

平成24年（行ウ）第15号東海第二原子力発電所運転差止等請求事件

控訴人 大石光伸 外265名

被控訴人 国 外1名

準備書面（30）

（震源を特定せず策定する地震動）

2015年（平成27年）12月17日

水戸地方裁判所 民事第2部 御中

原告ら訴訟代理人

弁護士 河 合 弘 之  
外

|     |                                     |    |
|-----|-------------------------------------|----|
| 第1  | はじめに                                | 2  |
| 1   | 新規制基準を踏まえた設置変更許可申請等                 | 2  |
| 2   | 東海第二原発の基準地震動の見直しの経緯                 | 2  |
| 3   | 東北地方太平洋沖地震                          | 3  |
| 4   | 基準地震動を超えた例が過去10年間で6回もある（原告準備書面（11）） | 4  |
| 第2  | 原発の耐震設計の流れ                          | 4  |
| 1   | 原発の耐震設計の全体像                         | 4  |
| 2   | 被告日本原電が策定した基準地震動                    | 5  |
| (1) | 震源を特定して策定する地震動                      | 5  |
| (2) | 震源を特定せず策定する地震動                      | 7  |
| 第3  | 「震源を特定せず策定する地震動」について                | 10 |
| 9   | 2004年留萌支庁南部地震                       | 10 |

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| (1) 2004年留萌支庁南部地震の概要                   | 10 |
| (2) 留萌支庁南部地震の地震動                       | 11 |
| (3) 地盤による地震動の増幅                        | 12 |
| (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 | 15 |
| (5) 少なくともMw6.5が想定されるべき                 | 18 |
| (6) 試算                                 | 19 |
| (7) 各種の不確かさの考慮                         | 21 |
| 10 2000年鳥取県西部地震について                    | 23 |

## 第1 はじめに

### 1 新規制基準を踏まえた設置変更許可申請等

被告日本原電は、東海第二原発について、2014年（平成26年）5月20日に、原子力規制委員会に対して、新規制基準を踏まえた設置変更許可申請等を行い、その概要について、被告日本原電の平成26年8月28日付準備書面（2）で述べられている。

原告らは、これに先立ち、2014年2月6日付準備書面（7）において、東海第二原発の耐震設計の問題点について主張していたが、上記設置変更許可申請等において基準地震動が見直されているので、これに対して、改めて、原告らの主張を整理する。必要に応じて、これまでの主張と重複する部分もあるが、書面の性質上、ご了解いただきたい。

### 2 東海第二原発の基準地震動の見直しの経緯

被告日本原電も認めているように、東海第二原発の基準地震動は、下記のとおり、過去何度も見直されてきた（被告日本原電準備書面（2）第2）。

- ① 発電所建設時 180ガルないし270ガル（重要な機器について）
- ② 1995年（平成7年）  $S_1$  180ガル  $S_2$  270ガル
- ③ 2006年（平成18年）  $S_s$  600ガル

まず確認しておきたいことは、東海第二原発は、もともと180ガルないし270ガル程度の地震動を想定して建設されたという事実であり、東海第二原発の耐震性能は決して高くない。

その後に、2006年（平成18年）に耐震設計審査指針が見直され、基準地震動 $S_s$ は一気に600ガルに引き上げられた。しかし、その際になされた安全評価は、それまで保守的な評価が行われていたものが、より保守的でない方向に切り下げられて行われたものであった。

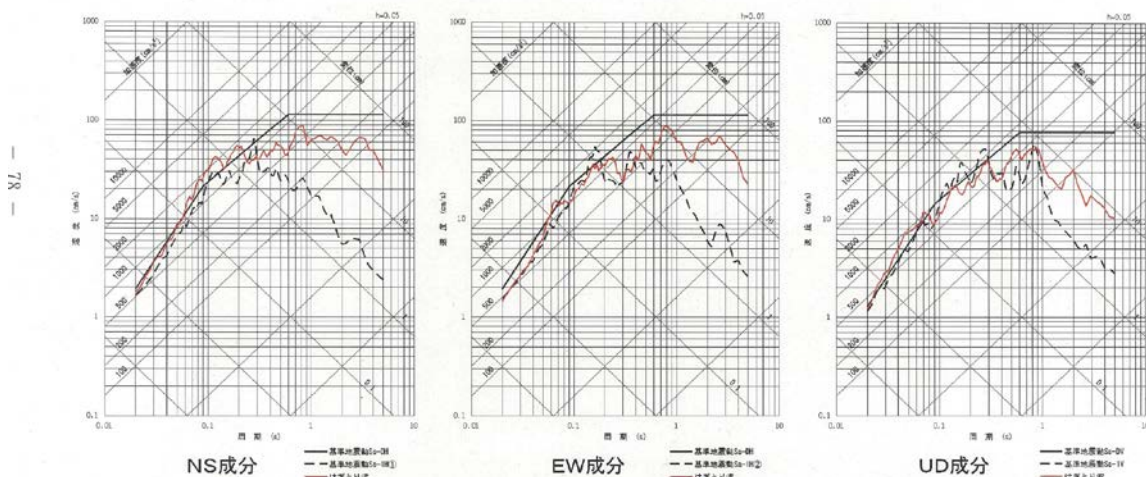
### 3 東北地方太平洋沖地震

そして、2011年（平成23年）3月11日の東北地方太平洋沖地震では、この基準地震動 $S_s$  600ガルをはるかに超える地震動が東海第二原発を襲った。

この点、被告日本原電は、「一部の周期帯で基準地震動 $S_s$ の応答スペクトルを超えているものの、大きく上回るものではない（図4）」「地震動の短周期成分で比較すると概ね同じレベルである」などと主張する（準備書面（2）15頁）。

図4 解放基盤表面におけるはざとり解析結果（擬似速度応答スペクトル）

出典：「平成23年東北地方太平洋沖地震による女川原子力発電所及び東海第二発電所の原子炉建屋等への影響・評価について ～中間取りまとめ～」から抜粋



しかしながら、上記をみれば、東北地方太平洋沖地震の波形（赤線）は、基準地震動 $S_s$ のそれ（黒線、黒波線）を大きく超えている。

原発の機器・配管は、すべて、この基準地震動に基づき設計され、また安全評価さ

れている。基準地震動は、原子力発電所の耐震安全上、最も重要な位置を占めており、この基準地震動の策定が過小であれば、原発の安全性は担保されない。東海第二原発が、福島第一原発のような過酷事故に至らなかったのは偶然でしかなく、その安全軽視の姿勢は厳しく批判されるべきである。

#### 4 基準地震動を超えた例が過去10年間で6回もある（原告準備書面（11））

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。このことからすれば、これまでの地震動想定手法には根本的な欠陥があり、著しい過小評価を招いている。

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。

そして、これは新規制基準でも全く是正されていない。

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、Mw 5.7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。

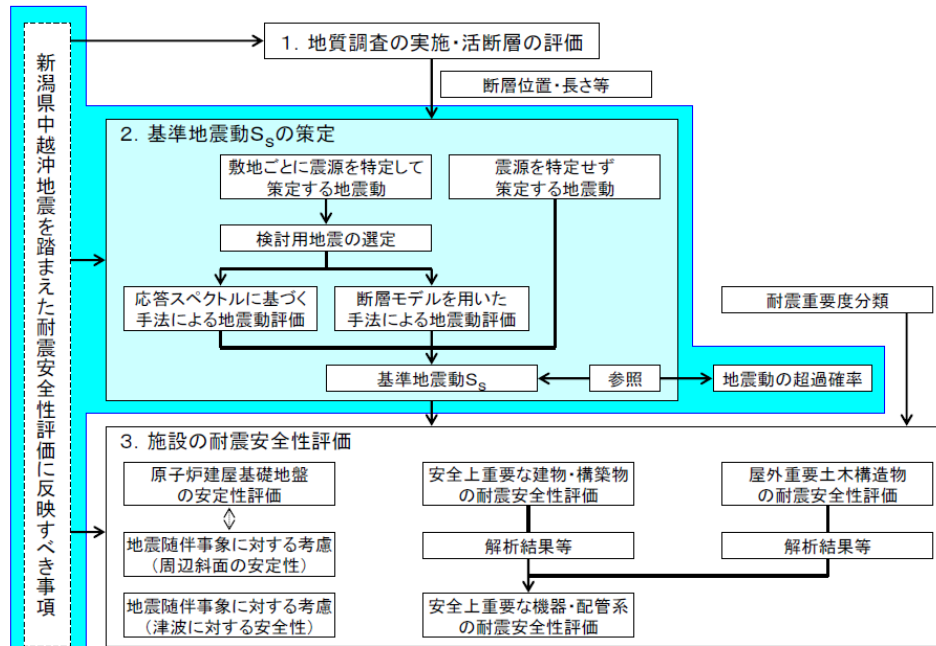
本準備書面では、まず、原発の基準地震動の策定手法を概観した後、震源を特定せず策定する地震動について述べることとし、震源を特定して策定する地震動は、別の準備書面で述べる。

## 第2 原発の耐震設計の流れ

### 1 原発の耐震設計の全体像

原発の耐震設計は次のような流れでなされている（原告準備書面（7）第1）。

## (1)新耐震指針に照らした耐震安全性評価の流れ



甲D3「東海第二発電所  $S_s$  の策定について 平成22年11月22日」

## 2 被告日本原電が策定した基準地震動

### (1) 震源を特定して策定する地震動

被告日本原電が見直した、震源を特定して策定する地震動は、以下のとおりである。

## 2.2 基準地震動評価(1/3)

### ● 地下構造調査

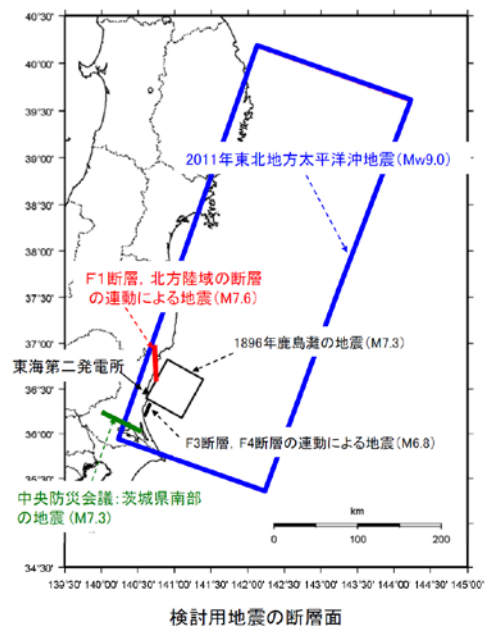
- 大深度ボーリング及び高感度地震計を地下約1000mに設置し、地震観測を行っている。(2012年8月～)
- 地震観測記録の分析結果や敷地及び敷地周辺で実施した反射・屈折法探査による速度構造を用いた解析的検討の結果から、地下構造による影響は小さいことを確認した。

### ● 検討用地震

活断層調査結果や地震発生状況等を考慮し、内陸地殻内地震、プレート間地震、海洋プレート内地震毎に検討用地震を下記のとおり選定した。

| 地震発生様式    | 検討用地震                   |                            |
|-----------|-------------------------|----------------------------|
|           | 耐震バックチェック               | 今回                         |
| 内陸地殻内地震   | F3断層、F4断層の連動による地震(M6.8) | F1断層、北方陸域の断層の連動による地震(M7.6) |
| プレート間地震   | 1896年鹿島灘の地震(M7.3)       | 2011年東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)※    |
| 海洋プレート内地震 | 中央防災会議：茨城県南部の地震(M7.3)   |                            |

※：「2.5 津波評価」で設定した2011年東北地方太平洋沖地震の「割れ残り領域」の震源による地震動の影響は、2011年東北地方太平洋沖地震の影響を上回るものではない。



10

甲D29「東海第二発電所 新規規制基準への適合性に係る申請の概要について 平成26年6月」

上記にもあるように、被告日本原電は、震源を特定して策定する地震動について、耐震バックチェック時から、以下のとおり、検討用地震を見直している。

- ① 内陸地殻内地震 F3断層、F4断層の連動(M6.8)  
→F1断層、北方陸域の断層の連動(M7.6)
- ② プレート間地震 1896年鹿島灘の地震(M7.3)  
→2011年東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)
- ③ 海洋プレート内地震 中央防災会議：茨城県南部の地震(M7.3)  
→変更なし

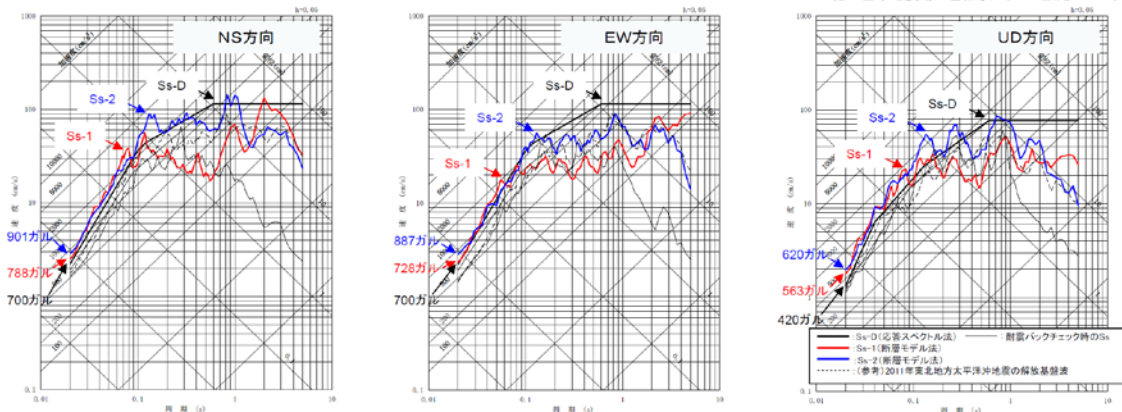
そして、これらについて、ア応答スペクトルに基づく手法、イ断層モデルを用いた手法、のそれぞれの手法により基準地震動を策定している。その結果は、以下のとおりである。

## 2.2 基準地震動評価(2/3)

### ● 基準地震動Ss

| 地震発生様式    | 検討用地震                    | 地震規模  | 応答スペクトルに基づく<br>手法による基準地震動                                                                                   | 断層モデルを用いた<br>手法による基準地震動                                                                                                       | 超過確率                                                        |
|-----------|--------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 内陸地殻内地震   | F1断層、北方陸域の断層の<br>運動による地震 | M7.6  | S <sub>S</sub> -D <sub>N</sub> (700ガル)<br>S <sub>S</sub> -D <sub>E</sub> (420ガル)<br>(すべての検討用地震を<br>包絡させて設定) | S <sub>S</sub> -1 <sub>NS</sub> (788ガル)<br>S <sub>S</sub> -1 <sub>EW</sub> (728ガル)<br>S <sub>S</sub> -1 <sub>UD</sub> (563ガル) | 基準地震動Ssの<br>年超過確率は<br>10 <sup>-4</sup> ~10 <sup>-5</sup> 程度 |
| プレート間地震   | 2011年東北地方太平洋沖地震          | Mw9.0 |                                                                                                             | S <sub>S</sub> -2 <sub>NS</sub> (901ガル)<br>S <sub>S</sub> -2 <sub>EW</sub> (887ガル)<br>S <sub>S</sub> -2 <sub>UD</sub> (620ガル) |                                                             |
| 海洋プレート内地震 | 中央防災会議<br>茨城県南部の地震       | M7.3  |                                                                                                             | —※                                                                                                                            |                                                             |

※：他の基準地震動に包絡されるため設定していない。



11

これらは、かつての基準地震動 S s 6 0 0 ガルに比べれば、もちろんより安全側にはなっているが、ア応答スペクトルに基づく手法、イ断層モデルを用いた手法、のそれぞれの手法において、既往地震の地震動の平均像を基礎として行われていることに変わりはない。その意味で、未だ小手先の見直しであると言わざるを得ない。

### (2) 震源を特定せず策定する地震動

一方で、震源を特定せず策定する地震動については、いまだに、「加藤他(2004)」に基づき設定したとしている(甲D29「東海第二発電所 新規規制基準への適合性に係る申請の概要について 平成26年6月」8頁)。

この点については、原子力規制委員会でも、以下のとおり痛烈に批判されている(甲D30 原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合第119回平成

26年6月17日議事録20頁以下、下線は原告ら代理人)。

- 櫻田部長 地震動の設定のところなんですが、8ページに新規制基準に対する申請書の内容というのが書いてあって、二つ目の箱の中で、こういうやり方で設定をしたと、地震動ですね、基準地震動を設定したと、こういうふうに書いてあるんですけど、震源を特定せず策定する地震動については加藤他（2004）に基づき設定したと書いてあるんで、確認なんですが、私どもが定めて公表している審査ガイドの中では、過去の地震を考慮に入れて考慮すべき地震についても例示を挙げているんですけど、そういった過去の地震を評価した結果というのは、ここで考慮したものなのでしょうか。
- 日本原子力発電（川里） 日本原子力発電の川里でございます。震源特定せずの地震につきましては、実は、従来のもので申請させていただきました。現在、社内で先行プラントの状況、それと電中研さんからの最終報告書、こういうのを見まして検討したいと思っております。例えば、留萌の地震であれば、先行プラントさんのほうでは余裕を持ったものが検討されてございますけれども、こういった波も今後はSsの中に考慮していきたいというふうに思っております。
- 櫻田部長 今日は質問するだけなんですけれども、ということは、そういう、今後検討されることも含めて初めて申請の内容が固まるという、そういうふうに理解してよろしいのか、そうじゃなくて、今、この段階でも適合していると、新規制基準に適合しているという御判断なのか、どちらなんですか。
- 日本原子力発電（川里） 現状では、我々は申請に対しては適合しているというふうに考えてございますけれども、ただ、先行プラントでやられておりますような留萌の地震、こういったものも建屋への影響等、こういうのを見ておまして、影響がないというところは判断してございますので、適合性については問題ないというふうに考えて申請いたしました。
- 櫻田部長 これで終わりにしますが、先行プラントで地震動の設定のところは



炉型に関わりなく同じようなことを審査することに当然なるわけで、  
そういった状況を御存じの上で、内部的には検討されているのかもし  
れませんが、私どもに提示されている申請の内容といったものの  
中には、そこが入っていないで、それで適合していると言われても、  
こっちは納得できないということに多分なと思いますので、その  
あたりは今後しっかりと確認させていただきたいと思います。

以上のとおり、震源を特定せず策定する地震動については、日本原電は、審査が先行しているプラントにおける議論を承知しながら、従来の加藤他(2004)に基づき申請書を提出したことに対して、原子力規制委員会は、「それで適合していると言われても、こっちは納得できない」と痛烈な批判を加えている。

そして、驚くべきことに、日本原電は、申請から1年半以上経過した現在も、この態度を改めていないのである。

原告らは、今一度、被告日本原電に問いたい。東海第二原発について、本気で新規制基準の適合性を満たすことができると考えているのか。もし、新規制基準の適合性を満たすことをあきらめているなら、この裁判は、司法資源の無駄遣いである。

また、被告国にも問いたい。被告日本原電は、東海第二原発について、本気で新規制基準の適合性を満たすことができると考えているのか。もし、新規制基準の適合性を満たすことは無理だと考えているなら、その審査は、原子力規制行政資源の無駄遣いである。

以下、本準備書面では、震源を特定せず策定する地震動について述べる。震源を特定して策定する地震動は、別の準備書面で述べる。

### 第3 「震源を特定せず策定する地震動」について

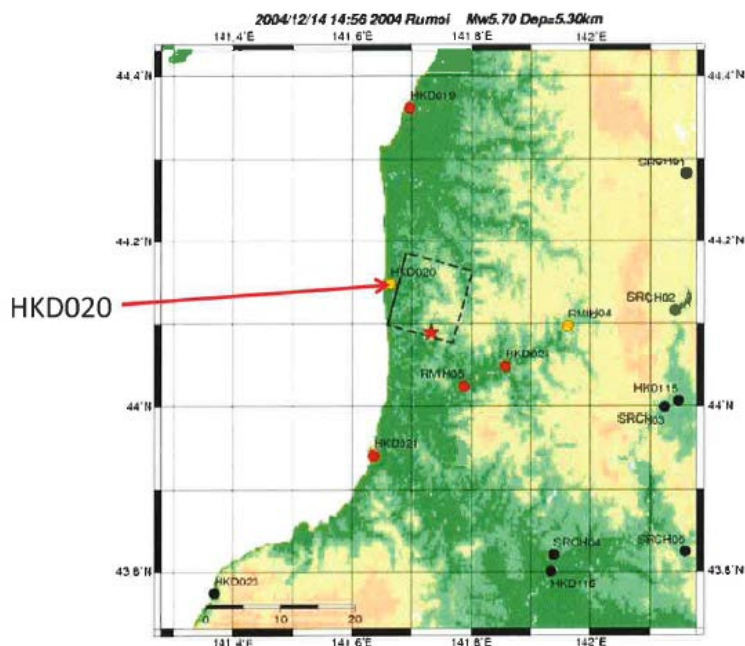
震源を特定せず策定する地震動については、すでに、準備書面（7）第8で述べたとおりである。重複を避けるため、これを参照いただきたい。

ただし、準備書面（7）第8の9項「2004年留萌支庁南部の地震」については、以下のとおり改める。

また、第8に、新たに10項「2000年鳥取県西部地震について」を加える。

## 9 2004年留萌支庁南部地震

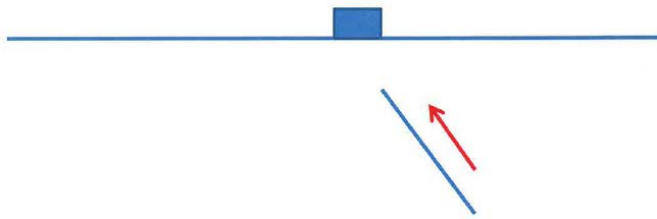
### (1) 2004年留萌支庁南部地震の概要



「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M<sub>w</sub>で5.7（M<sub>j</sub>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D18「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（甲D 1 8「計算業務報告書」）。

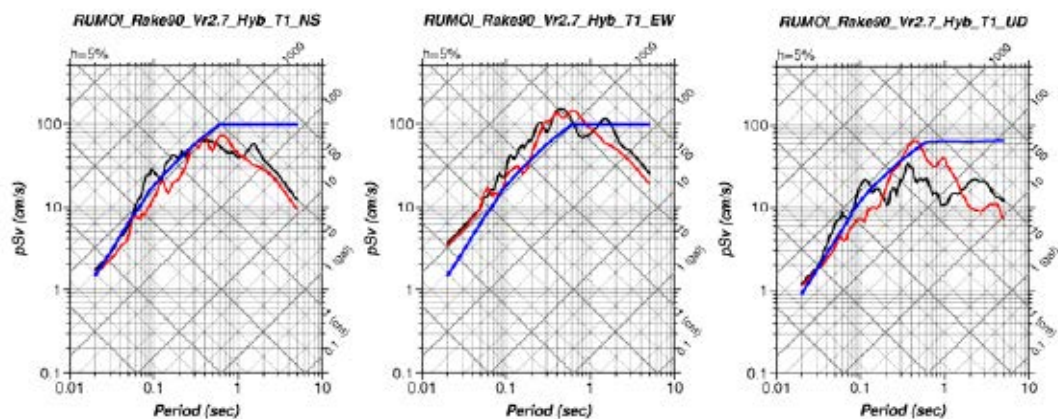


図 2.2-3(2) HKD020 におけるハイブリッド波形（赤）と観測波形（黒）による  
疑似速度応答スペクトルの比較（青：加藤スペクトル）

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

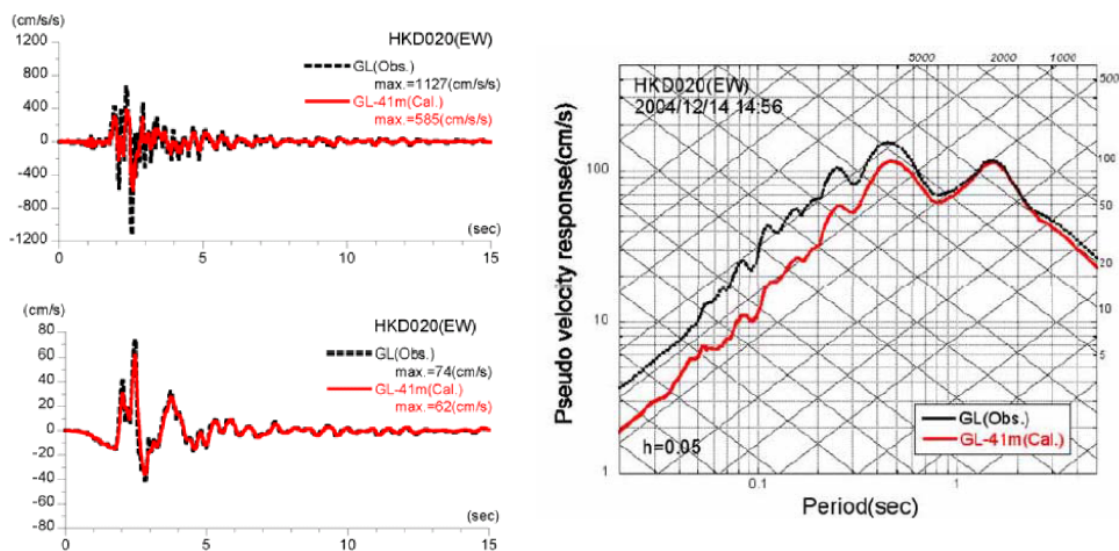
この強い地震動の原因について、佐藤（2013）は、特に地表から 13 m までは岩盤は亀裂が多く、岩盤が 6 m までの地盤が脆いとし、そのため、地震動が増幅するとして、41 m までの地層を除去したときのはざとり波が次のようになるとした。

## 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。
- はざとり結果は、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D31 「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。

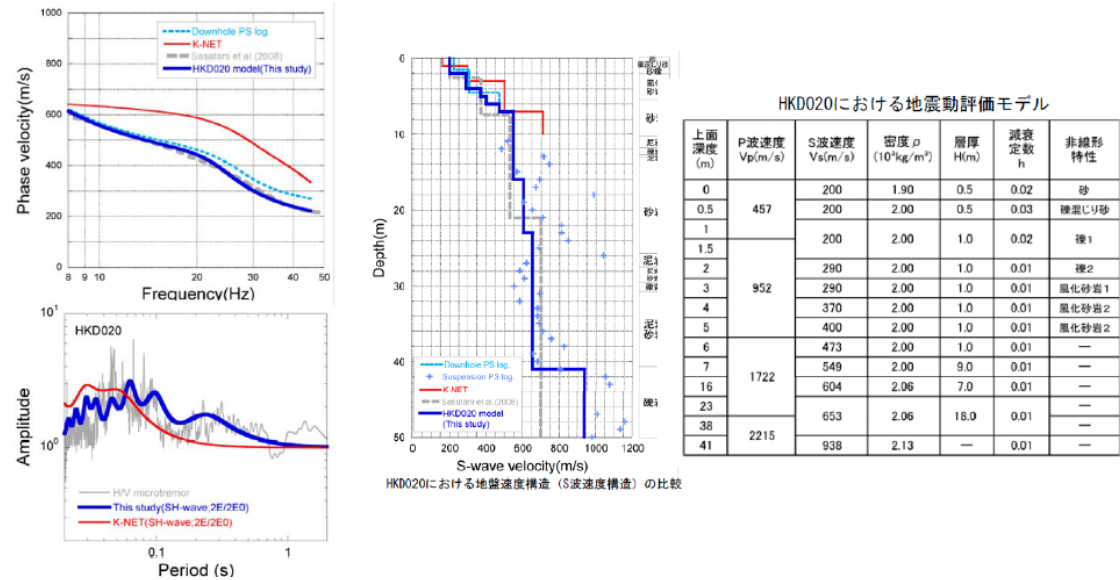
ちなみに、地表深さ 6m までの地盤が弱いとする図は次のとおりである。

### 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。



甲D31 「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」

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」



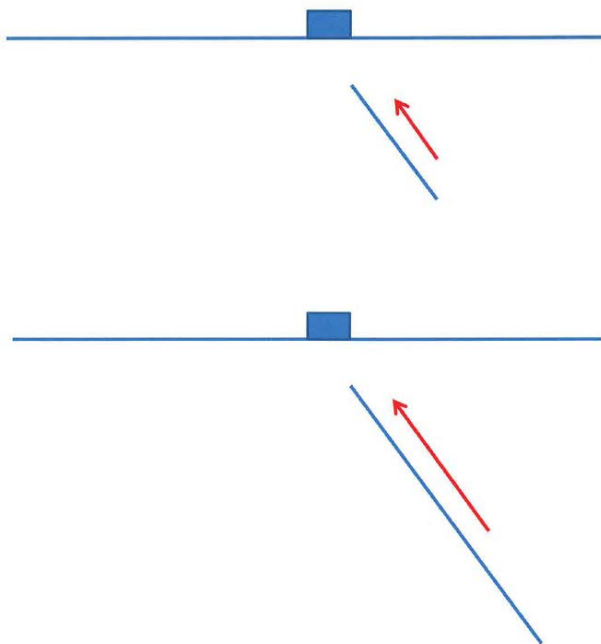
「4.2.1 震源近傍の観測記録の収集と検討対象地震の選定」の中の「解説」では、「地表地震断層が出現しない可能性のある地震」を前記のように次のように説明する。

【解説】

(1) 「地表地震断層が出現しない可能性のある地震」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。



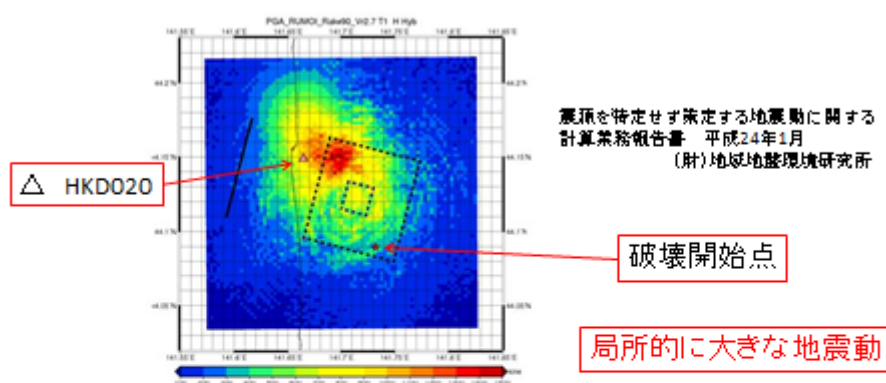
そうであれば、問題は、このMw6.5未満の地震が、破壊伝播効果（NFRD 効果）のもたらされるような位置で発生したときに、最大限どこまでの地震動が敷地を襲うかである。

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、直下地震発生の際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（甲D18「計算業務報告書」）。



(1)PGA 分布 (△: HKD020 地点, ☆: 破壊開始点)

実際に、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な地震動分布の中で、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、下のように、いくつかのシミュレーションを行って検討している（甲D18「計算業務報告書」）。

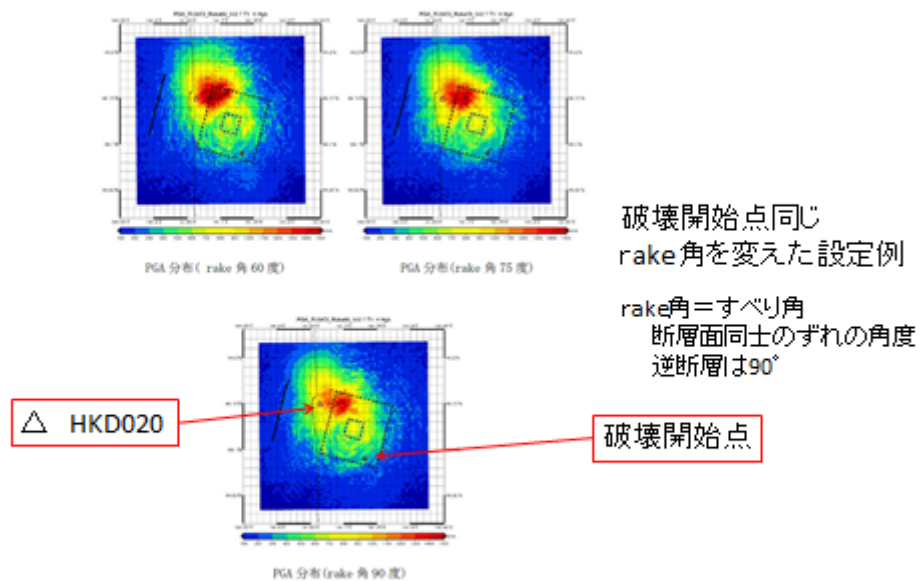


図 2.3-2 rake 角 60 度、75 度および 90 度の場合の PGA の面的地震動分布  
(△: HKD020 地点、☆: 破壊開始点)

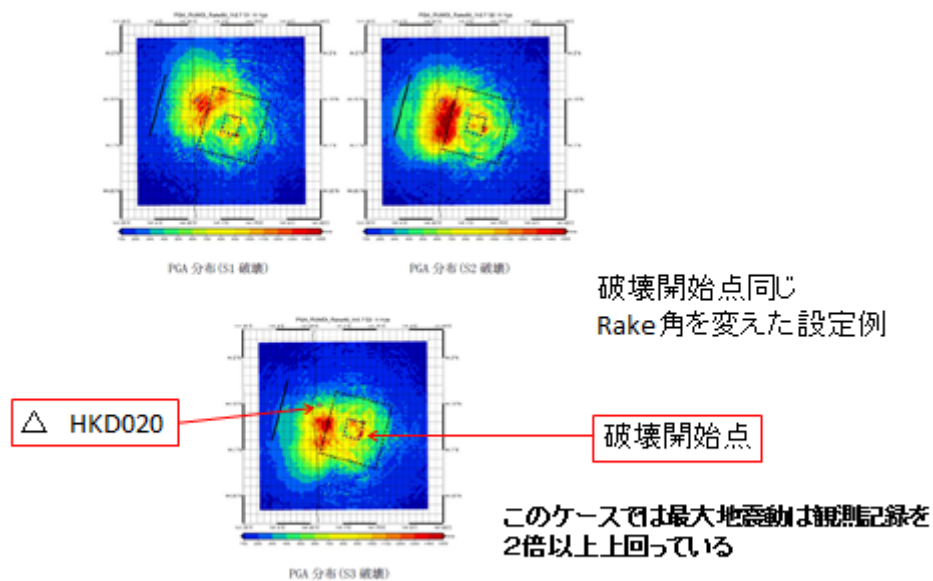


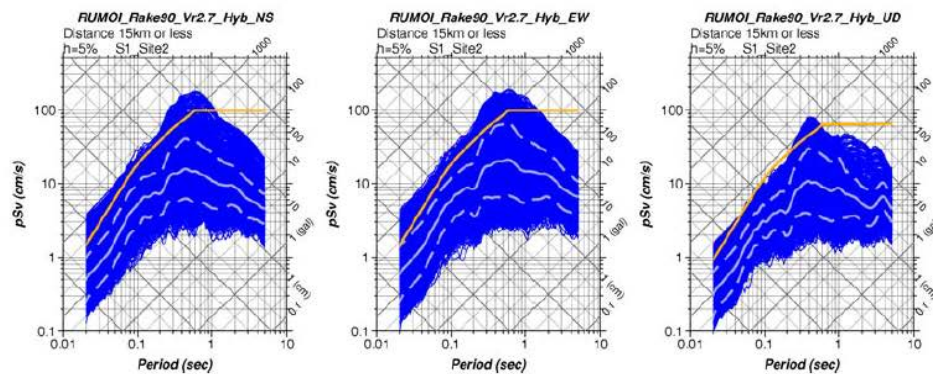
図 2.3-5 rake 角 90 度における破壊開始点 (S1, S2, S3) を変えた PGA 分布  
(△: HKD020 地点、☆: 破壊開始点)

そして、その応答スペクトルは次のようになっている。

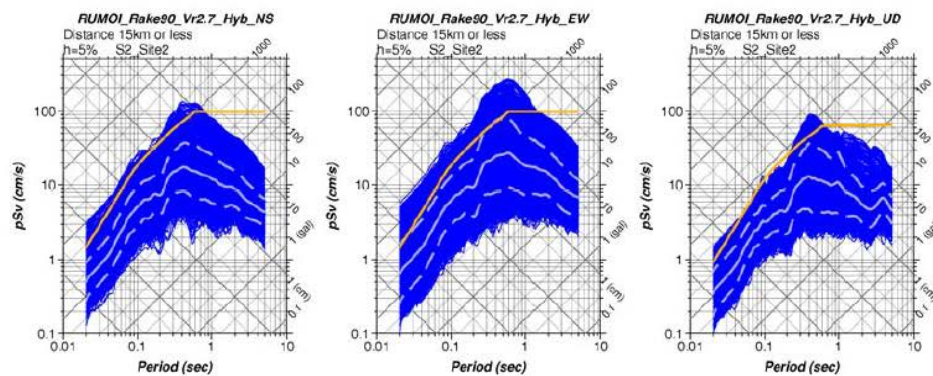
これらは、20 km 四方程度を計算領域として、面的地震動評価を行ったものであり、下図の青い領域が、多数の地点を重ね合わせて描かれたものである。また下図の赤い線が、加藤（2004）のスペクトルの線であり、その左端で右上



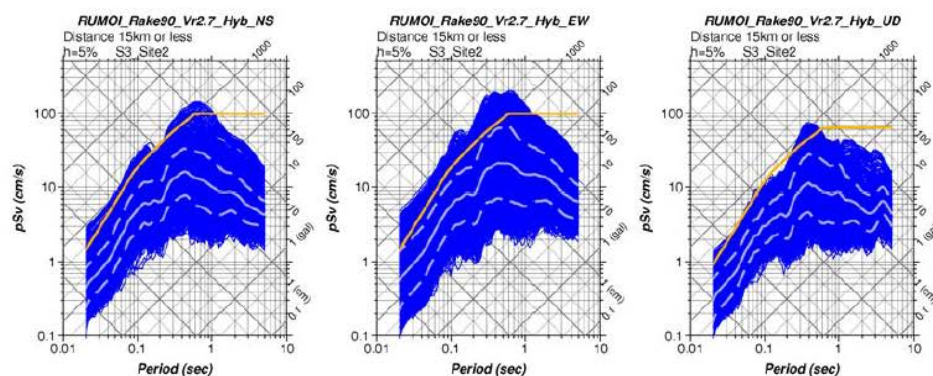
から左下に至る線（目盛）で読めば、多数の計算地点の中の地震動そのものの最大値が読み取れる（甲D18「計算業務報告書」）。



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 km<sup>2</sup>、Mw6.5の地震の断層面積は、381.6 km<sup>2</sup>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 km、Mw6.5の地震の断層面は19.5 km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

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

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

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

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、

$$609 \times 1.5 \text{ (観測点を超える地震動の発生)} \times 2.5 = \underline{2280 \text{ ガル}}$$

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  $M_0$  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

#### $M_0$ が平均的値の4倍の場合の地震動

$M_0$ が4倍になれば応力降下量も4倍  
短周期地震動も4倍

$$\Rightarrow 609 \times 1.5 \times 4 = \underline{3654 \text{ガル}}$$

短周期地震動4倍は $M_w$ で+0.4

$$\Rightarrow 5.7 + 0.4 = 6.1 \text{ (} M_w 6.1 \text{の地震でしかない)}$$

さらに+0.4してみる

同じ断層面積でも、既往最大で  $M_0$  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  $M_w 6.1$  の地震でしかないから、さらに+0.4 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 $M_0$ との関係)

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

$M_w + 0.4$ は、 $M_0$ 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)

$$\Rightarrow 609 \times 1.5 \times 4 \times 1.59 = \underline{5810 \text{ガル}}$$

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 $M_0$ が平均像の4倍ではなく10倍だったら( $M_w 6.36$ 程度)

$$609 \times 1.5 \times 10 = 9130 \text{ガル}$$

9130ガル  $\Rightarrow$  9000ガル超程度

さらに+ $M_w 0.14 \Rightarrow$  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。

もつとも、同じ断層面積でも、すでに見たとおりさらに大きな  $M_0$  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、 $M_w 5.7$ の地震と $M_w 6.5$ 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、 $M_0$ を見ることになるから $M_w 6.5$ ぎりぎりの地震は $M_w 5.7$ 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、 $M_w 6.5$ 未満ぎりぎりの地震の方が、 $M_w 5.7$ 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、 $M_w 5.7$ 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) 各種の不確かさの考慮

審査ガイドは、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不足、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（(甲D32））。

「「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、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。」（66頁）

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、はざ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、((甲D33)「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—」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。

## 10 2000年鳥取県西部地震について

準備書面(7)第9の7項「規制委員会の考え方」で述べたとおり、島崎邦彦規制委員会元委員によれば、2000年鳥取県西部地震は、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。そうすると、この2000年鳥取県西部地震も、どこでも起きる地震として、取り上げる必要がある。JNESの前記作業は、まさしくその考えかたによっているものである。

そこで、以下では、この2000年鳥取県西部地震について見ることにする。

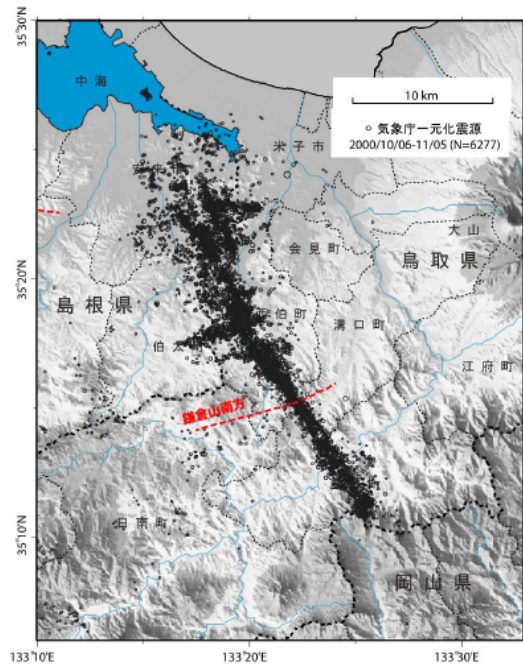
2000年鳥取県西部地震は、次のような地震であった。

(甲D34 「高浜発電所 震源を特定せず策定する地震動について(2000年鳥取県西部地震)」平成26年4月2日)

# 2000年鳥取県西部地震 概要

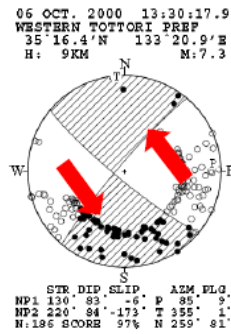
平成26年1月22日  
審査会合資料加筆

9



2000年10月6日 13:30  
MJ=7.3 (Mw=6.6)

## メカニズム解(気象庁の初動解)

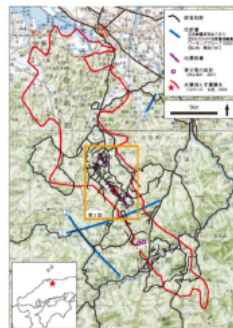
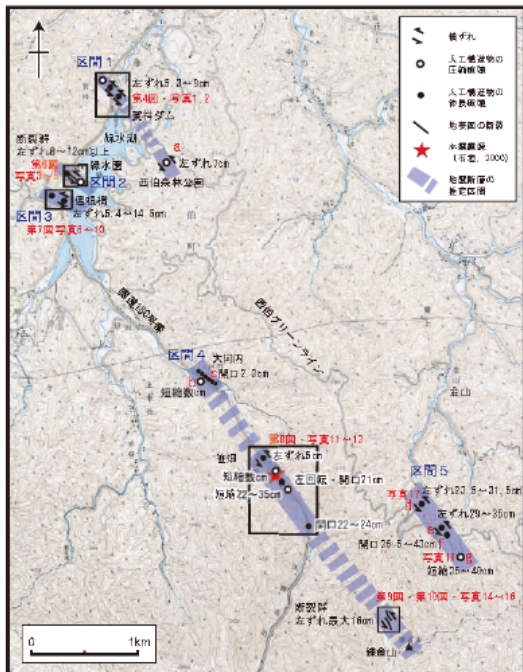


地震規模Mw6.6、北西-南東走向の横ずれ(左横ずれ)断層による地震である。

# 2000年鳥取県西部地震 地震断層調査結果(伏島ほか,2001)

平成26年1月22日  
審査会合資料加筆

10



## 地表断層および人工建造物の破壊・変形

- ・北西-南東方向に直線状に配列(余震域の伸びの方向と調和的)
- ・本震震央の北西側約4km～南東側約2km、幅1km強の帯状の地域に5つ認められた。
- ・地表面の断層はN40±25° Wの走向
- ・数cm～10数cmの左横ずれ走向隔離
- 地震断層は明瞭ではないが、断続的に出現した。

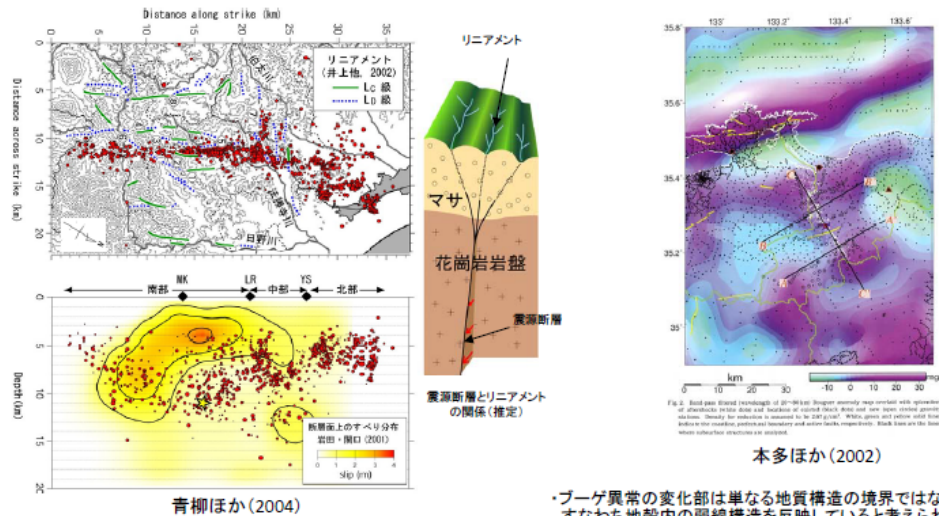
伏島ほか(2001):2000年鳥取県西部地震の地震断層調査、活断層・古地震研究報告, No. 1, p. 1-26.

第2図 調査結果の概要。国土院発行2万5千分の地形図「井尻」を使用。  
Fig. 2 Map showing the outline of the results of our investigation.

# 2000年鳥取県西部地震 震源特定の可能性についての検討

平成26年1月22日  
審査会合資料加筆

11



本多ほか(2002)

- ・ブーグ異常の変化部は単なる地質構造の境界ではなく基盤の断層構造、すなわち地殻内の弱線構造を反映していると考えられる。(省略)北北西-南南東方向の地殻内の既存の弱線を利用して発生したと考えられる。
- ・震源断層の南北には西南日本特有の海溝軸に沿った大規模な地質構造が存在するため、震源断層サイズは弱線構造のサイズ、つまり南端の花崗岩地域以北までに制限されていた可能性が考えられる。

- ・地震前に撮影した空中写真で判読されるリニアメントの方向は、余震分布の形態に対応している。
- ・アスペリティの位置は、リニアメントの分布密度が高い領域と一致している。

➤事前に詳細な調査を実施すれば、震源の位置、ある程度の規模の予測までが特定可能と考えられるが、地表地震断層としては全体が明瞭に現れておらず、震源が特定しにくい地震であった。

・青柳恭平・阿部信太郎, 2004, 2000年鳥取県西部地震の余震分布と地形・地質との関係—内陸地震のアスペリティ予測に向けて—, 電力中央研究所報告, N04009, 28p.  
・本多亮・平松良治・河野芳輝, 2002, 2000年鳥取県西部地震震源域の重力異常とそれから見た震源断層の特徴, 地震第2輯第55巻, p83-88

平成12年（2000年）鳥取県西部地震の断層は、「地表地震断層として全体が明瞭におらず、震源が特定しにくい地震であった」とされている。

同地震による地表断裂および人工構造物の破壊・変形からして、帯状の5つの区間に分けられると考えられ、一部に地表地震断層が明瞭ではないものの断続的に出現したとされている。

このうち、賀祥ダムは、北部の区間1の領域に存在するが、この区間1は、2000年鳥取県西部地震で推定されるアスペリティからは離れた地域に位置していた。この地震動が局所的な事象であったと思われることから、区間1においても賀祥ダムの記録が同区間での最大地震動ではない可能性は高いが、それよりも区間1がそもそもアスペリティから離れた位置のあることからして、この賀祥ダムの地震記録が、2000年鳥取県西部地震の最大地震動ではない可能性は極めて高い。

そうすると、この賀祥ダムの観測記録をもって、「震源を特定せず策定する地震動」としてのMw 6.5以上の地震の最大地震動だとするのは誤りということとなる。そこで行うべきは、留萌支庁南部地震で行ったようなシミュレーシ

ョンによる地震動の分布を見ることである。少なくとも、賀祥ダム記録で考えることが間違いであることは否定のしようのないことである。

以上