

## 東京電力への確認事項

確認事項は以下のとおり。東京電力からの回答は資料 No. 8。

### 16 水素爆発対策

・【回答済（令和6年度第2回）】解析の高度化と最大水素濃度発生箇所及び水蒸気凝縮発生箇所の図示

・GOTHIC コードによる不確かさの幅を定量的に示していただきたい。

（藤澤委員）

### 18 耐震評価

・【回答済（令和6年度第2回）】能登半島地震の時刻歴と地震応答スペクトル

・【回答済（令和6年度第2回）】断層が分割して活動する場合の影響

・溢水の話が出たが、加速度振幅値についても検討していただきたい。中越沖地震では1号機の加速度が大きかった。能登半島地震では7号機が比較的大きかった。どのような違いでこういう数値になるのか。（藤澤委員）

・柏崎刈羽原子力発電所の安全性に関わり、以下の11点を国及び東京電力への追加質問・要請として提出します。東京電力にはこれら以外にさらに2点の追加質問があります。この度、佐渡海盆東縁断層について回答をいただきましたが、わからないことがありますので、再度質問させてください。また、その他追加して質問させてください。

①「質問（5）柏崎沖から佐渡海盆東縁に沿って延びる帯状地震活動・震源分布について」に対して、「現在、地震調査研究推進本部において海域活断層の長期評価が検討中であると承知しており、今後、地震調査研究推進本部等の関係機関において新たな知見が得られた場合には、適切に対応してまいります。」との回答でした。例えば、この震源分布が佐渡海盆東縁断層の活動を示すか、長岡平野西縁断層帯の活動を示すのかによって、当該原子力発電所における地震への対応が変わってくると考えられます。また、この震源分布は中越沖地震の余震域・震源断層に続いているように見えます。したがって、この震源分布が何を示すのか、解析を行う必要があると思います。震源一元化データに基づいて、最新の震源分布図を作成し、この震源分布を生じさせる断層はどの断層であるかを説明してください。また、中越沖地震を引き越した F-B 断層の北方延長に震源が連

続しているようになぜ見えるのかについても説明してください。

②音波探査だけでプログラデーションによる大陸斜面と地震による変動崖の区別ができるでしょうか。大陸斜面北部がプログラデーションによって形成されたと決定するには、反射断面に現れる構造だけでなく、後背地や河川、堆積物の供給などの考察が必要です。これらの点について東京電力に説明を求めた方がよいと考えますが、いかがでしょうか。東京電力には後背地や河川、堆積物の供給などについて説明をお願いします。

③海上音波探査（反射法）で断層面（反射面）が見えないから、地下に断層は存在しないと結論できないと思いますが、いかがでしょうか。例えば、中越沖地震が起こる前に実施された東京電力の M-8 側線の音波探査記録において、中越沖地震の震源断層は識別できていたでしょうか。

④角田・弥彦沖の大陸棚の傾斜はどのように形成されたと考えるのでしょうか。

⑤平成 21 年 2 月付の原子力安全・保安院作成の資料「地小委 19-3 大陸斜面について」において、No. 3 側線及び No. 4 側線の大陸斜面の基部等に褶曲構造は認められず断層活動を示唆する構造は確認できない。」とあります。しかし、地層は撓曲しており、深部ほど撓曲の様子が強くなっているように見えます。これは地下の断層活動による長周期の褶曲構造とも考えられますが、そのように考えない理由は何でしょうか。なお、反射断面において地下浅部の断層が識別できないからは理由にならないと思います。

⑥角田・弥彦断層周辺の M1 面の傾動について平成 20 年 6 月 23 日の「資料 No. 1-1 東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 敷地周辺の地質・地質構造に関する補足説明」の 25 ページ「角田・弥彦断層周辺の M1 面の傾斜（傾動）」において、西傾斜逆断層の運動によって M1 面の傾動が説明されています。当該の M1 面は、西傾斜の角田・弥彦断層の運動によって作られる褶曲東翼の急傾斜帯（M1 面の基盤の地層の急傾斜帯）に位置しています。東翼の急傾斜帯は、その西側にもある西側隆起の断層運動によって南から見て時計回りに回転し傾斜を増す場合（褶曲の成長を伴う運動）と、枝分かれする西傾斜リストラック断層に挟まれたブロック（ライダー）になって南から見て反時計回りに回転する場合とがあり得ます。前者の場合、M1 面は東傾斜になります。向斜の場合、M1 面は西傾斜になります。M1 面の西傾斜について、2 つの断層の運動と褶曲成長との観点から、再度説明してください。

また、西傾斜のリストラック逆断層によって形成される背斜は東フェルゲンツの非対称褶曲となります。しかし、同資料の 24 ページに示されている角田・弥

彦背斜は対称的です。この対称性を説明するにはいくつかの可能性があります。西傾斜の角田・弥彦断層と東傾斜の佐渡海盆東縁断層の2つの運動によっても説明できます。M1面の西傾斜も説明できます。なぜ、このような可能性を考慮されないのでしょうか。

⑦東京電力による平成29年12月22日の柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉審査資料1-3「柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉 敷地近傍の地質・地質構造について」の92ページ「10. 敷地前面沿岸海域の背斜構造に関する評価（WM-4側線）」において、「B層位上の地層に傾斜変換は認められない。」とされている「WM-4側線の時間断面及びその解釈」の図について質問します。例えば、C層がD層にアバットしているように見えます。D層内部に同様の断層があるようにも見えます。B層はC層やD層の傾斜変化に合わせて、500m付近で尖滅しているように見えます。700m付近のA層の凹地状の形態は背斜頂部によく見られる正断層性の凹地と見ることもできます。これらのことから、「WM-4側線の時間断面及びその解釈」は、A層からE層を巻き込んだ背斜の成長に伴う隆起を示していると考えすることはできないでしょうか。

⑧断層の連動について連動するかどうかの評価の基準として、「断層同士の離隔距離、傾斜方向、併走区間における断層深部での位置関係、地震活動の有無、重力探査」などを挙げられました。しかし、成熟していない断層の場合、断層同士の離隔距離が離れていたり、傾斜方向が違っていたり、併走区間における断層深部での位置関係にズレがあったり、連動する断層であっても断層間に変形がない場合があったりすると思います。例えば、ある剪断面角を持って、異なる傾斜の断層面が破壊と同時に形成される可能性は知られていて、共役断層と言われています。方向や傾斜の違う断層群が何回も動き、中央構造線のような成熟した断層\*になっていきます。新潟県周辺の活断層は中央構造線に比べると、成熟しているとは言い難いと思います。また、重力異常の不連続についても、不連続の有無だけでなく、何が不連続を作っているのか、その不連続を生む要因が断層の伝播を妨げるものなのか、といった捉え方が重要だと思います。こう言った観点から見ると、挙げられた評価基準はもっと慎重に扱って連動を議論するべきであると思います。令和6年度能登半島地震や平成23年東北地方太平洋沖地震などの地震前の連動評価と実際に動いた断層との比較検討を行った上で、連動について考えてください。その場合、断層連動のリスクを最大限に取って評価していただきたいと思います。例えば、F-B断層はもっと長い断層として評価した方が良いのではないかと考えます。

\*成熟した断層とは、変位の大部分が一つの面で繰り返すような主断層帯が発達した断層、累積変位量および変位速度が大きな断層のことである。連続性のはっきりした直線性の高い断層になる。参考文献：垣見（2010）活断層研究 32、73-77.

⑨阿多鳥浜テフラ及び刈羽テフラの標高分布について質問に対し、「群列ボーリング調査の結果による断面図を基に、阿多鳥浜テフラがほぼ水平に分布し、・・・」との回答でした。東京電力からもほぼ水平であるとの回答でした。しかし、東京電力の資料に基づいて、断層による影響を受けている可能性のない範囲で、テフラの標高分布のグラフ（図1）を作成すると、真殿坂向斜を挟んで逆の勾配を示すように見えること、刈羽テフラより阿多鳥浜テフラの傾きが大きいように見えることから、阿多鳥浜テフラと刈羽テフラを累積的に変形させる真殿坂向斜の活動が、僅かではあります、あるように見えます。これについてはどのように説明されますか。中越沖地震の際の東西方向の地殻変動（国土地理院などのSAR解析など）との整合性についても説明してください。

ちなみに、東京電力は藤橋40と刈羽テフラが約20万年前の火山灰で高位段丘の堆積物に挟在されているとしていますが、これに対し、約12-13万年前の火山灰で中位段丘の堆積物に挟在されているとする研究論文もあります。後者に従えば、約12-13万年前以降、真殿坂向斜が成長したことを示すこととなります。

⑩令和5年度第4回技術委員会 資料No.6-2の「委員から頂いた質問事項への回答（地質構造関連）」における当方の質問20について追加の質問・要望です。質問20の内容は次の通り：「44ページの写真・スケッチでは、F3断層が古安田層A2部層を切っています。したがって、164ページのように「F系断層は、古安田層に変位・変形を与えておらず、」のまとめにならないと思います。なぜ、このまとめになるのか、説明してください。「変位量や断層の延長が小さいから」は理由になりません。」

これに対し、東京電力は「試掘坑では、F3断層は西山層の上限面にごくわずかな変位を与えているものの、古安田層A2部層に入ってすぐに消滅しております。」、さらに「・・・試掘坑の様子は局所的なものと考えています。」と回答されました。しかし、44ページの写真・スケッチを見ればわかるように、F3断層が古安田層A2部層を明らかに切っています。「変位量や断層の延長が小さいから」は理由にならないので、F3断層が古安田層A2部層を切っていることとなります。したがって、少なくとも、東京電力がF3断層としてまとめている断層の中に、古安田層A2部層を切る断層が存在している。F3断層としてひとまとめにできない可能性も大きい。古安田層A2部層を切るF系断層の活動について再度お答えください。

⑪平成29年12月22日の柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉審査資料1-4「敷地の地質・地質構造について」の34ページのV系断層のスケッチ及び写真によると、古安田層内に剪断面が存在しています。しかし、本資料の結論では「V2

断層は古安田層に変位・変形を与えていない」と記されています。スケッチには A3 部層とあるので、この剪断面は阿多鳥浜テフラの上の地層を変形させていることとなります。すなわち、約 24 万年前以降の剪断面形成活動であり、12-13 万年前より古い活動なのか、新しい活動なのかは不明です。この剪断面をどのように評価されますか。

⑫敷地内の深部地すべりの性状や活動性について平成 29 年 12 月 22 日柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉審査資料 1-3「柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉 敷地近傍の地質・地質構造について」83 ページなどの「寺尾付近の断層に関する評価（寺泊・西山丘陵の地すべり地形分布）」において、当該原子力発電所が建設されている丘陵には多数の地すべり地形が報告されています。それらの複数は大きな地すべりであり、複数炉を載せられるほどの大きさです。寺尾付近においては、東京電力によって深層地すべりが解釈されています。

その観点から、平成 29 年 12 月 22 日柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉審査資料 1-4「柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉 敷地の地質・地質構造について」69 ページの 1 号炉北側法面スケッチに示されているような地すべりの形状や基底すべり面の位置、すべり方向などを解析し、地震時の敷地の地盤変状について再度考察する必要があると考えます。想定される深部地すべりの位置や形状を示し、地すべりによる地震時の敷地内の地盤変状についてのお考え・見解をお答えください。また、同資料 2 ページの「敷地内の断層関係模式図」などに地すべりの形状を入れて示してください。

⑬地震時の隆起・断層・地盤変状などについて中越沖地震では長さ約 27km と長さ約 10km の断層が動き、M6.8 で、震源に近いところで 20-30cm の隆起が起っています。能登半島地震では 150km の長さの断層が動き、M7.6 で、約 4m の隆起が起っています。このため、起こる地震によっては、発電所付近において数 m の隆起が起こることも想定されます。その場合、周辺の褶曲構造が成長し、敷地内外において、震源断層に連続しない多数の地表断層や地盤変状の形成が予想されます。これらによって地盤が大きく傾くことも考えられます。敷地周辺において大規模地すべりが起こることも想定されます。褶曲が成長しない場合でも同様の各種地盤変状が生じる可能性があります。少なくとも、能登半島地震や中越地震の際に生じた地盤変状を参考に予測・対策されることが望まれると思います。これらの点についてどのようにお考えでしょうか。

(豊島委員)

・提示していただいた令和 6 年度能登半島地震の観測記録は、建屋基礎版上のもので、以前 2007 年中越沖地震での加速度応答スペクトルを紹介していただいたときだったと思いますが、ここでの記録には建屋の応答(ロッキングの卓越モ

ード等)が混じっていて、ピークの周期帯にはその影響が見られるとお聞きした  
と思います。

ご提示頂いた加速度応答スペクトルを見ておきますと、ピークの周期帯が基準  
地震動 Ss-1 による結果と令和 6 年度能登半島地震の観測記録の結果で異なっ  
ているものが見受けられます。建屋の応答の影響が入っているのならば、もっと一  
致してもよいと思うのですが？

基準地震動 Ss-1 による結果は地震応答解析の結果と思いますが、2 つの地震動  
による加速度応答スペクトルに見られるピークの周期帯に相違について、その  
理由等を具体的な根拠を交えて教えていただけませんか。(田村委員)

#### **19 使用済燃料プールの安全対策**

・6号機と7号機で溢水の量がずいぶん違うが、何か構造的なものか、あるいは  
揺れの違いにより、スロッシングの状況が違ったのか。(岩井委員)

・6号機の溢水量が多かったということについて、地震加速度や建物の構造の違  
いという観点できちんと解析して説明をお願いします。(豊島委員)