

高速増殖炉もんじゅの基準地震動Ssは過小評価されている 原子炉設置許可を撤回し，安全審査をやり直すべき

大阪府立大学大学院工学研究科 長沢啓行 (生産管理システム)

日本原子力研究開発機構は今年3月末，もんじゅの耐震安全性評価結果 [1] を提出した．その内容は，原子炉安全審査時に行われたものとは全く異なる．もんじゅの安全審査とは何であったのか？このようなバックチェック報告書が出された以上，原子炉設置許可を撤回し，安全審査をやり直すべきであろう．

もんじゅの旧指針では限界地震による基準地震動S₂が甲斐城断層 (M7.0, 震央距離 Δ = 11.5km), 木ノ芽峠断層 (M7.2, Δ = 16.5km) および M6.5 の直下地震 (震源距離 X = 10km) によって決められていたが，新指針ではこれらが基準地震動Ssの策定に全く寄与していない．新指針によるバックチェックでは，C断層 (調査長さ 18km, M6.9, Δ = 5km) と白木 - 丹生断層 (同 15km, M6.8, Δ = 2km) が基準地震動Ssを左右する2大断層になっており，文字通り「M7クラスの直下地震」によって基準地震動Ssが定められている．ところが，旧指針では，C断層は長さ6kmの複数の断層としてバラバラに過小評価され，白木 - 丹生断層は明瞭なりアメントではあるが「断層ではなく熱水変質帯，粘土化帯」と評価されていた．つまり，旧指針における地震動評価は根本的に過小評価であった．

その言い訳は次の通りである。「海域につきましては，30年前と現在では大分，探査技術が進んでいますので，その結果，海域の断層が増えているということがございます。」「陸域につきましては，当時，短い断層ということにつきましては，地表に出ている断層が短くて，地下にはもうちょっと長いがあるんだと，そういう発想がありませんでしたので，敷地から少し離れたところにある短い断層は，敷地に与える影響は小さいということは余り考慮されていないというのが特徴的なことでございます。」 [18]

では，新指針に基づく地震動評価では，過小評価を繰り返さないよう安全側に検討されたのであるか？否である．以下ではそれを明らかにする．

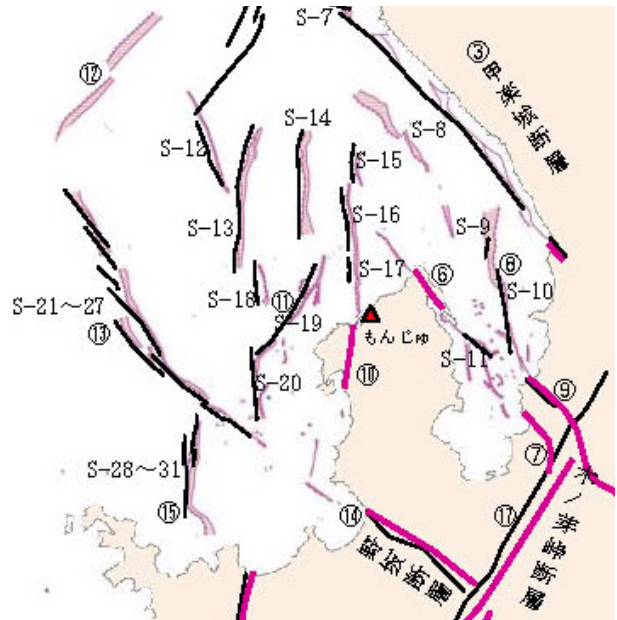


図1:もんじゅの設置許可時の活断層評価(黒)と今回の評価(海:薄紫,陸:濃紫太線)(設置許可当時「C断層」はS-13(8.3km),S-14(6km),S-19(6km),S-18-20(6km)とバラバラに評価され,白木-丹生断層」は海側ではS-16-17(5.1km)と短く評価され,陸側では活断層と評価されなかった)[18]

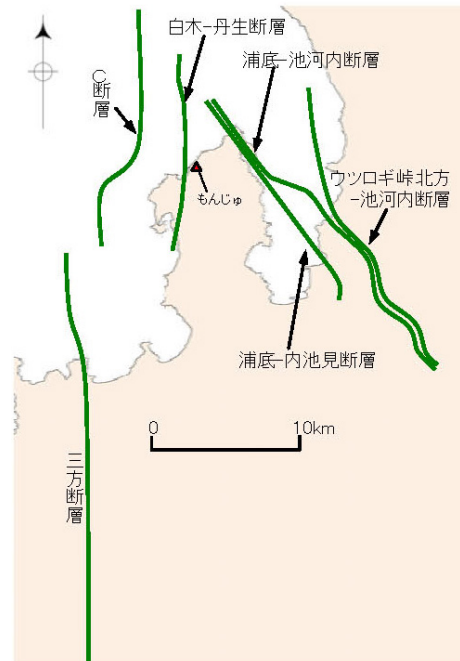


図2:もんじゅの基準地震動Ssを策定するための検討用地震の活断層5本と孤立した短い活断層(白木-丹生断層)(5本はC断層,浦底-内池見,浦底-池河内,ウツロギ峠北方-池河内,三方断層)[18]

基準地震動 Ss を規定する C 断層の条件が
耐専スペクトルと断層モデルとでなぜ違うのか

(1) もんじゅの新指針による基準地震動 Ss は、C 断層(上端深さ 4km, アスペリティ考慮)の耐専スペクトルでほぼ決められている。

基準地震動 Ss(水平動)は、耐専スペクトルから求められる Ss-DH と、断層モデルによる Ss-1H および Ss-2H からなるが、断層モデルによる Ss-1H と Ss-2H は Ss-DH より小さい。ただし、Ss-DH は、図 3(水平方向)のように、周期 0.02 ~ 0.12 秒では「上端深さ 4km でアスペリティを考慮」した C 断層の耐専スペクトルと一致する。Ss-1H と Ss-2H はいずれも「上端深さを 3km としアスペリティを考慮」した C 断層の断層モデルによる応答スペクトル(東西方向)であり、破壊開始点だけが異なる(公開質問状における表 1 下の断層図でそれぞれ 3 と 4)。

ここで注意すべきは、同じ C 断層でありながら、耐専スペクトルによる評価では上端深さが 4km に設定され、断層モデルによる評価では 3km と浅く設定されていることである。C 断層の耐専スペクトルで上端深さを 3km にした場合は「アスペリティを考慮しない一様断層」として一応評価されているが、断層モデルと同じ「上端深さ 3km でアスペリティを考慮した条件」では評価されていない。これを評価すれば等価震源距離が短くなるため耐専スペクトルがもっと大きくなり、結果として Ss-DH を大きくせざるを得ないからである。また、断層モデルによる地震動評価結果との違いが一層強調され、断層モデルによる評価が過小評価になっている可能性を浮きだたせるからである。

耐専スペクトルは地震規模と等価震源距離で地震動の平均的な応答スペクトルを経験的に推定するものだが、もんじゅの耐震安全性評価では上端深さの設定だけでなく、後述するように、地震規模と等価震源距離のいずれもが過小評価されている。

また、断層モデルによる評価も、2008 年岩手・宮城内陸地震の震央距離 3km の一関西(いちのせきにし)で観測された「極めて大きな地震動」[15]によれば C 断層や白木 - 丹生断層による M7 クラスの直下地震による地震動を大きく過小評価している可能性がある。

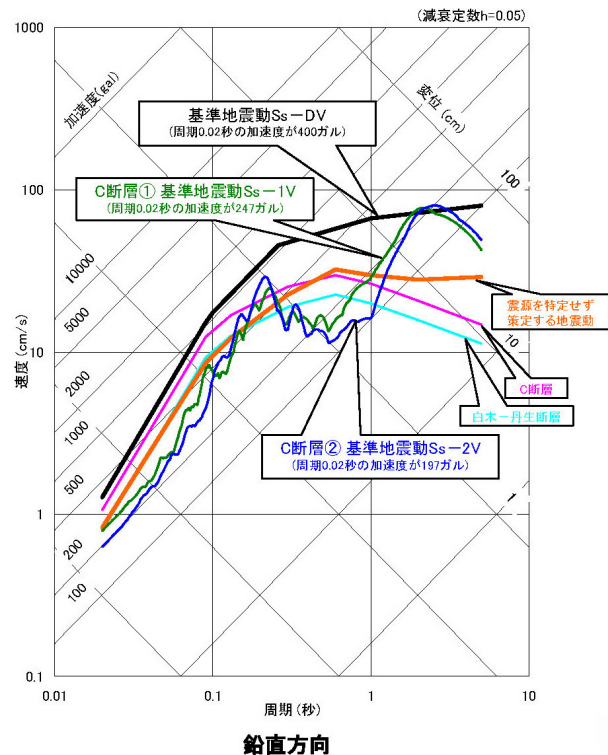
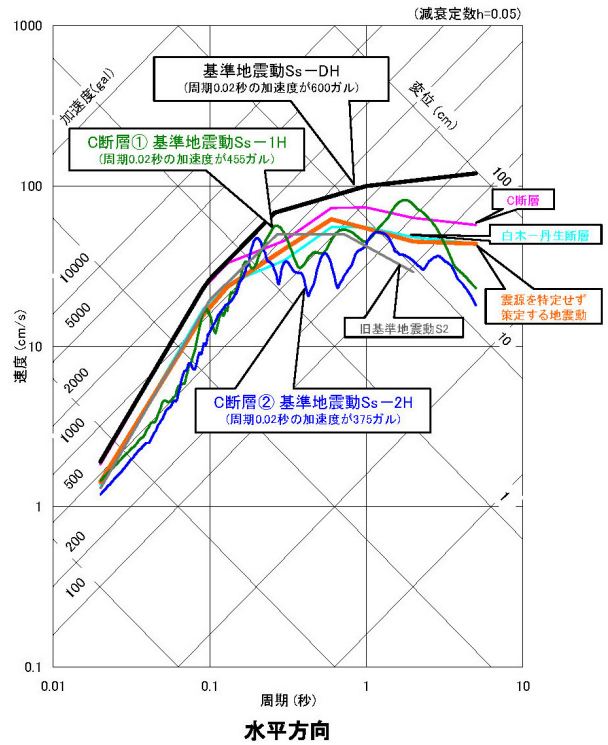


図 3: もんじゅの基準地震動 Ss-DH, Ss-1H および Ss-2H(「C 断層」は上端深さ 4km でアスペリティ考慮の耐専スペクトル,「白木 - 丹生断層」は上端深さ 4km でアスペリティなしの一様断層の耐専スペクトル, Ss-1H(破壊開始点 3-EW)と Ss-2H(破壊開始点 4-EW)は C 断層のアスペリティを考慮した断層モデルで上端深さ 3km に設定)[17]

ところで、C 断層の耐専スペクトルが図 3 のように 0.12 秒以上でへこんでいるのは、もんじゅの解放基盤表面が標高 (EL)+8.5m(基礎版底面 EL.+5.0m より高い) でせん断波速度が $V_s = 1900\text{m/s}$ と大

きいからである。ちなみに、原発敷地解放基盤表面の位置等は Table 1 の通りである。柏崎刈羽、福島、浜岡および東海第二原発敷地では解放基盤表面位置でのせん断波速度が小さく、解放基盤表面に求められる 700m/s ぎりぎりの値であるのに対し、他の原発ではせん断波速度が一様に大きい。このような固い岩盤では原発の耐震安全性には不利な短周期地震動が減衰せずによく伝わる。もんじゅの解放基盤表面位置は原子炉建屋基礎版より上だから、柏崎刈羽原発で見られた解放基盤表面～基礎版間の地震波の減衰は全くない。

基準地震動 S_s (鉛直動) は Table 2 で明らかのように、水平動 S_s -DH の 2/3 として定められた S_s -DV と、断層モデルによる S_s -1V および S_s -2V からなるが、周期 2～3 秒以外の領域では S_s -1V と S_s -2V は S_s -DV より小さい。ただし、 S_s -1V と S_s -2V は、 S_s -1H と S_s -2H と同様に、上端深さが 3km の C 断層の断層モデルによる応答スペクトル(上下方法)で、破壊開始点だけがそれぞれ 3 と 4 になる。

図 4 のように、もんじゅにとって重要な建屋・構築物および機器・配管類の固有周期は 0.04～0.2 秒であり、この周期帯で、基準地震動 S_s は耐専スペクトルから求められる S_s -DH および S_s -DV によって定められており、それは上端深さ 4km としアスペリティを考慮した C 断層 ($M_{6.9}$, $X_{eq} = 8.6$ km) の耐専スペクトルによってほぼ決められてい

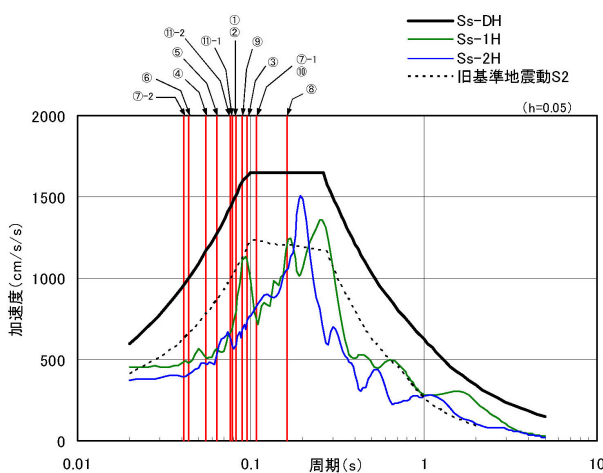


図 4: もんじゅの基準地震動 S_s (水平方向) と重要な機器の固有周期: ① 原子炉容器, ② 炉内構造物, ③ 1 次主冷却系主配管, ④ 1 次主冷却系中間熱交換器, ⑤ 1 次主冷却系循環ポンプ, ⑥ 2 次主冷却系循環ポンプ, ⑦-1 補助冷却設備(主配管), ⑦-2 補助冷却設備(空気冷却器), ⑧ 原子炉格納容器, ⑨ 制御棒の挿入性, ⑩ 2 次主冷却系主配管, ⑪-1 蒸気発生器(蒸発器), ⑪-2 蒸気発生器(過熱器) [17]

ると言える。

耐専スペクトルは C 断層や白木 - 丹生断層による M7 クラスの直下地震を過小評価している

(2) 耐専スペクトルは限られた地震観測記録に基づく回帰式であり、適用範囲に限界があり、敷地の地下構造に依存する。とくに、M7 以上の近距離地震の観測記録に乏しく、直下地震による短周期地震動を過小評価する可能性がある。

Table 1: 各原発の解放基盤表面位置, せん断波速度 V_s m/s, 基準地震動 S_s の最大加速度 gal (cm/s^2)

原発名	表面位置	V_s m/s	水平動	鉛直動
もんじゅ	EL.+8.5m	1900	600	400
敦賀	EL.-10m	1600	650	433
美浜	EL.-10m	1650	600	400
大飯	EL.+3.9m	2240	600	400
高浜	EL.+1.0m	2240	550	367
志賀	EL.-10.0m	1500	600	405
伊方	EL.+10m	2600	570	330
島根	TP.-10m	1600	600	400
玄海	EL.-15m	1350	500 _[12]	302
川内	EL.-18.5m	1500	540 _[12]	324
泊	EL.+2.3m	1400	550	368
東通	TP.-16.3m	1410	450	272
女川	OP.-1.2m	1620	580	387
浜岡	GL.-20m	700	800	533
福島第一	OP.-196.0m	750	600	400
福島第二	OP.-168.0m	714	600	400
東海第二	EL.-370m	741	600	400
柏崎刈羽				
1～4号	GL.-281m	713	2300	(1010)
5～7号	GL.-160m	717	1209	(630)
大間	TP.-260m	870	450	301.5

注: 美浜は 1号 EL.-14.0m, 2号 EL.-15.5m, 3号 EL.+1.0m の平均, 大飯は 1-2号 EL.+3.9m, 3-4号 EL.+6.0m の平均, 高浜は 1-2号 EL.+1.0m, 3-4号 EL.+1.5m の平均である。柏崎刈羽 1～4号は 1号 GL.-289m, $V_s = 730\text{m/s}$, 2号 GL.-255m, 700m/s , 3-4号 GL.-290m, 710m/s の平均, 柏崎刈羽 5～7号は 5号 GL.-146m, 710m/s , 6-7号 GL.-167m, 720m/s の平均である。また、柏崎刈羽の水平動は東京電力が 9月22日に見直した値(鉛直動は不明なため見直し前の値を括弧内に掲載)であり、これを含めて基準地震動 S_s はすべてまだ検討中のものである。泊, 東通, 女川は基準地震動を解析モデルへ直接入力している[4]～[10]。解放基盤表面位置の基準は原発によって異なり, EL: 標高, GL: 地表面, TP: 東京湾平均海面, OP: 原子力発電所工事用基準面である。

耐専スペクトルは地震の規模を気象庁マグニチュードで与え、震源断層との距離を等価震源距離 X_{eq} で表し、これら二つのパラメータで応答スペクトルを求めている。しかし、元になった地震観測記録は44地震だが、プレート境界地震が3/4を占め、内陸地殻内地震は1/4にすぎない。そのため、Noda et al. の耐専スペクトルはプレート間地震に対する応答スペクトルの推定値であり、内陸地殻内地震では0.6倍して小さくすることになっている。ただし、サイトでの地震観測記録があればサイト補正係数を求めてそれを適用することになっている。もんじゅの場合には、図5のように地震観測記録に基づき内陸地殻内地震の補正係数(内陸補正係数)を下回るサイト補正係数が得られているが、日本原子力研究開発機構はいずれも適用していない。報告書[1]にはその理由を何も書いていないが、これで安全側になっていると言いたいのもかもしれない。しかし、それは全く違う。

耐専スペクトルでは、それを求める際に使われた観測記録の地震規模はM7.0以下と小さく、等価震源距離で20km以下の近距離地震観測記録はない。つまり、短周期の強震動が過小評価される可能性が元のデータそのものの中に含まれているのである。

さらに、地震基盤から解放基盤表面までの地盤や地層による増幅効果は敷地での地震観測記録による補正でカバーする以外にない。現に、新潟県中越沖地震では、柏崎刈羽原発1号解放基盤表面で再現された地震動(はざとり波)の応答スペクトルを得るためには、耐専スペクトル(内陸補正後)を6~7倍も補正しなければならなかった。具体的には、東京電力の解析によれば、震源の影響で1.5倍程度、深部地盤における不整形性の影響で2倍程度、古い褶曲構造での増幅で2倍程度の計約6倍[2]。独立行政法人原子力安全基盤機構JNESによれば、震源特性の影響(短周期レベルが平均の1.5倍程度)で約1.5倍、不整形性を伴う厚い堆積層による影響(震源の放射特性の影響を含む)で約3倍、3次元差分法による解析結果と応答スペクトルの差から推定されるその他要因で1.5倍程度の計7倍程度[3]である。

もんじゅの敷地でも地震観測記録が得られてい

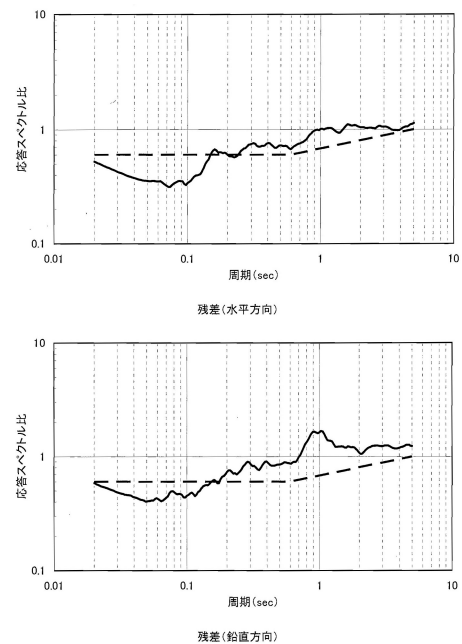


図5:もんじゅでの地震観測記録の応答スペクトルと耐専スペクトルの比(第2.3-5図 p.II-70[1])

るが、M7クラスの地震観測記録は遠方の能登半島地震M6.9(震央距離 $\Delta = 176\text{km}$)と鳥取県西部地震M7.3($\Delta = 245\text{km}$)だけである25~46kmの近距離地震の観測記録はすべてM5未満の小さな地震であり、M5以上の地震はすべて100km以上離れた遠方の地震である。C断層のように等価震源距離で10km未満のM7クラスの直下地震については観測記録が全くない。そのようなデータで耐専スペクトルのサイト補正係数を求めても、短周期側で応答スペクトルが過小評価されている可能性が高い。もんじゅでは内陸補正係数やサイト補正係数を使わずに耐専スペクトルを求めている(事実上、補正係数を1としている)が、M7クラスの直下地震の観測記録がない以上、それで安全側の評価になっているとは言えない。むしろ、日本原子力研究開発機構自身が報告書で述べているように[1]、M4.5の近距離地震(2007.1.22, $\Delta = 31\text{km}$)の観測記録には短周期成分が大きいという特徴が見られることから、M7クラスの直下地震ではM7クラスの耐専スペクトルより大きな短周期地震波がサイトを襲う可能性がある。

現に、東京電力による新潟県中越沖地震のKiK-NET地震観測記録の分析によれば、観測波の応答スペクトルは $X_{eq} < 100\text{km}$ の場合、周期0.3秒以下の短周期側で耐専スペクトルより大きく、周期

Table 2: もんじゅの基準地震動 Ss のコントロールポイント A ~ F(周期 $T_{A\sim F}$ sec, 応答速度 S_V cm/s)

基準地震動	T_A	S_V	T_B	S_V	T_C	S_V	T_D	S_V	T_E	S_V	T_F	S_V
Ss-DH	0.02	1.910	0.09	22.92	0.10	26.27	0.26	68.28	1.0	100.0	5.0	120.0
Ss-DV	0.02	1.274	0.09	15.28	0.10	17.52	0.26	45.52	1.0	66.67	5.0	80.0
旧指針 S ₂	0.02	1.3	0.1	19.6	0.27	50.2	0.72	50.2	2.0	29.1	(限界地震)	
旧指針 S ₁	0.02	0.8	0.14	18.3	0.32	42.9	0.72	42.9	2.0	24.9	(最強地震)	

注：新指針の基準地震動 Ss-DV(鉛直動)の応答速度は Ss-DH(水平動)の 2/3 の値となっている。旧指針の基準地震動 S₂, S₁ はコントロールポイントが A ~ E の 5 点であり、新指針の基準地震動 Ss とは一致しない。

が短いほど大きくなる傾向が見られる。逆に、150 km < X_{eq} < 200km の場合には、観測波の応答スペクトルは周期 1 秒以下で耐専スペクトルより小さくなり、内陸補正係数(周期約 0.6 秒以下で 0.6)に近い値にまで小さくなっている。これは、100km 未満の近距離では短周期側の応答スペクトルを過小評価する傾向にあることを明確に示している。しかも、KiK-NET の最近隣観測点は新潟県の牧 NIGH13($X_{eq} = 47.4$ km)であり、それより近くの観測点は存在しないため、応答スペクトルが 6~7 分の 1 に過小評価された柏崎刈羽原発敷地以外の近距離で周期地震動がどの程度過小評価されるのかは不明である。

もんじゅにおいて想定される地震はまさに M7 クラスの直下地震であり、耐専スペクトルの元データにはこのような地震は全く含まれていない。したがって、M7 クラスの直下地震に耐専スペクトルをそのまま適用して良しとする日本原子力研究開発機構の主張には全く根拠がなく、短周期地震動が過小評価されている可能性が高いと言える。

入倉レシピによる断層モデルでは 地震規模が過小評価される

(3) 日本原子力研究開発機構は、耐専スペクトルの策定時に用いる気象庁マグニチュードを入倉レシピによる断層モデルから得られる地震モーメント M_0 に対応する値として算出している。ところが、旧指針および地震調査研究推進本部では、活断層の長さから推定される震源断層の長さを松田式(1975年)に代入して求めている。日本ではコンラッド面が比較的浅く地震発生層が浅いため、傾斜角が 90° の横ずれ断層や傾斜角が 60° 程度に大きい逆断層では震源断層の幅が小さく、断層面積が比較的小さくなる。その結果、入倉レシピの断

層モデルによる気象庁マグニチュードは、表 1~4(公開質問状の表 1~4 と同じ)のように、松田式による気象庁マグニチュードより 0.1 ないし 0.2 小さく算定される。地震のエネルギー規模では 0.5 ~ 0.7 に小さく評価される。日本原子力研究開発機構、関西電力、日本原子力発電はいずれも、この断層モデルによる地震規模を断層モデルによる地震動評価に使うだけでなく、耐専スペクトルの気象庁マグニチュードにもそのまま用いている。そのため、耐専スペクトルにおいても断層モデルにおいても地震動が過小評価されることになる。

活断層の長さが短くてもそのまま松田式に代入して地震規模を求めるのは根本的に間違いだが、活断層の長さから震源断層の長さを推定して、震源断層の長さを松田式に代入し地震規模を求めるのはほぼ妥当と言える。原子力安全委員会も阪神・淡路大震災後に検討した結果、妥当と認めている。にもかかわらず、この方法を断層モデルや耐専スペクトルによる地震動評価になぜ用いないのか、その説明は全くない。

「断層モデル」と一言で言っても、中央防災会議によるもの、地震調査研究推進本部(以下「推本」と略す)によるもの(2008年4月11日改訂レシピ[14]を含む)、入倉式、武村式など種々存在する。問題は、日本原子力研究開発機構を含めてどの電力会社も入倉式の断層モデルや推本の 2008年4月改訂以前の古いレシピしか念頭に置いていないことである。たとえば、中央防災会議は原子力発電所の耐震設計審査指針が改定された 2006年9月の3ヶ月後に、国内の主な断層帯に関する種々の断層モデルによる地震規模の評価結果を比較検討し、入倉式による地震規模評価が最も小さくなり、武村式による地震規模評価が最も大きくなることを定量的に示している(公開質問状の図 1

参照，原図は図 2.3.2[13])。その上で，中央防災会議として独自の断層モデルを考案して地震規模を見積もり，結果として，震源断層の長さを松田式に適用して得られる地震規模よりさらに大きく，武村式に近い地震規模を設定している。このように断層モデルは未完成であり，国内の M7 クラスの地震観測記録の蓄積に伴い修正が避けられない。それを考慮するなら，断層モデルの中でも最も小さい地震動評価結果を導く入倉レシピによる断層モデルではなく，松田式による地震規模評価を基本とし，松田式に基づく推本の改訂レシピ，中央防災会議による断層モデル，武村式による断層モデルなど種々の断層モデルで地震動評価をやり直すべきである。そうすれば，耐専スペクトルによる地震動評価も，断層モデルによる地震動評価結果も大きくなり，基準地震動 S_s をかなり大きくせざるを得ないであろう。

耐専スペクトルの等価震源距離は
傾斜角やアスペリティの設定で大きく変わる

(4) 日本原子力研究開発機構は，耐専スペクトル策定時に用いる等価震源距離を断層モデルのアスペリティ・背景領域のパラメータ値から計算しているが，震源断層の上端深さ，アスペリティの位置・形状・面積，地震波エネルギーの相対的な大きさの設定法(アスペリティの平均応力降下量と背景領域の実効応力の比に対応する)によって等価震源距離は変わる。C 断層のような M7 クラスの直下地震をもたらす震源断層で等価震源距離が変われば，耐専スペクトルがかなり大きく変わるため，このことは極めて重要である。

とくに，C 断層や白木 - 丹生断層では傾斜角を 60° としているが，これは地表付近での音波探査などに基づく傾斜角を 4km ~ 18km の地下深くまでそのまま外挿したにすぎず，根拠はない。このような傾斜角の推定には，解像度の悪い音波探査から地表付近での傾斜角を強引に推定することの問題点，もんじゅの地下岩盤が花崗岩であるために音波探査では断層を見ることができないにもかかわらず地下深くまでそのまま外挿することの問題点などが原子力安全委員会や原子力安全・保安院の審議会でも指摘されている。したがって，傾

斜角が 45° の場合や 80° の高傾斜角の場合など傾斜角の不確かさを考慮すべきである。

また，アスペリティの位置，形状，アスペリティと背景領域の地震波エネルギーの相対比などについても，等価震源距離が短くなる方向での不確かさの考慮が不可欠である。

断層モデルによる地震動評価は
パラメータ設定と破壊伝播方式で大きく変わる

(5) 震源断層から地震の規模をどのように見積もるのかは，耐専スペクトルだけでなく，断層モデルによる地震動評価にも影響してくる。アスペリティ面積固定法では地震規模が大きくなるほどアスペリティの応力降下量が大きくなり，短周期地震動が大きくなるからである。表 1 ~ 4(公開質問状参照)の「 $S_a/S = 0.22$ 法」の列を比較すれば，このことは一目瞭然である。しかし，最近国内で起こった内陸地殻内地震の多くはアスペリティの応力降下量が 20 ~ 30MPa と大きい。もんじゅでも 2000 年鳥取県西部地震 (M7.3)，2007 年能登半島地震 (M6.9)，2007 年新潟県中越沖地震 (M6.8) を教訓として，アスペリティの応力降下量を 20 ~ 30MPa またはそれ以上に設定すべきであろう。

さらに，断層モデルのパラメータのうちライズタイムや破壊伝播方式も地震動評価結果に大きく影響する。M6.8 ~ M7.3 の国内内陸地殻内地震の例ではライズタイムは 0.4 ~ 0.6 秒である。ライズタイムがこれより大きいと地震動の振幅が小さく評価されるおそれがある。また，アスペリティの破壊開始点に破壊が到達してからアスペリティ内で改めて同心円状に破壊が伝播するマルチハイポセンター破壊を想定すべきである。

アスペリティの配置や破壊開始点の位置もディレクティビティ効果やフォーカシング効果が現れるように想定し，もんじゅにとって最悪のシナリオを描いて評価し直すべきである。

極めて大きな短周期地震動が観測された新潟県中越沖地震や岩手・宮城内陸地震を考慮すべき

(6) 新潟県中越沖地震による柏崎刈羽原発敷地内解放基盤表面でのはざとり波は，もんじゅの基準地震動 S_s を超える。この事実は日本原子力研究開

発機構を含め全電力会社が真摯に受け止めるべきであり、柏崎刈羽原発の特殊性に矮小化してはならない。現に、それを超えると推定される岩手・宮城内陸地震 M7.2(暫定)が6月14日に生じている。岩手・宮城内陸地震の震源ごく近傍で逆断層の上盤直上に位置する一関西(いちのせきにし)では最大加速度が地表で4022gal(cm/s²)、地下で1078gal(いずれも3成分合成)という極めて大きな地震動が観測された[15]。しかも、上下動が極めて大きく、地表では3866galで水平動の約3倍、周期0.06秒における加速度応答スペクトルは上下UDで9853galにも達した。地下でも、3成分合成最大加速度は1078galに達し、上下動の最大速度は68.5cm/sで水平動42.2cm/s(EW)の1.5倍を超えた。一関西の地下地震計は深さ260m、S波速度1810m/sの岩盤に設置されており、原発解放基盤表面に求められる700m/s相当をはるかに超える。この地下地震動を解放基盤表面位置でのほごとり波に換算すれば、柏崎刈羽原発のそれを確実に超えるであろう。この地下観測点の地震動も地下構造で増幅されたと言えるのであろうか。また、東成瀬(地表)で観測された地震動の速度応答スペクトルは、周期0.32秒で316cm/sに達している。これほど大きな地震動が現に観測されているということを肝に銘じ、地震動の過小評価を最大限に回避する義務を怠ってはならない。

観測点	3成分合成	東西	南北	上下
一関西(地表)	4022 gal	1143	1433	3866
一関西(地下)	1078 gal	1036	748	640
一関西(地表)	100.1cm/s	71.0	61.5	84.7
一関西(地下)	73.2cm/s	42.2	37.2	68.5

とくに、もんじゅではまさにM7クラスの直下地震が起こりうる。新潟県中越沖地震や岩手・宮城内陸地震のような極めて大きな短周期地震動をもたらす直下地震が起こってからでは遅いのである。

白木 - 丹生断層は正当に評価されているか

(7)日本原子力研究開発機構によれば、白木 - 丹生断層はもんじゅの敷地からわずか2km(活断層断層中央までの「震央距離」)で調査長さは15km、将来起こりうる地震の規模は松田式からM6.8と推定されている。この白木 - 丹生断層は「孤立した

活断層」としての扱いから震源断層の長さは20kmと推定されており、松田式ではM7.0に相当する。

他方、もんじゅの基準地震動S_sを規定しているC断層は「震央距離」で5km、調査長さ18km(地表に露出した活断層の長さ)、将来起こりうる地震の規模は松田式からM6.9と推定されている。ただし、これらの松田式による地震規模は「敷地に大きな影響を及ぼす活断層」を抽出するためだけに試算された値であり、先述のように、耐専スペクトルや断層モデルによる地震動評価には用いられていない。白木 - 丹生断層もC断層も傾斜しているが、C断層はくの字に曲がった断層のため、地下では台形になっている。これを考慮すると、C断層の台形震源断層の中央長さ20.7kmは松田式ではM7.0になる。

「震央距離」2kmでM7.0の白木 - 丹生断層と「震央距離」5kmでM7.0のC断層はいずれも「M7クラスの直下地震」をもんじゅにもたらず危険な断層であり、極めて重大である。

地震規模が同じM7.0なら「震央距離」の近い白木 - 丹生断層の方がC断層より地震動が大きいように見えるが、両者とも60°に傾斜しており、震源断層上端深さが3~4kmと評価されており、この条件ではC断層の震源断層がもんじゅの直下に来る一方、白木 - 丹生断層はもんじゅの直下より少し外れる。そのため、計算上の地震動評価ではC断層の方がもんじゅにはより厳しくなると日本原子力研究開発機構は主張する。

ところが、白木 - 丹生断層については「孤立した活断層」として調査長さを15kmから20kmへ長く評価しているからという理由で、アスペリティは考慮されず、断層上端部が4kmから3kmへ敷地近くへ接近している場合も考慮されていない。これらを考慮すれば、白木 - 丹生断層による地震動はC断層を超える可能性がある。また、C断層など他の断層を含めて、傾斜角が60°ではなく45°または80°などになっている場合や、応力降下量がより大きい場合などの不確かさは考慮されていない。しかも、震源断層面内の歪みエネルギーの蓄積状況が事前にわからない以上、いずれがより厳しい地震動をもたらすかは地震が起きてみないとわからない。さらに、もんじゅはこれら

逆断層の上盤側に位置するため、より大きな地震動と地盤の隆起が伴う。この地盤の変形や敷地内に存在する活断層または破碎帯の挙動によっては甚大な影響がもたらされる。地震による地震動と地盤変形の予期せぬ影響がどれだけ真剣に安全側に検討されたのかも重要である。

白木 - 丹生断層のように「孤立した活断層」の長さを 20km にしている理由は「Stirling et al.(2002)により整理された地表地震断層長さ L と震源断層長さ L_{sub} の関係から、 L が小さくなくても L_{sub} は約 20km 付近に漸近し、それ以上は小さくならないことから、震源断層長さを 20km とする」(p.II-13[1]) というものである。これは不確実さを考慮しているのではなく、活断層の長さが地表で認められた場合には地下で少なくとも 20km の震源断層が存在するという知見なのであり、20km に留まるという根拠もない。なぜなら、もんじゅの地下は花崗岩で形成されており、音波探査などでは地下の断層が見えないからである。中央防災会議は「内陸部で発生する被害地震のうち、M7.3 以下の地震は、活断層が地表に見られていない潜在的な断層によるものも少なくないことから、どこでもこのような規模の被害地震が発生する可能性があると考えられる。」[16]としている。地表に活断層が認められない場所ですら M7.3 を想定すべきところ、地表に活断層が認められる白木 - 丹生断層や C 断層では、不確実さを考慮して M7.3 をもたらしうる震源断層を想定すべきであろう。

もんじゅの耐震安全性の安全審査は、設置許可を撤回し、最初からやり直すべきである。

参考文献

- [1] 独立行政法人 日本原子力研究開発機構：「高速増殖炉もんじゅ『発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針』の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書」(平成 20 年 3 月)
- [2] 東京電力株式会社：「柏崎刈羽原子力発電所における平成 19 年新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動について」, 合同 W9-1-2(2008 年 5 月 22 日) <http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g80522a17j.pdf>, [g80522a18j.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g80522a18j.pdf), [g80522a19j.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g80522a19j.pdf)
- [3] 独立行政法人原子力安全基盤機構：「2007 年新潟県中越沖地震により柏崎刈羽原子力発電所で発生した地震動の分析」, 合同 W9-2-1(2008 年 5 月 22 日) <http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g80522a21j.pdf>, [g80522a22j.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g80522a22j.pdf)
- [4] 原子力安全・保安院：「バックチェック中間報告等に係る審議のポイント(案)(構造 WG A サブグループ担当原子力施設)」, 構造 A1-3(2008 年 5 月 13 日) <http://www.nisa.meti.go.jp/00000004/giji/f0000001a/01/a1-3.pdf>
- [5] 原子力安全・保安院：「バックチェック中間報告等に係る審議のポイント(案)(構造 WG B サブグループ担当原子力施設)」, 構造 B1-3(2008 年 4 月 21 日) <http://www.nisa.meti.go.jp/00000004/giji/f0000001b/01/b1-3.pdf>
- [6] 東京電力株式会社：「柏崎刈羽原子力発電所における平成 19 年新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告書の見直しについて(概要)」(2008 年 9 月 22 日) http://www.tepco.co.jp/cc/press/betu08_j/images/080922a.pdf
- [7] 東京電力株式会社：「柏崎刈羽原子力発電所における平成 19 年新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動について」, p.102(2008 年 5 月 22 日) <http://www.tepco.co.jp/cc/direct/images/080522a.pdf>
- [8] 東京電力株式会社：「平成 19 年新潟県中越沖地震柏崎刈羽原子力発電所の観測記録について」, 耐震・構造設計小委員会構造ワーキンググループ(第 5 回) 配付資料, p.10-11(2008 年 9 月 13 日) <http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g70913a04j.pdf>
- [9] 原子力安全・保安院：「全国の原子力発電所の解放基盤表面の位置」, 柏崎刈羽原子力発電所の透明性を確保する地域の会第 62 回定例会配付資料(2008 年 8 月 6 日) http://www.tiikinokai.jp/meeting/PDF/62data_05.pdf
- [10] 原子力安全・保安院：「新耐震指針に基づく電源開発株式会社大間原子力発電所原子炉設置許可申請(地盤耐震関係)に係る安全審査の概要」, 第 19 回原子力委員会定例会議配付資料 3-3(2008 年 5 月 8 日) <http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siry02007/siry019/siry019-3-3.pdf>
- [11] 東京電力株式会社：「柏崎刈羽原子力発電所における平成 19 年新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告書」, 合同 W9-1-1(3), 図 5.1-3 ~ 図 5.1-8(2008 年 5 月 22 日) <http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g80522a04j.pdf>
- [12] 九州電力株式会社：「玄海原子力発電所新耐震指針に照らした耐震安全性評価(中間報告)に関する補足説明資料」, 構造 B2-2-1, 川内(同上) B2-2-2(2008 年 7 月 16 日) <http://www.nisa.meti.go.jp/00000004/giji/f0000001b/02/b2-2-1.pdf>, [b2-2-2.pdf](http://www.nisa.meti.go.jp/00000004/giji/f0000001b/02/b2-2-2.pdf)
- [13] 中央防災会議事務局：第 26 回「東南海、南海地震等に関する専門調査会」参考資料：中部圏・近畿圏の内陸地震の震度分布の検討資料集(平成 18 年 12 月 7 日)
- [14] 地震調査研究推進本部 地震調査委員会：「全国を概観した地震動予測地図 2008 年版」, 付録 3. 震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシビ」)(平成 20 年 4 月 11 日改訂)
- [15] 防災科学技術研究所：「平成 20 年(2008 年)岩手・宮城内陸地震において記録されたきわめて大きな強震動について」, 「加速度応答スペクトル & 速度応答スペクトル(h=5%)」 <http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/iwate-miyagi080614/>
- [16] 中央防災会議事務局：「内陸部の地震による工学基盤の揺れの強さの考え方」, 東南海、南海地震等に関する専門調査会 第 5 回資料 2 (2002 年 6 月 12 日)
- [17] 独立行政法人 日本原子力研究開発機構：「高速増殖炉もんじゅ新耐震指針に照らした耐震安全性評価(建屋・構築物の耐震安全性評価)」, 構造 B3-2-1(2008 年 7 月 25 日) <http://www.nisa.meti.go.jp/00000004/giji/f0000001b/03/b3-2-1.pdf>
- [18] 独立行政法人 日本原子力研究開発機構：「高速増殖炉原型炉もんじゅ新耐震指針に照らした耐震安全性評価の概要」(2008 年 4 月 18 日) <http://www.nsc.go.jp/senmon/shidai/backcheck/backcheck002/siry02-2.pdf> および速記録 http://www.nsc.go.jp/senmon/soki/backcheck/backcheck_so002.pdf