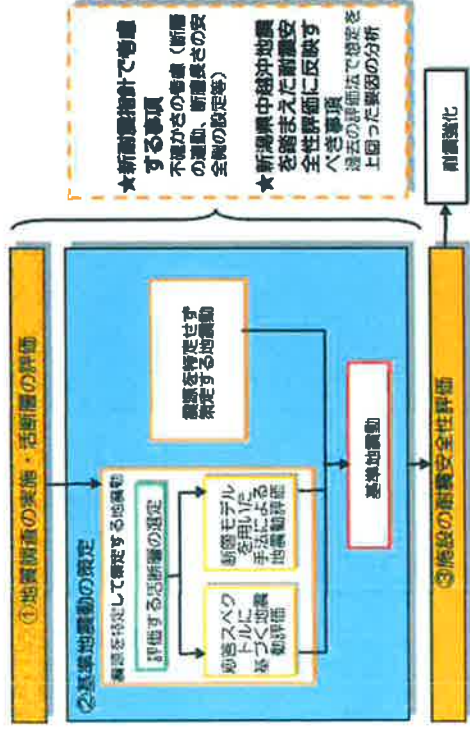


平成20年5月22日  
東京電力株式会社

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（概要）

1.はじめに  
 ■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、地震動の増幅の要因を評価した。  
 ■また、以下を考慮し、基準地震動の策定を行った。  
 ①平成18年9月19日に改訂された発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（以下「新耐震指針」）に基づき、断層の運動、断層長さ等の不確かさを考慮する。  
 ②新潟県中越沖地震の地震観測データの分析結果から得られた知見を地震動評価面に反映する。

2. 基準地震動の策定の流れ



★新耐震指針で考慮する事項  
 不確かさの考慮（断層の運動、断層長さの安全側の取定等）  
 ★新潟県中越沖地震を踏まえた耐震安全性評価面に反映するべき事項  
 過去の評価法で地定を誤った断層の分析

3-1. 地質調査結果



主な活断層

断層名	断層長さ
他越島直線断層	約37km
F-A断層	約34km
他越島南方断層	約28km
F-C断層	約26km
高田沖断層	約25km
角田・赤松断層	約24km
気比ノ宮断層	約22km
片貝断層	約16km

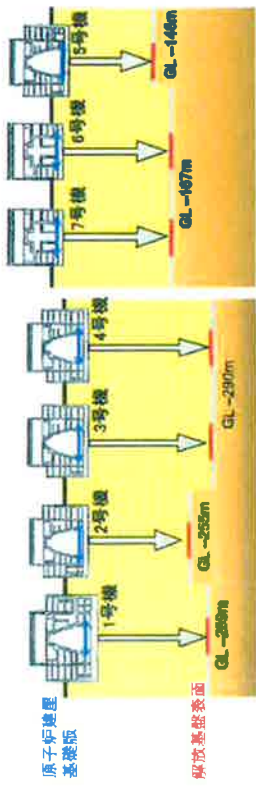
3-2. 活断層評価結果  
 ■基準地震動を策定するにあたり、考慮する地震は以下のとおり。

活断層	断層長さ	地震規模*1	傾斜角*2	備考
F-D断層	約34km*3 (約27km)	M7.0	南東傾斜 35°	安全評価上、全長を約34kmと評価
長岡平野 西線断層帯	約24km	M8.1	西傾斜 50°	安全評価上、同時に活動することを考慮
角田・赤松断層	約24km			
気比ノ宮断層	約22km			
片貝断層	約16km			
F-D断層	約30km	M7.7	南東傾斜 35°	安全評価上、同時に活動することを考慮
高田沖断層	約25km			

\*1 F-D断層については、新潟県中越沖地震の震源断層面積と地震規模の範囲に基づき、マグニチュード(M)を想定している。  
 その他の断層については、地質断層の長さから松田(1975)による式を用いてマグニチュード(M)を想定している。  
 \*2:傾斜角:断層面の水平面からの傾斜。  
 \*3:地質調査結果に基づく断層長さは約27kmであるが、安全評価上全長を約34kmと評価。

#### 4. 新潟県中越沖地震時の各号機解放基盤表面における地震動の推定

- 1号機から7号機で観測された地震観測記録に基づき、設計時の解放基盤表面と原子炉建屋基礎版上の関係を参照して、解放基盤表面における地震動の推定を実施した。
- 本震時には原子炉建屋周辺の地震計で地中の記録が得られていないこと、建屋と地盤が大きく揺れた影響が含まれていること等の条件を考慮して、各号機の計算結果が原子炉建屋基礎版上の観測記録と整合するよう地盤の応答解析を実施した。

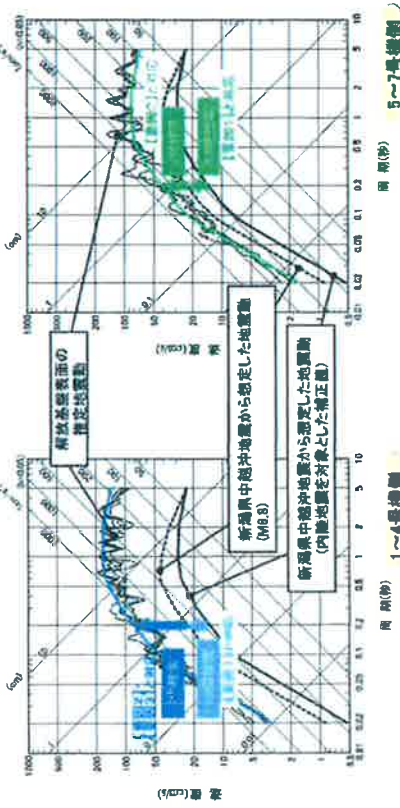


機種は水平(東西)の値	1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機	7号機	
原子炉建屋基礎版上での観測記録 (Gal)	680	606	384	492	442	322	356	
推定された解放基盤表面での地震動 (Gal)	1,699	1,011	1,113	1,478	766	539	613	
相対計の基準地震動 (S <sub>1</sub> :4500gal)に対する倍率	2.3~3.8						1.2~1.7	

#### 5. 観測記録の分析(敷地における中越沖地震の増幅特性)

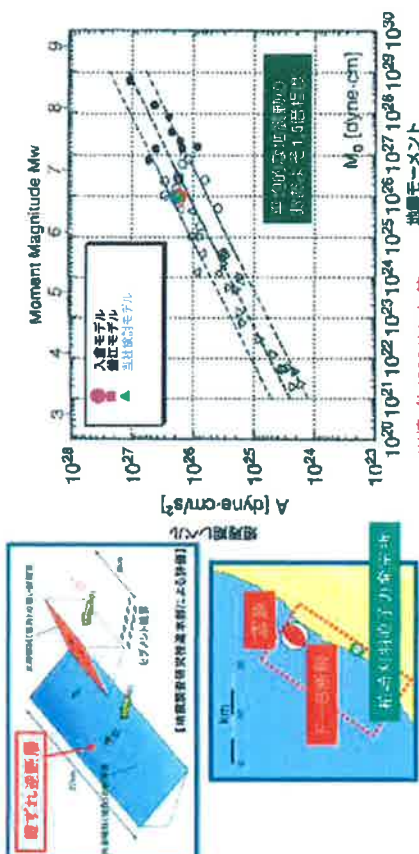
- 解放基盤表面における推定地震動の応答スペクトルと、「応答スペクトルに基づく地震動評価※1(新潟県中越沖地震に対する規模と距離から算定される応答スペクトル(M6.8))」を比較すると、1~4号機側で4倍程度、5~7号機側で2倍程度増幅している。

※Noda et al.(2002)に基づく手法



#### 6-1. 【増幅の要因1】震源の影響

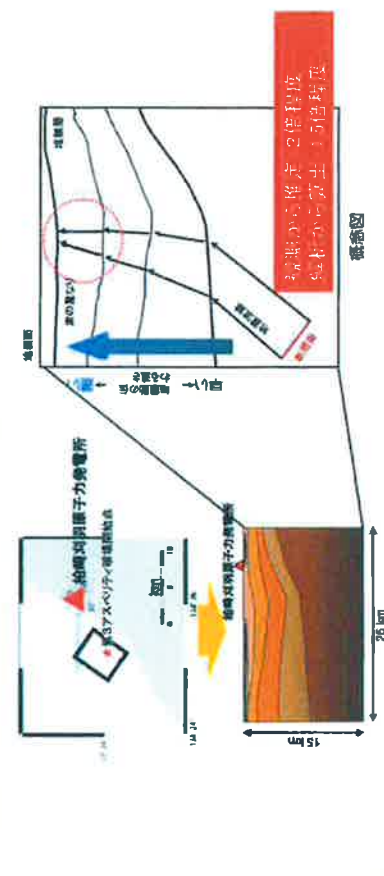
- 新潟県中越沖地震の震源断層モデルは、海域の主に南東傾斜からなる逆断層とされている。
- 新潟県中越沖地震について、観測された地震動を再現する震源断層モデルを仮定し、震源における地震動レベルを推定し、継続的に得られている地震規模と地震動の大きさの関係と比較した結果、新潟県中越沖地震は震源において通常より強い揺れを生じる地震であったことが認められた(1.5倍程度 [5. と対応])。



※蓮・他(2001)に加重

#### 6-2. 【増幅の要因2】深部地盤における不整形性の影響

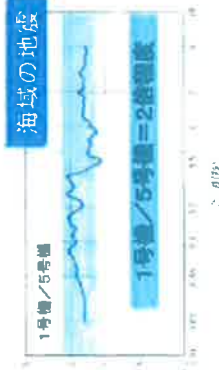
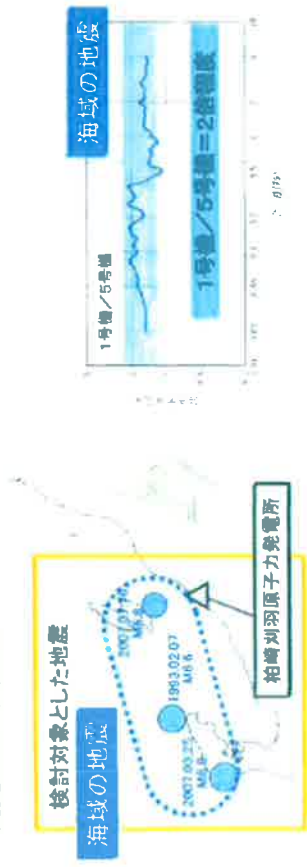
- 震源から解放基盤表面までの深部地盤の地震波の伝わり方を評価した。
- 深部地盤の不整形性を反映した3次元地震モデルを用いて地盤応答解析を実施したところ、地震波が屈折して集まる効果により、柏崎刈羽原子力発電所では増幅傾向が認められた(観測に基づく推定値:2倍程度、解析結果から得られた値:1.5倍程度)。



### 6-3. 【増幅の要因3】古い褶曲構造による増幅

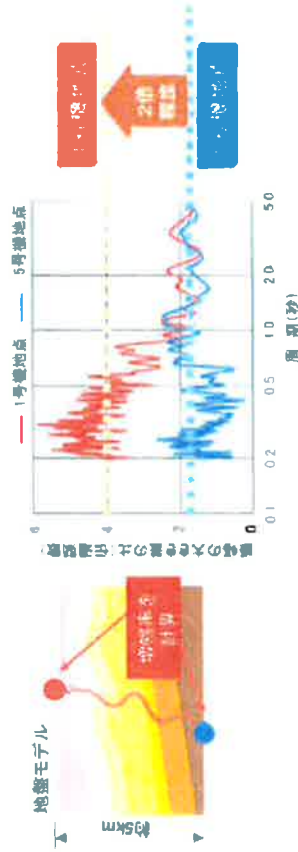
#### その1: 観測記録の分析

- 新潟県中越沖地震の観測記録から推定した1号機と5号機の解放基礎表面での地震動を比較すると1号機の方が5号機より大きくなる事が確認された(1号機/5号機=2倍程度)。
- 新潟県中越沖地震を契機に、これまで得られている地震の発生場所を分類して敷地での観測記録を比較したところ、海嶺で発生した地震の場合、1号機の方が5号機より大きくなる事が確認された(2倍程度)。

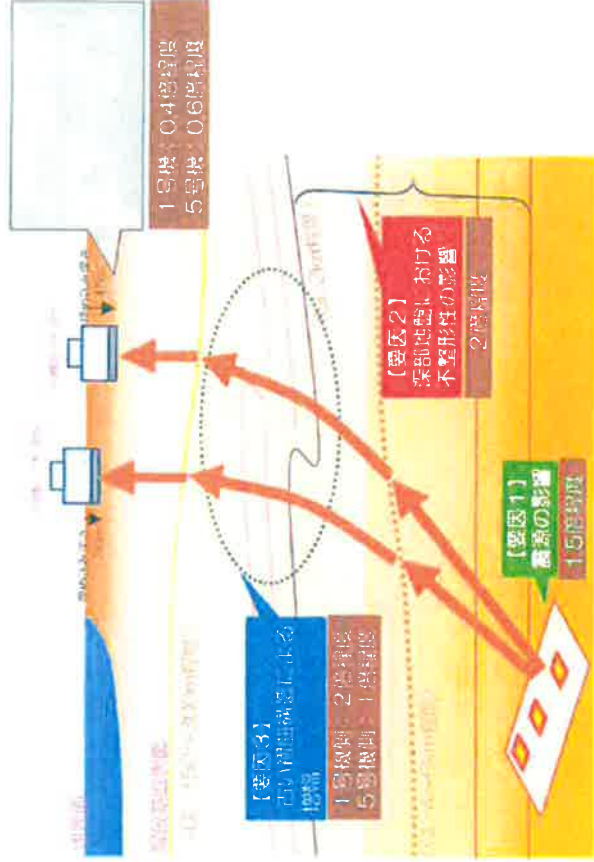


#### その2: 解析的検討

- 観測記録の分析により判明した増幅特性について、発電所敷地下の古い褶曲構造を反映した地震モデルを用いて地震応答解析を実施したところ、1号機側が5号機側と比較して増幅することを確認した(2倍程度)。



【地震モデル底部から解放基礎表面までの増幅率】



### 地震動が大きくなった要因の概念図

### 7. 新潟県中越沖地震の分析のまとめ

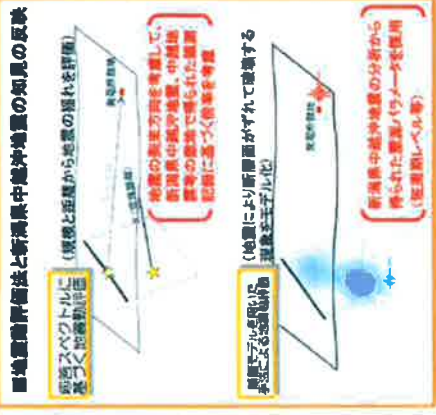
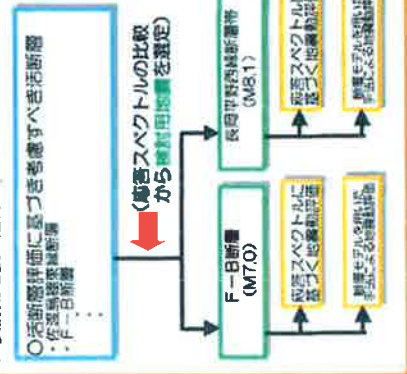
- 新潟県中越沖地震で敷地において地震動が大きくなったのは、以下の要因があげられる。
  - 【要因1】同じ地震規模の地震と比べ大きめの地震動を与える地震であったこと
  - 【要因2】周辺地盤深部の堆積層の厚さと傾きの影響で地震動が増幅したこと
  - 【要因3】発電所敷地内にある古い褶曲構造のために地震動が増幅したこと
- 発電所敷地内において、1~4号機側と5~7号機側では、発電所敷地内にある古い褶曲構造の影響により地震動の増幅に違いがあり、1~4号機側の方が5~7号機側に比べ、2倍程度、地震動が大きくなるものと評価した。
- 柏崎刈羽原子力発電所の基準地震動の策定にあたっては、【要因1】~【要因3】の知見を、新潟県中越沖地震の観測記録に基づき倍率を用いることなどにより反映する。

### 8. 基準地震動算定のための検討用地震と地震動評価で考慮する事項

#### ■検討用地震と地震動評価

活断層調査の結果を基に、応答スペクトルに基づく地震動評価の比較から影響の大きな地震  
 ①F-1断層による地震、②長岡平野西縁断層帯による地震を検討用地震として選定し、新潟  
 県中越沖地震の知見を反映した地震動評価を実施した。

#### ■検討用地震の選定



※「震源を特定せず算定する地震動」は算定した基準地震動 $S_b$ の影響を下回る

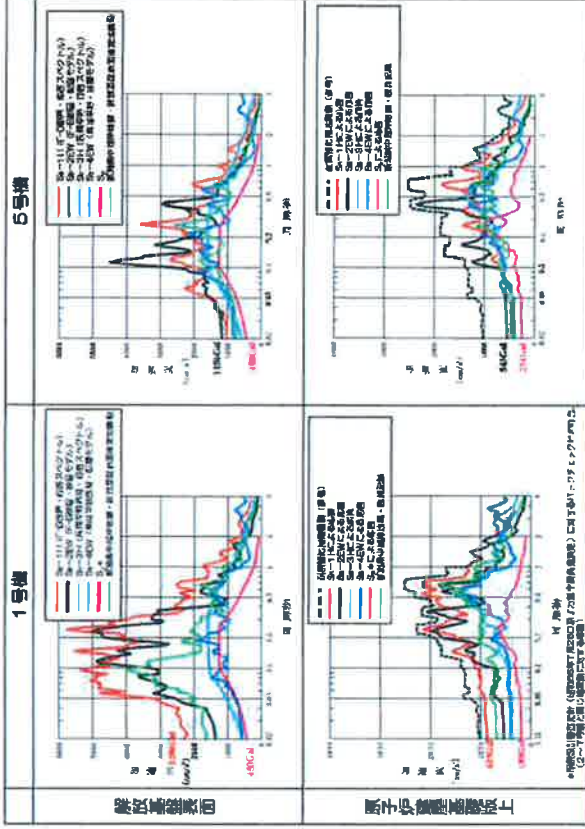
### 9. 基準地震動の算定

■検討用地震の地震動評価結果を基に、基準地震動 $S_b$ を算定した。

算定は水平(南東)のうち大きい値(単位:Gal)

対象とする地震動	1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機	7号機
新潟県中越沖地震 (震源(面))	680	606	384	492	442	322	356
基準地震動 $S_b$ による市街 (原子炉建屋基礎版上)	829	739	663	699	543	656	642
基準地震動 $S_b$ の最大値 (断層基礎版上)	2,280						1,156

各号機における地震動評価結果(水平)



1号機と6号機における基準地震動応答スペクトル

### 10. 今後の取組み(一層の耐震安全性向上のために)

- 新潟県中越沖地震の分析・評価結果ならびに得られた知見を反映した基準地震動は、今後、経済産業省原子力安全・保安院の審議会等で審議いただくものと考えている。
- 基準地震動の算定状況を踏まえつつ、柏崎刈羽原子力発電所の耐震安全性をより一層向上させる観点から、1～7号機の原子炉建屋基礎版上で1,000ガルの揺れに耐えられるよう、施設の工事を実施していく。
- この審議の状況を踏まえつつ、耐震安全性評価を進めるとともに、耐震安全性の向上を図る工事についても、同院の審議会等での審議の状況を適切に反映していく。
- 一層の耐震安全性向上の観点から、大規模地震観測などの実施に向けた検討を行う。

以上