

保安規定における運転上の制限（LCO）等の改善について

2022年4月19日

主要原子力施設設置者

(北海道電力等9社、日本原電及び電源開発)

目 次

1. はじめに	2
2. 保安規定におけるLCO等改善の要点	3
3. 保安規定におけるLCO等改善の要点に係るご説明	4

1. はじめに

- 新規制基準適合プラントにおいては、従来のDB設備に加えて、SA設備及び特重施設（以下「SA設備等」という。）が設置され、安全機能の強化が図られてきているが、これらを適切に組み合わせて運用していく方法については、改善の余地があると考える。
 - 今回、現状の保安規定について、以下の2点を課題として認識し、改善に取り組んでいる。
 - (1)従来のDB設備に加え、SA設備、特重施設と段階的に整備を行ったため、現行の保安規定では、DB/SA設備のLCO逸脱時にSA設備等のバックアップが考慮されていない。
(2021年6月10日のNRA-CNO意見交換会にて概要をATENAからご紹介済み)
 - (2)SA設備等の重要度に応じたLCO設定といった検討プロセスを経ることなく、保安規定の改定を行ったため、SA設備等のLCOは、設備の重要度を考慮したものになっていない。
- なお、上記の改善内容については、ATENAガイドライン（案）「多様な設備による安全向上のための保安規定改訂ガイドライン」に取りまとめており、作成にあたっては事業者も主体的に参画している。
- これらの課題について、今回の意見交換の場で検討内容を説明させて頂いたのち実務レベルの議論を経て、保安規定を計画的に申請・改善を図りたいと考えている。
 - 今後は、上記の課題に加え、特重施設までを含めたPRAの整備、特重施設とSA設備のそれぞれの特徴を踏まえたより効果的な運用の検討等に取り組むこととしたい。

2. 保安規定におけるLCO等改善の要点

- 2点の改善については、以下のアプローチを採用している点が今回の特徴であることから、こういった取り組みの方向性についてご説明させて頂き、現時点でご意見があれば伺いたい。

○AOTの検討にあたって、SA設備等導入前後のリスク比較という相対基準を用いること（前頁（1））

⇒ ～ に検討内容をご説明

○SA設備等のLCO設定対象について、DB設備のLCO設定の考え方に基づき、重要度を踏まえて設定すること（前頁（2））

⇒ にて検討内容をご説明

3. 保安規定におけるLCO等改善の要点に係るご説明 (1) - 1/2

(1) DB/SA設備のLCO逸脱時にSA設備等のバックアップを考慮することによるLCO等の見直し (AOT変更を含む)

- ① LCOが設定されているDB/SA設備の「要求される措置」の拡充 (バックアップを2手段とする)
 - DB設備、SA設備のLCO逸脱時の「要求される措置」としては、現状の保安規定では既に配備しているSA設備等によるバックアップが考慮されていないことから、これらを充実し、安全性を高めることとしたい。
 - ・DB設備に対する「要求される措置」の拡充 (下図の)
 - DB設備のみが考慮されているが、SA設備、効果の大きい特重施設をバックアップ手段に考慮する。
 - ・SA設備に対する「要求される措置」の拡充 (下図の)
 - DB設備、SA設備が考慮されているが、効果の大きい特重施設もバックアップの手段に考慮する。

LCO等の 設定設備		LCO逸脱時の「要求される措置」で、動作可能性等を確認 (バックアップの確認) する設備		
		第1のバックアップ手段	第2のバックアップ手段	
		DB設備	SA設備	特重施設
DB設備	現状	健全側システムの動作可能性確認 (起動)	保安規定に規定なし	
	見直し案		SA設備又は特重施設のうち同様の機能を有する設備の動作可能性確認 (記録確認)	
SA設備	現状	対応する設備の動作可能性確認 (起動及び記録確認)	同様の機能を有する設備の動作可能性確認 (記録確認)	保安規定に規定なし
	見直し案		SA設備又は特重施設のうち同様の機能を有する設備の動作可能性確認 (記録確認)	
特重施設		対応する設備の動作可能性確認 (起動及び記録確認)	SA設備又は特重施設のうち同様の機能を有する設備の動作可能性確認 (記録確認)	

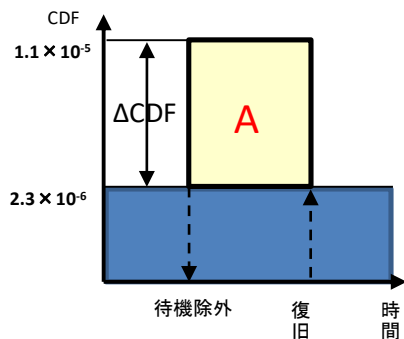
② 要求される措置の拡充を踏まえたリスク評価 ⇒ 具体例 5

SA設備等の導入及びそれらによる「要求される措置」を拡充することにより、安全系設備の待機除外に伴うリスク増分を小さくすることができる。その場合に、リスク増分が従来より小さくなる範囲で、要求される措置の完了期間(AOT)を見直せる可能性がある。

保安規定LCO等改善の要点 (1)

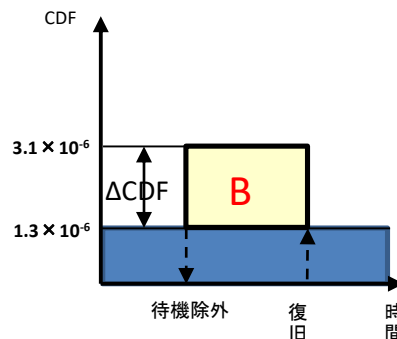
3. 保安規定におけるLCO等改善の要点に係るご説明 (1) - 2/2

内的レベル1 PRAによる試評価のイメージ
(非常用ディーゼル発電機 (以下「EDG」という) の例)





SA設備等の整備前

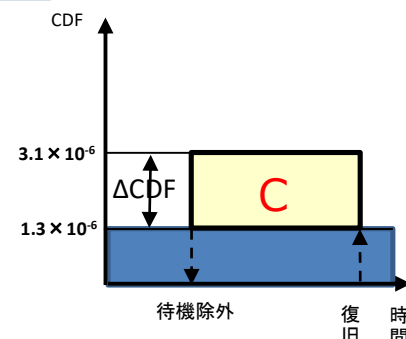
AOTの上限まで1系統待機除外が継続すると仮定したイメージ図。



SA設備等の整備後

リスク増分 ($\Delta CDF \times AOT$) は、SA設備等の整備により低下する。1系統待機除外による ΔCDF も現状より低下する。

 1系統を待機除外にすることに伴うリスク増分
 通常運転時のリスク



AOT見直しのイメージ

「A」のリスク増分 (面積) を超えない範囲で「C」のAOTを延長する場合、SA設備等の整備前からリスクを増やすことなくAOTを見直せる。

具体例

EDG	運転時	<p>SA設備を要求される措置に追加した場合に、LCO逸脱時のリスクがどれくらい低減するかを定量的に評価することができる。リスクの低減効果に応じて、現状、10日間に設定されているAOTを30日に延長できる。</p> <p>(AOT見直しの検討にあたっては、従来、決定論的な技術検討のもとでAOTを設定している考え方に、定量的なリスク評価結果をどのように加味して検討することが適切であるか、技術的議論が必要であると考えている)</p>
-----	-----	--

3. 保安規定におけるLCO等改善の要点に係るご説明（2）

(2) SA設備等の重要度を考慮したLCO設定の見直し

下表のとおり、SA設備等のLCOを、設備の重要度によらず一律に設定している現状から、DB設備のように重要度を考慮して、設定する方向での見直しを行うこととしたい。

保安規定LCO等改善の要点（2）

LCOの設定の観点	DB設備		SA設備等	
	現状		見直し案	現状
重要度の考え方に基づく設定範囲	「重要な機能」として、安全機能の重要度分類に基づき、LCOを設定している ・PS-1、MS-1の「当該系」設備及びその「直接関連系」設備 ・MS-2のうち「重要度の特に高い安全機能を有する設備等」にあたる設備		SA設備等のうち、同様の機能を持つDB設備が存在し、そのDB設備にLCOが設定されている場合は、そのSA設備等は「重要な機能」を有していると解釈し、LCO設定する	保安規定審査基準(※)では「重要な機能に関してLCOを設定する」とされているものの、SA設備等に関しては、その導入の際、LCOの設定に関してDB設備との整合性等の整理・検討が十分に行えていなかったことから、全てのSA設備等に対してLCO等が設定されている。
当該系	LCO設定している		LCO設定する	
関連系	直接関連系	LCO設定している	LCO設定する	
	間接関連系	LCO設定していない	LCO設定しない（運転管理の章以外で管理）	
SA等対応として重要な機能を有する設定範囲	-		SA等対応上特有(DB設備にはない)の機能を有する設備等は、LCO設定する	
当該系	-		LCO設定する	
関連系	直接関連系	-	LCO設定する	
	間接関連系	-	LCO設定しない（運転管理の章以外で管理）	

※：「実用発電用原子炉及びその附属施設における発電用原子炉施設保安規定の審査基準」（抜粋）

実用炉規則第9 2条第1項 第8号イからハまで 発電用原子炉施設の運転に関する体制、確認すべき事項、異状があった場合の措置等

7. 発電用原子炉施設の**重要な機能に関して**、安全機能を有する系統及び機器、重大事故等対処設備（特定重大事故等対処施設を構成する設備を含む。）等について、運転状態に対応した**運転上の制限（Limiting Conditions for Operation。以下「LCO」という。）**、LCOを逸脱していないことの確認（以下「サーベイランス」という。）の実施方法及び頻度、LCOを逸脱した場合に要求される措置（以下単に「要求される措置」という。）並びに要求される措置の完了時間（Allowed Outage Time。以下「AOT」という。）が定められていること。

なお、LCO等は、許可を受けたところによる安全解析の前提条件又はその他の設計条件を満足するように定められていること。

- ①要求される措置の拡充を踏まえたリスク評価例
- ②SA設備等の重要度を考慮したLCO設定フロー（案）
- ③SA設備等の重要度を考慮したLCO設定見直し例（案）

参考① 要求される措置の拡充を踏まえたリスク評価例

- SA設備等導入により、現状のAOT10日に対して、 $AOT_{EXTENSION}$ は43日となり、リスク低減効果が大きい。

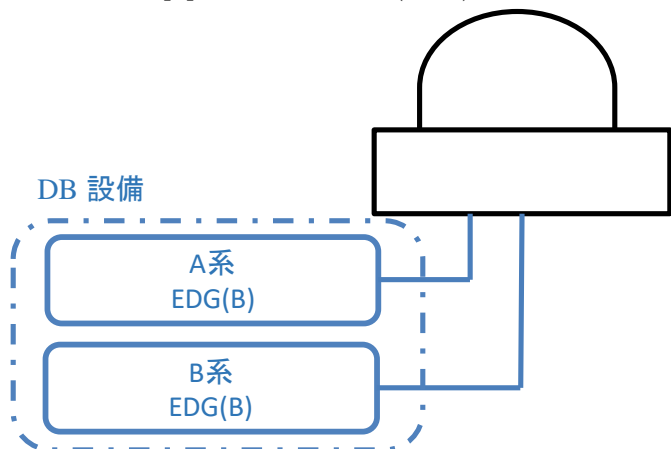
⇒ **AOTを43日を超えない日数に変更。(AOTの最大である30日)**

(本案は例示であり、記載はプラント設備構成により異なる)

SA設備等なし

	EDG(A)	EDG(B)	CDF1(/y)	$\Delta CDF1(/y)$	積算リスク [1]
Base	○ (待機)	○ (待機)	7.7×10^{-6}	—	—
EDG(A) 待機除外	× (待機除外)	○ (待機)	1.6×10^{-5}	7.9×10^{-6}	2.2×10^{-7}

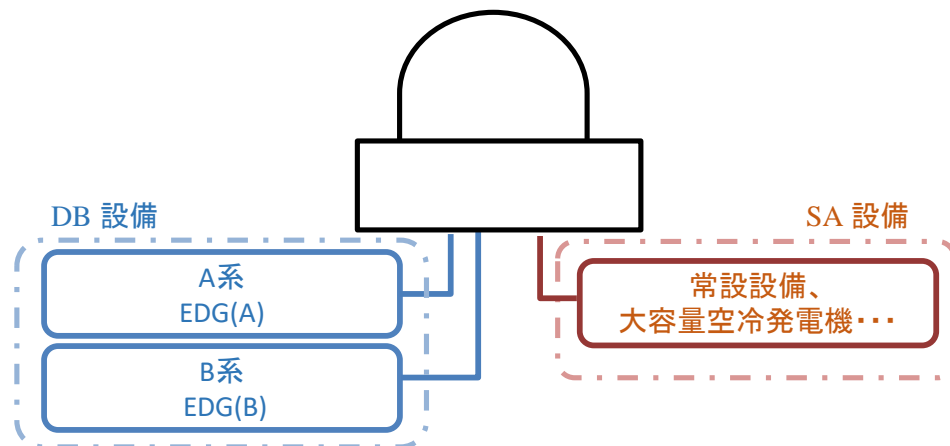
注: 積算リスク[1]= $\Delta CDF1 \times AOT(10日)$



SA設備等あり

	EDG(A)	EDG(B)	SA 機器 (大容量空冷 発電機含む)	CDF2(/y)	$\Delta CDF2(/y)$	積算リスク [2]	AOT EXTENTION
Base	○ (待機)	○ (待機)	○ (待機)	2.9×10^{-6}	—	—	—
EDG(A) 待機除外	× (待機除外)	○ (待機)	○ (待機)	4.8×10^{-6}	1.8×10^{-6}	5.0×10^{-8}	43日

注: 積算リスク[2]= $\Delta CDF2 \times AOT(10日)$



参考② SA設備等の重要度を考慮したLCO設定フロー（案）

【SA設備等のLCO設定手順（フロー）】

LCO設定対象選定ステップ

1. SA設備等が重要な機能を有しているか

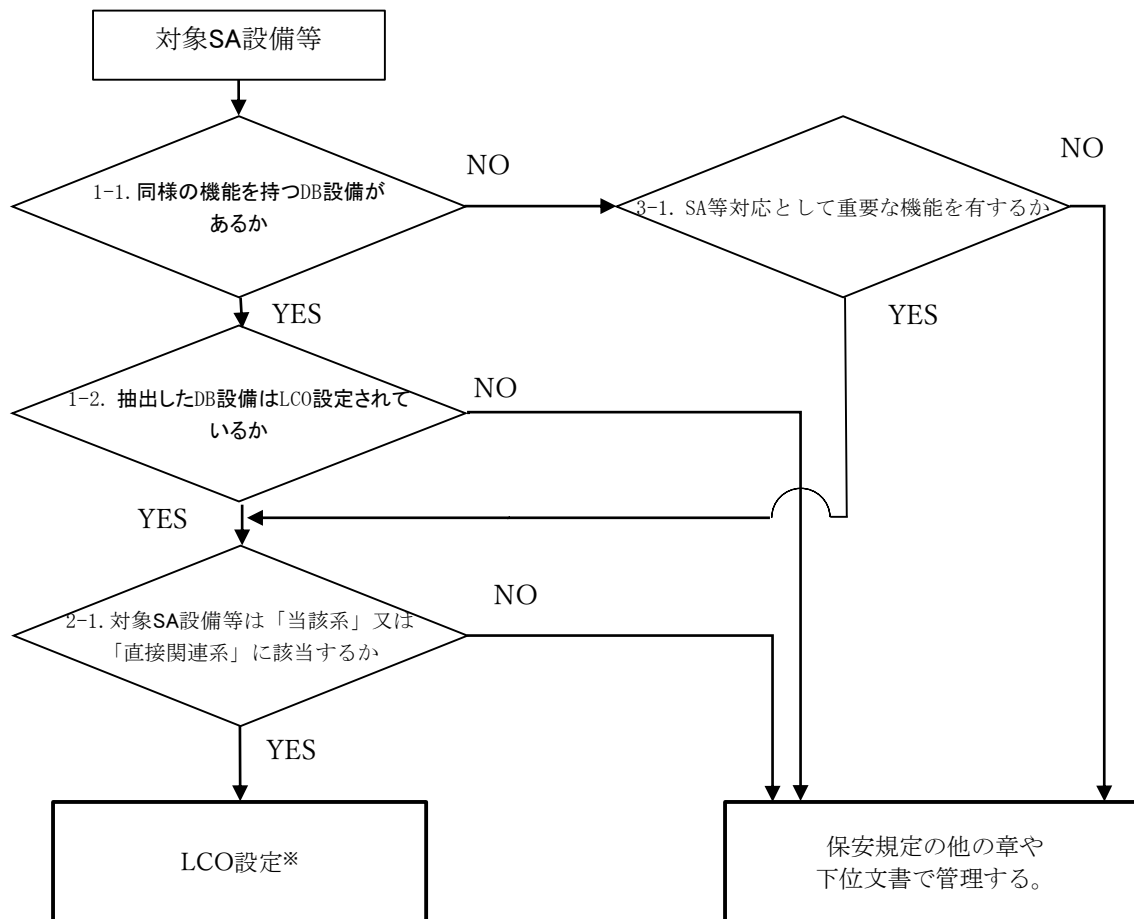
- 1-1. SA設備等の各システムに対して同じ機能を持つDB設備を抽出（無ければステップ3.へ）
 1-2. 抽出したDB設備のLCO設定の有無を確認（無ければLCO以外で管理）

2. 「当該系」あるいは「直接関連系」に該当するか

- 2-1. 当該SA設備が「当該系」又は「直接関連系」に該当するかどうかを確認（該当しなければLCO以外で管理）
 2-2. 該当する場合はLCO設定

3. SA等対応として重要な機能を有する設備か

- 3-1. (1-1.で“同様の機能をもつDB設備がない”と判断した)SA設備等の機能が重要な機能を有するものに該当するかを確認（該当しなければLCO以外で管理）
 3-2. 該当する場合は2-1.へ



※：一つの機能に対して同等の重大事故等対処設備が複数あるものについては、そのグループのうち所要数以上の設備が健全であればLCO逸脱とはみなさないとする“グルーピング”を検討する。

参考③SA設備等の重要度を考慮したLCO設定見直し例（案）

高浜発電所の例

SA設備	LCO設定フロー				LCO設定等区分
	同様の機能を持つDB設備があるか (ダイヤ1-1)	抽出したDB設備はLCO設定されているか (ダイヤ1-2)	SA等対応として重要な機能を有するか (ダイヤ3-1)	対象SA設備等は「当該系」、「直接関連系」に該当するか (ダイヤ2-1)	
空冷式非常用発電装置	○	○	-	当該系	LCO設定
燃料油貯油そう (非常用所内電源系)				直接関連系	
静的触媒式水素再結合装置	×	-	○	当該系	LCO設定
原子炉格納容器水素燃焼装					
使用済燃料ピット水位				直接関連系	LCO設定
使用済燃料ピット温度					
使用済燃料ピットエリア監視カメラ	○	○	-	該当しない (間接関連系)	保安規定の他の章 や下位文書で管理
可搬式使用済燃料ピット水位	(使用済燃料ピット監視系)	(使用済燃料ピット水位、 温度(制限値))			
可搬式使用済燃料ピット区域周辺エリアモニタ					
可搬式モニタリングポスト				-	保安規定の他の章 や下位文書で管理
電離箱サーベイメータ	○	LCO設定なし	-	-	
可搬型放射線計測装置(ダストサンプラ等)	(放射線監視設備)			-	
小型船舶				-	
可搬型気象観測装置				-	