

## 事業者レベル1.5PRAモデル(伊方3号)の適切性の確認のための質問事項(その2)

### 1. 概要

事業者は、リスク情報活用に向け継続的にPRAの高度化を進めていく計画を示している<sup>1</sup>。また、新検査制度で活用するPRAモデルについては、事業者のPRAモデルの整備状況等を踏まえて、原子力規制庁が原子力規制検査におけるリスク評価に活用可能なPRAモデルの品質に関する適切性の考え方を整理する方針<sup>2</sup>としている。

本文書は、このような背景を踏まえて、新検査制度に活用される予定の伊方3号機のPRAモデルのレベル1.5PRAに関する内容を原子力規制庁が確認するため、事業者から貸与を受けた資料に関して質問事項をまとめたもののうち、第二回の質問をとりまとめたものである。

### 2. レベル1.5PRAモデルの確認項目と質問事項

#### (1) レベル1.5PRAモデルの確認項目

原子力規制庁が、事業者PRAモデルの適切性を確認するための確認項目を添付1に示す。

#### (2) 質問事項

質問事項(その2)を添付2に示す。

本質問事項は、添付1に示した確認項目のうち3.格納容器機能喪失頻度評価のうち(5)事故進展解析、(6)システム信頼性の評価及び(7)信頼性パラメータの設定の質問事項である。(6)システム信頼性の評価については、添付1別表1に示す範囲である。

---

<sup>1</sup> 第22回検査見直しに関するワーキンググループ資料3  
<https://www.nsr.go.jp/data/000253833.pdf>

<sup>2</sup> 第22回検査見直しに関するワーキンググループ資料4  
<https://www.nsr.go.jp/data/000253834.pdf>

## 事業者 PRA モデルの適切性の確認項目（格納容器機能喪失頻度）

## 1. 評価対象

- (1) 事象の範囲
- (2) 発電用原子炉の状態
- (3) 評価対象の状態
- (4) 品質保証について
  - ① PRA の品質を確保する実施体制
  - ② PRA のレビュー体制
  - ③ PRA のピアレビューの内容

## 2. 評価に必要な情報の収集及び分析

- (1) 設計情報、運転管理情報
- (2) 必要な情報
- (3) プラントの基本仕様
- (4) 緩和機能、緩和設備及び重大事故等対処設備等
- (5) プラント・ウォークダウン

## 3. 格納容器機能喪失頻度評価

## (1) プラント損傷状態の分類及び発生頻度の定量化

- ① プラント損傷状態の分類  
(熱水力挙動等の事故進展及び事故緩和操作の類似性)
- ② プラント損傷状態の定義
- ③ プラント損傷状態ごとの炉心損傷頻度の定量化

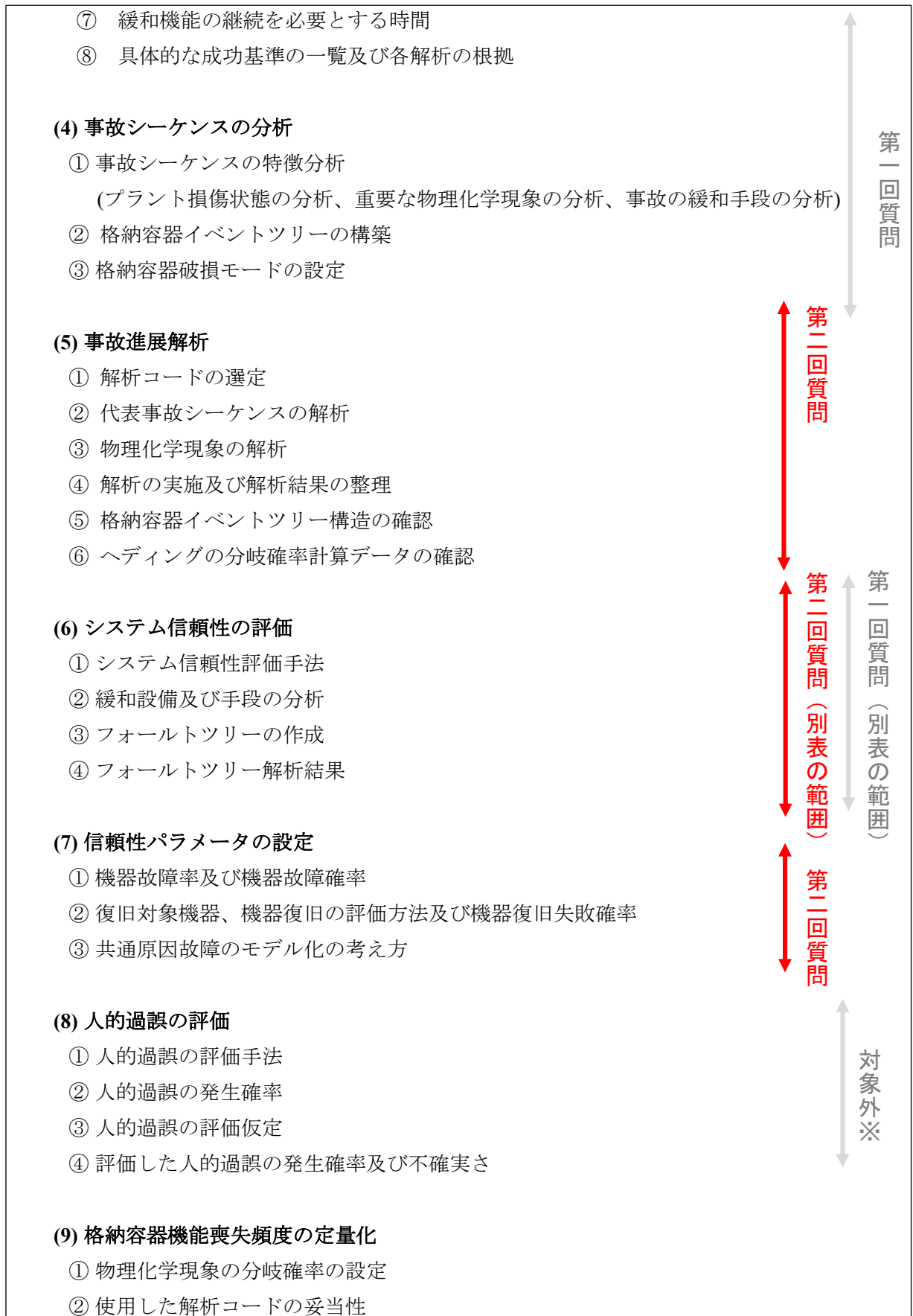
## (2) 格納容器機能喪失モードの設定

- ① 格納容器負荷特性の同定
- ② 格納容器機能維持限界温度及び限界圧力設定
- ③ 格納容器機能喪失モードの分類（格納容器破損メカニズムの整理）

## (3) 成功基準の設定

- ① 格納容器機能喪失の定義
- ② 成功（安定状態）の定義
- ③ 格納容器の負荷及び機能喪失モードに対する成功条件の設定
- ④ 安全設備の成功基準の設定
- ⑤ 熱水力解析に用いた成功基準の設定
- ⑥ 緩和操作開始までの余裕時間

第一回質問



③ 格納容器機能喪失頻度の定量化

④ 重要度解析

**(10) 不確実さ解析及び感度解析**

① 不確実さ解析

② 感度解析

※人的過誤の評価手法を更新したモデルが提出されたため、本確認作業では対象外とし、別途確認する。

別表 1. システム信頼性解析

No	項目	実施状況
1	信号系	済
2	制御回路	済
3	換気空調系（アニュラス再循環／中央制御室）	済
4	格納容器隔離	済
5	加圧器逃し弁による 1 次系強制減圧	済
6	格納容器スプレイ系（手動起動）	済
7	イグナイタ	済
8	代替格納容器スプレイポンプによる代替格納容器スプレイ（水源補給前）	済
9	格納容器自然対流冷却（原子炉補機冷却水系）	済
10	代替格納容器スプレイポンプによる代替格納容器スプレイ（水源補給後）	済
11	格納容器自然対流冷却（原子炉補機冷却海水系・中型ポンプ車を含む）	済
12	外部電源の復旧	済

※赤字部分がシステム信頼性解析の第二回質問の対象範囲、灰字部分が第一回質問の対象範囲

参考表 1 事業者 PRA モデルの確認のための質問項目（格納容器機能喪失頻度）-2

事業者 PRA モデルの適切性の確認項目	確認事項 (伊方 3 H31.4 月データ)	質問管理 NO.
<b>(5) 事故進展解析</b>		
①解析コードの選定	事故進展解析には、最新版の MAAP5 がレベル 2PRA に使用されている例が多くある。最新版の MAAP5 を用いない理由を示してください。	<b>3.(5)-1</b>
②代表事故シーケンスの解析	事故進展解析では、水素対策に関するモデルが考慮されていない。水素発生に関する事故進展解析結果への影響の分析結果を示してください。	<b>3.(5)-2</b>
③物理化学現象の解析	事故進展解析において、入力条件として用いた緩和手段の容量及び緩和操作までの時間の設定方法を説明してください。特に保守的な仮定の有無について確認したい。	<b>3.(5)-3</b>
	MAAP を用いた解析における各種パラメータの設定について、説明してください。	<b>3.(5)-4</b>
④解析の実施及び解析結果の整理	PDS ごとの代表として格納容器機能喪失に至る事故シーケンス及び緩和操作によって格納容器機能喪失に至らない事故シーケンスの解析がなされているが、ヘディングの分岐確率設定に必要な情報を整理することを目的とした場合に一部の緩和設備のみを考慮した解析結果が必要である。 ヘディングの分岐確率設定に必要な情報を整理することを目的とした一部の緩和設備のみを考慮した分析の方法を説明してください。	<b>3.(5)-5</b>
⑤格納容器イベントツリー構造の確認	原子炉破損時の格納容器破損に関して、PV 破損直後の格納容器圧力について情報を取得しない理由を示してください。	<b>3.(5)-6</b>
⑥ヘディングの分岐確率計算データの確認	水蒸気爆発に関して、キャビティ水温の情報を取得されていないが、キャビティ水温を考慮しない理由を説明してください。	<b>3.(5)-7</b>
(個別シーケンス)	AED+AM 及び SED+AM の原子炉容器内水位について、原子炉容器破損後に水位が回復し、その後、水位上昇が停止する理由を説明してください。	<b>3.(5)-8</b>

事業者 PRA モデルの適切性の確認項目	確認事項 (伊方3 H31.4月データ)	質問 管理 NO.
	SED の原子炉容器内水位について、原子炉容器破損後に急上昇する理由を説明してください。	<b>3.(5)-9</b>
	SEW,SEW+AM,SLW 及び SLW+AM の格納容器水蒸気濃度が、初期に上昇したのち低下し、再度上昇する挙動を説明してください。	<b>3.(5)-10</b>
	TED,TED+AM,TEW 及び TEW+AM の格納容器水蒸気濃度が、区画によって大きく異なる挙動となる理由を説明してください。また、結果の整理において、どの時点のどの区画をパラメータとして選定したかを説明してください。	<b>3.(5)-11</b>

事業者 PRA モデルの適切性の確認項目	確認事項 (伊方3 H31.4月データ)	質問 管理 NO.
<b>(6) システム信頼性の評価</b>		
<b>1. 信号系</b>		
<b>③ フォールトツリーの作成</b>	<b>③ フォールトツリーの作成</b>	
FT のモデル化に関する事項	S 信号及び UV 信号に関して、保守的な仮定となるようそれぞれ別の信号を用いているが、具体的に保守的となっている根拠を示してください。	<b>3.(6).1-1</b>
基事象に関する事項	格納容器圧力計の健全性確認間隔が故障モードごとに異なる根拠を具体的に示してください。	<b>3.(6).1-2</b>
	スプレイリセットスイッチに関して、格納容器スプレイ手動起動時に使用しないことを示してください。	<b>3.(6).1-3</b>
	隔離操作の FT においても、M 信号に関する手動操作が使用されないことを示してください。	<b>3.(6).1-4</b>
	隔離操作の FT においても、T 信号に関する手動操作が使用されないことを示してください。	<b>3.(6).1-5</b>
共通原因故障に関する事項	M 信号に関する CCF の対象箇所を示してください。	<b>3.(6).1-6</b>
	T 信号に関する CCF の対象箇所を示してください。	<b>3.(6).1-7</b>
<b>2. 制御回路</b>		
<b>② 緩和設備及び手段の分析</b>	<b>② 緩和設備及び手段の分析</b>	
システムの分析	展開接続図から計装品または電機品の個数に関する根拠を示してください。	<b>3.(6).2-1</b>
<b>③ フォールトツリーの作成</b>	<b>③ フォールトツリーの作成</b>	
基事象に関する事項	時間故障への変換の際に使用した手順、健全性確認間隔、試験間隔等の根拠資料を示してください。	<b>3.(6).2-2</b>
共通原因故障に関する事項	制御回路に関する CCF のモデル化方針について説明してください。	<b>3.(6).2-3</b>
<b>4. 格納容器隔離</b>		
<b>② 緩和設備及び手段の分析</b>	<b>② 緩和設備及び手段の分析</b>	
システムの分析	RCP 封水ラインなど格納容器内圧よりも高い圧力の流体で満たされているが、隔離の対象として選定される理由を提示してください。	<b>3.(6).4-1</b>
	放射性物質を含む流体が流れていると仮定した系統の範囲を提示してください。	<b>3.(6).4-2</b>



事業者 PRA モデルの適切性の確認項目	確認事項 (伊方3 H31.4月データ)	質問管理 NO.
	再循環運転におけるバウンダリの拡張を考慮しているが、炉心損傷を検知してからも再循環運転を実施する手順はあるかを示してください。また、再循環ラインを隔離を行う手順を提示してください。	3.(6).4-3
	炉内核計装装置ガスパーズ設備系統に関して、格納容器から環境への漏えいパスを提示してください。	3.(6).4-4
使命時間	使命時間を24時間としている機器と7日としている機器違いとなる根拠を示してください。	3.(6).4-5
従属性の整理	空気作動弁と作動用空気圧縮系の従属関係について、整理がなされていない理由及びこれらの弁のモデル化の方針を提示してください。	3.(6).4-6
	主給水隔離弁におけるSI信号のモデル化方針を提示してください。	3.(6).4-7
その他（ハウス、BC、レベル1PRAとの整合性）に関する事項	抽出ラインについて、PDS、起因事象等の考慮の仕方を提示してください。	3.(6).4-8
	RCP封水ライン注入ラインについて、PDS、起因事象等の考慮の仕方を示してください。	3.(6).4-9
	主蒸気管破断及び主給水破断において、格納容器内破断を想定しているが、レベル1PRAとの従属関係を説明してください。	3.(6).4-10
	SGTRのハウス事象を考慮しているが、格納容器イベントツリーにおいて、SGTR発生時における隔離の成功基準とその根拠を示してください。	3.(6).4-11
③ フォールトツリーの作成	③ フォールトツリーの作成	
FTのモデル化に関する事項	RCP封水ライン注入ラインのモデル化範囲について、対象弁の範囲の選定方針とその根拠を提示ください。	3.(6).4-12
	RCP封水ライン出口ラインのモデル化範囲について、対象弁の範囲の選定方針を提示ください。	3.(6).4-13
	RCP封水注入について、第二部手順書と第三部手順書における使用の可否について説明するとともに、モデル化方針を提示してください。	3.(6).4-14

事業者 PRA モデルの適切性の確認項目	確認事項 (伊方3 H31.4月データ)	質問 管理 NO.
	RCP 封水に関して、充填ポンプからの注水失敗をモデル化に際して、レベル 1PRA とレベル 2 PRA のモデル化範囲の根拠を提示ください。	<b>3.(6).4-15</b>
	抽出ラインのモデル化のうち、外部リークのモデル化の方針を提示ください。	<b>3.(6).4-16</b>
	高圧再循環ポンプミニマムフローラインの閉失敗のモデル化について、外部リークのモデル化方針を提示ください。特に内側弁の外部リークについて、モデル化方針をご説明ください。	<b>3.(6).4-17</b>
	一部の機器について、格納容器内に位置する機器に対して、外部リークが発生した場合にも隔離失敗としている箇所がある。隔離失敗の基事象において、格納容器の内側にある機器の外部リークを一部考慮している理由を説明してください。	<b>3.(6).4-18</b>
	外側 2 弁までモデル化する系統と 1 弁までをモデル化する系統に分かれている。この根拠を提示ください。	<b>3.(6).4-19</b>
<b>基事象に関する事項</b>	健全性確認の根拠について、1 年以上となっている機器の根拠を示してください。	<b>3.(6).4-20</b>
	格納容器スプレイ再循環に関する隔離失敗において、健全性確認間隔に RWST 水の水位確認の間隔を示した理由について、説明してください。	<b>3.(6).4-21</b>
	格納容器スプレイ再循環に関する隔離失敗において、内部リークを考慮する弁と考慮しない弁の差異について、根拠と併せて説明してください。	<b>3.(6).4-22</b>
	貫通部スリーブの種類と健全性確認間隔によって、3 グループに分類して、モデル化されているが、複数体数の貫通部のモデル化方針を提示ください。	<b>3.(6).4-23</b>
	主蒸気系に関して、主蒸気破断においても主給水破断においても主蒸気安全弁の内部リーク、外部リーク、誤開がモデル化されているが、主給水破断において閉失敗を考慮しなくてよい理由を示してください。また、SGTR 時にはこれらの故障モードは考慮しなくてよい理由を示してください。	<b>3.(6).4-24</b>

事業者 PRA モデルの適切性の確認項目	確認事項 (伊方3 H31.4月データ)	質問 管理 NO.
共通原因故障に関する事項	内側弁 1/1+外側弁 1/2 で隔離失敗となる場合の CCF の設定の仕方について、説明してください。	3.(6).4-25
④ フォールトツリー解析結果	④ フォールトツリー解析結果	
定量結果	P 信号が発信する場合の結果について、充てん系の逆止弁のカットセットが一次となる理由を説明してください。	3.(6).4-26
	P 信号が未発信する場合の結果について、カットセットが一次となっている機器のモデル化の条件を説明してください。	3.(6).4-27
	SBO の場合における中央制御室からの遠隔隔離と現場操作の関係について、モデル化の方針、根拠及び結果への影響について、説明してください。	3.(6).4-28
	LUHS の場合における、サポート系、現場操作等のモデル化の方針について説明してください。	3.(6).4-29
<b>10. 代替格納容器スプレイポンプによる代替格納容器スプレイ (水源補給後)</b>		
② 緩和設備及び手段の分析	② 緩和設備及び手段の分析	
使命時間	水源補給後においても、代替格納容器スプレイポンプの使命時間が 24 時間でよい理由を説明してください。	3.(6).10-1
その他 (ハウス、BC、レベル 1PRA との整合性) に関する事項	起動済の設備において、起動失敗と待機除外のモデル化の方針の違いについて説明してください。	3.(6).10-2
③ フォールトツリーの作成	③ フォールトツリーの作成	
FT のモデル化に関する事項	起動済の設備において、起動失敗と待機除外のモデル化の方針の違いについて説明してください。	3.(6).10-3
	起動済の設備において、モデル化対象としている設備と対象外とした設備について、起動済みである水源補給前の格納容器スプレイとの従属関係を説明してください。	3.(6).10-4
	中型ポンプ車からの接続用手動弁の成功基準を示してください。	3.(6).10-5
基事象に関する事項	複数台の中型ポンプ車に対する基事象の設定方法について示してください。	3.(6).10-6

④ フォールトツリー解析結果	④ フォールトツリー解析結果	
	SBO 時において、代替格納容器スプレイポンプは起動済であるため空冷式非常用発電機も起動済と思われるが、起動失敗を考慮した結果となってよい理由を説明してください。	3.(6).10-7
<b>11.格納容器自然対流冷却（原子炉補機冷却海水系・中型ポンプ車を含む）</b>		
② 緩和設備及び手段の分析	② 緩和設備及び手段の分析	
従属性の整理	レベル2 PRA 評価において海水取水用水中ポンプへの給電が考慮されているが、このモデル化方針について、レベル1 PRA との差異を踏まえて説明してください。	3.(6).11-1
その他（ハウス、BC、レベル1PRA との整合性）に関する事項	補機冷却系を用いた自然対流冷却と海水系を用いた自然対流冷却において、ハウス事象の設定が異なる根拠を示してください。	3.(6).11-2
③ フォールトツリーの作成	③ フォールトツリーの作成	
FT のモデル化に関する事項	再循環ユニットへの注水時に、CCWS 戻り配管がモデル化されている理由を示してください。	3.(6).11-3
④ フォールトツリー解析結果	④ フォールトツリー解析結果	
定量結果	評価結果において、IAS 系の手動弁の戻し忘れが一次のカットセットとなる理由を示してください	3.(6).11-4
<b>12.外部電源の復旧</b>		
④ フォールトツリー解析結果	④ フォールトツリー解析結果	
定量結果	空調用冷凍機、格納容器再循環ファン及び制御棒クラスタ駆動装置冷却ファンがカットセットに含まれる理由を示してください。	3.(6).12-1
<b>(7) 信頼性パラメータの設定</b>		
①機器故障率及び機器故障確率	運転経験の反映方法について示してください。	3.(7)-1