

## 地震、地質・地盤に関する小委員会の議論の状況について

平成 20 年 11 月 19 日  
新潟県防災局原子力安全対策課

東京電力は、柏崎刈羽原子力発電所の耐震安全性を確保するため、発電所周辺の地質や断層などの調査を行うとともに、中越沖地震が想定を超える揺れとなった要因を検討して、基準地震動を策定しました。

地震、地質・地盤に関する小委員会では、これらの調査や評価の内容について議論を行ってきました。これまでの主な論点について、東京電力の見解とそれに対する委員の意見等をまとめました。

### 1 開催状況及び議題

	開催日	議 題
1	3月17日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国の調査・対策委員会等での検討概要</li> <li>・東京電力の調査・対策委員会等への報告事項と検討状況</li> <li>・今後の検討の進め方</li> </ul>
2	4月7日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子力発電所周辺の地質調査結果</li> </ul>
3	4月21日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子力発電所周辺の地質調査結果</li> <li>※東洋大学渡辺教授から佐渡海盆東縁部の活断層に関し意見聴取</li> </ul>
4	5月19日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子力発電所周辺の地質調査結果</li> <li>※委員会前に現地調査</li> </ul>
5	6月3日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子力発電所周辺の地質調査結果</li> <li>・中越沖地震の観測記録と解放基盤表面における地震動の推定</li> </ul>
6	6月11日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中越沖地震の観測記録と基準地震動</li> </ul>
7	6月23日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子力発電所周辺の地質調査結果</li> <li>・中越沖地震の観測記録と基準地震動</li> </ul>
8	7月14日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中越沖地震の観測記録と基準地震動</li> <li>・原子力発電所周辺の地質調査結果</li> </ul>
9	7月29日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中越沖地震の観測記録と基準地震動</li> <li>・原子力発電所周辺の地質調査結果</li> </ul>
10	8月26日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中越沖地震の観測記録と基準地震動</li> <li>・原子力発電所周辺の地質調査結果</li> </ul>
11	9月9日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基準地震動の策定</li> <li>※原子力安全・保安院が検討状況を報告</li> </ul>
	9月17日	現地調査
12	9月30日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子力発電所周辺の地質調査結果</li> </ul>
13	10月15日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子力発電所周辺の地質調査結果</li> <li>・中越沖地震の観測記録と基準地震動</li> <li>※原子力安全・保安院が海上音波探査結果を説明</li> </ul>
14	11月5日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子力発電所周辺の地質調査結果</li> <li>・基準地震動</li> </ul>

## 2 検討内容

東京電力の調査や評価の内容等について、主に次のような項目で議論を行っています。

### 【柏崎刈羽原子力発電所敷地及び敷地周辺の地質調査結果について】

- 東京電力による地質・地質構造調査について
- 活断層の評価
  - ・ 敷地周辺陸域の活断層  
(角田・弥彦断層、気比ノ宮断層、片貝断層、前記3つを含む長岡平野西縁断層帯 など)
  - ・ 敷地周辺海域の活断層  
(F-B断層、F-B断層北方延長部(佐渡海盆東縁北部) など)
  - ・ 海成段丘の高度分布
- 地震に伴う敷地及び敷地近傍の地殻変動  
(地震に伴う地殻変動、水準測量、建屋水準測量 など)
- 地元団体からの指摘事項  
(真殿坂断層の活動性、椎谷付近の海底亀裂等 など)

### 【中越沖地震において想定を超える揺れとなった要因について】

- 中越沖地震の観測記録の特徴
- 解放基盤表面における地震動の分析と推定
- 地震動レベルの要因分析  
(伝播特性、震源インバージョン、不整形地盤モデル、敷地の地下構造特性 など)

### 【基準地震動の策定について】

- 検討用地震の選定
- 検討用地震の基本震源断層モデルと不確かさの考慮  
(F-B断層による地震、長岡平野西縁断層帯による地震、地震発生層 など)
- 応答スペクトルによる基準地震動の評価
- 断層モデルによる基準地震動の評価
- 基準地震動の超過確率

以上のような項目における主な論点は次のとおりです。

### 3 検討（議論）の状況

#### 1) 地質調査結果と活断層の評価について

##### (1) 海域のF-B断層の評価について

###### 【東京電力の見解】

海上音波探査等により海底の地形や地質構造を確認した結果、F-B断層については、36kmと安全側に評価し、その北方延長部の佐渡海盆東縁部に活断層は続いていると判断している。

##### ○F-B断層を36kmとした評価について

###### 【もっと短いという意見】

- ・地下深部の断層が変位をすると周辺でもいくらかの変形が起きる。F-B断層の周辺のわずかな変形はそのようなことが原因となっているもので、地震時に変位をして地震のエネルギーを放出する部分としては、もう少し短め(27km)に評価すべきである。

###### 【妥当という意見】

- ・36kmは、地形・地質の調査により認定できる長さであり妥当である。

##### ○北方延長部(佐渡海盆の東縁部)に活断層が存在するか

###### 【存在する可能性があるという意見】

- ・F-B断層を活断層として評価している部分から北方にも、F-B断層の地下延長部の起震断層によって形成されたと考えられるのと同様な海盆東縁の急崖と隆起海成段丘が様に連続しており、F-B断層北方延長部にも地下の起震断層が連続していると考えべき。連続する崖の成因が違うというのであれば、その成因を説明する必要がある。東京電力のプログラデーション説は説得力がない。
- ・角田・弥彦断層の動きだけでは、間瀬・野積付近の海岸線及び内陸の隆起海成（河成）段丘面の高度分布も、F-B断層北方延長部の大陸棚斜面(崖)も説明しきれない。それらの成因を考えれば、佐渡海盆東縁の大陸棚斜面の基部付近から陸側に傾き下がる逆断層が実在すると推論される。
- ・「存在しない」という考えは、「活断層等に関する安全審査の手引き」及び原子力安全委員会耐震安全性評価特別委員会（平成20年9月25日）の意見を満たしていない。
- ・海上音波探査記録で断層が確認できないというが、海上音波探査によって高分解能でわかるのは海底下3～5km程度以浅にすぎず、地震発生層である深いところはわからない。
- ・佐渡海盆や段丘等の成因が科学的に解明できないならば、安全サイドに立って物を考えるべきであり、北方延長部にも断層が存在する可能性を考慮すべき。

###### 【存在しないという意見】

- ・国の調査結果からも、F-B断層北方延長部の地下に活断層が存在しないことが確認された。また、断層の北方延長部の崖や間瀬・野積付近の段丘高度は角田・弥彦断層の活動によるものと考えることが合理的である。
- ・東京電力の調査結果のみならず、他機関の調査の反射断面からも断層が存在しな

いことは明らか。かなり古い地層で不連続が見られず、この下に震源断層を推定することは、無理がある。

- ・ 震源断層の上端深さが 10 キロ近くても、それが繰り返し動いていれば、海底、あるいは海底近くの堆積層に変形として当然でてくるはずであるが、それに相当するものは全く見つかっていない。
- ・ 日本列島の周りでは段丘、内陸も含めて列島全体持ち上がっており、段丘が上がっているだけでは、未知の断層があるという具体的な証拠にはならない。
- ・ 海底面の傾きが活断層により形成されたと仮定し、海底地形を水平にして復元すると、海の方が浅くて陸の方が深いという、地質学の常識ではあり得ない構造になり、断層を推定することは非現実的である。
- ・ 佐渡海盆の成因は、原子力発電所の耐震安全性の議論とは別次元で考えるべきものである。

## (2) 敷地および敷地近傍の地殻変動について

敷地および敷地近傍の地殻変動については、議論を継続中です。

### 【東京電力の見解】

- ・ 真殿坂断層は活断層ではない。
- ・ 新潟県中越沖地震に伴い観測された敷地および敷地近傍の変動は、発電所の安全性に問題となるものではない。

## ○真殿坂断層について

地元団体から真殿坂断層が活断層ではないかとの問題提起があったことから、現地調査を実施し議論を行いました。

### 【さらに検討が必要という意見】

- ・ 真殿坂断層の活動の有無を判断するための変位基準として、大湊砂層の上面と番神砂層の下面の境界が重要。それぞれの露頭における境界面の判定について、東京電力と地元団体に見解の相違があることから、その点を解明すべき。
- ・ テフラ（火山灰や軽石など）の同定や堆積条件など、検討すべき問題がまだ残っている。

東京電力からは、真殿坂断層の活動の有無を判断するための変位基準としては、過去の層に挟まれるテフラが最も適しており、当該のテフラの同定については、生データも提示しながら標準的な手法に則り同定したとの説明がなされた。その他に安田層の上面、下面などの地層境界も変位基準であり、変位・変形が認められないとの説明がなされた。

- ・ 水準測量の結果、真殿坂断層付近の西と東で、上下変動に約10cmの大局的な差があるのは無視できない。

東京電力からは、真殿坂断層を挟む位置での地表面の上下変動については盛土や沖積層等の地盤条件が影響しており、真殿坂断層の活動を示唆するものではない。真殿坂断層が今回の地震で活動したか否かについては、航空写真測量、DEM画像解析、くいがい弾性論に基づくシミュレーション結果と測量結果の比較等、複数の方法で検討した結果今回の地震に伴う活動は示唆されないと説明がなされた。

#### 【活断層ではないという意見】

- ・真殿坂断層が今回の地震に伴い動いたということについては、明瞭な証拠はない。
- ・東京電力の調査結果では、ガラス質テフラ、結晶質テフラ、阿多鳥浜テフラ、安田層の上面と基底面など、多くの変位基準が示されているが、変位や変形は認められておらず、活断層でないことは明らか。これ以上、資料も必要ない。

#### ○椎谷海岸の亀裂等について

地元住民団体から地殻変動の証拠として椎谷の海底に亀裂や海底遺跡が確認されているとの問題提起があったことから議論を行いました。

#### 【委員からの意見等】

- ・本当に北前船の寄港地だったのか、昔の集落の規模はどの程度だったのかなど、時代論を含む史実考証が不十分なので、結論はまだ出せない。真殿坂断層とは直接の関係はないと思う。
- ・地元団体が井戸と指摘しているものは、波の作用で石が動いて削って出来たポットホール（甌穴）であり、井戸ではない。
- ・今回、新たにその部分に断層が出来ることはあり得ない。

#### ○建屋水準について

#### 【ばらつきの原因を解明すべきという意見】

- ・原子炉建屋は1辺が100m足らずであるが、震源断層からの距離を考えれば建屋四隅では震源断層運動による地殻変動は一様と考えられる。各号機の四隅ごとに異なる隆起量と傾動ベクトルは一様な範囲を超えているとみられるので、その真の原因を、支持地盤で何事かがおこったのではないかという観点も含めて、徹底的に追究すべき。

東京電力からは、今回の地震に伴い観測された建屋の水準変動量は、原子力発電所の安全性に影響を与えるレベルではなく、今回の地震での他の測量結果の分析から推測できるバラツキの範囲内と判断しているとの説明がなされた。

## 2) 基準地震動の策定について

中越沖地震が想定を超える揺れとなった要因や、それらの要因を踏まえて策定された基準地震動の妥当性について、議論を行っています。

小委員会での議論も踏まえ、東京電力は活断層の長さや傾斜角を見直し、基準地震動の再評価を行いました。

なお、基準地震動を考える上でのF-B断層の長さについては、36kmを前提として議論しています。

### (1) 中越沖地震において想定を超える揺れとなった要因について

#### 【東京電力の見解】

中越沖地震が想定を超える揺れとなった要因は、同じ地震規模の地震と比べ大きめの地震動を与える震源であったこと、敷地周辺地盤深部の堆積層の厚さと傾斜、および発電所敷地下の古い褶曲構造による増幅効果であると考えられる。

#### 【委員からの意見等】

- ・ 褶曲構造の影響を検討した解析モデルの速度構造は、各種調査結果との整合性を確認することが必要である。解析モデルで用いた速度構造と調査結果から求めた速度構造に差異がある場合は、敷地の地震動特性に与える影響を検討すべき。

東京電力からは、解析モデルの速度構造と調査結果による速度構造の比較を行うとともに、速度構造に差異がある層については、感度解析によって敷地の地震動特性に及ぼす影響を検討し、対象としている周期範囲においては影響がほとんどないことを確認したとの説明がなされた。

### (2) F-B断層による地震の地震動評価について

#### 【東京電力の見解】

今回の中越沖地震はF-B断層によるものと考え、今回の地震の規模をもとに、F-B断層の長さや活動性を考慮して新たな基準地震動を策定した。

#### 【まだ検討が必要という意見】

- ・ F-B断層は海底下浅部の断層にすぎない。その調査から如何にして適切な基準地震動が策定できるのか、中越沖地震の前でも策定できたのか（F-B断層がわかっていたら中越沖地震の震源断層運動と強震動が予測できたのか）という根本的な問題が曖昧であり、客観性がまだ不十分である。
- ・ 中越沖地震の規模にとらわれず、更に大きな地震が起こるケースの検討が必要である。
- ・ 地震発生層の厚さ（上下端深さ）を小さめに見積もっており、不確かさも考慮していないのは、大きな問題である。

東京電力からは、詳細な調査、敷地周辺の微小地震分布、震源直上に設置した海底地震計による中越沖地震の余震分布、敷地地盤周辺の速度構造など、精度の高い十分なデータに基づいて、地震発生層や震源断層を設定したとの説明がなされた。

**【妥当という意見】**

- ・ 基準地震動は基本的にこれで問題ない。
- ・ 不確かさを考慮したものとして36kmとしているが、地質調査結果から判断した基本とする長さを36kmとすべき。地質調査結果から求めた基本的長さを36kmとするならば、基準地震動の策定で、長さによるばらつきを見る必要はない。

**(3) 長岡平野西縁断層帯による地震の地震動評価について**

**【東京電力の見解】**

角田・弥彦断層、気比ノ宮断層及び片貝断層は、それぞれ個別の断層として評価する。なお、これらの活断層が同時に活動するとは考えていないが、耐震安全性の評価では、念のため一連の断層（長岡平野西縁断層帯）とした地震動評価を行い、新たな基準地震動を策定した。

**【委員からの意見】**

- ・ 3つの活断層が性質の違うものという考えはいいが、具体的に性質の違う断層が同時に動いた実例があり、全部が破壊することは実際あると考えられる。基準地震動を策定する時の断層モデルやアスペリティの置き方は、同時に動くことを十分考えるべき。
- ・ 陸域の活断層の地震動評価においては、断層傾斜角の不確かさを考慮すべき。

〔 東京電力は、これらの意見も踏まえ、活断層の長さ、傾斜角等を見直し、基準地震動の再評価を行っている。 〕