

## (基準地震動・耐震)の注釈・補

### 【スライドP2】

#### ○地震に対する考え方の変化

2011年以前、地震の専門家も「日本海溝では、マグニチュード9の地震は起きない」と考えられていた。しかし、起きてしまった。

2011年の前後でも、内陸地殻内地震では2000年鳥取西部地震(M7.3)、2005年福岡県西方沖地震(M7.0)、2007年能登半島地震(M6.9)、2007年新潟県中越沖地震(M6.8)、2008年岩手・宮城内陸地震(M7.2)などは、いずれも事前に「その規模の地震がその場所で起きる」とは考えられていなかった地震だった。2008年岩手・宮城内陸地震は、規模はM7.2だが、その地域の地盤の特性で最大加速度は4,022ガルを記録し、ギネスブックに登録された。この場所でこのような加速度が発生するとは考えられていなかった。2016年熊本地震は既に知られていた断層帯で発生した地震だが、想定していた地震規模を越えた。

こうした教訓から、「福島事故を二度と起こさない」ことを組織理念に発足した規制委員会は、原発が備える耐震安全性について「これまでなかったから起きないだろう」という予断を排して、「起こりうる地震動全体に備える」という考え方を強く打ち出した。

以前の基準では「残余のリスク」として扱われていたが、新規制基準では人間が認識できていない「認識論的不確かさ」として位置付けられた。「強震動観測がはじまってまだわずか25年。記録が残っているのも数百年しかない。人間が認識できていない地震がたくさんあって、これまで起きていないというのはわずかな期間の経験でしかなく、認識できていないだけ」なので、「これまで起きなかったから」という理由で「起きる可能性を否定」するのではなく、「起きることが否定できない」ものは必ず考慮するということに変更された。

※規制委員会の対応は、たとえば、日本原電が申請で3つの地震波だけで基準地震動を策定して備えるべき地震の最大加速度を901ガルとしたところ、規制委員会は「起きることが否定できない」計8つの地震波を想定するよう要求。その結果、最大加速度は1,009ガルに引き上げられた。

スライドP3・P5で、茨城県の安全性検討WTでも同様に「**備えなければいけないのは、今までわずかな経験の中では経験していないが、可能性が否定できない地震**」「**たまたま茨城県沖で近年観測されていないだけで、ここ100年、200年のわずかな経験だけで我々が知らないだけ**」(藤原委員)という指摘も、同様の考え。

**国の地震調査研究推進本部**も「現在の科学水準では地震の予知は困難」であるとし、今後の防災においては「可能性が否定できない地震に備える」という方針に転換した。

たとえば国は「南海トラフ地震」では、これまでM8クラスの地震の記録しかないのでM9を超える地震は来ないとしていましたが、2011年東北地方太平洋沖地震を経験して、南海トラフ地震でもM9以上の地震が来ることは否定できないとして防災上「M9級地震に備える」と考えを改めた。

地震調査研究推進本部が昨年2019年2月に発表した「日本海溝沿いの地震活動の長期評価」では、「青森県東方沖及び岩手県沖北部～茨城県沖ではM8を超える沈み込んだプレート内の地震の**発生は確認されていない。しかし、同じ太平洋プレートが沈み込む千島海溝では、1994年にM8.2の地震が発生しているため、この領域でも発生する可能性は否定できない**」として、青森～茨城沖までM8.2のプレート内地震が起きることを想定するよう指示している。

## 【P 4】

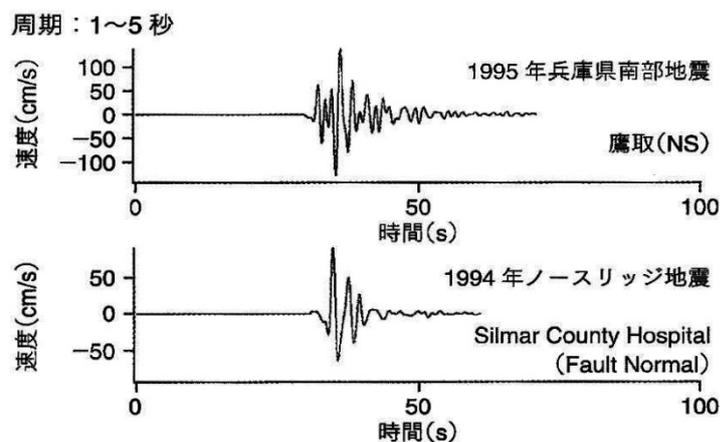
### ○想定する地震の種類

震源を特定して策定する 地震動	内陸地殻内地震（断層が地表に（部分的にも）現れている場合）
	プレート間地震（海溝・トラフ）
震源を特定せず策定する 地震動	プレート内地震（どこで割れるかよくわかっていない）
	断層が地表に現れていなくても起きる可能性のある地震（日本中どこでも起きる可能性がある地震）

（用語）

#### ※「パルス波」

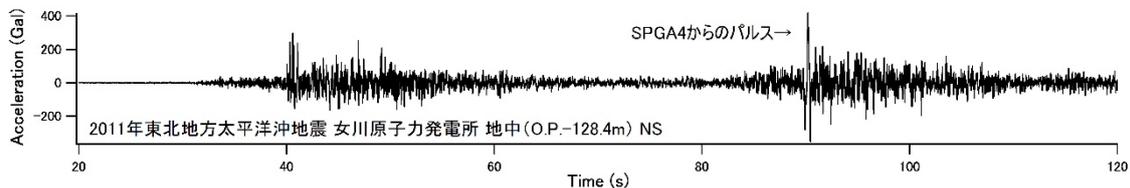
1995年兵庫県南部地震で高速道路などを一瞬でなぎ倒した「キラーパルス」として有名になった地震波。前年1994年米ノースリッジ地震でも観測されていたものの「アメリカでのこと。日本では観測されたことがないのでおよそ考えられない」とされていた。



（図）構造物に大きな破壊を及ぼした1995年兵庫県南部地震、1994年ノースリッジ地震の速度波形（野津厚「不幸中の幸いであった東北地方太平洋沖地震の強震動生成過程から原子力発電所の耐震安全性を考える」<sup>13)</sup> 雑誌「科学」Vol. 85 No.10 2015より）

このパルス状の地震波は内陸地殻内地震だけでなく、プレート間地震の2003年十勝沖でも観察され、そして2011年東北地方太平洋沖地震においても女川原子力発電所でも第二波先頭に大きな速度振幅を持って観測され、加速度も女川

原発の基準地震動を超えた。



(図) 2011年東北地方太平洋沖地震で女川原子力発電所で観測された加速度波形。第二波先頭に顕著なパルス状の波形が見られる。(野津厚)

**日本原電は、パルス波の発生は、宮城沖の「地域性」であって、「茨城沖では観測されていないので考慮する必要はない」としている。**

### ○「地域性」について

茨城県のWTで、藤原委員より次のような指摘がされている。

「耐震バックチェックの時も日本原電は地域性を考慮に入れるということで、多の地域よりも低めの設定がされた。これを委員会で修正させた。今回の震源モデルでの評価も、また地域性を考慮した値なのか？」(はい/日本原電)

WT藤原委員が、国の地震調査研究推進本部でも千島海溝も日本海溝も同じ太平洋プレート沈み込み帯なので青森沖～茨城沖までM8.2のプレート内地震を想定すべきとの指摘に対して、日本原電は**「敷地周辺ではM7.3を越えるようなプレート内地震は発生しないことを確認している」**として、M8.2のプレート内地震が起きる可能性を否定している。

**【P6】** WT委員より求められた地震の強さの29%の地震想定を提出して大丈夫とした点

### ○データの一部を隠してわからなくさせるやり方

委員が想定すべきとした1993年釧路沖地震の実際の解析データとの比較(各アスペリティの数、応力降下量、短周期レベルの比較)を出さずに、結果だけを示した。委員をだますようなやり方。

○藤原委員が求めた 1993 年釧路沖地震の短周期レベルと日本原電が想定した短周期レベルの違い（1994 北海道東方沖地震との違いも）

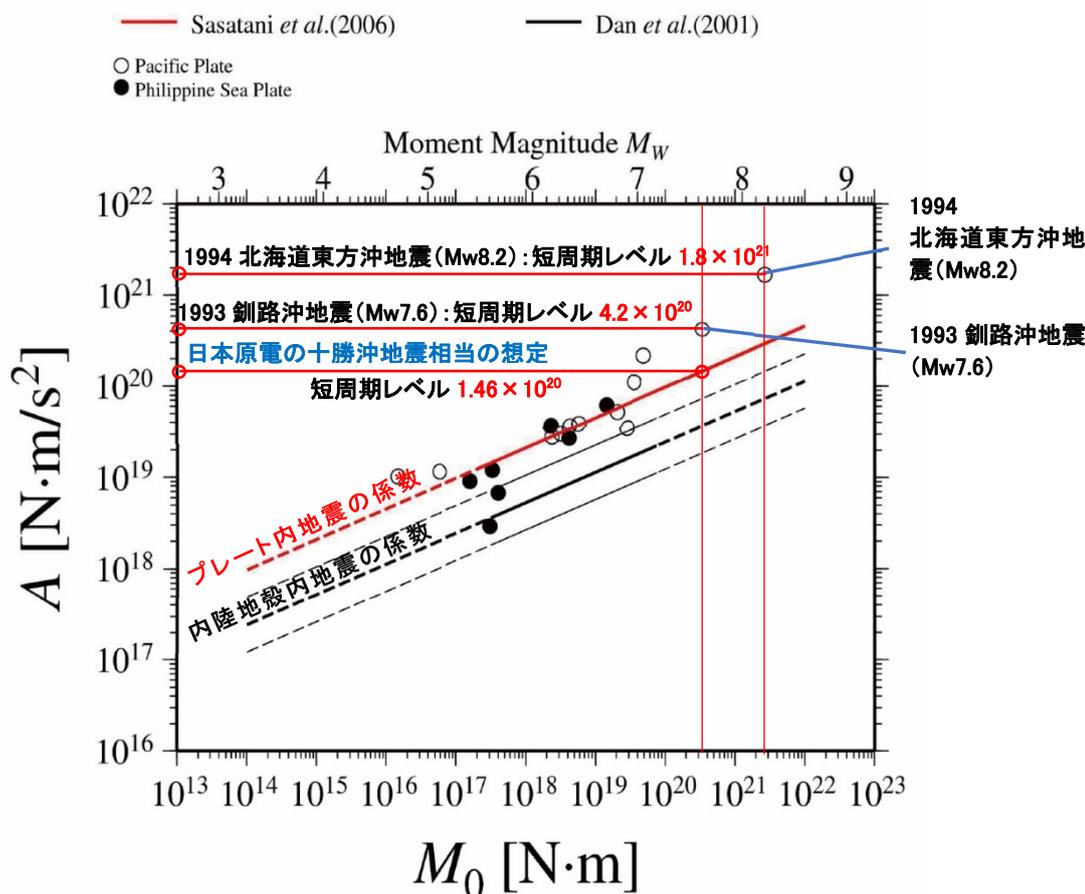


図 2.4-1 国内のスラブ内地震の地震モーメント  $M_0$  と短周期レベル  $A$  との関係

(図) 平成 28 年規制庁委託事業「海洋プレート内地震の地震動評価の調査」報告書（大崎総合研究所）「国内のスラブ内地震の断層パラメータの分析」の図に追記

(用語)

**※アスペリティ** 震源の断層の中で、ずれた時に強い地震波を出す固着領域（強震動生成域）

**※応力降下量** 断層が固着していた部分に圧力（ゆがみ）が溜まって、その歪みに耐えきれずに一気にすべって歪みの圧力を解放して地震波を出す。この時に下がった圧力のことを「応力降下量」という。

**※短周期レベル** 地震波の短周期の波の強さのこと。地震波にはいろいろな周期の波が混ざっている。原発の機器・構造物の固有周期（震動しやすい周期）は、

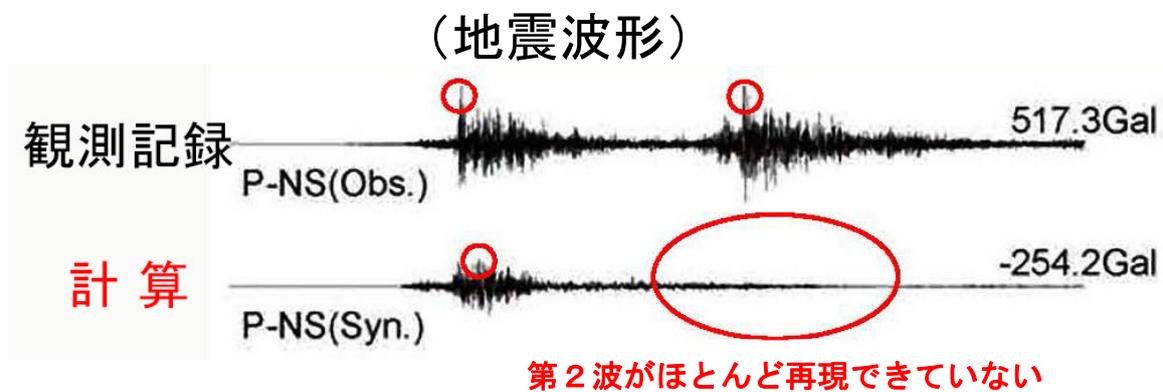
0.02 秒～0.5 秒とされることから、この周期帯のレベル（強さ）に注意している。なお、一瞬の「パルス波」は、構造物の固有周期を無効にしてしまうことから「キラールパルス」として恐れられている。

## 【P7-8】日本原電の震源モデル

2011年東北地方太平洋沖地震を再現できないモデルを使っている

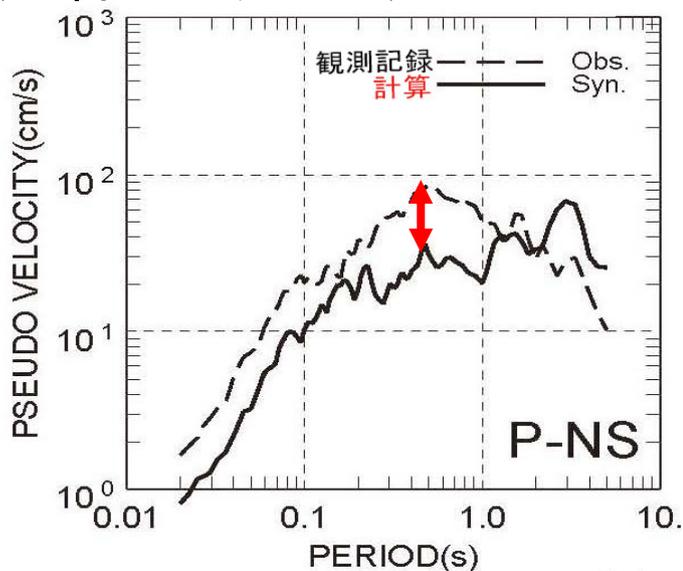
日本原電の震源モデルの再現性

○第2波（ビデオ参照）の宮城沖の震源を再現できない



○応答スペクトルも再現できない

(応答スペクトル)



日本原電のモデルの計算（一線）はほとんどの周期帯で過小評価になっている

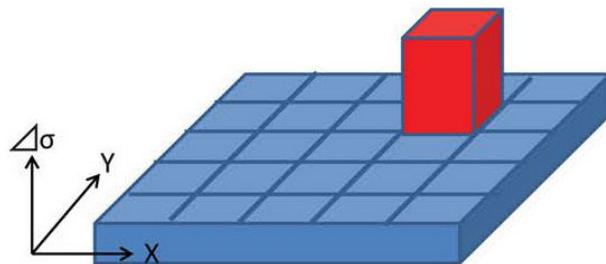
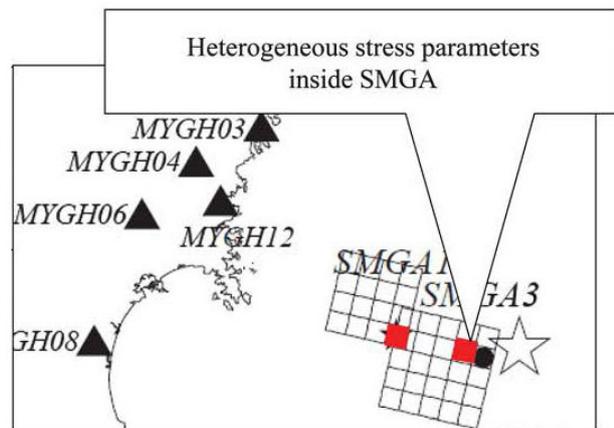
(用語)

**※応答スペクトル** 地震波の周期に対して、それぞれ固有周期を持つ建物・器機・構造物が揺れる大きさを周期ごとに並べたもの。スペクトルは波を周期別に分解したものを言う。

**※強震動予測レシピ** 地震動を予測することを目的に、誰がやっても同じ地震動が導けるようにパラメータを「レシピ」にしたもの。京都大学の入倉孝次郎氏が2004年にまとめたもので、「入倉レシピ」とも呼ばれている。

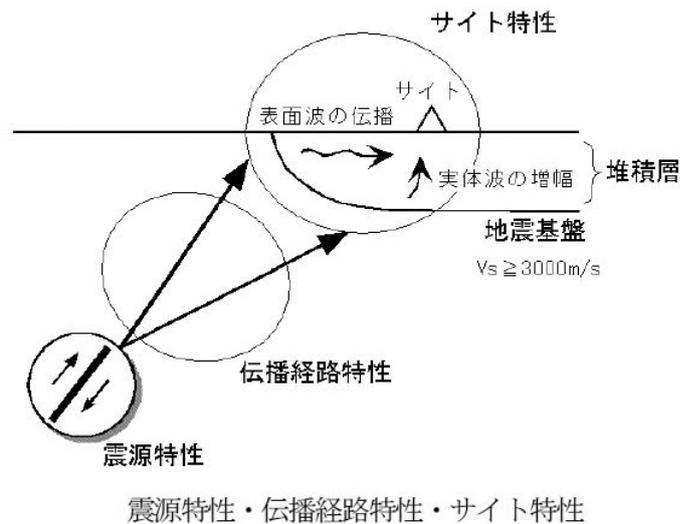
### ○入倉「不均質モデル」

強震動の予測レシピを作った入倉さんは2013年に、従来の強震動予測レシピではこのパルス波が再現できないことから、大きなアスペリティの中にさらに局所的に大きな応力降下量を持つ領域を設定する「不均質モデル」を提案した。この局所領域では応力降下量を4倍にしている。



## 【P 9】 日本原電の地盤モデルは地盤の増幅を正しく反映していない？

これまでの説明は、主に「震源特性」について問題提起してきた。しかし、地震動の要素は、「震源特性」+「伝播経路特性」+「サイト増幅特性」の3つで特徴づけられる。



地震波は固い地盤（岩盤）から柔らかい地盤（堆積層）に伝わる際に、速度が遅くなる代わりに揺れの震幅が増幅されて地表に伝わってくる。震源からの距離が同じ位でも観測点によって地盤が違うので、地表では揺れ方が違ってくる。

たとえば、2011年東北地方太平洋沖地震の3月11日14:46~47の揺れは、日立で1,845ガル（震央からの距離258km）、銚田で1,762ガル（同301km）、岩瀬で1,224ガル（同309km）、御前山で1,062ガル（同284km）、笠間で1,053ガル（同301km）と、震央からの距離が250~300kmと同じでも大きくちがっています。これは震源が同じ地震波でも、観測点の地盤によって地震波の増幅の特性が違っていることによる。

敷地（サイト）の下の地盤の特性に応じて、地震波がどのように増幅するかの特徴を「**サイト（増幅）特性**」という。

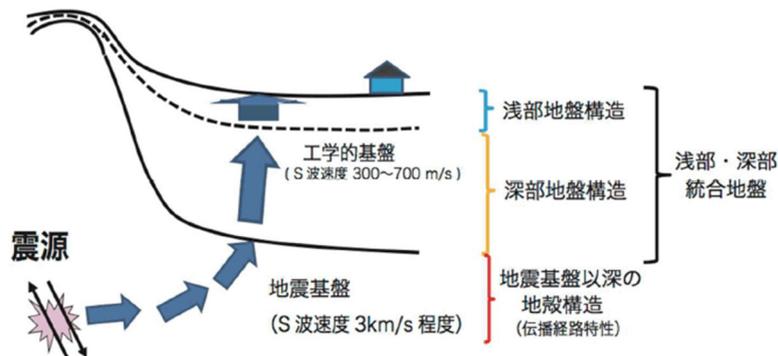
どのような揺れが原発を襲うのかを想定するときに、震源の特性や伝播経路の特性とあわせて、敷地の地盤のこの増幅特性が正しく反映されていることが大事となる。

地震が発生する固い岩盤と柔らかい堆積層の境界の面を「地震基盤」という。

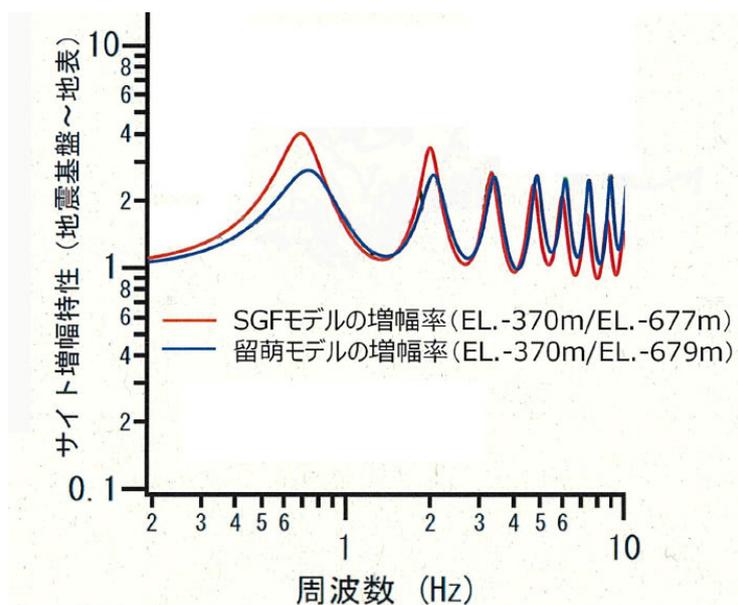
この面はS波（横波）が1秒間に3,000mの速度 ( $V_s \geq 3,000\text{m/s}$ ) となる面を言う。地震波がこの地震基盤から堆積層に入ると柔らかいので急にS波の速度が落ち、その代わり震幅が大きくなる。

S波の速度が700m/sにまで落ちたところを、建物の耐震設計の一つの基準として「工学的基盤」（原発の場合「解放基盤面」）と呼んでいる。原発の「基準地震動」は地表面の地震動ではなくて、この解放基盤面での地震動を言い、東海第二発電所の場合、地震基盤面は-677m、工学的基盤面（解放基盤面）は-370mと設定されている。

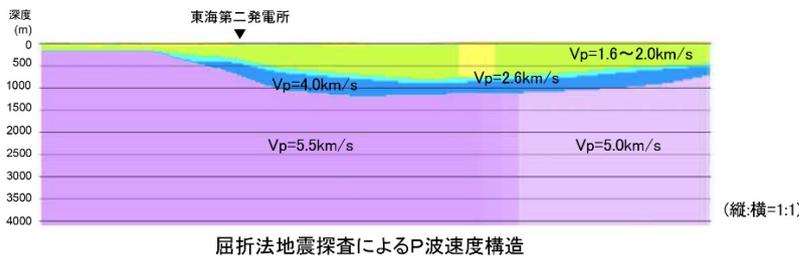
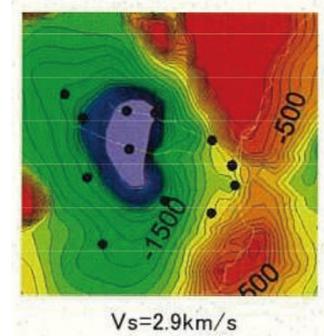
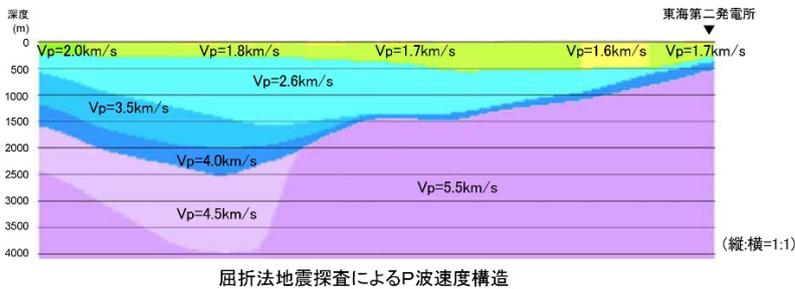
サイト特性は、この「地震基盤面～工学的基盤面」を深部、「工学的基盤面～地表」までを浅部と呼び、それぞれ「深部地盤構造」「浅部地盤構造」と言う。



スライドP9に示したグラフ（下記）は、日本原電が「地震基盤～解放基盤まで」の深部地盤をモデル化して「地震波の増幅特性」を示したものである。



しかし、このモデルは、「水平成層構造」を仮定していることから、人工的な山谷を繰り返す増幅率となっている。実際の地震波ではこのようなことはなく、また自身が調査した地盤構造（盆地状）下図とも食い違っている。



上記は地下-677m~-370mまでの増幅率だが、日本原電による「地盤モデル」の全体像は下記のとおり。

3. 地下構造評価 3.7 敷地の地盤モデル  
地盤モデルの設定

第201回調査委員会  
資料1修正

- ①解放基盤表面以浅の地盤モデルは、地盤同定解析結果を基に設定した。
- ②解放基盤表面以深の地盤モデルは、1000mボーリングの調査結果を基に設定した。
- ③なお、解放基盤表面以深の最上層のS波速度、P波速度及び密度については、地盤モデルにおける物性値の連続性を考慮し、解放基盤表面以浅の地盤モデルにおける最下層の数値とした。
- ④減衰定数については、解放基盤表面から地震基盤までは信岡他(2012)、地震基盤以深については佐藤他(1994)に基づき設定した。

▽解放基盤表面 (E.L.-370m)

▽地震基盤 (E.L.-677m)

設定した地盤モデル

※ E.L. (m)	層厚 (m)	S波速度 (m/s)	P波速度 (m/s)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	減衰定数		
					水平	鉛直	
①	8.0	2.5	130	280	0.236f <sup>0.75</sup>	0.203f <sup>-0.21</sup>	
	5.5						1.71
	1.0	4.5	151	403			
	-7.0	8.0	308	1589			1.66
		8.0	478	1509			1.82
	-15.0	91.0	477	1753			1.69
	-106.0	62.0	557	1742			1.74
	-168.0	92.0	669	2067			1.78
	-260.0	108.0	756	2256			1.82
	-368.0	2.0	790	2000			1.85
②	-370.0	107.0	③ 790	2000	1.85	④ 0.02	0.01
	-477.0	200.0	840	2110	1.96		
	-677.0	60.0	2750	4740	2.63	Q=110f <sup>0.69</sup>	
	-737.0	265.0	3220	5550	2.70		
	-1002.0	-	3220	5550	2.70		

※ G.L.=E.L.8.0m



4-118

(図) 基準地震動の策定に用いられている地盤モデル。

S波速度が 700m/s となる地下-370mを「解放基盤」として、それから「地表」までの「減衰定数」が「0.072」「0.236」（周期 f を 1 秒とすると）となっている。専門家によれば、通常「0.03」を越えることはないのに、とても大きな値となっており、このような減衰定数では、解放基盤面に地震動を入力しても、地表までの間に揺れはほとんどなくなってしまうような定数とのこと。

地盤モデルの増幅率は、プレート内地震や内陸地殻内地震、震源を特定せず策定する地震動など、地震観測記録が少なく「よくわかっていない」地震を想定するときに使われている（予測に使う要素地震がない場合）。

**地震波の地盤での増幅率が違っていると、策定した基準地震動の信頼性が崩れてしまう。**入力する地震動（基準地震動）が誤っていると耐震設計は誤ったものになってしまう。

**これらは、日本原電敷地での観測記録で第三者も検証できるが、日本原電はその敷地観測記録の公開を断固として拒否し隠し続けている。**

## 【P 1 0 - 1 2】

### ○耐震設計基準の「許容値」に対して 1.07 倍の余裕しかない

2011 年東北地方太平洋沖地震が起きて、原子力安全・保安院は緊急に全国の原発の耐震バックチェックを求めた。2012 年日本原電はバックチェック報告書で、基準地震動 600ガルに対するクリフエッジは「**まだ 1.73 倍も耐震余裕がある**」とし、「**げんでん東海**」チラシで住民に大々的に「**まだ余裕がある**」ことを**宣伝した**（スライド 12）。しかし、審査で基準地震動が 1009ガルとなつて、その揺れに対する余裕（許容値／発生値）が「1.07」になったら、ダンマリを決め込んで、住民に説明をすることを止めた（隠すように）。

（用語）

**※クリフエッジ** 炉心の冷却の維持が可能な地震動の大きさの限界。日本原電は、東海第二発電所で地震に最も弱く、**炉心損傷に直結する**ところは、**圧力容器の上部を支えている「スタビライザ」**だと自認している。

これを指摘されて日本原電は、**設計基準の「許容値」**（設計上、その器機にかかることを許容する力の値＝設計基準）に、「もともと余裕が含まれている」の  
 ですぐには壊れない・大丈夫と言い出した。

茨城県WTでは、この説明に対して委員より「それは一般には通用しない議論・裏の話し」（西川委員）とされた。

### 【P 1 3】 圧力容器スタビライザの構造（補足）

