

故障モード影響解析による運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の異常事象の選定

2021年1月12日

日本原子力研究開発機構 大洗研究所 高速実験炉部

設置許可基準規則の第13条（運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止）における運転時の異常な過渡変化（以下「A00」という。）及び設計基準事故（以下「DBA」という。）について、異常事象の選定の網羅性を確認するため故障モード影響解析（以下「FMEA」という。）を実施した。

<FMEAの前提条件>

- ①「炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に至る要因等、②「炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化」又は「炉心冷却能力の低下に至る事故」に至る要因等、③「環境への放射性物質の異常な放出」に至る要因等を対象とする。
- アイテムは、上記①～③について、設置変更許可申請書添付書類八に記載された関連する構成部品等を対象とする。なお、構成部品の詳細化の度合いは、その影響に鑑み、技術的に判断・決定できるものとする。上記①では、基本的に、原子炉容器内に設置・保有する構成部品等を対象とした。上記②では、基本的に、最終ヒートシンクに熱輸送するための構成部品等を対象とした、上記③では、放射性物質を保有する構成部品等を対象とした。
- 故障モードは、対象とするアイテムについて、基本的に、構造上考えられる範囲を検討対象とする。ただし、その検討の度合いは、当該故障モードを発生させる原因の蓋然性に応じて、技術的に判断・決定できるものとする。
- 故障影響では、上記①～③に該当するか否かを判断するための項目を設定し、該当有無を検討する。上記①では、「核分裂数の変化」、「中性子吸収の変化」、「中性子漏えいの変化」を判断項目とし、「炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」への該当有無を評価する。上記②では、「燃料温度の変化」、「被覆管温度の変化」、「冷却材温度の変化」を判断項目とし、「炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化」又は「炉心冷却能力の低下に至る事故」への該当有無を評価する。上記③では、「放射性物質の放出」を判断項目とし、「環境への放射性物質の異常な放出」への該当有無を評価する。
- 故障影響の大きさは、設定した故障影響の大きさを「高」、「中」、「低」に分類する。上記①及び②では、「安全保護回路の動作が生じるもの：高」、「安全保護回路の動作を要しないもの：中」、「故障の影響が生じないもの及び安全側に動作するもの：低」とする。上記③では、「環境への放射性物質の放出が生じるもの：高」、「放射性物質の放出が管理区域内に留まるもの：中」、「放射性物質の放出が機器バウンダリ内に留まるもの：低」とする。
- 故障影響の頻度は、設定した故障影響の頻度を「高」、「中」、「低」、「極低」に分類する。「通常運転時において発生することが想定される事象：高」、「運転時の異常な過渡変化に相当する事象：中」、「設計基準事故に相当する事象：低」、「発生頻度が設計基準事故よりも低いと想定される事象：極低」とする。

- 故障影響評価では、「炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」、「炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化」又は「炉心冷却能力の低下に至る事故」、「環境への放射性物質の異常な放出」に該当すると判断したものについて、その取扱いを検討する（A00 又は DBA に設定／他の事象に代表されることで想定事象から割愛等）。以下に、①～③に至る要因等における故障影響の大きさ及び頻度に基づく故障影響評価の基本的な考え方を示す。

① 「炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」

- 機器の故障等を想定するものは、故障影響の頻度は「中」、「低」又は「極低」に該当。
- 地震の故障影響の頻度は「低」とした。
- 燃焼、温度変化に伴う物理現象による故障影響の頻度は「高」とした。
- 故障影響の大きさ及び頻度に基づく故障影響評価の基本的な考え方は以下のとおりとした。

た。

低 低：故障の影響が生じないもの又は安全側に動作するものであり、設計上無視できる。

低 中：故障の影響が生じないもの又は安全側に動作するものであり、設計上無視できる。

低 高：故障の影響が生じないもの又は安全側に動作するものであり、設計上無視できる。

中 低：事故として考慮が必要であるが、別事象に代表される。

中 中：過渡事象として考慮が必要であるが、別事象に代表される。ただし、当該事象を過渡事象として対応する場合がある。

中 高：運転管理、設計、施工、維持管理等による対応し、影響は顕在化しない又は影響は別事象に代表される。

高 低：事故として対応する。ただし、別事象に代表される場合がある。

高 中：過渡事象として対応する。ただし、別事象に代表される場合がある。

高 高：－（設計上の措置により、該当する事象は存在しない。）

② 「炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化」又は「炉心冷却能力の低下に至る事故」

- 機器の故障等を想定するものであり、故障影響の頻度は「中」又は「低」に該当。
- 故障影響の大きさ及び頻度に基づく故障影響評価の基本的な考え方は以下のとおりとした。

低 低：故障の影響が生じないもの又は安全側に動作するものであり、設計上無視できる。

低 中：故障の影響が生じないもの又は安全側に動作するものであり、設計上無視できる。

中 低：事故として考慮が必要であるが、別事象に代表される。

中 中：過渡事象として考慮が必要であるが、別事象に代表される。ただし、当該事象を過渡事象として対応する場合がある。

高 低：事故として対応する。ただし、別事象に代表される場合がある。

高 中：過渡事象として対応する。ただし、別事象に代表される場合がある。

③ 「環境への放射性物質の異常な放出」

- バウンダリの破損を想定するものであり、故障影響の頻度は「低」に該当。
- 故障影響の大きさ及び頻度に基づく故障影響評価の基本的な考え方は以下のとおりとし

た。

低 低：「環境への放射性物質の異常な放出」に該当しない。

中 低：「環境への放射性物質の異常な放出」に該当しない。

高 低：事故として対応する。ただし、別事象に代表される場合がある。

以上

アイテム 構成	機能	故障モード (着目するパラメータ)	故障原因 (パラメータの変動要因)	故障影響			故障影響の大きさ	故障影響の頻度	故障影響評価						
				核分裂数の変化	中性子吸収の変化	中性子漏洩の変化									
燃料集合体	炉心燃料集合体	内側燃料集合体	燃料ペレット	核分裂源	燃料の組成変化	燃焼に伴うTRU蓄積	○	○	-	低	高	燃焼に伴う核燃料物質の減少により、負の反応度が卓越するため、正の反応度の影響として顕在化せず、「炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に非該当。			
				形状保持	燃料の密度変化	焼きしまり	○	-	-	中	高	径方向はスミア密度には影響がなく、また、軸方向の密度変化量による正の反応度影響は軽微であり、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。			
				形状保持	燃料の密度変化（スランピング）	スランピング	○	-	-	高	極低	「炉心内の反応度増大」に該当。DBA「燃料スランピング事故」として想定。			
				FP保持	FPガスの移動	熱勾配	-	○	-	低	高	ペレット中の熱勾配による揮発性FPのペレット内移動で、極微小な事象であり、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。			
				FP保持	FPガスの放出	ペレットのクラック発生	-	○	-	低	高	揮発性FPのペレットからガスプレナムへの移動で、極微小な事象であり、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。			
			インシュレータペレット、 上下部反射体ペレット	熱遮蔽、中性子遮蔽	密度変化	熱収縮	-	-	○	中	高	径方向はスミア密度には影響がなく、軸方向の密度変化量による正の反応度影響は軽微であり、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。			
			被覆管	燃料保持・冷却	構造材の密度変化	熱収縮、スエリング	○	-	-	中	高	径方向はスミア密度には影響がなく、軸方向の密度変化量による正の反応度影響は軽微であり、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。			
				燃料保持・冷却	ギャップコンダクタンスの低下	被覆管破損に伴うHeガス漏洩	○	-	-	低	低	燃料温度上昇による負の反応度投入であり、「炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に非該当。			
			燃料要素	冷却	燃料のドップラ反応度の変化	温度低下によるドップラ反応度投入	○	○	-	中	中	「炉心内の反応度の異常な変化」に該当。ただし、燃料温度低下時のドップラによる反応度投入の影響は、燃料温度低下型的事象に代表することができ、AOO「1次冷却材流量減少」等に包絡。			
				形状保持	被覆管の体積膨張	スエリング	○	-	-	低	高	体積膨張に伴う負の反応度投入であり、「炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に非該当。			
				核分裂源	燃料の組成変化	誤装荷、誤製作	○	-	-	中	極低	外側燃料ピンを内側燃料に誤装荷等したとしても、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。また、誤装荷等による過剰反応度の増大に関しては、原子炉起動時に過剰反応度・炉停止余裕を確認し、制限を逸脱した場合は原子炉を停止するものとしている。			
				核分裂源	径方向変位	要素湾曲	○	-	-	低	高	燃料要素は相互に拘束し、移動量が限られるため、要素湾曲による正の反応度影響は軽微であり、基本的に、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。			
				核分裂源	径方向変位	地震変位	○	-	-	低	低	燃料要素は相互に拘束し、移動量が限られるため、地震による径方向変位で生じる正の反応度影響は軽微であり、基本的に、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。また、150ガルを超える地震については、安全保護回路の動作によりスクラムする設計としている。			
				FP保持	FPガスの放出	被覆管破損	-	○	-	低	低	負の反応度投入であり、「炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に非該当。			
			集合体	核分裂源	配置の変化	誤装荷	○	-	-	中	極低	外側燃料を内側領域に誤装荷したとしても、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。また、誤装荷等による過剰反応度の増大に関しては、原子炉起動時に過剰反応度・炉停止余裕を確認し、制限を逸脱した場合は原子炉を停止するものとしている。			
				核分裂源	径方向変位	炉心湾曲	○	-	-	低	高	炉心構成要素は相互に拘束し、移動量が限られるため、炉心湾曲による正の反応度影響は軽微であり、基本的に、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。			
				核分裂源	径方向変位	地震変位	○	-	-	低	低	炉心構成要素は相互に拘束し、移動量が限られるため、地震による径方向変位で生じる正の反応度影響は軽微であり、基本的に、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。また、150ガルを超える地震については、安全保護回路の動作によりスクラムする設計としている。			
				制御棒と炉心の 相対位置保持	軸方向変位	地震変位	-	○	-	低	低	地震変位による反応度投入は、「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。150ガルを超える地震については、安全保護回路の動作によりスクラムする設計としており、正の反応度影響は軽微であり、基本的に、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。また、その影響は、DBA「燃料スランピング事故」で代表。			
			照射燃料集合体	外側燃料集合体											
				A型										※ 内側燃料集合体に同じ	
				B型										※ 内側燃料集合体に同じ	
				C型										※ 内側燃料集合体に同じ	
				D型										※ 内側燃料集合体に同じ	
			反射体	反射体	内側反射体	反射体要素	中性子反射	構造材の密度変化	熱収縮、スエリング	-	-	○	低	高	反応度影響は極軽微であり、正の反応度の影響として顕在化しない。
							中性子反射	配置の変化	誤装荷	-	-	○	低	極低	誤装荷したとしても、過剰反応度がBOCにおいて変化するのみであり、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。また、誤装荷等による過剰反応度の増大に関しては、原子炉起動時に過剰反応度・炉停止余裕を確認し、制限を逸脱した場合は原子炉を停止するものとしている。
							中性子反射	径方向変位	炉心湾曲	-	-	○	低	高	反応度影響は極軽微であり、正の反応度の影響として顕在化しない。
							中性子反射	径方向変位	地震変位	-	-	○	低	低	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。設計上無視できる。極微小かつ緩慢な事象であり、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。
集合体	中性子反射	配置の変化				誤装荷	-	-	○	低	極低	誤装荷したとしても、過剰反応度がBOCにおいて変化するのみであり、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。また、誤装荷等による過剰反応度の増大に関しては、原子炉起動時に過剰反応度・炉停止余裕を確認し、制限を逸脱した場合は原子炉を停止するものとしている。			
	中性子反射	径方向変位				炉心湾曲	-	-	○	低	高	反応度影響は極軽微であり、正の反応度の影響として顕在化しない。			
	中性子反射	径方向変位				地震変位	-	-	○	低	低	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。極微小かつ緩慢な事象であり、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。			

アイテム 構成				機能	故障モード (着目するパラメータ)	故障原因 (パラメータの変動要因)	故障影響 核分裂数の変化 中性子吸収の変化 中性子漏洩の変化			故障影響の大きさ	故障影響の頻度	故障影響評価	
外側反射体 (A)				※ 内側反射体と同じ									
材料照射用反射体				※ 内側反射体と同じ。照射試料は移動または状態の変化が生じた場合においても反応度が異常に投入されないように設計。									
炉心構成要素	遮へい集合体	遮へい集合体	遮へい要素	中性子遮へい	構造材の密度変化	熱収縮、スエリング	-	-	○	低	高	反応度影響は極軽微であり、正の反応度の影響として顕在化しない。	
				中性子遮へい	配置の変化	誤装荷	-	-	○	低	極低	誤装荷したとしても、過剰反応度がBOCにおいて変化するのみであり、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。また、誤装荷等による過剰反応度の増大に関しては、原子炉起動時に過剰反応度・炉停止余裕を確認し、制限を逸脱した場合は原子炉を停止するものとしている。	
				中性子遮へい	径方向変位	炉心湾曲	-	-	○	低	高	反応度影響は極軽微であり、正の反応度の影響として顕在化しない。	
				中性子遮へい	径方向変位	地震変位	-	-	○	低	低	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。極微小かつ緩慢な事象であり、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。	
				中性子遮へい	配置の変化	誤装荷	-	-	○	低	極低	誤装荷したとしても、過剰反応度がBOCにおいて変化するのみであり、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。また、誤装荷等による過剰反応度の増大に関しては、原子炉起動時に過剰反応度・炉停止余裕を確認し、制限を逸脱した場合は原子炉を停止するものとしている。	
				中性子遮へい	径方向変位	炉心湾曲	-	-	○	低	高	反応度影響は極軽微であり、正の反応度の影響として顕在化しない。	
その他 (中性子源)		中性子源集合体	中性子源	構造材の密度変化	熱収縮、スエリング	-	-	○	低	高	反応度影響は極軽微であり、正の反応度の影響として顕在化しない。		
			中性子源	配置の変化	誤装荷	-	-	○	低	極低	誤装荷したとしても、過剰反応度がBOCにおいて変化するのみであり、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。また、誤装荷等による過剰反応度の増大に関しては、原子炉起動時に過剰反応度・炉停止余裕を確認し、制限を逸脱した場合は原子炉を停止するものとしている。		
			中性子源	径方向変位	炉心湾曲	-	-	○	低	高	反応度影響は極軽微であり、正の反応度の影響として顕在化しない。		
			中性子源	径方向変位	地震変位	-	-	○	低	低	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。設計上無視できる。極微小かつ緩慢な事象であり、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。		
制御設備	制御棒	制御棒	制御要素	出力制御・停止	中性子吸収材 (ペレット) の移動	ペレット溶融	-	○	-	低	極低	負の反応度投入かつ緩慢な事象であり、「炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に非該当。	
			出力制御・停止	上下移動	飛び出し	-	○	-	高	極低	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。原子炉容器は加圧されておらず、また、運転中、制御棒はエクステンションロッドを介して、制御棒駆動機構に吊り下げられ、設計上防止されている。反応度投入は、DBA「燃料スランピング事故」に代表される。		
			出力制御・停止	上下移動	浮き上がり	-	○	-	中	低	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。運転中、制御棒はエクステンションロッドを介して、制御棒駆動機構に吊り下げられ、浮き上がり量は限定される。その反応度投入は、DBA「燃料スランピング事故」に代表される。		
			出力制御・停止	上下移動	落下	-	○	-	低	低	負の反応度投入であり、「炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に非該当。		
			出力制御・停止	径方向移動	流力振動	-	○	-	低	低	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。設計上防止されている。振動は極微小であり、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。		
			出力制御・停止	径方向移動	地震変位	-	○	-	低	低	地震変位による反応度投入は、「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。150ガルを超える地震については、安全保護回路の動作によりスクラムする設計としており、正の反応度影響は軽微であり、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。		
			CRと炉心の相対位置保持	上下移動	地震変位	-	○	-	低	低	地震変位による反応度投入は、「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。150ガルを超える地震については、安全保護回路の動作によりスクラムする設計としており、正の反応度影響は軽微であり、基本的に、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。また、その影響は、DBA「燃料スランピング事故」で代表。		
	制御棒駆動系	制御棒駆動機構	制御棒集合体駆動	上下移動	誤引抜 (出力運転中)	-	○	-	中	中	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。AOO「出力運転中の制御棒の異常な引抜き」として想定。		
			制御棒集合体駆動	上下移動	誤引抜 (未臨界状態)	-	○	-	中	中	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。AOO「未臨界からの制御棒の異常な引抜き」として想定。		
			制御棒集合体駆動	上下移動	急速引抜	-	○	-	中	低	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。制御棒駆動機構は、ボールナットスクリュ方式でモータ駆動となっており、一定以上の速度は出ない設計としており、急速引抜の正の反応度影響はAOO「出力運転中の制御棒の異常な引抜き」で想定される。それ以上の反応度投入は、DBA「燃料スランピング事故」に代表される。		
非常用制御設備	後備炉停止制御棒	集合体	出力制御・停止	上下移動	落下	-	○	-	低	中	負の反応度投入であり、「炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に非該当。		
		後備炉停止制御棒駆動機構上部案内管	制御棒集合体駆動	上下移動	熱収縮	-	○	-	低	高	反応度影響は極軽微であり、正の反応度の影響として顕在化しない。		
計測線付実験装置	上部構造	案内管	試料部	試料部可動有	照射物	実験物の密度変化	熱膨張	-	-	○	低	高	反応度影響は極軽微であり、正の反応度の影響として顕在化しない。
				照射物	実験物の移動	誤操作	-	○	-	低	低	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。ただし、実験設備は、移動または状態の変化が生じた場合においても反応度が異常に投入されないことを添付書類8で定めており、設計上防止されている。	
				照射物	実験物の密度変化	熱膨張	-	-	○	低	高	反応度影響は極軽微であり、正の反応度の影響として顕在化しない。	
				試料部可動無	照射物	実験物の密度変化	熱膨張	-	-	○	低	高	反応度影響は極軽微であり、正の反応度の影響として顕在化しない。
本体設備				※ 材料照射用反射体と同じ									

アイテム 構成				機能	故障モード (着目するパラメータ)	故障原因 (パラメータの変動要因)	故障影響			故障影響の大きさ	故障影響の頻度	故障影響評価
							核分裂数の変化	中性子吸収の変化	中性子漏洩の変化			
実験設備	照射用実験装置	スペクトル調整設備	減速要素	スペクトル調整	密度変化	熱収縮、スエリング	-	-	○	低	高	反応度影響は極軽微であり、正の反応度の影響として顕在化しない。
				スペクトル調整	配置の変化	誤装荷	-	-	○	低	極低	誤装荷したとしても、過剰反応度がBOCにおいて変化するのみであり、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。また、誤装荷等による過剰反応度の増大に関しては、原子炉起動時に過剰反応度・炉停止余裕を確認し、制限を逸脱した場合は原子炉を停止するものとしている。
				スペクトル調整	径方向変位	炉心湾曲	-	-	○	低	高	反応度影響は極軽微であり、正の反応度の影響として顕在化しない。
			集合体	スペクトル調整	径方向変位	地震変位	-	-	○	低	低	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。燃料領域とは離れており、極微小かつ緩慢な事象であり、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。
				スペクトル調整	配置の変化	誤装荷	-	-	○	低	極低	誤装荷したとしても、過剰反応度がBOCにおいて変化するのみであり、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。また、誤装荷等による過剰反応度の増大に関しては、原子炉起動時に過剰反応度・炉停止余裕を確認し、制限を逸脱した場合は原子炉を停止するものとしている。
				スペクトル調整	径方向変位	炉心湾曲	-	-	○	低	高	反応度影響は極軽微であり、正の反応度の影響として顕在化しない。
炉心構造物	炉心支持構造物	炉心支持板	集合体配置維持	炉心支持板の密度変化	熱収縮	○	-	-	低	高	物質固有の熱膨張率に起因するため、収縮量が限られるため、熱収縮での燃料ピッチの変化による正の反応度影響は軽微であり、基本的に、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。	
	炉心バレル構造物	バレル構造体 中性子遮へい体	中性子遮蔽 構造材の密度変化	熱収縮	熱収縮	-	-	○	低	高	反応度影響は極軽微であり、正の反応度の影響として顕在化しない。	
原子炉容器				CRと炉心の相対位置保持	原子炉容器の配置の変化	軸方向熱膨張	-	○	-	低	高	反応度影響は極軽微であり、正の反応度の影響として顕在化しない。
放射線遮蔽体	回転ブラグ	大回転ブラグ	CRと炉心の相対位置保持	上下移動	浮き上がり	-	○	-	中	低	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。原子炉容器は加圧されておらず、また、回転ブラグはボルトで固定される設計としており、正の反応度影響は軽微であり、出力運転中の正の反応度投入事象としては顕在化しない。また、その影響は、反応度投入は、DBA「燃料スランピング事故」に代表される。	
		小回転ブラグ	CRと炉心の相対位置保持	上下移動	浮き上がり	-	○	-	中	低	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。原子炉容器は加圧されておらず、また、回転ブラグはボルトで固定される設計としており、正の反応度影響は軽微であり、出力運転中の正の反応度投入事象としては顕在化しない。また、その影響は、反応度投入は、DBA「燃料スランピング事故」に代表される。	
		炉心上部機構	CRと炉心の相対位置保持	上下移動	浮き上がり	-	○	-	中	低	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。原子炉容器は加圧されておらず、また、回転ブラグはボルトで固定される設計としており、正の反応度影響は軽微であり、出力運転中の正の反応度投入事象としては顕在化しない。また、その影響は、反応度投入は、DBA「燃料スランピング事故」に代表される。	
	遮へいグラフィイト		中性子遮蔽	グラフィイトの密度変化	熱収縮	-	-	○	低	高	反応度影響は極軽微であり、正の反応度の影響として顕在化しない。	
	生体遮へい体		中性子遮蔽	遮へいコンクリートの密度変化	熱収縮	-	-	○	低	高	反応度影響は極軽微であり、正の反応度の影響として顕在化しない。	
1次主冷却系	主中間熱交換器		最終ヒートシンクへの熱輸送	熱交換の増大	冷却材流量増大 原子炉冷却材温度制御系故障等 (2次側冷却材温度低下)	○	-	-	高	中	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。ただし、熱交換増大による反応度投入の影響は、原子炉入口冷却材温度低下事象に代表することができ、AOO「2次冷却材流量増大」、「主冷却器空気風量の増大」に包絡。	
				熱交換の減少	冷却材流量減少 原子炉冷却材温度制御系故障等 (2次側冷却材温度上昇)	○	-	-	高	中	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。ただし、燃料温度低下時のドップラ反応度投入の影響は、燃料温度低下型の事象に代表することができ、AOO「2次冷却材流量減少」等に包絡。	
					伝熱管閉塞	○	-	-	高	低	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。ただし、燃料温度低下時のドップラ反応度投入の影響は、燃料温度低下型の事象に代表することができ、DBA「2次主循環ポンプ軸固着事故」等に包絡。	
					伝熱管破損	○	-	-	高	低	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。ただし、燃料温度低下時のドップラ反応度投入の影響は、燃料温度低下型の事象に代表することができ、DBA「2次主循環ポンプ軸固着事故」等に包絡。	
	1次主循環ポンプ	ポンプ本体	最終ヒートシンクへの熱輸送	流量増大	※ 1次冷却材流量制御系に同じ							
				流量減少	フローコストダウン	○	-	-	高	中	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。燃料温度低下時のドップラ反応度投入の影響は、燃料温度低下型の事象に代表することができ、AOO「1次冷却材流量減少」等に包絡。	
					機器破損(羽根車破損等)	※ フローコストダウンに同じ						
	駆動用主電動機	最終ヒートシンクへの熱輸送	流量増大	※ 1次冷却材流量制御系に同じ								
			流量減少	※ ポンプ本体に同じ								
	1次冷却材流量制御系		最終ヒートシンクへの熱輸送	流量増大	流量制御系故障	○	-	-	中	中	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。AOO「1次冷却材流量増大」に包絡。	
流量減少				※ ポンプ本体に同じ								
配管		冷却材の保持	インベントリ減少	※ 冷却材に同じ								
			インベントリ増大	補助中間熱交換器破損・オーバーフロー系故障	○	-	-	中	中	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。冷ナトリウム流入による影響は、原子炉入口冷却材温度が低下する事象に代表することができ、AOO「1次冷却材流量増大」に包絡。		
				熱収縮	○	○	○	中	高	冷却材固有の熱膨張率に起因するため、収縮量が限られるため、熱収縮での密度変化による正の反応度影響は軽微であり、基本的に、出力運転中の正の反応度投入事象として顕在化しない。		

アイテム 構成品		機能	故障モード (着目するパラメータ)	故障原因 (パラメータの変動要因)	故障影響			故障影響の大きさ	故障影響の頻度	故障影響評価	
					核分裂数の変化	中性子吸収の変化	中性子漏洩の変化				
冷却材		最終ヒートシンクへの熱 輸送	冷却材の密度変化	制御棒からHe放出	○	○	○	低	高	Heベント孔は燃料より上方にあり、反応度の影響として顕在化せず、「炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に非該当。	
				カバースラス巻き込み	○	○	○	低	中	負の反応度投入であり、「炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に非該当。	
			冷却材への不純物の混入	吸収材の混入	-	○	-	低	低	負の反応度投入であり、「炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に非該当。	
				減速材（OPU潤滑油等）の混入	○	-	-	中	低	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。設計上防止されている。反応度投入は、DBA「燃料スランピング事故」に代表される。	
			インベントリ減少	1次冷却材漏えい	○	-	-	高	低	「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に該当。燃料温度低下時のドブドラ反応度投入の影響は、燃料温度低下型の事象に代表することができ、DBA「1次冷却材漏えい事故」に包絡。	
2次主冷却系	主冷却機	主冷却器	最終ヒートシンクへの熱 輸送	熱交換の増大						直接的な反応度影響はなく、「炉心内の反応度の異常な変化」又は「炉心内の反応度増大」に非該当。 ただし、温度を媒介として炉心反応度へ影響するため、原子炉入口冷却材温度上昇型、原子炉入口冷却材温度低下型の事象に包絡。	
			最終ヒートシンクへの熱 輸送	熱交換の減少							
		主送風機設備	主送風機（電磁ブレーキを含む）	最終ヒートシンクへの熱 輸送	風量増大						
				最終ヒートシンクへの熱 輸送	風量減少						
			インレットベーン	最終ヒートシンクへの熱 輸送	風量増大						
			最終ヒートシンクへの熱 輸送	風量減少							
		出入口ダンパ	最終ヒートシンクへの熱 輸送	風量増大							
			最終ヒートシンクへの熱 輸送	風量減少							
		ダクト類	最終ヒートシンクへの熱 輸送	風量増大							
			最終ヒートシンクへの熱 輸送	風量減少							
	原子炉冷却材温度制御系		最終ヒートシンクへの熱 輸送	風量増大							
	2次主循環ポンプ	ポンプ本体	最終ヒートシンクへの熱 輸送	流量増大							
			最終ヒートシンクへの熱 輸送	流量減少							
		駆動用電動機	最終ヒートシンクへの熱 輸送	流量増大							
	配管		冷却材の保持	インベントリ減少							
冷却材		最終ヒートシンクへの熱 輸送	インベントリ増大								
			インベントリ減少								

「炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化」又は「炉心冷却能力の低下に至る事故」に至る要因等

炉心構成要素	アイテム (構成品)	機能	故障モード (着目するパラメータ)	故障原因 (パラメータの変動要因)	故障影響			故障影響の大きさ	故障影響の頻度	故障影響評価		
					燃料温度の変化	被覆管温度の変化	冷却材温度の変化					
炉心構成要素	燃料集合体	内側燃料集合体	集集体	流路の確保	冷却材流路の局所閉塞	異物 (OPU潤滑油含む) の混入等	-	○	○	中	低	「炉心冷却能力の低下に至る事故」に該当。ただし、エントランスノズルの冷却材流路は多孔構造を有し、局所閉塞時の影響は、DBA「冷却材流路閉塞事故」に包絡。また、1次主循環ポンプ潤滑油の冷却材中への混入は、設計上防止。
			燃料要素 スパイラルワイヤ	流路の確保	冷却材流路の局所閉塞	異物の混入等 (スエリング、流力振動含む)	-	○	○	中	低	「炉心冷却能力の低下に至る事故」に該当。DBA「冷却材流路閉塞事故」として想定。 ※ 既許可に、「冷却材流路閉塞事故」に該当する事象はなく、当該事故は、本申請において追加。
			被覆管	放射性物質 (FPガスを含む) の保持	破損によるガスジェット放出	局所閉塞等に起因する万一の被覆管破損等	-	○	○	中	低	万一の被覆管の破損の発生を仮定したものであるが、「炉心冷却能力の低下に至る事故」に該当。DBA「冷却材流路閉塞事故」の一部として想定。
				燃料保持・冷却	ギャップコンダクタンスの低下	被覆管破損に伴うHeガス漏洩	○	-	-	中	低	「炉心冷却能力の低下に至る事故」に該当。ただし、局所的な熱能力低下が発生する事象であり、DBA「冷却材流路閉塞事故」に代表。
		燃料ペレット	発熱源	局所的な過出力	集合体の誤装荷 燃料ペレットの誤装荷等	○	○	○	中	低	「炉心冷却能力の低下に至る事故」に該当。ただし、局所的にP/F (出力と流量の比) のバランスが劣化する事象であり、また、出力運転中に顕在化する事象ではないため、DBA「冷却材流路閉塞事故」に代表。	
	照射燃料集合体	外側燃料集合体				※ 内側燃料集合体に同じ						
		A型				※ 内側燃料集合体に同じ						
		B型				※ 内側燃料集合体に同じ						
		C型				※ 内側燃料集合体に同じ						
		D型				※ 内側燃料集合体に同じ						
1次主冷却系	主中間熱交換器	最終ヒートシンクへの熱輸送	熱交換の増大	冷却材流量増大 原子炉冷却材温度制御系故障等 (2次側冷却材温度低下)	-	○	○	高	中	「炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化」に該当。ただし、最終ヒートシンクへの熱輸送機能の喪失は、最終的な熱の逃がし場である主冷却機の機能喪失で代表することができ、AOO「主冷却器空気流量の増大」に包絡。		
				冷却材流量減少 原子炉冷却材温度制御系故障等 (2次側冷却材温度上昇)	-	○	○	高	中	「炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化」に該当。ただし、最終ヒートシンクへの熱輸送機能の喪失は、最終的な熱の逃がし場である主冷却機の機能喪失で代表することができ、AOO「主冷却器空気流量の減少」に包絡。また、DBA「主送風機風量瞬時低下事故」にも包絡。また、冷却材流量減少に着目した場合であっても、AOO「2次冷却材流量減少」又はDBA「2次主循環ポンプ軸固着事故」に包絡。		
			熱交換の減少	伝熱管閉塞	-	○	○	高	低	「炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化」に該当。ただし、最終ヒートシンクへの熱輸送機能の喪失は、最終的な熱の逃がし場である主冷却機の機能喪失で代表することができ、AOO「主冷却器空気流量の減少」に包絡。また、DBA「主送風機風量瞬時低下事故」にも包絡。また、冷却材流量減少に着目した場合であっても、AOO「2次冷却材流量減少」又はDBA「2次主循環ポンプ軸固着事故」に包絡。		
				伝熱管破損	-	○	○	高	低	「炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化」に該当。ただし、最終ヒートシンクへの熱輸送機能の喪失は、最終的な熱の逃がし場である主冷却機の機能喪失で代表することができ、AOO「主冷却器空気流量の減少」に包絡。また、DBA「主送風機風量瞬時低下事故」にも包絡。また、冷却材流量減少に着目した場合であっても、AOO「2次冷却材流量減少」又はDBA「2次主循環ポンプ軸固着事故」に包絡。		
	1次主循環ポンプ	ポンプ本体	最終ヒートシンクへの熱輸送	流量増大	※ 1次冷却材流量制御系に同じ							
				流量減少	機器破損 (羽根車破損等)	-	○	○	高	中	「炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化」に該当。AOO「1次冷却材流量減少」として想定。	
		アウトターケーシング	冷却材の保持	軸固着	-	○	○	高	低	「炉心冷却能力の低下に至る事故」に該当。DBA「1次主循環ポンプ軸固着事故」として想定。		
					※ MSに該当する機器であり、AOO&DBAの起因事象に非該当							
		駆動用主電動機	最終ヒートシンクへの熱輸送	流量増大	※ 1次冷却材流量制御系に同じ							
				流量減少	※ ポンプ本体に同じ							
	ボニーマータ	異常時の冷却材流量確保	※ MSに該当する機器であり、AOO&DBAの起因事象に非該当									
	1次冷却材流量制御系	最終ヒートシンクへの熱輸送	流量増大	流量制御系故障	○	-	-	中	中	「炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化」に該当。AOO「1次冷却材流量増大」として想定。		
	配管	冷却材の保持	インベントリ減少	※ ポンプ本体に同じ ※ 冷却材に同じ								
	冷却材	最終ヒートシンクへの熱輸送	インベントリ増大	補助中間熱交換器破損・オーパフロー系故障	○	-	-	中	中	「炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化」に該当。ただし、冷ナトリウムの流入による影響は、原子炉入口冷却材温度が低下する事象に代表することができ、AOO「1次冷却材流量増大」に包絡。		
インベントリ減少			1次冷却材漏えい	-	○	○	高	低	「炉心冷却能力の低下に至る事故」に該当。DBA「1次冷却材漏えい事故」として想定。			
2次主冷却系	主冷却器	最終ヒートシンクへの熱輸送	熱交換の増大	2次冷却材流量増大・風量増大 原子炉冷却材温度制御系故障等 (2次側冷却材温度低下)	-	○	○	高	中	「炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化」に該当。ただし、最終ヒートシンクへの熱輸送機能の喪失は、最終的な熱の逃がし場である主冷却機のうち主送風機の機能喪失で代表することができ、AOO「主冷却器空気流量の増大」に包絡。		
				2次冷却材流量減少・風量減少 原子炉冷却材温度制御系故障等 (2次側冷却材温度上昇)	-	○	○	高	中	「炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化」に該当。ただし、最終ヒートシンクへの熱輸送機能の喪失は、最終的な熱の逃がし場である主冷却機のうち主送風機の機能喪失で代表することができ、AOO「主冷却器空気流量の減少」に包絡。また、DBA「主送風機風量瞬時低下事故」にも包絡。また、冷却材流量減少に着目した場合であっても、AOO「2次冷却材流量減少」又はDBA「2次主循環ポンプ軸固着事故」に包絡。		
			熱交換の減少	伝熱管閉塞又は冷却フィン破損	-	○	○	高	低	「炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化」に該当。ただし、最終ヒートシンクへの熱輸送機能の喪失は、最終的な熱の逃がし場である主冷却機のうち主送風機の機能喪失で代表することができ、AOO「主冷却器空気流量の減少」に包絡。また、DBA「主送風機風量瞬時低下事故」にも包絡。		
				伝熱管破損	-	○	○	高	低	「炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化」に該当。ただし、最終ヒートシンクへの熱輸送機能の喪失は、最終的な熱の逃がし場である主冷却機のうち主送風機の機能喪失で代表することができ、AOO「主冷却器空気流量の減少」に包絡。また、DBA「主送風機風量瞬時低下事故」にも包絡。		
	主送風機	主送風機 (電磁ブレーキを含む)	最終ヒートシンクへの熱輸送	風量増大	※ 原子炉冷却材温度制御系に同じ							
				風量減少	機器破損 (羽根車破損等)	-	○	○	高	中	「炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化」に該当。AOO「主冷却器空気流量の減少」として想定。	
		インレットベーン	最終ヒートシンクへの熱輸送	軸固着又は電磁ブレーキ誤作動	-	○	○	高	低	「炉心冷却能力の低下に至る事故」に該当。DBA「主送風機風量瞬時低下事故」として想定。		
					※ 原子炉冷却材温度制御系に同じ							
		出入口ダンパ	最終ヒートシンクへの熱輸送		※ 原子炉冷却材温度制御系に同じ							
					※ 原子炉冷却材温度制御系に同じ							
	ダクト類	最終ヒートシンクへの熱輸送		※ 原子炉冷却材温度制御系に同じ								
				※ 原子炉冷却材温度制御系に同じ								
	駆動用電動機	最終ヒートシンクへの熱輸送		※ 主送風機本体に同じ								
				※ 主送風機本体に同じ								
	原子炉冷却材温度制御系	最終ヒートシンクへの熱輸送	風量増大	温度制御系故障 (インレットベーン及び出入口ダンパの誤動作を含む) (ベーン・ダンパ・出口ダクト破損等による圧力損失の低下を含む)	○	-	-	高	中	「炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化」に該当。AOO「主冷却器空気流量の増大」として想定。		
風量減少			温度制御系故障 (インレットベーン及び出入口ダンパの誤動作を含む) (ダクト閉塞等による圧力損失の増大/入口ダクト破損を含む)	-	○	○	高	中	「炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化」又は「炉心冷却能力の低下に至る事故」に該当。ただし、最終ヒートシンクへの熱輸送機能の喪失は、最終的な熱の逃がし場である主冷却機のうち主送風機の機能喪失で代表することができ、AOO「主冷却器空気流量の減少」に包絡。また、DBA「主送風機風量瞬時低下事故」にも包絡。			

アイテム (構成)	機能	故障モード (着目するパラメータ)	故障原因 (パラメータの変動要因)	故障影響			故障影響の大きさ	故障影響の頻度	故障影響評価		
				燃料温度の変化	被覆管温度の変化	冷却材温度の変化					
2次主循環ポンプ	ポンプ本体	最終ヒートシンクへの熱輸送	流量増大	※ 2次冷却材流量制御系に同じ							
		流量減少	機器破損(羽根車破損等)	-	○	○	高	中	「炉内の熱発生又は熱除去の異常な変化」に該当。AOO「2次冷却材流量減少」として想定。		
	アウターケーシング	漏えいした冷却材の保持	流量増大	○	-	-	高	中	「炉内の熱発生又は熱除去の異常な変化」に該当。AOO「2次冷却材流量増大」として想定。		
	駆動用電動機	最終ヒートシンクへの熱輸送	流量増大	駆動用電動機への電源供給増大	○	-	-	高	中	「炉内の熱発生又は熱除去の異常な変化」に該当。AOO「2次冷却材流量増大」として想定。	
			流量減少	軸固着	-	○	○	高	低	「炉心冷却能力の低下に至る事故」に該当。DBA「2次主循環ポンプ軸固着事故」として想定。	
	2次冷却材流量制御系	最終ヒートシンクへの熱輸送	流量増大	流量制御系故障	○	-	-	高	中	「炉内の熱発生又は熱除去の異常な変化」に該当。AOO「2次冷却材流量増大」として想定。	
			流量減少	※ ポンプ本体に同じ	※ 冷却材に同じ						
	配管	冷却材の保持	インベントリ減少	※ 冷却材に同じ							
	冷却材	最終ヒートシンクへの熱輸送	インベントリ増大	2次純化系故障	○	-	-	中	中	「炉内の熱発生又は熱除去の異常な変化」に該当。ただし、冷ナトリウム流入による影響は、原子炉入口冷却材温度が低下する事象に代表することができ、AOO「2次冷却材流量増大」に包絡。	
			インベントリ減少	2次冷却材漏えい	-	○	○	高	低	「炉心冷却能力の低下に至る事故」に該当。DBA「2次冷却材漏えい事故」として想定。	
補助冷却設備	1次補助冷却系	補助中間熱交換器	(主冷却系が使用できない場合) 最終ヒートシンクへの熱輸送	※ 安全機能を有していないため、AOO&DBAの起因事象に非該当							
		循環ポンプ	(主冷却系が使用できない場合) 最終ヒートシンクへの熱輸送	※ 安全機能を有していないため、AOO&DBAの起因事象に非該当							
		配管	冷却材の保持	インベントリ減少	※ 冷却材に同じ						
		冷却材	(主冷却系が使用できない場合) 最終ヒートシンクへの熱輸送	インベントリ増大	補助中間熱交換器破損・オーバフロー系故障	○	-	-	中	中	「炉内の熱発生又は熱除去の異常な変化」に該当。ただし、冷ナトリウム流入による影響は、原子炉入口冷却材温度が低下する事象に代表することができ、AOO「1次冷却材流量増大」に包絡。
	2次補助冷却系	補助冷却機	(主冷却系が使用できない場合) 最終ヒートシンクへの熱輸送	インベントリ減少	1次冷却材漏えい	-	○	○	高	低	「炉心冷却能力の低下に至る事故」に該当。DBA「1次冷却材漏えい事故」として想定。
		循環ポンプ	(主冷却系が使用できない場合) 最終ヒートシンクへの熱輸送	※ 安全機能を有していないため、AOO&DBAの起因事象に非該当							
		配管	冷却材の保持	※ 安全機能を有していないため、AOO&DBAの起因事象に非該当							
		冷却材	(主冷却系が使用できない場合) 最終ヒートシンクへの熱輸送	※ 安全機能を有していないため、AOO&DBAの起因事象に非該当							
		1次純化系	冷却材の純度管理	冷却材中不純物の増大	1次アルゴンガス系への空気混入等	-	○	○	中	低	異物の混入により冷却材流路の閉塞に至る場合には、「炉心冷却能力の低下に至る事故」に該当。不純物は、閉塞物の一つであり、局所閉塞時の影響は、DBA「冷却材流路閉塞事故」に包絡。
		2次純化系	冷却材の純度管理	冷却材中不純物の増大	2次アルゴンガス系への空気混入等	-	○	○	中	低	異物の混入により冷却材流路の閉塞に至る場合には、「炉内の熱発生又は熱除去の異常な変化」又は「炉心冷却能力の低下に至る事故」に該当。ただし、2次主冷却系における冷却材流との閉塞は、最終ヒートシンクへの熱輸送機能を阻害するものであり、当該機能の喪失は、最終的な熱の逃げ場である主冷却機のうち主送風機の機能喪失で代表することができ、AOO「主冷却器空気流量の減少」に包絡。また、DBA「主送風機風量低時低下事故」にも包絡。
試料採取設備	冷却材の純度管理	※ 安全機能を有していないため、AOO&DBAの起因事象に非該当									
ナトリウム充填・ドレン設備	オーバフロー系	通常運転時の炉容器液面の維持	通常運転時の炉容器液面維持機能の喪失	※ 冷却材(1次主冷却系)に同じ → DBA「1次冷却材漏えい」に包絡							
	1次ナトリウム充填・ドレン系	ナトリウムドレン	インベントリ減少	※ 冷却材に同じ							
	2次ナトリウム充填・ドレン系	ナトリウムドレン	インベントリ減少	※ 冷却材に同じ							
アルゴンガス設備	1次アルゴンガス系	1次冷却系のカバーガス	圧力増大	制御系故障・他系統からのガス混入	-	-	-	低	中	「炉内の熱発生又は熱除去の異常な変化」又は「炉心冷却能力の低下に至る事故」の観点で故障の影響は生じない。 ※ ただし、不純物が混入した場合にあっては、1次純化系に同じ。また、気体廃棄物処理系に影響を及ぼすため、「環境への放射性物質の異常な放出」の観点で考慮が必要。	
			圧力減少	制御系故障・漏えい	-	-	-	低	中	「炉内の熱発生又は熱除去の異常な変化」又は「炉心冷却能力の低下に至る事故」の観点で故障の影響は生じない。 ※ ただし、「環境への放射性物質の異常な放出」の観点で考慮が必要。	
	2次アルゴンガス系	2次冷却系のカバーガス	圧力増大	制御系故障・他系統からのガス混入	-	-	-	低	中	「炉内の熱発生又は熱除去の異常な変化」又は「炉心冷却能力の低下に至る事故」の観点で故障の影響は生じない。 ※ ただし、不純物が混入した場合にあっては、2次純化系に同じ。	
			圧力減少	制御系故障・漏えい	-	-	-	低	中	「炉内の熱発生又は熱除去の異常な変化」又は「炉心冷却能力の低下に至る事故」の観点で故障の影響は生じない。	
ナトリウム予熱設備	1次冷却系予熱設備	窒素ガス予熱系	原子炉停止時の1次冷却系の予熱	※ 安全機能を有していないため、AOO&DBAの起因事象に非該当							
		電気ヒータ予熱系	原子炉停止時の1次冷却系の予熱	※ 安全機能を有していないため、AOO&DBAの起因事象に非該当							
2次冷却系予熱設備		原子炉停止時の2次冷却系の予熱	※ 安全機能を有していないため、AOO&DBAの起因事象に非該当								
常用電源		常用電源の供給	電源喪失	外部電源喪失	○	-	-	高	中	「炉内の熱発生又は熱除去の異常な変化」に該当。AOO「外部電源喪失」として想定。	
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設		※ 炉心の冷却等に寄与する機能を有しないため、AOO&DBAの起因事象に非該当									
計測制御系統施設		※ 「炉内の熱発生又は熱除去の異常な変化」又は「炉心冷却能力の低下に至る事故」に係るMSに該当するため、AOO&DBAの起因事象に非該当									
放射線管理施設		※ 炉心の冷却等に寄与する機能を有しないため、AOO&DBAの起因事象に非該当									
原子炉格納施設		※ 炉心の冷却等に寄与する機能を有しないため、AOO&DBAの起因事象に非該当									
その他試験研究用等原子炉の附属施設(常用電源を除く)		※ 「炉内の熱発生又は熱除去の異常な変化」又は「炉心冷却能力の低下に至る事故」に直接的に寄与するものではなく、関連する安全機能の喪失に係るAOO&DBAに包絡									

「環境への放射性物質の異常な放出」に至る要因等

アイテム (構成部品)		機能	故障モード (着目するパラメータ)	故障原因 (パラメータの変動要因)	故障影響		故障影響の大きさ	故障影響の頻度	故障影響評価	
					放射性物質の放出					
炉心構成要素	燃料集合体	炉心燃料集合体	内側燃料集合体 (被覆管)	放射性物質 (FPガスを含む) の保持	放射性物質の放出	被覆管の破損	○	-	-	「環境への放射性物質の異常な放出」にあつては、全ての燃料集合体の燃焼度が一律に最高燃焼度に達した場合に炉心に蓄積される希ガス及びヨウ素の1%に相当する量が、1次冷却材中に放出されていることを条件に評価を実施。
		照射燃料集合体	外側燃料集合体				※ 内側燃料集合体と同じ			
			A型				※ 内側燃料集合体と同じ			
			B型				※ 内側燃料集合体と同じ			
			C型				※ 内側燃料集合体と同じ			
		D型				※ 内側燃料集合体と同じ				
1次主冷却系		配管		放射性物質 (FPガスを含む) の保持	放射性物質の放出	配管の破損	○	高	低	「環境への放射性物質の異常な放出」に該当。DBA「1次冷却材漏えい事故」として想定。「ナトリウムの化学反応」の観点でも、評価対象に設定。
	原子炉容器			放射性物質 (FPガスを含む) の保持	放射性物質の放出	原子炉容器の破損	○	高	低	原子炉容器が破損する可能性は極めて低い。ただし、破損した場合には、「環境への放射性物質の異常な放出」に該当。当該故障影響は、DBA「1次冷却材漏えい」又は「1次アルゴンガス漏えい事故」に代表。
放射線遮蔽	回転ブラグ	大回転ブラグ		放射性物質 (FPガスを含む) の保持	放射性物質の放出	回転ブラグの破損	○	高	低	「環境への放射性物質の異常な放出」に該当。ただし、放出源が同等であるため、DBA「1次アルゴンガス漏えい事故」に代表。
		小回転ブラグ		放射性物質 (FPガスを含む) の保持	放射性物質の放出		※ 大回転ブラグと同じ → DBA「1次アルゴンガス漏えい事故」に包絡			
		炉心上部機構		放射性物質 (FPガスを含む) の保持	放射性物質の放出		※ 大回転ブラグと同じ → DBA「1次アルゴンガス漏えい事故」に包絡			
2次主冷却系							※ FPガスを保有していないため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当			
補助冷却設備	1次補助冷却系	配管		放射性物質 (FPガスを含む) の保持	放射性物質の放出		※ 配管 (1次主冷却系) に同じ → DBA「1次冷却材漏えい」に包絡			
	2次補助冷却系						※ FPガスを保有していないため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当			
冷却材純化設備	1次純化系	配管		放射性物質 (FPガスを含む) の保持	放射性物質の放出		※ 配管 (1次主冷却系) に同じ → DBA「1次冷却材漏えい」に包絡			
		コールドトラップ		放射性物質 (FPガスを含む) の保持	放射性物質の放出		※ 配管 (1次主冷却系) に同じ → DBA「1次冷却材漏えい」に包絡			
	2次純化系					※ FPガスを保有していないため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当				
ナトリウム充填・ドレン設備	試料採取設備	配管		放射性物質 (FPガスを含む) の保持	放射性物質の放出		※ 配管 (1次主冷却系) に同じ → DBA「1次冷却材漏えい」に包絡			
	オーパフロー系	配管		放射性物質 (FPガスを含む) の保持	放射性物質の放出		※ 配管 (1次主冷却系) に同じ → DBA「1次冷却材漏えい」に包絡			
	1次ナトリウム充填・ドレン系	配管		放射性物質 (FPガスを含む) の保持	放射性物質の放出		※ 配管 (1次主冷却系) に同じ → DBA「1次冷却材漏えい」に包絡			
2次ナトリウム充填・ドレン系							※ FPガスを保有していないため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当			
アルゴンガス設備	1次アルゴンガス系	配管		放射性物質 (FPガスを含む) の保持	放射性物質の放出	配管の破損	○	高	低	「環境への放射性物質の異常な放出」に該当。DBA「1次アルゴンガス漏えい事故」として想定。
		シール部		放射性物質 (FPガスを含む) の保持	放射性物質の放出	シール部の破損	○	高	低	「環境への放射性物質の異常な放出」に該当。DBA「1次アルゴンガス漏えい事故」として想定。
	2次アルゴンガス系						※ FPガスを保有していないため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当			
核燃料物質取扱設備	燃料交換機			燃料の取扱い	放射性物質の放出	燃料集合体の落下・破損等	○	低	低	燃料集合体は、原子炉容器内で取り扱われるため、放出された放射性物質は、原子炉冷却材バウンダリ又は原子炉カバーガスのバウンダリに閉じ込められる。「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当。
	燃料出入機			燃料の取扱い	放射性物質の放出	燃料集合体の落下・破損等	○	高	低	「環境への放射性物質の異常な放出」に該当。ただし、閉じ込め機能 (コフィンや格納容器) を有するため、DBA「燃料取扱事故」に包絡。
	トランスファロータ			燃料の取扱い	放射性物質の放出	燃料集合体の落下・破損等	○	高	低	「環境への放射性物質の異常な放出」に該当。ただし、閉じ込め機能 (トランスファローターケージング) を有するため、DBA「燃料取扱事故」に包絡。
	燃料取扱用キャスク			燃料の取扱い	放射性物質の放出	燃料集合体の落下・破損等	○	高	低	「環境への放射性物質の異常な放出」に該当。ただし、閉じ込め機能 (キャスク) を有するため、DBA「燃料取扱事故」に包絡。
	ナトリウム洗浄装置			燃料の取扱い	放射性物質の放出	燃料集合体の落下・破損等	○	高	低	「環境への放射性物質の異常な放出」に該当。ただし、閉じ込め機能 (燃料洗浄槽) を有するため、DBA「燃料取扱事故」に包絡。
	燃料集合体缶詰装置			燃料の取扱い	放射性物質の放出	燃料集合体の落下・破損等	○	高	低	「環境への放射性物質の異常な放出」に該当。ただし、閉じ込め機能 (部屋又は缶詰缶) を有するため、DBA「燃料取扱事故」に包絡。
新燃料貯蔵設備	原子炉附属建物新燃料検査貯蔵設備	新燃料受入設備		新燃料の取扱い			※ FPガスを保有していないため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当			
		新燃料検査設備		新燃料の取扱い			※ FPガスを保有していないため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当			
		装填燃料貯蔵設備		新燃料の貯蔵			※ FPガスを保有していないため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当			
	第一使用済燃料貯蔵建物新燃料貯蔵設備		新燃料の貯蔵			※ FPガスを保有していないため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当				
	炉内燃料貯蔵ラック		新燃料及び使用済燃料の貯蔵	放射性物質の放出		燃料集合体の落下・破損等	○	低	低	燃料集合体は、原子炉容器内で取り扱われるため、放出された放射性物質は、原子炉冷却材バウンダリ又は原子炉カバーガスのバウンダリに閉じ込められる。「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当。
核燃料物質貯蔵設備	使用済燃料貯蔵設備	原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備		使用済燃料の貯蔵	放射性物質の放出		○	高	低	「環境への放射性物質の異常な放出」に該当。DBA「燃料取扱事故」として想定。1体の燃料集合体の燃焼度が一律に最高燃焼度に達した場合に燃料集合体に蓄積される希ガスの100%に相当する量及びヨウ素の50%に相当する量が、瞬時に水中に放出されることを想定し、閉じ込め機能を有しない (水によるヨウ素の除染係数を除く)。また、原子炉附属建物内に放出される核分裂生成物の全量が直接大気中に放出される条件で評価するため、核燃料物質取扱設備及び核燃料物質貯蔵設備に係る「環境への放射性物質の異常な放出」を代表。 ※ 既許可に、「燃料取扱いに伴う事故」に該当する事象はなく、「燃料取扱事故」は、本申請において追加。
		第一使用済燃料貯蔵建物使用済燃料貯蔵設備		使用済燃料の貯蔵	放射性物質の放出	燃料集合体の落下・破損等	○	高	低	「環境への放射性物質の異常な放出」に該当。ただし、原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備等で1年以上冷却貯蔵されたものを貯蔵するため、DBA「燃料取扱事故」に包絡。
	第二使用済燃料貯蔵建物使用済燃料貯蔵設備		使用済燃料の貯蔵	放射性物質の放出	燃料集合体の落下・破損等	○	高	低	「環境への放射性物質の異常な放出」に該当。ただし、原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備等で1年以上冷却貯蔵されたものを貯蔵するため、DBA「燃料取扱事故」に包絡。	
	第二使用済燃料貯蔵建物使用済燃料貯蔵設備		使用済燃料の貯蔵	放射性物質の放出	燃料集合体の落下・破損等	○	高	低	「環境への放射性物質の異常な放出」に該当。ただし、原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備等で1年以上冷却貯蔵されたものを貯蔵するため、DBA「燃料取扱事故」に包絡。	
気体廃棄物処理設備	炭ガス圧縮機			放射性物質 (FPガスを含む) の輸送	放射性物質の放出	タンクの破損	○	高	低	「環境への放射性物質の異常な放出」に該当。ただし、放射性物質 (FPガスを含む) を保有する1次アルゴンガスを貯留タンクに圧入貯蔵するものであり、DBA「気体廃棄物処理設備破損事故」に包絡。
	貯留タンク			放射性物質 (FPガスを含む) の保持	放射性物質の放出	タンクの破損	○	高	低	「環境への放射性物質の異常な放出」に該当。DBA「気体廃棄物処理設備破損事故」として想定。
	配管			放射性物質 (FPガスを含む) の保持	放射性物質の放出	配管の破損	○	高	低	「環境への放射性物質の異常な放出」に該当。ただし、放射性物質 (FPガスを含む) を保有する1次アルゴンガスが圧入貯蔵された貯留タンクの破損を想定したDBA「気体廃棄物処理設備破損事故」に包絡。

アイテム (構成)	機能	故障モード (着目するパラメータ)	故障原因 (パラメータの変動要因)	故障影響	故障影響の大きさ	故障影響の頻度	故障影響評価	
				放射性物質の放出				
液体廃棄物処理設備	蒸発濃縮処理装置	液体廃棄物の処理	放射性物質の放出	配管等の破損	○	中	低	漏えいした液体廃棄物は、設置した堰等により、管理区域内に保持されるため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当。
	原子炉附属建物液体廃棄物Aタンク	液体廃棄物の保持	放射性物質の放出	タンクの破損	○	中	低	漏えいした液体廃棄物は、設置した堰等により、管理区域内に保持されるため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当。
	原子炉附属建物液体廃棄物Bタンク	液体廃棄物の保持	放射性物質の放出	タンクの破損	○	中	低	漏えいした液体廃棄物は、設置した堰等により、管理区域内に保持されるため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当。
	原子炉附属建物アルコール廃液タンク	液体廃棄物の保持	放射性物質の放出	タンクの破損	○	中	低	漏えいした液体廃棄物は、設置した堰等により、管理区域内に保持されるため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当。
	第一使用済燃料貯蔵建物液体廃棄物Aタンク	液体廃棄物の保持	放射性物質の放出	タンクの破損	○	中	低	漏えいした液体廃棄物は、設置した堰等により、管理区域内に保持されるため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当。
	第二使用済燃料貯蔵建物液体廃棄物Aタンク	液体廃棄物の保持	放射性物質の放出	タンクの破損	○	中	低	漏えいした液体廃棄物は、設置した堰等により、管理区域内に保持されるため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当。
	メンテナンス建物液体廃棄物Aタンク	液体廃棄物の保持	放射性物質の放出	タンクの破損	○	中	低	漏えいした液体廃棄物は、設置した堰等により、管理区域内に保持されるため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当。
	メンテナンス建物液体廃棄物Bタンク	液体廃棄物の保持	放射性物質の放出	タンクの破損	○	中	低	漏えいした液体廃棄物は、設置した堰等により、管理区域内に保持されるため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当。
	廃棄物処理建物液体廃棄物A受入タンク	液体廃棄物の保持	放射性物質の放出	タンクの破損	○	中	低	漏えいした液体廃棄物は、設置した堰等により、管理区域内に保持されるため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当。
	廃棄物処理建物液体廃棄物B受入タンク	液体廃棄物の保持	放射性物質の放出	タンクの破損	○	中	低	漏えいした液体廃棄物は、設置した堰等により、管理区域内に保持されるため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当。
	廃棄物処理建物廃液調整タンク	液体廃棄物の保持	放射性物質の放出	タンクの破損	○	中	低	漏えいした液体廃棄物は、設置した堰等により、管理区域内に保持されるため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当。
	廃棄物処理建物廃液移送タンク	液体廃棄物の保持	放射性物質の放出	タンクの破損	○	中	低	漏えいした液体廃棄物は、設置した堰等により、管理区域内に保持されるため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当。
	廃棄物処理建物濃縮液タンク	液体廃棄物の保持	放射性物質の放出	タンクの破損	○	中	低	漏えいした液体廃棄物は、設置した堰等により、管理区域内に保持されるため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当。
	廃棄物処理建物逆洗液タンク	液体廃棄物の保持	放射性物質の放出	タンクの破損	○	中	低	漏えいした液体廃棄物は、設置した堰等により、管理区域内に保持されるため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当。
固体廃棄物貯蔵設備	廃棄物処理建物 固体廃棄物A貯蔵設備	固体廃棄物の保持	放射性物質の放出	収納容器(例:ドラム缶)の破損	○	中	低	固体廃棄物は、収納容器が破損した場合であっても、貯蔵設備内(管理区域内)に保持されるため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当。
	廃棄物処理建物 固体廃棄物B貯蔵設備	固体廃棄物の保持	放射性物質の放出	収納容器(例:ドラム缶)の破損	○	中	低	固体廃棄物は、収納容器が破損した場合であっても、貯蔵設備内(管理区域内)に保持されるため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当。
	原子炉附属建物固体廃棄物貯蔵設備	固体廃棄物の保持	放射性物質の放出	収納容器(例:ドラム缶)の破損	○	中	低	固体廃棄物は、収納容器が破損した場合であっても、貯蔵設備内(管理区域内)に保持されるため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当。
	第二使用済燃料貯蔵建物固体廃棄物貯蔵設備	固体廃棄物の保持	放射性物質の放出	収納容器(例:ドラム缶)の破損	○	中	低	固体廃棄物は、収納容器が破損した場合であっても、貯蔵設備内(管理区域内)に保持されるため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当。
	メンテナンス建物固体廃棄物貯蔵設備	固体廃棄物の保持	放射性物質の放出	収納容器(例:ドラム缶)の破損	○	中	低	固体廃棄物は、収納容器が破損した場合であっても、貯蔵設備内(管理区域内)に保持されるため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当。
	脱金属ナトリウム設備	固体廃棄物の処理	放射性物質の放出	タンクの破損	○	中	低	漏えいした液体廃棄物は、設置した堰等により、管理区域内に保持されるため、「環境への放射性物質の異常な放出」に非該当。
計測制御系統施設							※ FPガスを保有していない、又は環境への放射性物質の異常な放出に係るMSに該当するため、DBAの起回事象に非該当	
放射線管理施設							※ FPガスを保有していない、又は環境への放射性物質の異常な放出に係るMSに該当するため、DBAの起回事象に非該当	
原子炉格納施設							※ FPガスを保有していない、又は環境への放射性物質の異常な放出に係るMSに該当するため、DBAの起回事象に非該当	
その他試験研究用原子炉の附属施設							※ FPガスを保有していない、又は環境への放射性物質の異常な放出に係るMSに該当するため、DBAの起回事象に非該当	