

平成24年(ワ)第328号、平成25年(ワ)第59号

志賀原子力発電所運転差止請求事件

原 告 北野進 外124名

被 告 北陸電力株式会社

## 第17準備書面

(新規制基準における「震源を特定せず策定する地震動」)

平成26年2月17日

金沢地方裁判所民事部合議B1係 御中

原告ら訴訟代理人弁護士 岩淵正明



外

### 第1 はじめに

被告は前回期日後の進行協議において、原告及び裁判所から「震源を特定せず策定する地震動」について速やかに反論するよう求められた。しかし、被告は反論するかどうかについて明言を避けた。

原告らは本準備書面にて新規制基準における「震源を特定せず策定する地震動」について主張するとともに、被告に対し釈明を求める。

### 第2 原子力規制委員会が示す「震源を特定せず策定する地震動」の考え方

#### 1 新規制基準における「震源を特定せず策定する地震動」

平成25年7月8日、原子力発電所に対する新規制基準である「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」（以下「規則」という。）「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の解釈」（以下「解釈」という。）が施行された。

地震については規則第4条で「地震による損傷の防止」が規定され、その具体的な内容は解釈の別記2で定められている。新規制基準における「震源を特定せず策定する地震動」の具体的な内容は次のとおりである。

「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。

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の解釈（別記2）5三

## 2 原子力規制委員会が例示した地震

- (1) 新規制基準では、「震源を特定せず策定する地震動」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こと」とされている。

原子力規制委員会は、平成25年6月19日、「基準地震動及び耐震設計審査方針に係る審査ガイド」（甲B206、以下「審査ガイド」という。）を定めた。審査ガイドでは、「震源を特定せず策定する地震動」を策定する際の検討対象地震として「地表地震断層が出現しない可能性のある地震」及び「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」を挙げている。そして、「震源を特定せず策定する地震動」において考慮すべき地震として、1997年3月の鹿児島県北西部地震から2013年栃木県北部地震までの16地震を例示した（次頁の「表一 収集対象となる内陸地殻内の地震の例」）。

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

基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド「4. 震源を特定せず策定する地震動」

なお、新規制基準はあたかも上記16地震の観測された地震動に耐えることができれば良いとしているように読める。「震源を特定せず策定する地震動」の検討対象とすべき地震は他にもあり、上記16地震に限定することは妥当ではないが、本準備書面では上記16地震を前提に主張を行う。

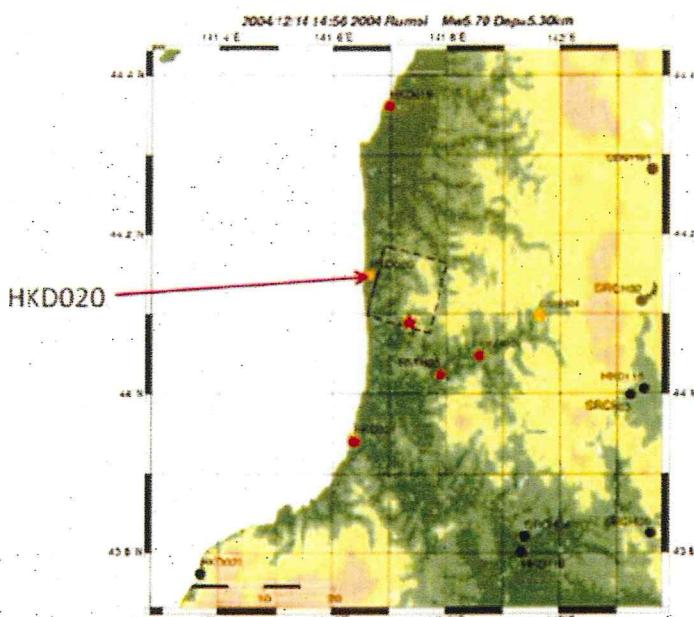
- (2) 原子力規制委員会が挙げた地震の中でも特に重要と考えられるのが、「13：2004北海道留萌(るもい)支庁南部地震」(Mw 5.7)である。以下、留萌支庁南部地震について述べていく。

### 3 2004年留萌支庁南部地震

- (1) 留萌支庁南部地震の概要

2004年に北海道で発生した留萌支庁南部地震は、規模がMw 5.7 (Mj 6.1)と比較的小規模な地震であった（「Mw」はモーメントマグ

ニチュード、「Mj」は気象庁マグニチュードを指す。詳細は原告第14準備書面「第3 耐震設計の基礎」(17頁)を参照。)。しかし、断層面の延長上に極く近い観測点(HKD020、下図を参照)において、1000ガルを超える強い地震動を観測した(甲B207「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)



「震源を特定せず策定する地震動について」 原子力委員会 平成25年3月22日

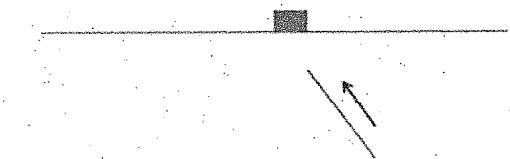
## (2) 「破壊伝搬効果 (NFRD効果) による強振動

この地震において強い地震動が観測されたのは、「破壊伝搬効果 (NFRD効果) が原因であるとされている(甲B207)。

留萌支庁南部地震におけるHKD020のような破壊が進んでくる方向の観測点には、断層面から出た地震波がほぼ同時に到達するために重なり合い、ほかの方向よりも強い揺れが観測される。地震学ではこのような効果を「破壊伝搬効果 (NFRD効果)」と呼んでいる。破壊が進んでくる方向の観測点には、破壊の進行(秒速約2~3km)と断層面から出た地震波(秒速約3.5km)がほぼ同時に到達するため、破壊の進行と地震波が重なり合い、

他の方向よりも強い揺れが観測される（甲B165 山中浩明編「地震の揺れを科学する」64頁）。

兵庫県南部地震でも、明石海峡の下から神戸の方向へ破壊が進んだため「破壊伝搬効果（N F R D効果）」によって強められた地震波が神戸の地盤に入力し、非常に強い揺れが生じて甚大な地震被害を引き起こしたと考えられている（甲B165 山中浩明編「地震の揺れを科学する」64頁）。



破壊伝搬効果（N F R D効果）のイメージ図

前頁の地図からも明らかなどおり、強い地震動を観測した観測点（HKD 020）は断層面の延長に極めて近い。地図上の赤丸と黄丸が観測点を表しているが、観測点の配置の密度を見れば、HKD 020 のように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わかる。

留萌支庁南部地震においては、偶然にもHKD 020 の観測点において強い地震動が観測された。しかし、他の地震ではHKD 020 のような観測点が必ず存在しているとは限らず、強い地震動が発生していても見逃されている可能性がある。

### (3) 留萌支庁南部地震の地震動

HKD 020 観測点における応答スペクトルは次頁のとおりである（甲B 207 「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）。

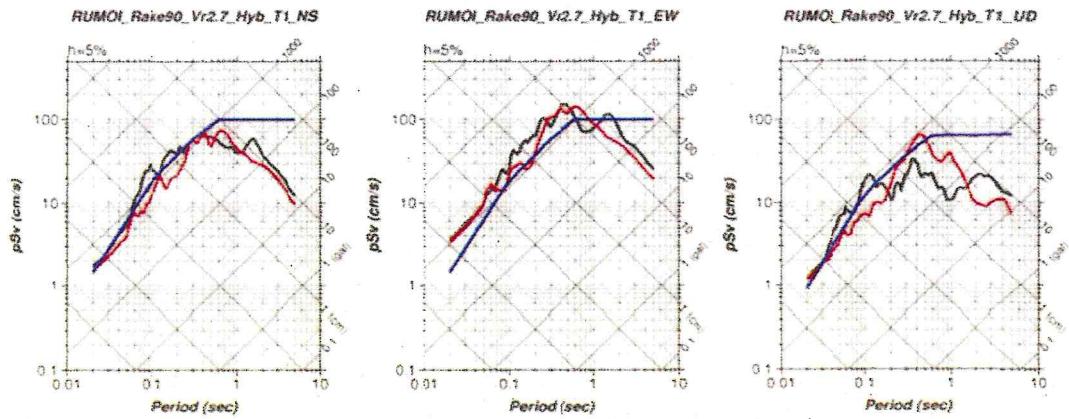


図2.2-3(2) HKD020におけるハイブリッド波形（赤）と観測波形（黒）による  
疑似速度応答スペクトルの比較（青：加藤スペクトル）  
左：NS、中：EW、右：UD

上記のグラフのうち、「NS」（左端のグラフ）は北南方向の揺れ、「EW」（中央のグラフ）は東西方向の揺れ、「UD」（右端のグラフ）は上下方向の揺れを示している。縦軸の目盛は疑似速度応答スペクトルの値を、横軸の目盛は固有周期の値を示している。そして、左下から右上に引かれた直線が加速度応答スペクトルの目盛である。上記グラフの青線は「震源を特定せずに策定する地震動」において被告が参考にした「加藤他（2004）」の応答スペクトルである。

原子炉建物の一次固有周期は下図（甲B165・138頁）のとおり0.1秒から0.5秒の短周期である。

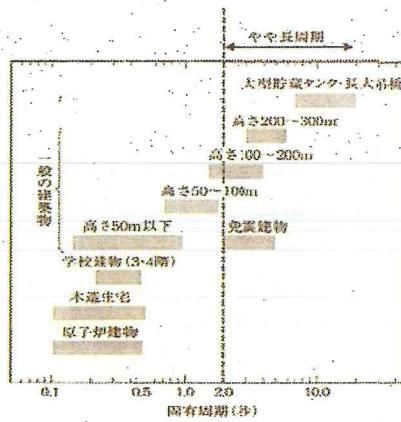


図5-2 各種構造物の一次固有周期【大坂, 1999に加筆】

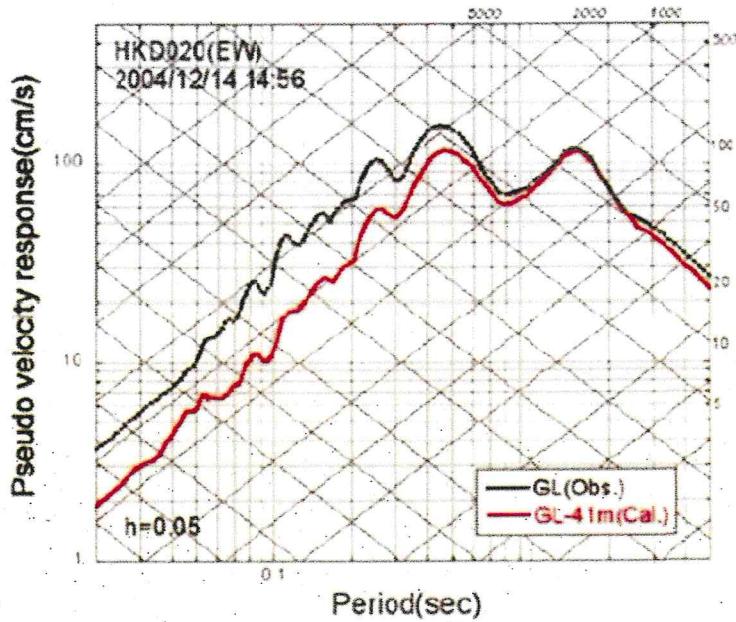
建物の固有周期と大きな揺れを起こす周期が一致すると、地面の揺れと構造物の揺れが同調することにより構造物の揺れが増幅される現象（共振現象）が起こる。したがって、構造物の損壊や崩壊にいたる過程を検討する場合には構造物の一次固有周期が重要となる。

「加藤他（2004）」の応答スペクトルは、原子炉建物の一次固有周期である0.1～0.5秒の短周期で1000ガルを少し超える程度に設定されている。しかし、留萌支庁南部地震の応答スペクトル（前頁のグラフの黒線の観測波形）は、特に東西成分の図（前頁のグラフの真ん中）において、同周期で概ね2000ガル以上となっている（なお、同グラフの黒線の波形と次頁の図の黒線の波形は同一のものであり、グラフが示す数値は次頁の図の方が分かりやすい）。すなわち、わずかMw 5.7の地震で、原発にとつて特に危険な周期0.1秒から0.5秒の短周期で「加藤他（2004）」の加速度応答スペクトルを大幅に上回る、2倍に及ぶ地震動が観測されたのである。

### (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「物理探査・室内試験に基づく2004年留萌支庁南部の地震によるK-NET港町観測点（HKD020）の基盤地震動とサイト特性評価（佐藤浩章他）」（甲B208、以下「佐藤他（2013）」という。）は、地表から13mまでは岩盤の亀裂が多く、少なくとも深さが6mまでの地盤は軟弱であるなどの特性のため、地震動が増幅したと説明している。

そして、地盤中の記録からこれらの上部地盤の影響を取り除くために深さ41mまでの地層を除去したとき（これを「はぎとり解析」という。）の「はぎとり波」は次頁のグラフのようになるとしている。



佐藤他 (2013) 「物理探査・室内試験に基づく2004年留萌支庁南部の地震によるK-NE T港町観測点 (HKD020) の基盤地震動とサイト特性評価」

上記のグラフの縦軸の目盛は疑似速度応答スペクトルの値を示し、同グラフの右下の略語のうち、「G L」は地表面(ground level)、「O b s」は観測（値）（observation）、「G L-4 1 m」は地表面から41メートルの深さ、「C al」は推定（値）（calculation）の意である。上の図の赤線が「はぎとり波」である。

応答加速度（グラフの左下から右上に伸びる斜線）は、原子炉建物の一次固有周期である0.2秒から0.5秒の短周期で一部1500ガルを超える、概ね1300ガル以上となっている。この応答加速度は「加藤他 (2004)」の応答スペクトルが1000ガル程度であることを考えると相当大きな値である。

そして、最も重要なのは、この地震動がわずかMw 5.7の地震でもたらされたということである。上の図の「はぎとり波」に原子力発電所が耐えることができたとしても、それはわずかMw 5.7の地震に耐えることができ

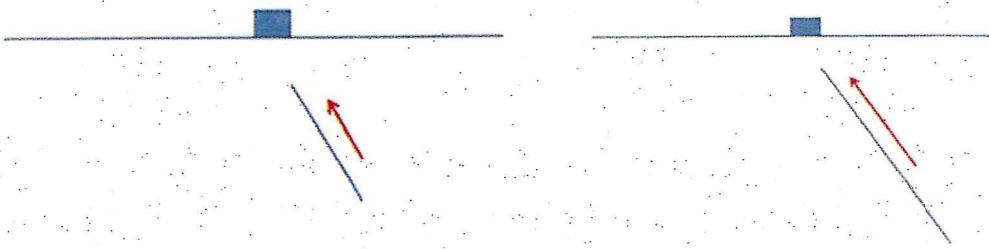
るということを意味しているにすぎない。

(4) 「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」の『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、「震源を特定せず策定する地震動」において検討対象とすべき「地表地震断層が出現しない可能性のある地震」について次のように説明されている。

[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）（Mw 6. 5未満の地震）である。

新規制基準は「震源を特定せず策定する地震動」を策定する際に検討すべき「震源の位置も規模も推定できない地震」をMw 6. 5未満の地震としている。Mw 6. 5の地震は、Mw 5. 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ると、地震波はさらにたくさん重なり、破壊伝搬効果はより大きくなる（下図参照）。



地震の規模が大きくなるにつれて破壊伝搬効果も大きくなることのイメージ図

重要な問題は、Mw 6. 5未満の地震が「破壊伝搬効果（N F R D効果）」のもたらされる位置で発生したとき、原子力発電所がどれだけの地震動に襲

われるかである。このような地震はまさしく「直下地震」である。直下地震では、直下ではない地震に比べ「破壊伝搬効果（N F R D効果）」により、原子力発電所は格段に強い地震動に襲われる。「震源を特定せず策定する地震動」は、日本全国どこでも起こり得る地震であり、原発の直下で起こることも当然想定しなければならない。

留萌支庁南部地震においてわずかMw 5. 7の地震が強い地震動をもたらしたのであれば、Mw 6. 5未満の地震ではどれほどの地震動に襲われるのか。これは誰もが抱く素朴な疑問である。この素朴な疑問に答えるようなものでなければ、原子力発電所の耐震設計は到底十分なものとはいえない。

- (5) 被告が策定した「震源を特定せず策定する地震動」は、「加藤他（2004）」の応答スペクトルをもとに策定されている。「加藤他（2004）」は2004年に発生した留萌支庁南部地震の知見は反映されていない。そして、留萌支庁南部地震の疑似応答スペクトルは「加藤他（2004）」の応答スペクトルを遙かに上回っている。被告が策定した「震源を特定せず策定する地震動」は新規制基準の要求すら満たしておらず、志賀原発の安全性が確保されているとは到底いえない。

### 第3 求釈明事項

以上のとおり、「震源を特定せず策定する地震動」において、被告が依拠していた「加藤他（2004）」は安全性を基礎づけるものとはならない。「震源を特定せず策定する地震動」においては、留萌支庁南部地震のように「破壊伝搬効果（N F R D効果）」を考慮することが必要不可欠である。

なお、地震動は主として、固着しており歪みがたまりやすい領域とされるアスペリティで発生する地震動の大きさで決まる。アスペリティの固着が強く、そこに歪みがたくさんたまつていれば、アスペリティ部分がはがれて破壊されたときに大きな地震動が発生する。そのため、アスペリティの歪みの解放量、

すなわち応力降下量が大きくなると地震動も大きくなる。

また、アスペリティの面積が大きくなると、重なる地震波も増えるため、「破壊伝搬効果（N F R D効果）」も大きくなる。アスペリティの応力降下量や面積が平均的なものより大きければ、その分「破壊伝搬効果（N F R D効果）」も大きくなる。したがって、アスペリティの応力降下量や面積についての「不確かさ」が、直下地震での大きさを想定する際には必ず問題となる。

以上の観点から、原告らは被告に対して以下の点を明らかにするよう求める。

- ① 被告はMw. 6. 5未満のうち最大の地震が「破壊伝搬効果（N F R D効果）」のもたらされるような位置で発生した場合、志賀原子力発電所の敷地の地震動は最大どこまでとなると考えているか
- ② 被告は破壊伝搬効果（N F R D効果）に加え、アスペリティの応力降下量の不確かさ、アスペリティ面積の不確かさを考慮した時、志賀原子力発電所の敷地の地震動は最大どこまでとなると考えているか。

以上