

## 自然災害対策の論点に関する意見及び回答

## ①地震

## ア 施設の地盤

項目	＜1＞島根原子力発電所の下に活断層はないか
審査結果 (審査等における中国電力の説明)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存の文献調査、変動地形学的調査、ボーリング調査、露頭調査及び地表地質踏査の結果、敷地には連続する破砕部や断層はないこと</li> <li>・敷地内のシーム（地層間の弱層）は、後期更新世以降に活動していないと考えられることから、敷地内には将来活動する可能性のある断層等はないと考えられる。</li> </ul>
顧問の意見	<p>①過去の現場試験の情報等から、シーム自体と活断層との関連は非常に薄く、それが活動して変動を起こす可能性は非常に低いと判断できる。また、地下の直下に断層があるかは地質学的に色んな検討で十分に分かっており、直下に断層として評価すべきものはないと思う。(佃顧問 (コメント))</p> <p>②他の発電所では敷地内に断層があることで慎重に議論されているところもあるが、島根はそれらとは違い、割と綺麗な地層状況だと思っている。 敷地内の断層について心配される方もいると思うので、公開可能であれば敷地内の全面露頭した写真等の記録を見てもらったほうが良いと思う。(佃顧問 (コメント))</p>

## イ 基準地震動

項目	<2>5つの基準地震動は、どのような地震を想定したものか
<p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p>	<p>(敷地ごとに震源を特定して策定する地震動)</p> <p>&lt;基準地震動A：Ss-D（水平 820 ガル、鉛直 547 ガル）&gt;            宍道断層及び海域三連動を対象に、応答スペクトル法（21 通り）及び断層モデル手法（104 通り）で計算した応答スペクトルを全て下回らないように設定した地震動</p> <p>&lt;基準地震動B：Ss-F1（水平 560 ガル、鉛直 337 ガル）&gt;            宍道断層を対象に、断層モデル手法を用いた地震動評価のうち、主要な施設の固有周期が存在する周期帯における Ss-D との比の平均値が最大の地震動</p> <p>&lt;基準地震動C：Ss-F2（水平 777 ガル、鉛直 426 ガル）&gt;            宍道断層を対象に、断層モデル手法を用いた地震動評価のうち剛な機器の耐震設計において着目する周期 0.02 秒の加速度が最も大きい地震動</p> <p>(震源を特定せず策定する地震動)</p> <p>&lt;基準地震動D：Ss-N1（水平 620 ガル、鉛直 320 ガル）&gt;            2004 年北海道留萌支庁南部地震の地表観測記録をもとに解析した岩盤での地震動に不確かさを考慮した地震動</p> <p>&lt;基準地震動E：Ss-N2（水平 531 ガル、鉛直 485 ガル）&gt;            2000年鳥取県西部地震において賀祥ダム（監査廊：岩盤相当）で観測された地震動</p>
<p>顧問の意見</p>	<p>①Ss-F1, Ss-F2 については、なぜ必要なのかが分かり難い。一般の方にも分かるように、なぜこれらを基準地震動として追加することになったかを説明し、クリアにすべき。(釜江顧問)</p> <p>②応答スペクトル法で作られた Ss-D に近接していることを踏まえ、Ss-F1, Ss-F2 を基準地震動に追加しておくことには問題は無いと思う。            ただ、少し特殊な考え方であり、先行審査を見てもこういう方法が使われた例は無いと思うので、今後も一般向けを意識した分かり易く丁寧な説明があったほうが良いと思う。            (釜江顧問 (コメント))</p>

中国電力の 回答	<p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 基準地震動 Ss-F1, Ss-F2 は、「震源が敷地に近い地震については、断層モデルを用いた手法を重視すること」、および「断層モデルによる手法の基準地震動は、施設に与える影響の観点から地震動の諸特性（周波数特性等）を考慮して策定すること」という審査ガイドの要求を勘案して、施設の耐震設計に用いる応答スペクトルについて地震動レベルが大きいものを念のため設定したものである。</li></ul> <p>なお、審査ガイドには「応答スペクトルによる基準地震動が全周期帯にわたって断層モデルを用いた基準地震動を有意に上回る場合には代表させることができる」という記載もあるが、断層モデルの宍道断層による地震の地震動評価結果では、個別の周期帯において基準地震動 Ss-D に近接している部分があるため、上記のとおり Ss-F1 および Ss-F2 として選定している。</p>
-------------	--

(7) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

項目	<p>&lt;3&gt;震源を特定して策定する地震動に宍道断層と海域三連動による地震を選定した理由は何か</p>
<p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p>	<p>文献調査で抽出した敷地周辺 21 断層及び過去に発生した地震について、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・断層長さと敷地～断層間距離の関係から、敷地に与える影響が最も大きい地震は敷地の極近傍に位置する宍道断層による地震であること</li> <li>・宍道断層以外の断層について、過去の観測記録に基づく経験式（耐専式）で地震動を評価した結果、敷地に与える影響が最も大きい地震は海域三連動（F－Ⅲ＋F－Ⅳ＋F－Ⅴ）による地震であること</li> </ul> <p>から、上記 2 断層による地震を選定した。</p>
<p>顧問の意見</p>	<p>①想定する断層や地震が今の精度で十分だという説明を、調査も含めて継続的にやっていただきたい。宍道断層や周辺の断層、連動性の問題も含めて、更に調査してより納得性のあるものにしていく努力を続けるべき。(佃顧問 (コメント))</p> <p>②海域の F－Ⅲ～F－Ⅴの断層を一連のものとした理由は。 (佃顧問)</p>
<p>中国電力の回答</p>	<p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地質構造上の類似性が認められ、断層間の距離が近いことから、連動するものとして評価した。</li> </ul>

項目	<p>&lt;4&gt;島根半島の離水海岸地形と、断層活動との関連性は検討されているか【県独自項目】</p>
<p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p>	<p>平成 28 年度に島根原子力発電所付近の海岸地形、地質データを拡充するために空中写真測量や地表地質踏査を実施し、断層活動との関連性は無いことを確認した。</p>
<p>顧問の意見</p>	<p>①島根地域はジオパークに指定されており、地域の住民には島根半島や宍道湖の形成過程、それと地殻変動との関係性、侵食影響の有無などについて素朴な疑問を持っている方が沢山いる。これを踏まえると、地域の住民に地形や地質の特徴について理解を深めてもらうための作業は非常に重要であり、県は説明活動を続けていく必要がある。(佃顧問)</p>
<p>県の回答</p>	<p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・県の広報誌等を活用し、離水海岸地形や島根半島の成り立ちも含め、島根地域の地形・地質の特徴について県民に分かり易く伝えるための活動を実施していく。</li> </ul>

項目	<5>宍道断層の端部（西端・東端）の当初申請時からの変更理由・設定根拠は何か
<p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p>	<p>&lt;西端&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・古浦以西には宍道断層の延長部に対応する断層は認められないが、陸海境界付近の調査結果に不確かさがあること</li> <li>・女島地点では、陸海境界付近を横断する郡列ボーリング調査等で活断層がないことを示すより精度や信頼性の高いデータが得られていること</li> </ul> <p>から、女島を西端と評価した。(3km 延長)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・音波探査、ボーリング調査、地表地質踏査の結果、女島以西で宍道断層の延長部に対応する断層活動は認められない</li> </ul> <p>なお、古浦湾～十六島沿岸にかけての重力異常は、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・変動地形学的調査から、宍道断層の端部付近で断層活動性が低下していること</li> <li>・古浦～十六島付近の重力コンターの傾斜部は、後期更新世以降の活動が認められない断層による地下構造に起因すると考えられ、宍道断層の重力異常へ連続しないこと</li> </ul> <p>から、宍道断層とは関連しない。</p> <p>&lt;東端&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・下宇部尾東及び森山では、後期更新世以降の断層活動は認められないものの、更に東方において一部断層を除き上載地層がないこと、陸海境界では十分な調査が実施できないことから、後期更新世以降の断層活動が完全には否定できないこと</li> <li>・美保関東方沖合では、音波探査による精度や信頼性がより高い調査において後期更新世以降の断層活動は認められず、かつ、明瞭な重力異常が認められないこと</li> </ul> <p>から、美保関東方沖合を東端と評価した。(14km 延長)</p>
<p>顧問の意見</p>	<p>①東端だけでなく西端についても、西端としている位置から更に西側の陸域・海域の断層との連続性がないことや離隔距離が十分にあることを、数値も含めて説明したほうが良い。そうした調査・評価結果があるならば、的確に表現したほうが安心につながる。(佃顧問)</p> <p>②39km という宍道断層の最大規模を評価する上で、西端部の評価についても東端と同じレベルの説明を尽くすべき。(釜江顧問)</p>

	<p>③重力異常はスタティックな地下構造を反映する情報であり、活断層かどうかという情報には直接には結びつかないので、追加調査で断層活動性を示す情報が得られておらず、申請時の東端付近でも断層末端の性状を示している中で、重力異常があるところを活断層が想定される地質構造として思い描くには無理がある。重力異常の情報を取り上げて、ここまで東端を延ばす必要が本当にあるかは疑問。</p> <p>東端については、科学的判断というより工学的、或いは経営的な判断に基づいて決めたものと理解している。</p> <p>(佃顧問 (コメント))</p>
<p>中国電力の 回答</p>	<p>(「顧問の意見」①②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地質調査の結果、       <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 古浦沖から大田沖断層の海域及び沿岸付近における音波探査の結果、古浦沖から女島付近の陸海境界付近における群列ボーリング調査等の結果、さらに、古浦西方から女島付近の陸域における地表地質踏査等の結果、宍道断層の延長部に対応する断層は認められないこと</li> <li>2) 宍道断層の末端性状について、変動地形学的調査の結果、端部付近では断層活動性が低下していること</li> <li>3) 古浦～十六島沿岸付近の重力コンターの傾斜部は、後期更新世以降の断層活動が認められないF-①断層及びF-②断層に伴う音響基盤の落差(音響基盤の傾斜部)を反映したものと考えられ、その重力異常は、宍道断層で認められる明瞭な重力異常へ連続しないことから、宍道断層は西方へ延長しないと評価している。</li> </ol> </li> <li>・宍道断層の西端と評価した女島および文献に断層が記載されている更に西方の美保において地層の急傾斜部が認められるが、これらの連続性は確認されず、また、露頭調査の結果、急傾斜部を示す層理面沿いは固結・密着していることから、固結後の断層活動は認められない。更に西方海域には大田沖断層が確認されるが十分な離隔がある。</li> </ul>

項目	＜6＞宍道断層と鳥取沖西部・東部断層が連動することはないか
審査結果 (審査等における中国電力の説明)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・宍道断層及び鳥取沖西部断層端部の音波探査の結果、後期更新世以降の活動は認められないこと</li> <li>・鳥取沖西部断層の西端付近は、横ずれ断層の末端部付近を示唆する性状を示し、断層活動性が低下していること</li> <li>・宍道断層と鳥取沖西部断層の間は D2 層の高まり及び南側の後期更新世以降の断層活動が認められない S30 断層により規制され、これらを横断する断層は確認されないこと</li> <li>・宍道断層で認められる重力異常は鳥取沖西部断層へ連続しないことから、連動しない。</li> </ul>
顧問の意見	<p>①横ずれが卓越していれば、音波探査記録の段差では見えない。本当に横ずれであることが見て分かるような内容（横ずれ断層に特徴的な花卉構造等）を用意したほうが説得力があるし、そういったものを分かりやすく見せたほうがいい。            (岩田顧問)</p> <p>②海域の音波探査の結果から、地層の年代感や後期更新世以降の活動有無はどのように判断しているか。ボーリング調査結果等とも照合しているのか。(釜江顧問)</p> <p>③重力異常の検討結果に関連し、以下の事項を教えて欲しい。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水平勾配の求め方</li> <li>・鉛直1次微分のゼロコンター通過位置の求め方</li> <li>・ゼロコンター通過位置が曲線となっており、各地点において2次元断面を設定して線を引いている場合は、その引き方と妥当性</li> </ul> <p>(岩田顧問)</p> <p>④重力異常に関し、現行の資料では重力の値自体にどのような落差があるかの説明が無い。これでは落差がどの程度かが分からないので、定量的な評価を示すべき。(岩田顧問)</p>
中国電力の回答	<p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・美保関町東方沖合い及び鳥取沖において、横ずれ断層として特徴的な花卉構造が認められる。</li> </ul> <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・音波探査で認められる反射面の連続性、下位層との不整合関係、</li> </ul>



堆積構造及び反射パターンの特徴に着目して区分するとともに、柱状採泥調査により試料を採取し火山灰分析および放射性炭素同位体法による年代測定を行い、その結果から地質時代や後期更新世以降の活動性の有無を判断した。

(「顧問の意見」③について)

- 水平1次微分(水平勾配)は、南北方向と東西方向の微分値を足し合わせて求めている。
- 鉛直1次微分は、フィルタリングと呼ばれる重力異常から地質構造を推定する手法を用いている。「水平1次微分の値がある程度大きい地域」かつ「鉛直1次微分のゼロコンターが通過している個所」に着目することにより、断層等の構造境界の抽出が可能となる。

(「顧問の意見」④について)

- 音波探査記録、反射法地震探査、ボーリング調査結果をもとに、基盤の落差に焦点を当てた重力データ解析を行った結果、解析値は重力変化(日本の重力データベース(地質調査総合センター, 2013))を概ね表現している。

項目	<p>&lt;7&gt;海域三連動の端部（東端・西端）の当初申請時からの変更理由・設定根拠は何か</p>
<p>審査結果 （審査等における中国電力の説明）</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・当初申請時は断層との距離が近いこと等からF－V断層延長部にあるK－8撓曲部も連動すると評価していたが、追加音波探査の結果、鮮新統～前期更新統（約80万年前）の地層に断層活動を示唆する変位や変形が認められなかったことから、K－8撓曲部を断層長さ評価から除外し、西端部を2km東に変更した。（短縮）</li> <li>・F－Ⅲ断層東端部付近での追加採泥調査により得られた火山灰層及び貝殻の年代測定並びに追加音波探査から、B<sub>1E</sub>層（中部～上部更新統）の地層に断層活動を示唆する変位や変形が認められないことが確実に became こと から、東端部を1.5km西に変更した。（短縮）</li> </ul>
<p>顧問の意見</p>	<p>①海域三連動の長さは申請時の51.5kmから48kmに短くなったが、地震動は逆に申請時より大きくなった。専門家には理由が分かるが、一般の方向けの説明はきちんとしておいたほうがいい。（釜江顧問）</p>
<p>中国電力の回答</p>	<p>（「顧問の意見」①について）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・海域三連動の応答スペクトルに基づく地震動評価については、耐専式が適用範囲外であるため、申請時は耐専式以外の距離減衰式を用いて評価していたが、現状では安全側の評価として耐専式を用いているため、評価式の違いにより地震動が大きくなっている。（詳細は論点&lt;9&gt;の回答のとおり）</li> </ul>

項目	<p>&lt;8&gt;宍道断層・海域三連動の地震動評価において、基本震源モデルの各パラメータ設定根拠は何か</p>
<p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p>	<p>&lt;宍道断層の基本震源モデル&gt;      前述の地質調査等から、いずれも保守性を考慮して、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・断層長さ 39km(女島～美保関東方沖合)</li> <li>・断層幅 18km(上端 2km～下端 20km の鉛直方向 18km)</li> <li>・断層傾斜角 90°</li> </ul> <p>震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」(地震調査研究推進本部, 2017))等から、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・破壊伝播速度 2,570m/s (0.72Vs)</li> <li>・アスペリティ数 2</li> <li>・アスペリティ位置             <ul style="list-style-type: none"> <li>① 敷地に近いAランクリニアメント部</li> <li>② ①の東側に分布するリニアメント中央部</li> </ul> </li> <li>・短周期レベル <math>1.60 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m} / \text{s}^2</math></li> <li>・すべり角 180°</li> <li>・破壊開始点             <ul style="list-style-type: none"> <li>① アスペリティ位置①の西側下端</li> <li>② アスペリティ位置②の東側下端</li> </ul> </li> </ul> <p>とした。</p> <p>&lt;海域三連動の基本震源モデル&gt;      前述の地質調査等から、いずれも保守性を考慮して、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・断層長さ 48km</li> <li>・断層幅 約 19km (上端 2km～下端 20km の鉛直方向 <math>18\text{km} / \sin 70^\circ</math>)</li> <li>・断層傾斜角 70°</li> </ul> <p>震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」(地震調査研究推進本部, 2017))等から、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・破壊伝播速度 2,570m/s (0.72Vs)</li> <li>・アスペリティ数 3</li> <li>・アスペリティ位置             <ul style="list-style-type: none"> <li>① F-Ⅲ断層、② F-Ⅳ断層、③ F-Ⅴ断層それぞれの敷地に最も近い位置</li> </ul> </li> <li>・短周期レベル <math>1.98 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m} / \text{s}^2</math></li> <li>・すべり角 180°</li> <li>・破壊開始点</li> </ul>

	<p>① アスペリティ位置②の西側下端 ② アスペリティ位置①の東端下端 とした。</p> <p>&lt;宍道断層の震源深さ、断層傾斜角（補足）&gt;  ・「中国地域の長期評価（H28年7月）によるD90」及び「気象庁一元化データによる震源鉛直分布」において15kmより深い下限深さ（20km）が示されていること  ・波形インバージョン解析等による2000年鳥取県西部地震の震源モデルにおいて最大18km程度の断層幅が示されていることから地震発生層下限を20kmに変更した。</p> <p>・地質調査の結果、宍道断層を代表する調査地点と考えられる佐陀本郷廻谷～上本庄の断層傾斜角は、南傾斜～ほぼ鉛直であること  ・全国地震動予測地図2017年版では宍道（鹿島）断層を断層傾斜角70°北傾斜としているが、これは鳥取沖での調査結果に基づくこと  から、宍道断層の傾斜角は90°と評価し、不確かさとして断層傾斜角70°北傾斜を考慮した。</p> <p>&lt;海域三連動の断層傾斜角（補足）&gt;  ・断層周辺で発生した横ずれ断層による地震の断層傾斜角のうち、最も傾斜しているものは71°であること  ・音波探査記録から海域三連動全体の傾斜角を平均すると35°程度になるが、後期更新世以降の断層活動様式が不明であることから、海域三連動の断層傾斜角は70°南傾斜と評価し、不確かさとして35°南傾斜を考慮した。</p>
<p>顧問の意見</p>	<p>①断層モデルの評価はレシピに従い適切になされている。破壊伝搬速度、短周期レベルの設定は論文等の根拠があり問題ない。アスペリティ位置等の微視的パラメータは事業者判断で設定されているが、保守的設定であれば問題にならないと考える。  （釜江顧問（コメント））</p> <p>②海域三連動の断層傾斜角の設定にあたっては、現在の応力場もしくは発震機構を基にした検討を行っているか。そうした説明があったほうが分かりやすい。（岩田顧問）</p> <p>③35°の断層傾斜角を採用することが基本モデルとしては適切でない理由は何か。断層傾斜角という実態的に見えないものを想定した時に、どういう説明ができるのか。  古い断層と同じ場所で新たに破壊面を作るのは不自然に感じる</p>

	<p>ので、判断根拠を明確に文章化したほうが良い。(佃顧問)</p> <p>④地表付近で確認された 35° という傾斜角が、地下の地震発生層では 70° と広角になっていくとしているので、どういう絵が描けるかという断層のイメージングについて説明があったほうが良い。</p> <p>地表付近の音波探査結果からすぐに地震動評価のためのモデル化に行っている印象があるので、一般の方の理解を進めるためにはもう少し段階を踏んだ説明を加えるべき。(佃顧問)</p>
中国電力の回答	<p>(「顧問の意見」②③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・断層傾斜角については、以下のレシピの考え方にに基づき、より信頼性の高い情報を考慮して設定することとしている。       <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 対象とする断層についての反射法探査結果等、断層の傾斜角を推定する資料がある場合にはそれを参照する</li> <li>2) 周辺にある同じタイプの断層から傾斜角が推定できる場合には、それを参照する</li> <li>3) 上記のような資料が得られない場合は、横ずれ断層の傾斜角は 90° を基本とする</li> </ol> </li> <li>・海域三連動は、B 層（中期～後期更新世堆積層）の明瞭な分布が確認できていないこと等から、後期更新世以降の活動を考慮する断層と評価している。地質調査結果より、東北東－西南西走向の低角（南傾斜）逆断層が認められ、その傾斜角は音波探査記録を参照すると断層全体の平均で 35° 程度である。但し、当該断層は更新世以降において、南側隆起（北側沈降）の逆断層運動を示唆する B 層の堆積盆の形成は認められず、横ずれ運動を示唆する花卉構造や引きずり込み構造などの特徴的な反射パターンも認められないことから、後期更新世以降の活動様式は不明である。</li> </ul> <p>従って、本調査結果を基本震源モデルの断層傾斜角として採用することは適切でないと考ええる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ほぼ東西の走向を持つ海域三連動が現在の東西圧縮応力場で活動する場合、主に横ずれの断層活動を示すと考えられることから、レシピの考え方にに基づき、当該断層の周辺で発生した横ずれ断層による地震の断層傾斜角を参照して設定している。参照した地震のうち、M7クラスの大規模地震の断層傾斜角は 90° であり、中小地震の断層傾斜角は平均的には 80° 程度、最も傾斜しているものでも 71° であることから、70° に設定している。</li> </ul>

(「顧問の意見」④について)

- 音波探査記録による地表付近の断層傾斜角は平均で  $35^{\circ}$  であるが、後期更新世以降の活動様式は不明であることから周辺にある同じタイプの断層傾斜角を参照し、震源断層面の傾斜角は基本震源モデルで  $70^{\circ}$  と設定した。音波探査記録による地表付近の  $35^{\circ}$  については、震源断層面が  $35^{\circ}$  で傾斜していると仮定して断層傾斜角の不確かさとして考慮した。

項目	<p>&lt;9&gt;応答スペクトル法による地震動評価に耐専式を適用するものとしがないものがある理由、適用する場合も内陸補正を適用しない理由は何か</p>
<p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p>	<p>&lt;宍道断層&gt;          ・発電所敷地～宍道断層間の距離と、耐専式で設定されている極近距離の関係から、全てのケースは耐専式の適用範囲外と判断</p> <p>&lt;海域三連動&gt;          ・海域三連動と耐専式で設定されている極近距離の関係から、基本モデル及び断層傾斜角不確かさケースに耐専式を適用、他ケースは耐専式の適用範囲外と判断          ・安全側の評価として内陸補正を考慮しない。</p>
<p>顧問の意見</p>	<p>①海域三連動に本来適用範囲外の耐専式を適用したことについては、一般向けの説明時は保守的な条件設定としていることも含めて、地震の規模が同じなのに方法によってなぜこれだけ違いがあるのかをきちんと説明するよう、注意すべき。 (釜江顧問)</p> <p>②内陸補正を考慮していない点には違和感があり、この評価結果が独り歩きすることを心配している。本来加味すべき補正を考慮していない、安全側の計算結果であることは一般向けに説明しておいたほうがいい。(釜江顧問)</p> <p>③本来は耐専式の適用範囲外にある海域三連動の基本モデル及び断層傾斜角不確かさケースに耐専式を使った理由や、耐専式を使ったほうが安全側である根拠を示したほうがいい。 (釜江顧問)</p> <p>④耐専式を適用したことについては、単に保守的だから耐専式を使うと言うのではなく、適用範囲内にあるとして使われたと説明するほうが良いと思う。(釜江顧問 (コメント))</p>
<p>中国電力の回答</p>	<p>(「顧問の意見」①②③について)</p> <p>・海域三連動の基本モデル及び断層傾斜角の不確かさケースについては、耐専式で設定されている極近距離よりも近いが、極近距離から大きく乖離していないことから耐専式を適用した。          また、海域三連動は内陸地殻内地震のため、耐専式では内陸補正を考慮して地震動レベルを低減することができるが、安全側の評価として内陸補正を考慮せずに評価している。          上記ケースの内陸補正を考慮した地震動評価結果は、その他の</p>

	<p>距離減衰式及び断層モデルによる地震動評価結果の上限レベルとなっており、内陸補正を考慮しない場合はそれらを大きく上回る。</p> <p>以上より、耐専式を適用した基本モデル及び断層傾斜角の不確かさケースについては、結果的にその他の距離減衰式や断層モデルによる地震動評価結果と比較して安全側の評価となっている。</p>
--	--



項目	<p>&lt;10&gt;断層モデル手法による地震動計算において、どのような不確かさの項目、不確かさの組合せが考慮されているか</p>
<p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p>	<p>以下の断層パラメータについて、認識論的不確かさ（事前の詳細な調査や経験式等に基づき設定できるもの）と偶然的不確かさ（事前の詳細な調査や経験式からは特定が困難なもの）に分類し、偶然的不確かさは複数設定した上で、各断層パラメータとの重畳を考慮している。</p> <p>（認識論的不確かさ）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・断層傾斜角</li> <li>・破壊伝播速度</li> <li>・すべり角</li> <li>・アスペリティ位置／アスペリティ数</li> <li>・中越沖地震を踏まえた短周期レベル</li> <li>・断層位置（海域三連動のみ）</li> </ul> <p>（偶然的不確かさ）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・破壊開始点</li> </ul> <p>また、宍道断層は敷地近傍に位置するため、地震動への影響度の大きい短周期レベルと破壊伝播速度の不確かさを組み合わせたケース等を追加で考慮している。</p>
<p>顧問の意見</p>	<p>①総じて、今まで知られている知見の範囲で、丁寧にばらつきを考慮して地震動の検討がなされていると評価できる。但し不確かさをどう組み合わせるかについては、審査の中でコンセンサスが得られても学術的にはまだ研究途上。過剰な設定を避け、現実に即した組合せにすることで妥当性の相場感が見えてくるものであり、重要だが答えはない。</p> <p>（岩田顧問（コメント））</p> <p>②海域の応答スペクトル法では、耐専式を使っている上に内陸補正を考慮しておらず、おそらく 35° にして色んな不確かさを入れると地震動が大きくなる。結局は基準地震動が変わらないとしても、その確認を取ったほうがいいのではないか。</p> <p>（釜江顧問）</p> <p>③現在の応力場、どういう地震が発生する可能性が高いかを踏まえた上での合理的な断層モデルの設定であることを説明できるようにしておく必要がある。（岩田顧問）</p>

中国電力の 回答	〔顧問の意見〕②③について ・海域三連動の断層傾斜角については、レシピの考え方、地質調査の結果、現在の応力場等を考慮した上で設定している。 (詳細は論点<8>の回答のとおり)
-------------	---

(イ)震源を特定せず策定する地震動

項目	<11>2000年鳥取県西部地震、2004年北海道留萌支庁南部地震を基準地震動とした理由は何か
<p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p>	<p>審査ガイドで示される16地震のうち13地震については、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地中の地震観測記録を2倍した地震動が既往の震源を特定せず策定する地震動より小さく、影響が小さい(9地震)</li> <li>・地震観測記録から解析した地盤モデルと調査で得られた地盤が整合せず、岩盤における信頼性ある地震動評価が行えない(3地震)</li> <li>・地盤情報が乏しいため、地盤モデルが構築できず、岩盤における地震動評価が行えない(1地震)</li> </ul> <p>ため、考慮する地震として選定しない。</p> <p>また、2008年岩手・宮城内陸地震の震源域周辺は、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・新第三紀以降の火山岩、堆積岩が厚く分布</li> <li>・褶曲・撓曲構造が現在の応力場に調和的</li> <li>・逆断層が卓越</li> </ul> <p>一方、島根原子力発電所周辺は、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・主に新第三紀の堅固な堆積岩が厚く分布</li> <li>・褶曲・撓曲構造が現在の応力場に調和しない</li> <li>・横ずれ断層が卓越</li> </ul> <p>など、両地域の地質・地質構造等の特徴が異なっているため、考慮する地震として選定しない。</p> <p>2000年鳥取県西部地震は、島根原子力発電所周辺地域で発生した地震であることを踏まえて考慮する地震として選定し、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・岩盤相当の記録である賀祥ダム(監査廊)の観測記録が「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」を一部の周期帯で上回ること</li> </ul> <p>から、観測記録を基準地震動として設定した。</p> <p>2004年北海道留萌支庁南部地震は、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地表の観測記録が当初申請時の「震源を特定せず策定する地震動」を大きく上回ること</li> <li>・震源近傍(K-NET 港町観測点)のボーリング調査や観測記録と整合する地盤モデルが得られていること</li> </ul> <p>を踏まえて考慮する地震として選定し、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地表観測記録をもとに解析した岩盤での地震動に保守性を考慮</li> </ul>

	<p>した地震動が「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」を一部の周期帯で上回ることから、この地震動を基準地震動として設定した。</p>
<p>顧問の意見</p>	<p>①岩手・宮城内陸地震を落として鳥取県西部地震だけ選定するという説明があった一方で、第2グループ (Mw6.5 以下の 14 地震) のほうでは震源メカニズムを考えないのはなぜか。北海道留萌支庁南部地震も発生帯は違うので、それは評価しないということはどうしてしないのか。(岩田顧問)</p> <p>②「2004 年北海道留萌支庁南部地震に保守性を考慮した地震動」を基準地震動に設定したとあるが、「保守性を考慮した」とは具体的には何か。(岩田顧問)</p> <p>③Vp が 2~3km/s 程度しかない軟岩で、非常に堅固な地震基盤相当の経験式を使うのはおかしいと思う。Vs は経験的にはもっと小さいと想像される。また、はぎとり等の関連する研究が無いかはもう少し調べたほうが良い。(岩田顧問)</p> <p>④賀祥ダムは Vp が 2km/s 程度の層は薄く実力としては非常に固い岩盤の観測記録なので、それより少し軟らかい島根サイトの地盤へそのまま持ってくることに問題無いかは、既往の文献調査も含めて丁寧に説明いただいたほうが良い。(岩田顧問)</p> <p>⑤ダムの影響で特定の周期が節になっている可能性がある一方で、短周期側で弱い地震動になっていないかについては丁寧な説明が必要だと思う。(岩田顧問)</p> <p>⑥北海道留萌支庁南部地震以外の Mw6.5 未満の地震に関する整理結果は、誰のどういう評価かを明確に示したほうが良い。(岩田顧問)</p>
<p>中国電力の回答</p>	<p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・審査ガイドにおいて、「地表地震断層が出現しない可能性がある地震」は、国内においてどこでも発生すると考えられる地震で、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(震源の位置規模も推定できない地震(Mw6.5 未満の地震))であるとされているため、メカニズムを問わずに検討している。</li> </ul> <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・基盤地震動算定における地盤モデルの減衰定数や非線形特性等の不確かさを踏まえた検討を複数実施し、最も地震動が大きくなるケース(水平方向:609ガル、鉛直方向:306ガル)を採用し、さらに保守性を考慮して振幅をかさ上げた地震動(水平方向:620ガル、鉛直方向:320ガル)を震源を特定せず策定す</li> </ul>

る地震動として設定している。

(「顧問の意見」③について)

- $V_p=1.73 \times V_s$  の関係式における「1.73」は、一般的な岩盤（花崗岩）のポアソン比 0.25 を用いて  $V_p, V_s$  とポアソン比の関係から計算された値であるが、賀祥ダム堤体底部の  $V_p$  は 2.0～2.2km/s であり、ポアソン比は 0.25 よりも大きいと考えられる。その場合、 $V_p/V_s$  は「1.73」よりも大きくなり、それに伴い  $V_s$  は 1.2km/s よりも小さくなることから、「1.73」を用いて換算することは安全側の評価と考えられる。

(「顧問の意見」④⑤について)

- 賀祥ダム（監査廊）の記録について、震源近傍の他の観測点における基盤地震動と比較すると、賀祥ダムの記録のレベルが同等以上であることから、賀祥ダムの記録は基盤地震動のレベルとして妥当なものであると考えられる。
- 監査廊での記録を  $V_p=4.2\sim 4.5$ km/s 程度の岩盤上での記録として島根サイトにおける解放基盤表面上での地震動を算定した結果、その応答波は監査廊での記録を下回ることから、監査廊での記録を島根サイトの解放基盤表面 ( $V_p=3.24$ km/s) での地震動とみなすことは問題ないと考えられる。

(「顧問の意見」⑥について)

- 北海道留萌支庁南部地震以外の  $M_w 6.5$  未満の地震の分析は、電力事業者によるものである。

項目	<p>&lt;12&gt;山陰でもひずみ集中帯の存在が指摘されているが、この地域で発生した未知の断層に関する地震（2016年の鳥取県中部地震など）による地震動を考慮する必要はないか 【県独自項目】</p>
審査結果 (審査等における中国電力の説明)	<p>山陰ひずみ集中帯とされている地域で発生した地震による地震動の影響も検討しており、2000年鳥取県西部地震（マグニチュード7.3）を「震源を特定せず策定する地震動」として考慮している。</p> <p>また、2016年の鳥取県中部地震（マグニチュード6.6）については、規制委が当該地震記録を収集・整理しており、「震源を特定せず策定する地震動」の評価において収集対象とすべき観測記録には該当しないとされている。</p> <p>なお、地震伝播方向の分析により鳥取県中部地震に関して特異な増幅が見られないことを確認しているほか、地震ハザード解析においても鳥取県中部地震の情報を反映している。</p>
顧問の意見	<p>①蓄積したひずみが地殻の強度を超えた時に地殻が破壊する現象が地震であり、GPSの観測（近年の研究）から、山陰地方ではここ20年くらいのひずみの蓄積具合が比較的速いことが分かっている。</p> <p>原子力発電所は、震源を特定していない地震についても評価をし、それについて対策を行っているので、ひずみの蓄積速度が速いことで新たに考える必要があることが出てくるとは思わない。（岩田顧問（コメント））</p> <p>②県民の理解、地震防災という一般的な観点から見ると、山陰は広島などの中国地方の地殻内に比べると大きめの地震がよく起きていることは、広報等により一般の方々に基本的情報として理解してもらうことが大事。（佃顧問）</p> <p>③中国電力は科学的・技術的に正確に説明しなければいけないので、どうしても一般の方には理解し難い表現になってしまいがちだと思う。</p> <p>そのため県は中立な立場で、正確さを損なわないよう工夫しながら分かり易い表現に変えていく必要があり、そうした努力をしていくべき。（佃顧問）</p>

県の回答	<p>(「顧問の意見」②③について)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 県の広報誌等を活用し、ひずみによる地震発生メカニズムや、なぜ山陰地方は他の中国地方に比べ頻繁に地震が起きているかについて、県民の理解が深まるよう周知していく。</li></ul> <p>また、中国電力の取り組み等を一般向けに周知する際は、発電所の状況を良く理解した上で、中立な立場で一般の方に分かり易い言葉を用いて表現するよう努めていく。</p>
------	--

## エ 耐震設計方針

項目	<16>耐震重要度分類を決めた判定基準、重要設備の抽出範囲は適切か
<p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p>	<p>各設備・施設の耐震重要度は、「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」及びその解釈を踏まえ、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地震により生ずるおそれがある安全機能の喪失及びそれに起因する放射線による公衆への影響の程度</li> </ul> <p>に応じて以下の3種に分類している。</p> <p>&lt;Sクラス&gt;</p> <p>地震により発生するおそれがある事象に対して、原子炉を停止し、炉心を冷却するために必要な機能を持つ施設、自ら放射性物質を内蔵している施設、当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設、これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し、放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設、並びに地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって、その影響が大きい施設</p> <p>&lt;Bクラス&gt;</p> <p>安全機能を有する施設のうち、機能喪失した場合の影響がSクラスの施設と比べ小さい施設</p> <p>&lt;Cクラス&gt;</p> <p>Sクラスに属する施設及びBクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設</p> <p>また、耐震性評価にあたっては実用炉規則別表第二に基づき、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・Sクラスの設計基準対象施設（以下「DB施設」）及び重大事故等対処施設（以下「SA施設」）</li> <li>・上位クラス施設へ波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設</li> <li>・BクラスのDB施設のうち、共振のおそれのある施設</li> <li>・SクラスのDB施設及びSA施設の間接支持構造物や、波及的影響に関する施設</li> </ul> <p>を評価対象として抽出し、規制基準の要求に照らし必要な施設が網羅されていることを確認している。</p>



	<p>なお、当初申請における施設の耐震重要度分類の変更は検討課題が多く、多岐に亘る議論を要すると判断し、取り止める方針としている。</p> <p>これに伴い、地震時のタービン系配管の破損に伴う被ばく低減対策として地震時に主蒸気隔離弁を閉止するインターロックを設置することとしていたが、</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・タービン系配管等をBクラス設備として耐震補強することとしたため、地震時の配管破損に伴う被ばくリスクは低減すること</li><li>・インターロックの取り止めにより、タービン系配管等が破損していない場合、タービン系設備による冷却機能の使用が容易となること</li></ul> <p>から、当該インターロックの設置についても取り止めることとしている。</p>
--	---

項目	<17>重要設備以外の設備の損傷による重要設備への影響は考慮されているか
審査結果 (審査等における中国電力の説明)	<p>耐震重要度分類の上位のクラスに属する施設（上位クラス施設）は、耐震重要度分類の下位のクラスに属する施設（下位クラス施設）の損傷等による波及的影響で安全機能を損なわないように設計する。ここで、上位クラス施設とは、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・設計基準対象施設のうち耐震重要度分類のSクラスに属する施設、その間接支持構造物及び屋外重要土木構造物</li> <li>・重大事故等対処施設のうち常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備並びにこれらが設置される常設重大事故等対処施設</li> </ul> <p>が該当する。</p> <p>波及的影響の評価にあたっては、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響</li> <li>・耐震重要施設と下位クラス施設との接続部における相互影響</li> <li>・建物内における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響</li> <li>・屋外における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響</li> </ul> <p>をもとに敷地全体を俯瞰した調査・検討等を行い、耐震重要施設の安全機能への影響がないことを確認している。</p> <p>また、上記以外に考慮すべき事項がないかを確認するため、原子力施設情報公開ライブラリ（NUCIA）の登録情報をもとに国内の原子力発電所の地震被害事例に基づく事象の検討を行った。検討の結果、地震による原子力発電所の被害情報から確認された被害要因を踏まえても、特に追加すべき事項がないことが確認された。</p> <p>なお、基準地震動 <math>S_s</math> に対する構造健全性を確認できなかった下位クラス施設については、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・健全性を維持できる構造への改造（耐震補強等）</li> <li>・上位クラス施設と下位クラス施設との間に衝撃に耐えうる緩衝体の設置</li> <li>・下位クラス施設の移設</li> </ul> <p>等を実施することにより波及的影響を防止する。</p>

項目	<p>&lt;18&gt;新たに設置する制震装置は島根原子力発電所に適用できるのか</p>
<p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p>	<p>耐震性向上を目的として取水槽ガントリクレーンに単軸粘性ダンパ、Sクラス以外の配管系に三軸粘性ダンパを新たに適用することとしており、これらの制震装置の構造成立性を確認するため、装置の性能をモデル化した地震応答解析等を実施している。</p> <p>単軸粘性ダンパは、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・単軸粘性ダンパを設置した取水槽ガントリクレーンを対象とした地震応答解析により、ダンパ及び取付部を含めたクレーン本体の構造成立性を確認したこと</li> <li>・単軸粘性ダンパの性能試験及びモデル化にあたって、減衰性能への影響の検討を要する項目を「免震構造の審査手引きの提案（平成26年1月）独立行政法人原子力安全基盤機構」を参照して抽出したこと</li> <li>・既工認実績のある制震装置との差異に着目した整理及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」に基づき、機器・配管系への適用性や減衰性能への影響の観点から検討を要する項目を整理した結果、追加の検討項目は抽出されず、必要な検討が行われていることを確認したこと</li> </ul> <p>等から、適用可能と評価した。</p> <p>また、三軸粘性ダンパは、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・三軸粘性ダンパを設置した配管系の地震応答解析を行い、ダンパ及び取付部を含めた配管系の構造成立性を確認したこと</li> <li>・配管への取付方法としてラグ又はクランプを選択可能であり、配管の上部及び下部のいずれの位置にも設置することができるため、配置計画の成立性に問題はないこと</li> <li>・原子力発電所に用いることができる制震装置として米国機械学会規格に記載されており、海外の原子力発電所において振動対策及び地震対策として設置実績があること</li> <li>・三軸粘性ダンパを設置した配管系の加振試験を実施し、地震応答の低減に有効であることを確認したこと</li> <li>・三軸粘性ダンパの性能試験及びモデル化にあたって、減衰性能への影響の検討を要する項目を「免震構造の審査手引きの提案（平成26年1月）独立行政法人原子力安全基盤機構」を参照して抽出したこと</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>既工認実績のある制震装置との差異に着目した整理及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」に基づき、機器・配管系への適用性や減衰性能への影響の観点から検討を要する項目を整理した結果、追加の検討項目は抽出されず、必要な検討が行われていることを確認したこと 等から、適用可能と評価した。</li></ul>
--	---

項目	<p>&lt;19&gt;繰り返し地震や事故が発生した後に起きる地震は考慮されているか【県独自項目】</p>
<p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p>	<p>&lt;繰り返し地震の想定&gt; 安全機能を有するSクラスの施設の耐震設計において、基準地震動Ssに対する安全機能保持を確実にするために弾性設計用地震動Sdを設定し、Sdによる地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。これによりSd相当の地震が繰り返し起きてもSクラス施設の安全機能を損なわないことを確認している。</p> <p>なお、Sdの設定にあたっては、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Ssとの応答スペクトルの比率が目安として0.5を下回らないよう、Ssに係数0.5を乗じて設定した地震動 (Sd-D, F1, F2, N1, N2)</li> <li>・ 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（昭和56年7月原子力安全委員会決定、平成13年3月29日一部改定）」（旧指針）の基準地震動S1が果たしてきた役割を踏まえ、S1の応答スペクトルを概ね下回らないよう配慮した地震動 (Sd-I) をSdとしている。</li> </ul> <p>また、応答スペクトル手法に基づき策定した基準地震動Ss-Dは、継続時間を60秒で設定している。一方、震源が敷地に近い宍道断層による地震の断層モデル手法を用いた地震動評価に基づき策定した基準地震動Ss-F1、F2、震源を特定せず策定する地震動による基準地震動Ss-N1、N2の継続時間は最大でも約20秒程度である。したがって、Ss-Dは他の基準地震動Ssの複数回分に相当する継続時間となっており、地震の繰り返しを考慮しても一定の保守性を有する。</p> <p>&lt;事故が起きた後に起きる地震の想定&gt; 設計基準対象施設の耐震設計にあたっては、地震力と設計基準事故時の状態で作用する荷重の組合せを考慮し、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Sクラスの建物・構築物については、常時作用している荷重及び設計基準事故時の状態で施設に長時間作用する荷重と弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力との組合せ</li> <li>・ Sクラスの機器・配管系については、設計基準事故時の状態の</li> </ul>

	<p>うち地震によって引き起こされるおそれのある事象及び地震によって引き起こされるおそれのない事象であっても、いったん事故が発生した場合、長時間継続する事象による荷重は、その事故事象の発生確率、継続時間及び地震動の年超過確率の関係を踏まえ、適切な地震力との組合せによる評価を行っている。</p> <p>また、重大事故等対処施設の耐震設計にあたっては、重大事故を地震の独立事象として位置づけた上で、重大事故の発生確率、継続時間及び地震動の年超過確率の積等を考慮し、重大事故時に作用する荷重と適切な地震力（<math>S_s</math>, <math>S_d</math>いずれか）を組み合わせで評価を行っている。</p>
<p>顧問の意見</p>	<p>①<math>S_d</math>を設定する過程で旧指針の<math>S_1</math>を包絡するかが議論されているが、<math>S_1</math>と<math>S_d</math>は決め方が違う話なので、無理繰りに関係づけようとするとうまく包絡しない部分が出てくるのは当然の話。審査では地震学で決まった<math>S_1</math>や<math>S_2</math>と、構造工学で決まった<math>S_d</math>とが混同されている。</p> <p>ただ、求められるのは基準地震動<math>S_s</math>に対する原子炉施設の安全性なので、それをしっかり確認できていれば良いと思う。</p> <p>(釜江顧問 (コメント))</p>

項目	<p>&lt;20&gt;地震に伴う地面の液状化による重要設備への影響は考慮されているか</p>
<p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p>	<p>発電所敷地内において、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・道路橋示方書・同解説（V耐震設計編）（道路橋示方書）及び港湾の施設の技術上の基準・同解説に基づく液状化判定の対象となる土層</li> <li>・液状化判定の対象となる埋戻土（掘削ズリ）</li> </ul> <p>を液状化評価対象層として抽出し、当該層の液状化試験結果をもとに基準地震動 <math>S_s</math> 相当が作用した地盤の状態を判定し、それを踏まえた液状化強度特性を設定することで、液状化による影響を考慮している。</p> <p>なお、液状化試験結果が繰返し軟化（サイクリックモビリティ含む）、若しくは非液状化となる土層も、念のため液状化強度特性を設定して保守的な構造物評価を実施している。</p> <p>液状化影響の検討対象候補施設は、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・設計基準対象施設（建物、構築物、屋外重要土木構造物及び津波防護施設）</li> <li>・重大事故等対処施設</li> </ul> <p>とし、これらの設置状況（基礎形式、支持層、基礎下端深さ）及び設計用地下水位に基づき液状化検討対象を選定することとしている。なお、取水口、取水管及び1号放水連絡通路防波扉については、周囲に液状化評価対象層が分布しないことから抽出対象外とする。</p> <p>また、可搬型重大事故等対処設備による重大事故等への対応に必要なアクセスルートは、地震時の液状化に伴う地中埋設構造物の浮き上がりの影響を受けることなく通行性を確保する。</p>

項目	<p>&lt;21&gt;新たに設置する地下水位低下設備の機能及び耐震性は考慮されているか</p>
<p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p>	<p>主要な建物等（原子炉建物、タービン建物、廃棄物処理建物、制御室建物及び排気筒）に作用する揚圧力及び液状化影響の低減を目的として新たに地下水位低下設備を設置し、その機能は設計地下水位の設定において考慮する。</p> <p>この設備は、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・既設の地下水位低下設備のドレーンより低い位置で集水</li> <li>・既設の地下水位低下設備から独立し、信頼性（耐久性、耐震性及び保守管理性）を満足</li> </ul> <p>するものとし、設計用地下水位の設定にあたっては地形等を適切にモデル化した浸透流解析を実施し、保守性を確保した上で耐震評価を行う方針としている。</p> <p>なお、既設の地下水位低下設備は、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ドレーン（サブドレーン、集水管及び接続柵）の直接的な確認ができないこと（保守管理性が低いこと）</li> </ul> <p>等から、設計用地下水位の設定において機能に期待しない方針としている。</p> <p>また、発電所の供用期間の全ての状態において地下水位低下設備の機能を維持する観点から、地下水位低下設備の機能喪失要因等の分析結果に基づき、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・各構成部位において基準地震動 <math>S_s</math> への機能維持の確認</li> <li>・排水機能（揚水ポンプ）、監視・制御機能（制御盤、水位計）、電源機能（非常用ディーゼル発電機）の多重化</li> <li>・制御盤の屋内設置（火災等の外部事象対策）</li> <li>・揚水井戸の蓋設置（竜巻飛来物・火山灰対策）</li> </ul> <p>を行う。更に、それでもなお動作不能が発生した場合を想定し、復旧用可搬ポンプを用いて復旧を行う多段な対策によりその信頼性向上に努める。</p>
<p>顧問の意見</p>	<p>①耐震性評価の前提条件として絶えず地下水位を下げておく必要があるなら、地下水位低下設備は非常に重要なものになると思う。その辺の位置づけはどうか。 (釜江顧問 ※R 元. 8.1 顧問会議での意見)</p>



中国電力の 回答	<p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 地下水位低下設備は新規制基準への適合にあたり、原子炉建物等の設計の前提条件となる地下水位を一定の範囲に保持するために必要であることから、設計基準対象施設 (Cクラス : Ss 機能維持) として位置づける。</li></ul> <p>なお、地下水位低下設備は安全施設には該当しないが、設備の重要性を考慮し、故障要因等を整理した上で信頼性向上 (多重化、非常用電源確保、Ss 機能維持、復旧用可搬ポンプの準備等) を図っている。</p>
-------------	---

## ②津波

### ア 基準津波

項目	<22>基準津波はどのような想定か
審査結果 (審査等における中国電力の説明)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・敷地周辺海域にある断層の中で、断層長さや発電所との距離から予測される津波波高が最も大きいことから海域三連動を選定</li> <li>・発電所近傍の津波痕跡記録より、1983年日本海中部地震津波、1993年北海道南西沖地震津波が島根半島に影響を与えたと考えられることから、日本海東縁部を選定</li> </ul> <p>以上の選定結果及び防波堤の有無に関する検討結果をもとに、水位上昇側、水位下降側合わせて6つを基準津波として想定した。</p> <p>&lt;基準津波1(水位上昇・下降側)&gt; 鳥取県が佐渡島北方沖に想定した断層(222km)を波源とする津波</p> <p>&lt;基準津波2(水位上昇側)&gt; 佐渡島北方沖と青森県西方沖の地震発生領域の連動(大すべり域位置IVV)を想定した断層(350km)を波源とする津波</p> <p>&lt;基準津波3(水位下降側)&gt; 佐渡島北方沖と青森県西方沖の地震発生領域の連動(大すべり域IVVI)を想定した断層(350km)を波源とする津波</p> <p>&lt;基準津波4(水位下降側)&gt; 敷地周辺の海域三連動を波源とする津波</p> <p>&lt;基準津波5(水位上昇側、防波堤無し)&gt; 佐渡島北方沖と青森県西方沖の地震発生領域の連動(大すべり域VII南30km)を想定した断層(350km)を波源とする津波</p> <p>&lt;基準津波6(水位下降側、防波堤無し)&gt; 佐渡島北方沖と青森県西方沖の地震発生領域の連動(大すべり域VII南20km)を想定した断層(350km)を波源とする津波</p> <p>なお、過去の敷地周辺における津波痕跡を調査し、1983年日本海中部地震、1993年北海道南西沖地震、1833年山形・庄内沖地震由来の津波堆積物については、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・津波堆積物の分布標高を基準津波による水位が上回ることから、基準津波の選定に影響しない。</li> </ul>
顧問の意見	<p>①津波堆積物の調査はどこで行ったのか。福井県の若狭地域のよう、堆積物が溜まる湖みたいなものは敷地周辺にあるか。 (釜江顧問)</p> <p>②東北の津波だと堆積物よりも実際の津波の高さは上だったが、</p>

	<p>その点はどうか考慮しているのか。津波堆積物の高さは正確に出ると思うが、東北日本の地震で分かったように、実際に津波の堆積物ができた高さよりも、遡上高は標高が高いと思う。</p> <p>(佃顧問)</p> <p>③堆積物の調査地点が適した場所を選定されていて、そこで堆積物の有無を判断したことが適切だという説明は必要だと思う。また、既存の文献で山陰地方の海岸付近での最大津波到達高さの記録があれば、併せて紹介してほしい。(佃顧問)</p>
<p>中国電力の 回答</p>	<p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>調査は敷地周辺の海岸沿いで2箇所(佐陀本郷, 千酌)においてボーリング調査及び定方位試料採取を行った結果、津波由来を示す積極的な証拠は見出せなかった。なお、敷地周辺には湖はない。</li> </ul> <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>堆積物は確認できていないので、津波高さとの関係は整理できていないが、評価としては文献の堆積物標高より高い津波高さとなることは確認している。</li> </ul> <p>(「顧問の意見」③について)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>津波堆積物調査を行った佐陀本郷及び千酌は、海岸に砂州堆積物や砂丘堆積物が認められ津波堆積物が保存しやすい地形である。ボーリング調査及び定方位試料採取によりイベント堆積物の可能性がある地層を抽出し、年代測定、微化石分析等を実施した結果、津波由来を示す積極的な証拠は見出せなかった。</li> <li>山陰地方における津波堆積物の文献調査の結果、1833年山形・庄内沖地震の可能性があるイベント堆積物が確認され、米子空港周辺で10cm程度である。</li> </ul>

項目	<p>&lt;23&gt;日本海東縁部を波源とする津波において、222kmの断層の方が350kmの断層より高い津波となるのはなぜか</p>
<p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p>	<p>断層長さ 222km の波源モデルは鳥取県独自の検討に基づいており、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 近年の長大断層に対するスケーリング則を用いて算出される最大すべり量を上回るすべり量(16m)を設定</li> <li>・ 断層長さ約 220km の長大断層についてすべりの不均質性を考慮せず、すべり量を一律に設定</li> </ul> <p>するなど、過度に安全側のパラメータ設定になっているため、断層長さ 350km のモデルよりも高い津波となる。</p>
<p>顧問の意見</p>	<p>①国交省、内閣府、文科省はどういうスケーリング則を使っているのか。(釜江顧問)</p> <p>②鳥取県は武村式を使っているので規模やすべり量が大きくなっていると思う。一般的に地震動の時は入倉・三宅式を使うが、鳥取県では武村式を使っている点について、審査で議論になったのか。(釜江顧問)</p>
<p>中国電力の回答</p>	<p>(「顧問の意見」①について)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)では、入倉・三宅(2001)をベースとしたスケーリング則でMw7.7以上では平均すべり量は6mで飽和するとしている。また、大すべり域の設定をしており、そのすべり量は平均すべり量の2倍としている。</li> </ul> <p>(「顧問の意見」②について)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 鳥取県(2012)の波源モデルは武村式を使っており、地震調査研究推進本部(2016)及び土木学会(2016)に示される近年の長大断層に対するスケーリング則を用いて算出される最大すべり量を大幅に上回るすべり量(16m)であること、および鳥取県(2012)が採用している武村(1998)のスケーリング則が準拠している内陸地殻内地震のデータの最大長さが85kmであり、それ以上の断層長さは外挿領域となっていること等から、過度に安全側のパラメータ設定になっていることを説明した。</li> </ul>

項目	<24>日本海東縁部を波源とする津波において、防波堤の損傷が考慮されている理由は何か
審査結果 (審査等における中国電力の説明)	<p>防波堤（防波壁とは異なり、港に一般的に設置されている波除けの工作物）は、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・敷地周辺の地震、津波により損傷する可能性が否定できない自主設備であり、</li> <li>・敷地周辺の地震等によって防波堤が損傷した後、補修が完了するまでの期間に日本海東縁部を波源とする津波が来襲する可能性を否定できないことから、損傷を考慮した上で基準津波を選定している。</li> </ul>
顧問の意見	<p>①防波堤が壊れて波及的影響を及ぼすことはないか。 壊れても特に問題がないのであれば、評価としては非常にクリアだと思う。（釜江顧問）</p>
中国電力の回答	<p>（「顧問の意見」①について）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・防波堤と2号炉の取水口との間には最短で約340mの距離があるが、防波堤について、地震や津波波力、津波時の越流による洗掘により漂流・滑動する可能性について検討した。</li> <li>・漂流に対する評価として、防波堤の主たる構成要素である防波堤ケーソン、消波ブロック、被覆ブロック及び基礎捨石は海水の比重より大きいことから、漂流して取水口に到達することはない。</li> <li>・また、損傷した状態で津波による流圧力を受けることにより、滑動する可能性が考えられるが、防波堤近傍の津波流速（3m/s）に対して保守的に発電所近傍の最大流速（10m/s）を用いて安定質量の評価を行うと、コンクリートの安定質量は約195t、石材の安定質量は215tと算定される。これに対し、防波堤ケーソンを除く消波ブロック、被覆ブロック及び基礎捨石は、安定質量を有しないことから、滑動すると評価する。</li> <li>・滑動すると評価した防波堤構成要素のうち、消波ブロック及び被覆ブロックについては、イスバッシュ式より安定流速がそれぞれ8.6m/s、5.8～6.5m/sと算出されており、安定流速を上回る取水口への連続的な流れが発生していないこと、防波堤から2号炉取水口との間に距離があることから取水口に到達することはない。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• なお、50kg～500kg 程度の基礎捨石については、被覆ブロック等の下層に敷かれていること、2号炉の取水口との間に距離があること、港湾内に沈んだ場合においても海底面から取水口呑口下端まで5.5mの高さがあることを考えると、津波により滑動、転動し、取水口に到達することはない。</li><li>• 以上より、防波堤は地震あるいは津波により損傷した場合においても、非常用海水冷却系に必要な2号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼすことはないものと評価する。</li></ul>
--	---

項目	<p>&lt;25&gt;地震以外の要因による津波の影響は考慮されているか 【県独自項目】</p>
<p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p>	<p>&lt;地震以外の要因による津波&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 隠岐トラフ・対馬海盆での海底地滑り</li> <li>・ 敷地周辺での陸上地滑り</li> <li>・ 敷地周辺での岩盤崩壊</li> <li>・ 鬱陵島・隠岐諸島・渡島大島の山体崩壊</li> </ul> <p>を検討し、日本海東縁部の津波以下であることを確認した。</p> <p>&lt;津波警報が出ない津波&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 平成30年12月にインドネシアで発生したような火山現象（山体崩壊）による津波</li> <li>・ 地滑り（陸上及び海底）による津波</li> </ul> <p>といった津波警報が発表されない可能性がある津波の発生についても検討しており、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 島根原子力発電所では、津波警報の発表を受けて必要となる運用（放水路又は取水路のゲートの閉止等）はないことから、これらによって原子炉施設の安全機能が損なわれないことを確認した。</li> </ul> <p>&lt;地震以外の要因による津波の重畳&gt;</p> <p>津波発生要因の因果関係を考慮し、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 海域三連動と対馬海盆の海底地滑り</li> <li>・ 海域三連動と敷地周辺の陸上地滑り</li> </ul> <p>の重畳を考慮。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日本海東縁部の津波波源と海底地滑り、陸上地滑り地形の箇所は離れていることから、重畳は考慮しない。</li> </ul>

### ③その他自然災害

#### ア 竜巻

項目	<29>原子力発電所敷地で想定する竜巻風速の設定根拠は何か
審査結果 (審査等における中国電力の説明)	<p>島根原子力発電所が立地する地域と気象条件の類似性の観点で、日本海側沿岸（北海道から本州、各都道府県に含まれる島、離島を含む）の海岸線より海側 5km と陸側 5km の地域を竜巻検討地域に設定し、</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ 竜巻検討地域における過去最大竜巻は F2（50～69m/s）であること</li><li>・ 竜巻検討地域全域及び竜巻検討地域を 1km ごとに細分化（1km 短冊）した場合のハザード曲線を算定し、算出のためのデータの不確実性を踏まえて参照する年超過確率を <math>10^{-5}</math> から一桁下げた年超過確率 <math>10^{-6}</math> における風速とすると、最大風速は 78m/s であること</li></ul> <p>から、基準竜巻の最大風速は 78m/s と設定した。</p> <p>また、将来的な気候変動による竜巻発生の不確実性も踏まえ、基準竜巻の最大風速が F3 の風速範囲（70～92m/s）にあることから、設計竜巻の最大風速は F3 の風速範囲の上限値 92m/s と設定した。</p>



項目	＜30＞竜巻による重要設備への影響は考慮されているか
審査結果 （審査等における中国電力の説明）	竜巻防護対策として、 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 竜巻防護ネットを建物開口部及び海水ポンプエリアに設置</li> <li>・ 竜巻防護鋼板を海水ポンプエリア、循環水ポンプエリア、ストレーナエリア及び燃料移送ポンプエリアに設置</li> <li>・ 原子炉建物の扉を設計飛来物の貫通力に耐え得る鋼製扉へリブレース</li> <li>・ ガントリクレーンのレールを延長</li> <li>・ 設計飛来物（鋼製材）より運動エネルギー及び貫通力が大きいもの（敷地内の資機材・車両等）で、防護対象設備に到達し得るものについては固縛等</li> </ul> を実施するため、竜巻による安全上重要な設備への影響はない。
顧問の意見	① 竜巻飛来物の運動解析に関し、試験研究炉はグレーデッドアプローチの考えを用いて、竜巻の風速は簡易なランキン渦モデル、竜巻によりどこまで地上の物体が上がるかはフジタモデルを用いて計算することになった。このほうが合理的だと思う。 （釜江顧問（コメント））