

自然災害対策の論点

	確認項目	審査等における中国電力の説明
① 地震	ア 施設の地盤 <1>島根原発の下に活断層はないか	<ul style="list-style-type: none"> ・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、原発敷地には連続する破碎部や断層はないこと ・原発敷地内のシーム（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、原発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。
	イ 基準地震動 <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	（敷地ごとに震源を特定して策定する地震動） <ul style="list-style-type: none"> ① Ss-D（水平 820 ガル、鉛直 547 ガル） 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 ② Ss-F1（水平 560 ガル、鉛直 337 ガル） 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 ③ Ss-F2（水平 777 ガル、鉛直 426 ガル） 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 （震源を特定せず策定する地震動） <ul style="list-style-type: none"> ④ Ss-N1（水平 620 ガル、鉛直 320 ガル） 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 ⑤ Ss-N2（水平 531 ガル、鉛直 485 ガル） 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
(7) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	
<3>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>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"> ・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 ・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から、上記 2 断層による地震を選定した。
<4>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	<p>平成 28 年度に島根原発付近の海岸地形、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>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <u>県独自項目</u> </div>	
<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><西端></p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 ・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 <p>から、女島を西端と評価した。（3km 延長）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 <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"> ・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 ・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から、宍道断層とは関連しない。 <p><東端></p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 ・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から、美保関東方沖合を東端と評価した。(14km延長)
<p><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</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・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 ・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 ・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。

<p><7>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>	<ul style="list-style-type: none"> ・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） ・ 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_{1E}層（中期～後期更新統）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）
<p><8>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の設定根拠は何か</p>	<p><宍道断層の基本震源モデル></p> <p>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"> ・断層長さ 39km(女島～美保関東方沖合) ・断層幅 18km(上端 2km～下端 20km の鉛直方向 18km) ・断層傾斜角 90° <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"> ・破壊伝播速度 2,570m/s (0.72Vs) ・アスペリティ数 2 ・アスペリティ位置 <ul style="list-style-type: none"> ① 敷地に近い A ランクリニアメント部 ② ①の東側に分布するリニアメント中央部 ・短周期レベル $1.60 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m} / \text{s}^2$ ・すべり角 180° ・破壊開始点 <ul style="list-style-type: none"> ① アスペリティ位置①の西側下端 ② アスペリティ位置②の東側下端 <p>とした。</p>

<海域三連動の基本震源モデル>

前述の地質調査等から、いずれも保守性を考慮して、

- ・断層長さ 48km
- ・断層幅 約 19km (上端 2km~下端 20km の鉛直方向 18km /sin70°)
- ・断層傾斜角 70°

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、

- ・破壊伝播速度 2,570m/s (0.72Vs)
- ・アスペリティ数 3
- ・アスペリティ位置
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
- ・短周期レベル $1.98 \times 10^{19} \text{N} \cdot \text{m} / \text{s}^2$
- ・すべり角 180°
- ・破壊開始点
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。

<宍道断層の震源深さ、断層傾斜角(補足)>

- ・「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。

- ・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

	<p>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><海域三連動の断層傾斜角（補足）></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 <p>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><9>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なないものがある理由、適用する場合も内陸補正を用いない理由は何か</p>	<p><宍道断層></p> <ul style="list-style-type: none"> 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><海域三連動></p> <ul style="list-style-type: none"> 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><10>断層モデル手法による地震動計算において、どのようなパラメータの不確かさや、不確かさの組合せが考慮されているか</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）と偶然的な不確かさ（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、偶然的な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"> 断層傾斜角 破壊伝播速度 すべり角 アスペリティ位置／アスペリティ数

		<ul style="list-style-type: none"> ・中越沖地震を踏まえた短周期レベル ・断層位置（海域三連動のみ） （偶然的な不確かさ） ・破壊開始点 <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搬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>(イ) 震源を特定せず策定する地震動</p> <p>＜11＞ひずみ集中帯のような未知の断層を考慮する必要はないか</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>県独自項目</p> </div>	<p>震源と活断層を関連付けることが困難な過去の地震の観測記録をもとに、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2000年鳥取県西部地震 ・2004年北海道留萌支庁南部地震 <p>の2つの地震を、島根原子力発電所の直下で発生したと想定した上で、基準地震動として設定している。</p>
	<p>＜12＞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>	<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"> ・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） ・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） ・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） <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"> ・新第三紀以降の火山岩、堆積岩が厚く分布 ・褶曲・撓曲構造が現在の応力場に調和的

	<ul style="list-style-type: none"> ・逆断層が卓越 <p>一方、島根原子力発電所周辺は、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・主に新第三紀の堅固な堆積岩が厚く分布 ・褶曲・撓曲構造が現在の応力場に調和しない ・横ずれ断層が卓越 <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"> ・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から、観測記録を基準地震動として設定した。 <p>2004年北海道留萌支庁南部地震は、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地表の観測記録が既許可の「震源を特定せず策定する地震動」を大きく上回ること ・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 <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"> ・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 <p>から、この地震動を基準地震動として設定した。</p>
<p><13>規制委員会でバックフィットが検討されている標準応答スペクトルを考慮すると、今後基準地震動が変更になる可能性はないか</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・島根原発の基準地震動 S_s-D（820ガル：解放基盤表面）は標準応答スペクトル（600ガル：地震基盤面）を大きく上回っていること ・島根原発の地下構造は地震基盤面から解放基盤表面までの間に地震動を大きく増幅させるような構造ではないこと <p>から、基準地震動に大きな影響はないと考えている。</p>

<p>ウ 周辺斜面の安定性</p>	<p>【審査中】</p>
<p><14>斜面の崩壊により重要設備が影響を受けることはないか</p>	
<p><15>原発敷地内にある地滑り、土石流等の危険箇所に対策が講じられているか</p>	
<p>エ 耐震設計方針</p>	<p>【審査中】</p>
<p><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>	
<p><17>重要設備以外の設備の損傷により、重要設備は影響を受けないか</p>	
<p><18>新たに設置する制震装置は島根原発に適用できるのか</p>	
<p><19>繰り返し地震や、事故が発生した後に起きる地震も想定されているか</p>	
<p style="text-align: center;">県独自項目</p> <p><20>地震に伴い地面が液状化しても重要設備に影響はないか</p>	

	<p><21>新たに設置する地下水水位低下設備の効果及び耐震性は検証されているか</p>	
<p>② 津波</p>	<p>ア 基準津波</p> <p><22>基準津波はどのような想定か</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・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 <p>以上のことから、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 ・佐渡島北方沖と青森県西方沖の地震発生領域の連動を想定した断層（350km）を波源とする津波 ・海域三連動を波源とする津波 <p>を基準津波として想定した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・なお、過去の原発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、 ・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。

<p><23>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>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"> ・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 ・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 <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><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</p>	<p>防波堤は、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原発敷地周辺の地震、津波により損傷する可能性が否定できない自主設備 <p>であり、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 <p>から、損傷を考慮した上で基準津波を選定している。</p>
<p><25>地震以外の要因による津波の影響は検討されているか</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>県独自項目</p> </div>	<p><地震以外の要因による津波></p> <ul style="list-style-type: none"> ・隠岐トラフ・対馬海盆での海底地滑り ・敷地周辺での陸上地滑り ・敷地周辺での岩盤崩壊 ・鬱陵島・隠岐諸島・渡島大島の山体崩壊 <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><津波警報が出ない津波></p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 ・地滑り(陸上及び海底)による津波 <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"> ・島根原発では、津波警報の発表を受けて必要となる運用（放水路または取水路のゲートの閉止等）はないこと <p>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。</p> <p><地震以外の要因による津波の重畳> 津波発生要因の因果関係を考慮し、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海域三連動と対馬海盆の海底地滑り ・海域三連動と敷地周辺の陸上地滑りの重畳を考慮。 ・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。
	イ 耐津波設計方針	【審査中】
	<26>津波（水位上昇側）で施設が浸水することはないか	
	<27>津波（水位下降側）で海水取水が不可能になることはないか	
	<28>防波壁は基準津波の水圧と漂流物衝突に耐えられるか	
③	ア 竜巻	
その 他 自然 災害	<29>原発敷地で想定する竜巻風速の設定根拠は何か	<ul style="list-style-type: none"> ・過去に日本海沿岸（北海道から本州）で発生した最大竜巻はF 2（50～69m/s）であること ・年超過確率 10^{-6} における風速は78m/sで、この風速はF 3（70～92m/s）の範囲であることから、F 3の上限92m/sを想定した。

<p><30>竜巻によって重要設備が使いえなくなることはないか</p>	<p>竜巻防護対策として、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 ・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 ・原子炉建物の扉を鋼製扉へリブレース ・ガントリークレーンのレールを延長 ・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（原発敷地内の資機材・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 <p>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。</p>
<p>イ 火山</p>	<p>【審査中】</p>
<p><31>火山灰想定45cm 【審査中】の設定根拠は何か</p>	
<p><32>火山灰によって重要設備が使いえなくなることはないか</p>	
<p>ウ 森林火災</p>	
<p><33>原発敷地外で発生した森林火災が施設に延焼することはないか</p>	<p>原発敷地外の森林火災について、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要な防火帯幅19.5mに対し、約21mの防火帯を設置すること <p>から、延焼による施設への影響はない。</p>

エ その他	
<p><34>頻発する大雨・洪水や頻度の高い地震による影響は考慮されているか</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>県独自項目</p> </div>	<p>大雨は、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・松江における過去最大1時間雨量77.9mm/hに対し、排水能力を有していること ・浸水防止のため建屋に止水処置をすること <p>洪水は、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原発敷地の3方を150m級の山に囲まれており、佐陀川及び宍道湖の洪水を想定しても影響を受けないこと <p>から、大雨・洪水により浸水することはない。</p> <p>地震は、送電線・受電設備等の原発周辺設備への被害を考慮しており、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・送電線ルートはルート選定の段階から地すべり地域等を極力回避しており、地震による鉄塔敷地周辺の影響による被害の最小化を図っていること ・地震により「外部電源喪失かつ島根2号受電設備の機能喪失」という多重事故が発生する場合においても、早期に復旧が期待できる66kV送電線から受電可能であり、耐震性を考慮した第2-66kV開閉所を使用して島根2号へ電力を供給できること <p>から、安全施設への電力の供給が停止することはない。</p>
<p><35>複数の自然現象の重畳は考慮されているか</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・風（台風）＋降水 ・風（台風）＋凍結＋積雪 ・竜巻 ・落雷 ・地滑り ・火山の影響 ・生物学的事象 ・森林火災 ・地震 ・津波 <p>の網羅的な組み合わせを考慮している。</p>

		<p>その上で、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 組み合わせた事象がプラントに及ぼす荷重以外の影響については、個別の事象の設計に含まれること ・ 事象の組合せが起こり得ないこと、又はそれぞれの事象の影響が打ち消し合う方向であること <p>から、安全施設の安全機能を損なわないことを確認した。</p>
	<p><36>汚染水対策の状況はどうか</p> <div data-bbox="303 795 598 869" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 5px auto; width: fit-content;"> <p>県独自項目</p> </div>	<p>原子炉内の冷却水が建物外へ漏れ出した場合に備え、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 山側の既設止水壁を強化するとともに、止水壁山側に揚水井戸を設置（地下水流入抑制対策） ・ 海側の既設止水壁を強化するとともに、止水壁で取り囲んだエリア内に揚水井戸を設置（海洋への汚染水流出抑制対策） <p>を自主的に実施した。</p>