

# 事業者PRAモデル（伊方3号機）の適切性の確認のための質問事項への回答（レベル1.5PRA）

2020年1月30日

四国電力株式会社

No.	事業者PRAモデルの適切性の確認項目	質問管理NO.	確認事項の質問事項	回答
1	1. 評価対象 (4) 品質保証について ① PRAの品質を確保する実施体制	1.1	① 事業者の実施体制 事業者の実施体制について、事業者の実施体制を提示ください。	貸与しているPRAモデルは、安全性向上評価届出に向けて整備したものであり、安全性向上評価におけるPRAの実施に関する計画書において、PRAの検証要領及び実施体制を定めている。(レベル1と同様)
2	② PRAのレビュー体制	1.2	② PRAのレビュー体制 PRAのレビュー体制について、事業者の品質保証のためのレビューの実施体制を提示ください。	No.1回答に同じ。
3	③ PRAのピアレビューの内容	1.3	③ PRAのピアレビューの内容とその方法 PRAのピアレビューの内容とその方法について、事業者のPRAのピアレビュー実施の有無とピアレビューを実施している場合、その結果を提示ください	伊方プロジェクトを通じ、海外のPRA専門家によるレビューを受けている。レビュー結果は、貸与資料のとおり。(レベル1と同様)
4	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	2.1	使用した設計情報等の入手時期を提示ください。	2015年4月時点の設計情報、運転管理情報に基づいて評価を実施している。
5		2.2	対象プラントの運転炉年を提示ください。	2016年3月31日までの評価対象プラントの運転炉年等の情報は、貸与資料に記載している。(レベル1と同様)
6		2.3	対象プラントの機器故障履歴を提示ください。	機器故障率データには、「故障件数の不確さを考慮した国内一般機器故障率の推定(2016年6月) JANSI(1982年度～2010年度29ヵ年56基データ)」を用いている。同データにおける故障履歴は、原子力施設情報公開ライブラリー(NUCIA)にて公開されており、伊方3号機の故障実績も含まれている。(レベル1と同様)
7	(5)プラント・ワークダウン	2.4	プラント訪問/プラント職員との議論、プラント・ワークダウンがなされていない。実施しない理由、補完する情報がある等、評価に必要な情報が十分であると考えられる理由を提示ください。	出力運転時内的レベル1, 2PRAを目的としたプラントワークダウンは実施していない。起因事象の選定、人間信頼性評価等において、必要に応じてプラント職員への聞き取り調査を実施している。(レベル1と同様)
8	3. 格納容器機能喪失頻度評価 1) 起因事象・原子炉容器内熱水力挙動の類似性	3.(1)-1	(b) 小LOCAに関する事項 本モデルにおいてRCPシールLOCA後にトランジェントまたは小LOCAシーケンスされる場合の具体的な分類基準を提示ください。	RCPシールLOCA後にトランジェントまたは小LOCAシーケンスされる場合の具体的な分類基準については貸与資料に記載している。
9		3.(1)-2	(c) トランジェントに関する事項 サポート系の喪失を含む起因事象に対して、プラント損傷状態を詳細に分類しなくてよい理由を提示ください。	起因事象に含まれる設備の機能喪失はすべて後段で考慮できるようモデル化されているため、プラント損傷状態(事故のタイプと1次系圧力の分類、炉心損傷時期の分類、格納容器内事故進展の分類)を詳細分類する必要はない。
10	2) 炉心損傷時期の類似性	3.(1)-3	(a) 損傷時期に関する事項 原子炉容器破損時期の短期/長期の定義を提示ください。	炉心損傷が格納容器破損より遅い場合、すなわち格納容器先行破損シーケンス(**Cの場合)は長期炉心損傷に分類している。1次系低圧シーケンス(A**の場合)の場合には、炉心注水の有無にかかわらず、炉心損傷までの時間が短いため、短期炉心損傷に分類している。1次系中圧シーケンス(S**の場合)の場合には、炉心注水がない場合には、炉心損傷までの時間が短いため、短期炉心損傷に分類している。炉心注水がある場合には、炉心損傷までの時間が長い場合、長期炉心損傷に分類している。1次系高圧シーケンス(T**の場合)の場合には、炉心注水は行えないため、炉心損傷までの時間が短く、短期炉心損傷に分類している。 V及びGは、炉心損傷時期を分類しない。

# 事業者PRAモデル（伊方3号機）の適切性の確認のための質問事項への回答（レベル1.5PRA）

2020年1月30日

四国電力株式会社

No.	事業者PRAモデルの適切性の確認項目	質問管理NO.	確認事項の質問事項	回答
11	3) 格納容器内熱水力挙動の類似性	3.(1)-4	(a) 原子炉への注水に関する事項 炉心への注水の有無による格納容器内熱水力挙動の類似性の分類を行う場合に考慮する対策及び手順を提示ください。	格納容器内熱水力挙動の類似性の分類 (PDSの3文字目 :D/W/I/C)を行う場合に考慮する炉心への注水の対策は、高圧注入及び低圧注入である。  炉心への注水の有無による格納容器内熱水力挙動の類似性の分類を行う場合の手順については、レベル1PRAのイベントツリーにおいて、高圧注入又は低圧注入が注入段階で成功している場合をW/I、高圧注入及び低圧注入に失敗している場合をDとし、場合分けして分類する。 なお、格納容器内熱水力挙動の類似性の分類を行う場合には、炉心注水の有無以外にCVスプレイ系も考慮しており、CVスプレイ注入に成功する場合をW/I、CVスプレイ再循環も成功する場合をI、高圧注入又は低圧注入の再循環に成功するが、CVスプレイ系失敗する場合をCとして、場合分けして分類する。
12		3.(1)-5	(c) 自然対流冷却に関する事項 自然対流冷却の可否によるPDSの分類を行わないとされているが、レベル1PRAで自然対流冷却の分岐を有する場合に、レベル1.5PSRAでPDSを分類しなくてよい理由を提示ください。	自然対流冷却の有無の分類は、PDSにおいて分類するか、もしくはレベル1.5PRAの格納容器イベントツリーのヘディングにおいて区別する。本評価においては、後者のモデルを採用しており、PDSにおいて分類する場合と等価な結果を与える。このため、自然対流冷却の有無をPDSで分類しなくてもよい。
13	1) 格納容器先行破損	3.(1)-6	トランジェントにおいて先行破損のPDSが生じないとする理由を提示ください。	トランジェントは1次系高圧シーケンスであり、炉心注水を行うことができず、短期に炉心損傷に至る。ドライ型PWRでは、格納容器が大きいため、炉心損傷時点で格納容器圧力が低いことから、トランジェントでは先行破損は生じない。
14	② プラント損傷状態の定義	3.(1)-7	PDSの分類要素の組み合わせのうち、本評価で採用するPDS、不採用または成立しないPDSと仮定し、考慮しないとしたPDSについて、その理由を提示ください。	格納容器の型の特徴や事故シーケンスの特徴の観点から、PDSの分類要素の組み合わせとしてあり得ないと判断されるPDSについては、考慮していない。
15	③ プラント損傷状態ごとの炉心損傷頻度の定量化	3.(1)-8	レベル1PRAの結果について、PDSの割り付けの分類基準を提示ください。	レベル1PRAの結果について、PDSの割り付けの分類基準については貸与資料に記載している。
16	(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	3.(2)-1	c.局所的な熱荷重に関する事項 局所的な温度荷重上昇が想定されるシナリオについての分析結果を提示ください。	局所的な温度荷重上昇が想定されるシナリオについての分析結果については、貸与資料に記載している。
17		3.(2)-2	d.局所的な動圧荷重に関する事項 短期的な圧力上昇に関する分析結果を提示ください。	短期的な圧力上昇として、水素燃焼、水蒸気爆発(水蒸気スパイク)、格納容器雰囲気直接加熱による圧力上昇が考えられる。これらの短期的な圧力上昇に起因する格納容器破損の確率は、MAAP解析による負荷評価の有無にかかわらず、工学的判断や分解イベントツリーによって負荷と耐力を比較し、これらの挙動を確認した上で設定している。 炉外の水蒸気スパイクについては、MAAP解析の圧力上昇を、格納容器耐力である2Pdと比較することによって、その負荷が耐力内に収まっていることを確認している。
18		3.(2)-3	e.格納容器バイパス事象に関する事項 IS-LOCAの起因事象分類が3種類に分類されているが、格納容器機能喪失の観点での分析結果を提示ください。	インターフェイスシステムLOCAは発生経路の違いに依らず、格納容器機能喪失として扱っている。
19		3.(2)-4	a.圧力と温度の重畳に関する事項 圧力と温度の重畳による格納容器負荷に関する分析結果を提示ください。	国内外での試験結果及び知見において、高温、高圧下での解析評価結果等が与えられており、これらの知見から、圧力と温度の重畳による負荷による格納容器の耐力が推定できると分析している。
20		3.(2)-5	d.動的荷重(水素燃焼)に関する事項 水素燃焼と水素爆発の違いによる格納容器の負荷の違いの分析結果を提示ください。	水素の燃焼形態は、爆燃と爆轟に分類し、この分類の観点での分析を行っており、分析結果については、貸与資料に記載している。

# 事業者PRAモデル（伊方3号機）の適切性の確認のための質問事項への回答（レベル1.5PRA）

2020年1月30日

四国電力株式会社

No.	事業者PRAモデルの適切性の確認項目	質問管理NO.	確認事項の質問事項	回答
21		3.(2)-6	e.動的荷重(水蒸気爆発)に関する事項 水蒸気爆発及び圧力スパイクの発生による格納容器の負荷の分析結果を提示ください。	No.17、質問管理No.3.(2)-2参照。
22		3.(2)-7	f.動的荷重(格納容器直接加熱)に関する事項 格納容器直接加熱による格納容器の負荷の分析結果を提示ください。	No.17、質問管理No.3.(2)-2参照。
23		3.(2)-8	参照プラントの情報を用いている範囲について、伊方3号機に適応できる根拠を提示ください。	貸与資料の該当箇所では整理した負荷の種類ごとに、負荷がかかる格納容器構造物の部位に関する知見は、シビアアクシデント時の格納容器構造健全性の研究に対応するものであり、抽出した負荷及び部位については、試験条件が実機条件を包絡しているため、伊方3号機でも負荷として抽出することが妥当である。
24	② 格納容器機能維持限界温度及び限界圧力設定	3.(2)-9	a.静圧荷重 解析結果から2Pdまでの耐力を有することが示されているが、2Pdを限界耐力とする理由を提示ください。	2Pdという判断基準は、設置変更許可申請書の添付十の雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧・過温破損)の判断基準と同じであり、PRAでは、添付十解析で有効性を確認した設備を考慮しているため、本判断基準を妥当と判断している。
25		3.(2)-10	c.局所的な熱荷重 大型貫通孔(機器搬入孔、人通用開口部)、格納容器隔離弁等における局所的な耐力の分析結果を提示ください。	大型貫通孔、格納容器隔離弁等については、200℃、2Pdの環境下における健全性を確認しており、設置変更許可申請書の追補2. IIにて分析結果を記載している。
26		3.(2)-11	d.局所的な動圧荷重 短期的な圧力上昇に対する格納容器機能喪失の判断基準を提示ください。	格納容器機能喪失の判断基準として、短期的な圧力上昇が起こる以下の要因については、2Pdを設定している。 ・格納容器雰囲気直接加熱による圧力上昇 ・水蒸気スパイクによる圧力上昇 ・水素燃焼(爆燃)による圧力上昇 なお、水蒸気爆発及び水素燃焼(爆轟)については、別途判断基準を定めている。
27		3.(2)-12	e.圧力と温度の重畳 圧力と温度の重畳に対する限界温度及び限界圧力の分析結果を提示ください。	200℃、2Pdの環境下における格納容器の健全性については、設置変更許可申請書追補2. IIに確認内容を記載している。
28		3.(2)-13	j.動的荷重(格納容器直接加熱) 格納容器直接加熱の破損メカニズムにおいて、過温破損を選定していない理由を提示ください。	格納容器雰囲気直接加熱は、格納容器内に分散放出された溶融物が直接格納容器内雰囲気加熱し、それによる温度上昇によって圧力も上昇する。事故進展解析結果からは、温度上昇よりも圧力上昇の方が、それぞれの判断基準に照らして厳しいため、格納容器雰囲気直接加熱においては、過圧破損の判断基準を適用している。
29	(3) 成功基準の設定 ②成功(安定状態)の定義	3.(3)-1	成功の状態(安定状態)の定義を提示ください。	格納容器安定状態としては「炉心損傷後、何らかの緩和手段により原子炉格納容器圧力、温度が安定又は低下傾向である状態」と定義している。 また、炉心損傷後の状態を扱うレベル1.5PRAにおいては、線量増加による作業環境の悪化が懸念されることから、上記の定義に加えて、「被ばく防止機能が安定的に動作している状態」も含めている。
30	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	3.(3)-2	c.貫通部過温 貫通部過温と水蒸気による過圧の成功状態の定義が同等で良い根拠を提示ください。	各格納容器機能喪失カテゴリーに対する、格納容器機能喪失を防止するために必要な安全機能の同定では、設置変更許可申請書において格納容器機能喪失カテゴリーに対応する機能(格納容器下部の溶融炉心の冷却、格納容器内の冷却等)で考慮されている機能と同じとしており、貫通部過温と水蒸気による過圧に対する安全機能はともに「格納容器内の冷却」である。

# 事業者PRAモデル（伊方3号機）の適切性の確認のための質問事項への回答（レベル1.5PRA）

2020年1月30日

四国電力株式会社

No.	事象者PRAモデルの適切性の確認項目	質問管理NO.	確認事項の質問事項	回答
31		3.(3)-3	e.格納容器隔離機能喪失 格納容器隔離失敗の定義に格納容器外への漏えい経路が生じる場合を用いているが、100TBq等の漏えい量の基準を考慮した漏えい面積以上からの漏えいとしないう理由を提示ください。	保守的な条件とはなるものの、格納容器隔離の成否で放出される放射性物質の量が大きく異なるため、環境への漏えい経路がある場合は漏えいの規模によらず隔離失敗と定義することとしている。
32	④安全設備の成功基準の設定	3.(3)-4	c.格納容器下部の熔融炉心の冷却 RWSTの持ち込みが想定されるPDSにおいて、水源補給後における代替格納容器スプレイ（水源補給後）または自然対流冷却によってデブリの冷却が達成される場合が想定されない理由を提示ください。	デブリ冷却の成功には、原子炉容器破損時のキャビティ水量が大きく依存する。一方、原子炉容器破損後の代替格納容器スプレイや自然対流冷却はデブリ冷却に影響しない。 したがって、原子炉容器破損後の緩和策によってデブリ冷却が達成される場合は想定していない。
33		3.(3)-5	d.格納容器内の冷却 自然対流冷却について補機冷却系を用いる場合には格納容器注水が不要で、海水通水の場合には格納容器注水を必要としている根拠を提示ください。	補機冷却系を用いた場合の自然対流冷却は準備に時間がかからないが、海水通水の場合の自然対流冷却は準備に時間がかかり、格納容器注水（格納容器内液相部蓄熱）がないと、その間に格納容器破損に至るため。
34		3.(3)-6	e.水素濃度制御 被ばく防止設備としてアニユラス空気浄化系の作動／不動作を考慮しているが、水素燃焼に対する緩和効果を期待しない理由を提示ください。	アニユラス空気再循環系は、水素燃焼に対する緩和策として期待している。そのため、貸与資料にて、水素濃度低減の項目に緩和策として追記する。
35		3.(3)-7	f.作業環境の維持（被ばく防止） 炉心損傷直後の操作について、被ばく防止の手段を不要としている理由を提示ください。	炉心損傷直後の操作について、被ばく防止の手段を不要としている理由は、貸与資料に記載している。
36	⑤熱水力解析用いた成功基準の設定 a.成功基準の設定	3.(3)-8	成功基準を定めるための解析に有効性評価を用いているが、有効性評価で対象となっていないシーケンスに有効性評価を適用できることを検討した結果を提示ください。	有効性評価で対象となっていないシーケンスに有効性評価を適用できることの検討は以下の順で検討している。 ・PDSの分類の考え方に対して必要な緩和設備を整理する。 ・共通の緩和設備を抽出する。 ・共通の緩和設備に対し、有効性評価でCV健全となることを確認する。 ・上記の確認ができたことをもって、有効性評価を適用できると判断している。
37		3.(3)-9	成功基準を定めた際に対象とした格納容器機能喪失モードを提示ください。	成功基準を定めた際に対象とする格納容器機能喪失モードは、 $\nu$ 、 $\theta$ を除く全ての格納容器機能喪失モードである。
38	b.利用した熱水力解析について	3.(3)-10	有効性評価では最確評価に加えて不確実さを考慮した保守的な仮定を採用しているが、シナリオの保守性、解析条件の保守性等についての考察を提示ください。	有効性評価におけるシナリオや解析条件の保守性等は考えられるが、PRAでは、添付十解析で有効性を確認した設備を考慮しているため、同じ成功基準とすることが妥当であると判断している。
39	c.解析コードの妥当性	3.(3)-11	成功基準解析に使用する解析コードについて妥当性が確認されている範囲を提示ください。	本評価では、成功基準解析は有効性評価で代替している。有効性評価はMAAPコードで実施されており、その妥当性は設置変更許可審査において確認されている。
40	⑥緩和操作開始までの余裕時間	3.(3)-12	設備、手順等の許容時間及び許容時間の設定根拠を提示ください。	PRAにおける設備、手順等の許容時間及び許容時間の設定については、有効性評価で想定している設定と同じである。
41	⑧具体的な成功基準の一覧及び各解析の根拠 a.SA対策設備の位置づけ等	3.(3)-13	レベル1PRAで考慮している機器の信号系の故障時及び制御回路故障等のバックアップを考慮しない理由を提示ください。	信号系、制御回路等の故障により緩和設備が作動しない場合、炉心損傷及び格納容器機能喪失に対して他の緩和設備が期待できれば必ずしも作動失敗した緩和設備は必要でないため、信号系、制御回路等の余裕時間を考慮したバックアップを考慮する必要はない。

# 事業者PRAモデル（伊方3号機）の適切性の確認のための質問事項への回答（レベル1.5PRA）

2020年1月30日

四国電力株式会社

No.	事象者PRAモデルの適切性の確認項目	質問管理NO.	確認事項の質問事項	回答
42		3.(3)-14	多様性拡張設備のうち考慮する対象及び選定しないものの一覧及びその根拠を提示ください。	多様性拡張設備のうち考慮する対象は、令和元年5月24日付の安全性向上評価届出書（伊方発電所3号機）の「第3.1.3.1.1.1.4表 PRAにて評価対象とした有効性評価において期待していない重大事故等対処設備、多様性拡張設備等の対策」に記載している。また、その根拠は貸与資料に記載している。
43	b. 今回のPRAの整備で実施した成功基準解析結果	3.(3)-15	FT評価については水素対策設備のPARは、静的機器としてシステム信頼性評価の対象外としているが、成功基準解析においてPARをスクリーンアウトすることによる成功基準への影響の分析を提示ください。	L1.5PRAで設定する成功基準は、安全機能の達成のために必要な必要台数等を有効性評価に合わせ、設定している。 また、成功基準の設定で参照する有効性評価のMAAPでは、PAR及びイグナイタの効果は考慮しておらず、スクリーンアウト（必ず失敗）した条件としているため、成功基準への影響はないと分析している。
44	c. 具体的な成功基準の一覧及び各解析の根拠	3.(3)-16	外部電源の復旧を被覆管破損時間までに完了させなければならない理由を提示ください。	被覆管が破損するとギャップ中の希ガス等の放射性物質が格納容器内に放出され、格納容器外部の線量の環境も悪化し、事故時の緩和操作への被ばくの影響を無視できなくなるため。
45		3.(3)-17	PDSの違いによる、電源復旧が必要となる時間の違いの設定方法を提示ください。	炉心損傷時期に対する復旧作業の余裕時間の違いについては、貸与資料に記載している。
46		3.(3)-18	被ばくに関して、交代要員による作業の可否を考慮しない理由を提示ください。	被ばく評価における交代要員の考え方は、貸与資料に記載している。
47		3.(3)-19	小LOCA発生時に長期に炉心損傷に至るPDSにおいても短期で炉心損傷に至るPDSと成功基準が同様である理由を提示ください。	各PDSの成功基準は、解析コードを用いた評価結果に基づき設定しており、小LOCA発生時に長期に炉心損傷に至るPDS(SL*)に対して適用できる解析が、短期で炉心損傷に至るPDS(TE*)の条件に相当する有効性評価となるため、同じ成功基準となった。
48		3.(3)-20	イグナイタの成功基準の根拠を提示ください。	水素が格納容器内で局所的に滞留し、水素濃度が高くなり、爆発的な水素燃焼が発生する可能性がある。これを防止するために、分散配置した各イグナイタが必要となる。
49		3.(3)-21	事前のキャビティへの注水と過温・過圧破損対策の成功基準の違いを提示ください。	事前のキャビティへの注水では、事故進展解析におけるRV破損時点の原子炉下部キャビティ水量が満水以上であることを成功基準としている。また、原子炉下部キャビティ冠水のための格納容器スプレイ又は代替格納容器スプレイの成功については、PDSを踏まえても成功基準として考慮している。 過温・過圧破損対策では、事前のキャビティへの注水の成否、RV破損で放出されるデブリの分散放出の有無、代替格納容器スプレイ（補給後）、CV再循環ユニットの作動状況の成否の組み合わせがCV内圧力・温度へ与える影響を定性的に判断し、成功基準としている。
50		3.(3)-22	大LOCAに追従して電源系の喪失、補機冷系の喪失が発生した場合を想定して、自然対流冷却の成功基準を定めていない理由を提示ください。	リスク評価上で有意な頻度を持たないことから、大LOCA時には全交流動力電源の喪失、並びに原子炉補機冷却系の全喪失に対する緩和策に期待しない方針である。
51	(4) 事故シーケンスの分析 ① 事故シーケンスの特徴分析 1) 重大事故時の物理化学現象の分析	3.(4)-1	デブリ冷却に関して、事前注水の有無によって冷却性についての分析結果を提示ください。	分析結果として、事前注水の有無とデブリ冷却性に従属性があることを確認している。
52	2) 事故の緩和手段の分析	3.(4)-2	外電復旧以外の電源系の設備の復旧を考慮しない理由を提示ください。	外電喪失に至る所内設備の故障復旧については確度の高い復旧確率のデータがないため、対象外としている。
53		3.(4)-3	炉心への注水として炉心損傷後に高圧系または低圧系を継続して実施する手順を提示ください。	炉心損傷後の実施手順については、貸与資料に記載している。
54		3.(4)-4	炉心損傷後に実施する操作のうち原子炉建屋内における操作について放射線雰囲気条件を考慮しなくてよい理由を提示ください。	炉心損傷後に実施する作業については、被ばく評価に基づき放射線雰囲気条件を考慮している。

# 事業者PRAモデル（伊方3号機）の適切性の確認のための質問事項への回答（レベル1.5PRA）

2020年1月30日

四国電力株式会社

No.	事象者PRAモデルの適切性の確認項目	質問管理NO.	確認事項の質問事項	回答
55	② 格納容器イベントツリーの構築 1) 格納容器イベントツリーのヘディング項目の選定	3.(4)-5	バイパス事象に関して炉心損傷しているがレベル1PRAにおいて放射性物質の放出が十分に低減されているシーケンスに関する分析結果を提示ください。	レベル1PRAで放射性物質の放出が十分に低減されるシーケンスについて、これに該当するシーケンスを特定した上での放射性物質の放出量評価は実施していない。
56		3.(4)-6	TI-SGTRの防止のために二次系への注水による防止策を選定しない理由を提示ください。	TI-SGTRの発生を考慮するのはレベル1PRAで二次系への注水に失敗した場合であり、レベル2PRAでは二次系への注水の復旧には有効性評価でも期待していないことから、選定していない。
57		3.(4)-7	炉心への注水において選定される機器及び手順を提示ください。	レベル1PRAの高圧注入及び低圧注入にて考慮している機器及び手順と同様である。
58		3.(4)-8	キャビティ水張りに関して水源補給後の代替格納容器スプレーが選定されていない理由を提示ください。	キャビティ水張りは原子炉容器破損直後までの実施を期待している。RWSTへの水源補給操作には時間を要するため、水源補給後の代替CVスプレーはキャビティ水張りの手段としては選定していない。
59	2) 格納容器イベントツリーの作成	3.(4)-9	一次系強制減圧失敗＋配管クリープ破損なし＋TI-SGTRなしの場合に、炉心への注水の分岐が省略されている理由を提示ください。	当該事故シーケンスについては、高圧注入又は低圧注入に対して一次系の圧力が高いため炉心への注水には必ず失敗する想定とし、分岐を設けていない。
60		3.(4)-10	報告書とPRAモデルに違いのあるCETについて、この根拠を提示ください。	報告書上に図示している格納容器イベントツリー(CET)は、全てのプラント損傷状態(PDS)を網羅した記載である。一方で、モデル上ではPDSごとにCETを作成しており、PDSによっては分岐の設定が不要となるヘディングが存在することから、それらは分岐を省略してモデル化している。
61	3) ヘディングの従属性	3.(4)-11	炉内FCI及び溶融物分散放出に関して、低圧シーケンス、一次系強制減圧及び配管クリープ破損が従属となるのに対して、TI-SGTRが従属性を持たない理由を提示ください。	TI-SGTRが発生した場合、その発生に伴い直接的に格納容器機能喪失に至ることを想定している。したがって、後段ヘディングはTI-SGTRが未発生であることが前提条件となるため、発生有無で従属性を考慮する必要はない。
62		3.(4)-12	炉心への注水について、一次系強制減圧及び配管クリープ破損との従属性がある理由を提示ください。	一次系圧力が低下する緩和操作又は事象進展により、炉心への注水の成否が決まることから、従属性を考慮している。
63	3.a アニュラス再循環	3.(6)-3.a-1	再循環運転に切り替えられた後に使用する設備及び使用しない設備の使命時間の考え方を提示ください。	再循環運転に切り替えられた後に使用する設備及び使用しない設備の双方とも、使命時間として7日間を設定している。
64		3.(6)-3.a-2	排気筒からの排気失敗を考慮するとしているが、排気筒へのラインアップの際、アニュラス空気再循環系以外の系統で排気ラインを共有する系統のモデル化方針を提示ください。	排気ラインを共有する系統のうち、アニュラス空気再循環系のバウンダリ維持が困難となる故障について、アニュラス空気再循環系の機能喪失要因としてモデル化している。
65		3.(6)-3.a-3	本系統には制御用空気圧縮系が用いられるが、制御用空気圧縮系喪失の起因事象の場合には、機能喪失の状態はどのように考慮されているかを提示ください。	制御用空気系の喪失が起因事象の場合には、アニュラス空気再循環系に関する制御用空気系も機能喪失している状態として考慮している。
66		3.(6)-3.a-4	外部電源喪失時において、必要時間内の外部電源の復旧が可能な理由を提示ください。	外部電源の復旧については、外部電源復旧確率に係る報告書に基づいて非信頼度を設定しており、これに失敗しない限り復旧可能という想定である。
67		3.(6)-3.a-5	外部電源喪失時において、必要時間内の代替IASの準備が可能な根拠を提示ください。	設置変更許可申請書の添付書類十の雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過温破損)において確認している。
68		3.(6)-3.a-6	アニュラス空気再循環系のどちらかのトレンでの外部リークが生じた場合には両トレンが機能喪失とする理由を提示ください。	外部リークが発生することでバウンダリが喪失しアニュラス内部全体の負圧維持を達成できない、又は、格納容器排気筒からの大気放出に失敗する可能性があるため、外部リークの発生をアニュラス機能喪失に直結する扱いとしている。
69		3.(6)-3.a-7	炉心損傷時における系統からの外部リークの検知に関する考察を提示ください。	外部リークが生じた場合は、放射線モニタ等の指示が上昇することが考えられる。一方、炉心損傷時にはバックグラウンドも上昇するため、アニュラス空気再循環系からの外部リークによる上昇と判断することは困難と考えられる。

# 事業者PRAモデル（伊方3号機）の適切性の確認のための質問事項への回答（レベル1.5PRA）

2020年1月30日

四国電力株式会社

No.	事象者PRAモデルの適切性の確認項目	質問管理NO.	確認事項の質問事項	回答
70		3.(6)-3.a-8	アニュラス吸気側のダンパにおいて、負圧達成に影響を及ぼす漏えいとして、機能喪失となる外部リーク及び内部リークで想定する漏えいの規模についての検討結果を提示ください。	負圧達成に影響を及ぼす程度の大規模漏えいについては、その発生確率の観点においてモデル化の対象外としている。
71		3.(6)-3.a-9	アニュラスへの再循環のラインに設置された開度調整機能付きの弁について、機能喪失モードの設定の考え方を提示ください。	アニュラスへの再循環のラインに設置された開度調整機能付きの弁については、アニュラス空気再循環系の成功基準を考慮の上で設定している。
72		3.(6)-3.a-10	代替IASにおける共通原因故障を考慮する組合せについて、組合せの選択根拠を提示ください。	左記の確認事項については、貸与資料に記載しているとおりである。
73		3.(6)-3.a-11	外部リーク単独で安全設備の機能喪失を仮定することについて過度に保守的では無いか分析結果があれば提示ください。	被ばく評価に対する影響を考慮し、外部リーク単独で安全設備の機能喪失を仮定しており、過度に保守的な設定ではない。
74		3.(6)-3.a-12	全動力電源喪失時において、蓄電池Bの待機除外が1次のCSとなる理由を提示ください。	遮断器の操作に失敗するためである。
75		3.(6)-3.a-13	全動力電源喪失時において、ディーゼル発電機3Bの失敗がCSに含まれるが、A系が含まれていない。この理由を提示ください。	全動力電源喪失時においては、A系のディーゼル発電機が接続されている安全系高压交流母線に期待しない扱いとしているためである。
76	3.b中央制御室	3.(6)-3.b-1	本評価で想定した外気の流れ込むパス及び隔離を行う必要のある機器を提示ください。	機能要求を満たさない場合に中央制御室への外気流入パスを形成する機器を選定し、それらを隔離の必要な機器の対象としている。
77		3.(6)-3.b-2	重大事故時に中央制御室の室温維持失敗によって、被ばく防止に失敗する理由を提示ください。	中央制御室の室温維持失敗については、温度上昇により同室内に設置されている設備の機能喪失が発生し、緩和操作に失敗する扱いである。したがって、被ばく防止に対する直接的な失敗要因という扱いではない。
78		3.(6)-3.b-3	運転状態の異なる場合（LOCA時等）におけるモデル化方針の違いについて使用する系統とモデル化の方針を提示ください。	炉心損傷後の状態において、レベル1.5PRAの観点で設定した室温評価と被ばく防止の成功基準を同時に満たす系統構成に成功した場合、中央制御室空調系のシステムに成功する扱いとしている。
79		3.(6)-3.b-4	系統運転時の系統内の圧力状態に関する情報を提示ください。	系統運転時の系統内の圧力状態は考慮していないため、被ばく防止の観点において保守側の想定とすべくモデル化している。
80		3.(6)-3.b-5	使命時間を24時間と168時間に設定している設備があるが、この設定の違いの根拠を提示ください。	基本的な使命時間は24時間としているが、被ばく防止に必要な長期緩和設備は使命時間を168時間に設定している。
81		3.(6)-3.b-6	隔離に使用されるM信号とS信号、BO信号等の関係性を提示ください。	M信号の発信条件は、S信号の発信条件に準じている。また、BO信号の発信とM信号の発信には特に関係性はない。
82		3.(6)-3.b-7	トレンの違いを考慮せず外部リークが生じた場合には中央制御室の室温維持に失敗とする根拠を提示ください。	中央制御室空調系の外部リークについては、室温維持の観点ではなく、被ばく低減の観点でモデル化している。
83		3.(6)-3.b-8	片側トレンでの運転を行う場合やLOCA時に非常用給気ラインを使用する場合にラインアップが必要な系統及び設備の選定結果とモデル化の方針を提示ください。	レベル1.5PRAの観点で設定した中央制御室空調系の成功基準に基づき、片側トレン運転時に中央制御室の通風流路を形成する機器を選定し、それら選定した機器が機能要求を満たさない場合に中央制御室空調系が機能喪失する扱いとしている。
84		3.(6)-3.b-9	中央制御室空調ユニットに付随する設備について、換気空調系のバウンダリとなっている箇所を提示ください。	中央制御室空調ユニットに付随する設備のうち、成功基準に関連する機器をバウンダリとして含めている。
85		3.(6)-3.b-10	手動による隔離操作が考慮されていない理由について、根拠を提示ください。	炉心損傷前の信号発信失敗に対するバックアップ操作には原則として期待しない方針である。また、中央制御室居住性を担保するという観点も踏まえた上で、手動による隔離操作を考慮していない。
86		3.(6)-3.b-11	共通原因故障の設定対処の選定根拠を提示ください。	共通原因故障の設定対象となる機器は、機能要求と運転状態を考慮して選定しており、その選定基準は貸与資料に記載している。

# 事業者PRAモデル（伊方3号機）の適切性の確認のための質問事項への回答（レベル1.5PRA）

2020年1月30日

四国電力株式会社

No.	事業者PRAモデルの適切性の確認項目	質問管理NO.	確認事項の質問事項	回答
87		3.(6)-3.b-12	解析結果として信号系が上位を占める結果の分析結果を提示ください。	レベル1.5PRAでは被ばくの観点を考慮し、信号発信による中央制御室の隔離に失敗した場合の中央制御室空調系に対するリカバリー操作に期待していない。このため、解析結果として信号系が上位を占める結果となっている。
88	5.加圧器逃し弁による1次系強制減圧	3.(6)-5-1	加圧器逃し弁の成功基準の根拠を提示ください。成功基準解析を実施していれば結果を提示ください。	事故進展解析として当該成功基準を満たす加圧器逃し弁による減圧を想定した解析を実施し、炉心損傷後、原子炉容器破損までの減圧が達成できることを確認している。
89		3.(6)-5-2	代替IASに関する設備のうち使命時間を24時間としている設備について、設定根拠を提示ください。	代替IASによる空気供給先である加圧器逃し弁の使命時間と同じとしている。加圧器逃し弁の使命時間については、加圧器逃し弁の開維持が要求される期間は最長でも原子炉容器破損までであり、事故進展解析の結果から24時間未満であることを確認していることから、24時間と設定している。
90		3.(6)-5-3	P信号の発出時に手動操作を行うシーケンス及び手動操作を考慮したモデルの作成方針を提示ください。	すべてのシーケンスにおいて1次系強制減圧期間中にP信号の発出があると仮定しており、P信号により自動で閉となる弁を開とする手動操作を行う想定とし、モデルを作成している。
91		3.(6)-5-4	レベル1PRAとレベル1.5PRAにおける減圧操作機能の違いの分析結果とモデル化の考え方を提示ください。	減圧の目的の違いであり、減圧操作機能に違いはない。
92		3.(6)-5-5	制御用空気圧縮系のアフタークーラー、制御用空気除湿装置等の伝熱管の閉塞を考慮する機器について、伝熱管細管の冷却・被冷却側で考慮する破損モードの違いを提示ください。	制御用空気系のアフタークーラー、制御用空気除湿装置等の伝熱管は、制御用空気系と、そのサポート系である原子炉補機冷却水系のインターフェースとなる機器である。 このようなサポート系とのシステムインターフェイス部にある機器の故障モードのモデル化においては、当該故障モードが発生した場合の影響範囲を分析し、影響が被サポート系の系統のみの場合は被サポート系側の故障としてモデル化し、影響がサポート系全体に及ぶ場合はサポート系側の故障としてモデル化している。
93		3.(6)-5-6	健全性確認間隔が10年となっている電動弁について、その根拠を提示ください。	運転中に開閉状態が変わらない電動弁については、定期的な保守作業において開閉確認を実施しており、発電所の保全計画に基づき、健全性確認間隔を10年と設定している。
94		3.(6)-5-7	健全性確認間隔が40年となっている電動弁について、その根拠を提示ください。	PRAモデルで想定する故障について、定期的な中央制御室からの監視や巡視点検での発見ができず、定期的な試験、検査が行われないものについて、保守的にプラント運転期間である40年を健全性確認間隔としている。 なお、加圧器逃し弁による1次系強制減圧のためにモデル化している機器については、健全性確認間隔を調査した以降に定期的な点検計画が制定されている。
95		3.(6)-5-8	制御用空気圧縮系の定期切替期間が10日であることから、関連する弁等の確認間隔を10日としているが、定期切替において外部リークが検知できる根拠を提示ください。	運転機器の定期切替を実施した際には、機器に異常がないか外観確認を実施しており、制御用空気圧縮系の機能に支障がでるような外部リークは発見可能である。
96		3.(6)-5-9	共通原因故障の設定対処の選定根拠を提示ください。	共通原因故障の設定対処の選定の詳細については貸与資料に記載している。
97	6. 格納容器スプレイ系（手動起動）	3.(6)-6-1	格納容器スプレイの自動起動は「キャビティへの事前注水」と「格納容器内蓄熱」に使用されているが、両者に要求される機能についてのモデル化の考え方を提示ください。	格納容器スプレイの自動起動には「キャビティへの事前注水」の観点では期待しているが、「格納容器内蓄熱」の観点では期待していない。
98		3.(6)-6-2	レベル1PRAでスプレイに失敗している場合において中央制御室での自動操作を実施すると考えられますが、「レベル1PRAで格納容器スプレイに失敗している場合にはレベル2PRAでも失敗に至る」としている理由を提示ください。	レベル1PRAでスプレイに失敗している場合において、レベル2PRAにおける中央制御室での手動操作によるスプレイポンプ起動にも失敗するとしている理由については貸与資料に記載している。



# 事業者PRAモデル（伊方3号機）の適切性の確認のための質問事項への回答（レベル1.5PRA）

2020年1月30日

四国電力株式会社

No.	事業者PRAモデルの適切性の確認項目	質問管理NO.	確認事項の質問事項	回答
99		3.(6)-6-3	「キャビティへの事前注水」について、レベル1 PRAでスプレイに成功しているPDS (RWST水の持ち込みのあるPDS)とその他のPDSのモデルの設定の違いを提示ください。	「キャビティへの事前注水」については、レベル2PRAの格納容器イベントツリー「CV内注水(キャビディ水張り)(CF)」で考慮している。 このヘディングCFのモデルの設定は、レベル1PRAのスプレイの成否ではなく、事故進展解析結果から、原子炉容器破損の時点で原子炉下部キャビティに十分に水がたまっているかどうかの観点で設定している。詳細は貸与資料に記載している。
100		3.(6)-6-4	操作失敗に関して電源以外の操作に関連する設備を省略している理由を提示ください。	操作失敗の要因としては人的過誤が支配的であり、基本的には操作に係る計器等設備の故障は人的過誤確率に比べて故障率は小さいと考え、モデル化は省略している。 一方で、操作に必要な監視計器に係る電源やソフトウェアCCFについては、故障による影響範囲が他の緩和設備や操作へも従属的に及ぶため、人的過誤と合わせてモデル化する方針としている。
101		3.(6)-6-5	操作失敗に関してソフトウェアのCCFのみを考慮している理由を提示ください。	No.100, 質問管理No.3.(6)-6-4の回答参照。
102	7.イグナイタ	3.(6)-7-1	使命時間を24時間とした理由を提示ください。	イグナイタは、炉心損傷時の短期間にジルコニウム-水反応により発生する水素に対する設備として期待している。 ジルコニウム-水反応による水素発生時期は炉心溶融が開始する頃であり、事故進展解析ではいずれのケースでも事故発生後24時間内であることを踏まえ、イグナイタの使命時間を24時間と設定している。
103		3.(6)-7-2	ATWS、SBO+RCPシールLOCA及びLUHS+RCPシールLOCAの際、イグナイタに期待しない理由を提示ください。	イグナイタに期待していないシーケンスはATWS、SBO+RCPシールLOCAが発生していない場合、及びLUHS+RCPシールLOCAが発生していない場合である。 イグナイタについては、炉心損傷前に手動による起動手順があるシーケンスを対象に期待するようモデル化しており、前述のシーケンスについては炉心損傷前には起動操作を行わないと考えられることから、イグナイタに期待していない。
104		3.(6)-7-3	低圧シーケンスと高圧シーケンスで、人的過誤の評価が異なるが、損傷時期について、考慮しない理由をご提示ください。	イグナイタの起動操作に係る人的過誤の評価において、損傷時期については、時間余裕が少ない事象進展が最も早いシナリオで代表させており、各シーケンスの損傷時期の違いは考慮していない。
105		3.(6)-7-4	外部電源喪失時の空冷式非常用発電機について、3Bのみの失敗が考慮されるが、3AのDGからの受電を考慮しない根拠をご提示ください。	外部電源喪失時のディーゼル発電機からのイグナイタへの受電については、貸与資料の手順書に基づき、イグナイタと同トレンにあるディーゼル発電機3Bからの受電のみ考慮している。
106	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)	3.(6)-8-1	使命時間を24時間とする根拠を提示ください。	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)に期待している機能は、原子炉容器破損までの格納容器内へのRWST水の持ち込み機能である。 当該機能が要求されるのは遅くとも原子炉容器破損までであり、事故進展解析の結果からいずれの解析ケースにおいても原子炉容器破損の時刻が24時間未満であることを踏まえ、24時間と設定している。
107		3.(6)-8-2	外部電源の復旧を考慮しない根拠を提示ください。	外部電源の復旧については、イベントツリーにおいて考慮している。

# 事業者PRAモデル（伊方3号機）の適切性の確認のための質問事項への回答（レベル1.5PRA）

2020年1月30日

四国電力株式会社

No.	事象者PRAモデルの適切性の確認項目	質問管理NO.	確認事項の質問事項	回答
108		3.(6)-8-3	水源に関してPDSによる水源の使用可能な期間、量等の違いの分析結果を提示ください。	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)において期待している機能は原子炉容器破損までの格納容器内へのRWST水の持ち込み機能である。 炉心損傷前の炉心注水等により代替格納容器スプレイとして使用可能な水源の期間や量等が減少しているような場合でも、RWST水を格納容器内へ持ち込むという目的は炉心損傷前の炉心注水と合わせて達成されることが考えられることから、水源の使用可能な期間、量等の違いについては考慮していない。
109		3.(6)-8-4	格納容器スプレイポンプによる格納容器スプレイ注入状態や再循環運転状態から代替格納容器スプレイを実施する際に作動要求のある機器及びシステムのモデル化方針を提示ください。	格納容器スプレイポンプによる格納容器スプレイ注入、もしくは再循環運転に成功している場合は、格納容器内への注水は成功していると判断されるため、さらに代替格納容器スプレイを実施することは考慮しておらず、モデル化も実施していない。
110		3.(6)-8-5	サクシオン側の外部リークをスクリーンアウトする根拠を提示ください。	外部リークは、リーク程度の小規模漏えいであれば、サクシオン側の外部リークが発生した場合でも設計で確保されている余裕で賄え、格納容器スプレイポンプによる格納容器スプレイ注入に必要な流量には影響しないと判断し、モデル化対象外としている。
111		3.(6)-8-6	サクシオン側の誤閉をスクリーンアウトする根拠を提示ください。	PRAにおいてモデル化する機器故障モードは国内プラントの故障実績を基にしたデータ「故障件数の不確かさを考慮した国内一般機器故障率の推定(1982年度～2010年度29ヵ年56基データ)JANSI-CFR-02(2016年6月)」に基づいて設定しており、手動弁の故障モードとして誤閉は定義されていない。
112		3.(6)-8-7	スプレイリングの閉塞をスクリーンアウトする根拠を提示ください。	スプレイリングの閉塞については、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の非信頼度に対して定量的な影響がないとしてモデル化していない。
113		3.(6)-8-8	オリフィスは、健全確認間隔が40年となる根拠を提示ください。	PRAモデルで想定する故障について、定期的な試験、検査が行われないものについて、保守的にプラント運転期間である40年を健全性確認間隔としている。 なお、代替格納容器スプレイラインのオリフィスについては、健全性確認間隔を調査した以降に定期的な機能試験が制定されている。
114		3.(6)-8-9	システムのリークに関するモデル化方針を提示ください。	リーク程度の小規模漏えいであれば、系統の各機器のリークが発生した場合でも設計で確保されている余裕で賄え、格納容器スプレイポンプによる格納容器スプレイ注入に必要な流量には影響しないと判断し、モデル化対象外としている。
115		3.(6)-8-10	スプレイリングへの注入側の手動弁の機能喪失が考慮されていない理由を提示ください。	貸与資料に記載の通り、手動弁で考慮している各故障モードについて、当該弁の通常状態を踏まえてモデル化要否を検討した結果、すべての故障モードについてモデル化不要と判断している。
116		3.(6)-8-11	空冷式の非常用発電機3号と4号が独立な1次のカットセットとなる理由を提示ください。	レベル1.5PRAにおける空冷式非常用発電装置の成功基準として3号と4号の両方からの給電が必要としているためである。
117	9.格納容器自然対流冷却(原子炉補機冷却水系)	3.(6)-9-1	窒素供給装置及び窒素ポンプから補機冷却サージタンクに接続するラインのラインアップで考慮できるラインの設定方針を提示ください。	考慮するラインは、手順書に記載されているラインから設定している。
118		3.(6)-9-2	再循環ユニットはA～Dの4機あるが、内的事象PRAにおいて、2機のみを対象とする根拠を提示ください。	CV再循環ユニットA～Dのうち、A,Bを対象とする理由は、格納容器内自然対流冷却に必要なダクト開放機構がCV再循環ユニットA,Bのみ設置しているためである。

# 事業者PRAモデル（伊方3号機）の適切性の確認のための質問事項への回答（レベル1.5PRA）

2020年1月30日

四国電力株式会社

No.	事象者PRAモデルの適切性の確認項目	質問管理NO.	確認事項の質問事項	回答
119		3.(6)-9-3	再循環ユニット出口側のダクト開放機構の開放によって、再循環ファンを使用する場合におけるダクト開放機構の成功基準の根拠を提示ください。	有効性評価及びPRAでは、CV再循環ファンによるCV内冷却には期待していない。また、CV内自然対流冷却時にCV再循環ファンの運転は不要である。そのため、成功基準の設定及び根拠は不要であり存在しない。
120		3.(6)-9-4	再循環ユニットのモデル化に関して簡略化した範囲とその根拠を提示ください。	貸与資料に記載のシステムの評価対象範囲の明確化の考え方に従い、系統構成図からシステム評価対象とする系統の範囲を決定している。
121		3.(6)-9-5	使命時間に24時間のもの168時間のものがあるが、この差異の根拠を提示ください。	基本的な考え方についてはNo.80、質問管理No.3.(6)-3.b-5参照。 CV内自然対流冷却もCV機能を維持することにより被ばく防止に寄与する長期緩和設備として考え、被ばく防止に必要な長期緩和設備として使命時間を168時間に設定している。
122		3.(6)-9-6	サージタンクに接続する自動開放の機能を有している弁の従属関係のある機器、信号等を提示ください。	従属関係にある機器や信号等は、弁の作動に必要な電源やサージタンク圧力に関連する計器・信号である。
123		3.(6)-9-7	窒素ポンプによるサージタンクの加圧について、窒素ポンプの必要数の根拠を提示ください。	貸与資料に記載されている全数とした。
124		3.(6)-9-8	窒素ポンプの供給に必要な圧力計装を提示ください。	窒素ポンプの供給ライン上にある圧力計が必要である。
125		3.(6)-9-9	CCW Bヘッダの外部リークの際に、サージタンクの加圧失敗とする根拠を確認したい。	CCW Bヘッダでの外部リーク発生時にはCCW系統のパウンドリが維持されていないため、サージタンクの加圧には期待できないためである。
126		3.(6)-9-10	再循環ユニットの構造と破損モードの設定根拠を提示ください。	CV再循環ユニットは、主に熱交換器とフィルタから構成されるため、熱交換器、フィルタに対する故障モードから設定している。
127		3.(6)-9-11	再循環ユニットに接続する弁において外部リークをスクリーンアウトされているものに関して、その根拠を提示ください。	格納容器自然対流冷却（原子炉補機冷却水系）のサポート系である原子炉補機冷却水系の故障としてモデル化しているためである。
128		3.(6)-9-12	通常運転時と事故時に起動の必要な機器の整理結果を提示ください。	格納容器再循環ユニットの通常運転時と事故時の運転状態は貸与資料に記載の通りである。