震動解析(右)

(アスペリティ領域のみのモデルで、断層最短距離15km以内の仮想地表観測点での地震動評価)

K-NET観測点HKD020(地表): 535.7ガル(NS), 1,127.2ガル(EW) ⇒ 620ガル(基盤波)

(左) 仮想地表観測点最大  
約1,700ガル(NS)  
約1,300ガル(EW)

(右) 破壊開始点変更最大  
約1,050ガル(NS)  
約2,000ガル(EW) ⇒ 1,100ガル:1.8倍



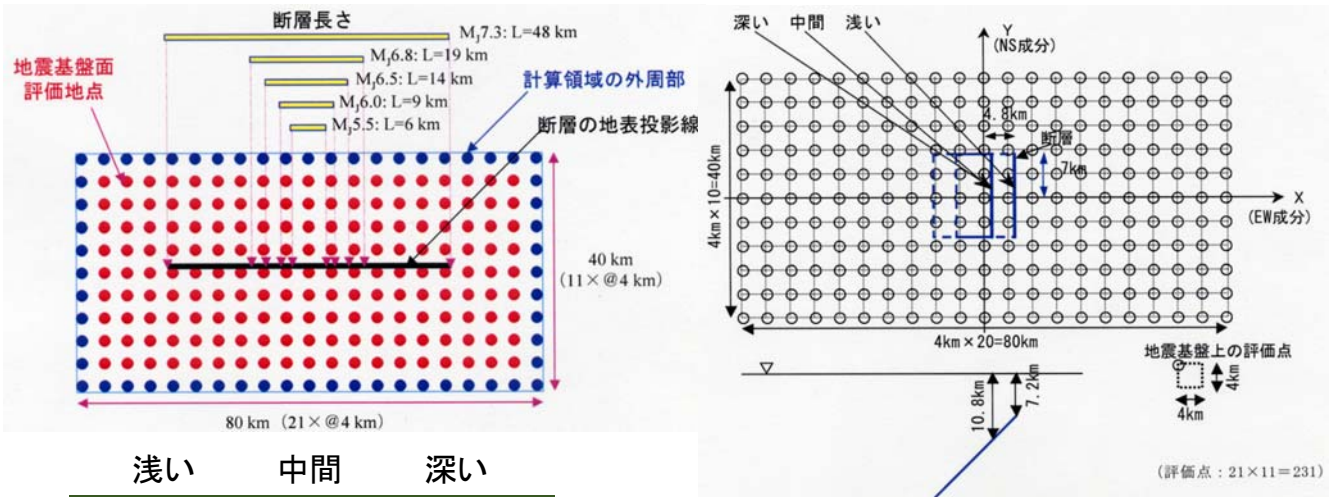
ハイブリッド法による面的強震動計算結果:(左)擬似加速度応答PGA分布,(右)破壊開始点★をアスペリティ下端中央(S2)へ変えたPGA分布 (△:HKD020地表観測速点,★:破壊開始点)

(財)地域地盤環境研究所「震源を特定せず策定する地震動に関する計算業務報告書(2011.3)



# 原子力安全基盤機構JNES(原子力規制庁へ2014.3.1統合)の断層モデル

地震基盤表面( $V_s=2600\text{m/s}$ , 原発解放基盤表面より固い岩盤)上「 $40\text{km} \times 80\text{km}$ 」の231点で地震動評価(はぎとり波相当)



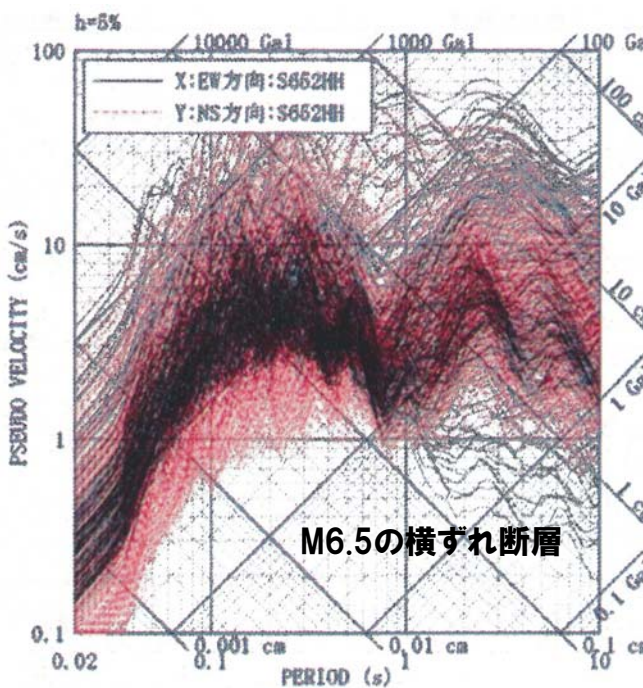
(a) 横ずれ断層の場合 ( $M_{6.5}$ , 実効応力中)

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)  
 独立行政法人原子力安全基盤機構(2004): 平成15年度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, JNES/SAE04-07004 解部報-0070(2004.9)

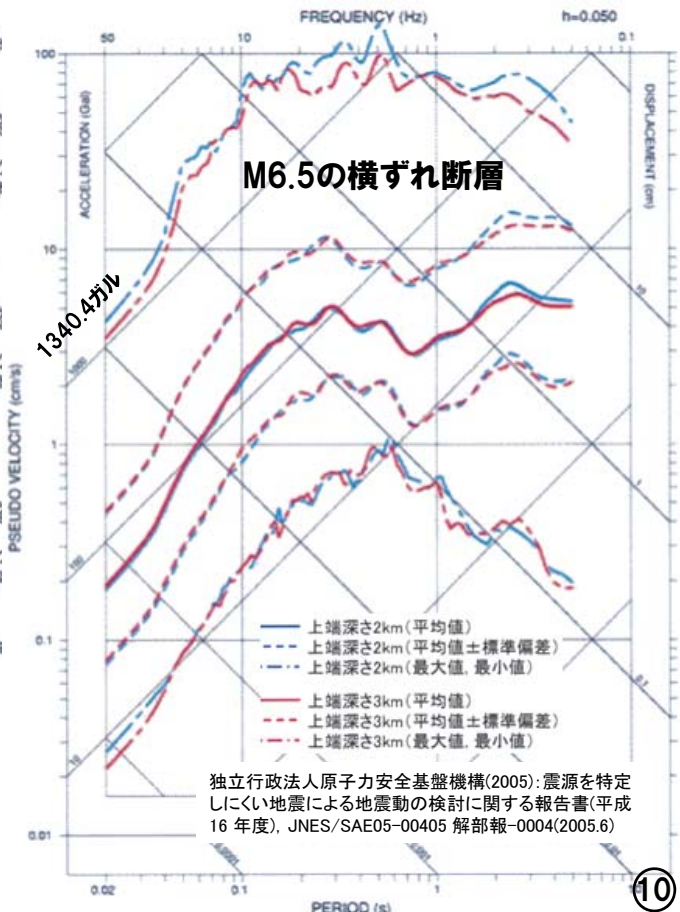
(b) 縦ずれ断層の場合  
( $M_{6.5}$ , 45度, 実効応力中)

⑨

## M6.5の横ずれ断層モデルで、最大加速度の最大値は1340.4ガル!



( $V_s=2600\text{m/s}$ の地震基盤表面上に設定した231評価点における各周期ごとに求めた地震動応答スペクトルの平均値, 標準偏差, 最大・最小値であり, 特定の評価点での応答スペクトルではない。「最大値」は, 「実効応力大」, 「高周波遮断特性平均+標準偏差」の場合である)

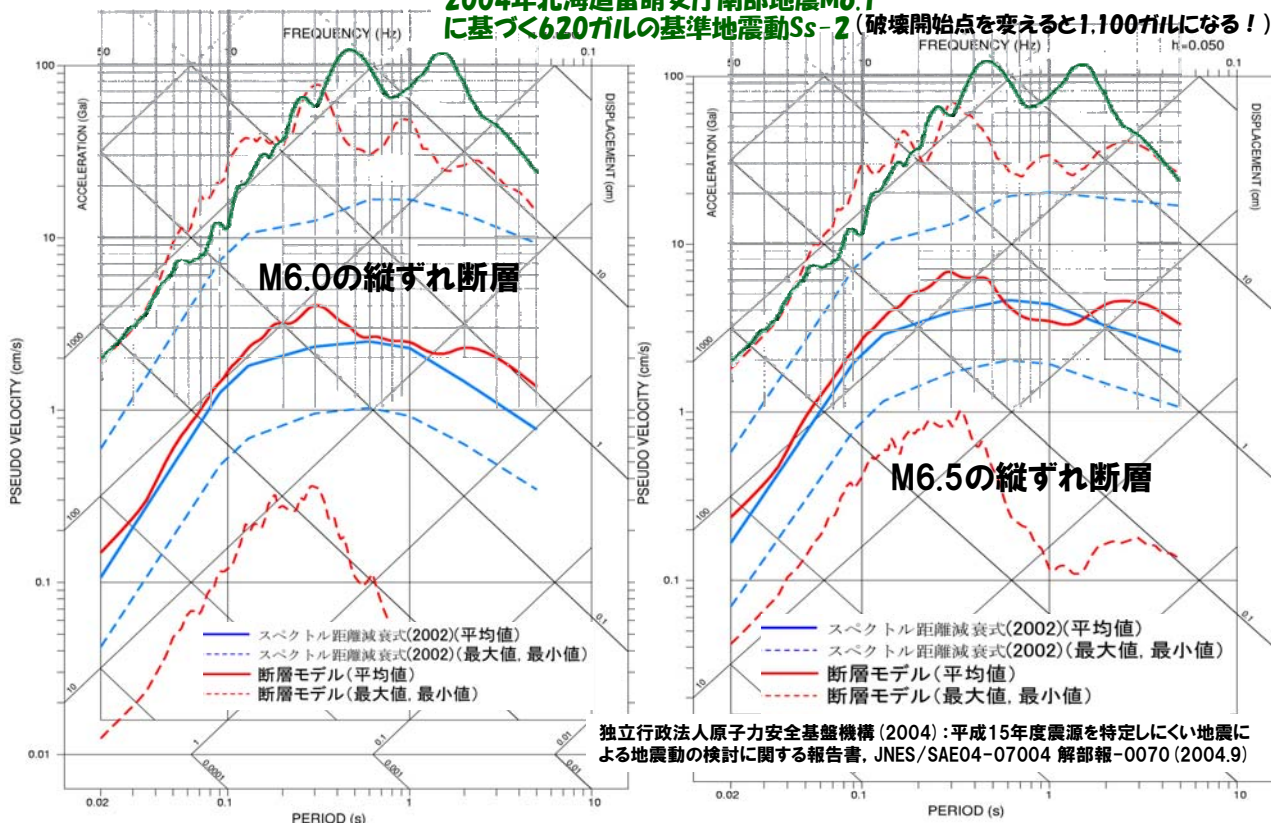


独立行政法人原子力安全基盤機構(2005): 震源を特定しにくい地震による地震動の検討に関する報告書(平成16年度), JNES/SAE05-00405 解部報-0004(2005.6)

⑩

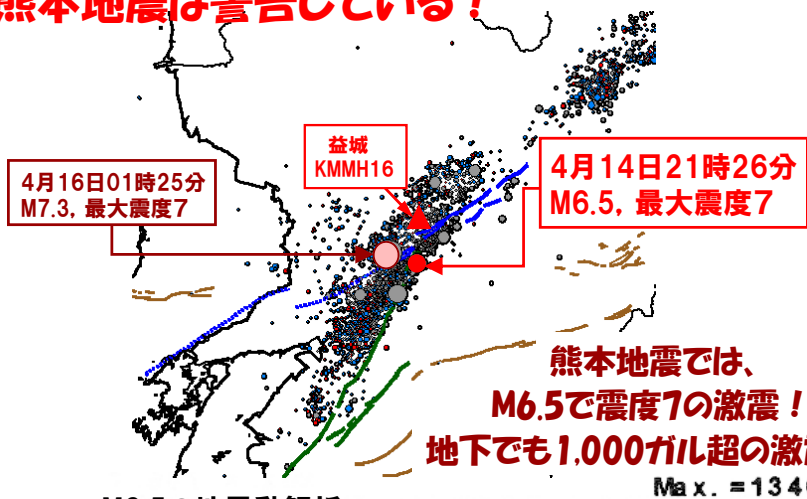
原子力規制庁は当初、JNESモデルは「厳しいパラメータ設定だ」と批判していたが、2004年北海道留萌支庁南部地震の地震動とJNES縦ずれ断層モデルによる解析が良く合うことを認め、「専門家を含めて再現性について改めて検討すべき」と発言！

2004年北海道留萌支庁南部地震M6.1  
に基づく620ガルの基準地震動Ss-2 (破壊開始点を変えると1,100ガルになる！)



11

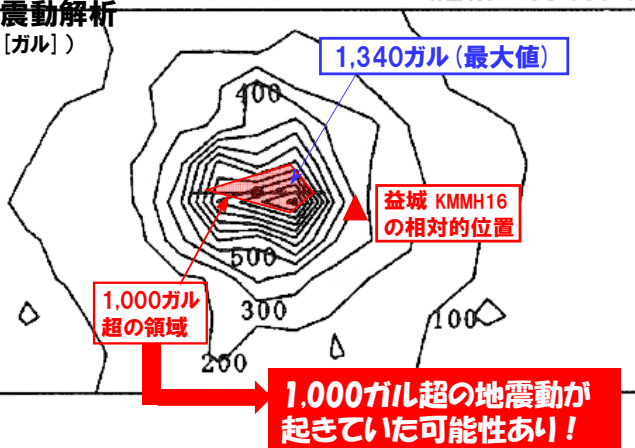
### 熊本地震は警告している！



熊本地震では、  
M6.5で震度7の激震！  
地下でも1,000ガル超の激震が！

Max. = 1340.4

M6.5の地震動解析  
(最大加速度 [ガル])



益城での地震観測記録(はぎとり波概算で470ガル相当)は、原子力安全基盤機構JNESの「M6.5の左横ずれ断層による地震動解析結果=最大加速度分布図(右図)で、300~400ガルの位置に相当し、同解析の正しさを裏付けている！

1,000ガル超の地震動が起きていた可能性あり！

4月14日のM6.5の右横ずれ断層による地震：  
益城観測点の地下地震計観測記録 はぎとり波概算  
NS237ガル⇒ 470ガル  
EW178ガル⇒ 350ガル  
UD127ガル⇒ 250ガル

(注) 原発の基準地震動と同じ条件で比較するには、「解放基盤表面ではぎとり波」に換算しなければならない。地下地震記録の2倍弱になる。新潟県中越沖地震の柏崎刈羽原発では、はぎとり波はサービスホールの地下地震記録の1.7倍だった。

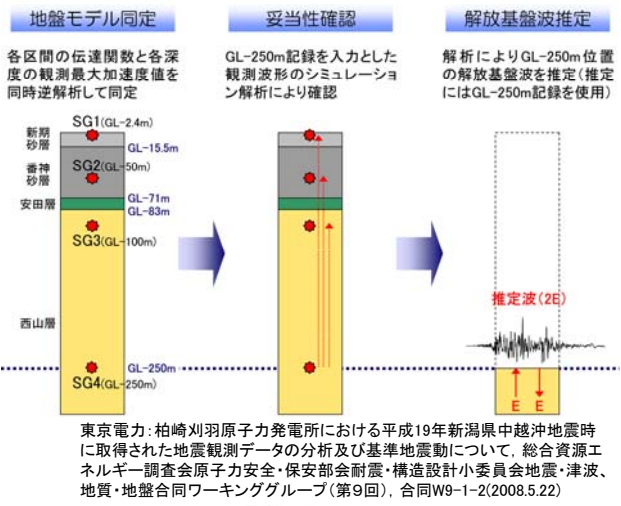
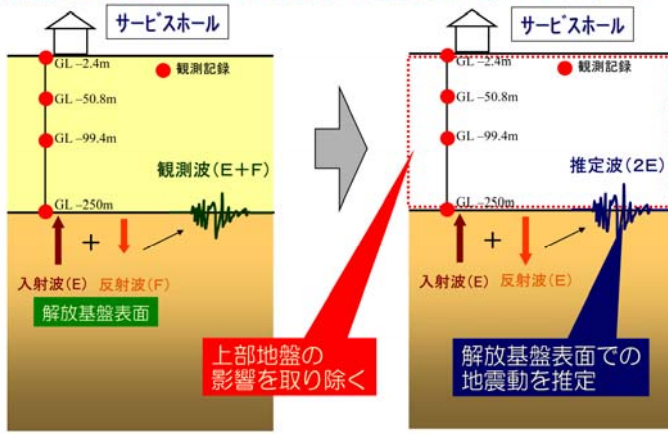
熊本地震は、JNESによる1,340ガルの地震動解析の正しさを裏付けている！

12



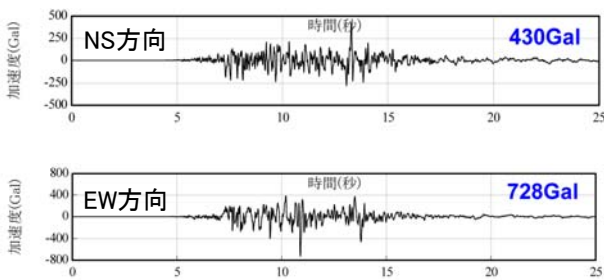
# 柏崎・刈羽原発での新潟中越沖地震地下観測記録「はぎとい波」解析

解放基盤表面における地震動の推定方法（サーブ・ホール）①

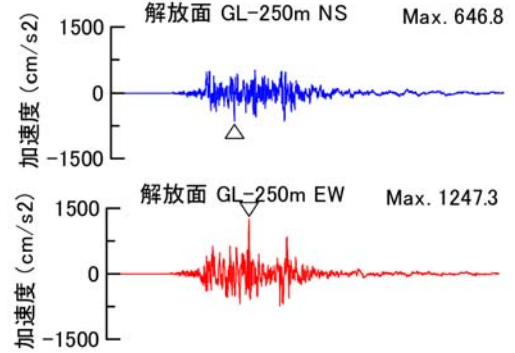


東京電力：柏崎刈羽原子力発電所における平成19年新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動について、総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会耐震・構造設計小委員会地震・津波、地質・地盤合同ワーキンググループ（第9回）、合同W9-1-2(2008.5.22)

## サーブ・ホール地下地震観測記録 (GL-250m)



1.5倍  
1.7倍



伊方原発敷地内地下2.0kmの地震観測記録では**1.92倍**！ (四国電力「伊方発電所の地震による揺れ(地震動)の評価について」、乙第269号証、2016.9.13広島地裁プレゼン資料) ⑬

# 震源を特定して策定する地震動

## 断層モデル

コンピュータ・シミュレーション  
アスペリティ(位置、面積)  
アスペリティ応力降下量  
短周期レベル

## 耐専スペクトル

国内地震観測記録の平均像

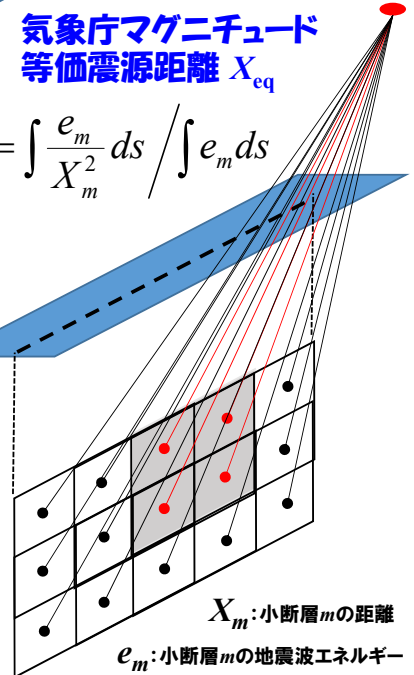
気象庁マグニチュード  
等価震源距離  $X_{eq}$

$$\frac{1}{X_{eq}^2} = \int \frac{e_m}{X_m^2} ds / \int e_m ds$$

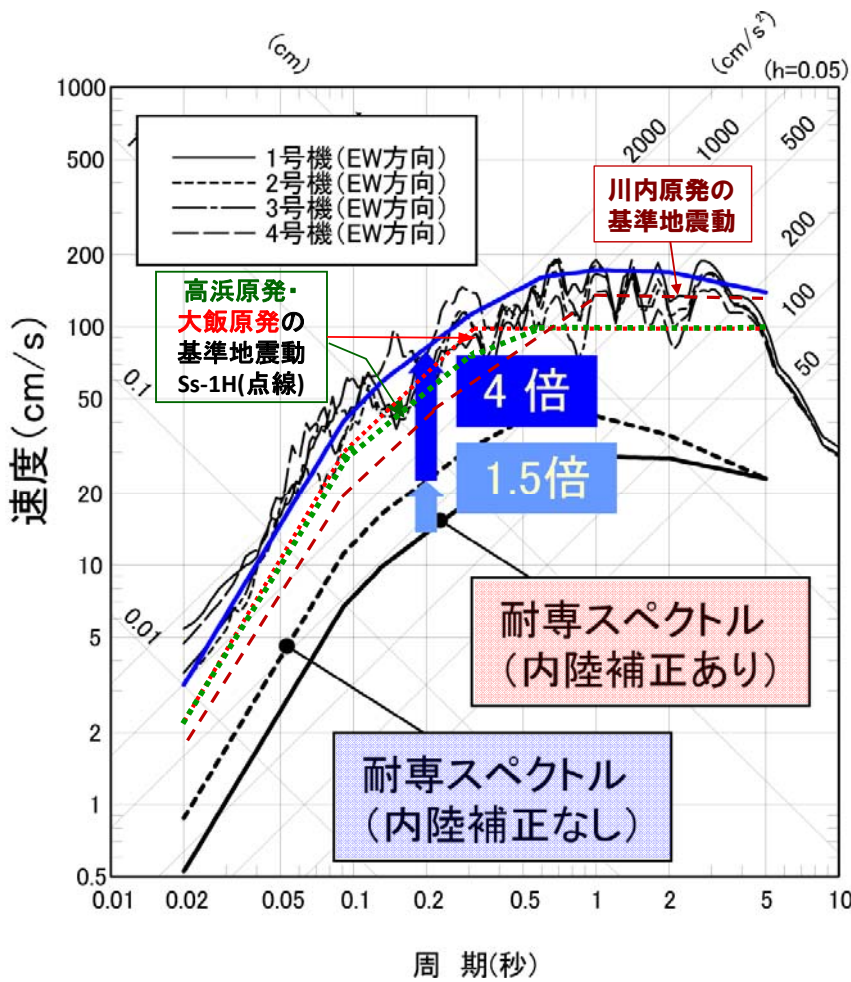
本来は同様の結果にならないとおかしいが、断層モデルによる地震動評価は耐専スペクトルの1/2以下！

「震源特性1.5倍」化は、新潟県中越沖地震の地震観測記録の耐専スペクトルとの比較による！  
1/2以下に過小評価された断層モデルで1.5倍化しても意味がない！

背景領域の地震波はアスペリティの1/5程度！



$X_m$ : 小断層  $m$  の距離  
 $e_m$ : 小断層  $m$  の地震波エネルギー  
 $ds$ : 小断層  $m$  の微小領域の面積



# 新潟県中越沖地震 M6.8(2007.7)による柏崎刈羽1~4号での解放基盤表面はざとい波は1011~1699ガル!

東電やJNESの解析によれば、耐専スペクトル(内陸補正有)の地震動が

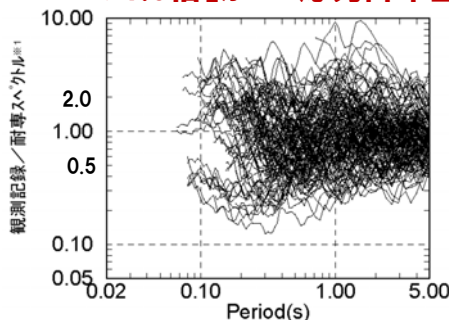
**震源特性の要因で約1.5倍**  
**深部地盤構造で 約2倍**  
**敷地下の古い褶曲構造で 約2倍**  
**合計約6倍に増幅された。**

東京電力「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」(耐震・構造設計小委員会 第9回地震・津波、地質・地盤合同ワーキンググループ(2008.5.22), 資料合同W9-1-2, p.37)

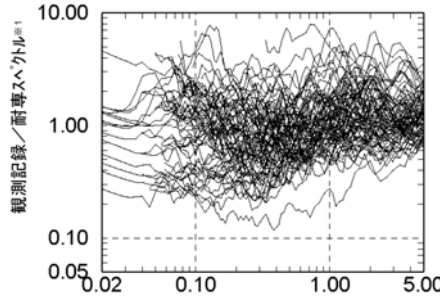
## 2007年新潟中越沖地震の震源特性1.5倍の根拠:

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)の比は、平均がほぼ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!

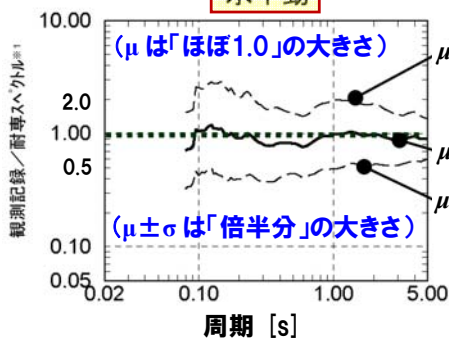
➡耐専スペクトルでは「内陸補正なし」、断層モデルでは「短周期レベル1.5倍」かつ「応力降下量1.5倍または20MPaの大きい方」とする



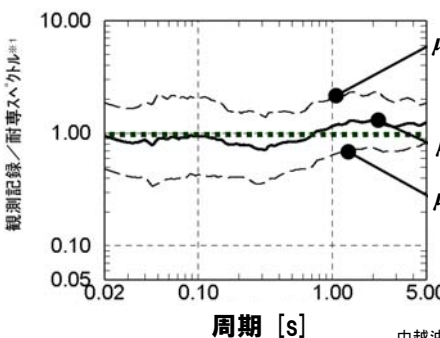
水平動



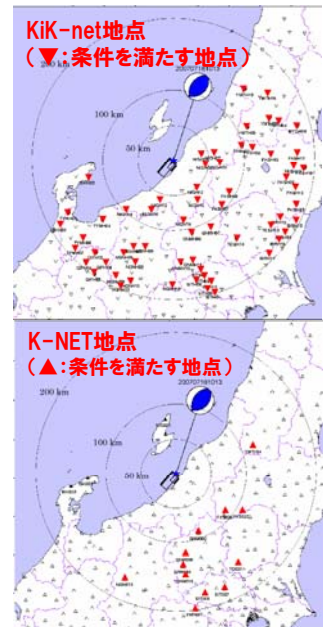
上下動



周期 [s]



周期 [s]



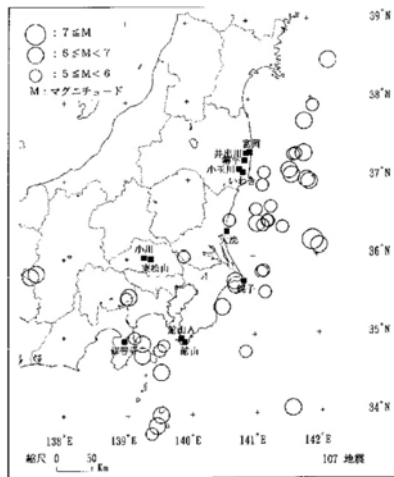
- 震源距離が200km以下
  - S波速度  $V_s \geq 700\text{m/s}$  の地層が存在
  - 第三紀以前の地質条件
- ※表層の地盤増幅の影響避けるため、 $V_s \geq 700\text{m/s}$  以浅の地層における1次卓越周期の2倍以上の帯域を対象とした。

カ: 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・保安部会耐震・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)

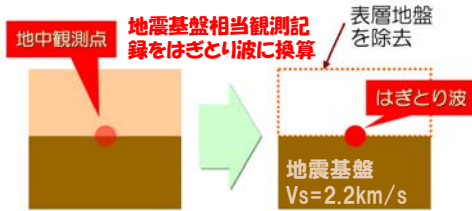
断層モデルとは無関係に、耐専スペクトルで1.5倍化を決定!



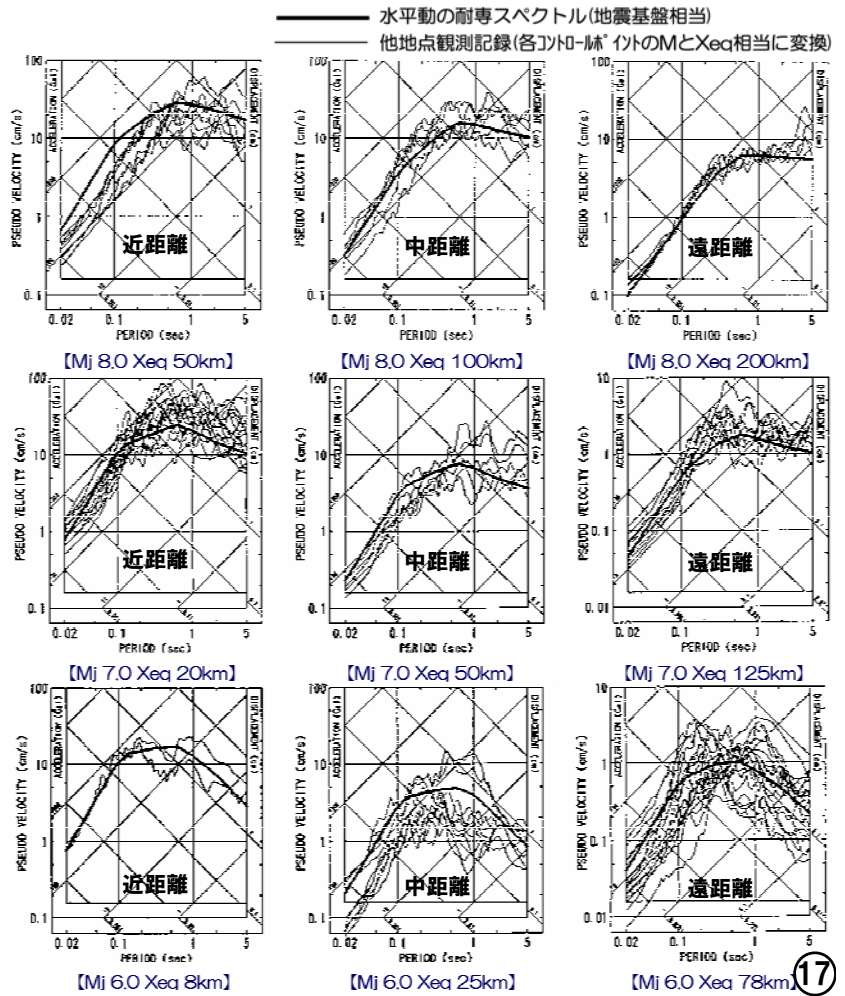
# 耐専スペクトル(地震規模と等価震源距離ごとにコントロールポイントを設定)



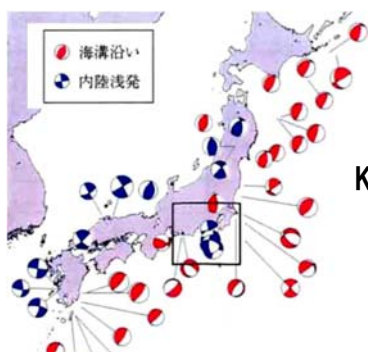
44地震・107地震観測記録  
プレート境界地震 32 (81記録)  
内陸地殻内地震 12 (26記録)



東京電力「耐専スペクトルの概要(1999年時点での内容)および「耐専スペクトルの適用性検討(内陸地殻内地震を対象とした追加検討内容)」, 原子力安全委員会「応答スペクトルに基づく地震動評価」に関する専門家との意見交換会, 資料第1-1号および1-2号(2009.5.22)



## 耐専スペクトルはプレート境界地震のデータに基づくもので、内陸地殻内地震に適用する際には内陸補正が必要とされていたが……



⇒ 地震観測記録で補正または、内陸補正係数で補正

K-NET観測地震で適用性を検討

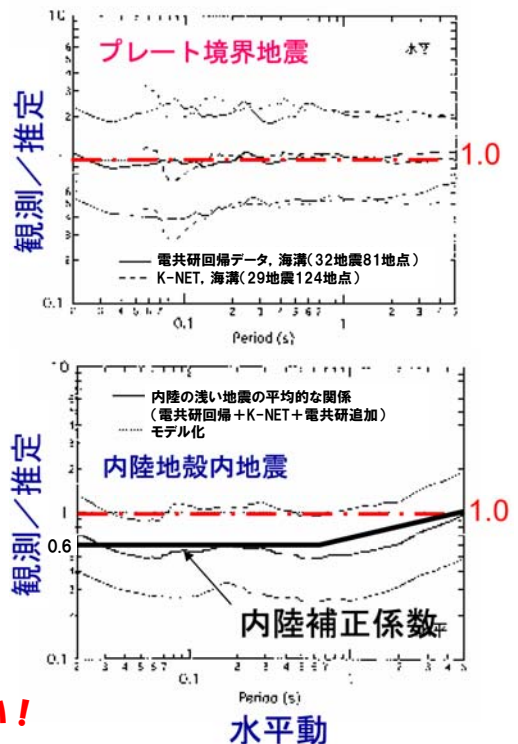
プレート境界地震29, 124記録  
:M5.5~7.0, Xeq 46~199km  
内陸地殻内地震15, 170記録  
:M5.5~7.3, Xeq 17~195km

2007年新潟県中越沖地震の教訓から、震源特性の不確かさとして「短周期の地震動レベル1.5倍化」を考慮  
⇒ 「内陸補正後1.5倍化」または「内陸補正無」で適用

⇒ 断層モデルによる地震動評価が耐専スペクトルの半分程度のみでは、断層モデルで1.5倍しても意味がない!

伊方3号でも、断層モデルによる地震動評価結果は、69km(鉛直)の耐専スペクトルの1/2程度に留まる!

⇒ 断層モデルの地震動評価法を改め、耐専スペクトルの適用範囲を広げるべき!



地震観測記録と耐専スペクトルによる推定値との比の平均とバラツキ(±1標準偏差)

東京電力「耐専スペクトルの概要(1999年時点での内容)および「耐専スペクトルの適用性検討(内陸地殻内地震を対象とした追加検討内容)」, 原子力安全委員会「応答スペクトルに基づく地震動評価」に関する専門家との意見交換会, 資料第1-1号および1-2号(2009.5.22)

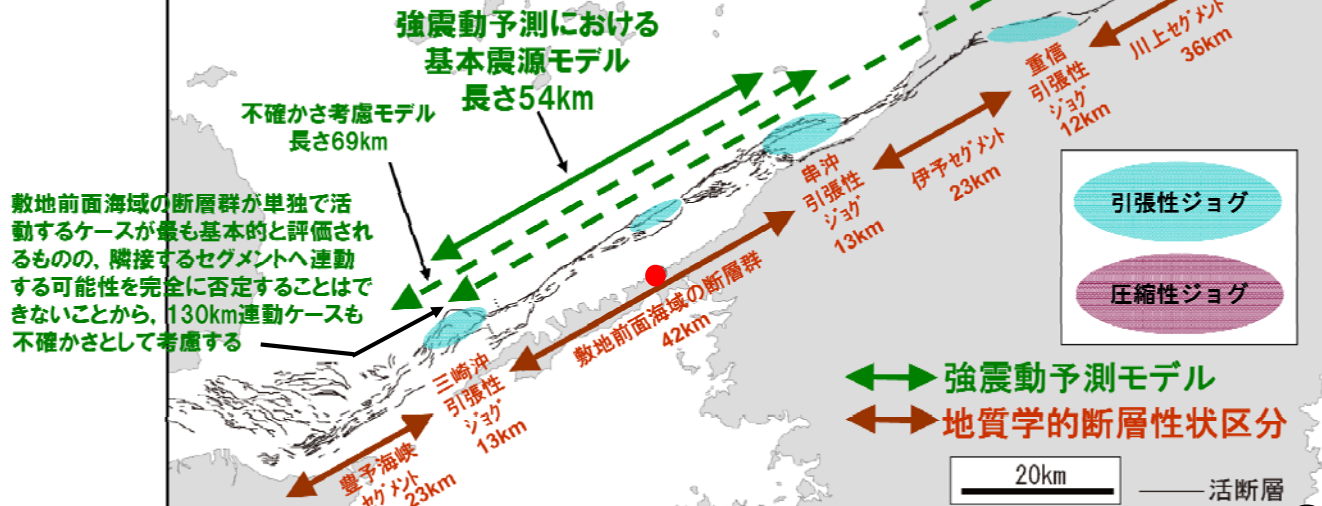


## 震源を特定して策定する地震動

### 基本震源モデル

- ① 480kmモデル (360km+別府-万年山断層帯)
- ② 360kmモデル (中央構造線断層帯:推本モデル)
- ③ 130kmモデル (敷地前面海域+伊予・川上セグメント)
- ④ 69kmモデル (敷地前面海域の不確かさ考慮)
- ⑤ 54kmモデル (敷地前面海域:当初の四電モデル)

**54kmと69kmを「長大な断層」とは異なる断層として評価すべき**  
 (Fujii-Matsu' uralによる応力降下量は6月10日改訂新シビで採用禁止に！)

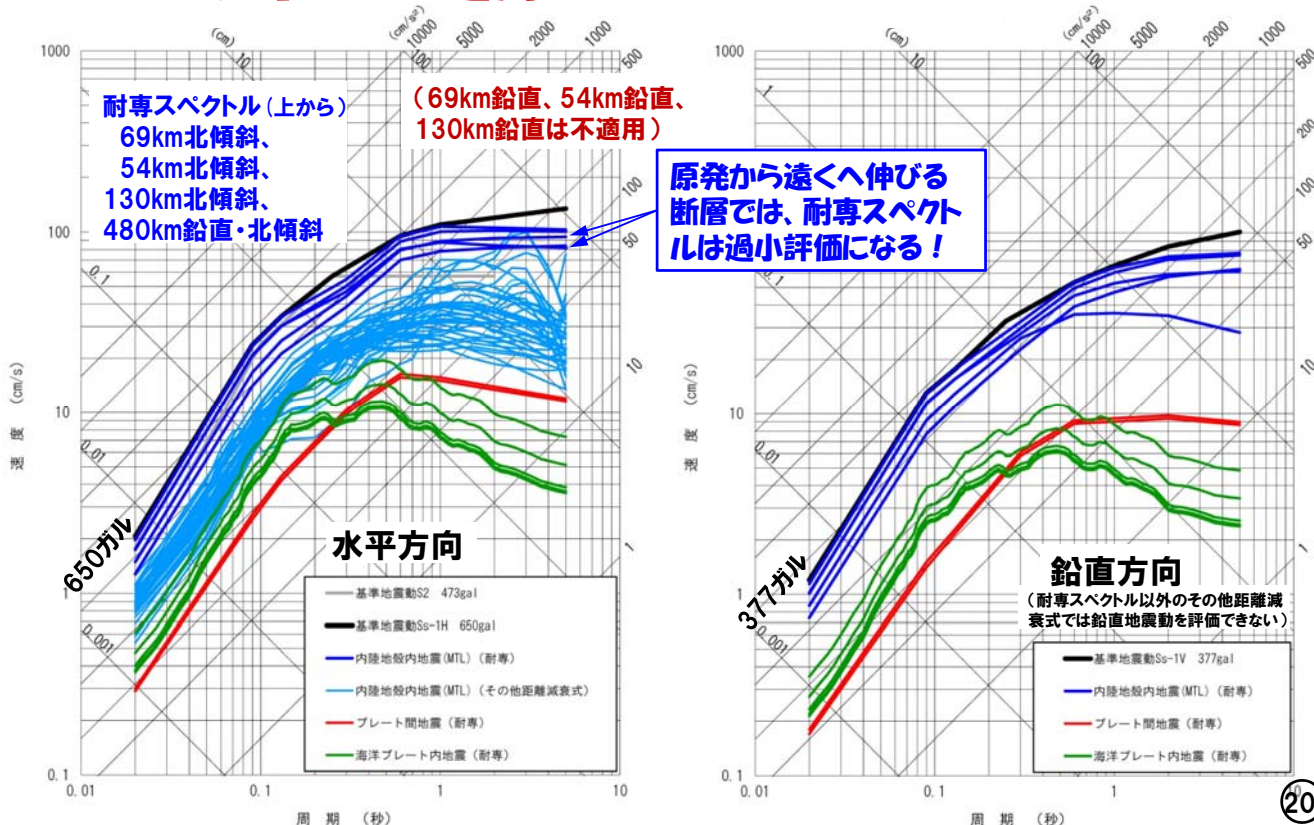


四国電力「伊方発電所地震動評価」、原子力規制委員会第14回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合資料1-1(2013.8.28)

**基準地震動Ss-1は、耐専スペクトル(69km北傾斜)が申請時の570ガルを超えたため、650ガルへ引き上げられた！**

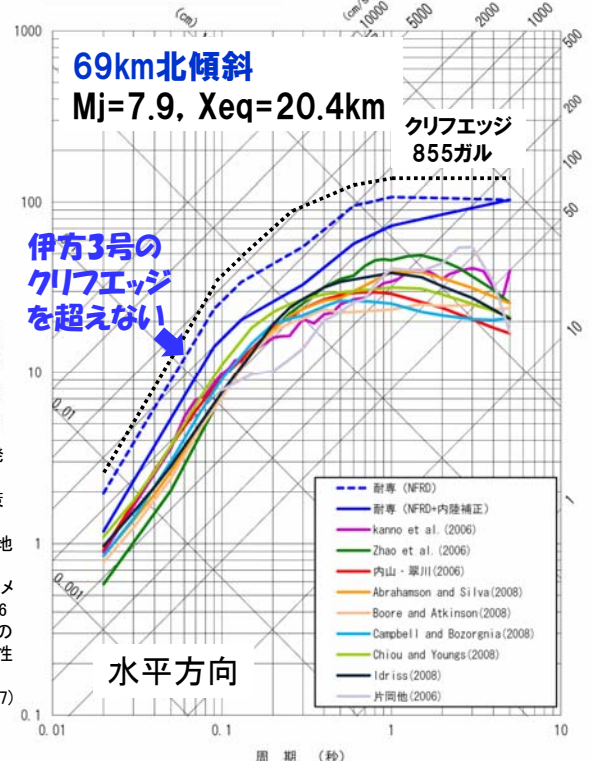
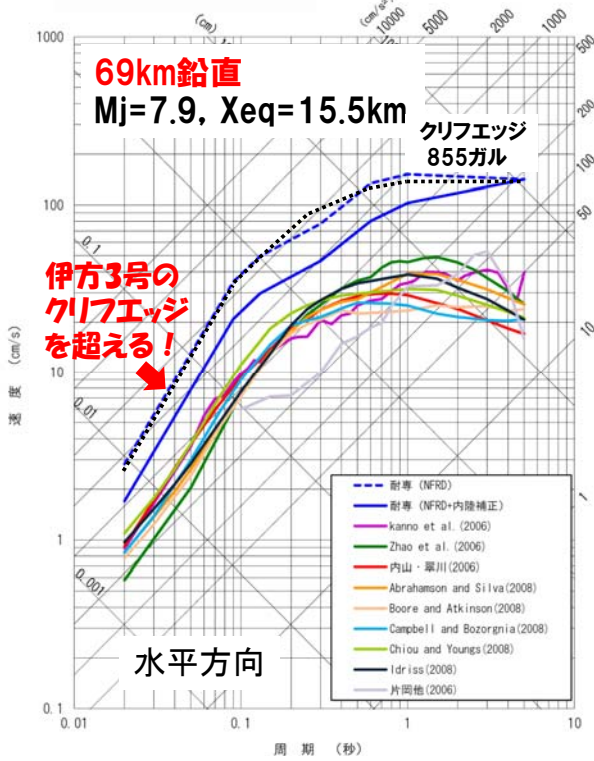
**「69km鉛直」をなぜ適用しないのか！？**

四国電力「伊方発電所 地震動評価 震源を特定して策定する地震動(中央構造線断層帯地震動評価)と基準地震動の策定(コメント回答)」, 第156回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合, 資料1-1(2014.11.7)





# 伊方3号の耐専スペクトル: 69kmの鉛直は適用外! 北傾斜は適用!



四国電力「伊方発電所地震動評価震源を特定して策定する地震動(中央構造線断層帯地震動評価)と基準地震動の策定(コメント回答)」, 第156回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合, 資料1-1(2014.11.7)

耐専スペクトルの検証データがない範囲であり, 内陸補正をしてもその他距離減衰式と大きく乖離する。**耐専スペクトルの適用は不適であり, その他距離減衰式で評価を行う。**

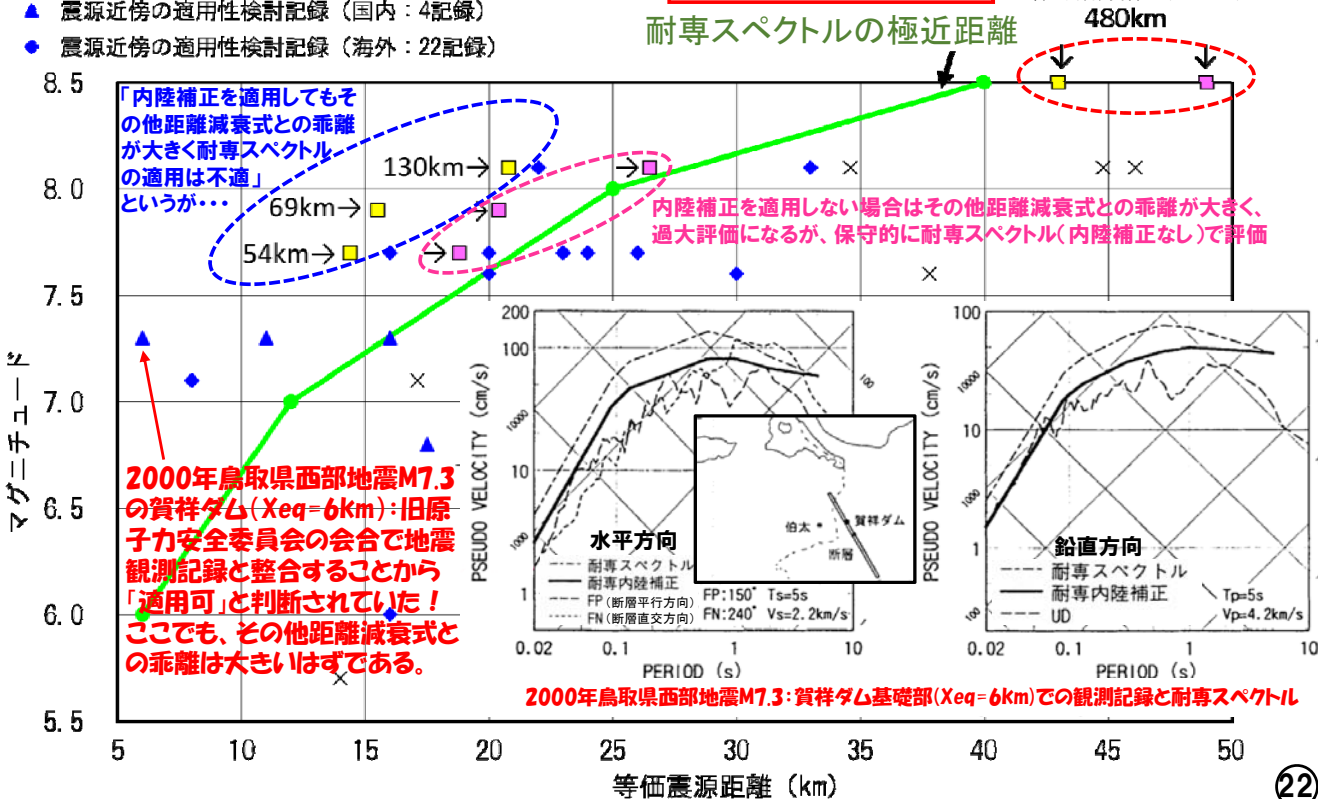
震源近傍の適用性を検証したデータがある領域であり, 内陸補正をした場合には, その他距離減衰式と比較的整合的である。一方, 内陸補正を適用しない場合は, その他距離減衰式との乖離が大きく, 過大評価となっている。しかしながら, **保守的に内陸補正を見込まずに評価を行うこととする。**

## 伊方3号における耐専スペクトル(内陸補正なしで評価)の適用可能性検討

- 耐専回帰式作成に用いた観測記録 (107記録)
- + 耐専の適用性検討に用いた他地点観測記録 (国内: 23記録)
- × 耐専の適用性検討に用いた他地点観測記録 (海外: 14記録)
- ▲ 震源近傍の適用性検討記録 (国内: 4記録)
- 震源近傍の適用性検討記録 (海外: 22記録)

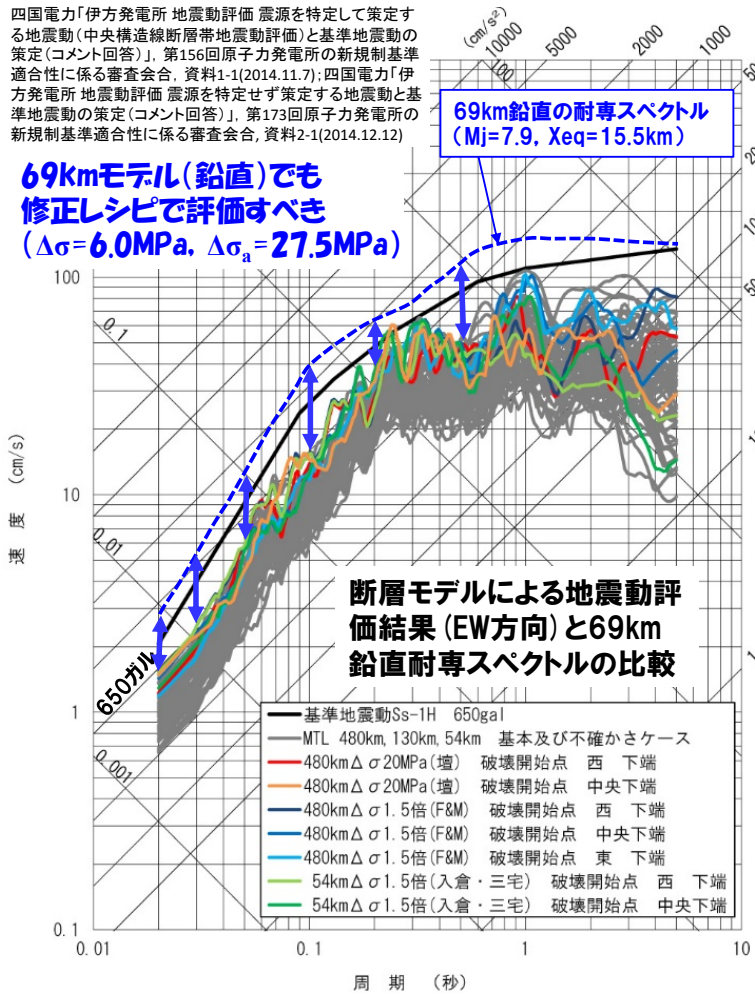
● 耐専スペクトル極近距離  
 ■ 伊方 鉛直  
 ■ 伊方 北傾斜

四国電力「伊方発電所地震動評価震源を特定して策定する地震動(中央構造線断層帯地震動評価)と基準地震動の策定(コメント回答)」, 第156回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合, 資料1-1(2014.11.7)



四国電力「伊方発電所 地震動評価 震源を特定して策定する地震動(中央構造線断層帯地震動評価)と基準地震動の策定(コメント回答)」, 第156回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合, 資料1-1(2014.11.7); 四国電力「伊方発電所 地震動評価 震源を特定せず策定する地震動と基準地震動の策定(コメント回答)」, 第173回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合, 資料2-1(2014.12.12)

**69kmモデル(鉛直)でも修正レシピで評価すべき**  
 $(\Delta\sigma=6.0\text{MPa}, \Delta\sigma_a=27.5\text{MPa})$



**断層モデルによる全地震動評価結果(480km、130km、54kmの基本ケース+不確かさ考慮)は、69km鉛直耐専スペクトル(不適用)の1/2程度!**

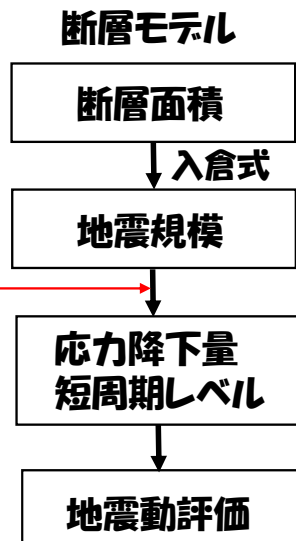
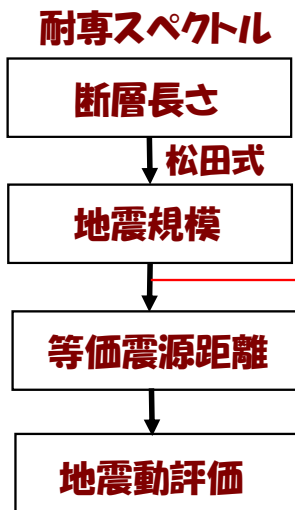
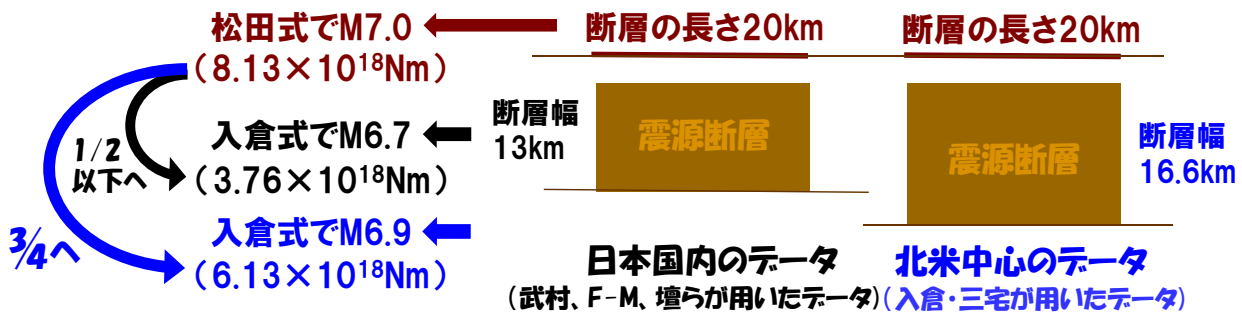
**壇ら(2011)の手法(断層幅15kmの解析)**  
 (480, 130, 54kmモデルに適用)  
 武村とMurotaniに合うS-Mo関係式  
 $\Delta\sigma=3.4\text{MPa}, \Delta\sigma_a=12.2\text{MPa}$

**Fujii & Matsu'ura (2000)の手法(同上)**  
 (480, 130kmモデルに適用)  
 武村とScholzに合うS-Mo関係式  
 $\Delta\sigma=3.1\text{MPa}, \Delta\sigma_a=14.4\text{MPa}$

**入倉・三宅(2001)の手法**  
 (54kmモデルに適用)  
 北米中心データに合うS-Mo関係式  
 $\Delta\sigma=3.1\text{MPa}, \Delta\sigma_a=14.4\text{MPa}$

**6月10日新レシピでは採用不可!**  
 $\Rightarrow \Delta\sigma=5.0\text{MPa}, \Delta\sigma_a=22.5\text{MPa}$   
 修正レシピでは約1.6倍の地震動に! (23)

**断層モデル(入倉式)では地震規模が1/2以下へ過小評価される!**



四国電力は修正レシピを用いず、54kmモデルでは入倉式で地震規模を過小設定!(断層幅15kmなので約1/2になる)  
 さらに、断層幅の違いを無視して、壇らやFujii-Matsu'uraの手法をそのまま適用し、応力降下量を過小評価!(6月10日の新レシピで使用不可) (24)



# 活断層の長さから推定する地震モーメント

## Predicted seismic moment based on the length of active fault

2014年9月原子力規制  
委員長代理退任8ヶ月後

島崎 邦彦<sup>1\*</sup>  
SHIMAZAKI, Kunihiko<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 東京大学  
<sup>1</sup> University of Tokyo

日本地球惑星科学  
連合2015年大会

Japan Geoscience Union Meeting 2015  
(May 24th - 28th at Makuhari, Chiba, Japan)

©2015. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

<http://www2.jggu.org/meeting/2015/session/PDF/S-SS28/SSS28-07.pdf>

2015/05/28 セッションS-SS28「活断層と古地震」で発表

地震モーメントを活断層の長さから予測する場合、過小評価となる可能性があり注意が必要である。予測には、震源断層の長さ（あるいは面積）と地震モーメントとの関係式が使われるが、地震発生前に使用できるのは活断層の情報であって、震源断層のものではない。地震モーメントは断層モデルの基本物理量であり、その予測値は、将来発生する地震の揺れや津波の高さなどの予測に使われることが多い。このため地震モーメントの過小予測は、災害の過小想定につながりかねない。

日本の陸域およびその周辺の地殻内浅発地震（マグニチュード7程度以上）について、断層長 $L$ （m）と地震モーメント $M_0$ （Nm）との関係式をわかりやすさを重視して表現すると次のようになる。

(1)  $M_0 = 4.37 \times 10^{10} \times L^2$  （武村, 1998）

(2)  $M_0 = 3.80 \times 10^{10} \times L^2$  （Yamanaka & Shimazaki, 1999）（注1:1990年の誤植）

(3)  $M_0 = 3.35 \times 10^{10} \times L^{1.95}$  （地震調査委, 2006）（注2:地震調査委は松田式を使用:Mの値を丸めていない）

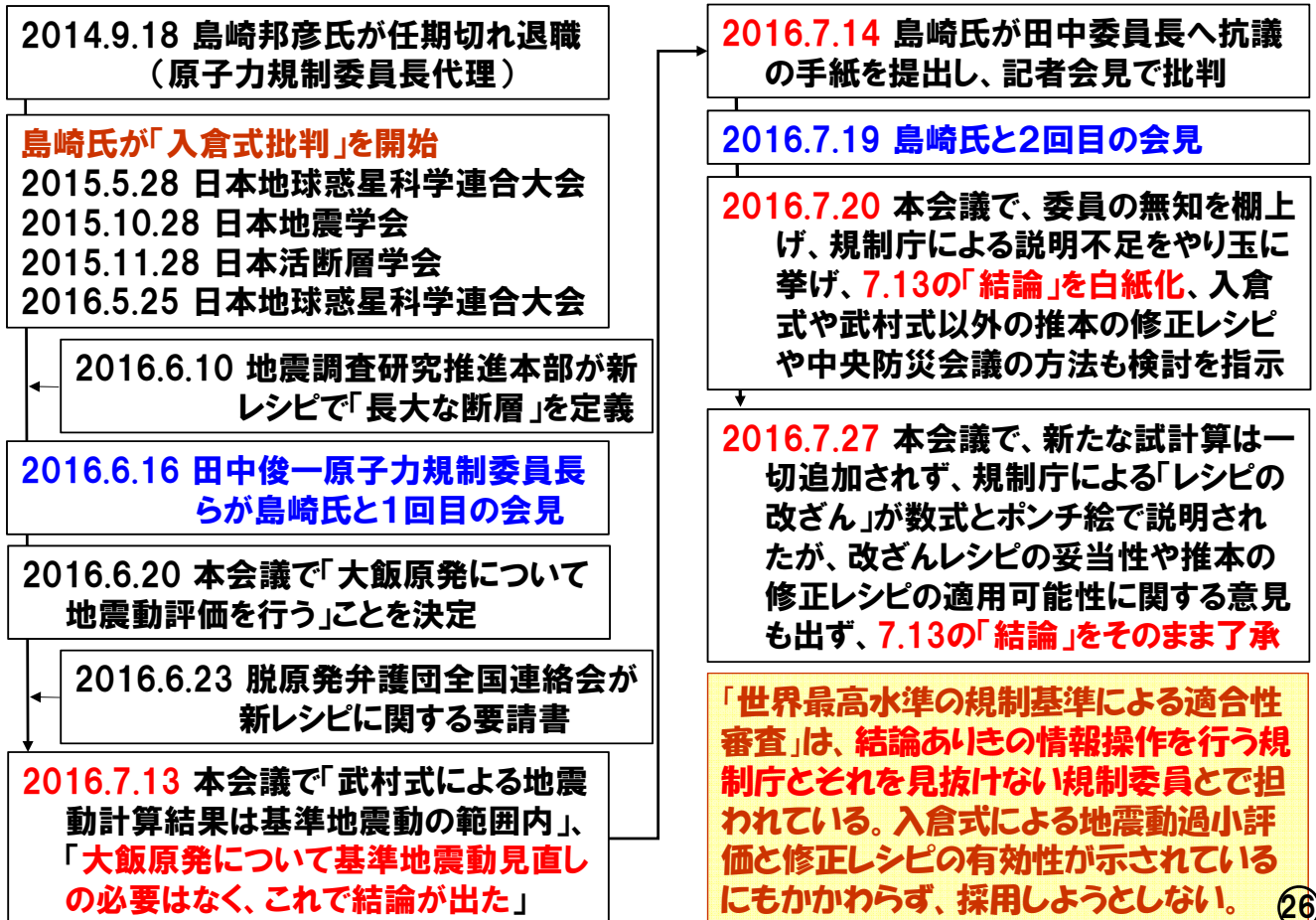
(4)  $M_0 = 1.09 \times 10^{10} \times L^2$  （入倉・三宅, 2001）  
⇒ $1.25 \times 10^{10} \times L^2$ （ $W=15\text{km}$ の場合）

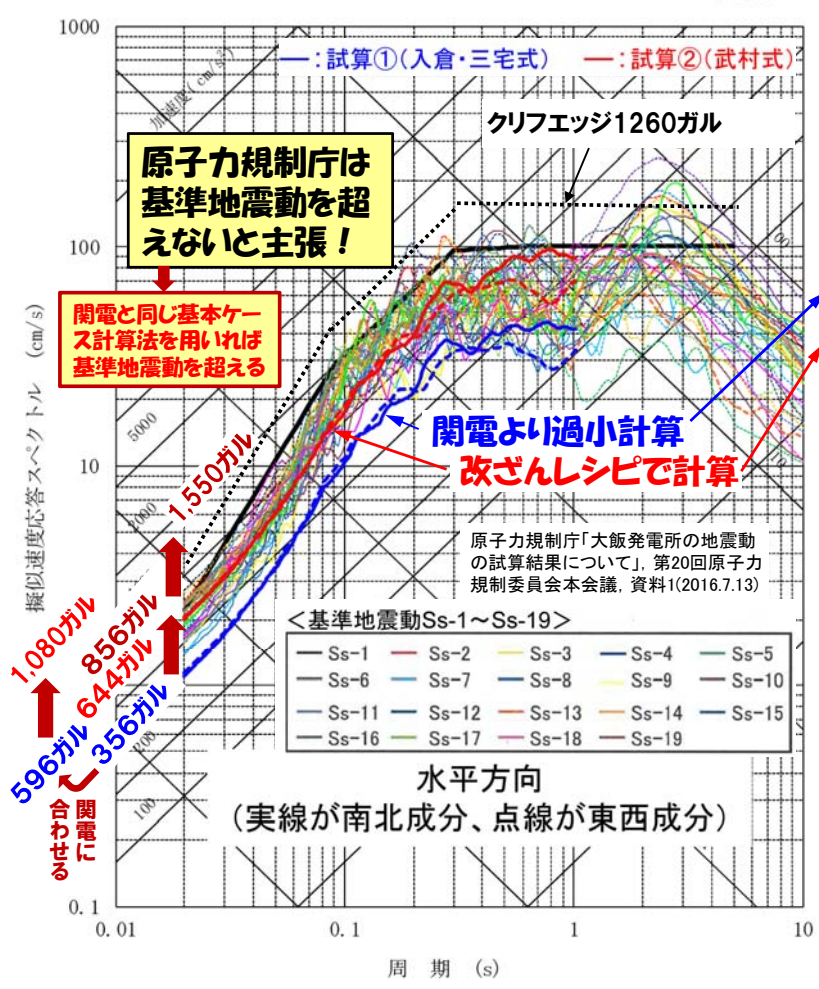
なお、入倉・三宅（2001）では地震モーメントと断層面積との関係式が提案されているが、厚さ14kmの地震発生層中の垂直な断層を仮定し（4）を導いた。断層の傾斜角を60度とした場合には、係数が1.09ではなく1.45となる。（4）と他との差異は顕著で、同じ断層長で比較すると、地震モーメントは4倍程度異なる。一方、同じ震源モーメントで比べれば、断層長が2倍程度異なる。

上記の関係式中の $L$ として、活断層の長さを用いた場合の地震モーメントの予測値と、活断層で発生した地震の地震モーメントの観測値とを1891年濃尾地震、1930年北伊豆地震、2011年4月11日福島県浜通りの地震で比較し、さらに1943年鳥取地震、1945年三河地震、1978年兵庫県南部地震で検討した。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。

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。 (25)

### 「世界最高水準の規制基準による適合性審査」のひどすぎる実態が遂に暴かれた！





F0-A~F0-B~熊川断層に対する大飯3・4号での基本ケース(破壊開始点③)に関する原子力規制庁による入倉式と武村式を用いた地震動評価結果の比較 [ガル]

	NS	EW	UD
入倉式	346	356	233
武村式	632	644	405
対入倉比	1.83	1.81	1.74

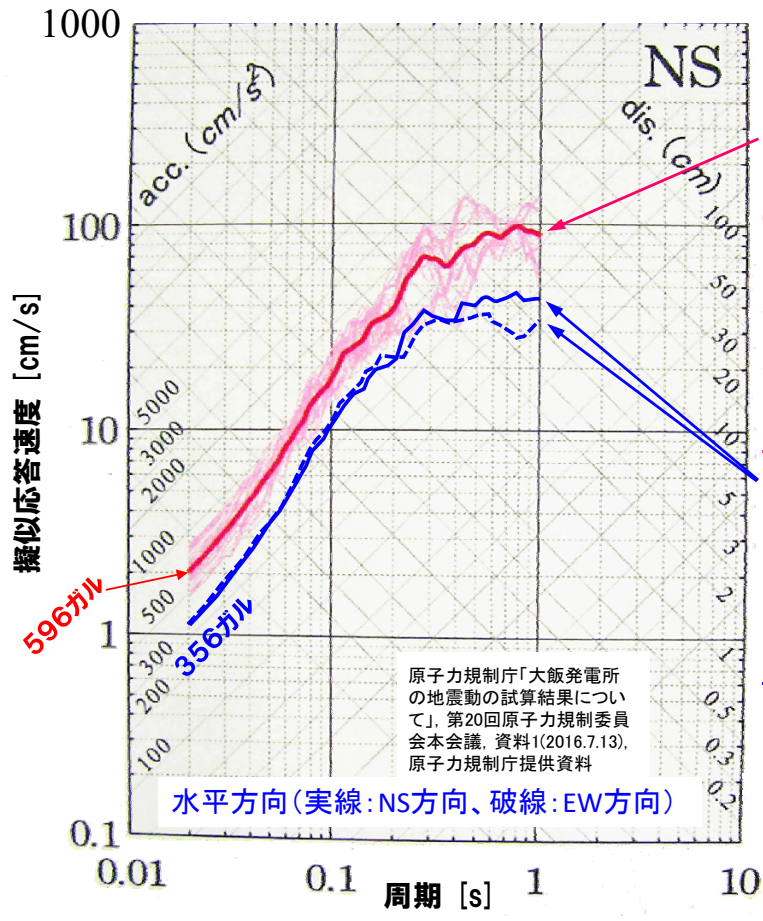
関電による同基本ケースの評価

	NS	EW	UD
関電	428	596	347
倍率	1.83	1.81	1.74
島崎試算	780	1,080	600

関電による基準地震動Ss-4の評価

	NS	EW	UD
Ss-4	546	856	518
倍率	1.83	1.81	1.74
島崎試算	1,000	1,550	900

### 規制庁の地震動評価は関電の6割!



関西電力による基本ケース(破壊開始点③)の地震波と原子力規制庁の試算地震波の食違いの理由

- 関西電力は、統計的グリーン関数法で要素地震波を50程度生成(位相乱数と $V_r \pm 5\%$ 揺らぎの乱数による)して地震動評価を行い、その平均スペクトルに最も近い中央値の地震波形を代表波として採用している。また、横ずれ断層に合わせて放射特性に偏りを持たせている。
- 原子力規制庁は20程度(25くらい)生成した平均スペクトルを図示。関電とは異なり、放射特性に偏りを持たせず、等方的放射特性にし、波形合成のプロセスも違う。

	NS	EW	UD
規制庁	346	356	233
関電	428	596	347
比	1.24	1.67	1.49



$S_a/S=0.22$ に固定して応力降下量を求めるレシピ+修正レシピ(松田式)

	地震モーメント $M_0$	短周期レベル $A$	アスペリティ面積 $S_a$	応力降下量
入倉式	$5.03 \times 10^{19} \text{Nm}$ (100)	$1.96 \times 10^{19} \text{Nm/s}^2$ (100)	$S=951 \text{km}^2$ $S_a=209.22 \text{km}^2$ ( $S_a/S=0.22$ )	$\Delta\sigma = 4.18 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 19.0 \text{MPa}$ △
関西電力 (入倉式)	同上	同上		$\Delta\sigma = 3.1 \text{MPa}$ × $\Delta\sigma_a = 14.1 \text{MPa}$ ×
武村式	$1.75 \times 10^{20} \text{Nm}$ (349)	$2.97 \times 10^{19} \text{Nm/s}^2$ (152)		$\Delta\sigma = 14.6 \text{MPa}$ × $\Delta\sigma_a = 66.3 \text{MPa}$ ×
山中・島崎式	$1.53 \times 10^{20} \text{Nm}$ (304)	$2.83 \times 10^{19} \text{Nm/s}^2$ (145)		$\Delta\sigma = 12.7 \text{MPa}$ × $\Delta\sigma_a = 57.7 \text{MPa}$ ×
松田式	M7.8 $7.01 \times 10^{19} \text{Nm}$ (139)	$2.19 \times 10^{19} \text{Nm/s}^2$ (112)	$S=1122.96 \text{km}^2$ $S_a=247.05 \text{km}^2$ ( $S_a/S=0.22$ )	$\Delta\sigma = 5.83 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 26.5 \text{MPa}$ ○
修正レシピ (松田式)				$\Delta\sigma = 4.5 \text{MPa}$ ○ $\Delta\sigma_a = 20.6 \text{MPa}$ ○

原子力規制庁の試算(改ざんされたレシピ):  
 $A$ が1.52倍、 $\Delta\sigma_a$ が1.58倍(22.3MPa)で地震動が  
1.8倍に! ( $\Delta\sigma=10.8 \text{MPa}$ ,  $\sigma_b=7.6 \text{MPa}$ にした効果も少しある)

修正レシピでは: $S_a$ が1.18倍、 $A$ が1.12倍、  
 $\Delta\sigma_a$ が1.46倍(20.6MPa)で地震動が1.5倍強に!  
⇒大飯3・4号の1260ガルのクリフエッジを超える!

M7 クラスの国内地震データの $\Delta\sigma_a$	
28.0, 14.0MPa	:2000年鳥取県西部地震M7.3 (池田・釜江・三輪・入倉, 2002)
20, 20, 10	:2007年能登半島地震M6.9 (釜江・池田・三輪, 2003)
23.7, 23.7, 19.8	:2007年新潟中越沖地震M6.8 (入倉・香川・宮腰・倉橋, 2007)
17.0, 18.5	:2009年岩手・宮城内陸地震M7.2 (入倉・倉橋, 2008)

○地震が起きる前に推定された震源断層に対し、入倉式は地震規模を過小評価

なぜ、過小評価になっているのか?

①データの母集団が違う

- 入倉・三宅式:北米中心の地震データ(平均断層幅16.59km)
- 武村式、山中・島崎式:国内の地震データ(平均断層幅13km)
- 松田式:「震源断層の長さ」と「地震規模」の関係式として、両データにほぼ整合

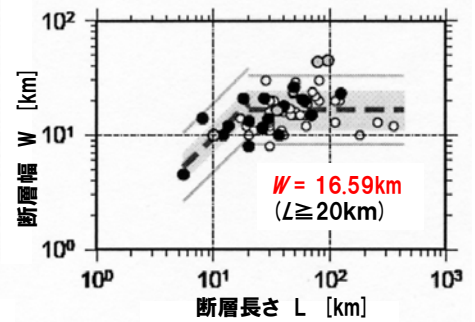
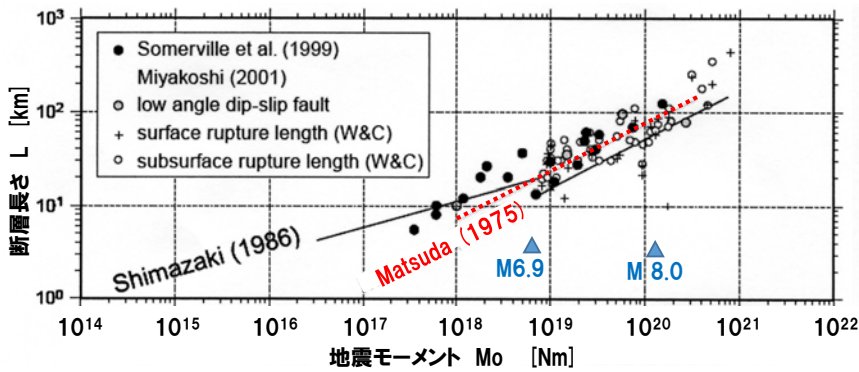
②母集団の違いは震源断層の定義の違い?

- 入倉・三宅式:地震観測記録の震源インバージョンによる「すべり量分布」から推定される不均質な震源断層
- 武村式、山中・島崎式:地震断層など測地データから推測される均質な震源断層
- 松田式:活断層や変動地形など測地データから推測される均質な震源断層

③母集団の違いは地殻の特性やプレート運動など地域性の違い?

Somerville, P. G., 入倉孝次郎, 澤田純男, 岩崎好規, 田居優, 伏見実 (1993:第22回地震工学研究発表会):「日本の地殻内地震の断層面積は北西アメリカの地震の0.53倍であり、平均すべり量は1.86倍大きく、対応する日本の地殻内地震の静的応力降下量は平均で北西アメリカの地震の2.6倍大きい。」  
入倉孝次郎・三宅弘恵 (2001):「断層長さや幅を求めるときの定義の違いかあるいは日本周辺の地域性によるものか、今後の検討が必要とされる。」

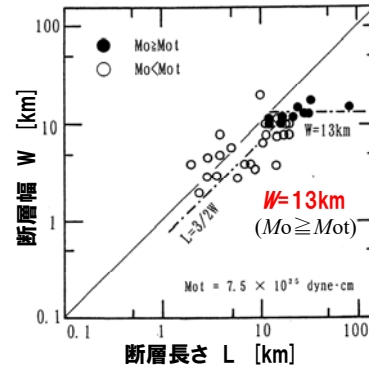
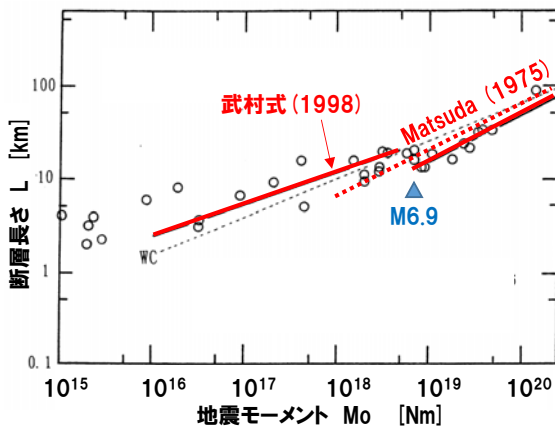
⇒国内地震観測記録の震源インバージョンによる「すべり量分布」の解析が必要  
「均質な震源断層」と「不均質な震源断層」の関係の解明が必要



断層長さ **と** 断層幅の関係

**北米中心データによる断層長さ **と** 地震モーメントの関係**

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



断層長さ **と** 断層幅の関係

**国内データによる断層長さ **と** 地震モーメントの関係**

武村雅之(1998): 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, 211-228.

- (横ずれ, 高角逆断層)
- (低角逆断層)
- : 震源インバージョンによる, Somerville et al.(1999), Miyakoshi(2001)
- (伏在断層)
- + (地表地震断層)
- : 余震と地表観察による Wells and Coppersmith(1994)

**松田式は、地下の震源断層長さ **と** 地震規模との関係を良く表す。しかし、米国中心データは断層幅が16.59km、国内データは13kmのため、断層面積との関係では食い違ってくる。**

**②母集団の違いは震源断層の定義の違い?**

入倉・三宅式: 地震観測記録の震源インバージョンによる「すべり量分布」から推定される**不均質な震源断層**

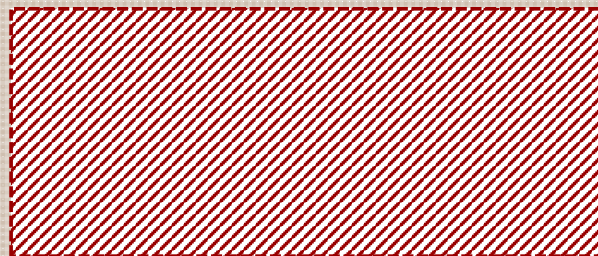
武村式、山中・島崎式: 地震断層など測地データから推測される**均質な震源断層**

松田式: 活断層や変動地形など測地データから推測される**均質な震源断層**

地表

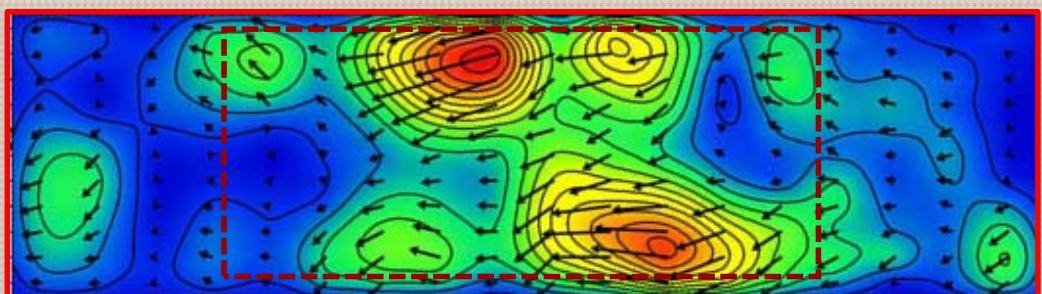
地震が起きる前に、活断層や変動地形などから推定された「**均質な震源断層**」

➡ 被災していない原発の適合性審査に用いられるのはこちら!



地表

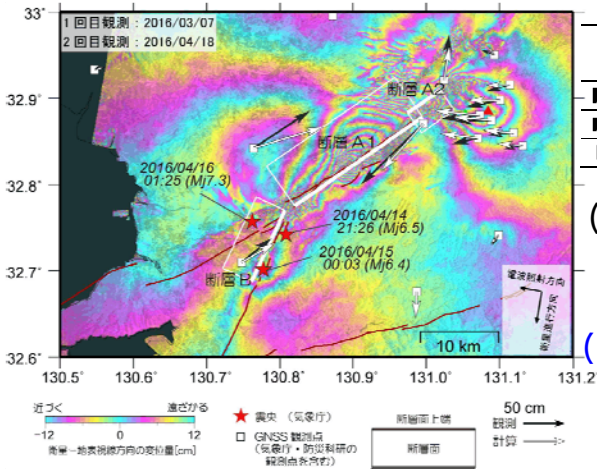
地震が起きた後に、地震観測記録等から震源インバージョンで算出されるすべり量分布に基づいて初めて推定される「**不均質な震源断層**」





**国土地理院：平成28年熊本地震の震源断層モデル(暫定)** SAR(だいち2号)及び全球測位衛星システムGNSSで観測された地殻変動から、布田川断層帯および日奈久断層帯に沿った位置に震源断層が推定された。布田川断層帯では北西傾斜の断層面とその東側延長に南東傾斜の断層面、日奈久断層帯では北西傾斜の断層面で、それぞれ右横ずれた動きが生じたと推定される。

<http://www.gsi.go.jp/common/000140781.pdf>



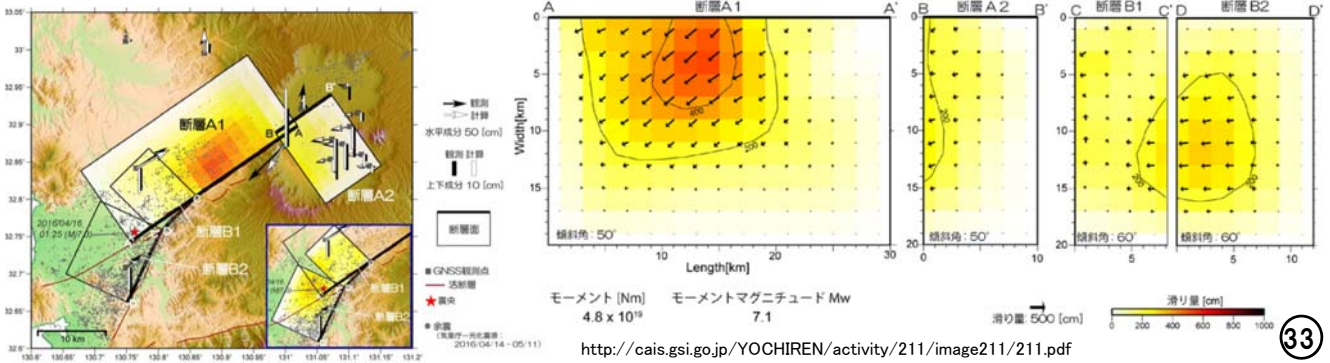
	経度 [°]	緯度 [°]	上端深さ [km]	長さ [km]	幅 [km]	走向 [°]	傾斜 [°]	滑り角 [°]	滑り量 [m]	M <sub>w</sub>
断層A1	130.908	32.878	0.6	20.0	12.5	235	80	209	4.1	6.98
断層A2	130.975	32.883	0.2	5.1	6.6	56	62	178	3.8	6.36
断層B	130.907	32.770	0.8	10.2	13.0	205	72	178	2.7	6.66

(上) 測地データによる均質な震源断層の長さは、**M7.3で25.1km(A1+A2)、M6.5で10.2km(B)**  
総「断層面積」は**416km<sup>2</sup>**

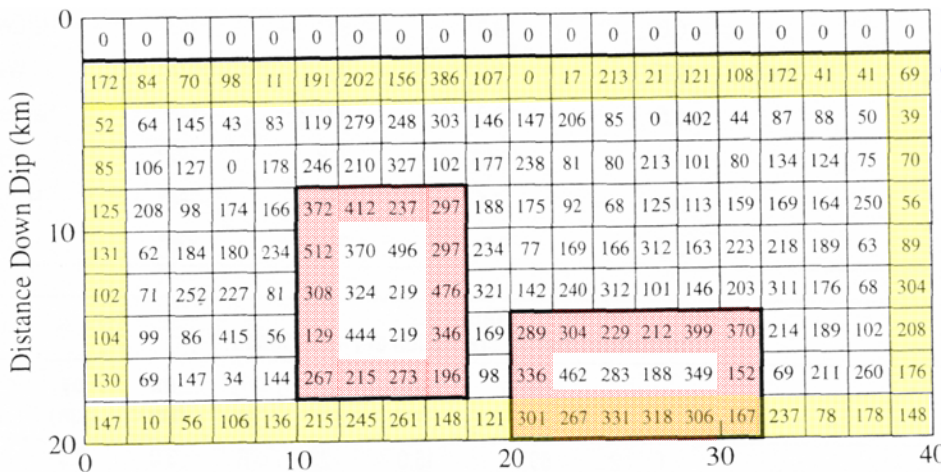
(下) 震源インバージョンによる不均質な震源断層の長さは、**M7.3で約40km(A1+A2)、M6.5で約20km(B1+B2)**  
総「断層面積」は約**1,200km<sup>2</sup>** (解析用の破壊域面積であり、すべり量の大きな震源断層面積はこれより小さい)

**国土地理院：平成28年熊本地震の滑り分布モデル(暫定)**

第211回地震学知連協会 記者会見資料(2016.5.18)



33



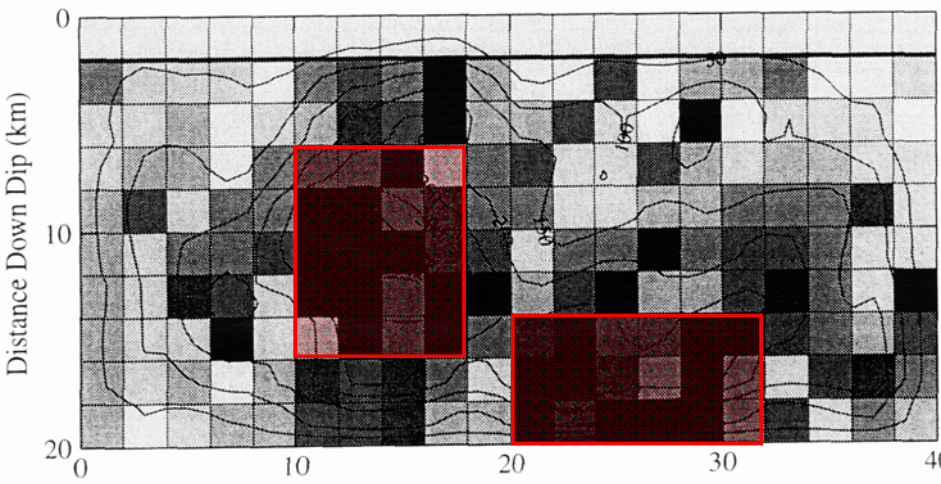
**1989.10.17 Loma Prieta, California earthquake M<sub>w</sub>6.95のすべりモデル**

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

**破壊領域 rupture area**  
(最外周部のどの「行/列の平均すべり量」も断層平均すべり量の0.3倍以上となるように決定: 平均すべり量が0.3倍未満の最小の行/列を順次削除していく)

**アスペリティ asperity**  
(「断層平均すべり量の1.5倍以上」の小断層を包含する矩形を作成し、その最外周部の行/列の平均すべり量が1.5倍未満であれば分割し、同平均すべり量が1.25倍以上となるよう決定)

(アスペリティを形成する小断層の個数は、各すべり量が平均の2倍以上なら2個以上、各すべり量が1.5倍以上または1個が2倍以上かつ他の2個が1.5倍以上なら4個以上とする)



34



**入倉式 ⇒ 使うべきでない** (地震発生前には、活断層や変動地形などによる均質な震源断層しか分からないため不均質な震源断層を推定することができないため、地震動が過小評価される)

**武村式や山中・島崎式 ⇒ 使えるレシピがない** (国内地震観測記録の震源インバージョンによるすべり量分布を解析し、国内用の断層モデル・レシピを作り、武村式等とをつなぐ関係式も確立させるべきだが、長年月を要する。)(原子力規制庁は今回の武村式の試算で、レシピを改ざんした)

**松田式による推本の修正レシピ ⇒ 全国地震動評価だけでなく原発にも使うべき**  
(測地データに基づく均質な「震源断層の長さ」と「地震規模」の平均像を与える関係式として松田式は北米中心データにも国内データにもほぼ適合しており、修正レシピは北米中心データに基づくレシピではあれ、現時点では次善の策として適用可能。ただし、20~35kmでは断層幅のみ拡大に留めるべきである)

	活断層の評価	地震動の評価
地震調査研究推進本部 (1995年7月地震防災対策特別措置法に基づき設置)	活断層の長期評価手法「報告書(暫定版)(2010.11.25)	震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)(2008.4.11改訂): <b>松田式</b> で地震規模を求め断層面積を少し拡大する <b>修正レシピ</b> で全国地震動予測地図作成
原発の安全性審査/適合性審査	詳細な調査を理由に「松田の基準」など不採用だったが、2006年の耐震設計審査指針改定後に転換	入倉式によるレシピ( <b>今回武村式で計算</b> )、長大な断層に適用すべきFujii-Matsu'uraの応力降下量を採用( <b>新レシピで禁止</b> )

- ①断層モデルによる地震動評価が耐専スペクトルの1/2~1/3倍になる乖離が解消される。  
②修正レシピに基づけば、大飯・伊方・島根ではクリフエッジを超え、川内・高浜ではSsを超える。

35

### 伊方3号基準地震動策定時の震源断層評価と地震動評価の経緯

1972・77年 伊方1・2号設置許可時の設計用最大加速度200ガル(1981年耐震指針前)

1984年 伊方3号増設申請 S1:221ガル

S2:473ガル(46kmの範囲に分布する敷地前面海域断層群の中で、小林・翠川の手法では**25kmモデル**で最大地震動になる)

1996年 岡村眞教授が伊予灘西断層系27kmと東断層系28kmはA級活断層と発表

1997年 四国電力が「自主保安の観点から安全評価上は当該断層群をS1とみなす」

S1:**350**ガル(敷地前面海域断層群**46kmモデル**の地震動を採用、**25kmモデル**は含まれず)

S2:473ガル(敷地前面海域断層群11, **25**, 27, 46, 55, 77kmを考慮し、**25kmモデル**採用)

2003年 推本が「中央構造線断層帯(金剛山地東縁-伊予灘)の長期評価について」で「全長360kmが同時に活動する可能性を否定できない」と発表

2003年 四国電力が「130kmと360kmの地震動評価でS2を超えない」と旧保安院へ報告

2005年 推本が「入倉式による断層モデルのレシピ」を発表

2006年 原子力安全委員会の耐震設計審査指針が大幅改訂

2008年 四国電力の耐震バックチェック Ss:**570**ガル(敷地前面海域断層群**42km**)

2008年 推本が「松田式による断層モデルの修正レシピ」を発表

2009年 四国電力の改訂版 Ss:570ガル(敷地前面海域断層群**54km**、不確かさ考慮で**69km**)

2013年 四国電力による再稼働申請:2009年改訂版とほぼ同じ

2015年 原子力規制委員会審査書 Ss-1:**650**ガル(基本震源モデルは54, 130, 480km)

**69km北傾斜モデルの耐専スペクトルで570ガルから650ガルへ引上げ、69km鉛直は不採用断層モデルによる地震動評価は一部周期でSs-1を超えるのみ、69km鉛直耐専の1/2程度** 36



○「(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。」

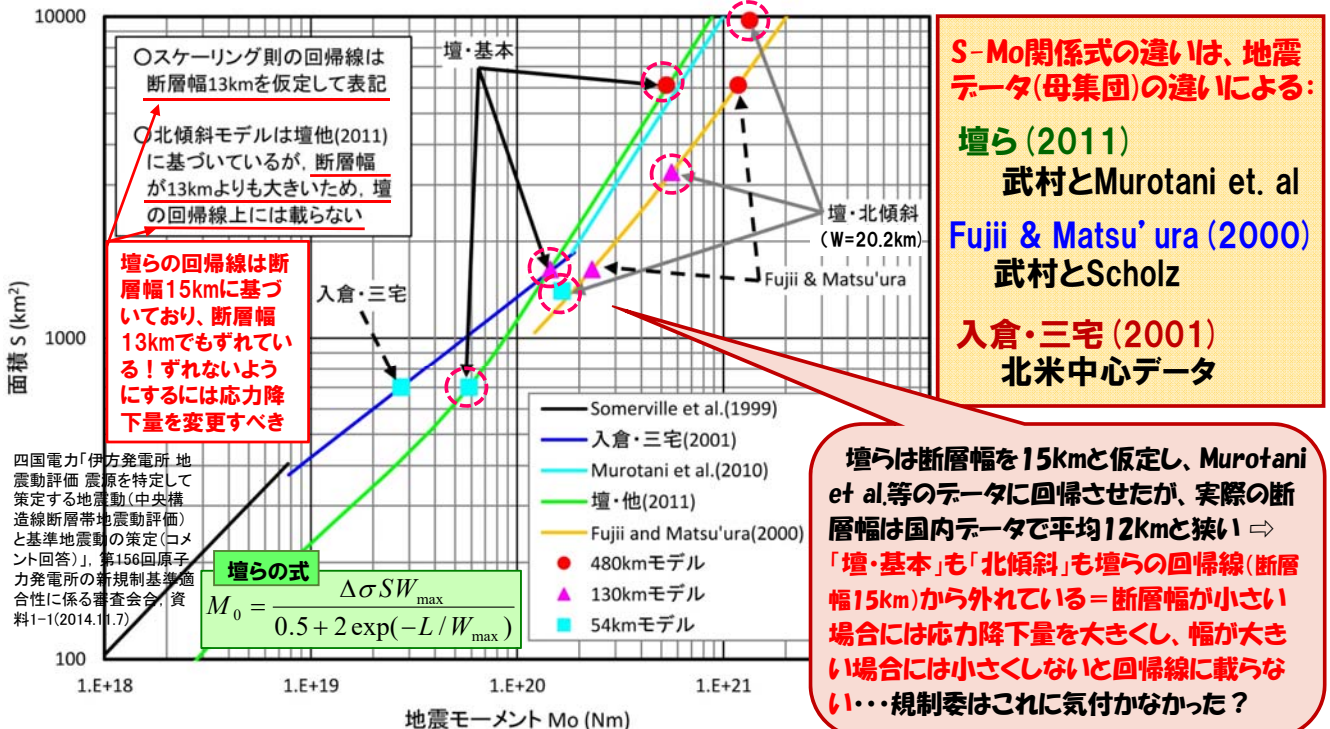
⇒ 推本は2000年鳥取県西部地震や2005年福岡県西方沖地震などの大地震の地震観測記録に基づいてレシピの検証を行い、「これらの報告を踏まえ、断層モデルの設定において、『長期評価』のマグニチュードと整合し、かつ、簡便な手順でパラメータを設定できる手法を用いて強震動評価を行い、その妥当性を検討した」のが「警固断層帯(南東部)の地震を想定した強震動評価」であり、その手法が修正レシピである。規制庁は事実関係を逆転させ、大嘘をついている。

地震調査研究推進本部(本部長は文部科学大臣)地震調査委員会による「震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)の検証と改訂の経緯

- 2008.4.11 「全国を概観した地震動予測地図」2008年版で「修正レシピ」を追加
- 2008.4.11 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(2008.9.5、2009.3.5訂正)
- 2008.4.11 2005年福岡県西方沖の地震の観測記録に基づく強震動評価手法の検証について
- 2007.3.19 2005年福岡県西方沖の地震の観測記録に基づく強震動評価手法の検証について(中間報告)
- 2005.3.23 「全国を概観した地震動予測地図」分冊2で「震源断層を特定した地震動予測地図の説明」=強震動予測手法(「レシピ」)を初公開
- 2002.10.31 糸魚川-静岡構造線断層帯(北部、中部)の地震を想定した強震動評価について(別添資料「鳥取県西部地震の観測記録を利用した強震動評価手法の検証について」)
- 2001.5.25 糸魚川-静岡構造線断層帯(北部、中部)を起震断層と想定した強震動評価手法について(中間報告)
- 1995.7.18 地震防災対策特別措置法に基づき、地震調査研究推進本部を設置

伊方3号の断層モデルによる地震動評価で設定したパラメータの検証(四国電力による)

○480kmと130kmモデルでは、Fujii and Matsu'uraの手法で設定した地震規模の方が保守的となっている。逆に54kmモデルでは、入倉・三宅の手法よりも壇の手法の方が保守的である。



壇ら(2011)による応力降下量の過小設定 断層幅の違いを考慮すれば応力降下量は1.6倍に

$(\Delta\sigma, \Delta\sigma_a) = (3.4\text{MPa}, 12.2\text{MPa}) \Rightarrow (4.3\text{MPa}, 19.5\text{MPa}) \quad (S_a/S=0.22) \quad \textcircled{38}$

# 耐専スペクトルは平均像を表しており、 倍半分(±1σ)以上の大きなバラツキ を考慮すべき!

国内外の内陸地殻内地震による震源近傍の観測記録 (M6.0~8.1, Xeq=6~33km, 水平51記録, 上下14記録) の耐専スペクトル (内陸補正有) との残差 (バラツキ) の平均と標準偏差σ



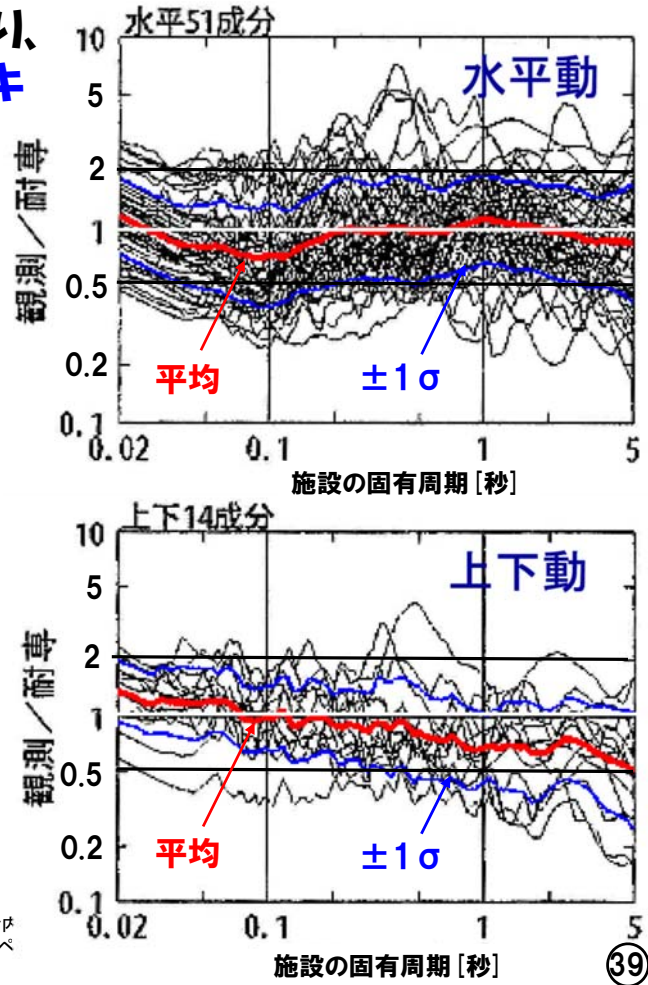
(細線: 各地震観測記録に対する残差,  
赤実線: 残差の平均,  
青実線: 平均から±1σ(「倍半分」弱)

新潟中越沖地震や岩手宮城内陸地震では  
1,690~2,000ガルの地震動が観測されており、  
少なくとも2倍(「平均+標準偏差」分)の  
バラツキを考慮すべき!

内山・翠川(2013)によれば、偶然的不確かさは  
1.75倍(「平均+標準偏差」分)、認識論的不確か  
さの残りを考慮しても2倍以上を考慮すべき!

伊方3号: 900ガル程度 ⇒ 1,800ガル程度  
➡ クリフエッジを一層大きく超える!  
伊方3号(855ガル)

東京電力(2009): 耐専スペクトルの適用性検討(内陸地殻内地震を対象とした追加検討内容)、原子力安全委員会耐震安全性評価特別委員会地震・地震動評価委員会「応答スペクトルに基づく地震動評価」に関する専門家との意見交換会、資料第1-2号(2009.5.22)



## 新幹線では、踏切をなくして「踏切事故ゼロ」を実現!



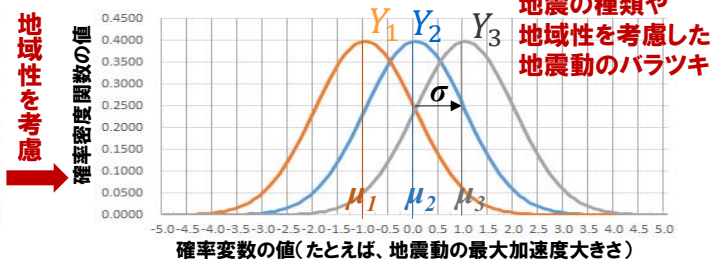
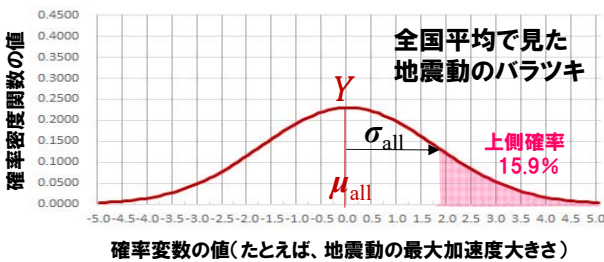
### ZD (zero defects) 運動

欠陥が出たら、止めて、原因の徹底究明・解決を図り、欠陥をなくす

### 6σ (シックスシグマ)

品質保証のレベルを100万個に3.4個(3.4ppm)の欠陥に抑えるための経営品質改革活動:  
6σ = 3σ × 1.5 (片側3.4ppm) + 1.5σ (平均値の揺らぎ)

## 耐震設計では、地震動の「倍半分」のバラツキへの対応が重要



地震動の平均像から少なくとも2倍にすべき!  
(これでも15.9%の割合で超えられる)

地震観測記録を蓄積評価すれば減らせる  
最新の知見によれば、μ + σがμの1.75倍

認識論的不確かさは平均像のレベルの違いとして現われる!

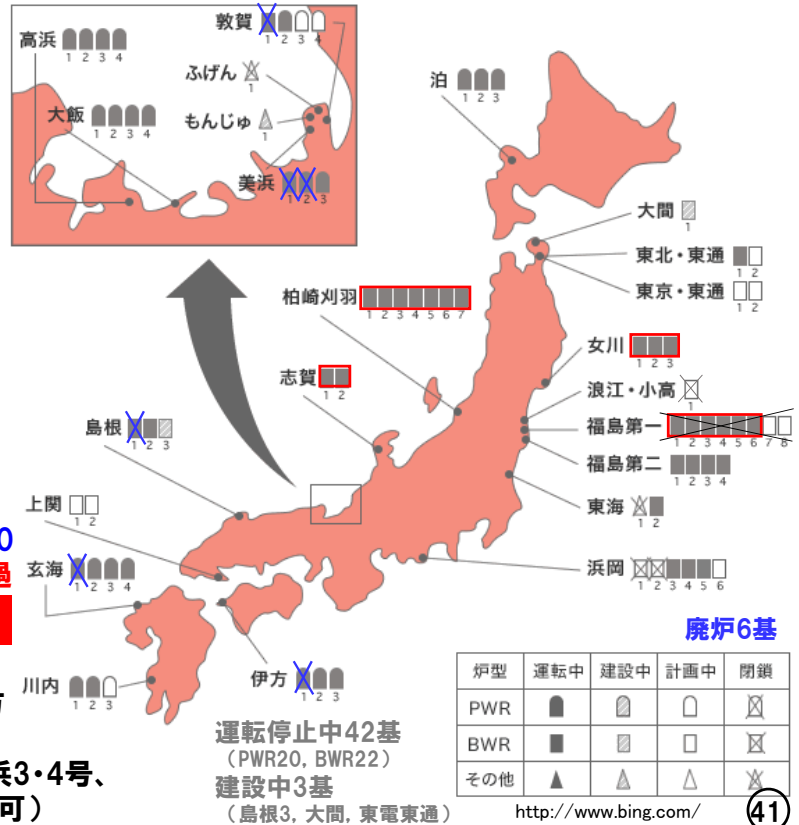
偶然的不確かさは自然界の偶然変動。人間の手では減らせない!



1978.10.4 原子力安全委員会設置  
 1981.7.20 「耐震設計審査指針」策定  
 (この時すでに22基の原発が運転:東海, 東海第二, 敦賀1, 美浜1~3, 高浜1~2, 大飯1~2, 福島第一1~6, 浜岡1~2, 島根1, 伊方1, 玄海1~2)

# ここ10年、4サイト18原発で 基準地震動を超える地震が!

1995.1.17 兵庫県南部地震M7.3  
 1995.7.18 地震調査研究推進本部設置  
 (地震防災対策特別措置法)  
 2001.6~2006.9 「指針」改訂調査審議  
 2005.8.16 宮城県沖地震M7.2  
 女川原発基準地震動S2超過  
 2006.9.19 「指針」大幅改定  
 2007.3.25 能登半島地震M6.9  
 志賀原発基準地震動S2超過  
 2007.7.16 新潟県中越沖地震M6.8  
 柏崎刈羽原発基準地震動S2超過  
 2008.6.14 岩手・宮城内陸地震M7.2  
 地表4,022ガル、地下1,078ガル  
 2011.3.11 東北地方太平洋沖地震M<sub>w</sub>9.0  
 福島第一・女川原発基準地震動Ss超過  
**福島第一原発重大事故・放射能災害**  
 2012.9.19 原子力規制委員会発足  
 2013.6.19 「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」等策定  
 2014.9.10 川内1・2号、2015.2.12 高浜3・4号、  
 7.15 伊方3号審査書決定(設置許可)



淡路島北淡町で保存されている野島断層  
 (1995年1月17日阪神・淡路大震災)



兵庫県南部地震では、  
 芦屋浜シーサイドタウンの  
 約40cm四方、肉厚5cmの  
 中空箱形鋼鉄柱が416本  
 中53本も破断!

こうなってからでは...

前委員長代理の島崎邦彦氏による問題提起は、原子力規制委員会・規制庁による「世界最高水準の規制基準による適合性審査」のずさんさを暴き出した。

地震が起きる前には、伊方原発で用いている入倉式によるレシピ(A)は使えないこと、松田式によるレシピ(I) = 修正レシピを使うべきことが明らかになった。

地震調査研究推進本部の新レシピは、「伊方原発に適用している「長大な断層にのみ許される応力降下量の設定法」を54kmや69kmの断層に用いる」ことを禁じた。

「原発の耐震設計だけは聖域である」時代は終わった! 「原子力規制当局は無謬である」との幻想も消え失せた! 今こそ国民目線の司法判断が求められている。

# 原子力規制庁による 断層モデルのレシピの改ざん

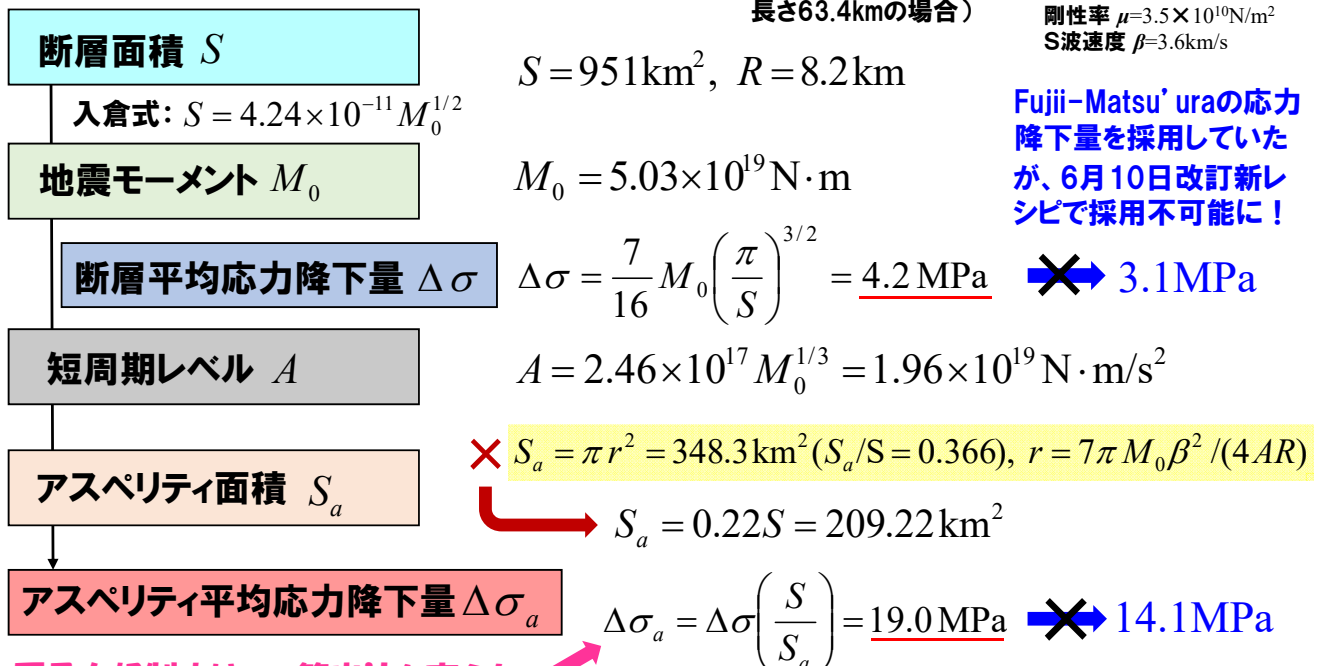
(2016年7月13日、20日、27日の原子力規制委員会本会議で簡単に説明されたが、規制委員の誰もそれがレシピの改ざんだと気付かず、今もなお気付いていないと思われる。)

## 規制庁は、応力降下量が小さくなるようにレシピを改ざんしていた！

○関電はFujii-Matsu'uraの応力降下量を用いて地震動を過小評価していたが、6月10日改訂の新レシピで「長大な断層にのみ適用すべき」と明記され、使えなくなった！

地震動を左右するのは地震規模から算出される「短周期レベルA」と「応力降下量 $\Delta\sigma$ ,  $\Delta\sigma_a$ 」

(数値は、大飯3・4号の「F0-A~F0-B~熊川断層」長さ63.4kmの場合) 剛性率  $\mu=3.5 \times 10^{10} \text{N/m}^2$   
S波速度  $\beta=3.6 \text{km/s}$



Fujii-Matsu'uraの応力降下量を採用していたが、6月10日改訂新レシピで採用不可能に！

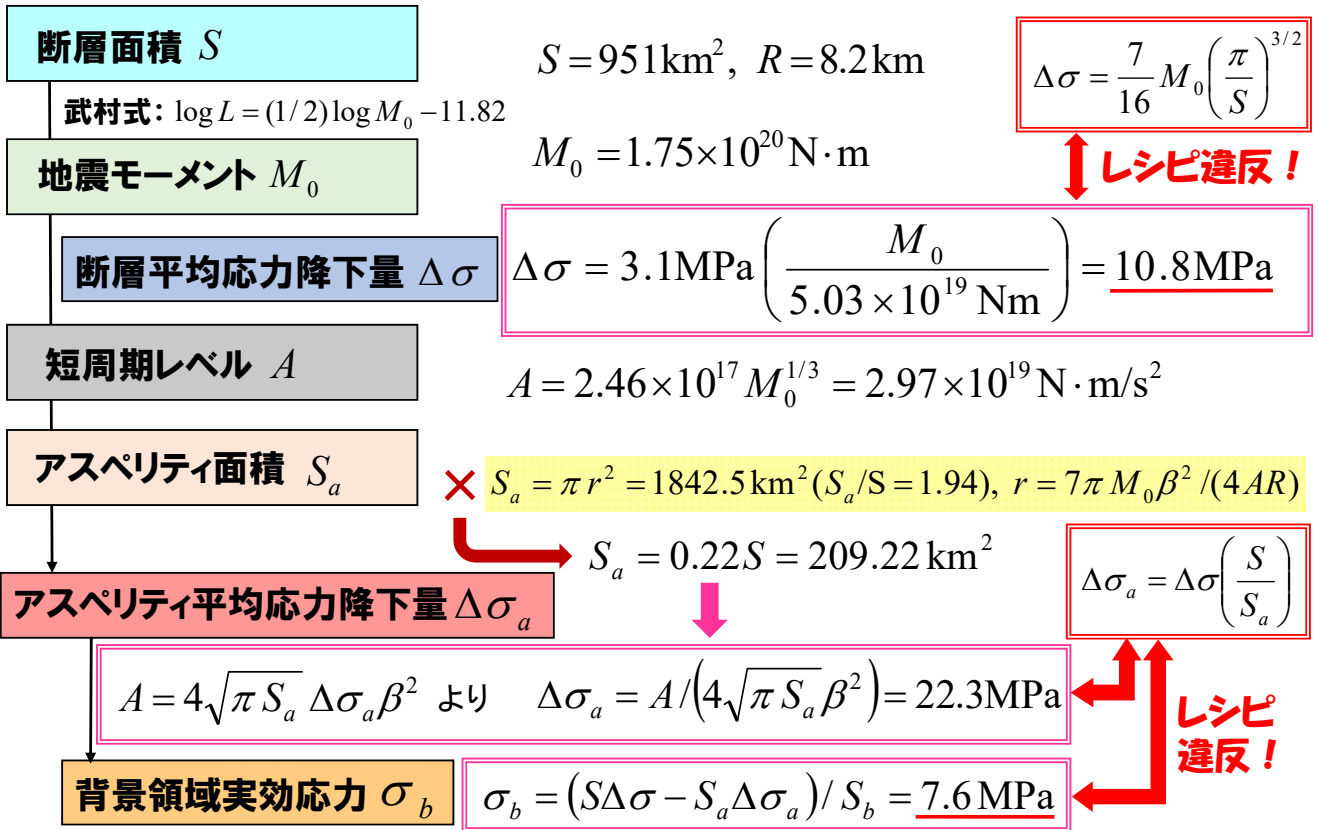
原子力規制庁は $\Delta\sigma_a$ 算出法を変えた

○ $\Delta\sigma$ 算出法も、3.1MPaを基準として $M_0$ に比例させる手法に変えた

○ $S\Delta\sigma = S_a\Delta\sigma_a$ とせず、背景領域実効応力 $\sigma_b$ も、 $S\Delta\sigma = S_a\Delta\sigma_a + S_b\sigma_b$ で求める手法に変えた (a)



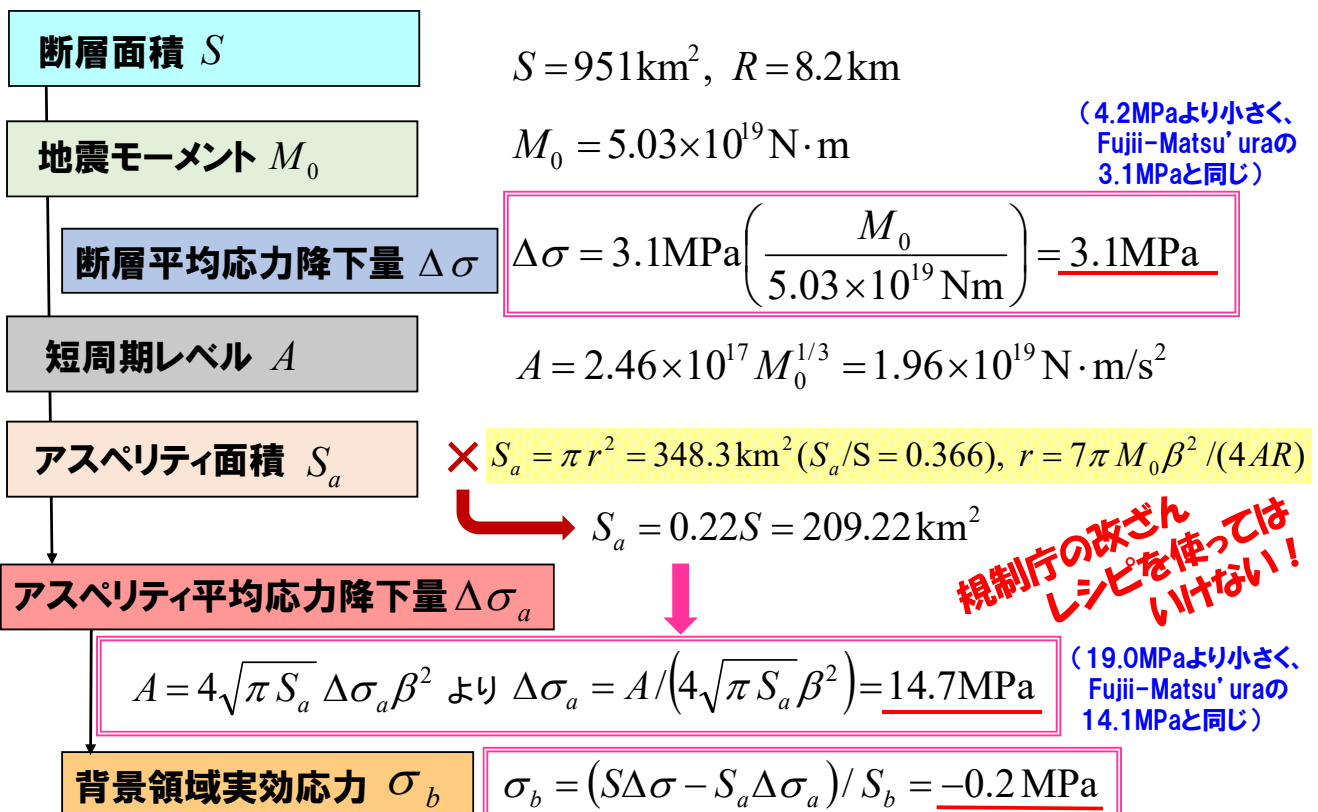
## 原子力規制庁が「見いだした」レシピ(武村式に適用) (大飯3・4号の場合)



関電の地震動評価と比べ、応力降下量1.58倍と短周期レベル1.52倍で、約1.8倍になる!  
しかし、背景領域の実効応力が通常の3倍と異常に過大だと主張!

(b)

## 原子力規制庁が「見いだした」レシピ(入倉式に適用) (大飯3・4号の場合)



規制庁の改ざん  
レシピを使っては  
いけない!

使えなくなった「Fujii-Matsu'uraの応力降下量」と同程度になる!  
しかし、入倉式では背景領域の実効応力が負になる!

(c)

短周期レベルからアスペリティ面積と応力降下量を求めるレシピ (大地震では $S_a$ が過大になる)

	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
入倉式	$5.03 \times 10^{19} \text{Nm}$ (100)	$1.96 \times 10^{19} \text{Nm/s}^2$ (100)	$348.34 \text{km}^2$ ( $S_a/S=0.366$ )	$\Delta\sigma = 4.18 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 11.4 \text{MPa}$
武村式	$1.75 \times 10^{20} \text{Nm}$ (349)	$2.97 \times 10^{19} \text{Nm/s}^2$ (152)	$1842.49 \text{km}^2$ ( $S_a/S=1.94$ )	$\Delta\sigma = 14.6 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 7.5 \text{MPa}$
山中・島崎式	$1.53 \times 10^{20} \text{Nm}$ (304)	$2.83 \times 10^{19} \text{Nm/s}^2$ (145)	$1532.52 \text{km}^2$ ( $S_a/S=1.61$ )	$\Delta\sigma = 12.7 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 7.9 \text{MPa}$
松田式	$7.01 \times 10^{19} \text{Nm}$ (139)	$2.19 \times 10^{19} \text{Nm/s}^2$ (112)	$542.63 \text{km}^2$ ( $S_a/S=0.571$ )	$\Delta\sigma = 5.83 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 10.2 \text{MPa}$

$S_a/S=0.22$ に固定して応力降下量を求めるレシピ

	アスペリティ面積 $S_a$	応力降下量	Fujii-Matsu'ura	原子力規制庁
入倉式	$209.22 \text{km}^2$ ( $S_a/S=0.22$ )	$\Delta\sigma = 4.18 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 19.0 \text{MPa}$	地震動計算では現在の関電に合わせる $\Delta\sigma = 3.1 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 14.1 \text{MPa}$ (6月10日改訂の新レシピで、これを使えなくなった)	$\Delta\sigma = 3.1 \text{MPa} *$ $\Delta\sigma_a = 14.7 \text{MPa}$
武村式	*: 原子力規制庁は $S_a/S=0.22$ としながら $\Delta\sigma = \Delta\sigma_a (S_a/S)$ とせず、 $\Delta\sigma = 3.1 \text{MPa} \times 3.49 = 10.8 \text{MPa}$ とし、背景領域の実効応力を $\sigma_b = (S\Delta\sigma - S_a\Delta\sigma_a) / S_b = 7.6 \text{MPa}$ としている。	$\Delta\sigma = 14.6 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 66.3 \text{MPa}$		$\Delta\sigma = 10.8 \text{MPa} *$ $\Delta\sigma_a = 22.3 \text{MPa}$
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		$\Delta\sigma = 5.83 \text{MPa}$ $\Delta\sigma_a = 26.5 \text{MPa}$		$\Delta\sigma = 4.3 \text{MPa} *$ $\Delta\sigma_a = 16.4 \text{MPa} \textcircled{d}$