

SA設備・特重施設のLCOに係る 記載の一部見直しについて

2025年10月9日
原子力エネルギー協議会

1. はじめに		2
2. LCO設定の現在の状況と見直しの考え方		3
3. LCOに係る記載の見直しをする設備とその 根拠		4
4. まとめ		5

1. はじめに

- ATENAでは、新規規制基準に適合した発電所の運用実績、現状の設備体系（DB設備、SA設備、特重施設）における相互の補完関係等を踏まえ、現行保安規定の改善について検討している。
- 主な検討項目は以下の通りであり、そのうち本件は②について議論したい。
 - ① OLMの実施（伊方3号機にて現場実証実施中）
 - ② SA設備及び特重施設（以下、SA設備等という）に対するLCOの適正化
 - ③ 特重施設の積極的活用
 - ④ DB設備、SA設備等のLCO及び「要求される措置」の充実
 - ⑤ DB設備、SA設備等のAOT適正化（リスク情報の活用含む）
 - ⑥ 米国STS rev.5の反映
- ②については、過去のCNO意見交換（第14回（2022年4月19日）及び第17回（2023年10月17日））において議論したが（参考3参照）、継続的に議論が必要とされたものである。
- **SA設備等については、当該設備が機能喪失しても、他の手段により要求機能が確保され、SA等発生時の対処に問題がない場合がある。そのことを踏まえ、LCOに係る記載を適切なものに見直したい。**
- なお、前回のCNO意見交換で説明した「LCO及び「要求される措置」の充実」並びに「AOT適正化」については、別途、議論したい。

2. LCO設定の現在の状況と見直しの考え方

- LCO設定については、保安規定の審査基準（参考 1 参照）に記載のとおり、DB設備及びSA設備等について、重要な機能に関してLCOを設定することとしているが、現状は以下のようになっている。

【LCO設定の現状】

- JCO臨界事故を受けて、DB設備の運転管理に関する記載事項について見直しがなされ、米国の標準技術仕様書（STS）を参考とし、重要な安全機能を有する系統、機器等について運転状態に応じたLCOを設定。
- 更にその後、新規制基準が施行され、SA設備等が保安規定に追加されたが、それらのLCOの設定に当たっては、それぞれのSA設備等の機能や安全上の重要度についての十分な議論を経ずに、**全てのSA設備等に対してLCOを設定。**
- SA設備等に不具合が発生しても、SA等発生時の対処に問題がないと考えられる場合には、LCO逸脱としないよう、LCOに係る記載を見直す。具体的には、**LCO逸脱の可能性が相対的に高いと考えられるもののうち、予備機への切り替えや他の手段により、要求される機能を担保できるものについては、LCO逸脱に係る条件を見直したい。**
- 上記の考え方にに基づき、次頁に詳述するとおり、衛星電話、可搬型モニタリングポスト（衛星によるデータ伝送系）、可搬型気象観測装置（衛星によるデータ伝送系）、使用済燃料貯蔵プール監視カメラのLCOに係る記載を見直したい。

3. LCOに係る記載の見直しをする設備とその根拠

- 現状の保安規定におけるLCOは、全てのSA設備等について、個々の機器が動作可能あるいは使用可能であることを規定しており、その結果、設置許可基準規則の単一の要求事項に対して、複数の手段が確保されている場合がある。

そのような機器については、多様性や多重性等による冗長性があるため、対象設備が動作不能となった場合においても、予備機への切り替えや他の手段にて要求機能を確保できる場合は、SA等への対処に支障がないことから、以下のSA設備等を対象に、LCO逸脱に係る条件を見直したい。

対象機器※1	LCO逸脱の可能性 (実績)	機能喪失時の影響	LCOに係る記載の 見直し方針	備考
・衛星電話（特重施設含む）	これまで複数（9件）のLCO逸脱実績あり。	他の通信連絡手段や短時間での予備機への切り替えにより、SA等発生時の対処が可能である。	「他の通信連絡手段が使用可能又は、速やかに予備機への切り替えが可能な場合は、運転上の制限を満足していないとはみなさない。」とする趣旨を追記。	【参考2 (1/3)】 参照
・可搬型モニタリングポスト（衛星によるデータ伝送系※2） ・可搬型気象観測装置（衛星によるデータ伝送系※2）	これまでLCO逸脱の実績はないが、上記衛星電話と同様に衛星回線を使用しているプラントについては、同種のLCO逸脱が想定される。	緊急時対策所に連絡し記録する要員により、SA等発生時の対処が可能である。	「速やかに緊急時対策所に連絡・記録する要員の確保が可能な場合は、運転上の制限を満足していないとはみなさない」とする趣旨を追記。	【参考2 (2/3)】 参照
・使用済燃料貯蔵プール監視カメラ	これまで複数（5件）のLCO逸脱実績あり。	水位計・水温計及び放射線モニタにより、プールの状態を監視することにより、SA等発生時の対処が可能である。	「水位計・水温計及び放射線モニタが動作可能な場合は、運転上の制限を満足していないとはみなさない。」とする趣旨を追記。	【参考2 (3/3)】 参照

※1 機器名称は各社によって異なる

※2 無線による伝送系を使用している場合は対象外

- 今後、本日提示した考え方に基づくLCOに係る記載の見直しについては、準備が整ったプラントから、順次、保安規定の変更認可申請を実施したい。
- なお、今回は一部のSA設備等について、LCO設定に係る記載の見直しについて検討・提案したが、今後、更に他のSA設備等も含めた保安規定におけるLCO設定対象設備の考え方について、引き続き、議論したい。

(以下、参考)

【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】

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「L C O」という。）、L C O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、L C O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「A O T」という。）が定められていること。

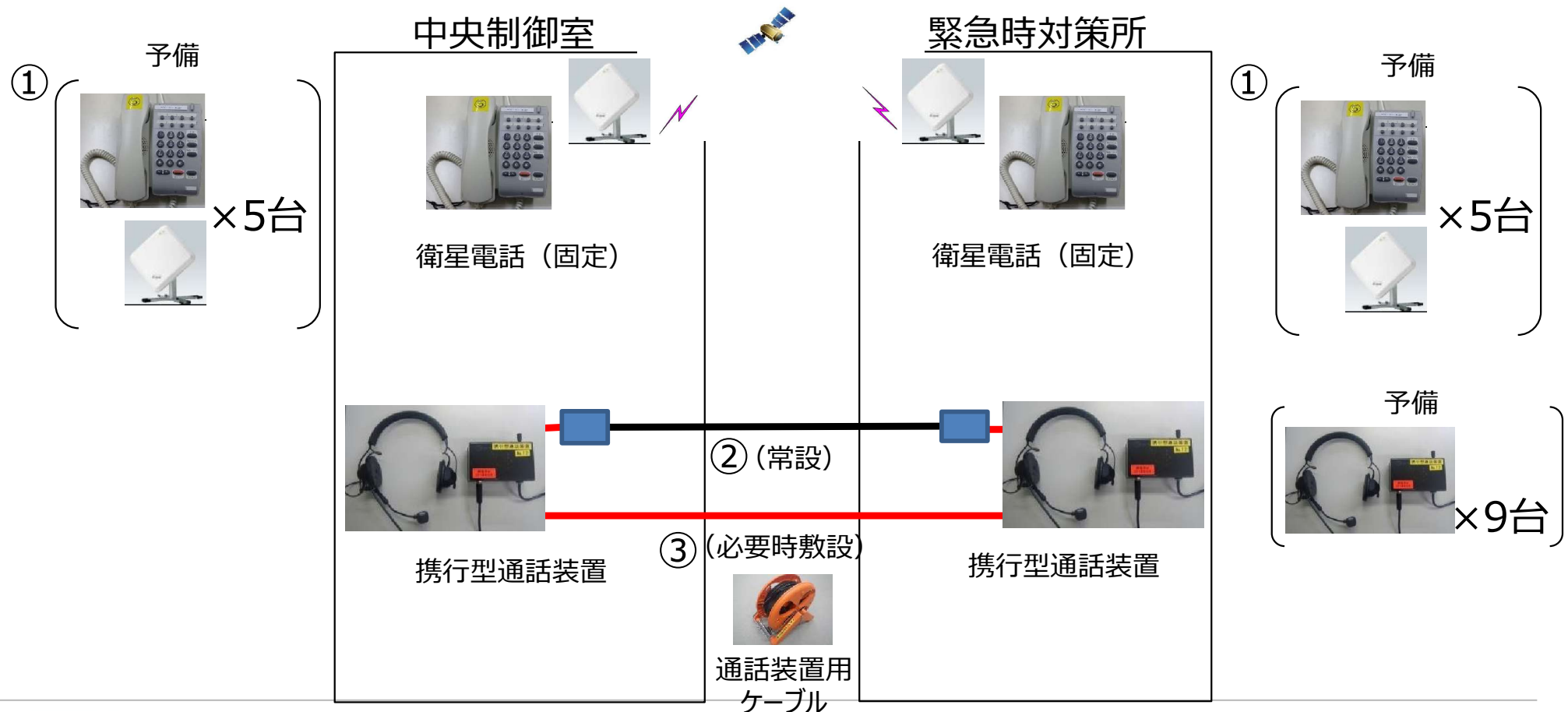
なお、L C O等は、許可を受けたところによる安全解析の前提条件又はその他の設計条件を満足するように定められていること。

衛星電話（固定）【中央制御室⇔緊急時対策所】機能喪失時の要求機能確保（対応順は①→③）

- ①速やかに衛星電話（固定）を予備機に切り替える。（端末交換、アンテナ交換）
- ②予備の携行型通話装置（常設ライン）にて通話可能な状態にする。（携行型通話装置の設置）
- ③予備の携行型通話装置（必要時敷設ライン）を準備し、通話可能な状態にする。（ケーブル敷設）

衛星電話（固定）が機能喪失しても、予備機や携行型通話装置で通信連絡が可能である。

＜衛星電話（固定）機能喪失時の通信連絡イメージ＞



可搬型モニタリングポスト・可搬型気象観測装置のデータ伝送系【現場⇔緊急時対策所】機能喪失時の要求機能確保

例：柏崎刈羽の保安規定（抜粋） 第66条（重大事故等対処設備）

可搬型モニタリングポスト及び可搬型気象観測装置のデータ伝送系は、一部のプラントにおいてLCO逸脱実績のある通信設備と同様、衛星を用いている場合がある。同伝送系が機能喪失しても、以下の通りデータ伝送が可能である。

＜可搬型モニタリングポストの場合＞

- 可搬型モニタリングポストのデータ伝送系が機能喪失した際には、**緊急時対策所に連絡し記録する要員を確保**することで、その要員を通じてデータ伝送を行う。

＜可搬型気象観測装置の場合＞

- 可搬型気象観測装置のデータ伝送系が機能喪失した際には、**緊急時対策所に連絡し記録する要員を確保**することで、その要員を通じてデータ伝送を行う。

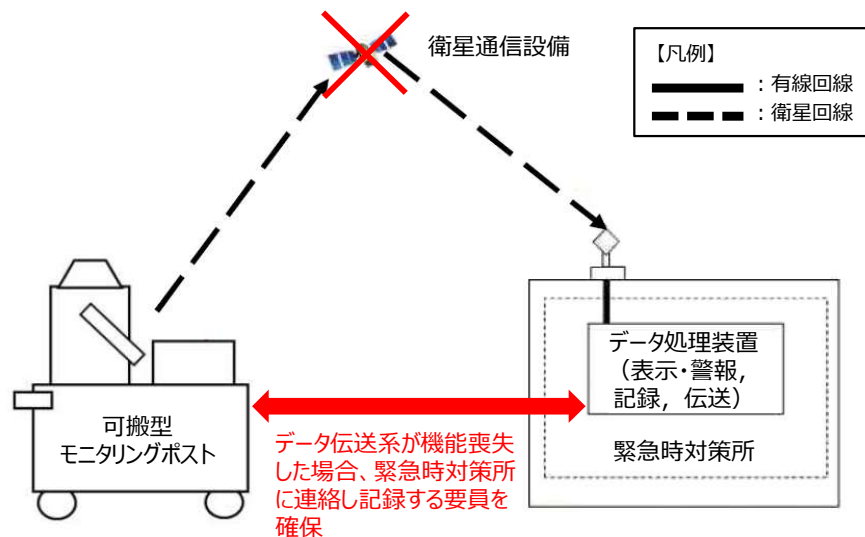
適用される原子炉の状態	設 備	所要数
運 転 起 動 高温停止 冷温停止 燃料交換	GM汚染サーベイメータ	2 台※1
	Na I シンチレーションサーベイメータ	2 台※1
	Z n S シンチレーションサーベイメータ	1 台※1
	電離箱サーベイメータ	2 台※1
	可搬型ダスト・よう素サンプラ	2 台※1
	可搬型モニタリングポスト※3	1.5 台※2
	モニタリングポスト用発電機	3 台※2
	可搬型気象観測装置※3	1 台※2
	小型船舶（海上モニタリング用）	1 台※2

※1：5号炉原子炉建屋内緊急時対策所あたりの合計所要数。

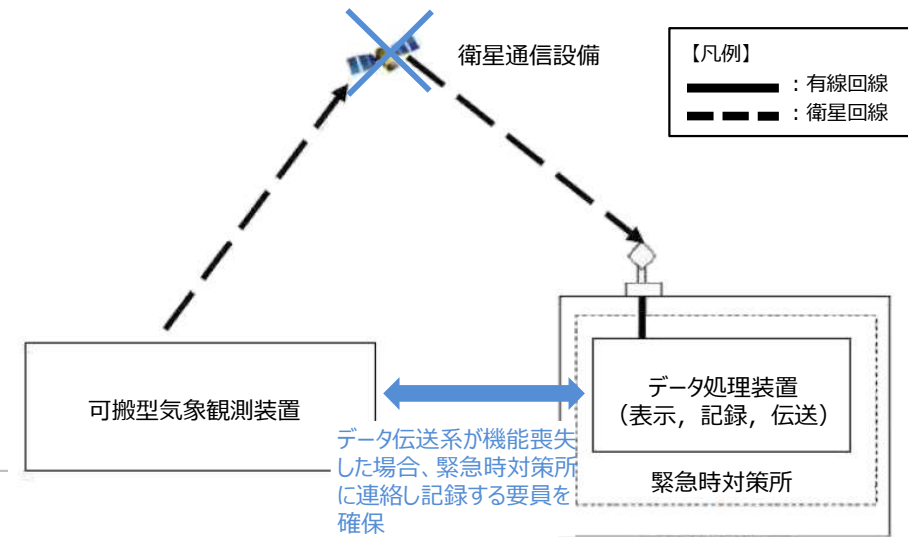
※2：6号炉及び7号炉の合計所要数。

※3：データ処理装置を含む。データ処理装置の計画的な保全作業及び機能試験によるデータ伝送停止時（通信衛星等の他の事業者が所掌する設備の点検及び試験に伴うデータ伝送停止を含む。）は、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所に連絡し記録する要員を確保することを条件に、運転上の制限を満足していないとはみなさない。

＜可搬型モニタリングポストデータ伝送機能喪失時の対応イメージ＞



＜可搬型気象観測装置データ伝送機能喪失時の対応イメージ＞



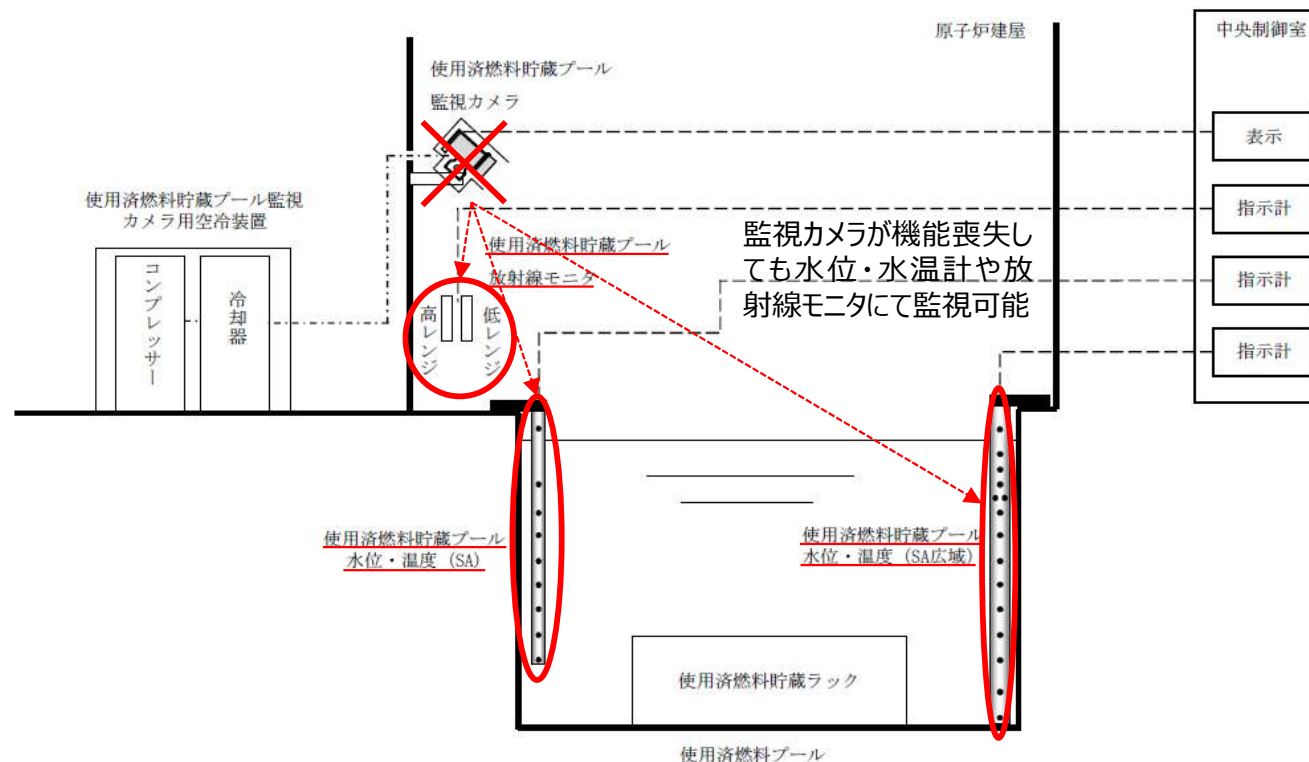
使用済燃料貯蔵プール監視カメラ機能喪失時の要求機能確保

例：柏崎刈羽の保安規定（抜粋）
第66条（重大事故等対処設備）

- 監視カメラが機能喪失したとしても、使用済燃料プールに設置された水位・水温計及び放射線モニタを用いることで、使用済燃料プールの冷却状態の監視が可能である。

主要パラメータ	代替パラメータ	
要素	要素	推定方法
使用済燃料貯蔵プール監視カメラ（使用済燃料貯蔵プール監視カメラ用空冷装置を含む）	①使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA広域） ①使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA） ①使用済燃料貯蔵プール放射線モニタ（高レンジ・低レンジ）	使用済燃料貯蔵プール水位・温度，使用済燃料貯蔵プール放射線モニタにて，使用済燃料プールの状態を推定する。

＜監視カメラの機能喪失時の使用済燃料プールの冷却状態の監視イメージ＞



資料1-1

DB設備、SA設備のLCO等の充実による安全性向上

2023年10月17日
原子力エネルギー協議会

目次

1

1. はじめに		2	～	3
2. DB設備、SA設備のLCO等の充実		4	～	6
3. AOTの変更（検討例）		7	～	8
4. SA設備等のLCO設定の見直し		9	～	10
5. 今後のスケジュール（案）		11		

1. はじめに

2

- ATENAでは、新規制基準に適合した発電所の運用実績、現状の設備体系（DB設備、SA設備、特重施設）における相互の補完関係等を踏まえ、現行保安規定の改善点について対応を検討した。
- 検討の結果、現行保安規定における改善点は以下のとおり
 - （1）DB設備、SA設備のLCO等の充実
 - ⇒ ① LCO及び「要求される措置」の充実、② AOTの変更
 - （2）SA設備等のLCO設定の見直し
- これら2つの改善点について、「第14回主要原子力施設設置者の原子力部門の責任者との意見交換会」（2022年4月19日）において説明した※¹。
- 2022年7月、上記2つの改善点に関する考え方及び手順を取りまとめ、「多様な設備による安全性向上のための保安規定改定ガイドライン」を発刊。
- その後、面談においてSA設備の重要度に応じた効率的かつ効果的運用の推進、およびガイドラインに基づくAOTの変更について説明した結果、保安規定の変更認可申請書提出前に、LCO等改善の方向性を確認するため考え方を整理し、改めてCNO意見交換会で議論した方が良いとの指摘があった。
 - ✓ 「（1）② AOTの変更」について、炉心損傷頻度を考慮して変更しようとしているので、その考え方を整理すること。また、抽出の考え方を整理すること。【スライド5～8参照】
 - ✓ LCOの全体的な見直し計画と今回の設定変更の位置づけを整理すること。【スライド3参照】
- 上記指摘を踏まえ、今回、改めて議論したい。

1. はじめに

3

- LCOの全体的な見直し計画については、同様の安全機能を有するDB設備、SA設備、特重施設について、その区分に拘ることなく、柔軟かつ最も効果的に活用していくことが重要であることから、保安規定だけでなく、設置変更許可、設工認記載を踏まえた設備の効果的活用・改善策（全体像）について整理した（下表参照）。

許認可文書		項目	改善事項
設置許可	本文十号 添付書類十	DB安全解析	（変更なし）
		SA技術的能力	◆ 重大事故等発生時における特重施設活用
		SA有効性評価	（同上）
設工認	—	—	（変更なし）
保安規定	運転管理	LCO	◎ DB設備、SA設備のLCO等の充実 （LCOの充実、要求される措置の改善）【スライド4】 ◎ SA設備等のLCO設定の見直し【スライド9,10】
		AOT	◎ AOTの見直し（相対値）【スライド5～8】 ◆ 米国のような定量的指標（絶対値）を活用したAOT見直し【スライド8】
		手順書の整備	《済》重大事故等発生時における特重施設活用

《済》：対応済、◎：今回提案、◆：将来実施、 ：リスク情報活用

- その他、特重施設導入に伴いEALの見直しについて対応中。

2. DB設備、SA設備のLCO等の充実 ①LCO及び「要求される措置」の充実

4

【現状】

- DB設備やSA設備におけるLCO及びLCO逸脱時の措置（「要求される措置」）において、同等の機能を有するSA設備や特重施設（以下「SA設備等」という。）は考慮されていない。

LCO等の 設定設備	LCO逸脱時の措置で、動作可能性等を確認する設備		
	第1段階	第2段階（以下の何れかの動作可能性を確認）	
	DB設備	SA設備	特重施設
DB設備	健全側系統の 動作可能性確認 （起動）	なし	
SA設備	対応する設備の 動作可能性確認 （起動および記録確認）	同様の機能を有する設備 の動作可能性確認 （記録確認）	なし
特重施設	対応する設備 の動作可能性確認 （起動および記録確認）	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）	

【改善点①】

- LCOの充実
LCOが設定されているDB設備の設計要求を全て満たすSA設備等がある場合は、LCO時に待機させる設備に追加する。
- LCOが設定されているDB/SA設備に対する「要求される措置」の充実
LCO逸脱時の「要求される措置」に対し、SA設備等の動作可能性確認が考慮されていない設備については、これを考慮し、いずれの設備のLCO逸脱に対しても、同様の機能を有するDB設備とともに、SA設備等のうち有効な設備を措置に加える（上表 に追加する）ことで、リスク低減が可能

2. DB設備、SA設備のLCO等の充実 ②AOTの変更

5

【基本的考え方】

- 要求される措置の完了期間(AOT)・・・安全上の要求から多重性の機能を持つ機器・系統の一つが、故障やその復旧等の理由で一時的に待機状態でなくとも許容される期間
- AOT設定にあたり考慮すべき事項
 - (1)LCO逸脱時は、単一故障基準が一時的に緩和されている状態であることから、AOTを必要以上に長くすることは好ましくない

⇒適切なAOT設定により、リスクの増分を十分低く抑える

- (2)LCO逸脱からの復旧のため、原因特定、復旧方法の検討、復旧作業、機能確認等の期間を確保

⇒適切なAOT設定により、作業品質を確保する

- (3)安定運転している原子炉を停止させることにより、過渡的な状態が発生するリスクを回避

⇒適切なAOT設定により、原子炉停止リスクを低減する

適切なAOT設定には、(1)～(3)のリスクのバランスを取りつつAOTを設定することが重要
(従来は、主として工学的判断に依っていたが、リスク情報活用が期待される)

2. DB設備、SA設備のLCO等の充実 ②AOTの変更

6

【改善点②】

➤ 要求される措置の充実を踏まえたリスク評価によるAOTの変更

SA設備等の導入及びそれらによる「要求される措置」を充実（改善点①）すること等により、設備の待機除外に伴うリスク増分（以下「積算リスク」という。）を低減させている。

そうした中、要求される措置の完了期間(AOT)を適切に設定することで、「作業品質の確保」や「原子炉停止リスクの低減」によるメリットが、AOT変更による「リスクの増分」を上回ることが期待できる。

⇒「作業品質の確保」や「原子炉停止リスクの低減」によるメリットが期待され、定量的な積算リスクが十分に小さい（SA設備導入前より小さい）場合に限り、AOTを変更できることとする。

- ✓ リスク指標として、AOT評価を規定した米国NRCのR.G.1.177で用いられている条件付き炉心損傷確率増分（ICCDP。「積算リスク」と同義。）を活用※1。

- ✓ 積算リスクは下式で定義される。

$$\text{積算リスク} = \text{炉心損傷頻度増分} (\Delta\text{CDF}) \times \text{AOT}$$

- ✓ 積算リスク等の計算に使用するPRAモデルは、最新の内的事象の運転時レベル1PRAモデルを活用※2。

※1：【参考1】参照

※2：格納容器破損防止を主たる機能とする設備については、CDFをCFFと読み替え、積算リスク等の計算は内的事象レベル1.5PRAモデルを活用する。

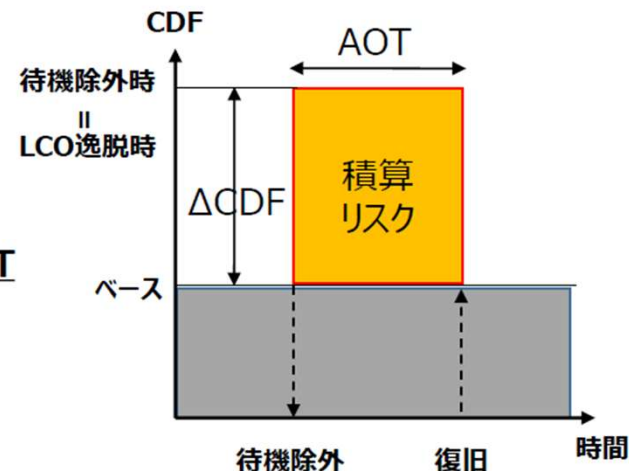


図 リスク指標の概念図

Copyright © Atomic Energy Association All Rights Reserved.

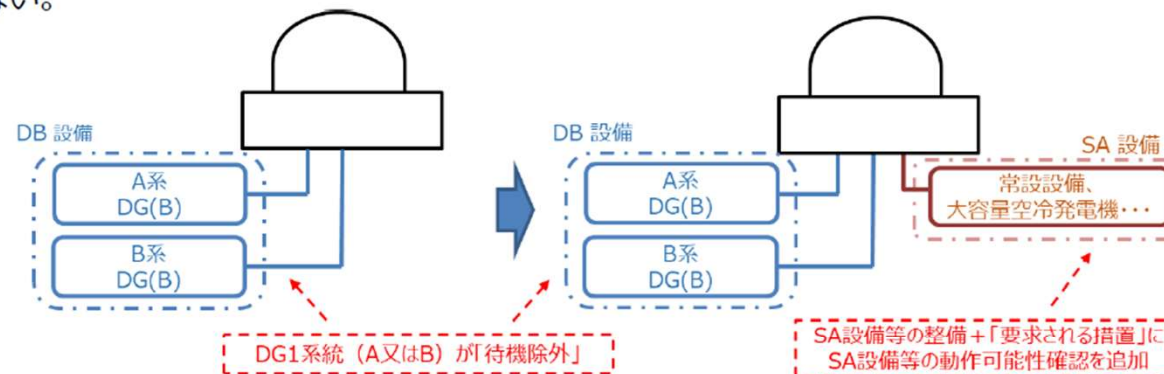
3. AOTの変更（検討例）

7

- 先行申請予定プラントにおいてAOT変更について検討した結果、非常用ディーゼル発電機、蓄電池が抽出（ただし、プラント設備構成等により、抽出結果は異なる）。

【非常用ディーゼル発電機でのAOT変更の検討例】

⇒**現状、10日で設定されているAOTを30日に延長しても、積算リスクは 1.9×10^{-7} 程度**
（AOT変更前から 1.3×10^{-7} 程度の増加）であり、SA設備等の整備前の積算リスクに戻るほどではない。



（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）

		CDF _{BASE} (/ry)	ΔCDF (/ry)	AOT	積算リスク※
AOT	変更前	1.2×10^{-6}	2.3×10^{-6}	10日	6.2×10^{-8}
	変更後			30日	1.9×10^{-7}
SA設備等の整備前		2.3×10^{-5}	2.8×10^{-5}	10日	7.6×10^{-7}

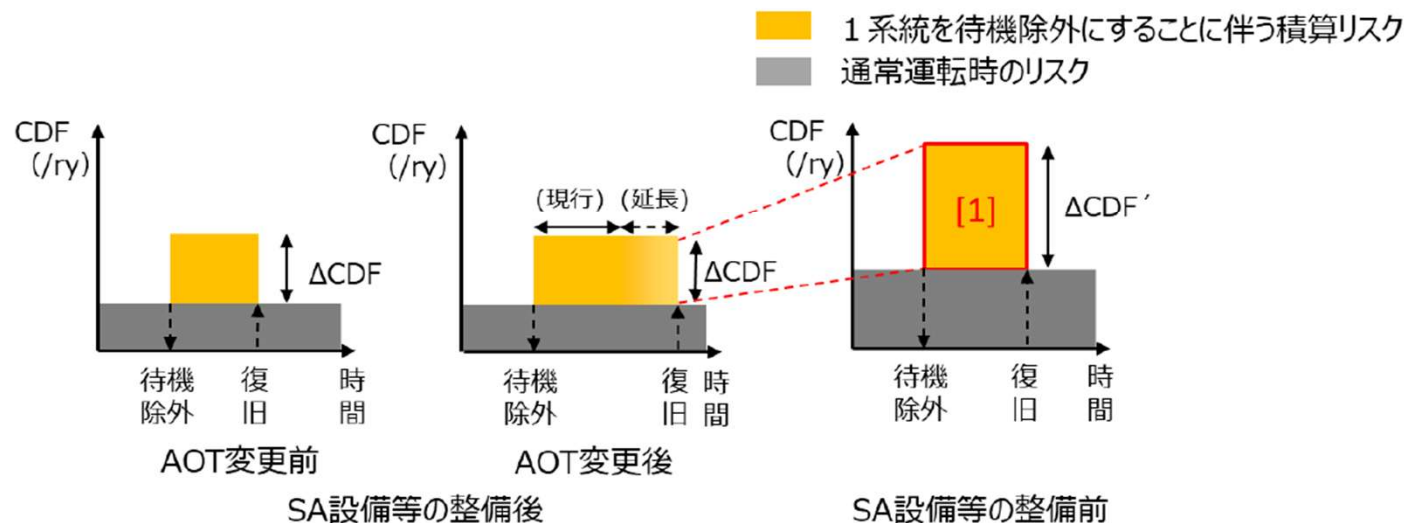
3. AOTの変更（検討例）

8

- 米国では、AOTを設定する際に積算リスク（ICCDP）の絶対値（ $<1 \times 10^{-6}$ ）を基準としている【スライド15参照】が、我が国ではこのような絶対値（安全目標等）の議論が進んでいないため、今回は、SA設備等の整備前に達成されている積算リスク[1]より小さく抑制される範囲で、現行AOTからの変更を行う。

⇒安全目標を含めたリスク絶対値の活用について、ATENAは規制当局と対話を行ってきたい。

- 今回の改善において、積算リスクの増分は小さく抑えられている（非常用D/Gの検討例の場合、 1.3×10^{-7} 程度の増加）。（下図参照）
- AOT変更対象設備は「要求される措置」の拡充（動作可能性確認を追加実施）や作業品質の確保、原子炉停止リスクの低減によって、全体としてのリスク低減が期待される。



4. SA設備等のLCO設定の見直し

9

【現状】

- DB設備のLCO等は、「保安規定審査基準」※により設定することが要求され、「保安規定変更に係る基本方針」に基づき、安全機能を有する系統及び機器全てではなく、安全機能の重要度分類に基づき選定されている。
- 一方、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。

※「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」

【改善点】

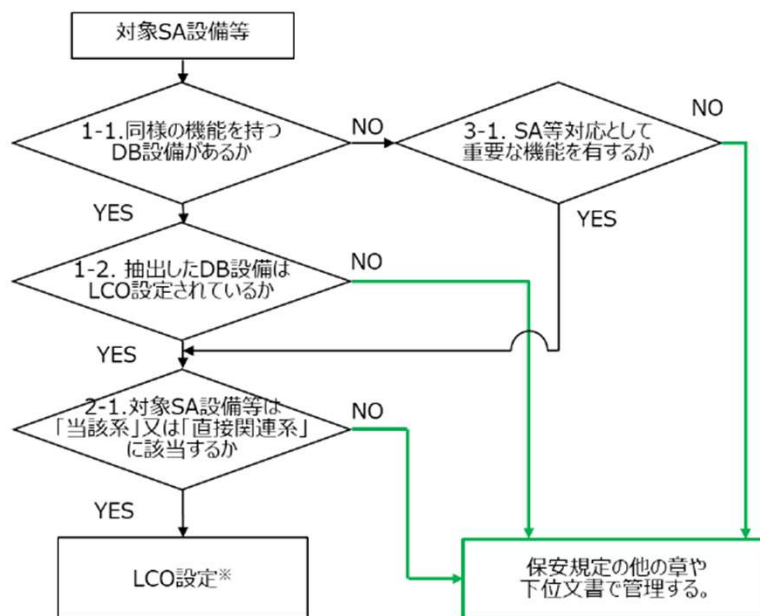
- SA設備等についても重要度に応じたLCO設定を行うことで、合理的に安全性を向上させる。

LCOの設定の観点			DB設備	SA設備等	
			現状	変更後	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）		

4. SA設備等のLCO設定の見直し（検討例）

10

- 代表プラントでSA設備等（110設備）のLCO設定の見直し【試評価】を行った結果、24設備が保安規定の他の章あるいは下部規定で管理可能と評価した。



※：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“グループング”を検討する。

LCO設定対象選定フロー

保安規定の他の章あるいは下部規定で管理することとなるSA設備（例）

【電源設備】

号炉間電源融通ケーブル、予備ケーブル

【使用済燃料ピットの監視】

使用済燃料ピット状態監視カメラ、使用済燃料ピット周辺線量率

【中央制御室】

可搬型照明、酸素濃度計、二酸化炭素濃度計

【緊急時対策所】

酸素濃度計、二酸化炭素濃度計、緊急時対策所エリアモニタ

【通信連絡設備】

無線連絡設備、携帯型通話設備、衛星携帯電話設備、SPDSデータ表示装置、緊急時運転パラメータ表示システム、統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備

【監視測定設備】

モニタリングポスト、可搬型モニタリングポスト、可搬型エリアモニタ、放射能測定装置、電離箱サーバイメータ、小型船舶、可搬型気象観測設備

【その他の設備】

ホイールローダ

5. 今後のスケジュール（案）

11

- 「DB設備、SA設備のLCO等の充実」および「SA設備等のLCO設定の見直し」について、今後、申請に向けてNRA実務レベルとの意見交換を実施し、先行プラント保安規定変更認可申請を行う。

年度 月	2023					
	10	11	12	1	2	3
会合等	▽CNO意見交換会					
	NRA実務レベルとの意見交換					
事業者	申請準備					
	先行プラント申請（予定）▽					