

## 地震、地質・地盤に関する小委員会の議論の状況について(案)

平成 20 年 11 月 5 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	・国の調査・対策委員会等での検討概要 ・東京電力の調査・対策委員会等への報告事項と検討状況 ・今後の検討の進め方
2	4月7日	・原子力発電所周辺の地質調査結果
3	4月21日	・原子力発電所周辺の地質調査結果 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
4	5月19日	・原子力発電所周辺の地質調査結果 委員会前に現地調査
5	6月3日	・原子力発電所周辺の地質調査結果 ・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
6	6月11日	・中越沖地震の観測記録と基準地震動
7	6月23日	・原子力発電所周辺の地質調査結果 ・中越沖地震の観測記録と基準地震動
8	7月14日	・中越沖地震の観測記録と基準地震動 ・原子力発電所周辺の地質調査結果
9	7月29日	・中越沖地震の観測記録と基準地震動 ・原子力発電所周辺の地質調査結果
10	8月26日	・中越沖地震の観測記録と基準地震動 ・原子力発電所周辺の地質調査結果
11	9月9日	・基準地震動の策定
	9月17日	現地調査
12	9月30日	・原子力発電所周辺の地質調査結果
13	10月15日	・原子力発電所周辺の地質調査結果 ・中越沖地震の観測記録と基準地震動
14	11月5日	・原子力発電所周辺の地質調査結果 ・基準地震動

## 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】

中越沖地震における観測記録の特徴  
解放基盤表面の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】

- ・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動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、地形地質や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ことであれば、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3～5km程度にすぎない。
- ・佐渡海盆や段丘等の成因が科学的に解明できないなら、安全サイドに立って物考えるべきであり、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、F - B断層北方延長部の断層により崖が形成されていないことが確認された。また、崖の北側及び、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。
- ・東京電力のみならず、他機関の調査の反射断面からは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ならない。
- ・海底面の傾きが活断層により形成されたとした場合、海底地形を水平にして復元すると、海の方が浅くて陸が深いという、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。
- ・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動きを示すものではない。

### 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、大湊砂層の上端と番神砂層の下端の境界が重要。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、火山灰が最も適しており、当該の火山灰の同定については、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考えが説明がされた。

- ・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上下変動については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、くいち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を含め今回の地震で活動していないとの考えが説明された。

### 【活断層ではないという意見】

- ・真殿坂断層が今回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、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、変位は認められておらず、活断層ではないことは明らか。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石が動いて削って出来たポットホールであり、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、100m四方のところでは震源断層運動による地殻変動は一樣と考えられる。各号機の四隅ごとに異なる隆起量と傾動ベクトルは一樣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、徹底的に追求すべき。

東京電力からは、今回の建屋水準変動量は、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考えが説明された。

## 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、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ことを説明している。

### (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振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）を最小限に見積もっており、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。
- ・ 不確かさを考慮して36kmとしているが、地質調査結果から基本36kmとすべき。地質調査結果から36kmとするならば、基準地震動の策定で、長さについて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、傾斜等を見直し、基準地震動の再評価を行った。（小委員会ではまだ審議中）