

関西電力株式会社への質問状

以下は、大阪府市エネルギー戦略会議として、貴社の原子力発電所の安全性と、その向上に向けた貴社の取組みを評価するための質問です。質問は、既に原子力安全・保安院が承認をした「ストレス・テスト」の対象範囲に属するものと、その対象外のものを含みます。

1 ストレス・テストの対象範囲

1.1 地震

- 〈1〉若狭湾近海の断層を震源地とする地震のシナリオについては幾つか考慮されていますが、その中で、敦賀、美浜、大飯、高浜の全原子力発電所を全て「地震加速度大」のスクラム信号によって停止させてしまう可能性のある規模のものは有りますか。そのような大規模停電が発生した場合の、各原子力発電所における外部電源復旧までの時間は、最長どの位と評価されますか。
- 〈2〉貴社が地震の設計基準を定める上で考慮した断層は、発電所からの半径 30km 以内にその全長、または一部が含まれているものに限定されているように見受けられます。これは、米国の基準である 10CFR100, Appendix A にある半径 200 マイル(約 320km) に比べて著しく狭く、実際、発電所にとって支配的な震源の位置が 30km よりもかなり遠方に位置する場合もあることが示唆されています。我が国が 2005 年から 4 度も超過を繰り返している地震加速度の設計基準について、貴社は、その設定方法における手法の見直しの必要性も含め、どのように考えますか。例えば、30km 範囲内への限定については、0.1~100Hz の全スペクトル領域において十分であると考えますか。
- 〈3〉ベースマツトにおける S_s の応答スペクトルを設定する上で、SSI はどのように考慮され、ベドロック~ベースマツト間の岩質を仮定しましたか。実測に基づく場合、実施したボーリング調査はいつの時期のもので、どの地点で行ったものですか。(日本では低周波側で、米国では高周波側で超過する事象が発生しています。)
- 〈4〉設計基準値を 700Gal に引き上げたことで、様々な安全系の電気品や計測・制御設備に対する過去に実施した耐環境性試験の有効性について見直しの必要が生じたものと思われる。貴社はこの問題に対してどのように対処しましたか。
- 〈5〉700Gal はベースマツトにおける加速度であり、建屋内の上階にいくにつれて、加速度、速度、変位が全て大きくなります。その場合、上述の SSI の仮定が大きく影響するものと思われる。ストレス・テストにおいて、個々の機器に対して耐性を確認すべきは、ベースマツトにおける 700Gal に対してではなく、それぞれの機器が設置されたエレベーションにおける加速度に対してであると思われるが、そのような評価になっているのでしょうか。
- 〈6〉耐環境性試験における震動の特性は、実際の地震による震動のそれを包絡していると

言えますか。実際の地震の震動では、南北、東西、垂直の3次元の成分を合成した加速度として働きます。従って、一次元や二次元の震動の模擬では、十分に弱点を洗い出せない可能性があると思います。

- 〈7〉 2011年3月11日の東北太平洋沖地震では、変圧器に取り付けられた避圧弁が、変圧器の内部の絶縁油のスロッシングによって作動してしまう事象が、複数の原子力発電所で多発しています。貴社の変圧器(特に、プラント停止時に外部電源を受電する起動用変圧器)に対しては、この脆弱性についてレビューを行っていますか。
- 〈8〉 2011年3月11日の東北太平洋沖地震では、タンクやプールにおいてスロッシングの問題が多発しました。使用済燃料プールから25立方メートルもの水量が溢れ出た事例や、波で水量が増したと誤信号が発信されインターロックを起動させた事例も報告されています。貴社は、スロッシングによるこのような問題の可能性を考慮していますか。尚、このスロッシングの評価においては、建屋の震動の特性をどのように理解しているかが影響し、前述のSSIの問題も深く関わるように思われます。この点についての貴社の考えを示して下さい。
- 〈9〉 安全系に属する配管のうち、地中に埋設されているものはありますか。そのような配管がある場合、それらに対する評価には、地震による震動の他、地盤の沈下や隆起も考慮されるべきだと思いますが、そのような評価は行われていますか。又、そのような配管は、内部だけでなく、土壌との接触による外面からの腐食に伴う減肉も考えられます。どのような方法によって、必要な健全性が維持されていることを確認していますか。
- 〈10〉 地震による火災や内部溢水の誘発事象についてはどのように考慮していますか。耐震性の高い安全系の機器が損傷する前には、当然、耐震性の低い機器が損傷するものと予想され、例えば地絡や短絡による電気火災、配管破断による内部溢水が考えられます。そのことによって、発電所職員の手が割かれることとなります。このようなことが重大な事象と重複した場合には著しく負担になるものと思われませんが、考慮していますか。
- 〈11〉 以下の設計事故は、炉心損傷に繋がるものではありませんが、使用済燃料プールにおいて発生した場合には、以下のシナリオにより同プールを損傷させ、その保水能力を損なわせ、延いては発熱により、その中に貯蔵されている使用済燃料を損傷させてしまう可能性が考えられます。これらについての耐性評価は行われていますか。
- 燃料交換機が損傷し、機体の一部が脱落、又は取扱い中の燃料集合体が落下。
 - 使用済燃料キャスクを取扱い中の天井クレーンが損傷し、クレーンの部品の一部が脱落、又は取扱い中のキャスクが落下。

1.2 津波

- 〈1〉 津波は、静的な海面上昇ではなく運動的であるため、沖合での津波の高さと陸上での溯上高さが異なります。この効果についてはどのように考慮していますか。

- 〈2〉津波には、海面上昇だけでなく、下げ潮も伴います。貴社の原子力発電設備の中には、下げ潮による影響を受ける機器もあると思われませんが（例えば、海水ポンプの汲み上げ能力）、これについてはどのように考慮していますか。
- 〈3〉津波はその前の地震によって発生し、その際、陸地においては、地盤の沈下、又は隆起が発生している可能性があります。地盤の沈下は相対的には津波の高さの割増となり、逆に地盤の隆起は下げ潮に対する割増となります。この可能性については、どのように考慮していますか。

1.3 地震+津波

- 〈1〉津波の襲来時刻が余震の発生時刻と重なる場合が考えられます。そのようなことが起こった場合、不利に影響する機器が具体的に存在しますか。

1.4 電源喪失

- 〈1〉貴社が実施した PSA では、外部電源喪失の起因事象に対する Δ CDF は幾らと評価されていますか。その評価においては、上記の広域停電のシナリオは包絡されていますか。SBO による Δ CDF のうちの外部電源喪失による寄与分は何パーセントですか。
- 〈2〉過去の経験によれば、原子力発電所においては、交流電源の喪失に加え、直流電源の喪失も散見されます。貴社は、そのような場合の対応について、手順書を確立させていますか。貴社の手順書は、昨年米国で発生した事象に対しても有効ですか。
- 〈3〉電源系（交流、直流）に関する保安規定（サベイランス試験の要件に関する記載も含む）を提示して下さい。
- 〈4〉非常用ディーゼル発電機に対して実施された過去 3 年間のサベイランス試験の結果を提示して下さい。信頼性（故障率）に対しては、どのように評価していますか。
- 〈5〉直流電源系統の設計について、電源バスの上流と下流にある充電器、バッテリー、各分電パネル、インバーターなどと共に、途中のフェーズやブレーカーの容量が示された詳細な単線結線図を見せて頂くことは可能でしょうか。

1.5 最終排熱(UHS)の喪失

- 〈1〉UHS、非常用ディーゼル発電機、直流電源の間には、複雑な相互関係があると理解されます。例えば、
- UHS による非常用ディーゼル発電機への冷却水の供給、非常用ディーゼル発電機から UHS への給電のような相互依存性。
 - 直流電源による非常用ディーゼル発電機燃料ポンプの給電、非常用ディーゼル発電機の交流電源による直流電源バッテリーへの充電のような相互依存性。
 - 交流電源系のブレーカーの開閉操作への直流電源の供給。
- などです。このような複雑な相互関係についてはしばしば潜在的な問題が見落とされが

ちですが、貴社はこのような問題に対し、過去にどのようなレビューを行っていますか。反復的に再チェックを行っていますか。

1.6 その他の過酷事故対応

- 〈1〉地震、又は津波の影響が同時に複数ユニットにおいて発生し、それぞれにおいて SBO や UHS 喪失が発生する場合の対応能力の増強についてはどのように考慮していますか。例えば、以下についてはどのように備えていますか。
- ① 緊急対策室の設備。(地震、津波に対する耐性。放射線に対する遮蔽能力。電気、空調、通信〔電話回線-有線、衛星〕、収容スペース、食料、水。)
 - ② SBO や UHS 喪失に対応するための電源車、消防自動車配備台数。ディーゼル駆動の消火ポンプ、ホース、バッテリー、DC-DC コンバーターなどの員数。それらを格納する倉庫の照明、消火設備(火災報知機、スプリンクラー)、耐震性。
 - ③ ERSS の伝送能力は十分ですか。伝送方式は、モデム式ですか、VPN 式ですか。
- 〈2〉地震や停電による放射線防護設備(呼吸保護具〔自給式呼吸保護具の充填用コンプレッサーも含む〕、KI、ホールボディカウンター、線量計〔充電器も含む〕)、モニタリング・ポスト、放射線分析装置(ゲルマニウム半導体測定器、液体シンチレーション・カウンターなどを含む)、気象塔などの損壊や稼働停止には対応出来ますか。
- 〈3〉使用済燃料プールの損壊のシナリオにおいては、漏洩率がポンプの給水容量を上回り、使用済燃料を頂上まで冠水出来ない場合も考慮しなければなりません。そのような場合の対応策はありますか。水漏れが続く使用済燃料プールの漏洩を抑え、最終的に止めるまでの修理のプランはありますか。実証は行っていますか。
- 〈4〉使用済燃料プールの水位が著しく低下した後で、安全に水位を確認するための手段はありますか。
- 〈5〉漏洩の続く使用済燃料プールへの補給水は、淡水ですかホウ酸水ですか。淡水が使われる場合の再臨界の危険性に対する解析は行われていますか。
- 〈6〉海水を水源として利用する場合、波浪の状況や台風などと関わりなく可能ですか。
- 〈7〉福島第一原子力発電所では、一部の防護柵が電源喪失と地震、津波の影響により、閉鎖されたままで動作不能となってしまう、消防自動車の移動を妨げ、初期の対応遅れの原因ともなっています。貴社の場合、対策は講じられていますか。
- 〈8〉緊急活動支援による所外-所内間の人員や物品の移動に関しては、通常時のセキュリティ管理が適用出来なくなる可能性があります。貴社は、そのような場合においても必要最小限のセキュリティ管理を維持しなければならないものと思われそうですが、マニュアルは整備されていますか。
- 〈9〉過酷事故対応においては、貴社、及び貴社の協力会社の従業員による統率のとれた献身的行動が求められます。又、遂行が期待されている任務の種類によっては、体力や個人の特長能力も求められます。一方、事故発生時の状況によっては、その遂行がより困

難になる場合も考えられます。以下については、どのように考慮されていますか。

- ① 貴社、及び貴社の協力会社には、過酷事故が発生した際に現地に留まり、対応する意思のある従業員が十分いますか。そのことが、強制的でなく、各自の自由意思に基づくものであることを、どのようにして確認していますか。
- ② どの時間帯でも、消防自動車、電源車、ブルドーザーなどの特殊車両を運転出来る経験者が配置されていますか。
- ③ 現場での特定の行動のために配置される対応要員に対しては、高所、狭所、暗所に対する恐怖症がなく、冷静に行動出来ることを確認していますか。
- ④ 重傷者の扱いや応急的な救命処置に精通した職員は含まれていますか。
- ⑤ 週末、深夜などでも、所外からの支援を期待せずに対応することは可能ですか。
- ⑥ 酷暑期、寒冷期、積雪時、台風、落雷の危険のある時などの厳しい条件下でも対応することは可能ですか。
- ⑦ パンデミックにより、重要な役割を担う職員の多数が欠勤する場合については、対応策が規定されていますか。
- ⑧ 福島第一原子力発電所では、津波によるマンホールの蓋の浮き上がりが発生し、復旧時の危険を増す要因になっています。貴社の場合、対策は講じられていますか。
- ⑨ 足場のない高所などがないか点検を行い、危険を減らす対策は十分に講じられていますか。現場が著しい高温になる可能性を考慮し、対応要員に体力的に無理な対応を求めているか確認をしていますか。

2. ストレス・テストで評価されていない範囲

2.1 火災

- 〈1〉 中央操作室で火災が発生し、プラント運転員が同室から脱出しなければならなくなった場合には、プラント運転員は、遠隔停止操作パネルまで移動して安全停止操作を行うこととなります。しかし最近、そのような操作を行うまでの間に、火災によるケーブル損傷によって惹き起こされる安全停止設備の誤動作によって、これが妨げられてしまう可能性が複数のプラントで指摘されています。貴社の場合、そのような潜在的な問題に対するレビューは、十分に行われていると思いますか。
- 〈2〉 電気品の動力用と制御用、計測制御設備の信号伝送用に布設されているケーブルについては、安全系か非安全系を問わず、全て仕様が把握され、耐火性や燃焼特性（可燃性か難燃性か、熱硬化性か熱可塑性か、有毒ガスを発散するか否かなど）が明らかになっている必要があります。そのようなトレーサビリティは、管理されていますか。
- 〈3〉 火災発生時に所外の消防署からの支援を要請する場合、地震や洪水などによるアクセス道路の遮断の可能性をどのように考慮していますか。所外の消防署員が使用する消火活動用の用具（ホースやノズルなど）が、発電所内の設備と接続することは確認していますか。
- 〈4〉 所外の消防署からの支援を得るまでに長時間を要する場合、貴社の自衛消防隊は、自力でどこまで主変圧器の大規模火災やスイッチギアの HEAF による火災などに対応出来ますか。危機的な状況に陥る恐れがある場合、所外の消防署が貴社の緊急事態に優先的に対応してくれることについては、合意は得られていますか。
- 〈5〉 消火用水の使用が多目的化され、実際の消火活動と、使用済燃料プールへの補給水の供給などが競合してしまう場合は想定していますか。

2.2 台風

- 〈1〉 米国の原子力発電所の設計基準では、襲来するハリケーンに対しては 10,000,000 年に 1 回の規模として設定しており、最も厳しい場合（フロリダ半島南端付近）の条件は、風速 130m/s で、車体重量 1,810kg の自動車が 93.6m/s の速度でミサイル化して衝突する場合となっています。今般の原子力安全・保安院からの指示による「ストレス・テスト」では、求められてはいませんが、仮にこのような基準を貴社の発電所に適用した場合、或いは数値を修正して適用した場合であっても、次のようなシナリオについての評価とそれに応じた対応が必要になるものと思われます。状況次第では、地震や津波の脅威にも匹敵すると思われます。
 - 排気筒、気象塔への風圧、及びミサイルによる影響。これらが倒壊した場合の二次的な影響。

- 外部電源、開閉所への風圧、及びミサイルによる影響。非常用ディーゼル発電機の排煙筒への風圧、及びミサイルによる影響。これらの組合せによる SBO の発生。
- 強風による緊急対応活動(物資の運搬など)の妨げ。
- 緊急対応要員自身、又は家族の被災による要員の出勤率の低下。
- 所外からの支援の遅れ。(人員、資機材、飲食料。)強風と波浪による空路(ヘリコプター)、海路(船舶)による物資輸送の妨げ。
- 周辺住民の避難活動の困難。

2.3 セキュリティ対応(カウンター・テロ)

〈1〉民間航空機を使ったテロ攻撃、大量の爆薬や殺傷能力の高い武器(兵器)が自爆テロリストによって使われる脅威に対する対処については、現状、規制要件はありません。

- ① 貴社は、この問題に対する諸外国(米、欧)での対応状況を把握していますか。
- ② 貴社は、この問題に対し、今後関係機関と連携して対策を検討していく積りですか。

〈2〉サイバー・テロに対する防衛についても、現状、我が国には規制要件がありません。貴社は、最近発生した事例を鑑み、この問題に対する諸外国(米、欧)での対応状況を把握し、自主的な対応を開始し、運用していますか。

2.4 安全文化

- 以上の質問のそれぞれについて、貴社の見解として原子力安全とは無関係と思われる項目、既に貴社内で議論されたことがある項目、「ストレス・テスト」の審査で議論されたことがある項目、「ストレス・テスト」の趣旨とは無関係と思われる項目を示して下さい。回答は次表を用い、印(✓)を入れて下さい。
- 貴社は、従業員が安全上の問題を感じた時、どのような形の抑圧を受ける不安もなく自由にそれを提起し、議論出来る職場環境を醸成する努力を十分に行っており、達成出来ていると理解していますか。それを裏付けるアンケート調査などを外部の機関に委託して定期的実施していますか。
- 貴社は、惰性を排し、従業員が常に安全上の問題に関心を払うよう、既存のルールや基準、手順に対しても、「なぜ」を問うことの重要性を指導していますか。
- 貴社は、傘下の協力企業に対し、上記のような職場環境の醸成と従業員への指導を奨励していますか。
- 貴社は、他の電力会社やその連合組織との安全問題に関する意見交換を定期的に行い、それらからの指摘を受入れ、又それらに対しても指摘をするような活動(ピア・レビュー)を行っていますか。

	該当する項目にチェック(✓)を入れて下さい。			
	安全問題とは 関係ない	既に社内で 議論済	既に「ストレス・テ スト」で議論済	「ストレス・テスト」 の趣旨とは無関係
1.1				
<1>				
<2>				
<3>				
<4>				
<5>				
<6>				
<7>				
<8>				
<9>				
<10>				
<11>				
1.2				
<1>				
<2>				
<3>				
1.3				
<1>				
1.4				
<1>				
<2>				
<3>				
<4>				
<5>				
1.5				
<1>				

1.6				
<1>①				
<1>②				
<1>③				
<2>				
<3>				
<4>				
<5>				
<6>				
<7>				
<8>				
<9>①				
<9>②				
<9>③				
<9>④				
<9>⑤				
<9>⑥				
<9>⑦				
<9>⑧				
<9>⑨				
2.1				
<1>				
<2>				
<3>				
<4>				
<5>				
2.2				
<1>				
2.3				
<1>①				
<1>②				
<2>				

