

事業者レベル 1.5PRA モデル(大飯 3,4 号)の適切性の確認のための質問事項 (その3)

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¹。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²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大飯 3,4 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、第三回の質問をとりまとめたものである。

2. レベル 1.5 PRA モデルの確認項目と質問事項

(1) レベル 1.5 PRA 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 3) 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

(9) 格納容器機能喪失頻度の定量化の質問事項である。

¹ 第 2 2 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>

² 第 2 2 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

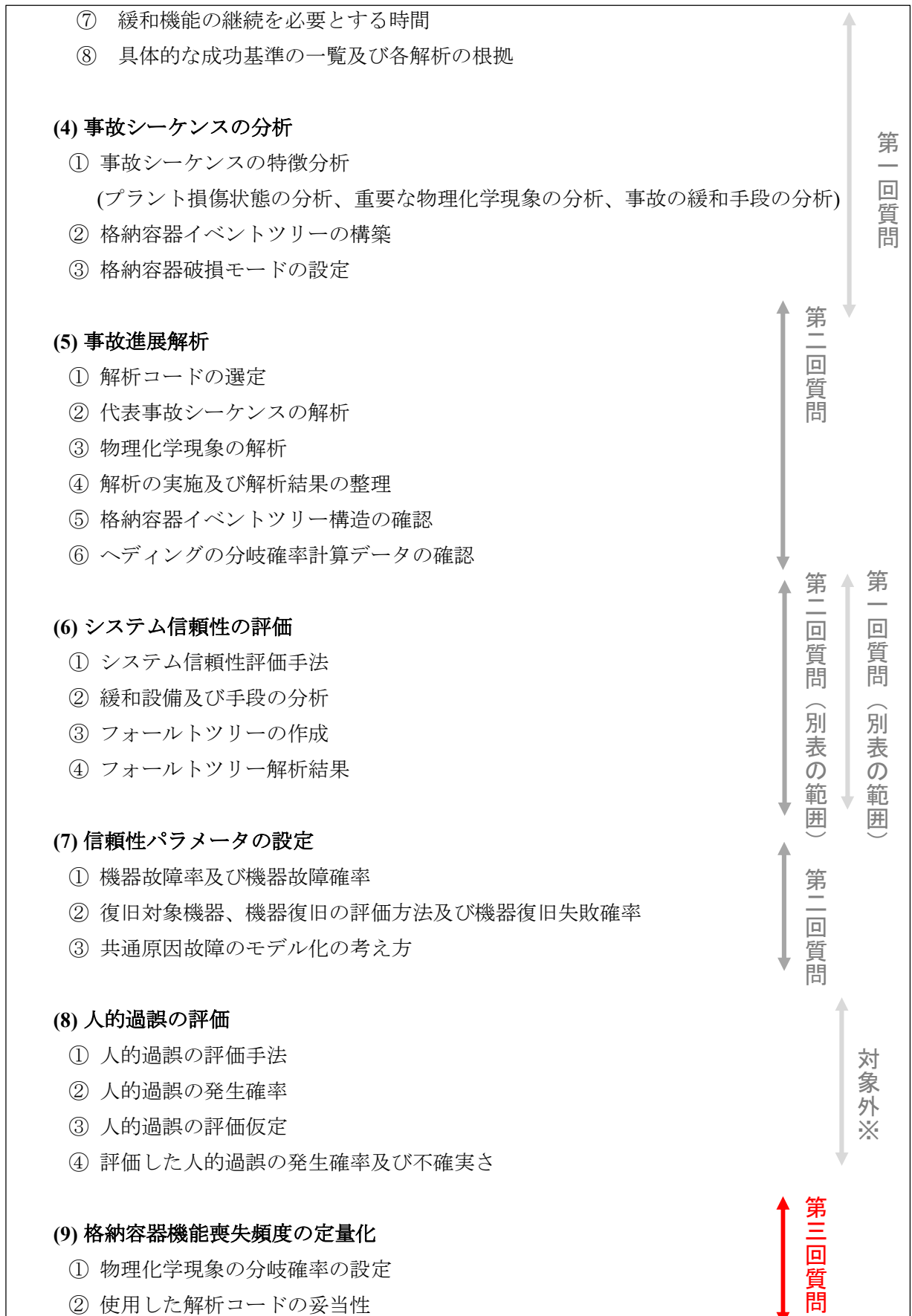
(2) 格納容器機能喪失モードの設定

- 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。

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）

事業者 PRA モデルの適切性の確認項目	確認事項 (大飯 3,4 号 2019 年 3 月データ)	質問管理 NO.
(9) 格納容器機能喪失頻度の定量化		
① 物理化学現象の分岐確率の設定		
(5) 配管クリープ破損		
従属性があるヘディングの定量化手法	RCP シール LOCA の想定及び PDS における低圧シーケンスと配管クリープ損傷のヘディングの従属性について説明してください。	No.3.(9)-1
(6) TISGTR		
定量化手法に関する最新知見	最新知見の取得結果について説明してください。	No.3.(9)-2
(7) 炉心への注水		
解析コードの検証及び妥当性確認	シーケンス割合を用いた評価方法の設定について考え方を説明ください。	No.3.(9)-3
従属性があるヘディングの定量化手法	中破断 LOCA において、低圧シーケンスかつ低圧注入が行えない条件を示してください。	No.3.(9)-4
	中破断 LOCA の場合、2 次系強制減圧と低圧注入の関係の考え方を示してください。	No.3.(9)-5
	炉心損傷後に ECCS の作動を行う手順において、想定するシーケンスを説明してください。	No.3.(9)-6
	レベル 1 PRA で減圧操作を伴うシナリオとの従属性を説明してください。	No.3.(9)-7
(10) 水素燃焼（原子炉容器破損前）		
従属性があるヘディングの定量化手法	プラント損傷状態の炉心損傷時期との従属性について考察を示してください。	No.3.(9)-8
(11) 溶融物分散放出		
従属性があるヘディングの定量化手法	配管クリープ損傷の場合、溶融物分散放出の考え方を示してください。	No.3.(9)-9
(12) キャビティ内水量		
定量化手法における工学的判断	キャビティ内水量が多量の場合と少量の場合の考え方を示してください。	No.3.(9)-10
従属性があるヘディングの定量化手法	LOCA を伴うシナリオでのキャビティ内水量の考え方を示してください。	No.3.(9)-11

事業者 PRA モデルの適切性の確認項目	確認事項 (大飯 3,4 号 2019 年 3 月データ)	質問 管理 NO.
(17) 水素燃焼 (原子炉容器損傷直後)		
従属性があるヘディングの定量化手法	CV 内注水の有無による水素濃度を定める場合に参照とする事故進展解析において、水蒸気濃度をどのように考慮しているか説明して下さい。	No.3.(9)-12
(19) CV 内注水 (液相蓄熱)		
従属性があるヘディングの定量化手法	キャビティ内水量が多量な場合の、キャビティ水張り、液相蓄熱、CV 内自然対流冷却 (海水通水) との関係の考え方を示して下さい。	No.3.(9)-13
(20) CV 内自然対流冷却 (海水通水)		
従属性があるヘディングの定量化手法	液相蓄熱に失敗した場合には NCC (海水) に失敗とした根拠を示して下さい。	No.3.(9)-14
(21) デブリ冷却		
定量化手法における工学的判断	燃料取替用水タンク水の持込みに成功する場合に、CV 内注水に失敗したときのデブリ冷却の考え方を示して下さい。	No.3.(9)-15
	分散放出なしの場合において、除熱の効率が悪くなる点について、どの様に考慮しているか説明して下さい。	No.3.(9)-16
	キャビティ水張り、キャビティ内水量 (多量/少量)、CV 注水の達成すべき水位の基準を説明して下さい。	No.3.(9)-17
(22) 水素燃焼 (原子炉容器損傷後長期)		
従属性があるヘディングの定量化手法	事故進展を参照する場合、格納容器スプレイ、下部注水等の緩和手段による格納容器雰囲気の違いをどのように考慮しているかを示して下さい。	No.3.(9)-18
(23) ベースマット熔融貫通		
定量化手法における工学的判断	事故進展解析で選定したシーケンスでは AM 有の解析において AM の有無として格納容器スプレイ及び NCC を考慮している。事故進展解析で NCC のみを考慮した場合を実施しなくてよい理由を説明して下さい。	No.3.(9)-19
従属性があるヘディングの定量化手法	燃料取替用水タンク水の持込まれる場合と持込まれない場合でベースマット熔融貫通の考え方を示して下さい。	No.3.(9)-20
(24) CV 過温破損		

事業者 PRA モデルの適切性の確認項目	確認事項 (大飯 3,4 号 2019 年 3 月データ)	質問 管理 NO.
物理化学現象に関する定量化手法	CV 過温破損に分類する考え方を示してください。	No.3.(9)-21
定量化手法における工学的判断	工学的判断における現象の起こりやすさについての考え方を示してください。	No.3.(9)-22
従属性があるヘディングの定量化手法	溶融デブリ冷却に失敗している場合において、過圧・過温破損に至らなかったシーケンスの終状態の設定根拠を示してください。	No.3.(9)-23
その他の項目① APET 手法を用いた分岐確率 (TISGTR)		
パラメータの選定	ループシールに関して、ループシールの解除についての考え方を示してください。	No.3.(9)-24
パラメータの設定	2 次系の低圧化に関して、主蒸気安全弁及び主蒸気逃し弁の設定根拠を示してください。	No.3.(9)-25
その他の項目② DET 手法を用いた分岐確率 (炉外水蒸気爆発)		
パラメータの選定	原子炉容器破損モードに関して、原子炉容器破損モードと CET の従属性について説明してください。	No.3.(9)-26
	原子炉容器破損モードと溶融炉心の落下量との関係の考え方を示してください。	No.3.(9)-27
	トリガリングの有無とサブクールとの関係の考え方を示してください。	No.3.(9)-28
パラメータの設定	溶融炉心の内部エネルギーと組成との関係の考え方を示してください。	No.3.(9)-29
	トリガリングのタイミングに関して、トリガリングタイミングのプラントによる違いについて説明してください。	No.3.(9)-30
	トリガリングのタイミングに関して、トリガリングタイミングのシナリオによる違いについて説明してください。	No.3.(9)-31
	トリガリングのタイミングについて、RV 破損モード及び粗混合量との関係の考え方を示してください。	No.3.(9)-32
	機械的エネルギー変換効率について、設定の考え方を示してください。	No.3.(9)-33
その他の項目③ DET 手法を用いた分岐確率 (DCH)		

事業者 PRA モデルの適切性の確認項目	確認事項 (大飯 3,4 号 2019 年 3 月データ)	質問 管理 NO.
パラメータの選定	原子炉容器破損モードと原子炉容器破損口径に関して、原子炉容器破損モードと原子炉容器破損口径を独立の条件として扱う理由を説明してください。また、CET との従属性について説明してください。	No.3.(9)-34
パラメータの設定	原子炉容器破損モードに関して、FCI 及び MCCI の設定の違いについて説明してください。	No.3.(9)-35
	原子炉容器破損口径について、炉外 FCI と MCCI の同ヘディングにおける考え方の違いを示してください。	No.3.(9)-36
	原子炉容器内溶融物の未酸化 Zr 量について、溶融デブリエネルギーへの影響の考え方を示してください。	No.3.(9)-37
	DCH による圧力上昇に関して、評価の考え方を示してください。	No.3.(9)-38
	CV 耐性との比較について、考え方を示してください。	No.3.(9)-39
	CV 耐性との比較について、温度に対する考え方を示してください。	No.3.(9)-40
評価結果	DCH について、CET の他のヘディングの分岐確率の不確かさとの考え方の違いを示して下さい。	No.3.(9)-41
	CV 破損確率について、評価したシーケンスについて説明してください。	No.3.(9)-42
その他の項目④ DET 手法を用いた分岐確率 (MCCI)		
代表シナリオの選定	評価対象シナリオの選定の考え方を示してください。	No.3.(9)-43
パラメータの選定	細粒化割合について、落下するデブリとの関係の考え方を示してください。	No.3.(9)-44
	粒子ベッドのドライアウトについて、デブリの冷却の考え方を示してください。	No.3.(9)-45
パラメータの設定	原子炉容器破損モードの RV 破損規模と溶融炉心の拡がりとの関係の考え方を示してください。	No.3.(9)-46
	原子炉容器破損モードの RV 破損規模と落下するデブリとの関係の考え方を示してください。	No.3.(9)-47
	水蒸気爆発とトリガリングの発生との関係の考え方を示してください。	No.3.(9)-48

事業者 PRA モデルの適切性の確認項目	確認事項 (大飯 3,4 号 2019 年 3 月データ)	質問 管理 NO.
	溶融炉心の拡がりについて、成功・失敗の考え方を示してください。	No.3.(9)-49
	溶融炉心の拡がりに関して、小規模破損と大規模破損で溶融物の拡がりの違いをどのように考慮しているかを示してください。	No.3.(9)-50
	RV 破損モードのうち大規模破損のシナリオにおいて、溶融炉心の拡がりについて失敗する場合に考慮する破断規模の考え方を示してください。	No.3.(9)-51
	細粒化割合で、考慮するデブリの内訳の考え方を示してください。	No.3.(9)-52
	細粒化割合で考慮する溶融炉心の密度の考え方を示してください。	No.3.(9)-53
	粒子ベッドのドライアウトについて、考慮するデブリの崩壊熱の考え方を示してください。	No.3.(9)-54
	MCCI の継続性について、実機への適応性を検討した結果を示してください。	No.3.(9)-55
最新知見	OECD/NEA CCI 試験等の知見を参考としない理由を示してください。	No.3.(9)-56
② 使用した解析コードの妥当性		
定量化に用いる近似方法	定量化に用いた近似方法とその近似方法を用いた根拠を示してください。	No.3.(9)-57