

核燃料施設等の潜在的リスクを考慮した SDP重要度評価マトリックスの提案

2020年12月22日

日本原子力研究開発機構
安全・核セキュリティ統括部
(保全計画検討チーム)

(SDP : Significant Determination Process. 原子力規制検査における重要度決定プロセス)

原子炉施設の安全機能

◆原子炉施設は、廃止措置に移行することで、通常運転（臨界制御、炉心冷却など高リスク状態）で必要とされる安全機能が不要となるため、リスクが大幅に減少する。

規制区分	コーナーストーン	起因事象		影響緩和			バリア（放射線安全）			核物質防護
	安全機能	止める	冷やす			閉じ込める				
	系統設備	臨界制御	炉心冷却	事故時冷却	崩壊熱除去	格納容器	遮蔽	汚染防止		
原子炉 設置許可	実用発電炉	◎	◎	◎	○	◎	○	△	△	
	高出力試験炉*	◎	○		(△)	(○)	○	△	△	
	低出力試験炉*	◎	(△)				△	△	△	
	臨界実験装置*	◎					(△)	△	△	
廃止措置計画	使用済燃料有	実用発電炉				○	△	○	△	△
		全試験炉						△	△	△
	使用済燃料無	実用発電炉						△	△	
		全試験炉						(△)	△	
	設備解体	実用発電炉							△	
		全試験炉							△	

(表記凡例) ◎：高い信頼性が求められる保全、 ○：中程度の信頼性が求められる保全、 △：一般工学設備と同程度の保全

() 施設規模、操業状態、廃止措置段階に応じて必要とされる保全

*：内蔵する放射性物質のリスクは積分出力及び燃料性状による

核燃料取扱施設の安全機能

◆核燃料取扱施設は、操業状態と操業停止状態に大きな差はなく、内蔵する燃料及び放射性物質が存在する限り、維持すべき安全機能が残るため、廃止措置に移行してもリスクの減少幅は小さい。

規制区分	コーナーストーン	起因事象		影響緩和			バリア（放射線安全）			核物質防護	
	安全機能	止める	冷やす			閉じ込める					
	系統設備	臨界防止等	燃料冷却	事故時冷却	廃液冷却	重要設備	遮蔽	汚染防止			
事業許可 使用許可	再処理施設	◎*				◎	◎	○	△	△	
	MOX加工施設	○					○	△	△	△	
	U加工施設	○					△		△	△	
	使用施設						(○)	(○)	△	△	
廃止措置計画	燃料有 廃液有	再処理施設	△				◎	○	○	△	△
		加工・使用施設	(△)					(○△)	(○△)	△	△
	燃料無 廃液無	再処理施設						△	△	△	
		加工・使用施設						(△)	(△)	△	
	設備 解体	再処理施設						(△)		△	
	加工・使用施設								△		

(表記凡例) ◎：高い信頼性が求められる保全、 ○：中程度の信頼性が求められる保全、
 () 施設規模、操業状態、廃止措置段階に応じて必要とされる保全

△：一般工学設備と同程度の保全

*：その他、水素爆発防止・溶媒火災防止を含む

廃棄物管理・埋設施設の安全機能

◆廃棄物管理・埋設施設は、もともとリスクが小さく、また、核燃料取扱施設と同様、操業状態と操業停止状態に大きな差はないため、廃止措置に移行してもリスクの減少幅は小さい。

規制区分	コーナーストーン	起因事象		影響緩和		バリア（放射線安全）			核物質防護
	安全機能	止める	冷やす			閉じ込める			
	系統設備	臨界防止等	燃料冷却	事故時冷却	廃液冷却	主要設備	遮蔽	汚染防止	
事業許可	廃棄物管理施設					○	△	△	
	埋設施設(途中)					△	△	△	
廃止措置計画	廃棄物管理施設					△		△	
	埋設施設(完了)								

(表記凡例) ◎：高い信頼性が求められる保全、 ○：中程度の信頼性が求められる保全、 △：一般工学設備と同程度の保全
 () 施設規模、操業状態、廃止措置段階に応じて必要とされる保全

主要原子力施設の絶対的重要度分類一覧（目安）

施設全体リスク	事業施設（略称） (事故時公衆被ばく線量の目安※)	安全機能			設備機器の絶対的又は相対的な重要度（目安）				
		止める *1	冷やす *2	閉じ込める	絶対的重要度 極低 従事者被ばく	絶対的重要度 低 0.05mSv超	絶対的重要度 中 0.5mSv超	絶対的重要度 高 5mSv超	絶対的重要度 極高 INESレベル等
極高	実用発電炉（研開発電炉を含む）	○	○	○			低	中	高
高	再処理施設	○	○	○		低	中	高	
	高出力試験炉	○	○	○		低	中	高	
中	低出力試験炉（臨界実験装置を含む）	○	△	○	低	中	高		
	加工施設	○		○	低	中	高		
	実用発電炉（廃止措置）		△	○	低	中	高		
	再処理施設（廃止措置）		△	○	低	中	高		
	高出力試験炉（廃止措置）		△	○	低	中	高		
低	使用施設	△		○	低	中	(高)*3		
	廃棄物管理施設			○	低	中			
	低出力試験炉（廃止措置）			○	低	中			
	加工施設（廃止措置）			○	低	中			
極低	政令第41条非該当使用施設			○	低	中			
	廃棄物埋設施設（埋設完了）				低				

※1 事故当たりの周辺公衆実効線量の基準値 5 mSv を超える範囲については、INESレベル（Bq放出量）やIAEAの緊急時参考レベル（20～100mSv）が参考となる。
また、5 mSvの10分の1 単位による絶対的重要度分類のうち0.05mSv以下（実用発電炉の通常運転時の線量目標値）のものについては、従事者被ばくの観点から検討する。

（凡例） ○：必要 △：場合により要否判断 *1：核燃料取扱時の臨界防止を含む *2：使用済燃料又は高レベル廃液の冷却を含む *3：安重施設ありの場合

原子炉施設のSDP重要度評価マトリックス（目安）

施設 全体 リスク	事業施設（略称） （事故時公衆被ばく線量の目安※）	安全機能			SDP重要度評価レベル（目安）				
		止める	冷やす *1	閉じ 込める	第A区分 （実用炉の緑） 追加対応なし （影響なし）	第B区分 （実用炉の白） 追加対応あり （0.05mSv超）	第C区分 （実用炉の黄） 追加対応あり （0.5mSv超）	第D区分 （実用炉の赤） 追加対応あり （5mSv超）	第E区分 運転禁止
極高	実用発電炉（研開発電炉を含む）	○	○	○	★	★	★	★	★
高	高出力試験炉	○	○	○	★	★	★	★	
	実用発電炉（廃止1）		○	○	★	★	★		
中	低出力試験炉	○	△	○	★	★			
	臨界実験装置	○		○	★	★			
	実用発電炉（廃止2）			○	★	★			
	高出力試験炉（廃止1）		△	○	★	★			
低	高出力試験炉（廃止2）			○	★	☆			
	低出力試験炉（廃止1）			○	★	☆			
	臨界実験装置（廃止1）			○	★	☆			
極低	低出力試験炉（廃止2）			(○)	★	☆			
	臨界実験装置（廃止2）			(○)	★	☆			

（表記凡例）無表記：供用期間中（炉心燃料あり） 廃止1：使用済燃料搬出前 廃止2：使用済燃料搬出後
 ○：必要 △：場合により要否判断 (○)：汚染拡大のおそれがない場合は不要 ★：評価レベル（☆は従事者被ばくによる評価） *1：炉心及び使用済燃料の冷却

※ パフォーマンス欠陥による事故の影響又は事故につながるおそれがある場合の評価に、5mSv（1事故当たりの周辺公衆実効線量の基準値）の10分の1単位による絶対的重要度分類（目安）を採用。このとき、公衆被ばくリスクが十分小さい50μSv以下の場合には、事業者裁量での不適合管理（追加対応なし）とする。従事者被ばくの考慮については、計画外被ばく、かつ、5mSv超（従事者被ばく年限度50mSvの10分の1）を採用。

核燃料取扱施設のSDP重要度評価マトリックス（目安）

施設 全体 リスク	事業施設（略称） （事故時公衆被ばく線量の目安※）	安全機能			SDP重要度評価レベル（目安）				
		止める *1	冷やす *2	閉じ 込める	第A区分 （実用炉の緑） 追加対応なし （影響なし）	第B区分 （実用炉の白） 追加対応あり （0.05mSv超）	第C区分 （実用炉の黄） 追加対応あり （0.5mSv超）	第D区分 （実用炉の赤） 追加対応あり （5mSv超）	第E区分 操業禁止
極高	該当なし								
高	再処理施設	○	○	○	★	★	★	★	
中	再処理施設（廃止1）	△	○	○	★	★	★		
	MOX加工施設	○		○	★	★	★		
低	U加工施設	○		○	★	★			
	使用施設			○	★	★			
	使用済燃料貯蔵施設			○	★	★			
	再処理施設（廃止2）			○	★	★			
	MOX加工施設（廃止）			○	★	★			
極低	U加工施設（廃止）			○	★	☆			
	使用施設（廃止）			○	★	☆			
	政令第41条非該当使用施設			○	★	☆			

（表記凡例）無表記：供用期間中 廃止1：高レベル廃液固化前 廃止2：高レベル廃液固化後 廃止：操業停止（燃料貯蔵又は汚染管理のみ）
○：必要 △：場合により要否判断 ★：評価レベル（☆は従事者被ばくによる評価） *1：臨界防止 *2：高レベル廃液冷却

※ パフォーマンス欠陥による事故の影響又は事故につながるおそれがある場合の評価に、5mSv（1事故当たりの周辺公衆実効線量の基準値）の10分の1単位による絶対的重要度分類（目安）を採用。このとき、公衆被ばくリスクが十分小さい50μSv以下の場合には、事業者裁量での不適合管理（追加対応なし）とする。従事者被ばくの考慮については、計画外被ばく、かつ、5mSv超（従事者被ばく年限度50mSvの10分の1）を採用。

廃棄物取扱施設のSDP重要度評価マトリックス（目安）

施設 全体 リスク	事業施設（略称） （事故時公衆被ばく線量の目安※）	安全機能			SDP重要度評価レベル（目安）				
		止める	冷やす	閉じ 込める	第A区分 （実用炉の緑） 追加対応なし （影響なし）	第B区分 （実用炉の白） 追加対応あり （0.05mSv超）	第C区分 （実用炉の黄） 追加対応あり （0.5mSv超）	第D区分 （実用炉の赤） 追加対応あり （5mSv超）	第E区分 作業禁止
極高	該当なし								
高	該当なし								
中	該当なし								
低	廃棄物管理施設			○	★	★			
極低	廃棄物管理施設（廃止）			○	★	☆			
	廃棄物埋設施設（埋設途中）			○	★	☆			
	廃棄物埋設施設（埋設完了）				☆				

（表記凡例）無表記：供用期間中 廃止：作業停止（汚染管理のみ） ○：必要 ★：評価レベル（☆は従事者被ばくによる評価）

※ パフォーマンス欠陥による事故の影響又は事故につながるおそれがある場合の評価に、5mSv（1事故当たりの周辺公衆実効線量の基準値）の10分の1単位による絶対的重要度分類（目安）を採用。このとき、公衆被ばくリスクが十分小さい50 μ Sv以下の場合、事業者裁量での不適合管理（追加対応なし）とする。従事者被ばくの考慮については、計画外被ばく、かつ、5mSv超（従事者被ばく年度50mSvの10分の1）を採用。

(参考) 事故時被ばく影響等の考え方

◆ 旧原子力安全委員会、「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」より抜粋

- 判断基準の(5)については、「著しい放射線被ばくのリスク」を、事故による線量と事故の発生頻度との兼ね合いを考慮して判断するものである。ICRPの1990年勧告によれば、公衆被ばくに対する年実効線量限度として、1mSvを勧告しているが、特殊な状況においては、5年間にわたる平均が年当たり1mSvを超えなければ、単一年にこれよりも高い実効線量が許されることもありうるとなっている。これは平常時の放射線被ばくについての考え方であるが、これを発生頻度が小さい「事故」の場合にも適用することとし、**周辺公衆の実効線量の評価値が発生事故当たり5mSvを超えなければ「リスク」は小さいと判断する。**なお、発生頻度が極めて小さい事故に対しては、実効線量の評価値が上記の値をある程度超えてもその「リスク」は小さいと判断できる。

◆ 環境省、「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料（令和元年度版）」より抜粋

- 放射線事故のような非常事態が起こった場合（緊急時被ばく状況）、平常時には起こり得ない身体的障害の可能性があることから、平常時の対策（将来起こるかもしれないがんのリスクの増加を抑えること）よりも、重大な身体的障害を防ぐための対策を優先することとされています。このため、線量限度は適用せず、**一般公衆の場合、年間20～100ミリシーベルトの間の参考レベルを定め、被ばく低減を進める**ことが定められています。緊急措置や人命救助に従事する人の場合、状況に応じて1,000または500ミリシーベルトを制限の目安とすることもありますが。

◆ 旧原子力安全委員会、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」より抜粋

- **発電用軽水炉が通常運転時に環境に放出する放射性物質によって、周辺の公衆が受ける線量をできるだけ低く保つ努力目標として、周辺の公衆の受ける線量目標を実効線量で、年間50マイクロシーベルトとする。**ただし、線量の評価をする際に、気体廃棄物については放射性希ガスからのガンマ線による外部被ばくおよび放射性ヨウ素の体内摂取による内部被ばくを、また液体廃棄物中の放射性物質については、海産物を摂取することによる内部被ばくを実効線量で評価する。なお線量の評価は、施設周辺の集落での食生活等が標準的である人を対象として現実的な計算方法とパラメータを使って実施する。

線量目標値は、周辺監視区域外の線量限度や周辺監視区域外の放射性物質の濃度限度といった規制値に代わるものではなく、「as low as reasonably achievable（合理的に達成可能な限り低く）」の考え方に立って周辺公衆の受ける線量を低く保つための努力目標値であるので、この目標値を達成できないからといって、ただちに原子炉の運転停止や出力制限などの措置を必要とするようなものではない。