平成２６年(行ウ)第１５２号　大間原子力発電所建設差止等請求事件
原　　告　函館市
被　　告　国　ほか１名

準備書面（９）

大間原発の基準地震動について（概説その２）

平成２７年（２０１５年）９月２９日
（次回期日１０月６日）

東京地方裁判所民事第２部Ｂ係　御中

原告訴訟代理人弁護士　河　合　　弘　之

同　　弁護士　井　戸　　謙　一

同　　弁護士　内　山　　成　樹

同　　弁護士　海　渡　　雄　一

同　　弁護士　青　木　　秀　樹

同　　弁護士　望　月　　賢　司

同　　弁護士　只　野　　靖

同　　弁護士　白　　日　光

同　　弁護士　兼　平　　史

同　　弁護士　中　野　　宏　典

同　　弁護士　金　　裕　介

はじめに

先に、準備書面（５）において、原発の耐震設計の流れ、議論の前提となる事実、不確かさの考慮が必要となることについて、述べた。

本書面は，これを前提として、新規制基準における地震動想定手法が誤っており、また、被告電源開発の地震動想定の誤りについて述べるものである。

原子力発電所の耐震安全性は，基準地震動の適切な策定にかかっているところ，過去１０年間で６回も基準地震動を超える地震動が原発を襲った（第１）。

このことは、これまでの地震動想定手法には根本的な欠陥があったことを示している。その根本的な欠陥の最大の理由は，基準地震動の策定が，既往地震の地震動の平均像を基礎として行われてきたことにある。

平均像からのかい離、すなわち誤差は、どの想定手法によっても既往最大でおおむね少なくとも平均像の４倍程度はとる必要があり（複数の誤差の重なりを考えれば、さらに大きく見積もる必要もある）、既往最大を超える平均像からのかい離を考えれば、少なくとも平均像の１０倍はとる必要がある。しかし、このような誤差は考慮されずに無視されている（第２及び第３）。

また、直下地震の想定（震源を特定せず策定する地震動の想定）も、全ての原発で、Ｍｗ（モーメントマグニチュード）で６．５未満まで考えられるのに、Ｍｗ５．７の２００４年留萌支庁南部地震の地震動、しかも観測された地震動でその地震の最大地震動ではない過小な地震動程度の地震動しか想定しようとせず、本来あるべき想定を大幅に下回る想定しかなされていない。さらには考慮すべきＭｗ６．５以上の地震である２００８年岩手・宮城内陸地震も考慮しようとしていないことも大きな問題であ

る（第４）。

そして，新規制基準においても地震動想定手法は従前のままであり，全く是正されていない。想定を大幅に超える地震動が原発を襲った場合には，安全上重要な設備も同時に想定を超える地震動に襲われるのであるから，炉心溶融などの過酷事故を防止できない。にもかかわらず、あまりにも過小な地震動想定が、いまだにまかりとおっているのが、今の日本の原発の耐震設計である（第５）。

なお、大間原発に固有の問題については、追って、別の準備書面で述べる。

目次

第１　原子力発電所における従前の地震動想定は著しい過小評価であったこと　8
１　従前の地震動想定に対する国会事故調報告書の指摘 ＿＿＿＿＿＿＿＿8
(1)　国会事故調報告書の指摘 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿8
(2)　従前の地震動想定は１０年間で５ケースも誤ったこと ＿＿＿＿＿＿8
ア　平成１７年（２００５年）８月１６日宮城県沖地震における女川原発のケース ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿8
イ　平成１９年（２００７年）３月２５日能登半島沖地震 ＿＿＿＿＿10
ウ　平成１９年（２００７年）７月１６日新潟県中越沖地震 ＿＿＿＿10
エ　平成２３年（２０１１年）３月１１日の東北地方太平洋沖地震における福島第一原発のケース ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿12
オ　平成２３年（２０１１年）の東北地方太平洋沖地震における女川原発のケース ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿12
２　従前の地震動想定が著しい過小評価となった理由 ＿＿＿＿＿＿＿＿13
３　原子力規制委員会の元委員である島崎邦彦氏が、入倉レシピでは著しい過小評価となることを指摘していること ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿16
第２　応答スペクトルに基づく手法について ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿ 18
１　応答スペクトルに基づく手法とは ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿18
(1)　マグニチュードと震源距離の想定 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿18
(2)　応答スペクトルに基づく手法の詳細 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿19
(3)　応答スペクトルに基づく手法の種類 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿22
２　応答スペクトルに基づく手法の問題 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿22
(1)　地震規模の想定には，莫大な誤差が伴う ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿22
(2)　耐専スペクトルも，野田他（2002）の応答スペクトルも平均像を求めるもの ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿25
(3)　応答スペクトルに基づく手法の誤差（平均像からのかい離の程度）　26
(4)　観測値のバラツキの程度 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿29
(5)　耐専スペクトルにおける地域的特性 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿31
３　小括 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿33
第３　断層モデルを用いた手法について ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿ 34

１　断層モデルを用いた手法とは ____ 34
２　グリーン関数の誤差（不確かさ）が考慮されていない ____ 35
３　強震動予測レシピについて ____ 38
(1)　強震動予測レシピ ____ 38
ＳＴＥＰ１　断層破壊面積 ____ 38
ＳＴＥＰ２　地震モーメント ____ 41
ＳＴＥＰ３　平均応力降下量 ____ 45
ＳＴＥＰ４　アスペリティの総面積 ____ 45
ＳＴＥＰ５　アスペリティの応力降下量 ____ 49
ＳＴＥＰ６　アスペリティの個数と配置 ____ 50
ＳＴＥＰ７　アスペリティの平均すべり量比 ____ 51
ＳＴＥＰ８　アスペリティの実効応力と背景領域の実効応力 ____ 51
ＳＴＥＰ９　すべり速度時間関数の設定 ____ 52
(2)　地震調査委員会の強震動予測レシピ ____ 52
４　スケーリング則は莫大な誤差を必ず伴う ____ 58
(1)　スケーリング則について ____ 58
(2)　スケーリング則には必然的に莫大な誤差が含まれる ____ 59
５　断層モデルを用いた手法の精度（断層モデルを用いた手法による地震動の再現） ____ 59
６　応答スペクトルに基づく手法と断層モデルを用いた手法の比較 ____ 61
７　平成１９年能登半島地震の概要（アスペリティごとに応力降下量が異なる例） ____ 62
(1)　平成１９年能登半島地震の各種パラメータ ____ 62
(2)　平成19年能登半島地震のパラメータと入倉レシピの比較 ____ 66
８　活断層調査の限界性 ____ 69
(1)　海域の反射法地震探査の限界性 ____ 69
(2)　短い断層の前後に伸びる断層面 ____ 74
第４　「震源を特定せず策定する地震動」について ____ 76
１「震源を特定せず策定する地震動」とは ____ 76
２　電力会社がこれまで採用していた「震源を特定せず策定する地震動」 77

３　石橋克彦氏による「加藤ほか(2004)」の応答スペクトル批判 _____79
４　原子力安全基盤機構（JNES）による検討_____79
(1)　「加藤ほか(2004)」の研究の不充分性の指摘_____79
(2)　対象地震の選定と「震源を特定せず策定する地震動」の最大規模の推定 _____80
５　震源を特定せず策定する地震動についてのJNESによる断層モデルでの評価 _____83
(1)　JNESによって行われた断層モデルによる方法とその結果 _____83
(2)　JNESの説明の欺瞞性 _____85
６　規制委員会の考え方 _____89
７　「震源を特定せず策定する地震動」にも不確かさの考慮が必要 _____94
８　Ｍｗ６．５未満の１４地震から留萌支庁南部の地震を選定した過程での問題点 _____95
９　2004年留萌支庁南部の地震 _____97
（1）2004年留萌支庁南部地震の概要 _____97
（2）留萌支庁南部地震の地震動 _____98
（3）地盤による地震動の増幅 _____99
（4）HKD020の観測点の地震動は，留萌支庁南部地震の最大地震動ではない _____102
(5)　少なくともMw6.5が想定されるべき _____105
(6)　試算 _____105
(7)　不確かさの考慮 _____108
(8)　Ｍｗ6.5未満の地震を想定することは仮想的か_____111
１０　2008年岩手・宮城内陸地震（震源を特定せず策定する地震動　Ｍｗ６．５以上のもの） _____113
(1)　2008年岩手・宮城内陸地震を検討する理由 _____113
(2)　2008年岩手・宮城内陸地震の概要 _____114
(3)　2008年岩手・宮城内陸地震の短周期における極めて大きな応答スペクトル _____119
第５　新規制基準においても地震動想定手法は従前のままであり，原発の安全性は

到底確保されないこと ____ 123
１　新規制基準においても地震動想定手法は従前のままであること ____123
２　従前と同じ手法で地震動想定を続ければ，Ｓｓを上回る地震動が原発を襲うこと ____124
３　新規制基準の策定に関わった専門家が、基準地震動が過小であることを認めていること ____124
４「過去最大（既往最大）」を超えることも十分にあり得ること ____125
５　失敗した従前の手法のままでは，原発の安全性は到底確保されないこと126

第１　原子力発電所における従前の地震動想定は著しい過小評価であったこと

１　従前の地震動想定に対する国会事故調報告書の指摘

(1)　国会事故調報告書の指摘

国会事故調報告書は，原子力発電所における従前の地震動想定について，次のとおり指摘している（「２．１．６検討」の７）ａ。甲Ｄ１・１９３頁)。

http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3856371/naiic.go.jp/report/

「わが国においては，観測された最大地震加速度が設計地震加速度を超過する事例が，今般の東北地方太平洋沖地震に伴う福島第一原発と女川原発における２ケースも含めると，平成１７（２００５）年以降に確認されただけでも５ケースに及んでいる。このような超過頻度は異常であり，例えば，超過頻度を１万年に１回未満として設定している欧州主要国と比べても，著しく非保守的である実態を示唆している。」

(2)　従前の地震動想定は１０年間で５ケースも誤ったこと

上記(1)の指摘は，要するに，原子力発電所における従前の地震動想定は僅か１０年間の間だけで５ケースも誤った，ということである。

ここで，平成１７年（２００５年）以降に確認された５ケースとは，以下の５つを指す。

ア　平成１７年（２００５年）８月１６日宮城県沖地震における女川原発のケース

平成１７年（２００５年）８月１６日に発生した宮城県沖地震は，北緯 38 度 9.0 分，東経 142 度 16.7 分の宮城県沖を震源とするＭ７．２の地震である。

この地震の際，東北電力女川原発で観測された地震動は，南北方向では基礎盤上で３１６ガルを記録した(甲Ｄ２「今回の地震による女川原子力発電所第１号機の建屋の耐震安全性評価結果について」

http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g60720c06j.pdf

当時の女川原発の設計用最大地震動は，Ｓ１（設計用最強地震）が２５０ガル，Ｓ２（設計用限界地震）が３７５ガルであった。

しかも，この地震の規模は，当時想定されていた地震（M7.5）の３分の１の規模

に過ぎなかった。

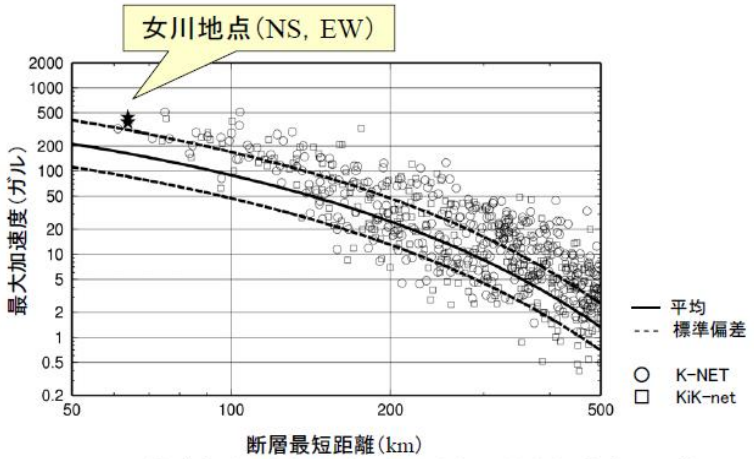
国内の原発で，基準地震動を上回る地震動が確認されたのは，このケースが初めてであった。

このようなこととなった要因とされているのは，「大地震においても顕著に宮城県沖近海の地域特性が現れる」からだとされている。要するに，平均像で行っていたところ，この地域では平均像からはずれたからというのである。

地域特性の一つとして，次の点が挙げられている。

敷地周辺で観測された今回の地震記録の分析結果

今回の地震は、経験式（距離減衰式）よりも最大加速度が大きい。
また，短周期成分の卓越が顕著である傾向が認められた。



司・翠川（1999）による距離減衰式と各観測点で観測された最大加速度の比較

13

（甲Ｄ３・「女川原子力発電所における宮城県沖の地震時に取得されたデータの分析・評価および耐震安全性評価に係る報告について」東北電力）
http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/senmon/shidai/taisinbun/taisinbun032/ssiryo1.pdf

もっとも，上図からすれば，平均像からのかい離はそれほどでもなく，もっと大幅にかい離するおそれも否定できなかったということになる。

イ　平成１９年（２００７年）３月２５日能登半島沖地震

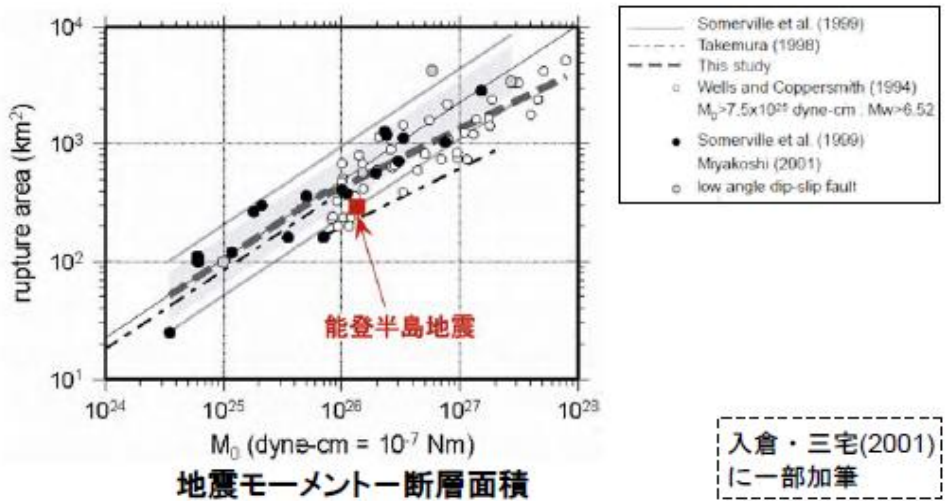
平成１９年（２００７年）３月２５日に発生した能登半島沖地震は，能登半島沖（北緯 37 度 13.2 分，東経 136 度 41.1 分）で発生したマグニチュード（Ｍｊ）6.9，震源深さ 11 キロメートルの地震である。

この地震の際，北陸電力志賀原発１号機及び２号機において，基準地震動（応答）を超過した（甲Ｄ４・「能登半島地震を踏まえた志賀原子力発電所の耐震安全性確認について」５頁及び８頁。http://www.rikuden.co.jp/press/attach/07041902.pdf）。

志賀原発の設計用地震動の最大加速度は，１・２号炉とも，Ｓ１（設計用最強地震）が３７５ガル，Ｓ２（設計用限界地震）が４９０ガルであった。

この地震では，下図のように，地震モーメント（Ｍｏ＝「剛性率〔震源断層面のすべり強度〕×平均すべり量×震源断層面の面積」。単位はＮｍ〔ニュートン・メートル〕）が平均的地震より大きく，これがＳｓを超えた要因となっている。

ただし，平均的地震より大きいといっても，同じ程度の断層面積で発生した地震における既往最大までは至っていない。



（甲Ｄ５・志賀原子力発電所：「新耐震指針に照らした耐震安全性評価（敷地周辺海域の地質・地質構造）」平成２１年１月１５日北陸電力株式会社）

ウ　平成１９年（２００７年）７月１６日新潟県中越沖地震

平成１９年（２００７年）７月１６日に発生した新潟県中越沖地震は，新潟県中越沖で発生したマグニチュード６．８の地震である。

この地震の際，東京電力柏崎・刈羽原発で観測された地震動は，最大１６９９ガルであった（甲Ｄ６・「柏崎刈羽原子力発電所の耐震安全性向上の取り組み状況」）。
http://www.tepco.co.jp/company/corp-com/annai/shiryou/report/bknumber/0806/pdf/ts080601-j.pdf

柏崎・刈羽原発の設計用地震動の最大加速度は，Ｓ１（設計用最強地震）が３００ガル，Ｓ２（設計用限界地震）が４５０ガルであった。中越沖地震では，この約４倍（１号機解放基盤面で１６９９ガル・Ｓ２の約４倍）の地震動が観測された。

中越沖地震はＭ６．８と地震規模はそれほど大きくなく，震源の深さが１７kmとそれほど浅い地震でもないのに，旧指針の限界地震の想定を約４倍も超える地震動が発生した。

そして，これによって，柏崎・刈羽原発に，次のような本格的な被害が発生した。

①柏崎・刈羽原発５号機においては，燃料集合体の一つが燃料支持金具から外れていた。

②同７号機の点検作業中に，制御棒２０５本のうちの１本が引き抜けなくなる異常が見つかった。東京電力は，「地震の影響が何らかの形で発生したと思う」と説明している。

③同６号機でも，制御棒２本が一時引き抜けなくなった。引き抜けなかった制御棒については，詳細な点検が行われたが，原因は明らかになっていない。

④同５号機では，炉内の水を循環させるために原子炉圧力容器内の壁に沿って２０本設置されているジェットポンプの振動を抑えるためのくさび形金具が，水平方向に４cmずれているのが見つかった。

⑤これらを含め，この地震の結果，柏崎・刈羽原発は，約３０００箇所で故障が生じた。

柏崎・刈羽原発での当時の基準地震動はＳ２（設計用限界地震）であったが，新耐震指針における基準地震動Ｓｓすら超える地震動が観測されてしまったのである。

東京電力は，中越沖地震がＳｓ（新耐震指針における基準地震動）を大きく上回る地震動を観測したことを受けて，その要因を分析し，アスペリティ（大地震発生時に震

源断層面内において特に強い地震波を発生した領域。地震発生直前まで断層面が残りの部分より強く固着していたと考えられることから，もともと「突起」という意味の「アスペリティ」と呼ばれる。)の平均応力降下量（断層がずれた時のエネルギーを示す。これは短周期地震動レベルに直結する。）が平均像の１．５倍だったことと，地盤による増幅が４倍あったことが原因だとされた。

そこで，原子力安全委員会，原子力安全・保安院は，各原子力事業者に対して，短周期地震動レベルを１．５倍とした場合に機器・配管の健全性が保たれるか確認することを求めた。

しかしながら，アスペリティの平均応力降下量が平均像の１．５倍程度以上となる地震は無数に観測されている。

したがって，この対応は，単なる弥縫策でしかなかった。

ところが，原子力安全委員会も，原子力安全・保安院も，各原子力事業者も，想定を失敗した根本的な原因について改めることは一切しなかった。

エ　平成２３年（２０１１年）３月１１日の東北地方太平洋沖地震における福島第一原発のケース

平成２３年（２０１１年）３月１１日の東北地方太平洋沖地震は，マグニチュード９の巨大地震である。

この地震の際，東京電力福島第一原発で観測された地震動は，基準地震動を超えた（甲Ｄ１・国会事故調報告書「２．２．１東北地方太平洋沖地震による福島第一原発の地震動」)。

そして，この地震動によって原発の配管が破断した可能性も指摘されている（甲Ｄ１・国会事故調報告書「２．２．２地震動に起因する重要機器の破損の可能性」)。

オ　平成２３年（２０１１年）の東北地方太平洋沖地震における女川原発のケース

また，平成２３年（２０１１年）３月１１日の東北地方太平洋沖地震の際，東北電力女川原発で観測された地震動も，基準地震動を超えた（甲Ｄ７「平成２３年東北地方太平洋沖地震における女川原子力発電所及び東海第二発電所の地震観測記録及び津波波高記録について」)。

２　従前の地震動想定が著しい過小評価となった理由

このように，従前の原子力発電所における地震動想定は，著しい過小評価であった。

そして，原発事業者と規制機関たる国が地震動想定に失敗した最大の原因は，その地震動想定手法が，過去に発生した地震・地震動の平均像で想定を行っていたことにある

原子力発電所における地震動想定手法が，過去に発生した地震・地震動の平均像で行われていたことについては，この分野の第１人者であり，原発の耐震設計を主導してきた入倉孝次郎氏自身が認めている。

すなわち，平成２６年３月２９日付愛媛新聞（甲Ｄ８）には，入倉孝次郎氏の次の発言が掲載されている。

「基準地震動は計算で出た一番大きい揺れの値のように思われることがあるが，そうではない。（四電が原子力規制委員会に提出した）資料を見る限り，５７０ガルじゃないといけないという根拠はなく，もうちょっと大きくてもいい。・・・（応力降下量は）評価に最も影響を与える値で，（四電が不確かさを考慮して）１．５倍にしているが，これに明確な根拠はない。５７０ガルはあくまで目安値。私は科学的な式を使って計算方法を提案してきたが，これは地震の平均像を求めるもの。平均からずれた地震はいくらでもあり，観測そのものが間違っていることもある。基準地震動はできるだけ余裕を持って決めた方が安心だが，それは経営判断だ。」（下線は代理人）。

入倉孝次郎氏は，ついに基準地震動は，目安に過ぎない「平均像」だと認めた。

これを中越沖地震の知見から１．５倍にすることについても，明確な根拠があるわけではないと言う。

そして，その平均像を超える地震はいくらでもある，とまで言う。

過去に発生した地震・地震動の知見の平均像で想定を行っているのであるから，現実に発生する地震・地震動がしばしば基準地震動を超えることは，いわば当然のことであった。

では，そのような基準地震動を金科玉条のように，重要なものとしてこれまで行ってきた耐震設計は，何だったのか。実にいい加減なものだということを，主

導してきた入倉孝次郎名誉教授自身が認めたのである。

すでに述べたとおり，原発の耐震設計は，まず基準地震動（Ｓｓ）を定めることから始まる。この基準地震動Ｓｓは

「施設の耐震設計において基準とする地震動で，敷地周辺の地質・地質構造並びに地震活動性等の地震学および地震工学的見地から，施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり，施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な地震動」

とされ，要するに，Ｓｓは，施設を襲うと想定できる最大地震動であるはずであり，それが，原発の耐震設計の根本であったはずである。

ところが，基準地震動は，単なる目安に過ぎない「平均像」だというのである。これでは，原発の耐震設計の根本は，完全に崩れ去ってしまう。したがって原発の耐震設計は，その出発点において，極めて大きな誤りがあったということになり，それを隠し続けてきたのが，原発の耐震設計の歴史だったのである。

したがって，このような耐震設計で，原発の安全性が担保されるわけがない。もはや原発の耐震設計が，根本から誤っていることは，誰の目から見ても明らかになった。それを明白にしたのが，この入倉発言である。

しかも，入倉孝次郎氏は，あとは「経営判断だ」とすら言う。

しかし，そうであれば，司法が，原発の差し止めを認めないために下すことのできる唯一の論理は，「原発の安全性は電力事業者の経営判断であり，司法がこれに介入することは許されない」ということでしかない。

基準地震動を解く

伊方原発

3 京都大名誉教授 入倉 孝次郎氏

3/29

余裕ある設計 確認重要

四国電力伊方原発の基準地震動570ガルは、調査に基づいて活断層の位置や形状で原発に最も影響が大きくなるよう計算した「断層モデル」と（小規模な地震観測記録から大規模地震の波形を合成してつくり出す）経験的な方法で総合的に決めている。

基準地震動は計算で出た一番大きい揺れの値のように思われることがあるが、そうではない。（四電が原子力規制委員会に提出した）資料を見る限り、570ガルじゃないといけないという根拠はなく、もうちょっと大きくてもいい。

地震動評価の計算は新しい論文を参考にしており、恣意（しい）的な部分はほとんどないと思う。あるとしたら（断層がずれた時のエネルギーを示す）応力降下量だ。評価に最も影響を与える値で、（四電が不確かさを考慮して）1・5倍にしているが、これに明確な根拠はない。

570ガルはあくまで目安値。私は科学的な式を使って計算方法を提案してきたが、これは地震の平均像を求めるもの。平均からずれた地震はいくらでもあり、観測そのものが間違っていることもある。

基準地震動はできるだけ余裕を持って決めた方が安心だが、それは経営判断だ。四電は570ガルに関して原子炉や建屋、配管など数千～1万カ所をチェックした。基準地震動を上げれば設備を全て調べ直さないといけないので大変だろう。

しかし、基準地震動を570ガルのままにして、それを多少超す地震が来たとしてもすぐ壊れることはないと思う。580ガルとしていた女川原発（宮城県）でも、東日本大震災のときに600ガルを超す地震動だったが耐えられた。伊方でもそれぐらいの余裕は持って造られているはず。基準地震動以上の揺れでも大丈夫なように余裕のある設計が行われるべき だ。

重要なのはこの裕度を確認することだ。旧原子力安全委員会の耐震バックチェックでも裕度の計算はやってきたが、民主党政権時に行ったストレステスト（耐性評価）で一番弱いところを探すと、それほど余裕がなかった。これは重要なポイントで、規制委の審査できちんと示されるだろう。

審査体制は、原子力規制庁内部に地震学や地震工学などの十分な知見を持った人がちゃんとチェックする状況が望ましい。今回は島崎邦彦委員長代理がいるが、全ての地震のことを知っているわけじゃない。だからサポートする人が必要になる。

（聞き手・藤中潤、阪和舞）

いりくら・こうじろう　68年京都大大学院理学研究科・地球物理学専攻博士課程中退。同大副学長や日本地震学会会長などを歴任。01～12年、内閣府原子力安全委員会専門委員。強震動地震学。73歳。

平成２６年３月２９日付愛媛新聞（甲Ｄ８）

一方、中越沖地震の知見を受けて、全国の原発で、「不確かさの考慮」として短周期レベルを１．５倍にすることが行われている。しかし、短周期レベルは、これまで見てきたように、少なくとも４倍もしくはそれ以上にすることが求められる。このことを認めたと評価されるのが、入倉発言の「地震動評価の計算は新しい論文を参考にしており、恣意的な部分はほとんどないと思う。あるとしたら（断層がずれたときのエネルギーを示す）応力降下量だ。評価に最も大きな影響を与える値で、（四電が不確かさを考慮して）１．５倍にしているが、これに明確な根拠はない。」の部分である。

３　原子力規制委員会の元委員である島崎邦彦氏が、入倉レシピでは著しい過小評価となることを指摘していること

原子力規制委員会の元委員である島崎邦彦氏が、入倉孝次郎氏による入倉レシピでは、地震動が著しい過小評価となることを指摘している。その指摘は、日本地球惑星科学連合２０１５年で発表された､「活断層の長さから推定する地震モーメント」（甲Ｄ９）である。

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

島崎氏は、以下のとおり指摘する。

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

（２）$Mo = 3.80 \times 10^{10} \times L^2$ （Yamanaka & Shimazaki, 1999）

（３）$Mo = 3.35 \times 10^{10} \times L^{1.95}$ （地震調査委, 2006）

（４）$Mo = 1.09 \times 10^{10} \times L^2$ （入倉・三宅, 2001）

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。

島崎邦彦氏のこの発言は、実際に原子力規制委員会において、新規制基準に対する適合性審査を行っていた専門家科学者の発言であるだけに、極めて重要である。島崎邦彦氏の発言は要するに、入倉孝次郎氏による入倉レシピと他の手法を比較すると、「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」り、地震動が著しい過小評価となるというのである。

これで、原発の安全性が確保できるわけがない。

第２　応答スペクトルに基づく手法について

１　応答スペクトルに基づく手法とは

応答スペクトルに基づく手法は，地震動評価の手法の１つであり，実際の多数の地震の地震動観測記録に基づき，地震の規模，敷地との距離によって分けて，地震動の平均像を求めたものを用いる手法である。

なお，応答スペクトルに基づく手法は，実際に観測された地震動記録に基づく手法であり，後に述べる断層モデルの手法とは全く異なる地震動想定手法である。

以下，応答スペクトルに基づく手法を概略する。

(1)　マグニチュードと震源距離の想定

応答スペクトルに基づく手法は，まず当該断層で地震が発生したときの地震の規模（マグニチュード M）と震源距離（等価震源距離 Xeq）を想定することから始まる。その上で，そのマグニチュード，震源距離に応じた地震動の平均を求める　　。

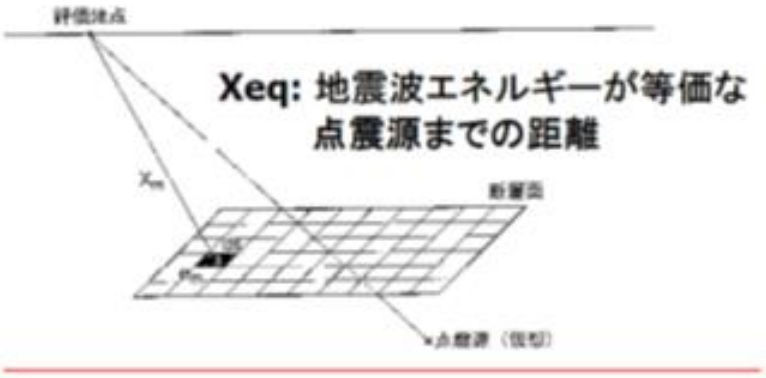
※Ｆ－Ｂ断層は中越沖地震の震源断層から，入倉・三宅（2001）及び武村（1998）のスケーリングに基づき断層長さ34kmの震源断層に相当する地震規模Mを設定
その他の断層は，松田（1975）に基づき設定

甲Ｄ１０　「柏崎刈羽原子力発電所における基準地震動の策定に関する補足説明」６ページ　平成 20 年 6 月 17 日　東京電力

http://www.tepco.co.jp/nu/material/files/g08061702.pdf#search='%E6%9F%8F%E5%B4%8E%E5%88%88%E7%BE%BD%E5%8E%9F%E5%AD%90%E5%8A%9B%E7%99%BA%E9%9B%BB%E6%89%80%E3%81%AB%E3%81%8A%E3%81%91%E3%82%8B%E5%9F%BA%E6%BA%96%E5%9C%B0%E9%9C%87%E5%8B%95%E3%81%AE%E7%AD%96%E5%AE%9A%E3%81%AB%E9%96%A2%E3%81%99%E3%82%8B%E8%A3%9C%E8%B6%B3%E8%AA%AC%E6%98%8E'

等価震源距離

等価震源距離は，震源断層面の各部から放出される地震動のエネルギーの総計が，特定の1点から放出されたものと等価となるように計算するもの

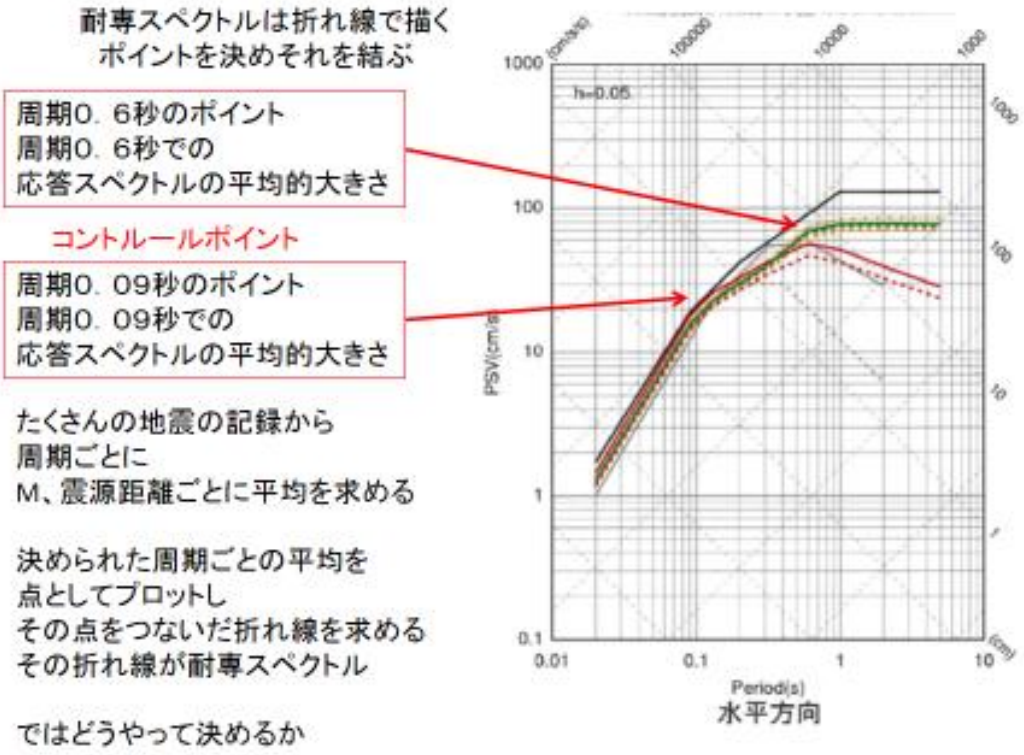


東京電力　平成21年5月22日　震源近傍における等価震源距離と断層最短距離との関係

ここで等価震源距離とは,「地震エネルギーが等価な点震源までの距離」であり，実際には断層面の上で発生する地震動を，それと同じ（等価な）地震波エネルギーをもたらす点として表すものである。

(2)　応答スペクトルに基づく手法の詳細

応答スペクトルに基づく手法は，川内原発での下図で見るなら，周期 0.02 秒，0.09 秒，0.13 秒，0.3 秒，0.6 秒での，「M7.5 震源距離 20.15km」「M7.2 震源距離 16.51 km」などと分類した上での地震動の大きさの平均を求め，プロットし，それをつなげた折れ線を描く方法である。プロットしたポイントを「コントロールポイント」と言う。



甲Ｄ１１　川内発電所　地震について　平成 26 年 4 月 23 日　九州電力株式会社

https://www.nsr.go.jp/data/000035712.pdf

https://www.nsr.go.jp/data/000035713.pdf

1）地震基盤のコントロールポイント

グループ分けする

	M	X_{eq}	コントロールポイントの座標 pS_v (cm/s)							
			A	B	C	D	E	F	G	H
			TA(s)	TB(s)	TC(s)	TD(s)	TE(s)	TF(s)	TG(s)	TH(s)
		(km)	0.02	0.09	0.13	0.30	0.60	1.00	2.00	5.00
極近距離	8.5	40	1.62	18.44	27.32	47.87	68.05	64.66	53.52	40.06
	8	25	1.69	20.05	28.96	48.22	67.80	65.25	52.51	38.35
	7	12	1.40	17.20	24.84	33.86	43.42	36.42	25.15	17.85
	6	6	1.04	12.82	18.51	21.84	23.17	17.41	9.64	3.88
近距離	8.5	80	0.73	7.36	11.43	22.92	34.79	32.58	27.60	21.96
	8	50	0.67	7.45	11.17	20.05	28.65	27.06	22.70	17.19
	7	20	0.78	9.44	13.64	19.10	24.83	20.69	14.46	10.37
	6	8	0.77	9.45	13.65	16.23	17.18	12.73	7.16	2.89
中距離	8.5	160	0.26	2.22	3.67	9.45	15.17	14.83	13.64	12.26
	8	100	0.32	3.08	4.86	10.27	16.04	14.96	12.73	10.37
	7	50	0.23	2.65	4.01	6.02	7.64	6.68	4.87	3.64
	6	25	0.21	2.49	3.60	4.54	4.84	3.98	2.07	0.86
遠距離	8.5	200	0.18	1.44	2.43	6.87	11.17	11.17	10.67	10.04
	8	200	0.10	0.80	1.35	3.82	6.21	6.21	5.93	5.58
	7	125	0.046	0.43	0.70	1.34	1.81	1.59	1.26	1.05
	6	78	0.041	0.45	0.65	0.95	1.03	0.80	0.49	0.22

岩盤における設計用地震動評価手法（耐専スペクトル）について 2007年8月24日 原子力安全基盤機構

1）地震基盤のコントロールポイント

グループ分けして
平均を出す
↓
（コントロール）ポイント
↓
それをつなげて図を描く

	M	X_{eq}	コントロールポイントの座標 pS_v (cm/s)							
			A	B	C	D	E	F	G	H
			TA(s)	TB(s)	TC(s)	TD(s)	TE(s)	TF(s)	TG(s)	TH(s)
		(km)	0.02	0.09	0.13	0.30	0.60	1.00	2.00	5.00
極近距離	8.5	40	1.62	18.44	27.32	47.87	68.05	64.66	53.52	40.06
	8	25	1.69	20.05	28.96	48.22	67.80	65.25	52.51	38.35
	7	12	1.40	17.20	24.84	33.86	43.42	36.42	25.15	17.85
	6	6	1.04	12.82	18.51	21.84	23.17	17.41	9.64	3.88
近距離	8.5	80	0.73	7.36	11.43	22.92	34.79	32.58	27.60	21.96
	8	50	0.67	7.45	11.17	20.05	28.65	27.06	22.70	17.19
	7	20	0.78	9.44	13.64	19.10	24.83	20.69	14.46	10.37
	6	8	0.77	9.45	13.65	16.23	17.18	12.73	7.16	2.89
中距離	8.5	160	0.26	2.22	3.67	9.45	15.17	14.83	13.64	12.26
	8	100	0.32	3.08	4.86	10.27	16.04	14.96	12.73	10.37
	7	50	0.23	2.65	4.01	6.02	7.64	6.68	4.87	3.64
	6	25	0.21	2.49	3.60	4.54	4.84	3.98	2.07	0.86
遠距離	8.5	200	0.18	1.44	2.43	6.87	11.17	11.17	10.67	10.04
	8	200	0.10	0.80	1.35	3.82	6.21	6.21	5.93	5.58
	7	125	0.046	0.43	0.70	1.34	1.81	1.59	1.26	1.05
	6	78	0.041	0.45	0.65	0.95	1.03	0.80	0.49	0.22

（甲Ｄ１２「岩盤における設計用地震動評価手法（耐専スペクトル）について」）

このように，応答スペクトルに基づく手法は，たとえば，マグニチュードM6，震源距離 Xeq78 ㎞，M7，Xeq20 ㎞などに分け，M7，Xeq20 ㎞の地震で，周期 0.6 秒の周期で，その地震の応答スペクトルがどれだけの大きさになるかの平均値を算出し，周期ごとに算出したものをプロットして作成する。

(3)　応答スペクトルに基づく手法の種類

応答スペクトルに基づく手法には，いくつかの手法がある。

かつては，大崎順彦氏による「大崎スペクトル」が用いられていた。この大崎スペクトルでは，観測された地震動の最大値がほぼカバーされていて，より安全側に考えられていた。

ところが，現在用いられている，電気協会耐震設計専門部会が作成した「耐専スペクトル」や，野田他（2002）の応答スペクトルでは，地震動の平均像を求めるものになっている。その他にも，Zhao.et.al（2006）の応答スペクトル等がある。

２　応答スペクトルに基づく手法の問題

(1)　地震規模の想定には，莫大な誤差が伴う

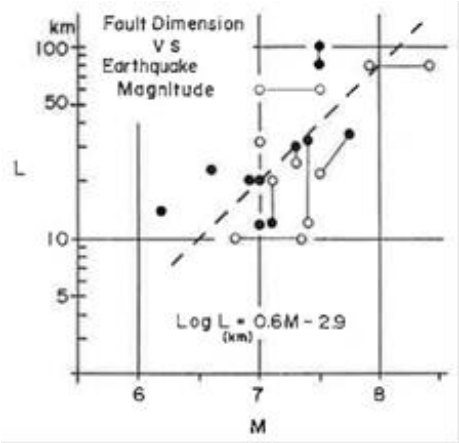
敷地ごとに震源を特定して策定する地震動（敷地周辺の活断層により発生する地震動）は，いずれにしても地震規模の想定が必要となる。

地表の活断層の長さから出発し，そこからそのまま地震規模を直接推定する方法（松田式）にしても，地表の活断層の知見に加え，地下の震源断層面の長さや幅を推定した上で地震規模を推定する方法（後述）にしても，莫大な誤差という宿命からは逃れられない。

松田式は，断層の長さとマグニチュード（気象庁マグニチュードＭｊ）との関係式であり，応答スペクトルに基づく手法では，まず断層の長さからマグニチュードを松田式によって求める。断層の長さからマグニチュードを導く関係式は基本的に松田式以外に用いられることはなく、全ての原発で、松田式が用いられている。

応答スペクトルに基づく手法の第一段階は、断層長さから地震規模（マグニチュード）を導くことであり、同様に松田式が用いられているのである。

松田式は，断層の長さから地震のマグニチュードを推定する式であるが，この松田式には莫大な誤差がある関係式であり，これを提唱した松田時彦氏自身，単なる目安に過ぎないとしている。その意味は，極めて大きな誤差があるということにほかならない。下図が，その松田式を示す図である。



この図は，縦軸が断層の長さであり，横軸がマグニチュードであり，中央の点線が松田式である。この図を見れば，同じ断層の長さであっても，松田式を超える地震が発生していたこと，マグニチュードで０．８程度上回る地震が現に発生していたことがわかる。マグニチュード０．８は，エネルギーで１６倍であり，松田式は，とんでもなく大きな誤差をかかえていたことがわかる。また、松田式のもととなったデータは、わずか１４個の地震によるものでしかない。したがって、平均からの最大のかい離をとっても、それを超える地震が発生する可能性は、否定できない。後述するように、σで見れば、仮に最大のかい離を、４４個に１個がはみ出るレベルである＋２σとしても（データが１４個と少ないので、そこまで達していない可能性は大きい)、その１．５倍のMを少なくとも＋１．２ととることが必要である。

この図のもととなったデータは、次の表（甲Ｄ１３松田時彦「活断層から発生する地震の規模と周期について」２７１頁）記載のとおりである。

Table 1. Earthquake magnitude, fault length and fault displacement in historic earthquakes in Japan (inland).

Earthquake			Fault				
Year	Location	*M*	Name	Length (km)	Displacement (m)	Ref*	**
1891	Nobi	**8.4 (7.9)**	Neodani, etc.	**80**	**8**	1)	○
1894	Shonai	**7.3 (6.8)**	Yadarezawa	**10**	**1**	2)	○
1896	Riku-U	**7.5 (7.0)**	Senya	**60**	**3**	2)	○
			Kawafune	15	2		
1927	Tango	**7.5**	Gomura, etc.	18	**2.5**	2)	○
			Yamada	7.5	0.8		
				L = 22			
		7.75		**35**	**3**	3)	●
1930	N-Izu	**7.0**	Tanna, etc.	30	**3.3**	2)	○
			Himenoyu	6	1.2		
				L = 32			
1931	W-Saitama	**7.0**		**20**	**1**	4)	●
1943	Tottori	**7.4**	Shikano	8	**1.5**	2)	○
			Yoshioka	4.5	0.9		
				L = 12			
				33	**2.5**	3)	●
1945	Mikawa	**7.1**	Fukozu	9	**2**	2)	○
			Yokosuka	7	0.6	5)	
				L = 20			
				12	**2.2**	6)	●
1948	Fukui	**7.3**		**25**	**2.3**	2)	○
				30	**2.5**	3)	●
1961	N-Mino	**7.0**	Koike-Hatogayu	**12**	**2.5**	7)	●
1963	Echizen-misaki	**6.9**		**20**	**0.6**	4)	●
1964	Niigata	**7.5**			**9**	8)	○
		7.4		**100**	**4**	9)	●
1969	C-Gifu	**6.6**		**23**	**0.7**	10)	●
1970	S-Akita	**6.2**		**14**	**0.65**	11)	●

Gothic figures are used in Fig. 1.

* Reference: 1) MATSUDA (1974a), 2) YONEKURA (1972), 3) KANAMORI (1973), 4) ABE (1974), 5) INOUE (1950), 6) ANDO (1974), 7) KAWASAKI (1975), 8) MOGI, *et al.* (1964), 9) AKI (1966), 10) MIKUMO (1973), 11) MIKUMO (1973).

** ○: values of surface faulting, ●: values obtained from seismological or geodetic data.

この中の○は地表断層の長さであり、●は震源断層面の長さである。

上表を見れば

① １９２７年丹後地震　地表の断層の長さ　２２ｋｍ

地下の震源断層面の長さ　３５ｋｍ

② １９４３年鳥取地震　地表の断層の長さ　１２ｋｍ

地下の震源断層面の長さ　３３ｋｍ

③ １９４８年福井地震　地表の断層の長さ　２５ｋｍ

地下の震源断層面の長さ　３０ｋｍ

となっている。ここから、１４地震のうち、３地震では、地表の断層の長さを超える長さの震源断層面だったことが分かる。要するに、地表の断層の長さから、地震が起こったときの震源断層面の長さがどれだけになるかは、事前には分かり

えず、地下の断層面の長さを推定するなら、地表の断層の長さを少なくとも１９４３年鳥取地震のようにおよそ３倍にすることが最低限必要なのである（既往最大の誤差）というべきであり、少なくとも、地表断層の長さよりも震源断層面の長さが長い可能性があることを前提に震源断層の面積を導く必要があることは明らかである。

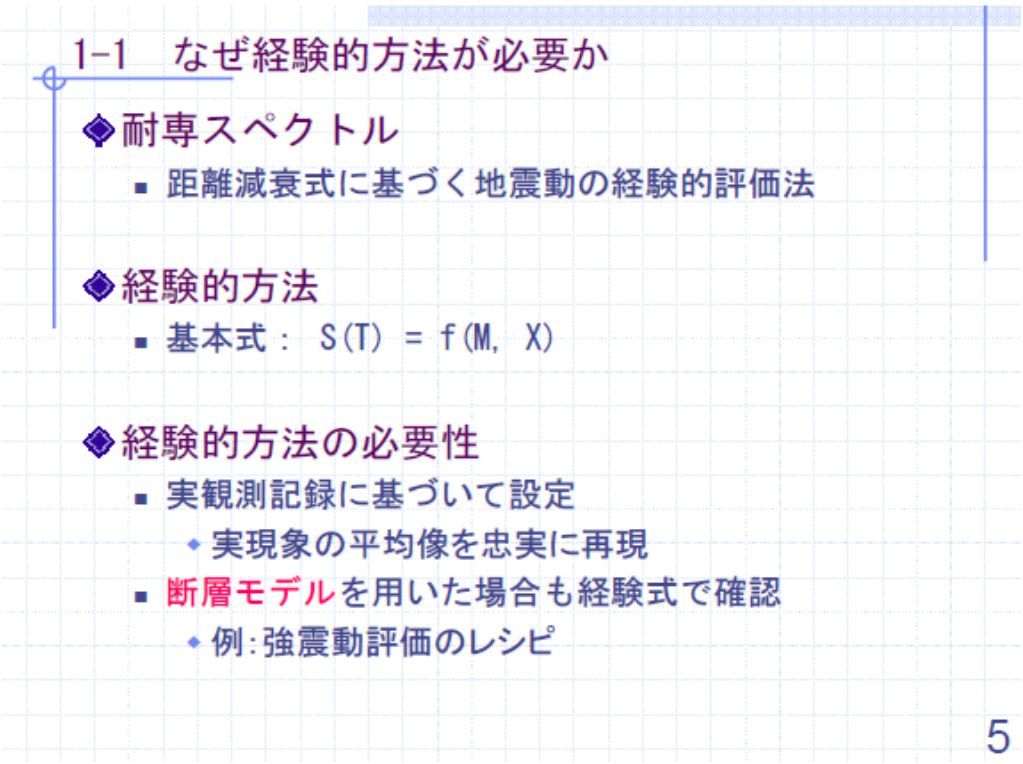
なお、この点について、松田式を導いた松田氏自身が、「地下の断層面が地表面に線となってあらわれた長さが、地表地震断層の長さです。地下の断層面はかなり不規則でしょうから、地下の断層面の面積を地表にあらわれた断層の長さで代表させるのは、かなりおおざっぱな話です」（甲Ｄ１４「活断層」岩波新書　松田時彦　１２６頁）と述べている。

この松田式の誤差問題は、どこの原発訴訟でも、いまだにほとんど何の反論もなされていない。

(2)　耐専スペクトルも，野田他（2002）の応答スペクトルも平均像を求めるもの

耐専スペクトルも，野田他（2002）の応答スペクトルも，基本的には同じデータに基づく同一の手法であるが、その基礎となる観測された地震動記録はわずかなものに過ぎず，したがって，これによって地震動の真の最大値を知ることは不可能である。

また，耐専スペクトルも，野田他（2002）の応答スペクトルも，「実現象の平均像を忠実に再現」しようとしたものである。耐専スペクトルについて，これを定めた日本電気協会原子力発電耐震設計専門部会は，次のように説明する。

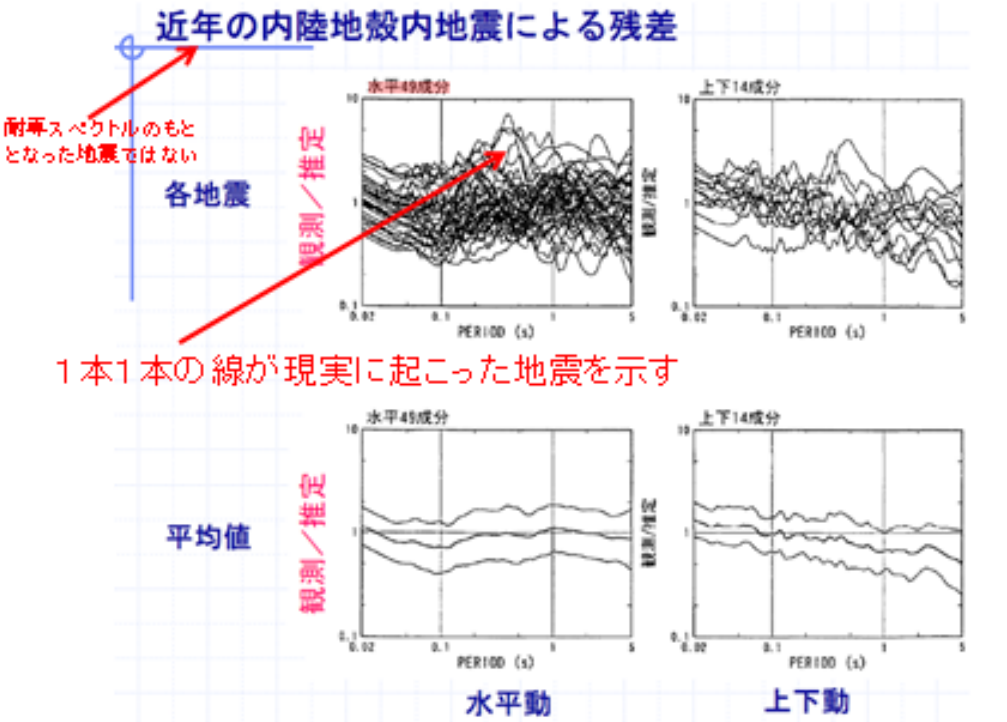


（甲Ｄ１２「岩盤における設計用地震動評価手法（耐専スペクトル）について」）

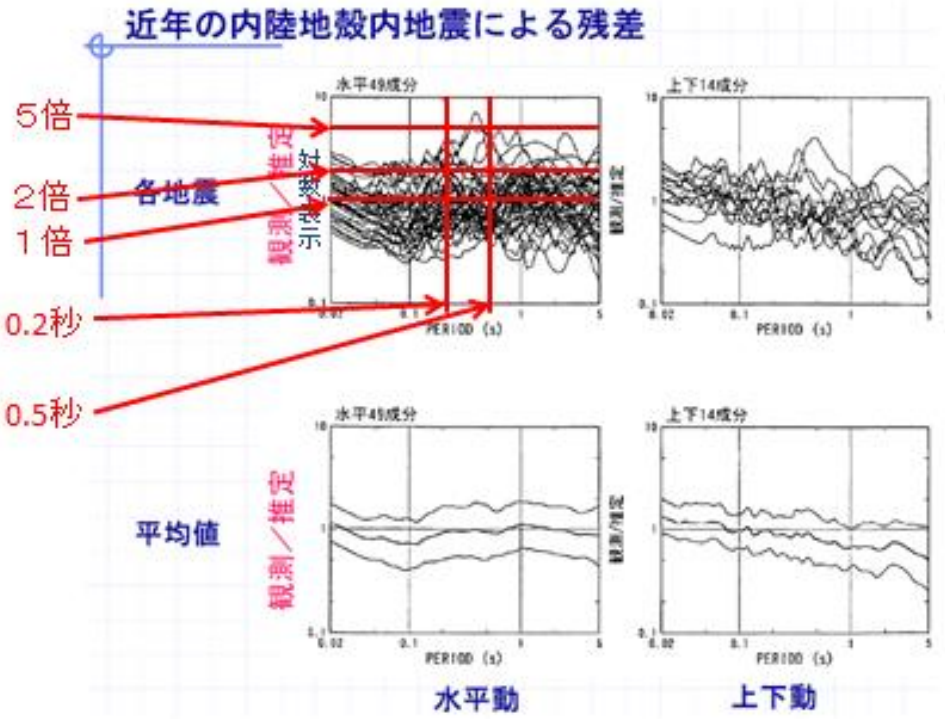
耐専スペクトル以外の応答スペクトルに基づく手法も、現在使われているものは、全て平均像を求める手法である。

(3)　応答スペクトルに基づく手法の誤差（平均像からのかい離の程度）

このように，応答スペクトルに基づく手法は，以前の大崎スペクトルを除き，基本的に平均像を求める手法である。これを原発の耐震設計に用いるのであれば，平均からどれだけかい離し，最大どこまでの値になるかを考える必要がある。それを問題にしないなら，本来危険な原発の耐震設計はできないはずだからである。平均像からのかい離は，応答スペクトルに基づく手法の誤差ということとなる。では平均像から，どれだけかい離した値となりうるのか。



（甲Ｄ１２「岩盤における設計用地震動評価手法（耐専スペクトル）について」）



この図は，「近年の内陸地殻内地震による残差」の図で，耐専スペクトルで推定

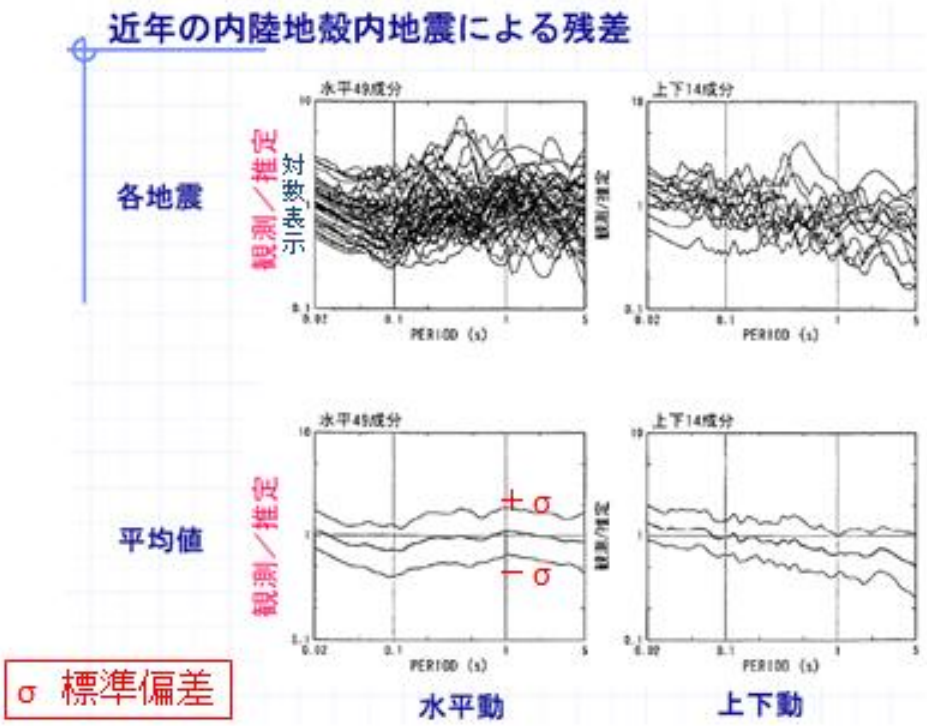
した値と近年の内陸地殻内地震での観測値の比を示すものである。したがって、この図は、耐専スペクトルを導いたもととなるデータの値を示す図ではない。あくまでも、近年の内陸地殻内地震の地震動で、耐専スペクトルを検証したものである。見て分かるとおり、決してデータは耐専スペクトルと一致してはいない。もし、近年の内陸地殻内地震のデータが、耐専スペクトルの値と一致するなら、全ての線は、中央の縦軸１のところの直線の上に並ぶ。しかし、現実には、多数のデータが、一致することなく、ばらけて存在する。要するに、現実の地震の地震動は､極めてバラツキが大きいということが分かるのである｡水平動で見れば、もっとも大きい（もっとも上にある）データ（線）ともっとも小さい（もっとも下にある）データ（線）の幅は、おおむね１０倍程度となっている。

縦軸は対数表示となっており，観測値と推定値の比を示している。上図では，その比の１倍，２倍，５倍の値がどこになるかを線で示している。横軸は，周期である。描かれている１本１本が現実に発生して観測した地震動の残差（耐専スペクトルでの推定値の何倍となるかの値）であり，原発に重要な短周期で，推定値の３～４倍の値となっていて，中には７～８倍程度に達するものも存在する。

これを原発の耐震設計に用いるのであれば,まずは観測された誤差の最大値(既往最大）はとらなければならない。図の多数の線の上限がその最大値であり，その値は，短周期で平均的値の４倍程度となっている。

しかしながら，原発の耐震設計では，これらの誤差については，全く考慮されていない。

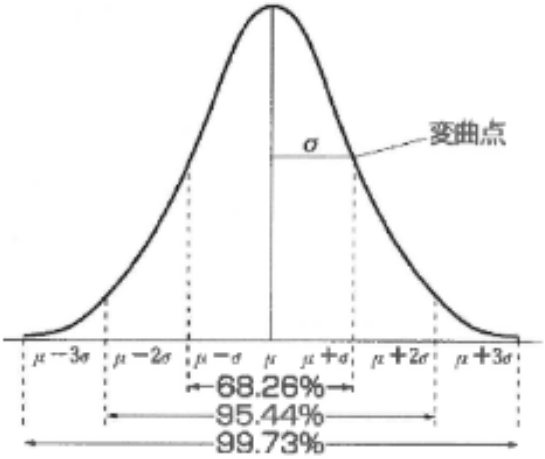
(4)　観測値のバラツキの程度



多数の値のバラツキの程度を見るのが，標準偏差（σ）である。上図の下側の図には，＋σと－σの線が示されている。

標準偏差とは，値のバラツキを見る指標となるものであり，平均値と各値との差（偏差）を二乗し，それを合算した和をデータの数で割り，それをルートした値である。

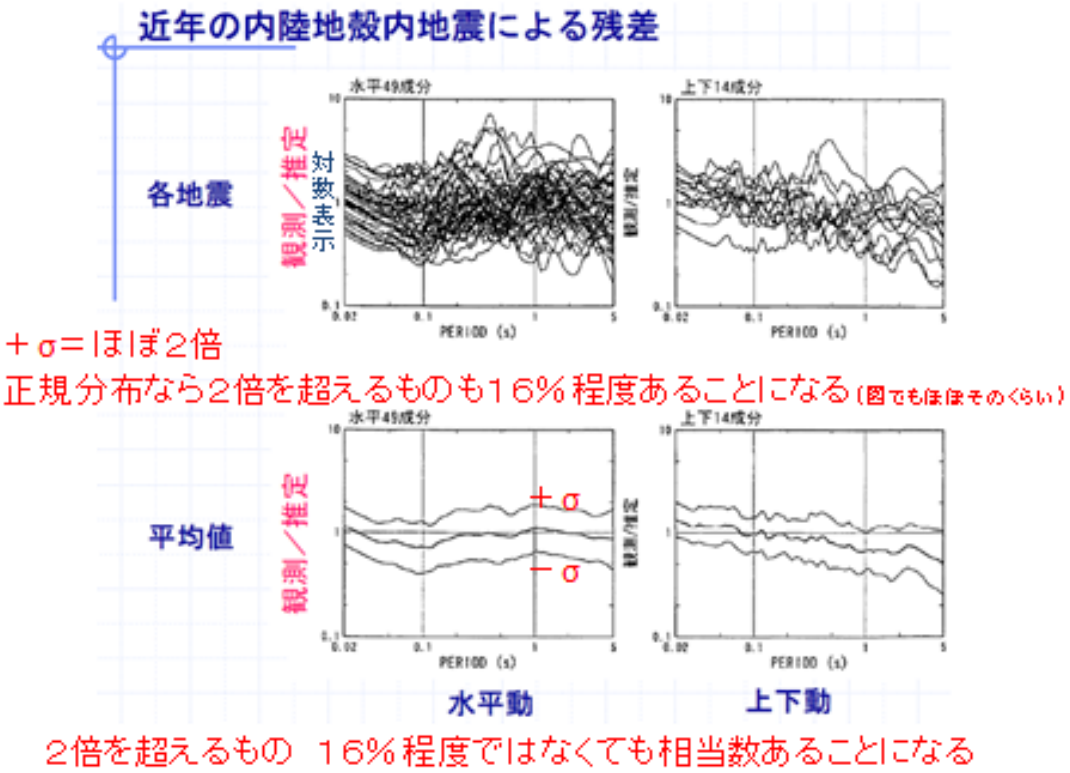
標準偏差(σ)とは、値のバラツキを見る指標
平均値と各値との差(偏差)を二乗し、それを合算した和をデータの数で割り、それをルートした値



正規分布の図
分布が正規分布かどうかは不明
しかしほぼ変わりない
→参考にできる

＋σを超えるもの　(100－68．26)/2≒16(%)
＋2σを超えるもの　2．3%　　＋3σを超えるもの　0．14%

上図は，正規分布という良く見られる分布の図である。数値のバラツキの仕方には，いろいろなものがあるが，「正規分布」はその代表格のものである。上記観測値と推定値の比のバラツキ(分布)が必ず正規分布であるとまでは言えないが，バラツキの様子は正規分布にそう違わない。ちなみに縦軸は「対数表示」となっていることには注意が必要である。地震動の観測値と推定値の比のバラツキは，対数表示で見ると正規分布に近いものとなるということである。正規分布であるとすれば，＋σを超えるものは約１６％，＋２σを超えるものも，２．３％あり，＋３σを超えるものもなおも０．１４％（７４０分の１）あることとなる。＋３σをとったとしても，７４０個の地震のうち１個は，３σも超えるのである。



上図を見れば，＋σの値は，ほぼ２倍に近いと見ることができる。＋σを超える観測値も相当あるので，そもそも＋σ程度の値を採用するのでは不足する。＋２σでも，なお正規分布なら，２σを超えるものも 2.3%あることとなるので，原発の耐震設計であることを考えれば，それでも不足すると考えるべきで，＋３σ程度もしくはそれ以上は考えるべきということとなる。＋２σはほぼ４倍に近い，観測値と推定値の比の最大値に近い値である。また＋３σで８倍に近い値と見ることができるが，せめてほぼ既往最大である４倍はとるべきであり，また安全性を考えればそれではなおも相当不足し，平均値の８倍もしくはそれ以上を考える必要がある。すると，少なくとも平均の１０倍はとるべきという結論となる。

(5)　耐専スペクトルにおける地域的特性

現在、いくつかの原発訴訟で、野田他（２００２）（耐専スペクトル）の地域的特性を問題とし、野田他（２００２）のスペクトルのバラツキがそのまま当該敷地での地震動のバラツキとはならないと主張されることがある。しかし、地震動のバラツキが生じる大きな要因は、震源特性のバラツキであり、震源特性はまさしく震源の問題であるので、対象となる断層それぞれの特性のバラツキがその要

因となる。たとえば断層面の凹凸や曲りは、各断層によって異なるし、断層を挟む両側の地盤の性質も、各断層によって異なる。震源特性を規定する要因は、複雑で、とりわけまだ活動した観測データがない断層の震源特性は、実際に起こってみなければ分からないものである。この震源特性は、敷地の特性ではなく、各断層の特性である。当該敷地周辺の特性として、たとえば九州地方のように、正断層が卓越する地域であれば、全体に地震動のレベルは小さくなるが、それでも震源特性には大きなバラツキが認められる。それを示したのが、川内原発敷地での次の観測記録である。

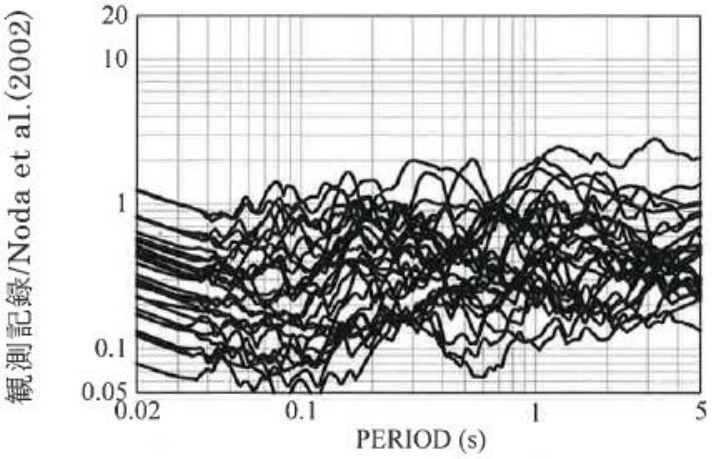


図４４　本件原子力発電所敷地地盤で得られた観測記録の応答スペクトルとNoda et al.(2002)の方法により求められた応答スペクトルの比

そこで、問題は、本件敷地での観測記録であり、その観測記録をもとに、上のような野田他（２００２）の応答スペクトルとの比を求めた図を求めることが重要となる。そこで、本件敷地で、野田他（２００２）のスペクトルのバラツキの程度を見れば、本件敷地での過去起きた地震の地震動のバラツキの中の最大限の値を見ることができる。いずれにしても、本件敷地は九州地方のような正断層が卓越する地域ではないから、バラツキの既往最大限の値は、野田他（２００２）の値を大きく上回ることが確実と考えられる。原発の安全性を考えるなら、少なくとも敷地での観測記録での最大の値を取るべきである。また、観測データが少ないことからすれば、それでも足らないから、それを大きく上回る値と採用することも求められる。後述する標準偏差での分析からすれば、この最大の値はたか

だか＋２σ程度でしかないと思われるから、少なくとも、その値の２倍の値はとることが必要である。

そこで、被告電源開発が敷地で収集している地震動観測記録を開示し、そこから上記図と同様の、観測記録の応答スペクトルと野田他（２００２）により求められた応答スペクトルとの比を示す図を、いまだ作成しないなら作成の上、開示されるよう求める。

３　小括

前述したように，新規制基準（「基準の解釈」）においても，「選定した検討用地震ごとに，不確かさを考慮して応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価を」するよう求められている。ここでは，応答スペクトルに基づく手法においても，不確かさを考慮しなければならないことが，規定の文言で明記されている。しかし，応答スペクトルに基づく手法は，各地の原発の耐震設計で採用されているが，この手法は，出発点の松田式による地震規模の推定でも，その後の地震動推定でも，平均像を求めるに過ぎない手法である。

そもそも，平均像からのかい離を「不確かさ」と呼ぶこと自体，誤りである。平均像を現実の地震が超えることは，決して不確かなことではない。起こる地震の半数が，平均像を確実に超える。したがって，単に平均像からのかい離でしかないものを「不確かさ」と呼ぶのは相当ではなく、特に，原発の耐震設計であることを考えれば，まず平均像を取って耐震設計をしようとすること自体，全くの誤りであって，当初より，平均像ではない，最大値はどれくらいかを考えるべきである。

もっとも，国も電力事業者も，平均像からのかい離自体を「不確かさ」とは呼ぼうとしているわけではない。想定が基本的には平均像でしかないことを十分に知りつつ，平均像からのかい離という観点を取ろうとせず，無視している。この平均像からのかい離を不確かさの考慮と呼ぶとしても，この手法について，どの原発でも，この平均像でしかないことからくる不確かさを考慮していない。もともと，平均像であることからすれば，原発では特に，その誤差（不確かさ）は本来必ず考慮しなければならない。新規制基準でも「不確かさの考慮」が明記され，これがバックフィットされることになったのであるから，各地の原発で耐震設計

の見直しがなされなければならない。しかしながら，この点の誤差は，国も電力会社も，無視を決め込んでしまっている。しかし，それが誤りであることは，否定しようのない事実である。

ただし，もし仮に応答スペクトルに基づく手法でも不確かさの考慮をするとしても，その不確かさの考慮は，しっかりとした根拠をもって行わなければならない。間違っても，「ある程度大きめにとっておけば，それで不確かさを考慮した」などとするようないい加減な方法によるわけにはいかない。あるいは多少大きめにとるなどという，お茶を濁すようなことでは足らない。明確に，少なくとも平均像からどれだけのかい離まで想定すべきか，観測記録上の過去最大のかい離はどれだけか，それをも超えるものをどこまで想定すべきか（すなわち何σまで想定すべきか）という観点から，最大の地震動想定を行わなければならない。この何σまで想定すべきかは，松田式の適用においても考えられなければならない。そのときの不確かさの考慮は，最高裁判所伊方判決が言うような「万が一にも災害防止上支障のないこと」を実現するように，万が一にも，想定した応答スペクトルをはみ出す地震がないような，すべての考えられる地震・地震動を包絡するようなものとしなければならないである。

以上のとおり，地震動想定手法のうち，「応答スペクトルに基づく手法」は，地震規模の推定における経験的関係式（松田式）でも莫大な誤差があることが明らかであり，その後の地震動想定の手法も，実現象の平均像を求めるに過ぎない手法であって，しかもその平均からのかい離は，莫大なものであることが明らかである。しかるに電力会社は，この平均からのかい離を一切顧慮せず，地震動を想定している。そのことのみで，すでに電力会社の想定する地震動が極めて過小であることは明らかである。

第３　断層モデルを用いた手法について

１　断層モデルを用いた手法とは

現在，認識されている地震発生メカニズムは，地下に震源断層面という地震が発生する面があり，そのある１点から破壊が始まり（破壊開始点），それが伝播して次々破壊が面に沿って進行していき，破壊のたびに地震動を発生させていく，

震源断層面の破壊は一様ではなく，アスペリティという固着した領域では，大きな歪みの解放があって，そこではより大きな地震動が発生する，というものである。

断層モデルを用いた手法とは，地震動評価の手法の１つであり，上記の地震発生メカニズムに基づき，震源断層面を小区画に分け，破壊開始点を定めて，そこから破壊が伝播していき，各小区画の破壊に伴う地震動を算定して，それらが敷地まで達する間にどのように減衰するかを算定し，これら小区画からの地震動をすべて重ね合わせて敷地の地震動を導く手法である。

敷地までの間の経路でどのように減衰するかの関係式をグリーン関数と言う。グリーン関数には，近くの実際に起きた小地震の距離減衰の様子をそのまますべての小区画にあてはめて地震動を算定する「経験的グリーン関数」と，近くに適当な小地震がないときに，理論的手法などによって導く「統計的グリーン関数」とがある。

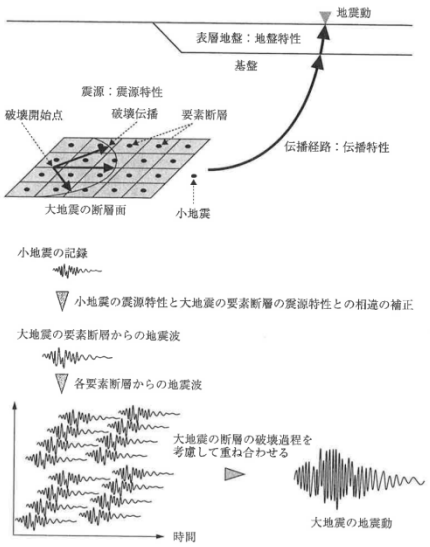


図 5-5　半経験的方法の模式図

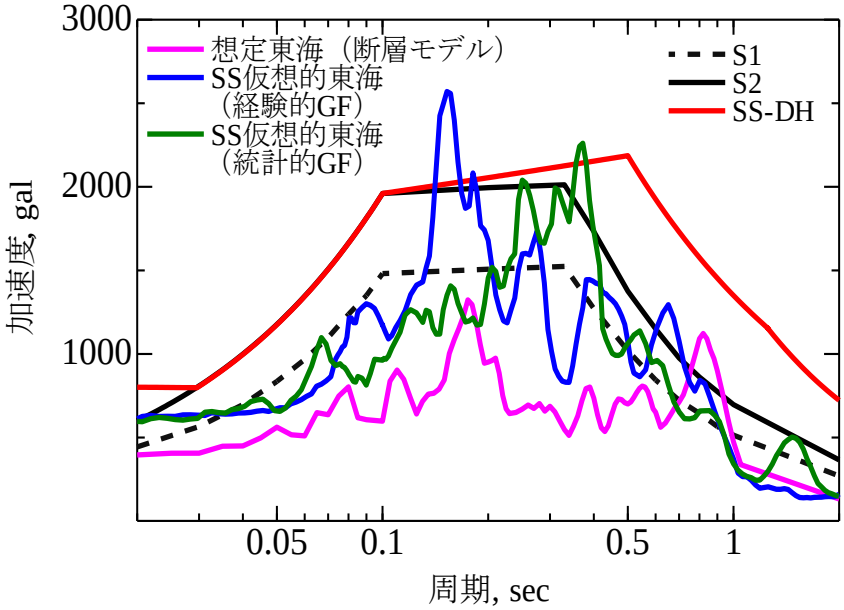
（甲Ｄ１５『地震の揺れを科学する』１５１頁）

２　グリーン関数の誤差（不確かさ）が考慮されていない

まず，震源断層面から敷地までの間の距離減衰の関係式であるグリーン関数の誤差（不確かさ）について具体的にみることとする。

すでに述べたように，グリーン関数には，経験的グリーン関数と統計的グリーン関数とがある（そのほかに，短周期成分には統計的グリーン関数，長周期成分には他の理論的手法を組み合わせたハイブリッド合成法がある）。経験的グリーン関数法は，近傍の実際に発生した地震（要素地震）の距離減衰式をそのままグリーン関数として用いる手法であるが，適切な近傍の地震がない場合には使えない。その場合には，統計的グリーン関数を用いるほかにない。

この両者を浜岡原発で用いられたもので比較すると，次のとおりである。



（青線が経験的グリーン関数　緑線が統計的グリーン関数）

この経験的グリーン関数では，要素地震として敷地になるべく近い小地震を選ぶのであるが，適切な地震はなかなかなく，多少離れた場所での小地震を選ぶのが通例である。そうすると，どうしても，現実の減衰とは食い違ってしまう。ここで誤差の生ずるのは，性質上まぬかれず，なおかつその誤差の評定は困難である。

そこで，統計的グリーン関数も用いるのであるが，その統計的グリーン関数も，経験的グリーン関数と大きく違うことから明らかなように，統計的グリーン関数自体にも，大きな誤差（不確かさ）があることとなる。

では，グリーン関数にはどれほどの誤差があるのか。上図で，同じ仮想的東海

地震の応答スペクトルであるのに，経験的グリーン関数による結果と統計的グリーン関数による結果とが大きく食い違っていることが明らかである。両者のかい離は，最大２倍程度となっている。したがって，少なくとも，この程度の誤差は，グリーン関数に存在するものと見なければならない。

また，統計的グリーン関数自体の誤差がどれだけあるかも，別途検討されなければならない。特に，上図によれば，統計的グリーン関数の方が，経験的グリーン関数より短周期において過小となっていることが問題とされなければならない。原発にとって危険な地震動である短周期地震動が過小に評価されるなら，統計的グリーン関数によって導いた地震動では，原発の安全性が担保されなくなるおそれが生じてしまう。

「グリーン関数」には，極めて大きな誤差（不確かさ）がある。しかし，「不確かさの考慮」として，どこの原発でも，グリーン関数の不確かさは考慮されていない。この点だけをとっても，電力会社が行っている地震動評価は，明らかな新規制基準違反があるということになる。もっとも，現在進行中の適合性審査の過程でも，グリーン関数の「不確かさ」は一切取り上げられていない。規制委員会自身が，触れるべきグリーン関数の誤差について，一切触れようとしないのであるが，ここには明らかな審査の欠落が存在し，導かれた地震動は，なすべき不確かさ（誤差）の考慮をされていない過小なものとなっている。

現在進行中のどの原発裁判においても、原発事業者は、グリーン関数に誤差があること自体を決して認めようとしない。しかし、科学的推定手法であるグリーン関数に誤差があることは、誰も否定しようのない真実である。まずもって、被告は、グリーン関数に誤差があることを否定するのか認めるのかを明らかにし、誤差の存在を否定できないなら、それがどの程度あるのかも明らかにすることが必要である。もし、グリーン関数に誤差がないと主張するなら、過去のデータによって実証することも必要である。統計的グリーン関数にも、経験的グリーン関数にも誤差が存在しないなら、真実は一つであって真のグリーン関数は一つしかないはずなのに、なぜ双方が食い違うことがあるかも説明が必要である。いかに不利な議論であっても、議論から逃げることは許されない。

３　強震動予測レシピについて

(1)　強震動予測レシピ

断層モデルによる強震動予測に関しては，想定する震源断層を設定し，その規模や破壊シナリオを構築する必要がある。しかしながら，その方法に関しては設定者に依存しばらつきの大きなものとなりがちであった。そこで，モデル化に際しての任意性を少しでも小さくするために，入倉孝次郎京都大学名誉教授らによって提案されたものが,「強震動予測レシピ」と呼ばれる非一様断層破壊シナリオの設定マニュアルである。

甲Ｄ１６「入倉２００４」

http://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/nenpo/no47/47a0/a47a0t02-2.pdf#search='%E5%BC%B7%E9%9C%87%E5%8B%95%E4%BA%88%E6%B8%AC%E3%83%AC%E3%82%B7%E3%83%94'

なお，電力会社によっては，地震調査委員会による「震源を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）（甲Ｄ１７）」

http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09_yosokuchizu/g_furoku3.pdf

が用いていられている場合もあるが，基本的な考え方においては，異なる点はない。

この入倉レシピは，次の９つの段階（step）からなっている。

ＳＴＥＰ１　断層破壊面積

Step 1: 断層破壊面積 (S = LW)

断層長さ L を決め、地震発生層厚と断層傾斜を考慮した最大幅（W_{max}）との関係で断層幅（W）を設定する。

$$W\,(km) = L \quad (km) \quad : L < W_{max}$$

$$W\,(km) = W_{max}\,(km) \quad : L >= W_{max}$$

Step1 は断層破壊面積を導くものである。

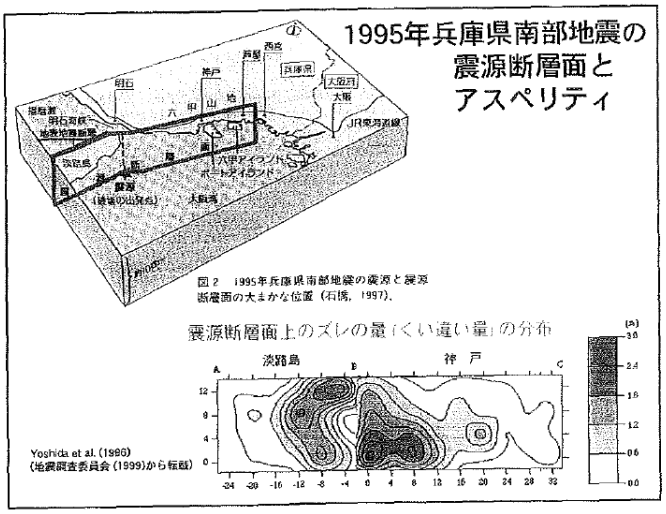
レシピでは，震源断層面を正方形もしくは長方形として想定するので，面積は長さ×幅となる。断層モデルを用いた手法の出発点は，この断層の長さと幅を決めることである。このモデルは，極めて簡略なモデルであり，モデル自体に大き

な誤差が含まれている。どの原発でも，（短い断層以外では）断層の下に四角い震源断層面を想定し，断層からはみ出して前後に続く断層面は，想定しない。しかし，兵庫県南部地震で見られたように，現実の断層面は地表の断層、その真下のみに想定した長方形の断層を大きくはみ出している。そもそも、断層運動は、ある１点の破壊開始点から四方に破壊が伝播して進行する。その断層運動による破壊が、断層の端からまっすぐ下ろした線に至ると、そこで直線状にぴたっと停止し、その線を超えては破壊は伝播しないという想定は、あまりに機械的、不自然なものである。現実の自然現象としても断層運動が、そのようなことになるはずもない。どうして断層の端の位置に断層運動のバリアがあって、それ以上に破壊の伝播は進行しないのか。その理由を被告は明らかにすることが必要である。しかし、少なくとも，破壊の伝播が地表断層の端の位置を超える可能性を考えることが原発の耐震設計では求められている。それを無視して策定した断層モデルは，極めて過小なモデルと言うほかない。

この「地表断層を超えて地下で前後に伸びる断層面がある可能性は否定できない」との住民側の主張に対して、現在のところ、どの訴訟においても電力会社からは何の反論もなされていない。唯一、「十分な調査をしたから、地表断層を超えては断層は存在しない」というだけである。しかし、実際、兵庫県南部地震では、地表断層を大きくはみ出して断層面が伸びていたので、これでは反論となっていないのである。また、地下で伸びる断層面は、地表に断層を発生させない「震源を特定せず策定する地震動」ととらえることもできるから、この「震源を特定せず策定する地震動」を発生させる地震との連動ととらえることもできる。したがって、地表の断層を大きく超えて地下で断層面が続く可能性は、到底否定のしようのない真実なのである。

一方，短い断層では，ようやく最近になって，地表の断層の前後に断層面が伸びる可能性を認めるに至っている。したがって，同様，長い断層であっても，前後に断層面が伸びることは考えなければならない。

そこで、平成７年（１９９５年）兵庫県南部地震を見れば，同地震では、地表の断層の長さを大きく超えて，地下の断層は伸びていた（下図）。地表の断層は地下長く続く断層面の氷山の一角にすぎず，断層面の長さがどこまで伸びるかについては大きな不確かさを考慮する必要があるのである。



（甲Ｄ１８　石橋克彦陳述書）

上が震源断層面のモデル，下が現実の震源断層面とアスペリティ（濃い領域がアスペリティ）

この点について、電力会社は、活断層調査を十分に行った結果からとして、地下で断層が延びてはいないと主張することが多い。しかし、地表で振動起こしてその反射波をとらえて、地下の地層の構造を知る反射法地震探査などの探査技術は、後述するように地下深部までには及ばないし、上記兵庫県南部地震の震源断層面の状況からして、地下を断層面が走行する場合には、そこまでは分からない。このような手法によって地下の状況が分かるのは、地下深くに広がる震源断層面の地表近くのみでしかない。そこで、さらに重力異常なども合わせて、地下の断層の存在を探知しようとするものの、震源断層面を地表（海面）から全部を探査して知ることは、現実には不可能なのである。したがって、いかに活断層調査をしても、現在の技術では、地下に広がる活断層の全体を知ることはできないのである。

また内陸地殻内地震の震源断層面の幅は，地震発生層の厚さから推定する。震源断層面の長さが地震発生層の厚さと断層傾斜を考慮した最大幅（傾斜があると地震発生層の厚さより長くなる）より短い場合は，長さと幅とは一致していると考える，すなわち震源断層面は正方形と見る，そして長さが最大幅を超えている場合は，最大幅を幅として使用し，長さだけが大きくなる，すなわち震源断層面は長方形と見るというのが，上記の関係式である。

しかし，地震発生層の厚さ（下限深さと上限深さから厚さが導かれる）は，微小地震の発生領域などから推定するが，そもそも微小地震のデータがわずか２０

年ほどのデータでしかないことから，この地震発生層の厚さの推定にも大きな不確かさが存在する。

また、断層運動は、１回限りのものではない。何１００回、あるいは何１０００回と繰り返し起こる運動であり、１回の変位が仮に２ｍとしても、１００回の断層運動の累積変位は２００ｍに達する。それだけの累積変位は、断層下端でどのように吸収されるのか。断層下端で蓄積されたそれまでの累積変位による歪は、時折起こる、普段の断層運動の下端を超えて、さらに下層に及んで解消されると見るのが自然であり、少なくともその可能性は否定できない。すなわち、断層運動下端の想定も、時折起こる大きな断層運動を考えるなら、やはり過小と言わざるを得ないのである。

一旦，震源断層面の長さと幅が決まれば，面積は長さ×幅で決まるが，実際の震源断層面は，上図の兵庫県南部地震でみられるように４角形ではなく，アスペリティも不定形なものである。この断層モデル自体，極めて簡略化したモデルでしかなく，そこにもすでに大きな誤差の要因があることになる。

ＳＴＥＰ２　地震モーメント

Step 2: 地震モーメント (M_0)

断層破壊面積と地震モーメントの関係式から設定する（図 2.1 参照）。

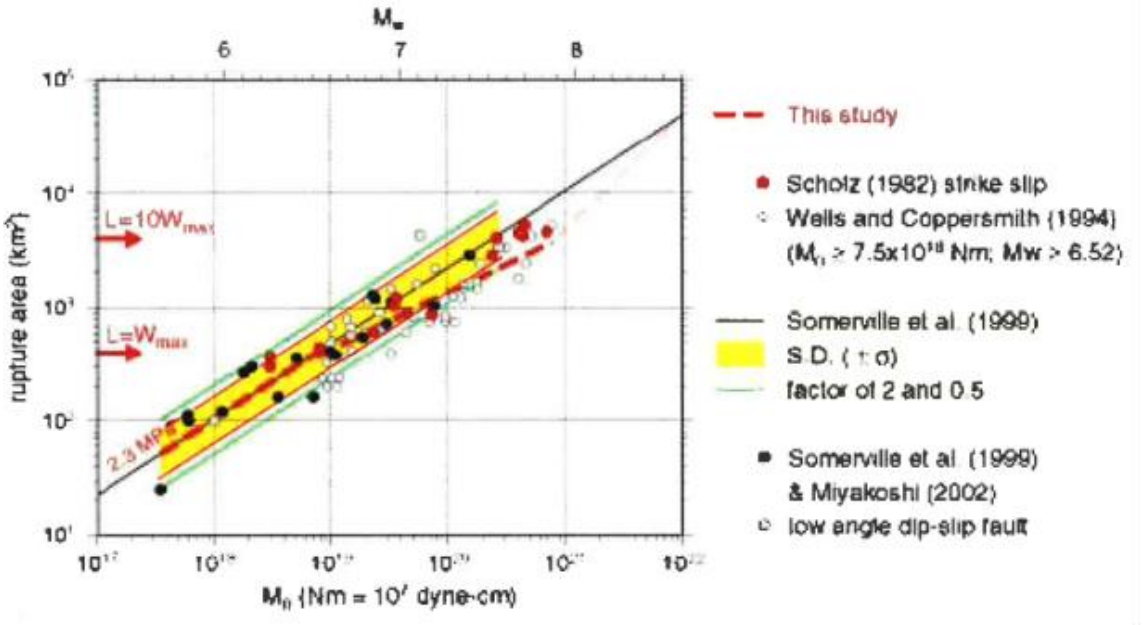


図 2.1　入倉・三宅の（2001）のスケーリング

なお赤線は、原告ら代理人が加筆した横軸での２倍、１／２の線である。

Step2 は，断層破壊面積（震源断層面の面積）から地震モーメントを導くものであり，上図の関係式によって導かれる。ちなみに上図はいずれも内陸地殻内地震のものである。

上図は,縦軸,横軸ともに対数表示となっていて,大きな１目盛が 10 倍である。

図でもわかるとおり，断層破壊面積が大きくなれば，それに応じて地震モーメントも大きくなる。それをスケーリング則と言う。しかし，その関係も，全ての値が１つの線の上に乗るものではなく，図のように，相当なばらつきのある関係となっている。

このうち，入倉－三宅の式は，図の赤点線で示されたものであって，L（長さ）＝W（幅）の点で折れ曲がっている。折れ曲がらない黒線がサマービル他（1999）の関係式である。

これらの関係式は，実際に起きた地震の平均を取っている。

黄色の範囲が，中央の線（平均の線）からの＋σ，－σ の範囲である。

※σ＝標準偏差

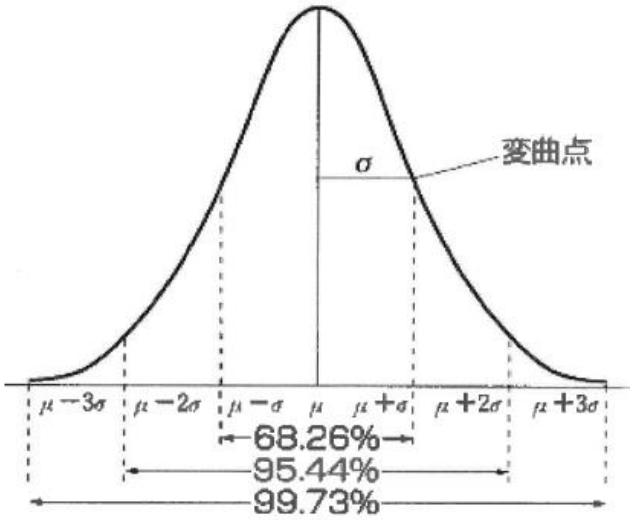
その端に加筆した赤線は，横軸のＭｏの平均像の 1/2 と２倍の線である。この赤線は，同じ断層面積で，Ｍｏが 1/2 の値と２倍の値がどこかを示している。ちなみに，その外側の緑線は，入倉らが引いた同じＭｏでの縦軸の断層面積の平均像の 1/2 と２倍の値を示している。

下の目盛りで大きい目盛りから次の右側の小さい目盛りまでの長さは目盛り上「２倍」の長さであり，この「２倍」の長さは，図のどこでも同じ２倍である。したがって，上図のように，平均像の中央の線の２倍の値は，平均像の線に平行に引かれることとなる。同様に，１/２の値の線も，同じ長さで左側に平行に引かれる。

この図の示すところからして，+σ の値は，ほぼ平均像（中央の直線の値）の２倍の値となっている。さらにもっとも平均から離れた値を見れば，ほぼ平均像

の４倍となっていて，１σ ごとに２倍となっているから，この値は+２σ の値である。ちなみに±σ の範囲には，データの 68.26%，±２σ の範囲にはデータの 95.44%が入る（下図正規分布の図)。2.28%（4.56/2）の地震は，この２σ をも超えることになる。

再度，正規分布の図をみれば，＋σ と－σ の範囲に 68.26%の値が入り，＋2σ と－2σ の範囲に 95.44%の値が入る。



したがって，平均像の４倍をとったとしても，おおよそ４４（=１/0.0228）個に１つの地震は，この値を超えてしまい，+３σ の値は，平均像の２×２×２=８倍の値であるが，それでも 0.135%の地震は，その８倍の値を超える地震動をもたらすことは述べたとおりである。すなわち，同様の計算をすれば，740 個に１つの地震の地震動は，平均像の８倍をも超える。このように少ないデータで，どこまで言えるかは問題があるが，少なくとも，その程度のことは起こりうると考えなければならない。そして，740 個に１個程度の可能性なら，起こったときにはあきらめるということでいいのかというのが，このスケーリング則の問題の帰結の一つである。しかし，起こったときの被害は，福島第一原発事故の程度にとどまる保証はない。このあまりに甚大すぎる被害を考えれば，仮に 740 分の１であれ，危険を冒してはならないというのが，常識的判断であるはずである。

仮に，そこまでの値を取らなかったとしても，少なくとも，上図のもっとも平

均から値の大きい側（右側）にはずれた値程度は想定すべきであると考えるのが相当である。少なくとも，それだけはずれた値の地震が現実に発生している以上，少なくともその程度のＭｏとなる地震は発生しうるものと考える必要がある。この値は，平均値の約４倍となっている。

ところで，上の最初の図で，黄色の範囲は，幅が同じである。その意味するところは，データのばらつきは，値の大小にかかわらず，同じということであり，面積Ｓのいかんにかかわらず，あるいは地震モーメントＭｏの大きさいかんにかかわらず，せめて４倍程度の不確かさは考慮されなければならないということを意味している。

上の「４倍の値を取れ」というのは「過去最大」の値で想定するということを意味している。しかし，さらに，「過去最大」の平均値からのずれで足りるか，もっと大きな値を取らなければならないのではないかというのが，せめて３σまでは取るべきだ，あるいは３σよりも大きな値も取るべきだという問題である。「過去最大」と言っても，われわれの知識経験は，何１０年程度のものでしかなく，地質現象の長い長いスパンからしたら，本当にわずかな短い期間の，けし粒ほどの価値しかないものでしかない。だから，その中の「過去最大」など，常に更新し続けていく。スマトラ沖地震も，東北地方太平洋沖地震もそうであった。古くはチリ津波もそうであった。したがって，「過去最大」を上回る現象が起こることは，覚悟する必要がある。このことからすれば，この４倍では足らないと考えるべきであり，４倍という値は最低限のものと考えなければならない。

以上からして，この点での誤差（不確かさ）としては，強震動レシピで決めた平均的Ｍｏの値の４倍程度は取るべきだというのは，原発の耐震設計での最低限の要求であり，極めて危険な原発の安全性を考えれば，平均的値の 10 倍はとる必要があるということになる。

耐震設計や耐津波設計では，しばしばこのスケーリング則が用いられる。それは，地震現象や津波現象が，良くは分からないため，多数の事象を集めて，その平均像を求めるしかないというところに，根本の原因がある。すなわち，スケーリング則には必然的に大きな誤差を伴わざるをえない。そして，このスケーリング則を用いた耐震設計，耐津波設計は，また当然の帰結として，大きな誤差を　b

ｎ伴わざるを得ないのである。

しかし，耐震設計は，この平均的な値で行ってはいけない。それでは 50%の地震で，平均値を超えてしまうので，とりわけ危険極まりない施設である原発で，平均値で耐震設計を行うなど到底許されないことである。

ＳＴＥＰ３　平均応力降下量

Step 3: 平均応力降下量（$\Delta\bar{\sigma}_c$）

クラック理論［Eshelby (1957)］[2.5] に基づき設定する。

$$\Delta\bar{\sigma}_c = \frac{7\pi^{1.5}}{16}\cdot\frac{M_0}{S^{1.5}}$$

Step3 は，平均応力降下量を導くものであり，これを導く式が上の式である。平均応力降下量とは，震源断層面全体の応力降下量を面積で割ったものであり，S(面積)が一定であれば，Ｍｏと平均応力降下量とは比例関係にあることとなる。

上の式を分かりやすくすれば、面積Ｓが一定なら上の式は、

⊿σ＝（定数）×Ｍｏ

となる。

したがって，Ｍｏが４倍になれば，平均応力降下量も必然的に４倍になる。

ＳＴＥＰ４　アスペリティの総面積

Step 4: アスペリティの総面積（S_a）

断層破壊面積とアスペリティの総面積の経験則［Somerville et al. (1999)、入倉・三宅 (2001)］から設定する。

$$\frac{S_a}{S} = 0.22$$

Step4 は，アスペリティの総面積を導くものであるが，これは経験的に震源断層面の 22%がアスペリティの総面積であるというものであって，震源断層面の平均像を示すものである。この関係を見れば，次のとおりである。

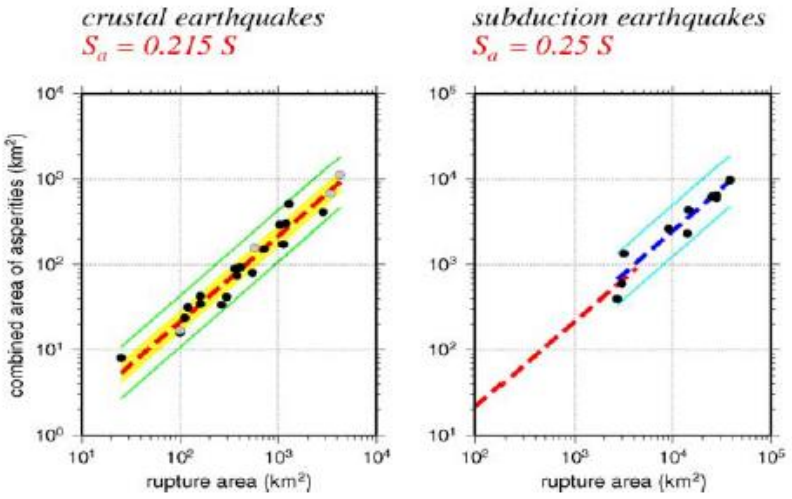


図 3. アスペリティ総面積と破壊域（断層面積）の経験的関係（入倉, 2004）。左図：内陸活断層地震。右図：海溝型地震。影部は標準偏差±σを示す。細実線は平均に対する 2 倍と 1/2 倍を示す。

甲Ｄ１９「入倉 2008」

http://www.kojiro-irikura.jp/pdf/kyoushindouyosoku_recipe.pdf#search='%E5%85%A5%E5%80%892008'

上図は, 内陸地殻内地震では, アスペリティの面積は, 断層の総面積の 21.5%, 海溝型地震では 25.5%というのが平均像であることを示している。まず，この図でも，縦軸も横軸も対数表示であり，大きな 1 目盛りが 10 倍を示すことに注意する必要がある。そして，図を見れば，実はデータはやはり極めて大きなばらつきを示していることがわかる。

この図の縦軸はアスペリティの総面積，横軸は断層の総面積で，いずれも対数表示であり，大きな 1 めもりが 10 倍を示している。

この図で，平均（中央の直線）から下に最大はずれた値を見れば，同じ断層面積でも，アスペリティの面積が，平均の２分の１近い大きさとなる地震があることがわかる。アスペリティの面積比が小さければ，その分，アスペリティの応力降下量が大きくなるというのが，次の Step5 であるが，そうだとすると最低限，面積比を平均の 2 分の 1 として取るのが，危険な原発の耐震設計上での安全側に立った考え方ということになる。しかも，これも「過去最大」（面積比ということでは「過去最小」）ということでしかなく，すでに述べた原発の耐震設計上の原則からすれば，それだけでも足らない。したがって，原発の安全性を十分に確保す

るためには，さらに面積比を小さくとることも必要である。

ちなみに，内閣府に設けられた南海トラフの巨大地震モデル検討会は，南海トラフ沿いの地域の地震動や津波高の想定を実施したが，そのとき用いた強震断層モデルを見ると，東海域で面積比を 12.44%（下記パラメータ一覧記載の東海域の強震動生成域面積 3661÷セグメント面積 29419）としている。（甲Ｄ２０「南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について（第１次報告）巻末資料２２頁）。

http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/pdf/kanmatsu_shiryou.pdf

表2.1 強震断層モデルのパラメーター覧

全体	面積(km²)	110,150			
	応力パラメータ（MPa)	2.3			
	平均すべり量(m)	7.6			
	地震モーメント(Nm)	3.4E+22			
	Mw	9.0			
各セグメント	セグメント名	日向灘域	南海域	東海域	駿河湾域
	面積(km²)	19,053	53,790	29,419	7,888
	平均応力降下量(MPa)	4	4	4	4
	平均すべり量(m)	5.5	9.3	6.9	3.6
	地震モーメント(Nm)	4.3E+21	2.0E+22	8.3E+21	1.2E+21
	Mw	8.4	8.8	8.5	8.0
強震動生成域SMGA	面積(km²)	2,047	6,109	3,661	853
	面積比	11%	11%	12%	11%
	平均すべり量(m)	11.1	18.6	13.7	7.1
	地震モーメント(Nm)	9.3E+20	4.7E+21	2.1E+21	2.5E+20
	Mw	7.9	8.4	8.1	7.5
強震動生成域SMGA①	面積(km²)	1,018	1,953	910	438
	応力パラメータ（MPa)	34.5	46.4	45.4	34.4
	平均すべり量(m)	11.0	20.5	13.7	7.2
	地震モーメント(Nm)	4.6E+20	1.6E+21	5.1E+20	1.3E+20
	Mw	7.7	8.1	7.7	7.3
強震動生成域SMGA②	面積(km²)	1,029	1,615	914	415
	応力パラメータ(MPa)	34.5	46.4	45.4	34.4
	平均すべり量(m)	11.1	18.7	13.7	7.0
	地震モーメント(Nm)	4.7E+20	1.2E+21	5.1E+20	1.2E+20
	Mw	7.7	8.0	7.7	7.3
強震動生成域SMGA③	面積(km²)		1,612	913	
	応力パラメータ（MPa)		46.4	45.4	
	平均すべり量(m)		18.7	13.7	
	地震モーメント(Nm)		1.2E+21	5.1E+20	
	Mw		8.0	7.7	
強震動生成域SMGA④	面積(km²)		929	924	
	応力パラメータ（MPa)		46.4	45.4	
	平均すべり量(m)		14.2	13.8	
	地震モーメント(Nm)		5.4E+20	5.2E+20	
	Mw		7.8	7.7	
背景領域	面積(km²)	17,006	47,681	25,758	7,035
	応力パラメータ（MPa)	3.7	3.7	3.7	3.7
	平均すべり量(m)	4.9	8.1	5.9	3.1
	地震モーメント(Nm)	3.4E+21	1.6E+22	6.2E+21	9.0E+20
	Mw	8.3	8.7	8.5	7.9
そのほか	破壊伝播速度(km/s)	2.7	2.7	2.7	2.7
	fmax(Hz)	6Hz	6Hz	6Hz	6Hz
	剛性率(Nm²)	4.1E+10	4.1E+10	4.1E+10	4.1E+10

この検討会の値 12.4%は，まさしくアスペリティと総面積の面積比の関係の中の最小値である。検討会は，東北地方太平洋沖地震の知見から，このような値を導いたのであるが，検討会は，入倉レシピを適用する場合に，この面積比については，結果的にではあるものの，既往過去最小の値（前記断層面積とアスペリティ面積の関係図の右図の中の下側の青線の値）を取るべきという立場を取ったということになる。

ＳＴＥＰ５　アスペリティの応力降下量

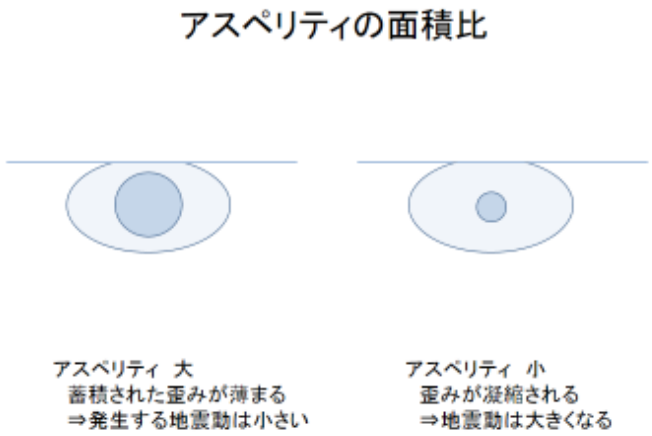
Step 5: アスペリティの応力降下量（Δσ$_a$）

アスペリティ理論から、平均応力降下量に *Step4* で設定した比の逆数を掛けて求める［入倉・三宅 (2001)］。

$$\Delta\sigma_a = \Delta\overline{\sigma}_c \cdot \frac{S}{S_a}$$

Step5 は，アスペリティの応力降下量を導くものであるが，これは，アスペリティ以外の震源断層面の領域（背景領域という）では，応力が蓄積されていない（いつも滑っていて応力がたまっていない）という考えによるもので，応力はすべてアスペリティで蓄積されている，したがって，アスペリティの面積比の逆数を平均応力降下量に（アスペリティが総面積の４分の１なら４倍というように）かければアスペリティの応力降下量となるとするものである。

アスペリティで全ての歪が集中する，すなわち，アスペリティでだけで断層が動かないように支えているということになれば，その面積が小さければ，そこに歪は集中して凝縮され，歪解消となったときに，より大きな地震動を発生させる。そこで，アスペリティの面積比が２分の１になれば，アスペリティの平均応力降下量は２倍となるのである。



一方，地震モーメントＭｏが，仮に４倍になれば，やはりアスペリティの応力

降下量も必然的に 4 倍となることになる。

これも簡略化されたモデルで平均像しかない。そもそもアスペリティとされる領域では，どこでも一様の応力降下量となるというわけではない。また本来は，異なるアスペリティで異なる応力降下量となることも考えなければならない。

また上記のようにＭｏが同じでも，アスペリティの面積が断層面の総面積より小さければ小さいだけアスペリティの応力降下量は大きくなる（step4 の不確かさ）.

たとえば，この面積比が 22%ではなく，その半分の 11%であれば，アスペリティの応力降下量は 2 倍となってしまう。面積が同じでも，Ｍｏが 4 倍になり，さらにアスペリティの面積比が 11%であれば，アスペリティの応力降下量は，レシピの 8 倍となってしまうのである。

これに対して、Ｍｏの大きさとアスペリティの面積比が独立した変数ではないとの主張もありうるかもしれない。Ｍｏが大きくなれば、アスペリティの面積比もそれほど小さくはならないという関係性があるかもしれないとの指摘である。しかし、その関係性について明確確実な実証ができていないなら（我々のわずかな知見ではその実証は不可能である)、双方の最大限をとることこそが、原発の安全性という観点では必要である。

ＳＴＥＰ６　アスペリティの個数と配置

Step 6: アスペリティの個数 (N) と配置

アスペリティの個数は対象断層帯のセグメンテーションに依存する。アスペリティの位置は地表変形量から推定して設定する。再来期間の短い地震であれば過去の地震時のアスペリティ位置が参照できる。近年では GPS 観測網が捉えたバックスリップ量が援用できる。

Step6 は，アスペリティの個数と配置を決めるものである。過去の地震時のアスペリティ位置がわかる場合以外は，地表での変形量などから推測するが，ここにも大きな不確かさがあり，正しいアスペリティの個数や位置は，実際に地震が起こらなければわからない。

ＳＴＥＰ７　アスペリティの平均すべり量比

Step 7: アスペリティの平均すべり量比 (D_a)

動力学破壊シミュレーション（その手法は 6 章で紹介する）の結果を基に、*STEP6* で設定したアスペリティ個数（N）に応じて、断層面全体の平均すべり量（D）に対するアスペリティ部の平均すべり量（D_a）の比を設定する。

$N = 1$ の場合は $D_a/D = 2.3$

$N = 2$ の場合は $D_a/D = 2.0$

$N = 3$ の場合は $D_a/D = 1.8$

Step7 のアスペリティの平均すべり量比を決めるものであるが，アスペリティの平均すべり量の比は，アスペリティの個数に応じて，上記の式で導かれる。しかし，これも平均像でしかない。

ＳＴＥＰ８　アスペリティの実効応力と背景領域の実効応力

Step 8: アスペリティの実効応力(σ_a) と背景領域の実効応力 (σ_b)

アスペリティ部の実効応力(σ_a) は応力降下量（$\Delta\sigma_a$）で近似できる。背景領域の実効応力(σ_b)は、動力学破壊シミュレーションの結果より、アスペリティ部の 1/5 程度に設定できる。

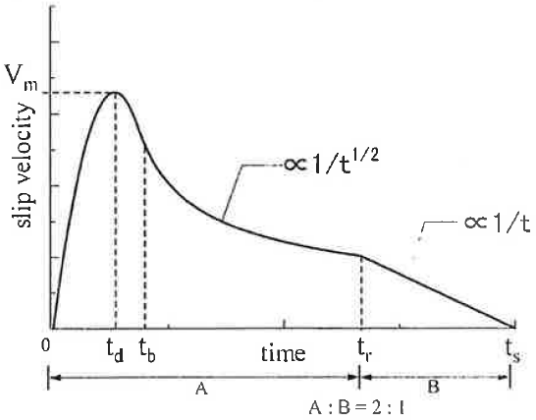
Step8 は，アスペリティの実効応力を導くものである。

地震発生時には，急速に破壊が伝播し，ある領域の破壊とともに，隣接領域に瞬時に歪を与えていく。そこで，本来歪が蓄積していなかった背景領域にも歪が発生して，その歪が解放されることによって，背景領域でも地震動が発生する。そのときの歪の解放量（応力降下量）が実効応力であり，アスペリティ部の実効応力は，蓄積された応力の解放量（応力降下量）で近似することとし，背景領域の実効応力は，アスペリティ部の応力降下量の 1/5 とするというものである。

ＳＴＥＰ９　すべり速度時間関数の設定

Step 9: すべり速度時間関数の設定

Kostrov 型のすべり速度時間関数を想定する［中村・宮武 (2000)］[2,7]。その際、最大すべり速度は実効応力から、継続時間はアスペリティの大きさと破壊伝播速度から設定する。ここでも、動力学破壊シミュレーションの結果が参照されている（図 2.2）。



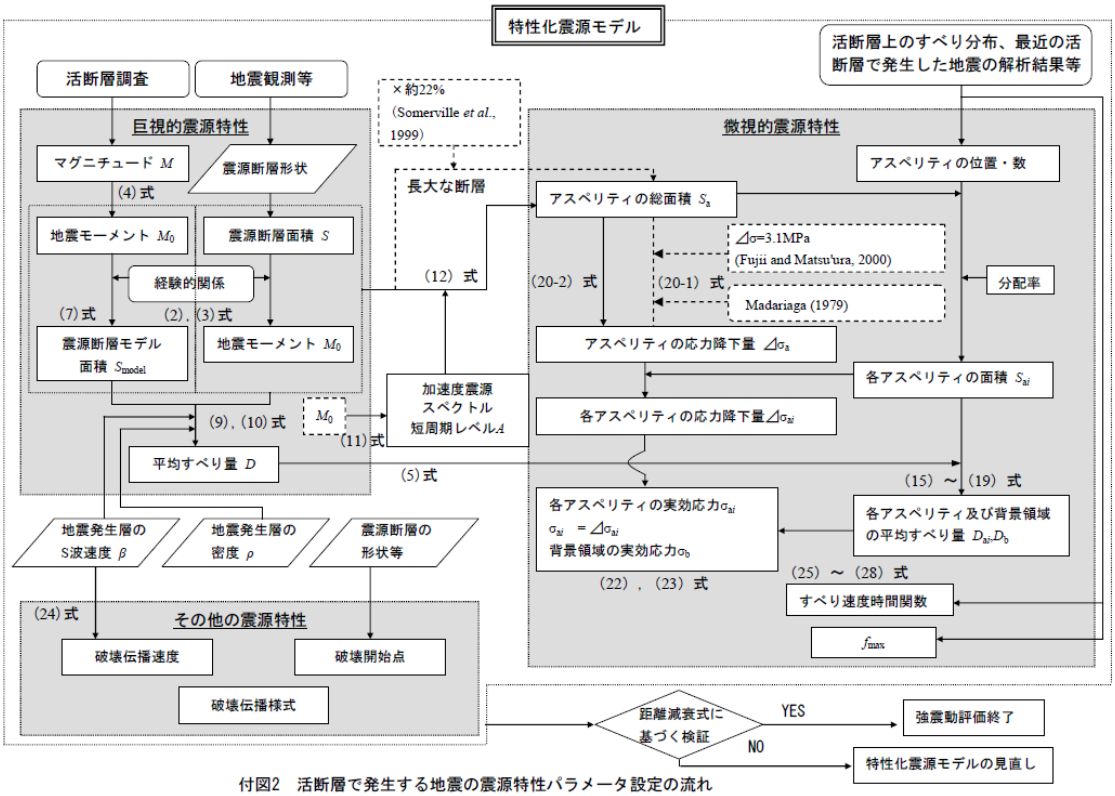
Step9 は，すべり速度が時間によってどう変化するかの関数を設定するものである。

以上の 9 つの Step は，「レシピ」であり，レシピによって導かれた値は，平均的な値でしかない。しかし，自然現象としての地震現象はばらつきがあって，現実の値は，「レシピ」で定めた値の前後にばらついて存在する。要するに，この「レシピ」は平均的な値，平均像を求めるものでしかない。

(2)　地震調査委員会の強震動予測レシピ

地震調査委員会は，特定化震源モデルとして，「震源を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）を提案している（甲Ｄ１７）。

http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09_yosokuchizu/g_furoku3.pdf

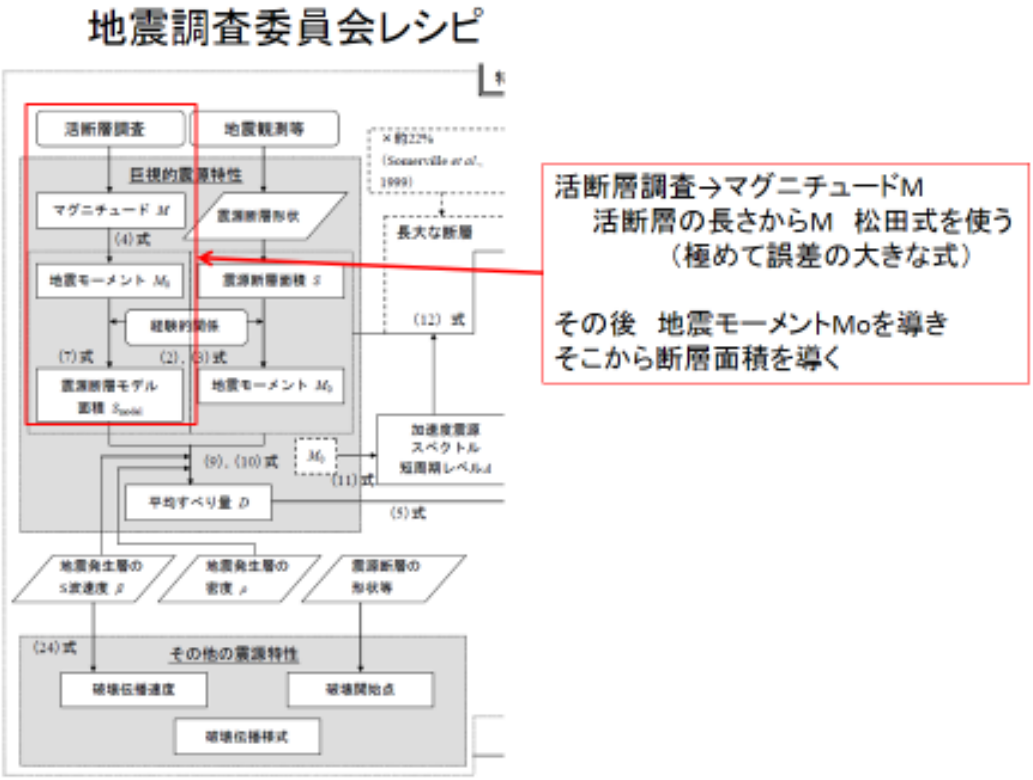


付図2　活断層で発生する地震の震源特性パラメータ設定の流れ
（過去の地震記録や詳細な調査結果に基づき震源断層を推定する場合）

このレシピでも，地震観測等のデータから，震源断層の長さ，幅をだして断層面積Ｓを算出し，そこから地震モーメントＭｏを導く点は同じである。

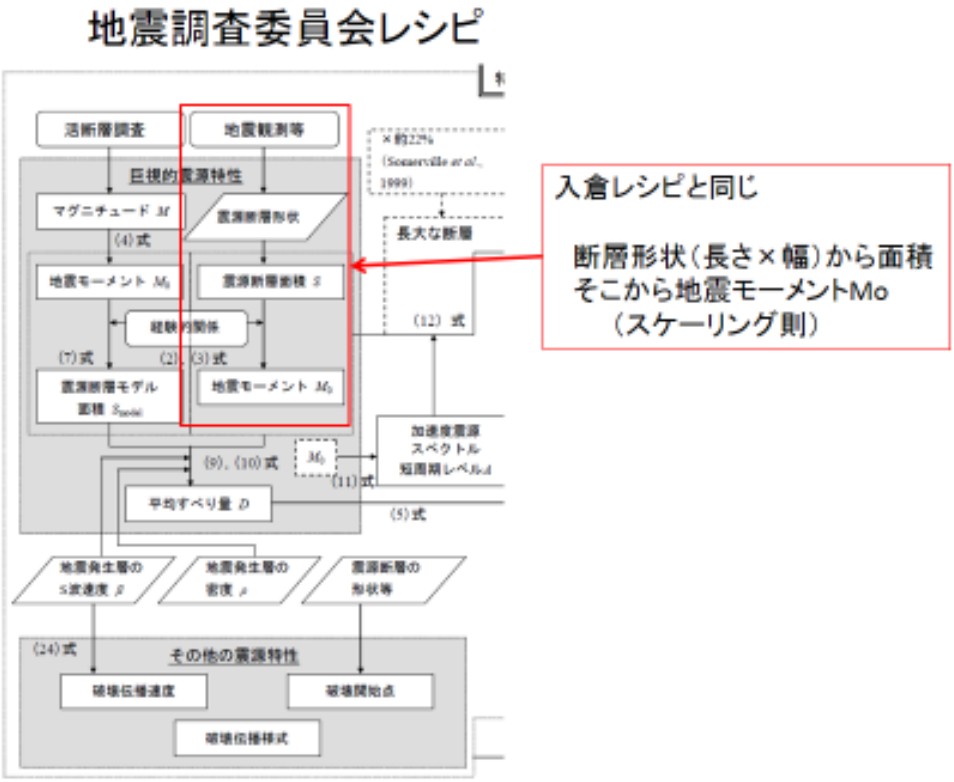
入倉レシピとの最大の違いは，アスペリティの平均応力降下量を求める際に，地震モーメントＭｏから短周期レベルＡを求め，その上で，短周期レベルＡからアスペリティの総面積，アスペリティの応力降下量を導く部分である。

以下ではさらに詳細にこのレシピを見ることとする。

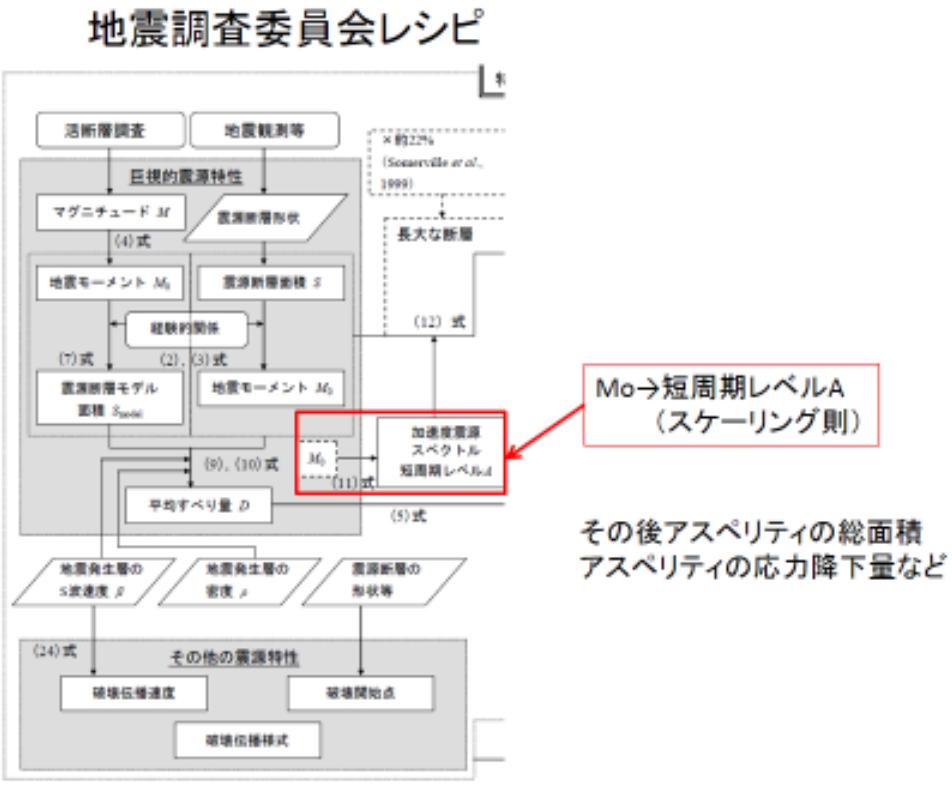


この部分は，活断層調査をして活断層の長さを定め，その長さから松田式を使ってマグニチュード M を導き，そこから地震モーメント Mo を出し，さらに断層面積 S を出すというものである。

しかし，松田式には莫大な誤差が存在し，その後の過程にも誤差が存在する。したがって，この道筋の地震動想定は必然的に極めて大きな誤差を含んでいる。



この部分は, 入倉レシピと同じであり, 地震観測等から震源断層の形状を導き, そこから断層面積 S を，さらに地震モーメント Mo を導くものである。



さらにその後 Mo から短周期レベル A を導く。Mo から直接，短周期の地震動のレベルを出すという点で入倉レシピとは異なっている。

しかし，この Mo-A の関係もスケーリング則であり，そこにはまた誤差が存在することは下図を見ればわかる。

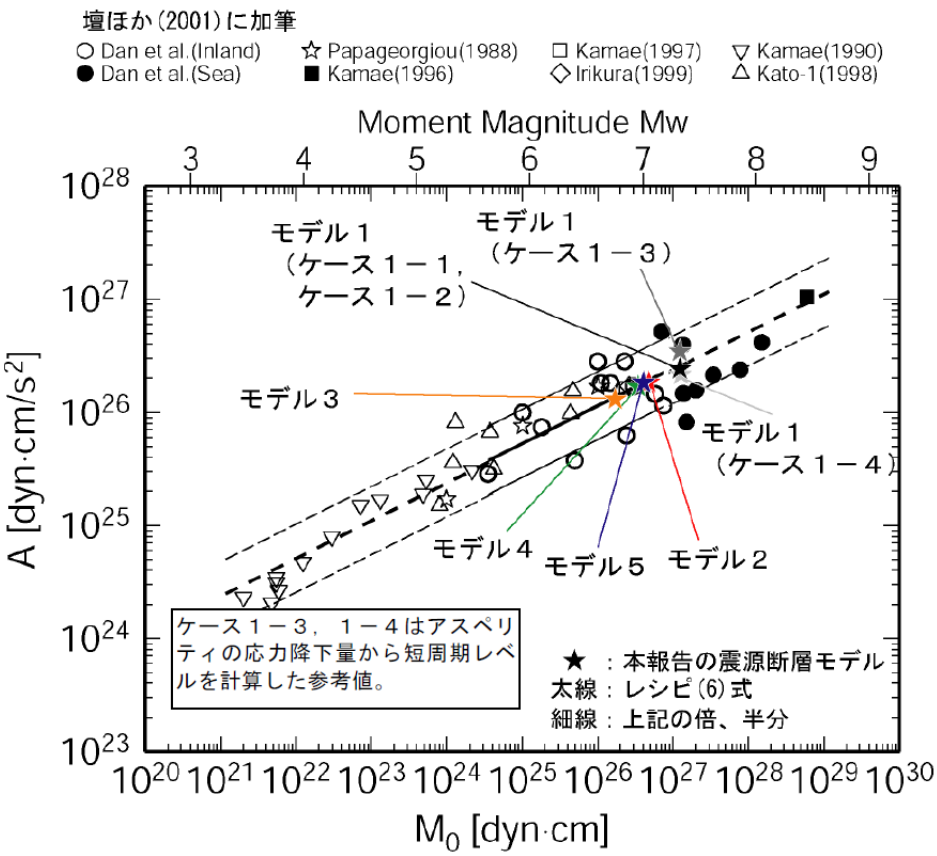


図１１　地震モーメント Mo と断層面積 S の経験的関係（上）および地震モーメント Mo と短周期レベル A の関係（下）

もとは同じで結果も同じで，道筋が変わるだけだから，当然のことではあるが。地震調査委員会のレシピも入倉レシピと同様，極めて大きな誤差を含んだレシピなのである。

特に，入倉レシピの Step2 のＭｏの決定は，そのまま平均応力降下量とアスペリティの応力降下量，背景領域での実効応力に直結し，その平均応力降下量とアスペリティの応力降下量，背景領域の実効応力は，短周期レベルの地震動の大きさに直結する（前記保安院の通知）。したがって，（断層面積が同じで）Ｍｏが 4 倍の不確かさを持つのであれば，短周期レベルの地震動も 4 倍の値を取る必要がある。それが 8 倍だとすれば，8 倍の値を取らなければならない。この短周期レベルの地震動の大きさこそが，Ss の大きさを導くものであるから，Ｍｏを 4 倍に取るなら，Ss も 4 倍にすることが求められる。

さらにアスペリティの面積比が小さければ，アスペリティで発生する地震動も大きくなる。もっともアスペリティ面積自体も小さくなるので、そのまま地震動が比例的に大きくなるわけではない。すなわち、アスペリティ面積が２分の１になれば、アスペリティの平均応力降下量は２倍になるが、アスペリティ面積が２分の１になれば、その分、重なる波が少なくなって、短周期レベルは、√２（＝１．４１）倍だけ大きくなるに過ぎない。しかし、いずれにしても相当程度に大きくなるには違いがない。

このＭｏが大きくなる可能性やアスペリティ面積比が小さくなる可能性について、全国のどこの原発でも，不確かさの考慮として検討していない。すなわち、どこの原発でも、Ｍｏを何倍にもし、あるいはアスペリティ面積比を小さくするなどして，強震動予測レシピの不確かさ（誤差）を考慮し，地震動に反映させるようなことは，全くしていないのである。

また地震調査委員会のレシピを用いる場合にも，同様に、スケーリング則に伴う誤差（不確かさ）は考慮されていない。

きわめて危険な原発の耐震設計において，こうした誤差を無視することは許されない。

４　スケーリング則は莫大な誤差を必ず伴う

(1)　スケーリング則について

地震現象は，地下深く起こる現象であるので，これを正確に知ることは極めて困難である（前記纐纈発言「隔靴掻痒」）。現に発生した地震でさえ，様々な見解がある。いわんや，まだ発生していない地震や津波が，どのようなものとなるかは，正確にはわからない。

そこで，全体の傾向を「スケーリング則」として記述し，それによって各種のパラメータを設定していく。それが強震動予測レシピ（入倉レシピ・地震調査委員会レシピ）と言われるものである。スケーリング則とは，規模に応じて各種の量が，増大するというものであり，前述した断層破壊面積Ｓと地震モーメントＭｏやモーメントマグニチュードＭｗの関係などが，スケーリング則である。

(2)　スケーリング則には必然的に莫大な誤差が含まれる

地下の現象は，正確には良くわかっていない。そこで，なるべく多数のデータを集めて，その傾向を見出すのが「スケーリング則」である。スケーリング則には，それなりの理論的裏付けもあるが，いずれにしても現実の現象は，極めてばらつきが大きく，到底「スケーリング則」で正確に記述できない。要するに，「スケーリング則」は，基本的に地震等の現象の傾向を見出すにすぎないものと言え，そこには必然的に大きなばらつきが伴わざるを得ない。しかも，集めたデータも，極く極くわずかな期間でのものでしかなく，その程度のデータでは，現象の傾向自体も，正確に把握できるわけではない。

松田式もスケーリング則の１つであるが，スケーリング則には，どうしても極めて大きな誤差が存在する。このスケーリング則を用いる原発の耐震設計は，その誤差を最大限検討すべきであるのに，電力会社も規制委員会も，この誤差について，一切顧慮しようともしていない。

ここにこそ，日本の原発の耐震設計上の極めて大きな問題がある。そして，その莫大な誤差が考慮されない原発の耐震設計は，根本的に誤っており，そうして導かれた地震動は，起こりうる最大限の地震動から比べて，あまりに過小である。

５　断層モデルを用いた手法の精度（断層モデルを用いた手法による地震動の再現）

断層モデルを用いた手法が、どの程度の精度を有するかを見るには、実際に起こった地震での地震動の再現がどの程度の精度で再現できているかを見ることも重要である。

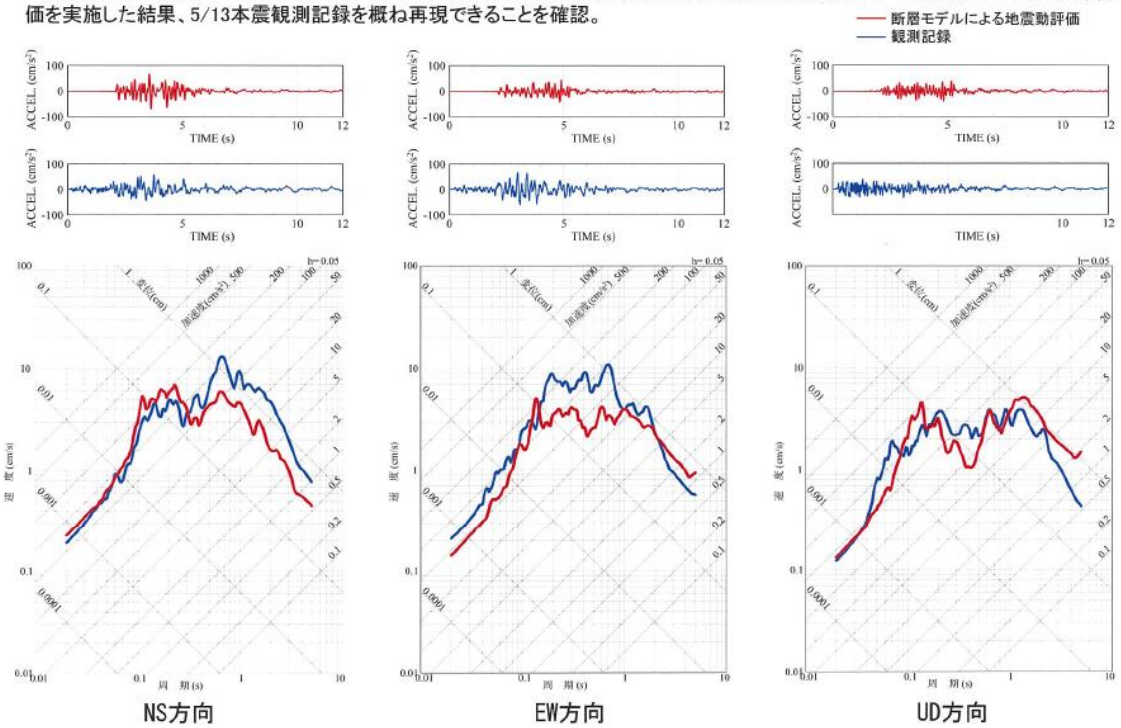
その例として、川内原発における１９９７年５月１３日鹿児島県北西部地震の地震動の再現を見ることとする。

九州電力は、経験的グリーン関数を用いて１９９７年５月１３日鹿児島県北西部地震を再現したとする。その結果は、次のとおりであった。

4.3 1997年鹿児島県北西部地震の知見を踏まえた検討

1997年鹿児島県北西部地震における敷地地盤の地震観測記録を用いた検討

前頁の特性化震源モデルにより、1997年5月25日余震における観測記録を要素地震とし、経験的グリーン関数法による地震動評価を実施した結果、5/13本震観測記録を概ね再現できることを確認。



48

上の赤線が断層モデルによる地震動評価であり、青線が実際の地震動記録である。この２つの線が概ね重なっているとして、九州電力は、「経験的グリーン関数法による地震動評価を実施した結果、５／１３本震観測記録を概ね再現できることを確認」したという。しかし、この図も対数表示であることからすれば、再現の精度は極めて悪い。東西方向の観測記録の地震動は、断層モデルを用いた手法での算出結果の２倍ほどに達しており（上図の左端の値)、周期０．０７秒程度までそのまま観測記録の方が加速度で２倍ほどの値となっている（縦軸の速度で見ても同様である)。またＥＷ方向では、周期０．４秒付近で、観測記録は、断層モデルを用いた手法による加速度算出結果の３倍程度にまで達している。

上記の再現は、経験的グリーン関数として、ほとんど同じ場所で起きた１９９７年５月２５日の余震のデータを用い、さらにパラメータの設定を、実際の地震動記録になるべく合致するように調整してなされたものである。経験的グリーン関数としては、もっとも適切なものを用いていると言える。それでも、これほどに大きな差異がどうしても生じてしまうのである。この事実は、断層モデルを用

いた手法が、まだまだ実際の地震動の再現もままならない程度の未完成なものであることを示している。まして、将来発生する地震については、このような実観測記録に合わせようとするパラメータの調整もできない。この手法自体として、極めて大きな誤差を考慮することが必要なのである。しかも、これほどまでに大きな再現の誤りの原因も特定されていない。そうすると、断層モデルを用いた手法は、どこに誤りがあり、その誤りの程度がどの程度かの特定もできないというほどに、信頼性のない手法だということになる。これほどに誤差が生じてしまう信頼性のない地震動推定手法は、原発の耐震設計としては使いようのない手法というべきである。

上記は、断層モデルのパラメータ設定を行った後の地震動推定過程での誤差を論じたものである。その他にも、断層面の想定やスケーリング則を用いたパラメータ設定等、各段階でも誤差が存在ことは論じたとおりである。

そもそも地震現象は，地下深く起こる現象であるので，これを正確に知ることは極めて困難である（前記纐纈発言「隔靴掻痒」）から、現に発生した地震でさえ，信頼性のある再現を行うことができない。いわんや，まだ発生していない地震や津波が，どのようなものとなるかはわからないというのが、断層モデルに基づく手法なのである。

このように、断層モデルを用いた手法は、極めて大きな誤差があり、かつその誤差の評価も困難な手法であって、厳格な地震動想定を行うべき原発の耐震設計としては、実用性に欠ける手法と言うことができる。

６　応答スペクトルに基づく手法と断層モデルを用いた手法の比較

応答スペクトルに基づく手法は、地表の断層から直接地震の規模を推定し、その上で、多数の地震動記録から、地震動の平均像を導こうとする手法である。一方、断層モデルを用いた手法は、地震動想定を各 Step に分け、段階的に地震動を想定する手法である。しかし、そのそれぞれの Step の相関関係が必ずしも明らかではなく、分析的ではあるものの、全体像がつかみにくい手法であり、一方、応答スペクトルに基づく手法は、分析的ではないため、全体像がつかみやすい手法である。応答スペクトルに基づく手法は、「森自体を見る」手法で、断層モデルに基づく手法は、「木を見て、その集積で森を語ろうとする」手法ということができ

る。現行の耐震設計の方針においては、双方は対等に扱われているが、断層モデルを用いた手法は、まだまだ未完成な手法であり、実際に起こった地震動の再現も、設定するパラメータをいかに調整してもなお、観測記録と算出した値とが大きくかい離するほどに正確性に欠ける手法であり、さらにそのいくつものパラメータ設定の設定も、正しいかどうかは実際に地震が起こってみてからでなくては分からない手法である。また、このパラメータの設定に大きな誤差があることは述べたとおりである。結局、断層モデルを用いた手法は、全体の誤差の評価も困難な、原発の耐震設計としては実用性に欠ける手法ということができる。一方、応答スペクトルに基づく手法は、実際に起こった地震の観測記録に基づく、地震動のバラツキをつかむことのできる手法である。とりわけ当該敷地での地震動記録を集積すれば､地域性による地震動の傾向もつかむことができる｡したがって、当該敷地での観測記録が少ないという重大な問題点はあるものの、全体像をつかみやすい（全体としての誤差評価がしやすい）応答スペクトルに基づく手法の方が、原発の耐震設計にはむしろ合目的的と言うことができる。

７　平成１９年能登半島地震の概要（アスペリティごとに応力降下量が異なる例）

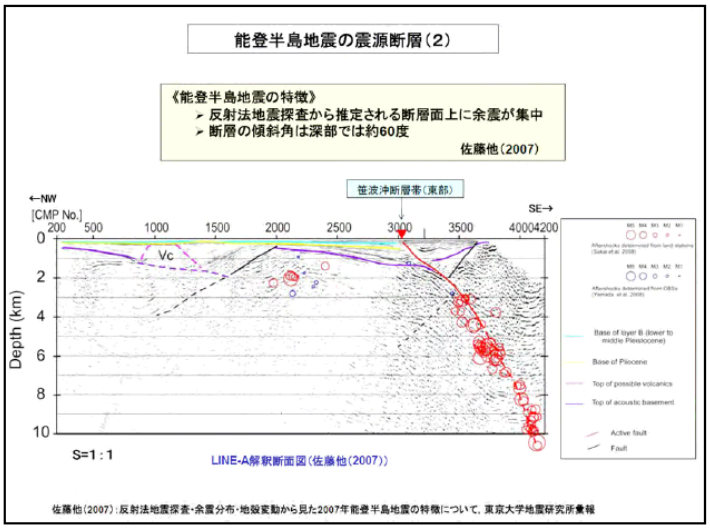
(1)　平成１９年能登半島地震の各種パラメータ

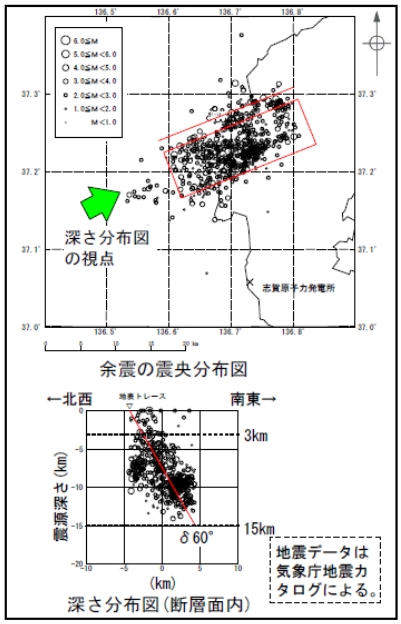
平成１９年（２００７年）３月２５日，能登半島北西部で，Ｍｊ6.9（Ｍw6.7）の地震が発生した（甲Ｄ２１「志賀原子力発電所　新耐震指針に照らした耐震安全性評価（基準地震動 Ss の策定について」平成 21 年 1 月 15 日　北陸電力株式会社)。

これによれば，この平成 19 年能登半島地震の震源域，形状は，下図のとおりであった。

断層モデルによるシミュレーション解析を用いた検討③

震源断層面の設定（iii）［断層幅及び傾斜角の設定］





研究機関による知見や気象庁地震カタログを用いた検討から，断層長さを20.6km，傾斜角を60°，断層上端及び下端深さをそれぞれ３km及び15kmと設定。

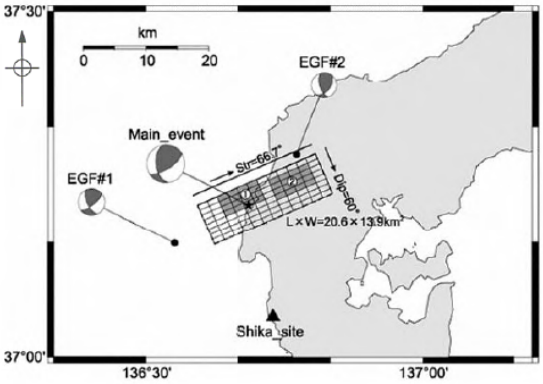
本震発生から最大余震（３月25日18時11分）発生前までの余震分布

断層モデルによるシミュレーション解析を用いた検討④

シミュレーション解析方針

・シミュレーション解析は，震源位置，震源メカニズム，地震波の到来方向等からみて地下構造特性が適切に反映されている観測記録が敷地で得られていることから，それらを要素地震とする経験的グリーン関数法により実施。

・再現する記録は敷地地盤の観測地点におけるEL-10mの観測記録とする。



（メカニズム解は（独）防災科学技術研究所広帯域地震観測網（F-net）による）

（注）
断層モデルは，アスペリティ部分において，強震動を発生させるすべり量（地震モーメント）の他に，実効応力が小さく短周期地震動への寄与が少ない背景領域のすべり量（地震モーメント）が付加的に生じるモデルを設定。

要素地震は，本震の震源域付近で発生し震源メカニズム解が整合していること，観測記録にノイズが少なく評価対象とする周期0.02～５秒程度の周期帯域において十分な精度を有していること，に留意して以下の２地震を選定。

要素地震の諸元

地震	年	月	日	時	分	秒	震央位置 東経	震央位置 北緯	震源深さ（km）	マグニチュード M
EGF#1	2007	3	26	14	46	34.67	136° 33.11′	37° 09.92′	8.62	4.8
EGF#2	2007	3	25	15	43	30.59	136° 46.31′	37° 17.64′	8.90	4.5
【参　考】										
本震	2007	3	25	09	41	57.91	136° 41.16′	37° 13.24′	10.70	6.9

地震諸元は気象庁地震カタログによる。

策定した断層パラメータ

領　域	要素地震	要素地震の応力降下量 $\Delta\sigma_e$（MPa）	応力降下量補正係数 C	応力降下量 $\Delta\sigma = C \cdot \Delta\sigma_e$（MPa）	地震モーメント（N・m）
アスペリティ①	EGF#1	8.6	2.32	20.0	2.72E+18
アスペリティ②	EGF#2	2.0	5.00	10.0	1.91E+18
背景領域	EGF#1	8.6	0.50	4.3	8.97E+18

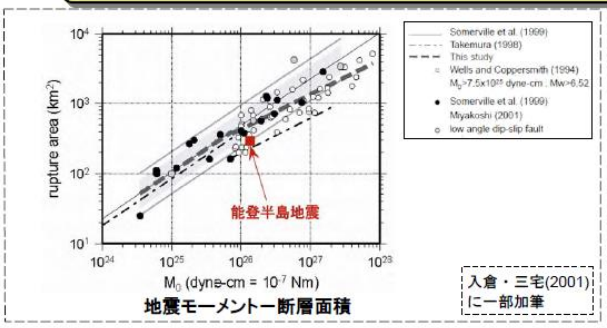
断層モデルによるシミュレーション解析を用いた検討⑦

2．敷地ごとに震源を特定して策定する地震動
2－5．平成19年能登半島地震の知見を踏まえた検討

31

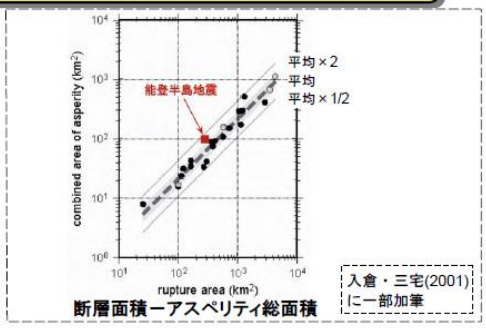
能登半島地震のシミュレーション解析結果と地震調査委員会の強震動予測レシピ等で用いられている断層パラメータとの関係

他の内陸地殻内の同程度の地震に比べ断層面積がやや小さく，アスペリティ総面積，すべり量及び短周期レベルが大きい傾向がある。



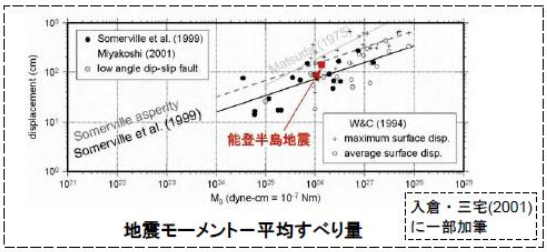
地震モーメントー断層面積

入倉・三宅(2001)に一部加筆



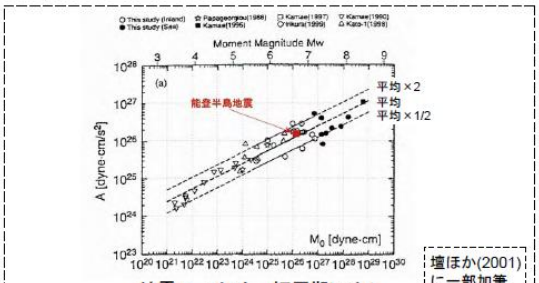
断層面積ーアスペリティ総面積

入倉・三宅(2001)に一部加筆



地震モーメントー平均すべり量

入倉・三宅(2001)に一部加筆



地震モーメントー短周期レベル

壇ほか(2001)に一部加筆

入倉・三宅(2001)：シナリオ地震の強震動予測，地学雑誌，110(6)，849-875
壇ほか(2001)：断層の非一様すべり破壊モデルから算定される短周期レベルと半経験的波形合成法による強震動予測のための震源断層のモデル化，日本建築学会構造系論文集，545，51-62

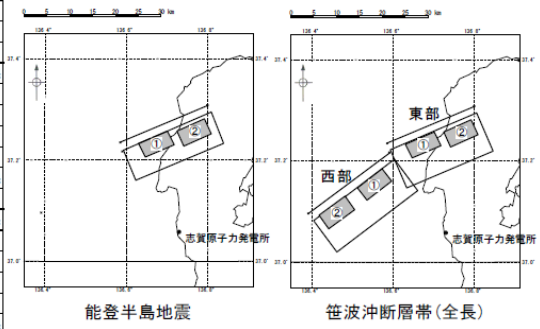
設定した断層パラメータ

2．敷地ごとに震源を特定して策定する地震動
2－6．検討用地震の地震動評価

46

項目				【参考】能登半島地震	笹波沖断層帯(全長) 東部	笹波沖断層帯(全長) 西部	設定方法
巨視的パラメータ		基準点北緯	N(°)	37.2207	37.2207	37.0838	
		基準点東経	E(°)	136.5931	136.5931	136.4030	
		走向	θ(°)	66.7	66.7	52.7	調査結果に基づき設定
		傾斜角	δ(°)	60	60	60	調査結果に基づき設定
		すべり角	λ(°)	132	132	132	能登半島地震シミュレーション解析結果
		長さ	L(km)	20.6	20.6	22.2	調査結果に基づき設定
		幅	W(km)	13.9	17.3	17.3	W=地震発生層厚さ[15km]/sinδ
		上端深さ	h(km)	3.0	3.0	3.0	微小地震分布等により設定
		セグメント面積	S_i(km²)	286.3	356.4	384.1	S_i=L*W
		断層面積	S(km²)	286.3	740.4		S=ΣS_i
		地震モーメント	M_0(N·m)	1.36E+19	7.31E+19		M_0=μ*D*S
		平均すべり量	D(cm)	143.6	298.4		D∝L
		平均応力降下量	Δσ(MPa)	6.84	8.83		Δσ=7/16*M_0*(S/π)$^{-3/2}$
		短周期レベル	A(N·m/s²)	1.38E+19	2.41E+19		A∝$M_0^{1/3}$
微視的パラメータ	アスペリティ①	面積	S_{a1}(km²)	47.7	47.5	47.3	能登半島地震シミュレーション解析結果
		地震モーメント	M_{0a1}(N·m)	2.72E+18	3.35E+18	3.34E+18	M_{0a1}=μ*D_{a1}*S_{a1}
		すべり量	D_{a1}(cm)	172.3	213.4	213.4	D_{a1}∝A_{a1}
		全すべり量	D_{a1t}(cm)	267.0	465.3	465.3	D_{a1t}=D_{a1}+D_b
		応力降下量	Δσ_{a1}(MPa)	20.0	24.8	24.8	Δσ_{a1}∝A_{a1}
		ライズタイム	T_{ra1}(s)	0.6	0.6	0.6	能登半島地震シミュレーション解析結果
		短周期レベル	A_{a1}(N·m/s²)	1.20E+19	1.49E+19	1.49E+19	A=(ΣA_{a1}^2)$^{1/2}$
	アスペリティ②	面積	S_{a2}(km²)	47.7	47.5	47.3	能登半島地震シミュレーション解析結果
		地震モーメント	M_{0a2}(N·m)	1.91E+18	2.36E+18	2.34E+18	M_{0a2}=μ*D_{a2}*S_{a2}
		すべり量	D_{a2}(cm)	121.0	149.9	149.9	D_{a2}∝A_{a2}
		全すべり量	D_{a2t}(cm)	215.7	401.7	401.7	D_{a2t}=D_{a2}+D_b
		応力降下量	Δσ_{a2}(MPa)	10.0	12.4	12.4	Δσ_{a2}∝A_{a2}
		ライズタイム	T_{ra2}(s)	0.6	0.6	0.6	能登半島地震シミュレーション解析結果
		短周期レベル	A_{a2}(N·m/s²)	6.73E+18	8.34E+18	8.34E+18	A=(ΣA_{a1}^2)$^{1/2}$

項目				【参考】能登半島地震	笹波沖断層帯(全長) 東部	笹波沖断層帯(全長) 西部	設定方法
微視的パラメータ	背景領域	面積	S_b(km²)	286.3	356.4	384.1	S_b=S_i
		地震モーメント	M_{0b}(N·m)	8.97E+18	2.97E+19	3.20E+19	M_{0b}=(M_0-ΣM_{0ai})*S_b/S
		すべり量	D_b(cm)	94.7	251.8	251.8	D_b=M_{0b}/(μ*S_b)
		実効応力	Δσ_b(MPa)	4.3	4.3	4.3	能登半島地震シミュレーション解析結果
		ライズタイム	T_{rb}(s)	1.2	1.2	1.2	同　上
	高周波遮断特性		f_{max}(Hz)	8.3	8.3		香川ほか(2003)
パラメータ	その他震源	剛性率	μ(N/m²)	3.31E+10	3.31E+10		上部地殻の剛性率
		S波速度	V_s(km/s)	3.5	3.5		上部地殻のS波速度
		破壊伝播速度	V_r(km/s)	2.5	2.5		V_r=0.72*V_s [Geller (1976)]
		破壊伝播様式		放射状	放射状		能登半島地震シミュレーション解析結果



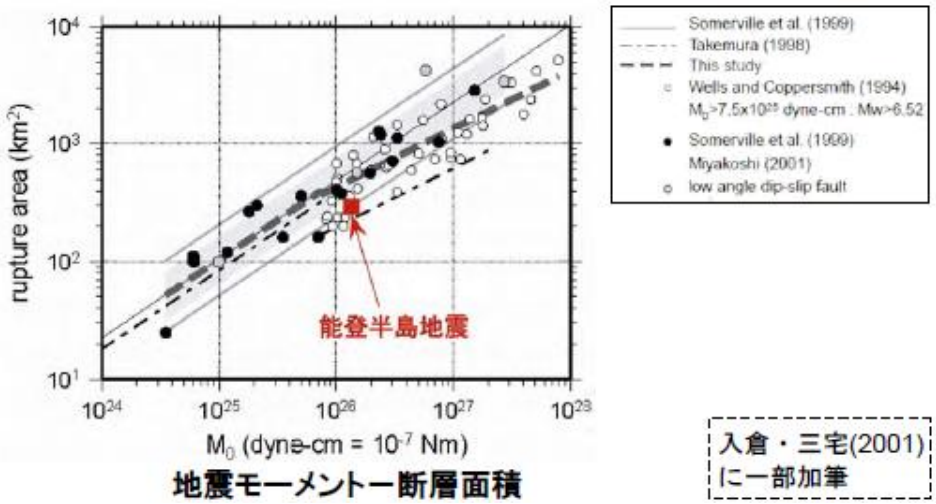
能登半島地震　　笹波沖断層帯(全長)

(注)
断層モデルは，能登半島地震と同様アスペリティ部分において，強震動を発生させるすべり量(地震モーメント)の他に，実効応力が小さく短周期地震動への寄与が少ない背景領域のすべり量(地震モーメント)が付加的に生じるモデルを設定。

断層パラメータは平成19年能登半島地震のシミュレーション解析結果を反映して設定

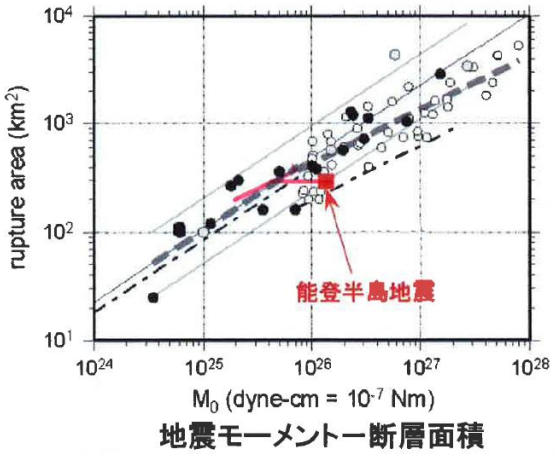
「設定した断層パラメータ」の図で「参考」として記載されているのが，能登

半島地震の各種パラメータである。この中で，特に問題となるのが，次の図である。



この図からわかることとして，同じ断層面積の地震の中で，地震モーメントＭｏ（あるいはＭｗ）が平均的地震より，相当程度大きいことである。ちなみに，この地震は，地表に断層が現れた断層であるので，上図の太い波線（入倉レシピによる平均像を示すもの）のうち，折れ曲がったものの右側の破線がこの種の地震の平均像を示す入倉の直線である。

そこで，この平均像からのかい離を図で見ると次のとおりとなっている。



(2)　平成19年能登半島地震のパラメータと入倉レシピの比較

この断層面積での平均像を示す入倉レシピによる計算結果と比較すると，次のとおりである。

平成19年能登半島地震のパラメータと入倉レシピの比較

入倉レシピ

断層面積S	地震モーメントMo	平均応力降下量	アスペリティの応力降下量	モーメントマグニチュードMw
286.3	3.89061E+25	1.95653E+22	8.89334E+22	6.326678217

平成19年能登半島地震

286.3	1.36E+26	6.84E+22	20.0E+22(20.0MPa) 10.0E+22(20.0MPa)

上の値からして，平成 19 年能登半島地震は，地震モーメント及び平均応力降下量で，平均の 3.5 倍となっている。ただし，アスペリティの面積が 33%と平均（22%）よりも大きいことから，アスペリティの応力降下量は，平均の 2.25 倍にとどまっている。いずれにしてもこの地震は平均像の地震ではないことがわかる。

また上の表「設定した断層パラメータ」をみるなら，２つのアスペリティで，応力降下量が大きく違うことがわかる。

策定した断層パラメータ

領　域	要素地震	要素地震の応力降下量 $\Delta\sigma_e$(MPa)	応力降下量補正係数 C	応力降下量 $\Delta\sigma$ = C・$\Delta\sigma_e$(MPa)	地震モーメント (N・m)
アスペリティ①	EGF#1	8.6	2.32	20.0	2.72E+18
アスペリティ②	EGF#2	2.0	5.00	10.0	1.91E+18
背景領域	EGF#1	8.6	0.50	4.3	8.97E+18

ちなみに，中越沖地震でも，下記のとおり３つのアスペリティの応力降下量は，すべて同じというわけではなかった（甲Ｄ２２　入倉ほか「2007 年新潟県中越沖地震の強震動」２００８年３月１９日再修正版）

http://www.kojiro-irikura.jp/pdf/cyuetsu_080319.pdf#search='2007%E5%B9%B4+%E4%B8%AD%E8%B6%8A%E6%B2%96%E5%9C%B0%E9%9C%87+%E9%9C%87%E6%BA%90%E7%89%B9%E6%80%A7'

設定した震源断層モデルの緒元

	Rupture start point	Depth (km)	Mo (Nm)
ASP1	(4.3)	10.0	1.69×10^{18}
ASP2	(5,2)	8.3	1.69×10^{18}
ASP3	(4,5)	11.3	1.02×10^{18}
	L (km)× W (km)	⊿σ (MPa)	Risetime (second)
ASP1	5.5×5.5 (N:5×5)	23.7	0.5
ASP2	5.5×5.5 (N:5×5)	23.7	0.5
ASP3	5.04×5.04 (N:9×9)	19.8	0.45

これまでほとんどの原発で，複数のアスペリティの応力降下量は同じとしてモデルが設定されてきていた（東京電力も、中越沖地震に近いＦ－Ｂ断層では、中越沖地震と同様にアスペリティの応力降下量に差をつけているが、それとは異なる片貝断層（長岡平野西縁断層帯）では各アスペリティの応力降下量は同じとして設定している）が，実は，現実の地震では，必ずしもそうではなく，１つのアスペリティだけが、他より応力降下量が相当に大きくなることがあるのである。

このことからすれば，断層モデルの設定にあたっては，特に敷地直近のアスペリティで,他よりも大きな応力降下量が発生するモデルも検討される必要がある。短周期の固有周期を有する機器配管が多い原発の耐震設計では、とりわけ直近のアスペリティの応力降下量が重要となる。近いアスペリティの応力降下量は、そこで発生させる短周期地震動の大きさを決めるが、短周期地震動は、距離による減衰が大きいため、敷地の短周期地震動は、結局、直近のアスペリティの応力降下量に大きく支配される。したがって、直近のアスペリティでの応力降下量が原発の耐震設計では重要となるのである。

また，直近のアスペリティに割り当てられる応力降下量が他のアスペリティでの応力降下量の２倍で足りるというわけでもない。さらに大きな応力降下量が１つのアスペリティで発生する可能性も考える必要がある。しかし、どの原発においても、アスペリティの応力降下量が異なるという前提にたった地震動評価をしているものはない。怖いのは、原発にもっとも近いアスペリティの応力降下量が、他のアスペリティに比較して各段に大きい場合であるから、そのようなモデルを

構築して地震動評価をなすべきであるが、被告もそのようなモデルを検討していない。

このように，現実の地震像は種々であるが，原発の耐震設計は，あくまでも地震の平均像で行われており，様々なバラツキについての考慮が全く不足していることが，この能登半島地震の知見からも明らかとなる。

ちなみに、津波では、断層面のすべり量が津波高さを規定しているが、東北地方太平洋沖地震の津波では、大きなすべり量を発生させた領域ですべり量は一定ではなく、一部で特段に大きなすべり量を発生させた領域が存在した。このことが、東北地方太平洋沖地震の津波高を大きくさせた要因だとされ、それを想定できなかったという反省を踏まえて、その後の南海トラフの巨大地震モデル検討会のモデルでは、大きなすべり量を発生させる領域を「大すべり域」「超大すべり域」と分けてモデルを設定している。同様に、地震動においても、強震動を発生させる領域（アスペリティ）を「強震動生成域」「超強震動生成域」に分けて、モデルを設定する必要があるのは、能登半島地震や中越沖地震の知見から明らかである。とりわけ、敷地にもっとも近いアスペリティでの応力降下量を、特に大きくとれば地震動は、その分大きくなる。たとえば２倍、３倍の大きな応力降下量を割り付ければ、とりわけ原発にとって危険な短周期地震動も格段に大きくなる。短周期地震動は、距離によって減衰しやすく、一方、原発の各構造物・設備等の固有周期も短周期であるので、直近のアスペリティにおける応力降下量が、問題となる。したがって、直近のアスペリティで他のアスペリティより大きな応力降下量が発生すれば、それだけで、敷地の地震動は、直ちに著しく大きくならざるをえない。しかし、この点については、どの原発訴訟においても、原発事業者によって何の反論もなされていない。また現実にアスペリティごとに応力降下量の違う地震が発生している以上、そのような不均一な応力降下量の分配に基づくモデル構築の必要性を否定することは不可能である。

また、得られたデータは下記のとおりであり、「高品質の探査データ」なるものは、深さにおいて大きな限界があり、分かるのは海底近くの地盤のデータでしかない。問題は、各断層が、地下においてどこまで延びているかであるが、それを確認することのできるデータが存在しないことは明らかである。

8　活断層調査の限界性

(1)　海域の反射法地震探査の限界性

どの電力会社も、地表（海底）の断層を超えて、地下で断層面は延びていないとして、断層モデルを策定している。その根拠は、反射法地震探査による活断層調査の結果である。そこで、この反射法地震探査（海底音波探査）の限界性　について見ることとする。

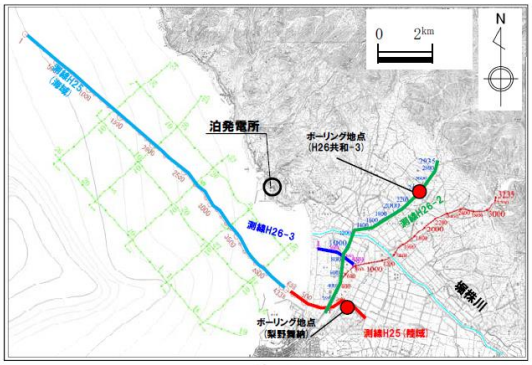
活断層調査には、反射法地震探査が重要な手法として用いられる。特に海域では、調査船によって海底音波探査という反射法地震探査がなされる。この調査船による海底音波探査は、おおむね１～２ｋｍ超程度の深さまでしか精度良いデータは得られない。特に、浅い海域においては、十分な調査ができず、そこでは、さらにずっと浅い深さまでしか探査ができない。

泊原発付近で行われた海底音波探査のデータは下記のとおりであり、下図の左方に行き海底が深くなるほど、データの精度は良くなっている。しかし、それも１２００ｍ超程度が精度良くデータのとれる限界となっている。

44　**1．5　調査結果（測線H26-2，3）**　44

①測線H26-2，3の地層区分

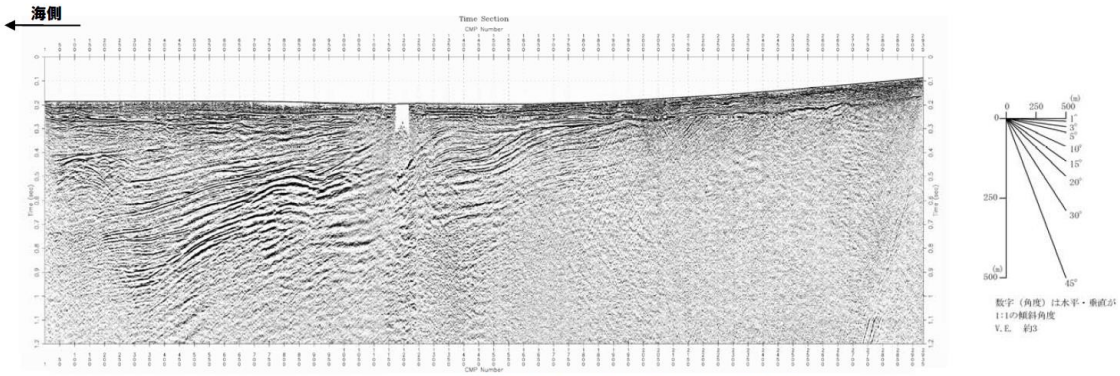
○測線H26-2，3の反射法地震探査記録を示す。
○測線H26-2，3の反射法地震探査記録と測線H25の海上音波探査及び反射法地震探査記録との音響層序の連続性を検討し，地層が連続することを確認した。



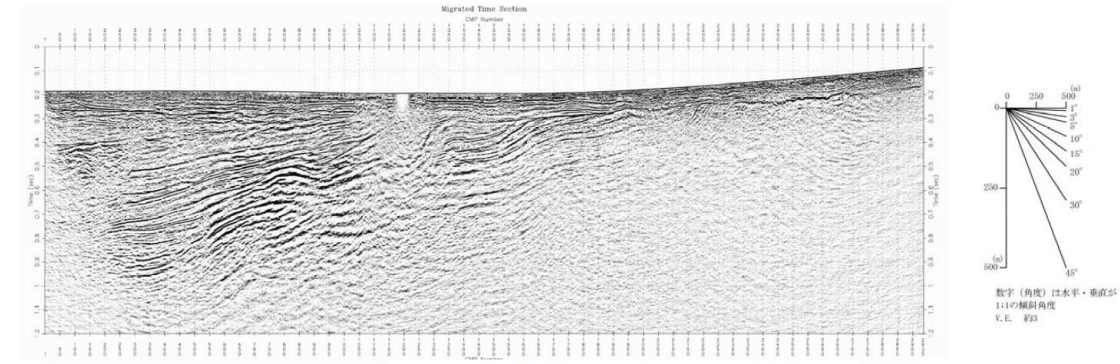
位置図

7 反射法地震探査記録（マイグレーション処理前後，時間断面）

測線H26-2



反射法地震探査記録（マイグレーション処理前）

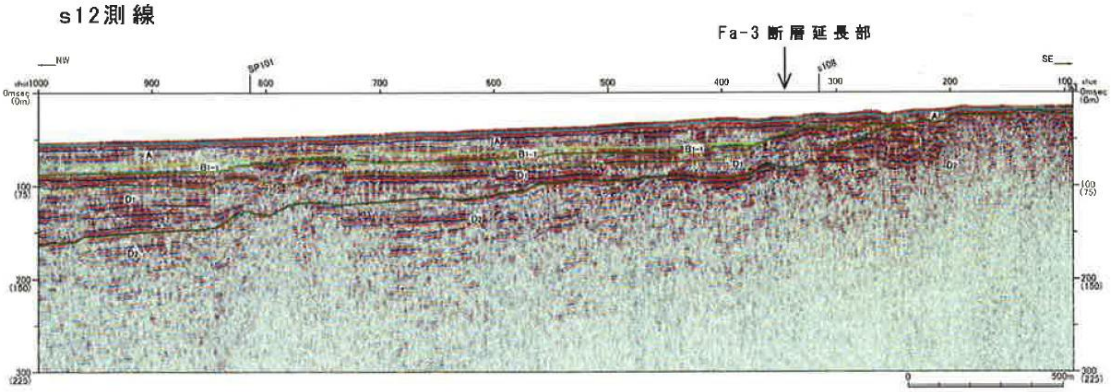


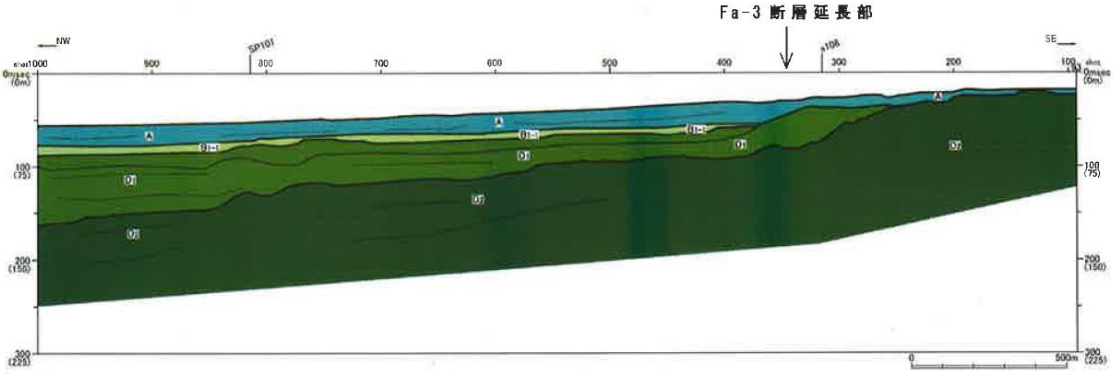
反射法地震探査記録（マイグレーション処理後）

海底音波探査のデータは、深さにおいて大きな限界があり、分かるのは海底近くの地盤のデータでしかない。問題は、各断層が、地下においてどこまで延びているかであるが、それを確認することのできるデータが存在しないことは明らかである。

ちなみに、川内原発での記録を見れば、さらにその状況が良く分かる。

s12測線





この図の下図を見れば、判読可能とされる範囲は、右に行くほど浅くなっていき、海面から１２０ｍの深さまでになってしまっている。しかし、上図を見れば、そこまで判読可能とは思えない。もっとずっと浅いところまでしか、地層の状況は読み取れない。もっとも下図の左端でも、実際に読み取れるのは海面から２５０ｍ（海底から２００ｍ）ほどの深さまでである。これより下方の地層の乱れは、読み取ることができないことが分かる。

とりわけ海岸線近くでは、海上音波探査の精度が悪いことが、この図からも明らかである。

また川内原発仮処分の答弁書記載の図を見ても、同様のことが言える。まずＮｏ１０６測線の下図を見ると、図の左方に行くほど精度が悪くなっていることが分かる。左端では、ほぼ海底下３００ｍ～４００ｍほどしか、地盤の状況は把握できていない。

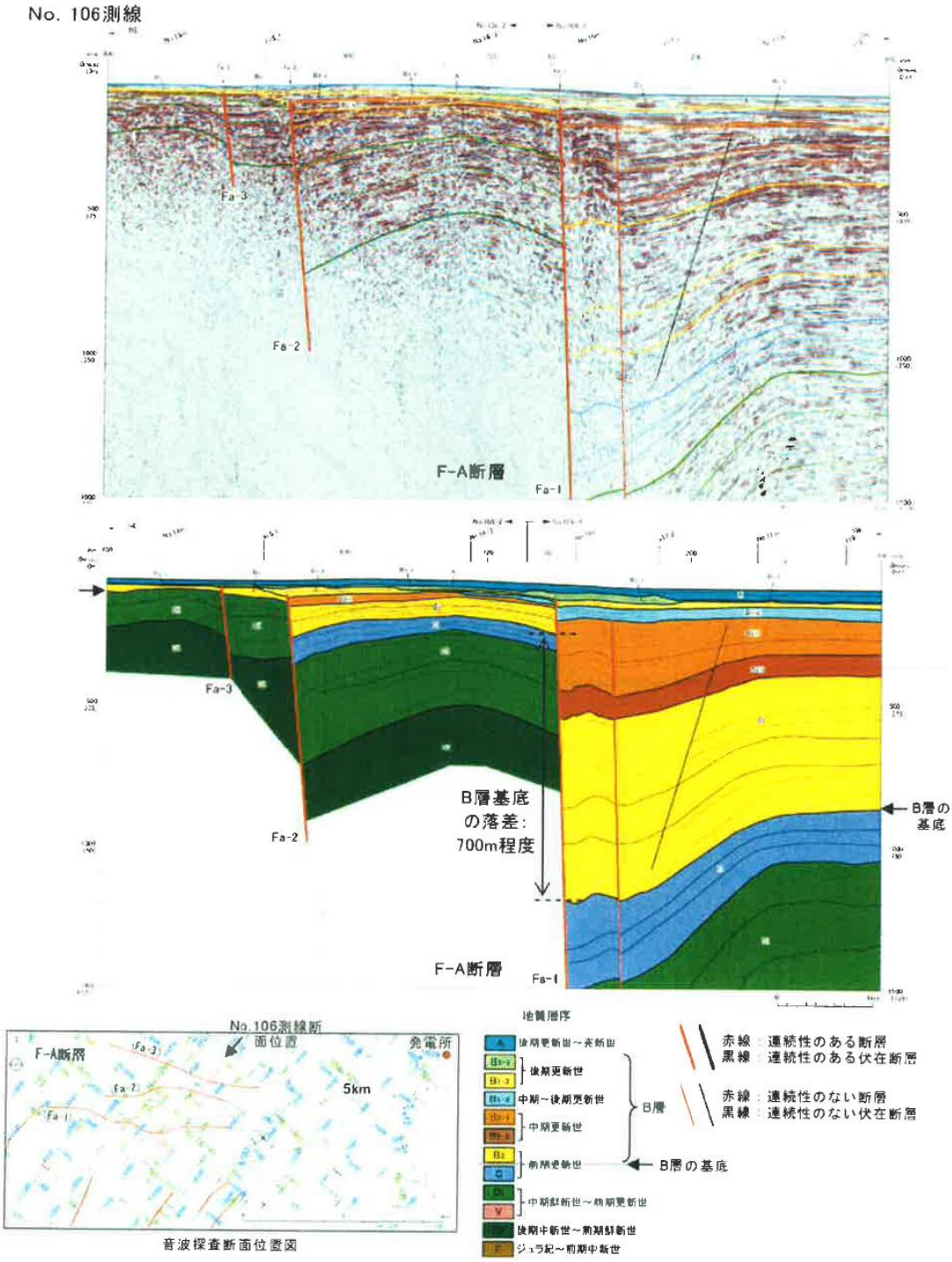


図３　海上音波探査断面図(No.106 測線：Ｆ－Ａ断層上)【乙 129（27～28 頁)】

また川内原発仮処分即時抗告審答弁書記載の下図によれば、ｓ１４測線では、海底下２５０ｍ～３００ｍ程度、ｓ１０７測線では、海底下３００ｍ超程度しか、地盤の状況を把握できないことが分かる。

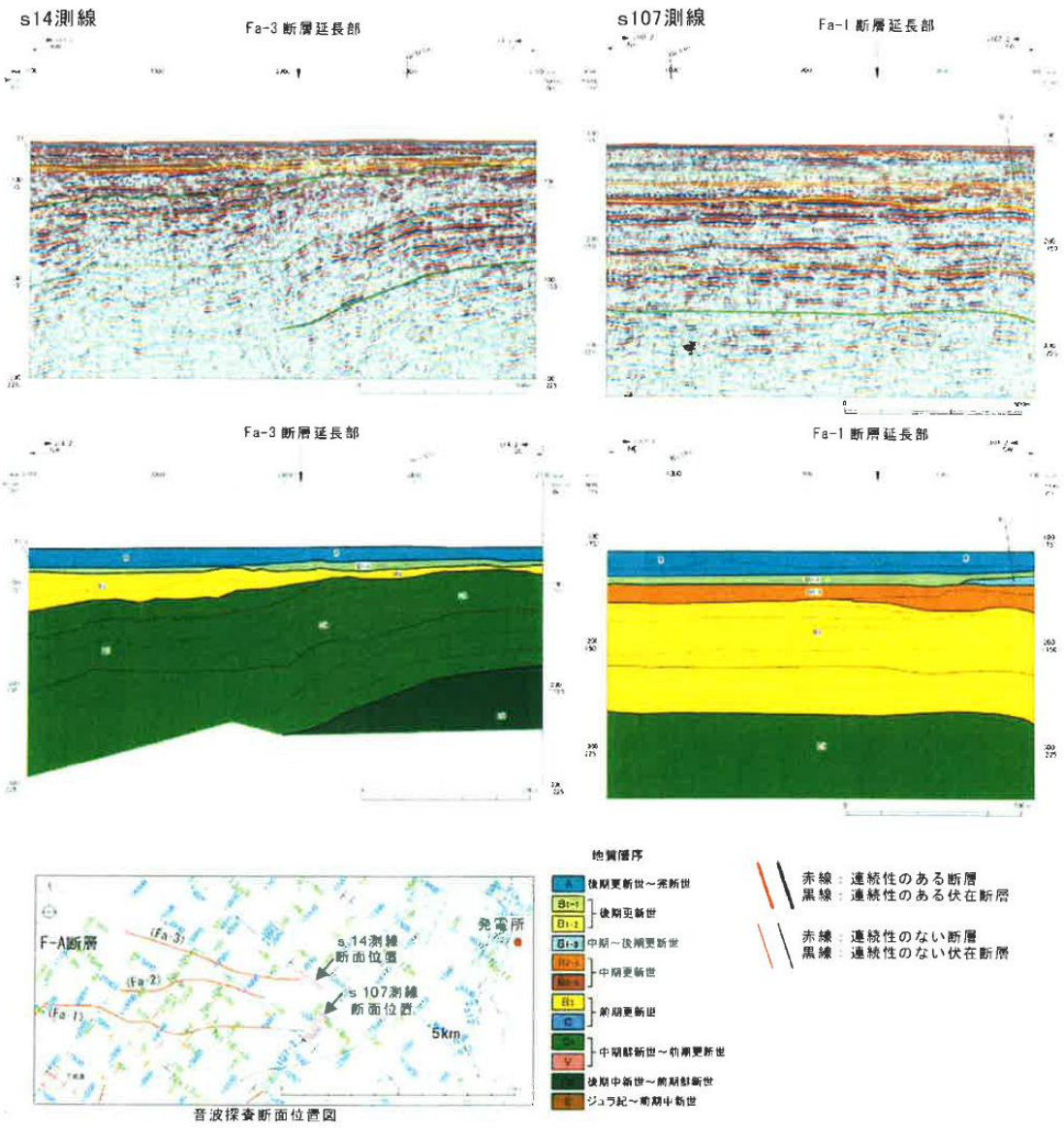


図４　海上音波探査断面図(s14 測線，s107 測線：F－A 断層延長線上)【乙 129（21～22 頁)】

一方、兵庫県南部地震の断層面の状況を見れば、下図のとおりであり、地表から２ｋｍ程度を上限として長く前後に断層が続いている。このような領域にまで、到底海底音波探査では地盤の状況を把握することができない。

ちなみに、地上でも、地下の構造を知る主要な手法は、ボーリング調査のほか、海底音波探査と同様に、地面に起振車等によって振動を与え、地下で反射してきた振動をとらえる反射法地震探査であるが、やはり地下深くの児相までは把握することができない。

このように、地下に広がる震源断層面は、把握できたとしてもその上部の地

下の浅い領域の部分のみであり、震源断層面の全容を事前に知ることはできないのである。

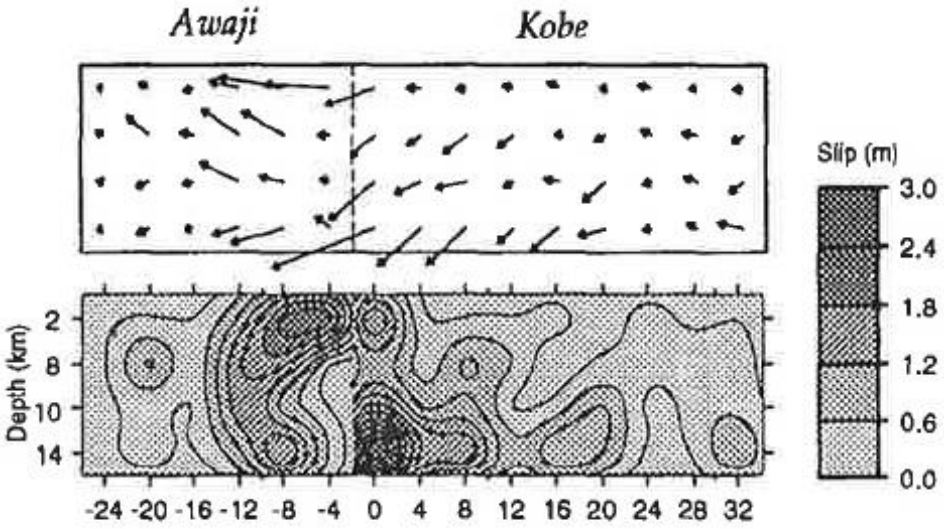


図 13. 新しい震源過程モデルにおけるすべり分布

(2)　短い断層の前後に伸びる断層面

新規制基準は、以下のとおり、孤立した長さの短い活断層でも、震源断層がほぼ地震発生層の厚さ全体に広がっている可能性があることを認めている。

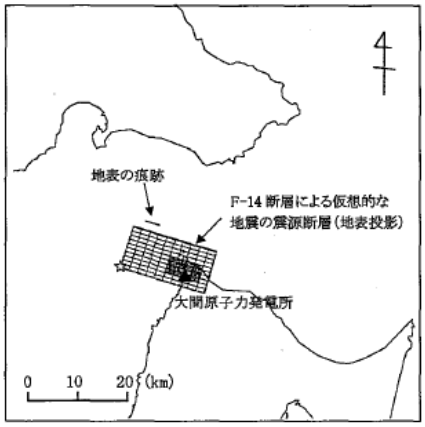
（２）「事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震」は、震源断層がほぼ地震発生層の厚さ全体に広がっているものの、地表地震断層としてその全容を表すまでには至っていない地震（震源の規模が推定できない地震（Mw6.5 以上の地震））であり、孤立した長さの短い活断層による地震が相当する。なお、活断層や地表地震断層の出現要因の可能性として、地域によって活断層の成熟度が異なること、上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布する場合や地質体の違い等の地域差があることが考えられる。このことを踏まえ、観測記録収集対象の地震としては、以下の地震を個別に検討する必要がある。

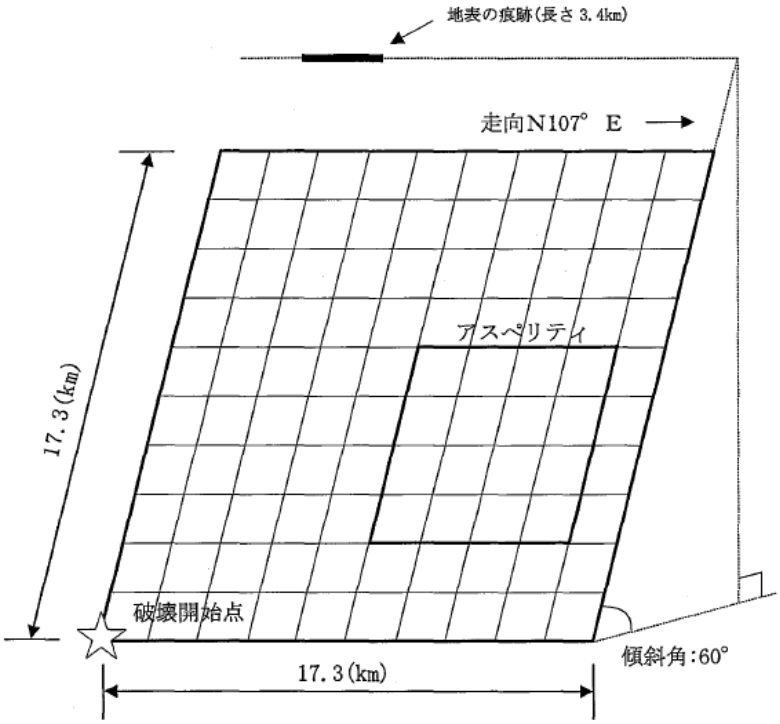
①　孤立した長さの短い活断層による地震

電力会社の言い分は、断層面がどこまで延びているかは、断層調査で明確に分かるという前提に立っている。しかし、新基準は、断層調査で短い断層としか判明してなくとも、地下では長く続く断層のありうることを認めている。新基準は、現在の断層調査では、地下の断層面を把握しきれないことを認めてい

るのであり、電力会社の主張とは全く相反する前提に立っている。

これを具体的に示しているのが、大間原発での直近の短い断層Ｆ－１４の存在である。このＦ－１４断層は、次のとおりとされている（電源開発株式会社大間原子力発電所「震源を特定して策定する地震動について」平成２０年３月原子力安全・保安院）。





＊：活断層調査によっても震源断層パラメータの設定に必要な情報が十分得られないため震源断層が地震発生層の上限から下限まで拡がっていると仮定

この断層は、地表（海底面）で長さ３．４ｋｍの断層であるが、その地下で

は長さ１７．４ｋｍの断層である可能性があることから、上記のような想定となっている。断層調査で地下の断層面が分かるなら、このような想定は不要で、調査によって確認できた長さと幅の断層面を想定すれば良い。しかし、現実の断層調査では、地下で断層面がどこまで延びているかを知ることができないから、上記のような想定とせざるを得ないのである。

すなわち、現在の断層調査手法では、とりわけ地下で断層がどれだけ延びているかを知ることができない。少なくとも、被告の主張する断層が、地下でその前後に長く延びている可能性は、否定しきれないのである。

ちなみに、川内原発では、海底音波探査により認められた断層を、重力異常があるとして、さらに伸ばして、断層の存在を認めた。この伸ばした区間では、海底音波探査で断層の存在を認めることができなかったが、重力異常があったので、断層を伸ばしたのであるが、このことは、九州電力が、行った海底音波探査では判明しない断層のありうることを認めたものであった。このように、海底音波探査では判明しえない、地表（海底）断層の前後の地下に延びる活断層の存在は、否定しようのないことなのである。

第４　「震源を特定せず策定する地震動」について

１「震源を特定せず策定する地震動」とは

「震源を特定せず策定する地震動」とは，新耐震指針で導入された概念であり，旧耐震指針で「直下地震」といわれていたものに相当する。これについて，新耐震指針では，「５　基準地震動の策定」の（３）において，次のとおり規定する。

「震源を特定せず策定する地震動」は，震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し，これらを基に敷地の地盤特性を加味した応答スペクトルを設定し，これに地震動の継続時間，振幅包絡線の継時的変化等の地震動特性を適切に考慮して基準地震動 Ss を策定すること。」

さらに，その（解説）においては，

「震源を特定せず策定する地震動」の策定方針については，敷地周辺の状況等

を十分考慮した詳細な地震の全てを事前に評価しうるとは言い切れないことから，敷地近傍における詳細な調査の結果にかかわらず，全ての申請において共通的に考慮すべき地震動であると意味付けたものである。

この考え方を具現化して策定された基準地震動 Ss の妥当性については，申請時点における最新の知見に照らして個別に確認すべきである。なお，その際には，地表に明瞭な痕跡を示さない震源断層に起因する震源近傍の地震動について，確率論的な評価を必要に応じて参考とすることが望ましい。」

とする。

２　電力会社がこれまで採用していた「震源を特定せず策定する地震動」

電力会社がこれまで採用していた「震源を特定せず作成する地震動」は，加藤ほか(2004)による「震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベル」における応答スペクトルであった。

（甲Ｄ２３　2004 年，加藤研一，他，日本地震工学会論文集，第 4 巻，第 4 号）
http://www.jaee.gr.jp/stack/submit-j/v04n04/040403_paper.pdf#search='%E9%9C%87%E6%BA%90%E3%82%92%E4%BA%8B%E5%89%8D%E3%81%AB%E7%89%B9%E5%AE%9A%E3%81%A7%E3%81%8D%E3%81%AA%E3%81%84%E5%86%85%E9%99%B8%E5%9C%B0%E6%AE%BB%E5%86%85%E5%9C%B0%E9%9C%87%E3%81%AB%E3%82%88%E3%82%8B%E5%9C%B0%E9%9C%87%E5%8B%95%E3%83%AC%E3%83%99%E3%83%AB%E3%80%8D%EF%BC%882004%E5%B9%B4%E3%80%81%E5%8A%A0%E8%97%A4%E7%A0%94%E4%B8%80%E3%80%81%E4%BB%96%E3%80%81%E6%97%A5%E6%9C%AC%E5%9C%B0%E9%9C%87%E5%B7%A5%E5%AD%A6%E4%BC%9A%E8%AB%96%E6%96%87%E9%9B%86%E3%80%81%E7%AC%AC4%E5%B7%BB%E3%80%81%E7%AC%AC4%E5%8F%B7%EF%BC%89'

この「加藤ほか(2004)」の応答スペクトルの研究は，日本及びカリフォルニアで発生した 41 の内陸地殻内地震のうち，震源を事前に特定できない地震として，9 地震 12 点の計 15 記録（30 水平成分）の強震記録を用いて行ったものである。9 地震は，1966 年のパークフィールド地震から 1997 年の鹿児島県北西部地震までの 31 年間のカリフォルニアの 6 地震と日本の 3 地震である。

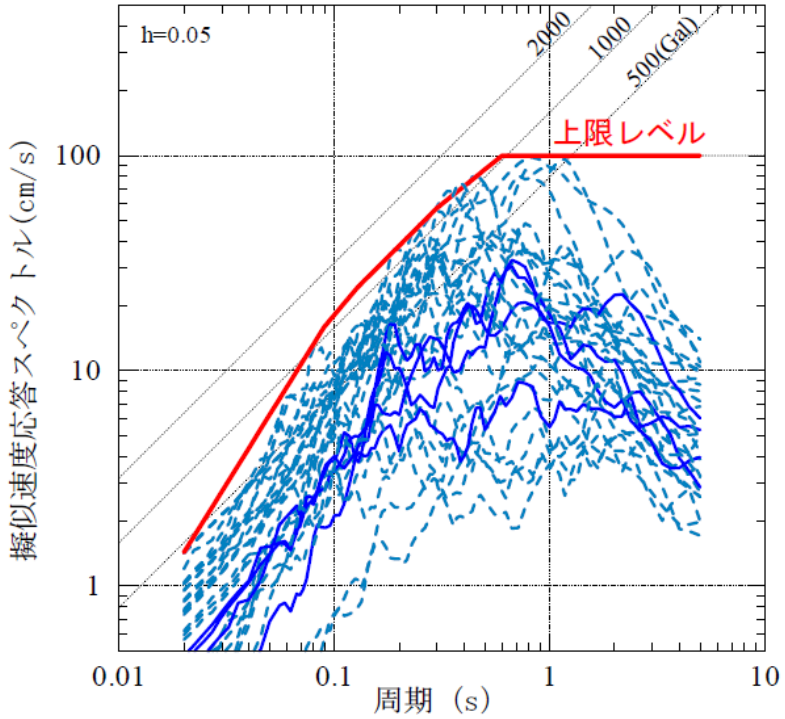


図 8　震源を事前に特定できない地震による震源近傍の観測記録の水平動応答スペクトルとその上限レベル
（実線は 1997 年鹿児島県北西部地震の鶴田ダムのスペクトル、破線はスケーリングの観点から確実に事前に震源を特定できるとは断定できないと判断した Mj6.5(Mw6.2)以下の 7 地震のスペクトル）

この図で明らかなように，「加藤ほか(2004)」の応答スペクトルは，実際の地震動の観測記録をほとんど全て包絡するようには作られており，一見すると安全側に大きめに上限レベルを取っているかのようである。しかし，もともと，「加藤ほか(2004)」の研究は，ごく 31 年間のわずか 9 つの地震の 12 地点の 15 の記録に基づくものでしかなく，データとして全く不十分なものでしかない。そのことは，後述する留萌支庁南部地震が，Mw5.7 という極めて小さな地震でありながら，やすやすと加藤ほか(2004)の応答スペクトルを超えてしまっていることからしても明らかである。要するに，加藤ほか(2004)の応答スペクトルは，限られたデータに基づく，その限りのものでしかないのである。少なくとも 12～13 万年間，もしくは 40 万年間の最大の地震動を想定するには，このデータがあまりに少なすぎることが明らかであり，だからこそ，留萌支庁南部地震が，これを超えてしまったのである。

３　石橋克彦氏による「加藤ほか(2004)」の応答スペクトル批判

この「加藤ほか(2004)」の応答スペクトルについて，国会福島原発事故調査委員会の委員でもあった神戸大学名誉教授の石橋克彦氏は，「科学」2012 年 8 月号掲載の「電力会社の「虜」だった原発耐震指針改訂の委員たち」（甲Ｄ２４）において，

「震源を特定せず策定する地震動」についての「震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し，これらを基に（中略）基準地震動 Ss を策定する」との規定自体，恣意性と過小評価を許す規定である。具体的な策定値は申請者にまかされるが，電力会社側の日本電気協会が示した加藤ほか（2004）という模範解答では，Ｍ７級地震の強い地震動記録をすべて「活断層と関連付けられる」と屁理屈をつけて参照から排除し，M6.6 までの地震の揺れしか用いていない。

としている。

石橋克彦氏によれば，「加藤ほか(2004)」は，M7 級の地震動記録を無理やり排除し，残されたM6.6 までの地震動記録のみを対象としたものでしかない。したがって，これが過小なものとなるのは当然のことであった。

４　原子力安全基盤機構（JNES）による検討

(1)　「加藤ほか(2004)」の研究の不充分性の指摘

平成 21 年 3 月の原子力安全基盤機構（JNES）作成の「震源を特定せず策定する地震動の設定に係る検討に関する報告書」（甲Ｄ２５）においても，その「要旨」において

> 加藤ほか（2004）の課題としては，調査した震源を事前に特定できるとした地震の周辺活断層との関連付けの根拠が明確でないこと，対象とした地震及び震源近傍の地震動観測記録が少なく，地震動の上限レベルの規定の根拠が明確ではないこと等が挙げられた。

とされている。したがって，原子力安全基盤機構も，加藤ほか（2004）の研究では，不十分であることを認めているのである。

しかし，もともと加藤ほかの研究では不十分であることは，もととなったデー

タがあまりに少ないことから一見して明らかであった。今回規制委員会が定めた新規制基準では、過去 12，3 万年間に活動したことが否定できない断層を活断層と認めていることからしても，上限レベルは，少なくとも，過去 12，3 万年間での上限レベルでなくてはならない。そもそも「加速度計による強震観測は，日本国内では昭和２８年（１９５３年）から，米国カリフォルニアでは１９３０年代から開始されて」いるに過ぎないし（平成１９年５月の保安院の前記「震源を特定せず策定する地震動の考え方」)。特に日本で,強震動観測網が整備されたのは,平成７年（１９９５年）の兵庫県南部地震以降であって，特に気象庁一元化カタログと言われる微小地震データは，平成９年（１９９７年）以降のものしかないのである。要するに,もともと地震についての強震計による観測が始まってから,まだ８０年ほどしか経過していないし，詳細な地震記録は，もっと短い期間のものしかない。結局,「加藤ほか(2004)」も 1966 年以降の地震しか対象としていない。極めて頻度の小さい現象である地震の，30 年ほどの観測データからでは，もともと何らか科学的な明確かつ確実な意味を持つ結論を導くことは不可能である。

(2)　対象地震の選定と「震源を特定せず策定する地震動」の最大規模の推定

JNES は，上記報告書において，8 つの地震を選定し，それを 2 つのグループに分けて，検討している。下表のうち，赤枠で囲ったグループ１の地震とは,「基本的に震源を特定できない地震」であり，グループ２の地震とは,「明瞭な痕跡とみなすかどうか判読が難しく，意見が分かれている」地震である。

新耐震指針の解説においても,「「震源を特定せず策定する地震動」の策定方針については，敷地周辺の状況等を十分考慮した詳細な地震の全てを事前に評価しうるとは言い切れない」としているから，上記の「明瞭な痕跡とみなすかどうか判読が難しく，意見が分かれている」地震も，新耐震指針にいう「震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内地震」ではあると言うべきである。JNES が対象とした地震の中でもっとも大きな鳥取県西部地震について見れば，地震が起こるまで，断層があるとは思われていなかった。この地震やカリフォルニアの２地震について,「加藤ほか(2004)」は,「1983 年 Coalinga，1994 年 Northridge，および 2000 年鳥取県西部地震については，地震前に震源断層に対応する活断層が文献に記載されていなかったが，活褶曲構造等との関連により事

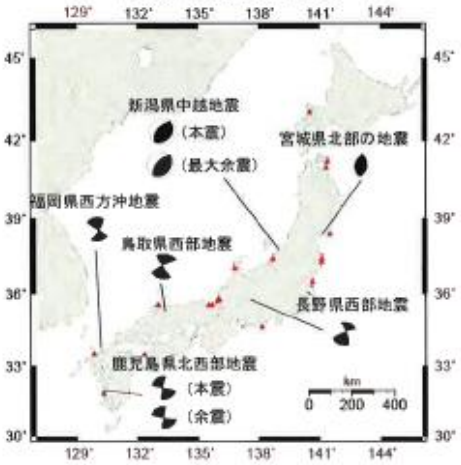
前に詳細な調査を行えば震源を特定可能と判断した。」として，対象にはしなかった。しかし，起こってみてから精査したら，わかったはずだという，この後講釈的見解では，少なくとも原子力施設の安全性は到底確保できないし，事前に確実にみながそこに活断層があると認めるかにも，疑問がある。とりわけ，原子力事業者は，活断層の存在を認めたがらないという傾向も指摘しておく必要がある。したがって，「判読が難しく意見が分かれている」地震もまた，新耐震指針の考え方からすれば，震源を特定せず策定する地震動の基礎となるべき地震動とすべきこととなる。

表1 震源を特定せず策定する地震動で対象とする地震の諸元

グループ1(図1参照)
グループ2

観測地震	Year	グループ	種別	M_J	Depth(km) ※1 JMA ※2 F-net	観測点	対象Vs (km/s)	Xsh (km)
長野県西部地震	1984	1	横ずれ	6.8	2 ※1	高根第一ダム	−	23.6
						奈川渡ダム	−	32.9
鹿児島県北西部地震（本震）	1997	1	横ずれ	6.6	8 ※2	鶴田ダム	−	4.6
鹿児島県北西部地震（余震）	1997	1	横ずれ	6.4	11 ※2	鶴田ダム	−	9.1
宮城県北部の地震	2003	1	縦ずれ逆断層	6.4	5 ※2	MYGH01(仙台)	3.30	21.7
						MYGH11(河北)	2.66	9.1
鳥取県西部地震	2000	2	横ずれ	7.3	11 ※2	SMNH01(伯太)	2.70	6.1
						TTRH02(日野)	1.50	2.6
						賀祥ダム	−	2.4
新潟県中越地震（本震）	2004	2	縦ずれ逆断層	6.8	5 ※2	NIGH11(川西)	0.85	8.9
						NIGH12(湯之谷)	0.73	9.5
新潟県中越地震（最大余震）	2004	2	縦ずれ逆断層	6.5	11 ※2	NIGH11(川西)	0.85	11.1
						NIGH12(湯之谷)	0.73	11.2
福岡県西方沖地震	2005	2	横ずれ	7.0	5 ※2	FKOH03(宇美)	3.10	27.5
						SAGH04(東背振)	2.90	36.7

〔観測地震の震源位置〕



ちなみに，JNES は，このデータによって，その後，確率論的ハザード評価手法を用いるとして，「加藤ほか（2004）の応答スペクトルは・・・JNES による超過

確率別スペクトルの 10 の 4 乗から 10 の 5 乗の範囲にある」としている。しかし，JNES が，確率論的手法によって導き出した超過確率別スペクトルなるものは，基礎となったデータが，確率を論ずるに足りるほどの多数のデータに基づくものではありえない。確率論的手法も，本来，確かな確率を導くには，多数のデータがなければならないから。この示された「確率」は，極めて誤差の大きな確率でしかない。特に地震は，時としてけた違いに巨大な現象を引き起こすことは，東北地方太平洋沖地震がはっきりと示してしまった。たかだか 80 年ほどの知見で，1 万年に１回（10 の－４乗），10 万年に１回（10 の－5 乗）の現象の確率を出すなど，できるはずのないことである。何 10 年単位で起こることがないわけではないものの，一般的には何百年，何千年，何万年あるいは何 10 万年というスパンで生起する現象，それが地質現象なのである。このような長期のスパンで生起する地震,津波という自然現象の確率を求める方法論を,われわれ人類は持っていない。もしそれでも確率を出したいというのなら，新指針の考え方からしても，「確率」自体の「不確かさ」，より厳格に言えば,「確率」の誤差も，同時に示さない限り，誤った結論を導くこととなってしまうはずであるが，この程度のデータで,「確率の誤差」を評価すること自体，不可能である。

こうして JNES は，震源を特定せず策定する地震動の最大地震として，横ずれ断層では鳥取県西部地震のＭｊ7.3，逆断層では新潟県中越沖地震（本震）のＭｊ6.8 を採用する。その上で，JNES は，基礎となったデータが少ないことを補完するためとして，次の５項に述べるような断層モデルによる方法を採用している。

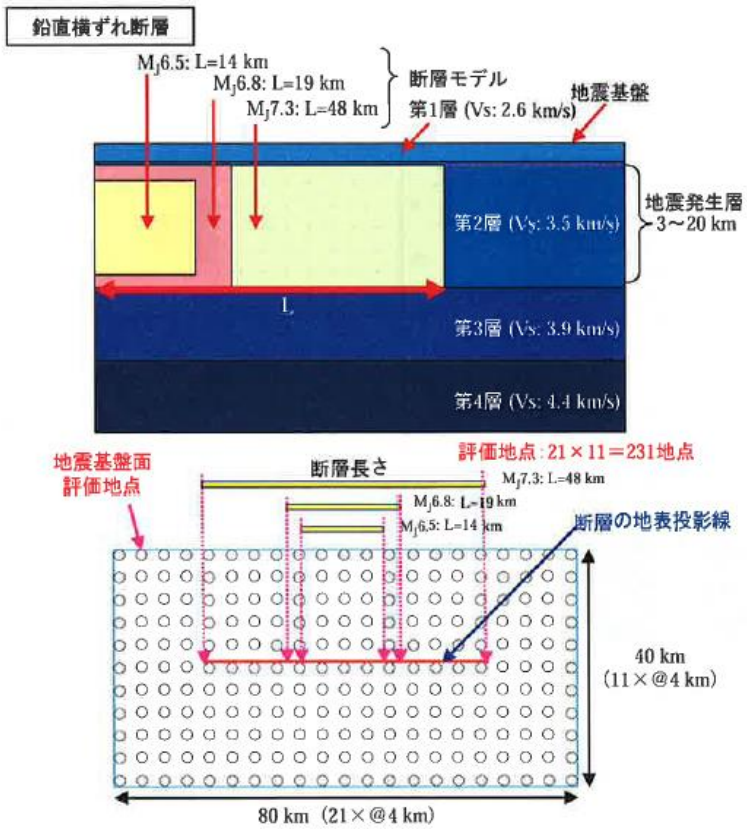
JNES のこの整理は，わずかな期間のわずかなデータからの検討によるものであって，それで十分とは言えず，実際にはさらに大きな規模の地震が「基本的に震源を特定できない地震」,「明瞭な痕跡とみなすかどうか判読が難しく，意見が分かれている地震」として，発生しうることが否定できない。すなわち，ここにも極めて大きな不確かさがあるのであって，JNES の検討は，この点の不確かさについて言及のないところに，極めて大きな問題がある。この点に不確かさの存在することは否定しようがないが，一方で，データが少なすぎることなどからの，この不確かさの評価自体が不可能という重大な問題がある。原発の耐震設計で,「不確かさの考慮」は，必ずすべきものであるが，一方で，詳細なデータが，ほぼ 1997

年以降のものでしかないことなどから，「不確かさの考慮」が本来不可能という，本質的な問題を，原発の耐震設計がはらんでいることは，忘れてはならない。原発の耐震設計には克服不可能な重大な問題がある。

5　震源を特定せず策定する地震動についてのJNESによる断層モデルでの評価

(1)　JNESによって行われた断層モデルによる方法とその結果

JNES は，縦ずれ断層についてはＭｊ6.8，横ずれ断層についてはＭｊ7.3 の地震を採用し，これについても断層モデルによる方法で，評価をした。横ずれ断層についての断層のモデルは次のとおりであった。上図は立面図で，下図は平面図である。



JNES は，M7.3 の横ずれ断層による地震について，長さ 48km の断層を設定し，周辺 211 ヶ所で地震動評価を断層モデルによる方法で算出している。
その結果が次の図である。

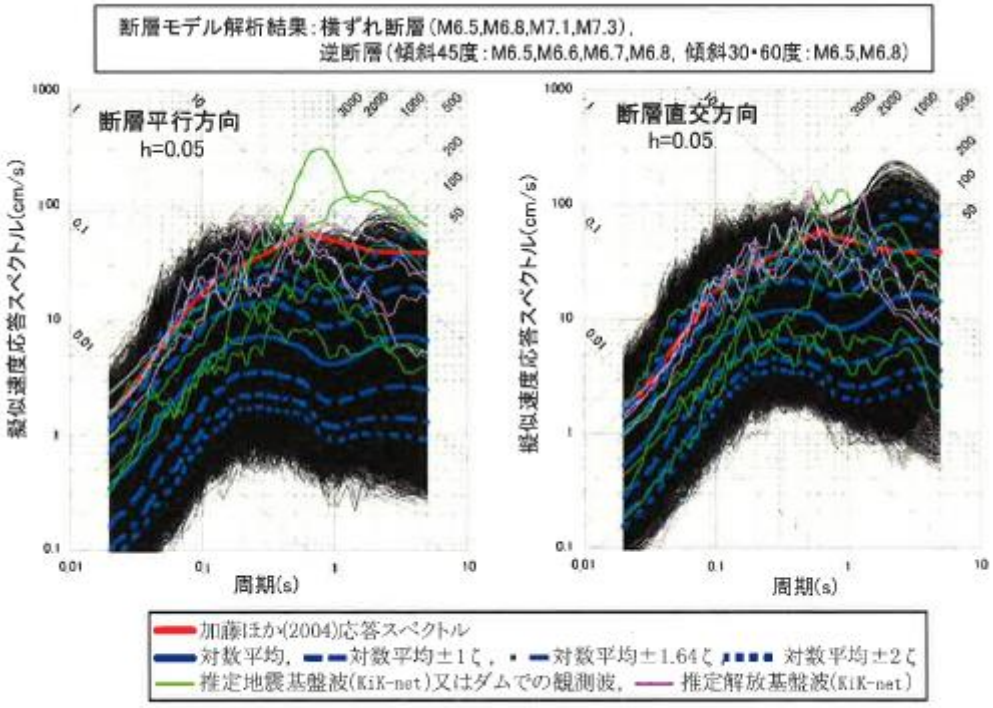


図8　断層最短距離20km以内の観測記録及び断層モデルによる応答スペクトル及び統計量

この図からして，JNES の行った作業の結果，「震源を特定せず策定する地震動」は，周期 0.1 秒前後の短周期の応答スペクトルで 5000 ガル程度にまで達してしまっている。

しかし，この JNES の作業の結果について，「加藤ほか(2004)」の応答スペクトルを大きく上回ってしまったという結果について，JNES は，

> その際，設定した地震動を超過する地震動の発生確率を JNES による超過確率別スペクトル（例えば目安値 10 の－4 乗程度）と比較するとともに，超過する地震動を発生させている震源断層の条件を検討して地震動レベルの妥当性を判断する。ミニマムリクワイアメントとしての位置付けから，地震動を最大包絡する考え方は採らない。

とする。

JNES は，「震源を特定せず策定する地震動」が，全プラント共通に設定するものであるから，ミニマムリクワイアメント（最低限の要求）で足りるとされ，出された結果を包絡する線ではなくても良いとした。

その上で，

加藤ほか（2004）による応答スペクトルは，断層からの最短距離が 10km 以内の応答スペクトルの対数平均＋ζ（信頼度 84%）程度，20ｋｍ以内の応答スペクトルの対数平均＋1.64ζ（信頼度 95%）程度に対応し，JNES による超過確率別スペクトルの 10 の－4 乗から 10 の－5 乗の範囲にある。

として，結局，明言はしていないものの，「加藤ほか(2004)」の応答スペクトルを支持するという結論となっている。

(2)　JNESの説明の欺瞞性

しかし，JNES の検討では，多数の小さな地震と合わせることによって，横ずれ M7.3 の地震の希薄化が行われている。

まず，指摘しておかなければならないことは，この図が，マグニチュード 7.3 の横ずれ断層による地震の他に，M6.5，6.8，7.1 の横ずれ断層による地震や，M6.5，6.6，6.7，6.8 で，傾斜角も 30°，45°，60° の逆断層による地震も合わせた図であるということである。

そこで「(対数) 平均」と言っているものも，これらの全部の断層モデルを合わせた平均ということになる。このことは，少なくとも JNES が最も大きい地震と考えているM7.3 の地震での結果を薄めてしまうこととなる。

本来，この作業で，行わなければならないのは，M7.3 の横ずれ断層地震だけであり，仮にプラスするとしても，M6.8 の逆断層地震だけで良いはずである。どうして小さな規模の地震をこれだけ多数一緒にし，足し合わせて平均値を下げなければならないのか。その例の取り方も恣意的で，そうなら，もっともっと多数の，さらに小さな地震も合わせても良いこととなってしまう。実際には極めて多数発生する微小地震が②の「基本的に震源を特定できない地震」のほとんどであるから，その考え方であれば，極めて小さい微小地震を多数加えるのが公平であろう。しかし，そのような微小地震を多数合わせてしまえば，微小地震が平均的な地震となってしまい，平均像としては，体感できない地震動にしかなりようがないことになってしまう。さすがにそこまでは JNES もできなかったが，このやり方は，あまりに恣意的に過ぎ，公正な評価とは到底認められない。

そして，JNES は，このような結果を出しながらも，「全プラントに共通」とい

う理由で,「ミニマムリクワイアメント」だから，結論的に「加藤ほか(2004)」の応答スペクトルで良いとしている。

しかし，問題は，JNES の結果を示している図に記載された１本１本の線が，実は，全て，ある評価地点の地震動を示しているものだということである。もし，「加藤ほか(2004)」のスペクトルをはみ出した評価地点のものは，考慮の対象に入れずに排除するなら，要するに一群の評価地点はなかったこととするということにほかならない。それは，具体的には，断層の周辺に敷地があるとき，特に断層の直交方向の近くに評価地点（すなわち原発の敷地）があるときは，考慮の対象外とするということを意味する。しかし，もともと，敷地の直近，直下のどこに断層があるかわからないから，このような作業をしたはずである。横ずれ断層 M7.3 の断層が直近，直下に走行していることは考えず，離れたところに走行している場合だけを考慮するのであれば，震源を定めない地震として最も原発に危険性の高い地震を想定した作業の目的に反することとなる。

以下に述べるように,「ミニマムリクワイアメント」などという言い訳は，全く意味不明であり,「加藤ほか(2004)」の応答スペクトル自体が,「最低限の要求」ではないものとして策定されたものなのである。

JNES は「全プラントに共通するものであるからミニマムリクワイアメントで良いとして，最大の値を取る必要がなく，平均的値で考えればよいとしていたが，そもそも，地震活動には，①事前に判明している地表の断層の，その地下に広がる震源断層面の活動に由来する地震と，②地表に現れない断層の活動に由来して起こる地震（基本的に震源を特定できない地震）や，③地震が起こるまで，そこに断層があるとは思われておらず，あるいは断層があるか否かで意見が分かれていて，事前に震源を特定することが困難な地震とがある。

このうち，①の地震については，活断層の位置を調査することで，どの場所で地震が起こるのか，ある程度特定することができるのに対し，②及び③の地震については，どのような場所で地震が起こるのかが，事前には分からないということとなる。

この②及び③の地震が「震源を特定せず策定する地震動」であり，原発のように，万が一にも苛酷事故を起こしてはならない施設について，耐震設計をするに当たっては，原発施設にもっとも大きい影響を与える場所，すなわち，施設の直

近・直下で，事前に判明していない断層による地震が起こるものとして考慮する必要がある。

このような観点から，前記の JNES の作業は行われたはずである。にもかかわらず，最低限の要求で良いとの理由で，この地震動を切り下げるなら，何のための「震源を特定せず策定する地震動」なのか。それでは，どこかの原発では，切り下げた地震動以上の地震動に襲われる可能性を否定できない。

また信頼度 84%というのは，16%が，その値を超えてしまうことを意味している。このような値では，到底安全性は確保できるはずがない。

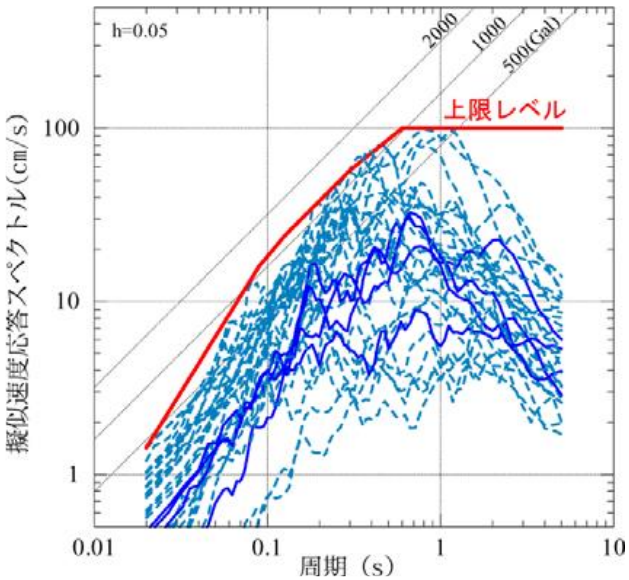
JNES は，全プラントに共通に設定するものだから，としてこれを正当化しようとしている。しかし，全プラントに共通に設定することが，なぜ 84%の信頼度で良いということにつながるのか。そもそも JNES の断層モデルは，全プラントのどこでも起こりえるものだからとして設定したのではなかったのか。直下地震を想定するということは，どこでもその程度の地震は起こりうるということを前提としていたのではなかったか。

全プラントに共通に設定するからとして，「最低限の要求」でよしとするのは，プラントごとに異なる値になるときに，全プラント共通の基準としては，最低限のレベルとならざるをえないということを意味する。それ以外に，全プラント共通だから最低限の要求となるという根拠を見出すことは不可能である。しかし，ここで JNES の行っているのは，決してプラントごとに異なる値を求めるという作業ではない。行っているのは，全プラントに共通の断層モデルによる手法での「震源を特定せず策定する地震動」の算出である。そこに，全プラント共通だから，最低限の要求で良いとする根拠は見いだせない。したがって，全プラントに共通に設定するということが，信頼度 84%程度で良く，16%の事象が起こったとしても仕方ないとする理由となるという論理は，明らかに破綻した論理である。

もし，JNES の言うように，全プラントに共通であるから，最低限の要求を満たすものであれば良いと言うなら，個別のプラントでは，さらにより厳しい想定が必要とならなければならない。「震源を特定せず策定する地震動」（直下地震）は，まず全プラントに共通の最低限のものを考え，さらにその上で，各プラントごとに，より厳しいものを考えるということになるはずである。しかし，新指針は，そのようには規定していないし，どこのプラントでもそのような作業はしていな

い。すなわち，新指針は，「最低限の要求」ではなく，どのプラントでも，それさえ満たせば直下地震の想定として十分なものを考えている。だから，新指針は，共通に定めた応答スペクトルのほかに，個別に検討することを求めてはいない。

振り返ってみるならば，複数の地震動を包絡するように引かれた「加藤ほか(2004)」の応答スペクトルは，そこまで考慮すれば，どのプラントでも，直下地震の想定として十分な共通の応答スペクトルだとされていたはずである。念のため，「加藤ほか(2004)」の応答スペクトルを見れば，次のとおりである。



ここでは，「加藤ほか(2004)」の応答スペクトルには，明確に「上限レベル」と記載されている。図を見ても，赤線は，まさしく全ての地震動を包絡している「上限レベル」であり，最低限の要求などというものではありえない。そして，新指針の「震源を特定せず策定する地震動」の規定の前提に，この「加藤ほか(2004)」のスペクトルがあったことも明らかである。

新耐震指針制定当時はまだ「加藤ほか(2004)」の応答スペクトルが不十分なものとは考えられていなかった。ところが，その後，この応答スペクトルの問題点が指摘され，そのため JNES が，新たな検討を行ったところ，断層モデルによる方法で，「加藤ほか(2004)」の応答スペクトルより，大幅に大きな値が出てしまったのである。この断層モデルによる方法での，「加藤ほか(2004)」の応答スペクトルを大幅に超える値が算出される前に，「震源を特定せず策定する地震動」として採用された「加藤ほか(2004)」の応答スペクトルが，最低限の要求を満たすだけの

ものなどと考えられていなかったことは，明らかである。「震源を特定せず策定する地震動」が「最低限の要求」でしかないなどという言い分は，このとんでもなく大幅な「加藤ほか(2004)」のスペクトル超過という事態を受けて，JNES が初めて言いだしたことでしかない。

そもそも，なぜ，「加藤ほか(2004)」の応答スペクトルでなければいけないのか。「加藤ほか(2004)」の応答スペクトルが不十分なものであることは JNES も認めざるをえなくなっている。もし「震源を特定せず策定する地震動」とは全プラント共通の「最低限の要求」だとするなら，不十分な「加藤ほか(2004)」の応答スペクトルとは無関係に策定するのが当然の理であるはずである。しかし，JNES の行っていることは，単に不十分な「加藤ほか(2004)」の応答スペクトルでも構わないと言っているだけでしかない。これがなんで「震源を特定せず策定する地震動」として妥当なのかは，一切，論じられていない。積極的に，「加藤ほか(2004)」の応答スペクトルこそが，「震源を特定せず策定する地震動」としてとるべきものだとする根拠はどこにもないのである。なぜ「加藤ほか(2004)」の応答スペクトルが「震源を特定せず策定する地震動」なのか。JNES が，根拠が崩れてしまったこの応答スペクトルに固執する理由は何か。

JNES のこの点についての論理は，完全に破綻していると言わざるをえないのである。

念のため，さらに JNES が言及する，超過確率別スペクトルについて見るなら，この超過確率別スペクトルなどという確率的手法を採るには，地震動についての知見は余りに少なすぎる。確率を出すためには，データが相当数に達しなければ，出された確率は，いい加減なものでしかない。「大数の法則」は，データが大きくなれば，一定の値に収束していく法則であるが，「大きな数」になって初めて確率は意味を有するものとなる。しかし，この超過確率自体が，誤差の評定をできないほどの，極めて大きな誤差を含むものとなっており，この方法論で，原発の安全性を議論すること自体，誤りである。

６　規制委員会の考え方

平成２５年（２０１３年）７月８日，新審査基準である「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則」及び「実用発電用原

子炉及びその付属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則の解釈」が施行された。このうち，審査基準を具体的に規定するのは，後者の「解釈」であるが，この「解釈」は「震源を特定せず策定する地震動」について別記２「第４条（地震による損傷）５三において，次のとおり規定する。

上記の「震源を特定せず策定する地震動」は，震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し，これらを基に，各種の不確かさを考慮して敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定すること。

この規定は，「震源近傍における観測記録を収集し，これらを基に・・・応答スペクトルを設定して策定する」とするものであるが，決して，収集した観測記録そのものを，そのまま「震源を特定せず策定する地震動」とすると規定するわけではなく，「これらを基に・・・応答スペクトルを設定して策定する」としているのみである。そこで問題は，観測記録を基にどのように策定するかであるが，この規則の解釈は，そこまでは規定していない。

次に，この規則及び規則の解釈のもとの内規である，「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」（甲Ｄ２６）の総則の中の 1.2 用語の定義には，下記のとおり規定されている。

（６）「震源を特定せず策定する地震動」とは、敷地周辺の状況等を十分考慮した詳細な調査を実施しても、なお敷地近傍において発生する可能性のある内陸地殻内の地震の全てを事前に評価しうるとは言い切れないことから、敷地近傍における詳細な調査の結果にかかわらず、全ての敷地（対象サイト）において共通的に考慮すべき地震動であると意味付けた地震動をいう。

すなわち，「震源を特定せず策定する地震動」は，敷地近傍においてどんなに詳細に調査しても，発生する可能性のある内陸地殻内地震の全てが事前に評価しうるとは言い切れないために策定するものとされている。

また，４．震源を特定せず策定する地震動の項には

4.1　策定方針

（１）「震源を特定せず策定する地震動」は、震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、これらを基に各種の不確かさを考慮して敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定されている必要がある。

とされ，さらに

4.2　地震動評価

4.2.1　検討対象地震の選定と震源近傍の観測記録の収集

（１）震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内の地震を検討対象地震として適切に選定し、それらの地震時に得られた震源近傍における観測記録を適切かつ十分に収集していることを確認する。

（２）検討対象地震の選定においては、地震規模のスケーリング（スケーリング則が不連続となる地震規模）の観点から、「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」を適切に選定していることを確認する。

（３）また、検討対象地震の選定の際には、「事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震」についても検討を加え、必要に応じて選定していることを確認する。

とされたうえで，その解説では

〔解説〕

（１）「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」は、断層破壊領域が地震発生層の内部に留まり、国内においてどこでも発生すると考えられる地震で、震源の位置も規模もわからない地震として地震学的検討から全国共通に考慮すべき地震（震源の位置も規模も推定できない地震（Mw6.5 未満の地震））であり、震源近傍において強震動が観測された地震を対象とする。

（２）「事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震」は、震源断層がほぼ地震発生層の厚さ全体に広がっているものの、地表地震断層としてその全容を表すまでには至っていない地震（震源の規模が推定できない地震（Mw6.5 以上の地震））であり、孤立した長さの短い活断層による地震が相当する。なお、活断層や地表地震断層の出現要因の可能性として、地域によって活断層の成熟度が異なること、上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布する場合や地質体の違い等の地域差があることが考えられる。このことを踏まえ、観測記録収集対象の地震としては、以下の地震を個別に検討する必要がある。

①　孤立した長さの短い活断層による地震

②　活断層の密度が少なく活動度が低いと考えられる地域で発生した地震

③　上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布する地域で発生した地震

とした上で

その収集対象となる地震の例として，次の１６の地震を挙げる。

表-1　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	2008/06/14, 08:43	Mw6.9
2	2000年鳥取県西部地震	2000/10/06, 13:30	Mw6.6
3	2011年長野県北部地震	2011/03/12, 03:59	Mw6.2
4	1997年3月鹿児島県北西部地震	1997/03/26, 17:31	Mw6.1
5	2003年宮城県北部地震	2003/07/26, 07:13	Mw6.1
6	1996年宮城県北部(鬼首)地震	1996/08/11, 03:12	Mw6.0
7	1997年5月鹿児島県北西部地震	1997/05/13, 14:38	Mw6.0
8	1998年岩手県内陸北部地震	1998/09/03, 16:58	Mw5.9
9	2011年静岡県東部地震	2011/03/15, 22:31	Mw5.9
10	1997年山口県北部地震	1997/06/25, 18:50	Mw5.8
11	2011年茨城県北部地震	2011/03/19, 18:56	Mw5.8
12	2013年栃木県北部地震	2013/02/25, 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	2005/04/20, 06:11	Mw5.4
15	2012年茨城県北部地震	2012/03/10, 02:25	Mw5.2
16	2011年和歌山県北部地震	2011/07/05, 19:18	Mw5.0

しかし，まず「観測記録」は，実際に観測された記録であるが，観測するための機器である強震計が，全ての地震動をカバーできるほど配置されているわけではない。したがって，観測記録だけでは，全く不十分なものでしかない。後述する平成１６年（２００４年）留萌支庁南部の地震では，断層面の延長上に観測点があったために，極めて大きな地震動を観測した。しかし，このようなことは極めて稀であり，多くは，断層面からある程度離れた地点での観測記録でしかない。だからこそ，JNES の前記報告書の「要旨」で

加藤ほか（2004）の課題としては，調査した震源を事前に特定できるとした地震の周辺活断層との関連付けの根拠が明確でないこと，対象とした地震及び震源近傍の地震動観測記録が少なく，地震動の上限レベルの規定の根拠が明確ではないこと等が挙げられた。

しかも，新規制基準として策定された「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」（甲Ｄ２６）では，この収集対象となる内陸地殻内の地震の例として挙

げるものを見れば，上記のとおり平成９年（１９９７年）3 月の鹿児島県北西部地震から，平成２５年（２０１３年）栃木県北部地震までの１６地震が取り上げられているだけでしかない。

わずか 17 年間の地震の観測記録だけで，「震源を特定せず策定する地震動」を決めようとしているのである。これは平成７年（１９９５年）の兵庫県南部地震以降に，強震計が数多く設置されるようになったからのことであるが，要するに観測記録はごくわずかしかないのに，その観測記録だけで，「震源を特定せず策定する地震動」を決めようと言うのである。このようなわずかな記録で，たとえば過去１０００年，１万年，１０万年の間の「震源を特定せず策定する地震動」の参考となる地震動の最大値を知ることなど不可能である。

確かに，現時点で，発生した地震の詳細な情報の得られている，「震源を特定せず策定する地震動」の基礎となる地震は，わずかしかない。問題は，そこから，どうやって，真に上限となる「震源を特定せず策定する地震動」を策定するかである。この点について「解釈」も「審査ガイド」も「収集された観測記録を基に」としているだけであるから，この収集された観測記録を「基に」どのようにして，「震源を特定せず策定する地震動」を策定するかが問題となるのである。

間違っても，収集された観測点での地震動自体（あるいはその地点での地表近くでの地震動増幅を取り除いた「はぎとり波」自体）を「震源を特定せず策定する地震動」としてはならない。そこで，やはり JNES の行った作業や，後述する留萌支庁南部地震から導かれるＭw6.5 未満の地震での最大地震動を検討することにならざるをえないのである。

ところで，上記のように，規制委員会は，「震源を特定せず策定する地震動」を２つに分け，１つを

（１）「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」は、断層破壊領域が地震発生層の内部に留まり、国内においてどこでも発生すると考えられる地震で、震源の位置も規模もわからない地震として地震学的検討から全国共通に考慮すべき地震（震源の位置も規模も推定できない地震（Mw6.5 未満の地震））であり、震源近傍において強震動が観測された地震を対象とする。

とし，もう１つを

（２）「事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震」は、震源断層がほぼ地震発生層の厚さ全体に広がっているものの、地表地震断層としてその全容を表すまでには至っていない地震（震源の規模が推定できない地震（Mw6.5 以上の地震））であり、孤立した長さの短い活断層による地震が相当する。なお、活断層や地表地震断層の出現要因の可能性として、地域によって活断層の成熟度が異なること、上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布する場合や地質体の違い等の地域差があることが考えられる。このことを踏まえ、観測記録収集対象の地震としては、以下の地震を個別に検討する必要がある。

① 孤立した長さの短い活断層による地震
② 活断層の密度が少なく活動度が低いと考えられる地域で発生した地震
③ 上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布する地域で発生した地震

とする。

これは，JNES の前記したグループ１の地震，「基本的に震源を特定できない地震」と，グループ２の地震「明瞭な痕跡とみなすかどうか判読が難しく，意見が分かれている」地震にほぼ相当し，グループ２については，それをさらに詳細にしたと言えるものである。

ちなみに，上記の②は，鳥取県西部地震を想定しているものであり，③は岩手・宮城内陸地震を想定しているが，島崎邦彦規制委員会委員によれば，②に該当とされる島根県西部地震は，活動性が小さい地震ではなく，1000 年間に１度のM7の地震を発生させる日本でもっとも活動度の高い活断層に対応するとされている（「科学」2013 年 4 月号掲載論文「地域と活断層：その関係を捉え直す」p450)。したがって，この鳥取県西部地震は，単に「明瞭な痕跡とみなすかどうか判読が難しく，意見が分かれている」地震として分類すべきものであり，その点からすると規制委員会の分類よりは JNES の分類の方が，正しい分類と言うことができる。

この２つのグループの地震を参照した「震源を特定せず策定する地震動」は，２つ目のグループについては，鳥取県西部地震を取り上げた JNES の作業によるものを採用すべきであり，一方，「地表地震断層が出現しない断層」（基本的に震源を特定できない断層）については，後述の留萌支庁南部地震から，導かれる地震動が，重要となる。

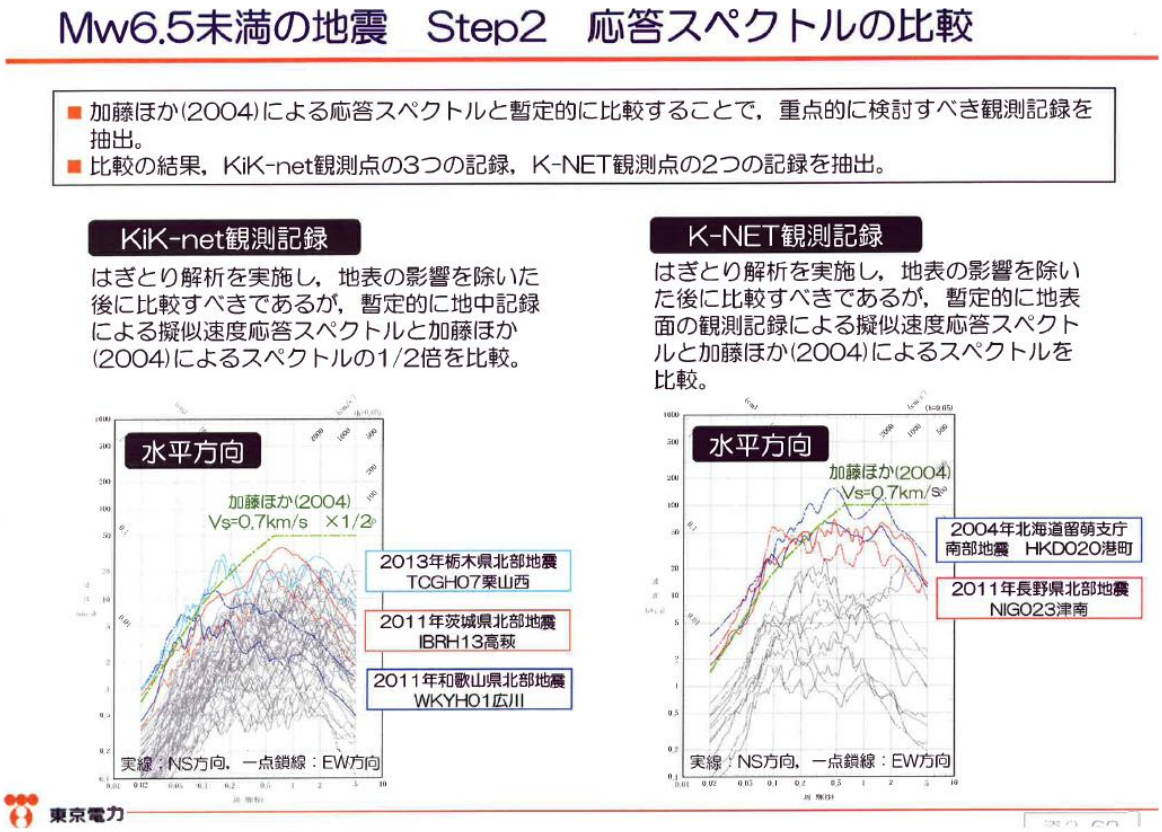
７　「震源を特定せず策定する地震動」にも不確かさの考慮が必要

強震動予測レシピには大きな不確かさが，各 step で存在することは，すでに詳細に論じた。上記のＪＮＥＳの作業は，述べたとおり，この強震動予測レシピ（入

倉レシピ）を用いてなされたものであり，（一部+σ程度の考慮はされているが）基本的には平均像によるものである。たとえばアスペリティの面積比にも不確かさが存在することも考慮する必要がある。また，グリーン関数の不確かさも考慮しなければならない。また、この断層モデルを用いた手法自体、極めて大きな誤差があって、原発の耐震設計には使いようのない、実用性に欠ける手法であることも述べたとおりである。これらの点についての不確かさも考慮することが必要であるが、ＪＮＥＳでは、こうした不確かさの考慮はされていない。この点を考慮すれば、さらに大きな地震動となることは確実である。

８　Ｍｗ６．５未満の１４地震から留萌支庁南部の地震を選定した過程での問題点

「柏崎刈羽原子力発電所（６号機及び７号機）申請　基準地震動の策定について　平成２７年１月６日　東京電力株式会社」によれば、１４地震中、加藤ほか（２００４）による応答スペクトルと比較することにより、以下の５地震の記録を抽出したという。



その上で、さらに留萌支庁南部地震を除く４地震については、地盤情報が不十

分でモデルが構築できないとし排除し、結局、留萌支庁南部地震のみの考察をするにとどめたとした。

Mw6.5未満の地震　Step3　記録の分析

- 抽出した観測点及び記録について分析を実施し，分析状況及び課題を整理。
- 解放基盤表面相当の地震動が推定されており，現時点で反映可能な観測記録は，2004年北海道留萌支庁南部地震のHKD020港町観測点で得られた記録の佐藤ほか(2013)によるはぎとり波の推定結果である。

地震名		2011年 長野県北部地震	2011年 茨城県北部地震	2013年 栃木県北部地震	2004年 北海道留萌支庁南部地震	2011年 和歌山県北部地震
発震日時		2011.03.12　03:59	2011.03.19　18:56	2013.02.25　16:23	2004.12.14　14:56	2011.07.05　19:18
観測点 赤：KiK-net 青：K-NET		NIG023津南	IBRH13高萩	TCGH07栗山西	HKD020港町	WKYH01広川
地盤モデル	使用モデル	・地盤情報が乏しくモデルが構築できない	・地表及び地中観測記録に基づく地盤同定モデル	・地表及び地中観測記録に基づく地盤同定モデル	・電中研ボーリング等に基づく地盤モデル	・地表及び地中観測記録に基づく地盤同定モデル
	既往の知見との整合性	・地盤モデルに係る既往の知見が無い。 ×	・KiK-net地盤データと整合しない ×	・KiK-net地盤データと整合しない ×	・微動探査による地盤データと整合 ・知見で指摘されている特性に係るデータを解析に反映 ○	・KiK-net地盤データと整合しない ×
	更なる知見収集・検討事項	・地質調査，微動探査等による地盤情報の取得 ・地盤モデルの構築	・地盤モデルの改良 ・知見で指摘されている特性（非線形性）の影響の評価	・地盤モデルの改良 ・知見で指摘されている方位依存性の影響の評価	－	・地盤モデルの改良 ・知見で指摘されている特性（非線形性）の影響の評価
はぎとり解析	解析手法	・地盤モデルが構築できないため，解析できない	・線形解析	・線形解析	・非線形性を考慮した等価線形解析	・線形解析
	精度	・はぎとり解析手法の適用性が不明 ×	・はぎとり解析手法の適用性が不明 ×	・はぎとり解析手法の適用性が不明 ×	・観測事実と整合 ・観測事実の再現性が確認されている震源・地盤モデルによる評価結果と整合 ○	・はぎとり解析手法の適用性が不明 ×
	更なる知見収集・検討事項	・地表観測記録の再現解析 ・解析手法の適用性の確認，必要に応じた改良	・地表及び地中観測記録の再現解析 ・解析手法の適用性の確認，必要に応じた改良	・地表及び地中観測記録の再現解析 ・解析手法の適用性の確認，必要に応じた改良	－	・地表及び地中観測記録の再現解析 ・解析手法の適用性の確認，必要に応じた改良
結果の信頼性		×	×	×	○	×

東京電力

他の電力会社も、全く同様の理由で、かつ同様の表を示して、留萌支庁南部地震のみの検討をしているが、わずか１つの地震の地震動の観測結果だけで、原発耐震設計上の重要な地震動を決めるというところに、極めて大きな問題があることは明らかである。

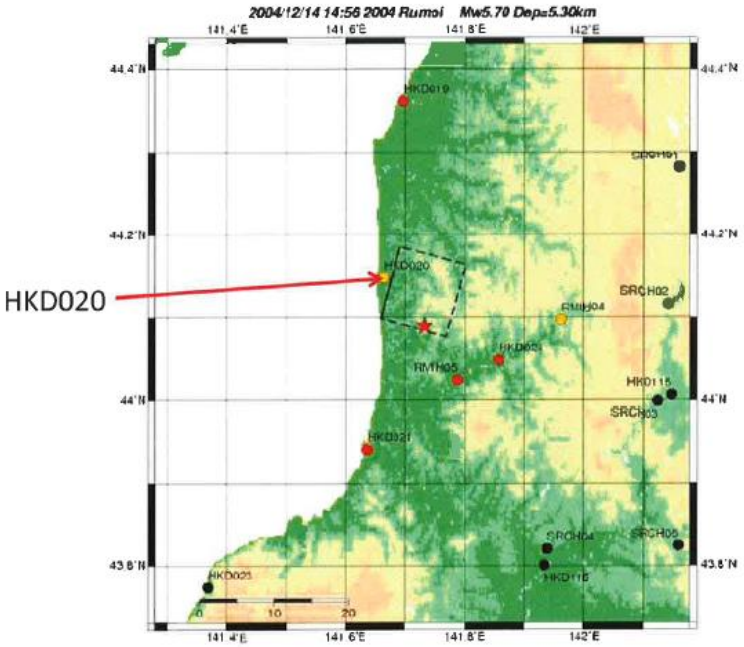
地盤情報については、さらに詳細に調査すれば良いのに、そのような作業はされておらず、漫然と留萌支庁南部地震のみを検討すれば良いとすること自体に、原発の安全性をないがしろにする電力会社の態度が、良く示されている。このようなことは許されず、仮に留萌支庁南部地震の地震動記録のみを用いるなら、さらに大きいな規模の地震が直下に発生したとき、どこまでに地震動が達するかを考察すべきは、当然である。これを行おうとせずに基準地震動を設定した被告をはじめとする電力会社の基準地震動が過小となっていることは明らかである。

なお、留萌支庁南部地震のみを基礎として策定する「震源を特定せず策定ｓ地震動」が、後述する「認識論的不確定性」からして、大きな不確かさを考慮す

べきことは、当然のことである。

９　2004年留萌支庁南部の地震

(1) 2004年留萌支庁南部地震の概要

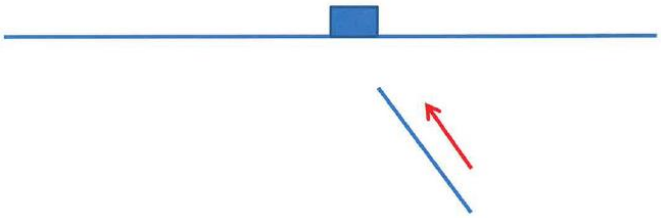


「震源を特定せず策定する地震動について」原子力規制委員会平成 25 年 3 月 25 日

平成１６年（２００４年）留萌支庁南部地震は，規模もＭｗで 5.7（Ｍｊで 6.1）という比較的小規模の地震でありながら，断層面の延長上に極く近い観測点（HKD020）で，1000 ガル超という地震動を観測した（甲Ｄ２７「震源を特定せず策定する地震動　計算業務報告書」，平成 23 年 3 月（財）地域地盤環境研究所）

なぜこのような大きな地震動を生じたかについては，破壊伝播効果（NFRD 効果，下図のように，破壊伝播方向に観測点があるとき，破壊伝播の方向と地震動の進行方向が同じために地震動が重なって増幅する効果）によるものとされている。実際，上の地図を見ても，断層面の延長に極めて近くに観測点がある。赤丸と黄丸は，観測点を表しているが，観測点の配置の密度を見れば，このような地表面にある断層の極く近くに観測点があることが極めてまれなことであることが一目

瞭然である。



(2) 留萌支庁南部地震の地震動

HKD020 観測点での応答スペクトルは，次のとおりであった（上記計算業務報告書)。

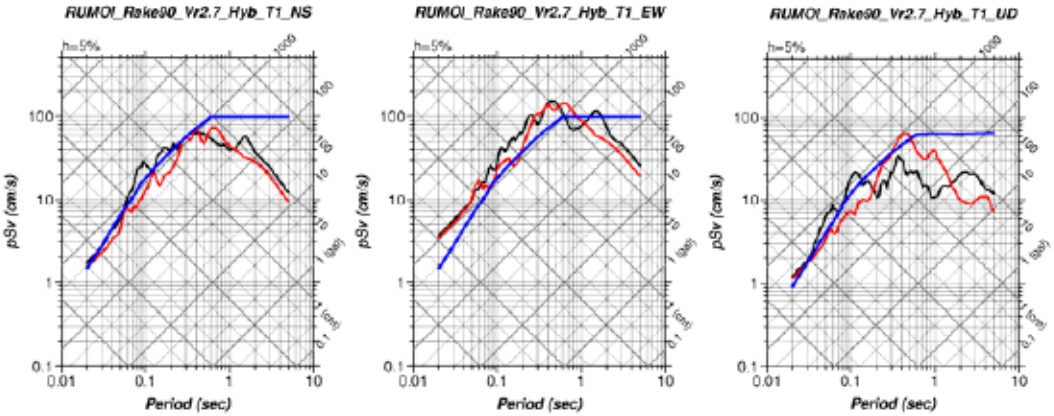


図 2.2-3(2)　HKD020 におけるハイブリッド波形（赤）と観測波形（黒）による疑似速度応答スペクトルの比較（青：加藤スペクトル）
左：NS、中：EW、右:UD

左下から右上にひかれた直線が，加速度応答スペクトルの目盛であり，青線が加藤ほか（2004）の応答スペクトルである。加藤ほか（2004）の応答スペクトルは，周期 0.1 秒から 0.5 秒の短周期で，1000 ガルを少し超える程度となっているが，特に中央の東西成分の図で，黒線の観測波形は，大幅に加藤ほか（2004）のスペクトルを上回っている。

わずかＭｗ5.7 の地震で，とりわけ原発にとって厳しい，周期 0.1 秒から 0.5 秒の短周期で，加藤ほか（2004）の加速度応答スペクトルの２倍に及ぶ地震動を実際に観測したのである。

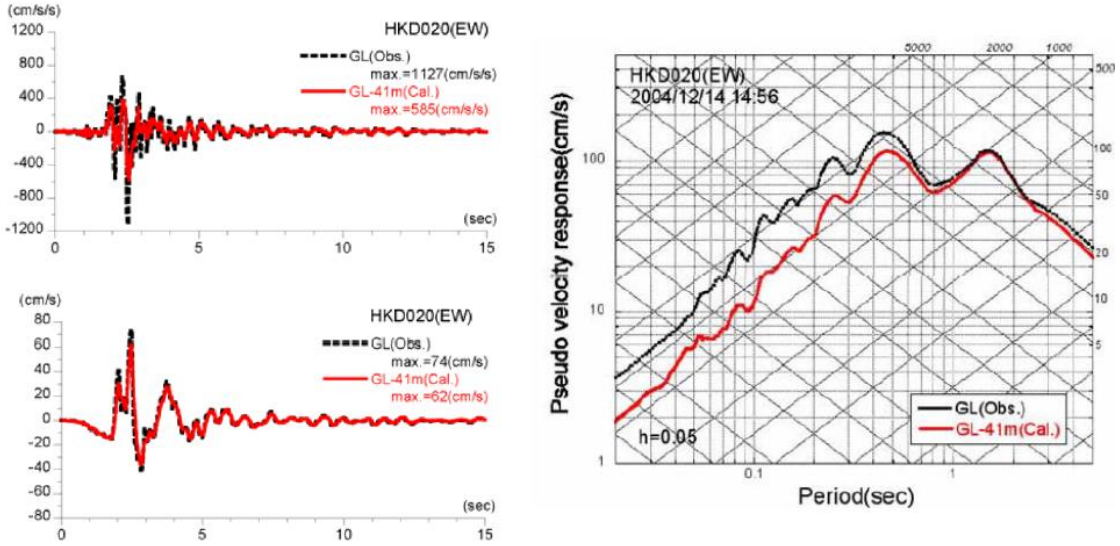
(3) 地盤による地震動の増幅

この強い地震動の原因について，佐藤（2013）は，特に地表から１３ｍまでは岩盤は亀裂が多く，岩盤が６ｍまでの地盤が脆いとし，そのため，地震動が増幅するとして，４１ｍまでの地層を除去したときのはぎとり波が次のようになるとした。

佐藤他(2013)によるHKD020観測点の基盤地震動評価

第59回審査会合 資料3に加筆修正　48

■等価線形解析により、地表観測記録（EW成分）から深さ41mでの基盤地震動を評価した。
■はぎとり結果は、最大加速度が585Galとなっており、地表観測記録の約1/2となった。



甲Ｄ２８「高浜発電所・大飯発電所　震源を特定せず策定する地震動について　平成２５年１２月２５日」

この赤線が，はぎ取り波である。地震動は 585 ガルであり，応答加速度（右下から左上に伸びる斜線）でみると，周期 0.2 秒から 0.5 秒という原発にとって危険な短周期で，一部 1500 ガルを超えるほどに達しており，おおむね 1300 ガル以上となっている。この応答加速度は，加藤ほか（2004）の応答スペクトルが 1000 ガル超程度であることを考えると，相当に大きな値である。

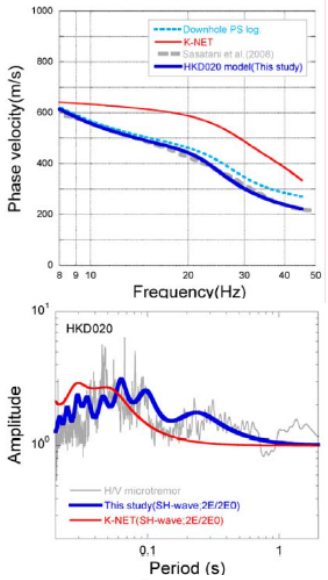
ちなみに，地表深さ 6mまでの地盤が弱いとする図は次のとおりである。

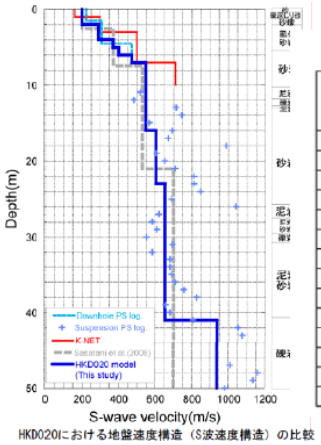
佐藤他(2013)によるHKD020観測点の物理探査

第59回審査会合
資料3に加筆修正

45

■ ダウンホール法によるPS検層結果のVsが500m/s以下の深さ6mまでのS波速度を、笹谷ほか(2008)による位相速度を説明できるように若干修正し、HKD020の地盤モデルを作成した。
■ HKD020の地盤モデルによるSH波の理論増幅特性の卓越周期は、微動H/Vスペクトルの卓越周期と周期0.02秒程度のごく短周期までよく対応。K-NET地盤情報によるSH波の理論増幅特性は、微動H/Vスペクトルの卓越を説明できない。
■ 以上から、本研究によるHKD020の地盤モデルは、より妥当なモデルであると結論付けられる。





HKD020における地盤速度構造（S波速度構造）の比較

HKD020における地震動評価モデル

上面深度 (m)	P波速度 Vp(m/s)	S波速度 Vs(m/s)	密度ρ (10^3kg/m^3)	層厚 H(m)	減衰定数 h	非線形特性
0	457	200	1.90	0.5	0.02	砂
0.5		200	2.00	0.5	0.03	礫混じり砂
1		200	2.00	1.0	0.02	礫1
1.5	952					
2		290	2.00	1.0	0.01	礫2
3		290	2.00	1.0	0.01	風化砂岩1
4		370	2.00	1.0	0.01	風化砂岩2
5		400	2.00	1.0	0.01	風化砂岩2
6	1722	473	2.00	1.0	0.01	—
7		549	2.00	9.0	0.01	—
16		604	2.06	7.0	0.01	—
23	2215	653	2.06	18.0	0.01	—
38						—
41		938	2.13	—	0.01	—

甲Ｄ２８　「高浜発電所・大飯発電所　震源を特定せず策定する地震動について　平成２５年１２月２５日」
http://www.nsr.go.jp/activity/regulation/tekigousei/data/0063_07.pdf

しかも，この地震動が，わずかMw5.7 の地震でもたらされたことが大きな問題である。上のはぎ取り波に原子炉施設が耐えられたとしても，それはわずかMw5.7 の地震に耐えられるというだけでしかない。

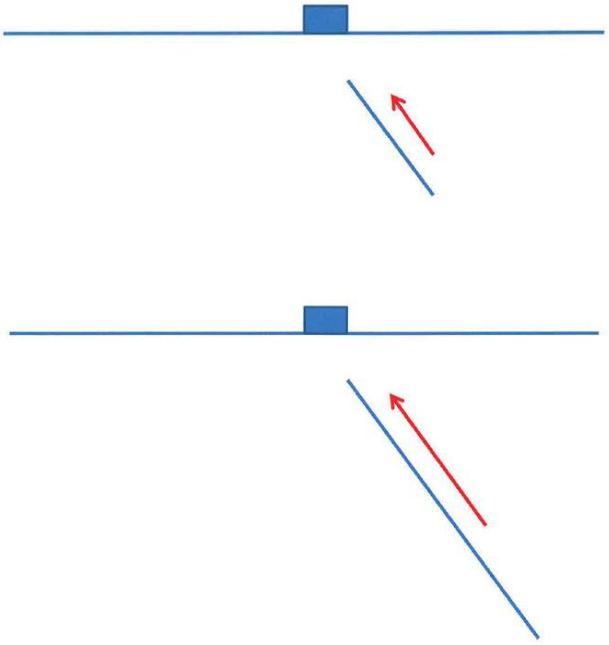
前記の「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」の「4.2　地震動評価」「4.2.1 震源近傍の観測記録の収集と検討対象地震の選定」の中の「解説」では,「地表地震断層が出現しない可能性のある地震」を前記のように次のように説明する。

〔解説〕

（１）「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」は、断層破壊領域が地震発生層の内部に留まり、国内においてどこでも発生すると考えられる地震であり、震源の位置も規模もわからない地震として地震学的検討から全国共通に考慮すべき地震（震源の位置も規模も推定できない地震（Mw6.5 未満の地震））である。

このように新規制基準は,「震源の位置も規模も推定できない地震」をＭｗ6.5 未満の地震としているが，Ｍｗ6.5 の地震は，Ｍｗ5.7 の地震の 16 倍のエネルギーを有する地震である。

地震の規模が大きくなれば，地震波は，さらにたくさん重なる。そして，破壊伝播効果は，より大きくなることは明らかである。

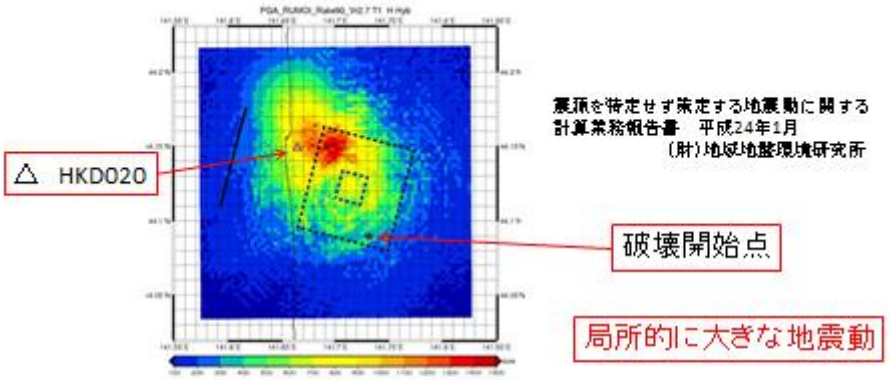


そうであれば，問題は，このＭｗ6.5 未満の地震が，破壊伝播効果（NFRD 効果）のもたらされるような位置で発生したときに，最大限どこまでの地震動が敷地を襲うかである。

このような地震はまさしく「直下地震」である。直下地震は，直下ではない地震に比べ，破壊伝播効果（NFRD 効果）により，格段に大きな地震動を敷地にもたらす。したがって,「震源を特定せず策定する地震動」の中の，特に「地表地震断層が発生しない可能性のある地震」の想定では，直下地震発生のときの地震動だけを問題にすれば足り，他の想定を考える必要はない。

(4) HKD020の観測点の地震動は，留萌支庁南部地震の最大地震動ではない

留萌支庁南部地震で,地震動がどのように分布していたかを検討したものが,下図である。



(1)PGA 分布（△：HKD020 地点，☆：破壊開始点）

実際には、アスペリティ面積比も小さかったとしている

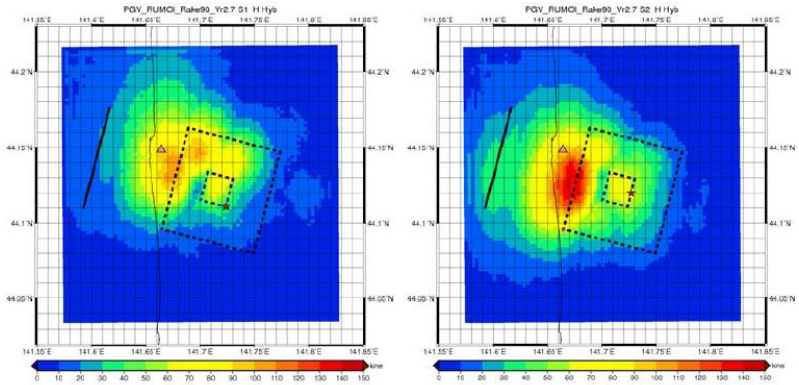
HKD020の観測結果も、留萌支庁南部地震の最大地震動ではない

最大地震動は観測記録の1.5倍程度以上

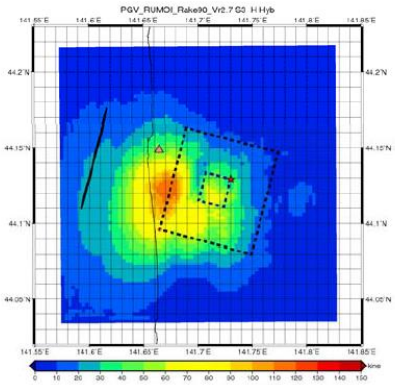
これは,（財）地域地盤環境研究所の検討結果であるが，この報告書は規制委員会のホームページに掲載されているものである。

これを見れば，留萌支庁南部地震の地表での地震動のうち，HKD020 の観測点の地震動は，同地震の最大地震動ではないことが明らかである。もっとも，上記のような局所的地震動分布の中で,たまたま HKD020 での地震動が最大地震動となる可能性は，もともとほとんどない。すなわち，同地点の地震動は，決して留萌支庁南部地震の地震動の最大値ではありえないことが確実である。

では，最大地震動は，HKD020 での観測値をどれだけ上回るか。この点について，この報告書は，いくつものシミュレーションを行って検討している。そのうち、破壊開始点をＳ１、Ｓ２、Ｓ３の３点に変えたものが次のものである。



PGV 分布(S1 破壊)　　PGV 分布(S2 破壊)

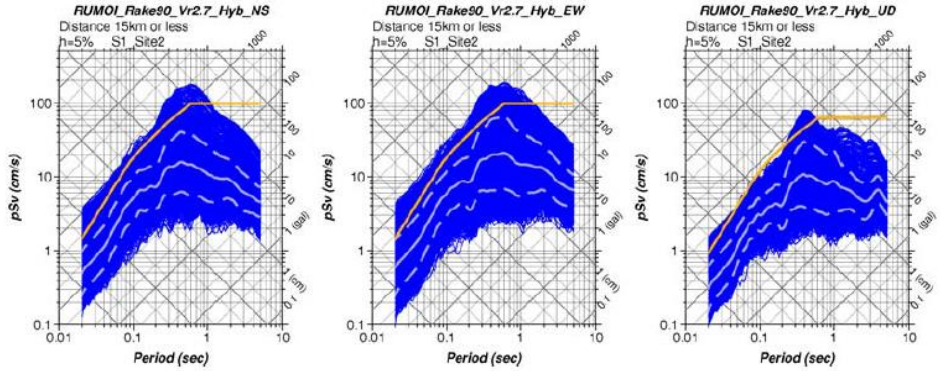


PGV 分布(S3 破壊)

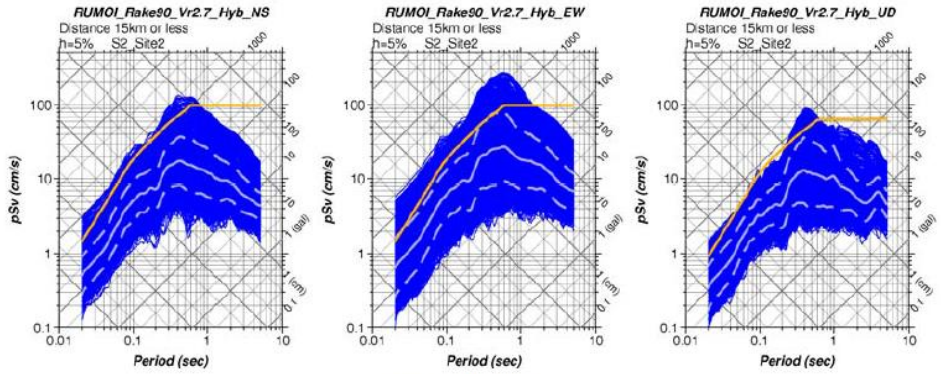
図 2.3-6　rake 角 90 度における破壊開始点（S1，S2，S3）を変えた PGV 分布
（△：HKD020 地点，☆：破壊開始点）

そして、その応答スペクトルは次のようになっている。

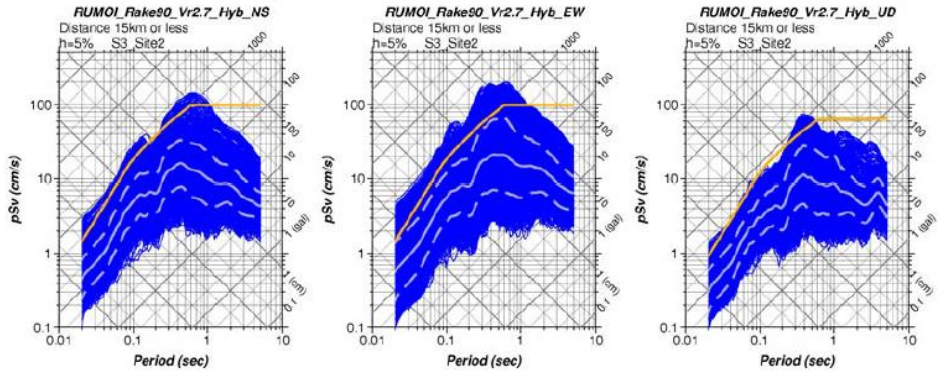
これらは、２０ｋｍ四方程度を計算領域として、面的地震動評価を行ったものであり、下図の青い領域が、多数の地点を重ね合わせて描かれたものである。また下図の赤い線が、加藤（２００４）のスペクトルの線であり、その左端で右上から左下に至る線（目盛）で読めば、多数の計算地点の中の地震動そのものの最大値が読み取れる。



PSV(S1 破壊)



PSV(S2 破壊)



PSV(S3 破壊)

図 2.3-7　rake 角 90 度における破壊開始点（S1，S2，S3）を変えた
疑似速度応答(PSV)スペクトル。左から NS，EW，UD。

これによれば，留萌支庁南部地震の最大地震動は，おおむね HKD020 での観測値の２倍弱程度に達している（Ｓ２破壊の中央のもの、ほぼ２０００ガル弱となっている)。

(5)　少なくともMw6.5が想定されるべき

Ｍｗ5.7 の地震で。これほど大きな地震動をもたらしたのであれば，Ｍｗ6.5 未満の地震では最大どこまで大きな地震動が来るのかは，誰でもただちに抱く，極めて素朴な疑問である。この素朴な疑問に，答えるようなものでなければ，原発の地震動想定，耐震設計は成り立ちようがない。

そこで，まずＭｗ5.7 の地震とＭｗ6.5 の地震を入倉レシピ（強震動予測レシピ）の計算式を用い，エクセルで計算すると次のとおりである。

断層面積S	地震モーメントMo	平均応力降下量	アスペリティの応力降下量	モーメントマグニチュードMw
60.483679	4.46684E+24	2.31337E+22	1.05153E+23	5.7
381.62621	7.07946E+25	2.31337E+22	1.05153E+23	6.5

このように，Ｍｗ5.7 の地震の断層面積は，60.5 ㎢，Ｍｗ6.5 の地震の断層面積は，381.6 ㎢となり，これを平方根すれば，1 辺の長さが出る。それは，Ｍｗ5.7 の地震の断層面は 7.78 ㎞，Ｍｗ6.5 の地震の断層面は 19.5 ㎞で，Ｍｗ5.7 の地震の断層面の１辺の長さの 2.5 倍となっている。そうすると，地震波の重なりはおおよそ 2.5 倍とみるのが素直な見方であり，地震動は 2.5 倍余分に増幅する。

一方，壇ほか（2001）の関係式

$$A = 2.46 \times 10^{10} \times \left(M_0 \times 10^7\right)^{1/3}$$

地震調査委員会強震動予測手法（レシピ）（11）式

によれば，短周期レベルはＭｏの 1/3 乗に比例する。この関係式は，Ｍｏと短周期レベルＡとの平均的な関係を示す関係式であり，Ｍｏが大きくなれば面積も大きくなる前提での式である。この式によれば，Ｍｗが 0.8 大きくなれば，Ｍｏは 16 倍になるから 16 の 1/3 乗＝2.52 倍，短周期レベルが大きくなることを導く。求めるのがＭｗ6.5 未満の地震での最大地震動ということからしても，2.52 を若干小さくした 2.5 倍が，やはりこのＭｗが 0.8 未満大きくなったときの増幅の程度ということになる。

(6)　試算

「震源を特定せず策定する地震動」が「全国どこでも起こる可能性のある地震」であり，留萌支庁南部地震がそのような地震だとされていること，そうだとすれば留萌支庁南部地震の最大地震動を想定すべきである。そして，留萌支

庁南部地震の最大地震動は，少なくとも現実に観測記録の 1.5 倍程度～２倍以上の地震動が発生している。

そうすると，留萌支庁南部地震で HKD020 の観測点で観測された地震動から地表の地盤の影響を計算上取り去ったとされる地震動 609 ガルの 1.5 倍ないし 2 倍以上の地震動を，まずは想定しなければならない。1.5 倍だとして 913 ガル，2 倍だとして 1218 ガルであるが，それ以上の地震動となることも想定する必要がある。

さらに，留萌支庁南部地震がわずか Mw5.7 の地震でしかなく，Mw6.5 未満だったらどこまでの地震動となるかも検討する必要がある。Mw0.8 の差は，Mo で 15.85 倍の差となる。それに壇ほか（2001）の式

$$A = 2.46 \times 10^{10} \times \left(M_0 \times 10^7\right)^{1/3}$$

を当てはめてみる。

そうすると，短周期レベル A は，2.51 倍となることが分かる。

これは Mw5.7 の地震と Mw6.5 の地震を平均的地震像どうしで比べた場合であるが，留萌支庁南部地震の最大地震動を HKD020 観測点の 1.5 倍として，Mw6.5 の地震の地震動計算をすると，それだけで，

609×1.5（観測点を超える地震動の発生）×2.5　＝　<u>2280 ガル</u>

となる。

なお、609 ガルは、高浜原発・大飯原発の基準地震動策定において、関西電力が、浅い地盤での減衰定数に若干の不確かさを考慮したとして算出した値である。関西電力は、その値にさらに余裕を持たせて 620 ガルとしており、この値が、ほぼ全国の原発共通の「震源を特定せず策定する地震動」の値となっている。

もっとも，留萌支庁南部地震の断層モデルでは，入倉レシピからＭw5.7 の地震での断層面積を導いて出している。繰り返し述べているとおり，入倉レシピは，地震の平均像を前提している。

上記の 2280 ガルは，断層面積と Mo との関係では平均的な地震であった留萌支庁南部地震を，平均像のまま大きくした場合の数字でしかない。

では，平均像を超えた地震の場合，どうなるのか。

留萌支庁南部地震と震源断層面の面積が同じで

Moが平均的値の4倍の場合の地震動

Moが4倍になれば応力降下量も4倍
短周期地震動も4倍

⇒609×1.5×4　＝　3654ガル

短周期地震動4倍はMwで＋0．4
⇒5．7＋0．4＝6．1　（Mw6．1の地震でしかない）

さらに＋0．4してみる

同じ断層面積でも，既往最大で Mo は平均的値の 4 倍程度となる場合がある。そうすると，短周期地震動も，そのまま 4 倍となるというのが，入倉レシピの示すところであるから，もたらされる地震動は 3654 ガルとなる。しかし，これもまだ Mw6.1 の地震でしかないから，さらに＋M0.4 とすると次のとおりとなる。

壇ほか（2001）の式（短周期レベルAとMoとの関係）

$$A = 2.46 \times 10^{10} \times \left(M_0 \times 10^7\right)^{1/3}$$

Mw＋0．4は、Moで＋4倍
4の1/3乗（＝1．59倍）できいてくる（上の壇ほか（2001）の式）

⇒609×1.5×4×1.59　＝　5810ガル

結論　留萌支庁南部地震の知見からすれば
少なくとも　5800ガル

仮にMoが平均像の4倍ではなく10倍だったら（Mw6．36程度）
609×1.5×10＝9130ガル
9130ガル　⇒9000ガル超程度
さらに＋Mw0．14⇒10500ガル程度は考える必要！

結論としては，少なくとも，5800 ガルの地震動を想定すべきこととなる。

もっとも，同じ断層面積でも，すでに見たとおりさらに大きな Mo となる可能性があり，それを平均的値の 10 倍とするなら，10500 ガルという大きな地震動となる可能性があることとなる。

ちなみに、Ｍｗ５．７の地震とＭｗ６．５未満ぎりぎりの地震とを比べると、地震のエネルギーとしては、Ｍｏを見ることになるからＭｗ６．５ぎりぎりの地震はＭｗ５．７の地震の１６倍であり、断層面積も極めて大きくなる。それに従って、地震の継続時間もずっと長くなる。地震の破壊力は、応答スペクトルのみで全てを記述できず、地震の継続時間も破壊力の要素となる。したがって、Ｍｗ６．５未満ぎりぎりの地震の方が、Ｍｗ５．７の留萌支庁南部地震より破壊力は相当に大きいと見るのが相当で、Ｍｗ５．７の留萌支庁南部地震程度の地震に耐えられるから良いという、現在の規制委員会や電力会社の考えかたは、その意味でも間違っていると言うべきである。

(7)　不確かさの考慮

審査ガイドは，また次のように規定する。

2.　基本方針

基準地震動の策定における基本方針は以下の通りである。

（３）「震源を特定せず策定する地震動」は、震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、これらを基に各種の不確かさを考慮して、敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定されていること。

したがって，「震源を特定せず策定する地震動」は，単に「観測記録」を収集しただけでは足らず，その上で，「各種の不確かさを考慮」することが必要とされている。「震源を特定せず策定する地震動」も一つの推定であり，推定には誤差があることからして，当然のことである。求められるのは，地表地震断層が生じない地震では，Mw6.5 未満の地震での最大地震動はどれだけかであるが，留萌支庁南部地震が Mw5.7 であることからして，それが Mw6.5 程度だったらどの程度の地震動となるかは，一つの「不確かさの考慮」となるはずである。また，留萌支庁

南部地震での最大地震動はどれだけかも，また「不確かさの考慮」となる。

この「不確かさの考慮」に「各種の」が付されたのは、次のような経過による。すなわち、新規制基準策定にあたって作られた「発電用軽水型原子炉施設の地震・津波に関わる新安全設計基準に関する検討チーム」の第７回会合（平成２５年１月２２日）において、藤原広行独立行政法人防災科学技術研究所社会防災システム研究領域領域長は、次のように発言している。

> 「「震源を特定せず策定する地震動」・・・のところに、「これらを基に、」の後に、「各種不確かさを考慮して」という言葉を追記していただいたほうがいいんじゃないのかと思っています。ここの各種不確かさというのは、・・・単なるモデルパラメータだけでなくて、これこそわからないところなので、わからなさかげんという認識論的なものとか、いろいろな不確かさを考慮してということをぜひとも入れていただきたいと思います。」

この発言を受けて、「各種の不確かさ」という文言が加わることとなったのである。この発言での「各種不確かさ」を、はぎとり解析の過程のものに限局するのは不可能である。

ちなみに、認識論的不確かさ（不確定性）については、次の高田教授の論文が参考となる。

東北地方太平洋沖地震直前の２０１１年２月４日、高田毅士東京大学大学院工学系研究科教授は、「原子力分野における耐震計算科学研究の果たす役割―認識論的不確定性の低減に向けて―

ccse.jaea.go.jp/ja/conf/workshop_22/Takada.pdf

において、「予想外の地震被害（無被害を含めて）が起きる度に、認識論的不確定性の存在を改めて知るのである。」と述べている。

そして、高田教授によれば、「認識論的不確定性」とは、「人間の持つ知識や情報の不足に起因する不確定性」であり、それに対置する「偶発的不確定性」とは「偶発事象であるが故にその不確定性を低減できない性質」のものとされる。

すなわち、ここでの「各種不確かさ」は、（観測記録が不十分などということによって）「認識が十分にできない」ことによる不確かさも考慮すべきだという意味で、この「各種の不確かさ」は規定された。単に、はぎ取り解析において、いくぶんか地震動を大きく推定したというようなものではなく、少なくとも、留萌支

庁南部地震の最大地震動がどれだけかなどというものは考慮すべきであるし、Ｍｗ６．５未満の地震の最大地震動がどれだけかも、「わからなさ加減」として考慮することも求められるはずである。それこそが、この文言を加えた理由であり、この規定の解釈は、そのようなものとならなくてはならない。

では，敷地直下の Mw6.5 未満の地震は最大限どこまでの地震動をもたらすか

壇ほか（2001）の式

壇ほか（2001）の式（短周期レベルAとMoとの関係）

$$A = 2.46 \times 10^{10} \times \left(M_0 \times 10^7\right)^{1/3}$$

Mw6.5の地震のMo(地震モーメント）はMw5.7の地震のMoの約16倍
（マグニチュードが0.2あがるたびにMoは2倍となる）
ただし正確には15.85倍

Moが15.85倍だと壇ほか（2001）の式によれば、Aは15.85の1/3乗倍
（1/3乗＝3乗根　1/2乗＝平方根＝ルート）

15．85の1/3乗　＝　2.51
Mw6.5未満の地震の最大地震動は、Mw5.7の地震の地震動の2.5倍となる

上の壇の式を簡略化すると次の式となる。

Ａ＝（定数）×（Ｍｏの１／３乗）

壇ほか(2001)の式によれば，Mw6.5 の地震の地震動は，Mw5.7 の地震の地震動の 2.51 倍となる。

地震動は留萌支庁南部地震の2．5倍として

609×　×1.5（観測点を超える地震動の発生）×2.5　＝　2280ガル
（短周期での応答スペクトル　1300×1.5×2.83　＝　4875ガル）

しかしこれは平均像でのものしかない

さらにたとえば、断層面積が平均的地震より小さいなど
平均像と異なる地震となる可能性も考える必要がある

(8)　Mw6.5未満の地震を想定することは仮想的か

現在、いくつかの訴訟で、電力会社は、Mw6.5 未満の地震を考えることは、仮想的であり、「震源を特定せず策定する地震動」ではそこまで考慮する必要がないと主張している。その根拠は、審査ガイドが「観測記録をもとに」策定することを求めているからという点だとされる。しかし、審査ガイドの求める「各種不確かさ」の考慮は、要するにデータが少ないことによる不確かさ（不確定性）の考慮を求めているものであるから、Mw5.7 の留萌支庁南部地震の観測値（しかも同地震の最大地震動ではない観測値）のみを考慮すれば足りるというのは、審査ガイドの規定に反していることが明らかである。Mw6.5 未満までの地表断層が現れない直下地震があることを認めている以上、認識論的不確定性を考慮するなら、留萌支庁南部地震を超える規模の地震が原発直下で発生した場合の地震動を検討すべきことは、当然のことである。また、そうでなければ、原発の安全性は確保できないことも明らかである。このMw６．５未満の地震を考えることが仮想的だとして否定する規制委員会も電力会社も、原発の安全性をないがしろにしているものとして厳しく断罪されなければならない。

また、電力会社は、「観測記録をもと」策定するものであるから、対象とされた地震の最大地震動を想定することも不要だと主張する。その根拠として、「震源を特定せず策定する地震動が、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動を補完するに」に過ぎないからだとも主張される。しかし、この主張は、そもそもなぜ「震

源を特定せず策定する地震動」を想定する必要があるかを忘れた議論である。原発の危険性に鑑みれば、「地表に断層が出現しない可能性のある地震」は、原発直下でもいる発生するかわからないという前提で、耐震設計をしなければならない。それが「震源を特定せず策定する地震動」を定めた理由であり、補完的とされたとすれば、それは「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」では不足する穴を埋めるためであり、それで「震源を特定せず策定する地震動」の重要性が減殺されるわけではない。Ｍｗ6.5 未満の地震で「地表に断層が出現しない可能性」があるなら、Ｍｗ6.5 未満でどこまでの地震動が想定されるか、どこまで大きな地震動が原発を襲う可能性がるかを考えるのが、この「震源を特定せず策定する地震動」を定めた目的に合致する。まして、観測記録だけを用いて、その地震の最大地震動がどれだけかを検討しないという理由はどこにも存在しない。「補完的」ということは、補完しなければ原発の安全性は確保できない（耐震設計にあいた穴が埋まらない）ということを意味しており、「補完的」だから重要ではないということにはならない。むしろ「補完」するものこそが、もっとも重要ともいえる。したがって、「補完的」か否かの議論は、何の実益もない議論であり、補完的であろうとなかろうと、最大限の直下地震の想定は必要か否かこそが、論ずべきことである。そうであれば、原発の安全性にとって、最大限の起こりうる直下地震を想定すべきことは、当然のことということとなる。

前記のＪＮＥＳの作業も、この考え方に基づくものである。電力会社や規制委員会の考え方は、ＪＮＥＳの作業が無意味なものだとするものであるが、むしろＪＮＥＳの作業の結果、極めて大きな地震動想定をすべきこととなってしまったので、これを否定するように「観測記録」のみを「震源を特定せず策定する地震動」とするようにしたものと解される。

問題は、Ｍｗ６．５未満までの地震が原発直下で発生するおそれが否定できないときに、その最大地震で、どこまでの地震動が原発を襲うかを想定すべきなのか、そのような想定は不要なのかである。そこまでの想定が必要だとするなら、そのときの最大地震動はどこまで達するのかは想定することが必要である。本書面での地震動算出やＪＮＥＳの作業が「仮想的」だとするなら、ではＭｗ６．５未満の最大地震動はどこまで達するかを示すことが必要である。それとも、Ｍｗ６．５未満まで達する直下地震の最大地震動がどこまで達するかを論ずる必要が

ないというなら（原発の安全性確保の観点からは、必ず必要であるが）、なぜこの点を論ずる必要がないかを明らかにすべきである。仮に、規制委員会が、そこまで求めていないとするなら、その規制委員会の規制では、十分な原発の安全性確保ができないということになるだけであり、少なくとも、原発の運転差止を求めるべきか否かを判断する、本訴訟において、参考にすべき意見ではない。すなわち、規制委員会委員長自身、新規制基準に合致していたからと言って、原発が安全だというわけではないと公言しており、そのことからすれば、規制基準に合致したからといって、原発の安全性が確保できるわけではなく、新規制基準の趣旨がどうかなどという議論は、本件において無用な議論となる。

また、そもそも「仮想的」とは何かも問題である。断層モデルに基づく手法で策定されるモデルは、現実に起こる地震のモデルとは異なる可能性は高く、それもまた「仮想」でしかない。すなわち、仮想的なモデルは全て排除すべきとすれば、断層モデルに基づく手法は、原発の地震動想定ではとるべきではないということにならざるをえない。仮に、Ｍｗ６．５未満の最大地震動をもたらす断層モデルを検討することが仮想的であるとするなら、それと敷地ごとに震源を特定して策定する地震動で用いられる「断層モデル」との比較で、どこか仮想的とされるのかも、明らかにする必要がある。結局、仮想的かどうかが問題なのではなく、原発の耐震設計に、何が想定されるべきかことが問われなければならないのである。

１０　2008年岩手・宮城内陸地震（震源を特定せず策定する地震動　Ｍｗ６．５以上のもの）

(1)　2008年岩手・宮城内陸地震を検討する理由

前記新規制基準の審査ガイドは、次のとおり規定している。

（２）「事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震」は、震源断層がほぼ地震発生層の厚さ全体に広がっているものの、地表地震断層としてその全容を表すまでには至っていない地震（震源の規模が推定できない地震（Mw6.5 以上の地震））であり、孤立した長さの短い活断層による地震が相当する。なお、活断層や地表地震断層の出現要因の可能性として、地域によって活断層の成熟度が異なること、上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布する場合や地質体の違い等の地域差があることが考えられる。このことを踏まえ、観測記録収集対象の地震としては、以下の地震を個別に検討する必要がある。

① 孤立した長さの短い活断層による地震
② 活断層の密度が少なく活動度が低いと考えられる地域で発生した地震
③ 上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布する地域で発生した地震

上記①から③までの３類型のうち、③は「上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布する地域で発生した地震」とされており、2008 年岩手・宮城内陸地震は、この③に該当する地震とされている。しかし、2008 年岩手・宮城内陸地震は、上部に軟岩や火山岩､堆積層が厚く分布する地域のみで発生する地震とする理由はない。したがって、大間原発においても、2008 年岩手・宮城内陸地震も検討する必要がある。

(2)　2008年岩手・宮城内陸地震の概要

北海道電力は、平成 27 年 3 月 20 日の「震源を特定せず策定する地震動（コメント回答)」において、これまで「震源を特定せず策定する地震動の評価の対象としてこなかった 2008 年岩手・宮城内陸地震も、観測記録収集対象となる地震として選定するとしたとしている。

２００８年岩手・宮城内陸地震は，次のような地震であった。

（甲Ｄ２９「泊発電所　震源を特定せず策定する地震動について(コメント回答)」平成 27 年 3 月 20 日　北海道電力）

まず、この地震による各観測点での地震動記録は次のとおりであった。

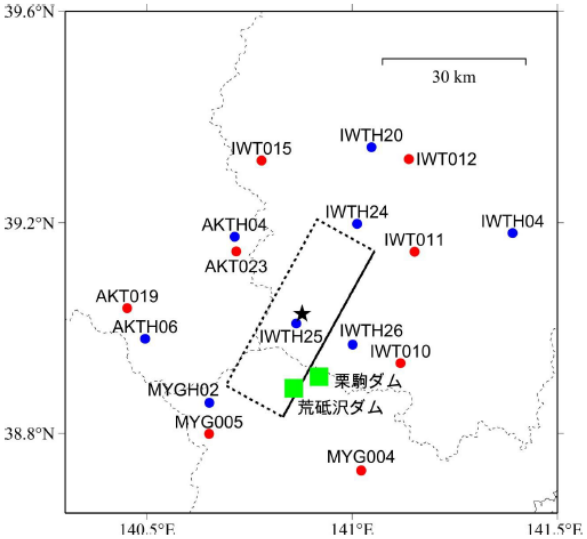
2. 地震観測記録の収集

18

地震観測記録の収集対象

●防災科学技術研究所のK-NET観測点およびKiK-net観測点のうち，断層最短距離30km以内の観測点を対象に収集する。（16地点）
●あわせて，本地震の震源近傍に位置している荒砥沢ダム，栗駒ダムの地震観測記録も収集する。（２地点）
（ダムの観測記録については，宮城県より受領）

2008年岩手・宮城内陸地震の震源位置と周辺観測点



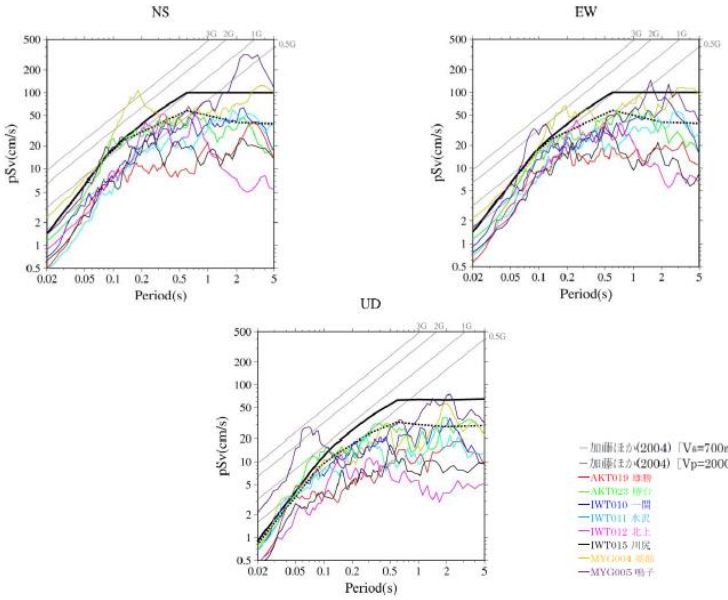
	観測地点名	
K-NET（8地点）	AKT019	雄勝
	AKT023	椿台
	IWT010	一関
	IWT011	水沢
	IWT012	北上
	IWT015	川尻
	MYG004	築館
	MYG005	鳴子
KiK-net（8地点）	AKTH04	東成瀬
	AKTH06	雄勝
	IWTH04	住田
	IWTH20	花巻南
	IWTH24	金ヶ崎
	IWTH25	一関西
	IWTH26	一関東
	MYGH02	鳴子
ダム（2地点）	-	荒砥沢ダム
	-	栗駒ダム

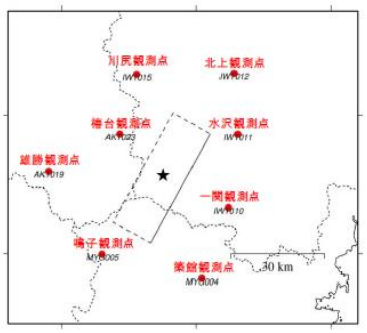
2. 地震観測記録の収集

20

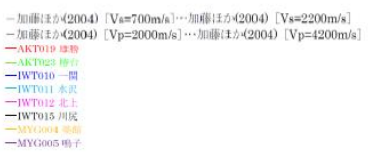
K-NET観測記録と加藤ほか（2004）との比較

●K-NET観測記録では，AKT023（椿台），IWT010（一関），IWT011（水沢），MYG004（築館），MYG005（鳴子）が加藤ほか（2004）の応答スペクトルを一部の周期帯で上回る。



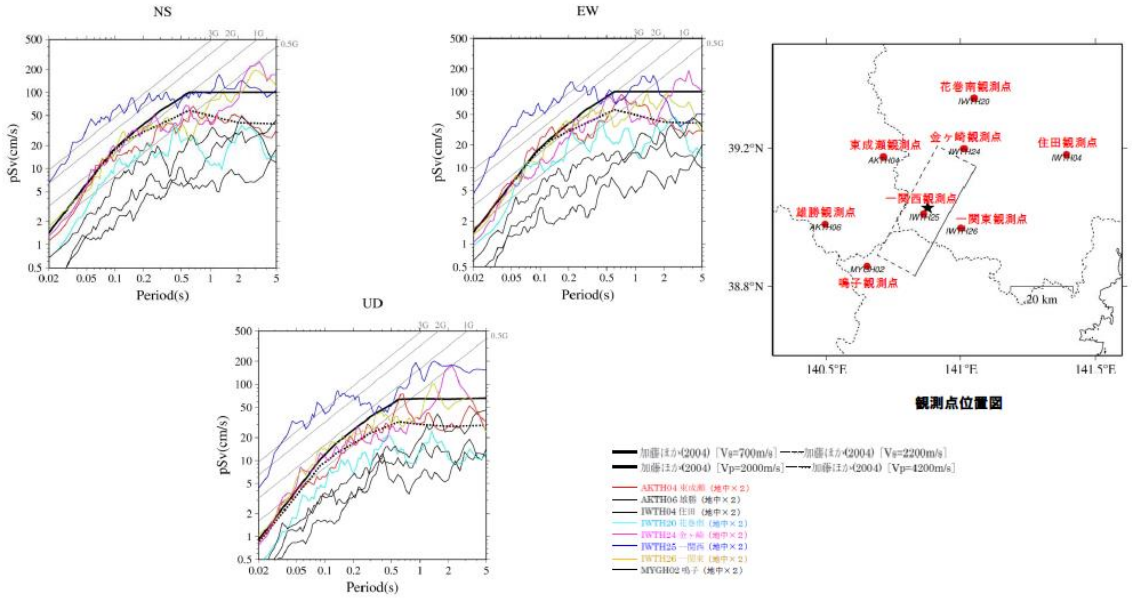


観測点位置図



KiK-net観測記録と加藤ほか(2004)との比較

●KiK-net観測記録(地中記録の2倍)では，AKTH04(東成瀬)，IWTH20(花巻南)，IWTH24(金ヶ崎)，IWTH25(一関西)，IWTH26(一関東)が加藤ほか(2004)の応答スペクトルを一部の周期帯で上回る。



この地震動記録の水平記録で、K-NET 鳴子観測点と築館観測点で、一部短周期で極めて大きな応答スペクトルとなっていること、また KIK-net 一関西観測点で、地震動自体としても２０４４ガル、周期 0.02 秒から００．３秒付近の短周期で、実に３Ｇから５Ｇ（３０００ガルから５０００ガル）という大きな地震動となっていることが分かる。

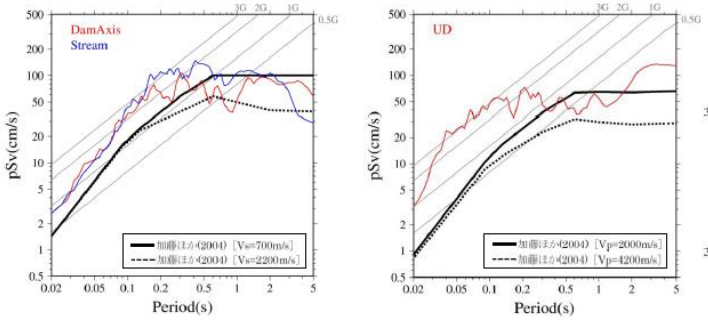
またその他、栗駒ダムととりわけ荒砥沢ダムでも次のとおり、大きな地震動が観測された。

2. 地震観測記録の収集

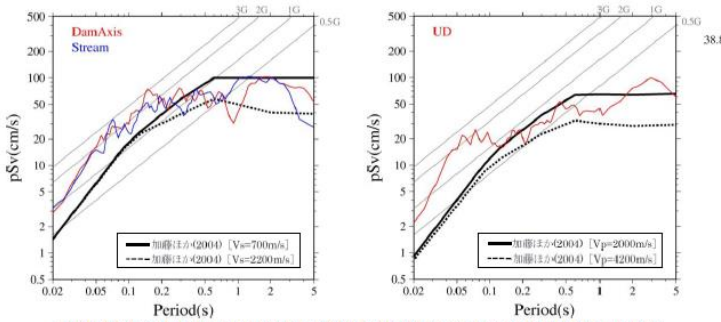
26

荒砥沢ダムの観測記録

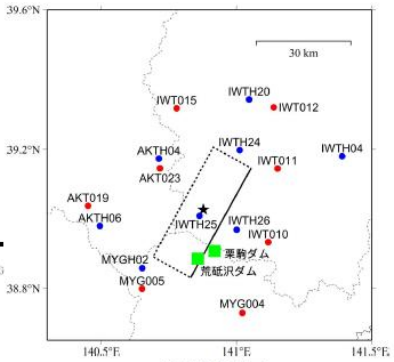
●荒砥沢ダムの観測点では，加藤ほか（2004）の応答スペクトルを一部の周期帯で上回る。



荒砥沢ダム［地山］観測点による応答スペクトルと加藤ほか（2004）による応答スペクトルの比較



荒砥沢ダム［監査廊］観測点による応答スペクトルと加藤ほか（2004）による応答スペクトルの比較



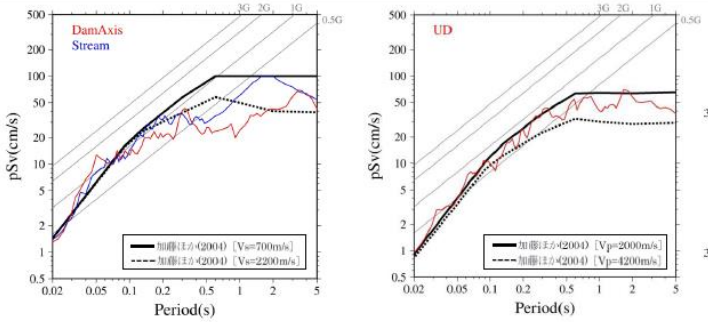
荒砥沢ダム位置

2. 地震観測記録の収集

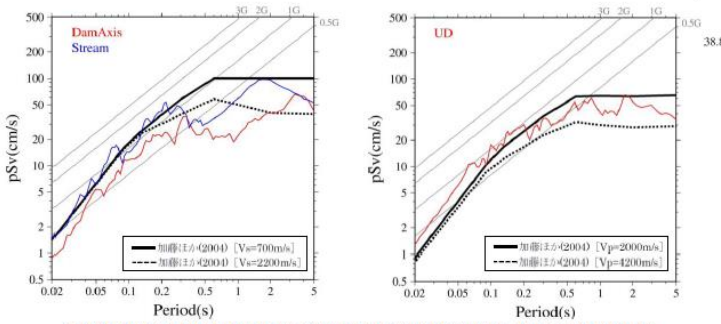
30

栗駒ダムの観測記録

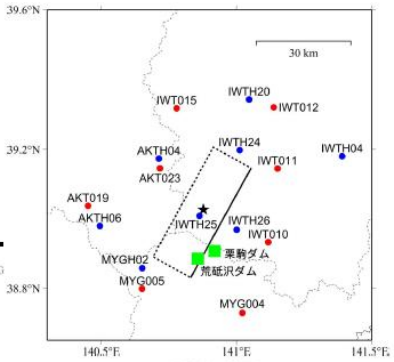
●栗駒ダムの観測点では，加藤ほか（2004）の応答スペクトルを一部の周期帯で上回る。



栗駒ダム［地山］観測点による応答スペクトルと加藤ほか（2004）による応答スペクトルの比較



栗駒ダム［監査廊］観測点による応答スペクトルと加藤ほか（2004）による応答スペクトルの比較



栗駒ダム位置

次に、この岩手・宮城内陸地震についての、すべり量分布についてのインバージョン解析（逆解析）の結果は、次のとおりであった。

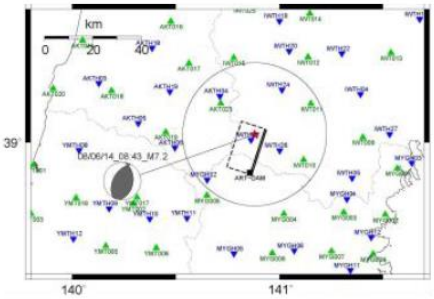
7

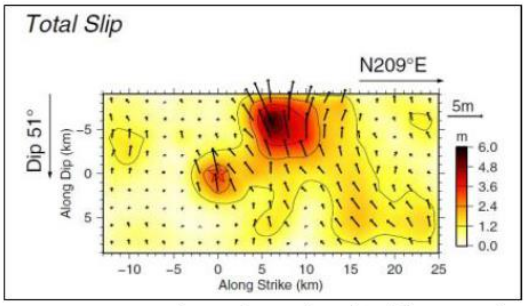
1. 2008年岩手・宮城内陸地震に関する知見

7

インバージョン解析に関する既往の知見 （Asano and Iwata（2011））

●2008年岩手・宮城内陸地震の強震動シミュレーション解析はこれまでも多くの研究者が実施しているが，荒砥沢ダムの記録も含めた検討としては，Asano and Iwata（2011）のインバージョン解析がある。この検討では，すべり量の大きい箇所は浅部に決定されている。





Asano and Iwata（2011）のインバージョンモデル

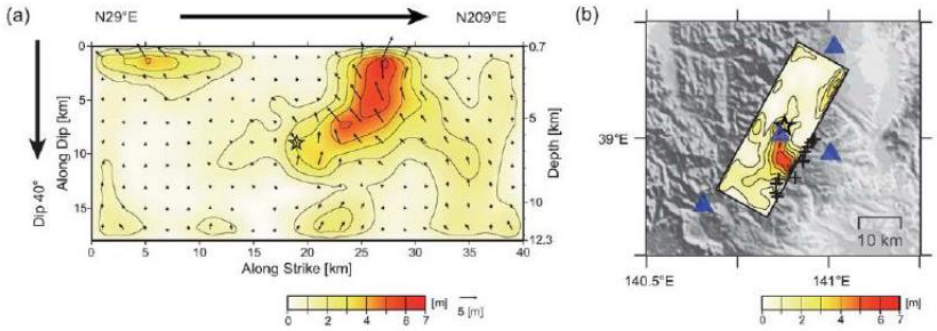
8

1. 2008年岩手・宮城内陸地震に関する知見

8

インバージョン解析に関する既往の知見（Suzuki et al.（2010））

- ●Suzuki et al.（2010）では，震源極近傍の強震動記録を用いて，インバージョン解析を実施している。
- ●この検討では，すべり量の大きい箇所は浅部に決定されている。
- ●IWTH25（一関西）で観測された大きな最大加速度は，特に南部の浅い位置にある大きなすべり域から生成されたとしている。なお，ダム観測点については，検討対象外となっている。



Asano and Iwata(2011)の解析は、荒砥沢ダムの観測記録を含めて行われたものであり、Suzuki et al.(2010)の解析では、「すべり量の大きい個所は浅部に決定されている」とされ、一関西で観測された大きな最大加速度は、特に南部の浅い位置にある大きなすべり域から生成されたとしている」とされる。

(3)　2008年岩手・宮城内陸地震の短周期における極めて大きな応答スペクトル

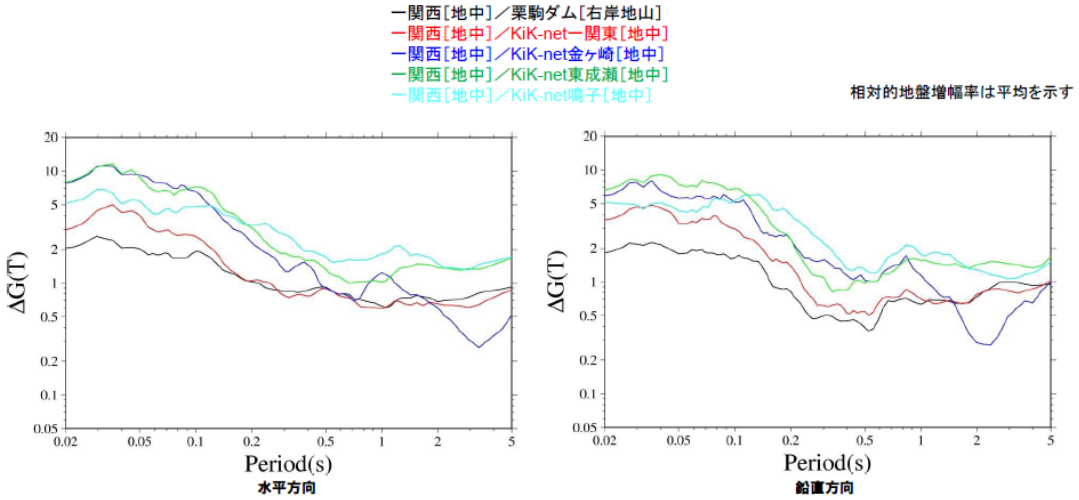
2008 年岩手・宮城内陸地震の特徴として、短周期で水平方向５Ｇ（Ｇは重力加速度＝980 ガル）にも及ぶ極めて大きな応答スペクトルが発生したことである。このような地震動が、一関西観測点で観測され、荒砥沢ダムでも水平方向で３Ｇに及ぶ応答スペクトルが発生した。また Kik-net の鳴子観測点と築館観測点でも、一部短周期で同様大きな応答スペクトルとなっている。

一関西観測点と荒砥沢ダムの記録については、電力会社の説明は、増幅があったとするものである。そこでもちられているのが「相対的増幅率」であり、これは、２つの大きな観測記録を他の小さな観測記録と比較して、その比を増幅率とするものである。

3. 2 KiK－net一関西観測点

IWTH25(一関西)を対象とした相対的地盤増幅率

●震源近傍に位置する5地点を基準としたIWTH25(一関西)の応答スペクトル比(＝相対的地盤増幅率)は，以下の通り。

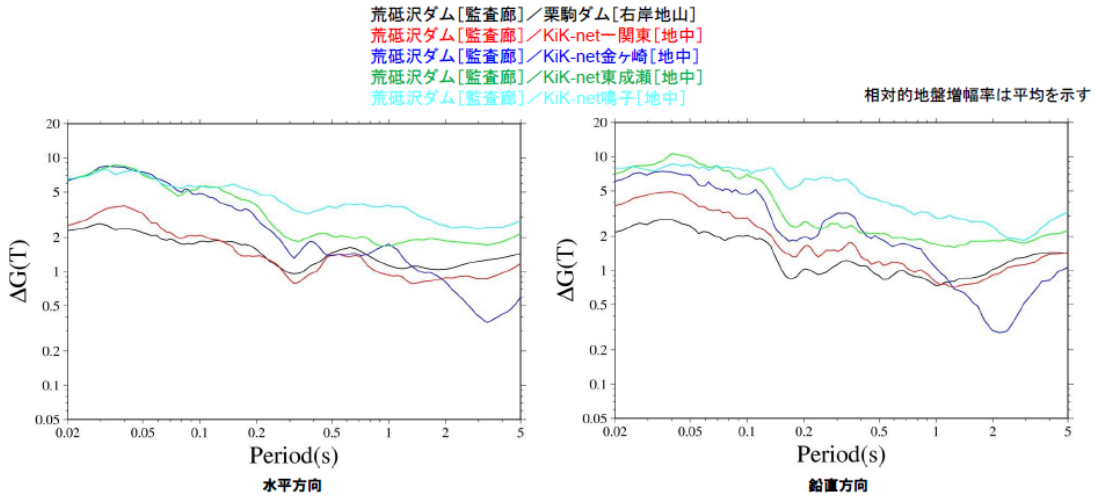


●震源近傍に位置する5地点と比較し，IWTH25(一関西)は岩手・宮城内陸地震の本震の特徴を踏まえた相対的地盤増幅率が短周期側で大きい傾向にある。

3. 4 荒砥沢ダム

荒砥沢ダムを対象とした相対的地盤増幅率

●震源近傍に位置する5地点を基準とした荒砥沢ダムの応答スペクトル比(＝相対的地盤増幅率)は，以下の通り。

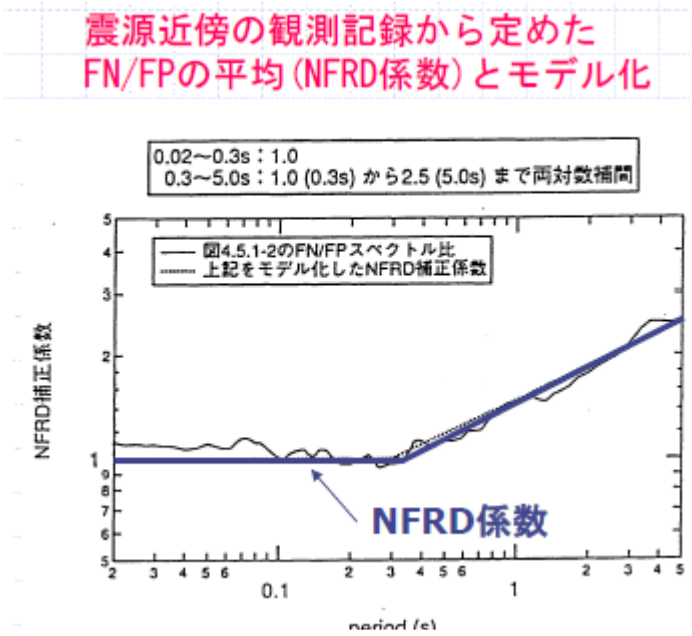


●震源近傍に位置する5地点と比較し，荒砥沢ダムは岩手・宮城内陸地震の本震の特徴を踏まえた相対的地盤増幅率が短周期側で大きい傾向にある。

しかし、問題は、一関西観測点でも荒砥沢ダムでも、同じように短周期で広範に大きな応答スペクトルとなっていること、K-NET 鳴子観測点や築館観測点も、一関西観測点や荒砥沢ダムほどではないものの、やはり短周期の一部の範囲で極めて大きな地震動が観測されていることである。

そもそも相対的地盤増幅率というのは、単に一関西観測点の地震動や荒砥沢ダムの地震動を他の観測点での地震動、しかも短周期側で大きな地震動を観測したK-NET 鳴子観測点や築館観測点ではない観測点を分母として、比を算出したに過ぎない。「相対的」というのは、そのことを意味しており、逆に一関西観測点や荒砥沢ダムを基準としてみれば、他の観測点の「相対的減衰率」となる。すなわち、K-NET 鳴子観測点や築館観測点でも短周期地震動が大きいということからすれば、逆に分母とされた栗駒ダム観測点、一関東観測点、金ケ崎観測点、東成瀬観測点、KIK-net 鳴子観測点は、短周期側の地震動が減衰したと見るのが相当である。一般に短周期の地震動は減衰しやすいことも、その裏付けとなる。また、耐専スペクトルの検討でＮＦＲＤ効果が長周期だけで見られることも、波が重なって増幅するときには長周期側で増幅が起こり、短周期側では増幅が起こらないことを示している。

（甲Ｄ１２「岩盤における設計用地震動評価手法（耐専スペクトル）について」）



そもそも増幅したのが短周期側のみとなっていることも不自然である。波の増幅は波が重なることによって生じる。そのときに、波は、多少なりともずれて重

なる。全く周期特性も同じに、すなわちある波の高いところに同じく他の波の高いところが、波の低いところで他の波の低いところが、ぴったり重なるということはほとんどありえない。そのため、波のピークは重なってより広いピークとなっていき､細いピークがそのまま細いピークのままとどまることはないのである。したがって波が多少なりずれて重なると、周期は長周期側に遷移していく。ところが、岩手・宮城内陸地震では、とりわけ短周期でのみ波が増幅したというのである。長周期側で短周期より大きく増幅したならまだしも、長周期側では増幅せず、短周期側でだけ増幅したというのは、物理的にも全くおかしな想定なのである。

また、増幅したといいながら、その原因も特定されていない。仮に増幅したというなら、その原因を特定して、各原発敷地の下にも同様の構造があるか否かを検討することも必要となる。

結局、特に、離れた一関西観測点と荒砥沢ダムの２か所で、短周期で広範に極めて大きな応答スペクトルとなったのは、震源特性の特質を示すものと考えるべきであり、２か所の観測データを、地震動の増幅で解釈するのは相当ではない。一関西観測点と荒砥沢ダムの応答スペクトルが、増幅により短周期で似たように大きくなったのは、２つの離れた観測点（のみ）で、似たような増幅をもたらす構造（速度構造）が地下にあったからだとするのは、極めて不自然で、この特色が震源特性に由来していると考えるのが相当である。地震動の増幅は、地震波が重なっていくことによって生じるが、短周期の地震波が重なると長周期側に遷移していく。したがって、とりわけこのような短周期側で見られた極めて大きな応答スペクトルは、地震波の増幅によって生じたとは考えにくい。

少なくとも、この２か所の観測データは、震源特性の特質を示す可能性が十分あるものとして考えなければならないから、この２か所の観測記録、特にその中でも大きな地震動となった一関西の観測記録を｢震源を特定せず策定する地震動｣として採用すべきである。

そうすると、この地震動は、短周期で５Ｇにまで達する応答スペクトルとなるから、被告の想定する基準地震動を大幅に上回るものとなってしまう。

第５　新規制基準においても地震動想定手法は従前のままであり，原発の安全性は到底確保されないこと

１　新規制基準においても地震動想定手法は従前のままであること

では，３・１１福島第一原発事故を受けて，原発の地震動想定手法は変更されたか。結論から言えば，否であり，何ら見直しはされていない。

いわゆる新規制基準のうち，基準地震動の想定や耐震設計に関する「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」（甲Ｄ２６）を見ると，地震動想定手法は，福島第一原発事故以前と同一であり，従前の考え方をほぼ踏襲しており，しかも，一部ではむしろ後退しているところも存在する。

同ガイドでは，多くの点で「適切に」評価することを確認する等とされているにすぎない。

例えば，同ガイドの「3.3 地震動評価」のみを見ても，

「適切に評価されていることを確認する」，

「適切に設定され，地震動評価がされていることを確認する」，

「適切に選定されていることを確認する」，

「適切に考慮されていることを確認する」，

「適切な手法を用いて震源パラメータが設定され，地震動評価が行われていることを確認する」

など，「適切に」といった文言が実に２２ヶ所に及んでいる。

また，同ガイドの「4．震源を特定せず策定する地震動」以下においても同様であり，多数の「適切に」といった用語が用いられている。

このように極めて多数の項目において「適切に」行う等とされているが，そこでは，何が適切かは全く記載されていない。

前記のとおり、藤原広行領域長は、「基準地震動の具体的な算出ルールは時間切れで作れず、どこまで厳しく規制するかは裁量次第になった。」と新聞記事で発言しているが、「適切に」としか規定しないこの審査ガイドの規定は、まさしく具体的な算出ルールが時間切れで作れなかったことを表している。

断層や地震動の評価において，「適切に評価する，設定する」のは当然のことであり，ことさら審査の基準として「適切に行うように」等と規定する必要はない。

それが審査の基準となるためには，何が適切かをどう判断するかが記載されている

ことが必要であるのに，具体的な審査の基準の記載がない「審査ガイド」は，全く基準の名に値せず，結局，規制委員会が，どのような審査をしようとしているかは，この「審査ガイド」ではほとんど分からない。このような白紙委任の規制基準は、基準の名に値しない、不合理な基準と言うことができる。

２　従前と同じ手法で地震動想定を続ければ，Ｓｓを上回る地震動が原発を襲うこと

その結果，原子力事業者による地震動想定においても，現在も相変わらず，平均像を基本として地震動想定をしようとし，それに若干の「不確かさの考慮」をして地震動を算出しており，従来と何ら変わりがないものとなっている。

ちなみに，「不確かさの考慮」でもっとも効くのは短周期レベルを１．５倍することであり，他の「不確かさの考慮」は，地震動の大きさにさしたる影響を与えない。

この短周期レベルを１．５倍にすることにとどめることこそ，前述した中越沖地震の知見を単なる中途半端な弥縫策として用いることにほかならない。

要するに，新規制基準のもとでも，その手法は全く変わっていないのである。

本来，地震動想定に失敗した原子力安全委員会，原子力安全・保安院や原子力事業者は，なぜ想定に失敗したかの原因を追求し，新たな想定手法を採用して，改めて地震動想定を行うべきなのに，単に結果としての地震動の数値を変えて対応しただけだった。

失敗に学ぼうとする姿勢が，原子力安全委員会にも，原子力安全・保安院にも，原子力事業者にも全く欠けていたのである。

そして，このことは，原子力規制委員会が設けられた現在においても同様と言わざるをえない。

このように，失敗した原因を追求せずに，失敗したのと同じ手法で地震動想定をし続けていれば，いずれは，大きくＳｓ(新耐震指針における基準地震動)を上回る地震動が原発を襲うこととなる。

３　新規制基準の策定に関わった専門家が、基準地震動が過小であることを認めていること

規制委員会で耐震ルール作りに関わった藤原広行・防災科学技術研究所社会防災システム研究領域長は、２０１５年５月７日の毎日新聞記事「特集ワイド:「忘

災」の原発列島　再稼働は許されるのか　政府と規制委の「弱点」」において下記のように述べ、基準地震動の策定手法は、「時間切れ」で見直されていなかったことを明らかにした（甲Ｄ３０）。

「実際の地震では(計算による)平均値の 2 倍以上強い揺れが全体の 7%程度あり、3 倍、4 倍の揺れさえも観測されている」

「平均から離れた強い揺れも考慮すべきだ」

「基準地震動の具体的な算出ルールは時間切れで作れず、どこまで厳しく規制するかは裁量次第になった。揺れの計算は専門性が高いので、規制側は対等に議論できず、甘くなりがちだ」

「今の基準地震動の値は一般に、平均的な値の１．６倍程度。実際の揺れの 8~9 割はそれ以下で収まるが、残りの 1~2 割は超えるだろう。もっと厳しく、97%程度の地震をカバーする基準にすれば、高浜原発の基準地震動は関電が『燃料損傷が防げないレベル』と位置づける９７３．５ガルを超えて耐震改修が必要になりかねない。コストをかけてそこまでやるのか。電力会社だけで決めるのではなく、国民的議論が必要だ」。

藤原広行氏のこの発言は、実際に新規制基準を策定するのに関わった専門家科学者の発言であるだけに、極めて重要である。藤原広行氏の発言は、要するに、新規制基準の策定において、基準地震動の具体的な算出ルールは時間切れで作れなかったというのである。その結果、新規制基準によって算出された基準地震動でも、それを超えるもの（地震動）が１～２割はあるというのである。

これで、原発の安全性が確保できるわけがない。

４「過去最大（既往最大）」を超えることも十分にあり得ること

基準地震動（Ｓｓ）の策定は，耐震設計の要である。その要である基準地震動（Ｓｓ）をどこまで上回る地震動が原発を襲うか分からないのでは，そもそも耐震設計のしようがない。

原発の機器・配管のどこが地震に耐えられないか，地震に耐えられない機器・配管

が破壊された時にどのような結果となるか等という議論は，全て，襲来する地震動の大きさが分かってからでなければ，なしようがない。

とりわけ，平成２３年（２０１１年）東北地方太平洋沖地震により，津波があれほど想定を大きく上回ってしまった原因は，自然現象が過去最大（既往最大）を容易に超えうることを無視したことにある。ここで，「過去最大（既往最大）」と言っても，それは，たかだか数１００年程度の知見でしかない。津波堆積物を考えても，せいぜい１０００年～２０００年程度の知見でしかない。要するに，そもそも，「過去最大（既往最大）」の知見を得ること自体，容易なことではないが，さらに，その「過去最大（既往最大）」を超えることも十分にあり得る，ということである。

５　失敗した従前の手法のままでは，原発の安全性は到底確保されないこと

以上に述べたとおり，２０１１年東北地方太平洋沖地震及び福島第一原発事故を踏まえれば，少なくとも，基準地震動（Ｓｓ）の策定は，少なくとも「既往最大」を基礎とした上で，さらにその「既往最大」を超える地震・地震動・津波が発生する可能性のあることを前提にして想定を行うことが求められているというべきである。

しかしながら，規制機関たる国も，原子力事業者も，失敗した従前の手法を繰り返しているだけである。

国も，原子力事業者も，何らの反省もなく，失敗した従前の手法を漫然と繰り返し，基準地震動を策定している。このような，過去の失敗に学ぼうとしない手法のままでは，原発の安全性は，到底，確保されようがないのである。

以上