

質問 番号	適切性の 確認項目	判断基準	確認のための質問	回答
1	(4) システム信頼性の評価 ① 緩和設備の分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 炉心損傷を防止するための設備が全てモデル化されていること。全てモデル化していない場合は、モデル化していても炉心損傷頻度、重要度指標等に影響しないこと。</li> <li>・ 炉心損傷を防止するための設備に影響するサポート系が全てモデル化されていること（電源系、冷却系、空調系等）。全てモデル化していない場合は、モデル化していても炉心損傷頻度、重要度指標等に影響しないこと。</li> <li>・ フォールトツリーを用いたモデル化において、ロジックが成功基準と整合し、ロジックに間違いがないこと。</li> <li>・ 交互運転している系統等の運用がモデル化されていること。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 炉心損傷を防止するための設備でモデル化していない設備については、炉心損傷頻度、重要度指標に影響しないことを提示ください。</li> <li>・ 炉心損傷を防止するための設備に影響するサポート系でモデル化していない設備については、炉心損傷頻度、重要度指標に影響しないことを提示ください。</li> </ul>	<p>準備時間や容量が成功基準を満足しないもの、他に同等の機能の系統・系列があるものかどうかを判断してモデル化要否を決めているため、ベースケースの CDF、重要度への影響は基本的には小さいと考えられる。ただし特定の設備が使用不能な条件を付与する SDP 評価等において、モデル化していないことの影響が大きくなる場合があれば、当該保守性を排除する等の追加検討・規制庁殿との評価妥当性に対する議論、ご説明を適宜実施していくことを想定している。</p> <p>緩和設備のサポート系については、必要な系統を全てモデル化している。ただし必要な系統に加え更に多様なサポート系があっても、準備時間や容量が成功基準を満足しないものや、モデルに組み込んでもモデルが複雑化する一方でほとんど結果に影響がないと考えられるものについてはモデル化していない。</p> <p>よって、ベースケースの CDF、重要度への影響は基本的には小さいと考えられる。ただし、特定の設備が使用不能な条件を付与する SDP 評価等において、モデル化していないことの影響が大きくなる場合があれば、当該保守性を排除する等の追加検討・規制庁殿との評価妥当性に対する議論、ご説明を適宜実施していくことを想定している。</p>

事業者 PRA モデル（柏崎刈羽原子力発電所 7 号機）の適切性確認のための  
質問事項への回答（運転時内の事象レベル 1PRA）

2022 年 3 月 23 日 東京電力 HD 株式会社

質問 番号	適切性の 確認項目	判断基準	確認のための質問	回答
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・フォールトツリーのロジックが成功基準と整合し、ロジックに間違いがないことを、どのように確認したかを提示ください。</li> </ul>	<p>成功基準と FT を比較することにより、FT の論理構造 (OR 論理, AND 論理又は NM 論理) に、成功基準が適切に反映されていることを確認している。</p> <p>また、定量化結果のカットセットを確認し、成功基準とカットセットの内容に不整合が無いことを確認している。</p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・運転、待機状態を切り替えて運転しているシステムを、どのようにモデル化したかを提示ください。</li> </ul>	<p>運転、待機状態を切り替えて運転することをモデル上では考慮せず、運転状態、待機状態となっている機器の系列を固定してモデル化している。</p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・RCIC 空調を SBO 時にのみ考慮しない理由を提示ください。</li> </ul>	<p>非 SBO 時には RCIC 空調喪失時に RCIC が機能喪失するとしていたが、SBO 時と同様、RCIC 空調が喪失しても RCIC は機能維持可能であるとして、今後モデルを修正する予定である。</p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・CSP への水移送のモデル化について提示ください。</li> </ul>	<p>使命時間内に必要な CSP 水量を解析により確認し、CSP への水移送が必要な場合は MUWP による水移送をモデル化しており、詳細な評価については貸与資料に記載している。</p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・外部電源復旧の取り扱いについて提示ください。</li> </ul>	<p>外部電源喪失事象後、非常用 D/G 全台的起動に失敗した場合に外部電源復旧に期待するモデル化をしている。</p>

事業者 PRA モデル（柏崎刈羽原子力発電所 7 号機）の適切性確認のための  
質問事項への回答（運転時内の事象レベル 1PRA）

2022 年 3 月 23 日 東京電力 HD 株式会社

質問 番号	適切性の 確認項目	判断基準	確認のための質問	回答
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・保全による待機除外の取り扱いについて提示ください。</li> </ul>	<p>保全による待機除外はモデルにおいて考慮しており、また、保全期間中の起因事象発生を考慮するために、保守的ではあるものの、冗長機器の保全による同時待機除外をモデルに含めている。</p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・静的故障モードの取り扱いについて提示ください。</li> </ul>	<p>動的機器の静的故障モードについてはモデル化しているが、静的故障モードの CCF については発生の可能性が低いと想定しモデル化していない。CCF を考慮する対象は国際的にも確立されておらず今後の重要な課題と認識しており、CCF 対象としてモデルに追加することが望ましいかどうかは今後検討していく。</p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CCF の取り扱いについて提示ください。</li> </ul>	<p>動的機器の動的故障モードについては全て CCF を設定し、静的故障モードについては CCF の発生の可能性が低いと想定しモデル化していない。 静的機器については、CCF をモデル化していない。</p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・系統外流出のモデル化対象外とした配管の根拠を提示ください。</li> </ul>	<p>系統外流出のモデル化対象外配管の選定根拠としては、NUREG/CR 2815 を参考にしてさらにマージンを取り、スクリーニング基準を主配管口径の 1/4 以下の口径の枝配管と設定している。</p>

質問 番号	適切性の 確認項目	判断基準	確認のための質問	回答
			<ul style="list-style-type: none"> <li>中央制御室の雰囲気温度が事故時等において設計温度に達するまでの時間余裕を提示ください。</li> </ul>	事故時において中央制御室の温度が高くなる条件として、SBO による中央制御室の空調機能停止を想定した場合、設計温度の 40℃には 24 時間以降に到達することを確認している。
			<ul style="list-style-type: none"> <li>デジタル制御系の CCF の値の根拠を提示ください。</li> </ul>	デジタル制御系の CCF については、NUREG/CR-5497(2015)の「3.1.2.1 ALL CCF RATE BASED EVENTS 1997 TO CURRENT SPAR: CCF-RATE」に示されるパラメータを根拠としている。
			<ul style="list-style-type: none"> <li>内的事象と内部溢水の境界について提示ください。</li> </ul>	内的事象としては原子炉圧力容器に接続している配管破断により、直接的に原子炉のパラメータの変動を誘発する事象を考慮している。
			<ul style="list-style-type: none"> <li>CSP の必要水量の計算条件及び評価結果について提示ください。</li> </ul>	必要注水量が多くなると考えられる起因事象、事故シーケンスを解析条件として設定して評価し、緩和系に応じて使命時間内の CSP への補給要否を整理している。詳細については貸与資料に記載している。
			<ul style="list-style-type: none"> <li>S/R 弁開維持ができなくなる時間の根拠を提示ください。</li> </ul>	アキュムレータが枯渇して S/R 弁開維持ができなくなる時間については、D/W 圧力解析結果及び必要となる設計上の窒素消費量（D/W 圧力をパラメータとする）を基に確認している。 詳細な評価については貸与資料に記載している。

質問 番号	適切性の 確認項目	判断基準	確認のための質問	回答
			・繰り返し動作する機器のモデル化の方針について提示ください。	繰り返し動作する機器のモデル化については、時間故障モデルを採用している。2 回目以降のサイクル動作は初回動作による状態変更に成功しており故障発生確率が十分小さいと考え、モデル化していない。
2	② 緩和設備に要求される機能の喪失原因	・ 要求される機能の喪失原因として、必要な緩和設備が全てモデル化されていること。全てモデル化していない場合は、モデル化してなくても炉心損傷頻度、重要度指標等に影響しないこと。	・ 要求される機能の喪失原因として必要な緩和設備でモデル化されていない緩和設備については、炉心損傷頻度、重要度指標等に影響しないことを提示ください。	要求される機能の喪失原因として必要な緩和設備（機器）の失敗をモデル化している。
3	③ 緩和設備の故障	・ 緩和設備の故障として、機器の故障モードが全てモデル化されていること。全てモデル化していない場合は、モデル化してなくても炉心損傷頻度、重要度指標等に影響しないこと。	緩和設備の故障となる機器故障モードでモデル化されていない故障モードについては、炉心損傷頻度、重要度指標等に影響しないことを提示ください。	外部リーク（液体）はモデル化していない。モデル化する場合でも、使命時間中の外部リークとなることから、炉心損傷頻度、重要度指標等への影響は小さいと考えている。 なお、溢水 PRA 実施後、外部リークによる間接的影響（没水、被水による他機器への影響）が大きいと判断した場合、間接的影響を含めた外部リークのモデル化を検討する。
			・PRA でモデル化するスクラム信号を提示ください。	スクラム信号は、原子炉圧力高信号、原子炉水位低信号で代表させてモデル化している。

質問 番号	適切性の 確認項目	判断基準	確認のための質問	回答
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・制御棒挿入失敗に関する CCF のモデル化手法を提示ください。</li> </ul>	<p>NERUG/CR5500 の手法を参考に CCF をモデル化している。RPS を構成する機器（制御棒駆動機構等）に対して、CCF により半数以上が失敗（制御棒駆動機構であれば、全 205 基の 103 基以上の挿入失敗）した場合に制御棒挿入失敗としている。</p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・SLC による原子炉に注入する時間の根拠を提示ください。</li> </ul>	<p>ほう酸水の注入時間は、炉水中のボロン濃度変化限度を基に設定している。具体的には、最低反応度印加速度以上、水中にほう酸水を均一に分散させるための注入速度以下で、未臨界達成に必要なボロン濃度に到達するように注入する時間を計算している。</p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・SLC 起動の手動操作の手順書を提示ください。</li> </ul>	<p>SLC 機能の手動操作の手順書を提示する。</p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・給復水系について 24 時間にわたり、主復水器が水源として利用できる根拠を提示ください。</li> </ul>	<p>インベントリ評価に基づき、MUWC による CSP からの補給水に成功した場合に、24 時間にわたり水源として利用できるとしてモデル化している。詳細な評価については貸与資料に記載している。</p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・M/D-RFP の成功基準の根拠を提示ください。</li> </ul>	<p>M/D-RFP の容量は、解析で考慮している HPCF の容量よりも十分に大きく、HPCF と同様に M/D-RFP1 台で成功基準を満足すると判断している。</p>

質問 番号	適切性の 確認項目	判断基準	確認のための質問	回答
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・ TGS 系統、AO 系統、OG 系統が機能喪失した場合の緩和設備に及ぼす影響を提示ください。</li> </ul>	TGS, AO, OG 系はいずれも復水器の真空度維持に必要なサポート系であり、これらが機能喪失した場合には復水器による除熱機能に影響を及ぼす。
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・ LOCA 時に破損を想定した配管を使用した注水について提示ください。</li> </ul>	大, 中 LOCA 時には破断口径が大きいいため破損した配管を使用した注水に期待していないが, 小 LOCA 時は破断口径が小さいため HPCF や LPFL であれば破損した配管を使用した注水は可能と判断している。
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 短期の S/P 冷却と長期の S/P 冷却のモデルの違いを提示ください。</li> </ul>	短期の S/P 冷却と長期の S/P 冷却のモデル自体には違いは無いが, 短期 PCV 除熱機能として RHR の S/P 冷却のみをモデル化し, 長期 PCV 除熱機能として RHR の S/P 冷却及び DW スpray をモデル化しているという違いがある。
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・ HPCF の水源切り替えの取り扱いについて提示ください。</li> </ul>	S/P 水位高が発生することで初期水源である CSP から S/P への水源の自動切替が発生することをモデル化している。また, S/P への水源自動切替後に S/P 冷却に失敗し水源として使用できなくなる場合は, CSP への水源手動切替することをモデル化している。

事業者 PRA モデル（柏崎刈羽原子力発電所 7 号機）の適切性確認のための  
質問事項への回答（運転時内の事象レベル 1PRA）

2022 年 3 月 23 日 東京電力 HD 株式会社

質問 番号	適切性の 確認項目	判断基準	確認のための質問	回答
			<p>・ RCIC の水源切り替えの取り扱いについて提示ください。</p>	<p>S/P 水位高が発生することで初期水源である CSP から S/P への水源の自動切替が発生することをモデル化している。また、S/P への水源自動切替後に S/P 冷却に失敗し水源として使用できなくなる場合は、CSP への水源手動切替することをモデル化している。</p>
			<p>・ HPAC について手動起動のモデル化方針を提示ください。</p>	<p>HPAC 手動起動のための人的過誤をモデル化している。人的過誤の詳細な評価は貸与資料に記載している。</p>
			<p>・ LPFL による水位制御について提示ください。</p>	<p>LPFL による水位制御については、現実的には起動後は運転員による流量制御を行い、崩壊熱量に見合った注水を行い原子炉水位 L3～L8 で制御を行うが、水位が L8 を超過した場合、S/R 弁より水源であるサブプレッションプールに循環させることで原子炉満水及び格納容器除熱を達成できることから、モデル上では不要としている。</p>
			<p>・ LPFL の長期のミニフロー運転について提示ください。</p>	<p>使命時間中のポンプの継続運転失敗をモデル化しており、長期のミニフロー運転中の故障も当該継続運転失敗に含まれると想定している。</p>



質問 番号	適切性の 確認項目	判断基準	確認のための質問	回答
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・RHR の停止時冷却モードの取り扱いについて提示ください。</li> </ul>	<p>RHR の停止時冷却モードについては、使命時間中に期待できる除熱機能としてはモデル化しておらず、除熱機能の Safe and Stable を達成できることの根拠の 1 つとして、使命時間以降に期待できる想定としている。</p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・ハードベント及びフィルターベントについて操作する弁及び操作内容を提示ください。</li> </ul>	<p>ハードベント及びフィルターベントについて操作する弁及び操作内容については貸与資料に記載している。</p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・RCW/RSW の系統機能要求時の起動台数について提示ください。</li> </ul>	<p>RCW/RSW の系統機能要求時の起動台数（ポンプ、熱交換器）としては、高温待機モード(外部電源あり)で 1/2 台、LOCA モード及び高温待機モード（外部電源なし）で 2/2 台運転である。</p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・RCW/RSW の運転状態の想定について提示ください。</li> </ul>	<p>RCW/RSW の運転状態の想定については、A 系列でポンプ(A)運転状態・ポンプ(D)待機状態、B 系列でポンプ(B)運転状態・ポンプ(E)待機状態、C 系列でポンプ(C)運転状態・ポンプ(F)待機状態としている。</p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・直流電源の復旧手段としての GTG の取り扱いについて提示ください。</li> </ul>	<p>外部電源、非常用 D/G 及び常設直流電源喪失後、GTG による給電が可能な場合、GTG による直流電源の供給による遮断器の制御電源に期待できるモデルとしている。</p>

質問 番号	適切性の 確認項目	判断基準	確認のための質問	回答
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・ HECW 系統が機能喪失した場合に他の緩和設備に与える影響を提示ください。</li> </ul>	<p>HECW 系統が機能喪失した場合の影響としては、空調機能喪失による電源盤機能喪失（室温上昇の影響）といった従属的な機器の機能喪失を想定している。詳細は貸与資料に記載している。</p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 非常用 DG 及び燃料移送ポンプの使命時間として 24 時間を使用している根拠を提示ください。</li> </ul>	<p>緩和設備について、safe and stable を達成するために必要となる継続運転時間である 24 時間を使用しており、それに合わせて非常用 DG 及び燃料移送ポンプの使命時間として 24 時間を使用している。</p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・ MUWC の運転状態の想定について提示ください。</li> </ul>	<p>MUWC の運転状態の想定については、A 系ポンプを運転状態、B 系および C 系を待機状態としている。</p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・ IA 及び SA 系統が機能喪失した場合に、緩和設備に与える影響を提示ください。</li> </ul>	<p>IA 及び SA 系統が機能喪失した場合の影響としては、給復水系等の AO 弁への空気供給停止による機能喪失を想定している。詳細は貸与資料に記載している。</p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・ HVAC 系統が機能喪失した場合に他の緩和設備に与える影響を提示ください。</li> </ul>	<p>HVAC 系統が機能喪失した場合の影響としては、空調機能喪失による電源盤機能喪失（室温上昇の影響）といった従属的な機器の機能喪失を想定している。詳細は貸与資料に記載している。</p>

事業者 PRA モデル（柏崎刈羽原子力発電所 7 号機）の適切性確認のための  
 質問事項への回答（運転時内の事象レベル 1PRA）

2022 年 3 月 23 日 東京電力 HD 株式会社

質問 番号	適切性の 確認項目	判断基準	確認のための質問	回答
			<p>・フォールトツリー解析を実施せずにアンアベイラビリティを設定している緩和系について、そのアンアベイラビリティおよびその設定根拠を提示ください。</p>	<p>フォールトツリー解析を実施せずにアンアベイラビリティを設定しているものとしては、以下が該当する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・隣接 4 本+分散炉心失敗（RPS の FT 内基事象，設定内容については貸与資料に記載している）</li> <li>・S/R 弁開失敗（M2）ヘディング（発生する可能性小さいと考えられることから，極小値（1E-20）を設定）</li> </ul>