

安全設備の運用改善について

2021年7月30日
原子力エネルギー協議会

1. 検討の背景及び方針
 2. 運転上の制限（LCO）
 3. 今回の検討対象
 4. EDGに関するLCOの改訂箇所
 5. LCO改善検討手順
 6. 事例①
 - ・EDGのLCO逸脱時の措置の改善検討例
 - ・PRA評価
 - ・PRA評価結果
 - ・保安規定改善案
 7. 事例②
 - ・EDGの停止時LCOの改善検討例
 - ・保安規定改善案
 8. 今後の課題
- ・参考資料

- 新規制基準では、発電所の安全性向上を目的にDB設備に加え、SA設備/特重施設が要求されており、DB設備と類似の機能を有している。しかし、保安規定では、SA設備/特重施設は、LCO逸脱時の措置としてDB設備が動作可能であることの確認が要求されているが、DB設備は新規制基準施行前と同じで、LCO逸脱時の措置としてSA設備/特重施設が動作可能であることの確認が要求されていない。
- 今回、DB設備のLCO逸脱時の措置として、SA設備/特重施設が動作可能であることの確認などの改善案について検討する。

➤ 運転上の制限を定める必要性

- 事業者は、設計基準事象やシビアアクシデントに対処できるように設備設計を行い、設計条件を安全解析で確認し、設置許可を申請している。規制庁はそれら設計条件が運転中も維持されることを前提に許可している。
- 事業者は、プラント運転時にもそれら設計条件を維持する必要がある、そのための遵守事項を「運転上の制限」として保安規定に定めている。

➤ 「運転上の制限」には、以下のようなものがある。

- 通常待機状態にある設備（待機系設備）が設計条件通りに動作可能である状態を維持する。
例：非常用電源（EDG）、ECCS、SA設備、等
- 原子炉の運転状態を設計で想定した運転上の範囲内に維持する。
例：1次冷却材の温度・圧力及び温度変化率、等
- その他（異常の早期検知、手順の規定、等）

➤ LCOを設定する機器（詳細は、別添1のLCO設定対象リスト参照）

- DB設備……安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するもの（PS-1、MS-1、MS-2）
- SA設備……すべて対象（安全重要度が決定されていないため）

- 通常待機状態にある設備のうち、DB設備と類似の機能を有するSA設備/特重施設でバックアップが可能なDB設備のLCO及びLCO逸脱時の措置及び完了時間（AOT）の運用改善について、次のサンプルを用いて検討する。

○非常用の電源（EDG）

⇒スライド

7

～

15

4. EDGに関するLCOの改訂箇所

事例① : EDGのLCO逸脱時の措置として、大容量空冷式発電機等の動作確認等を要求するとともに、PRA評価の結果を活用しAOTを延長する。
 (大容量空冷式発電機等には、LCO逸脱時の措置としてEDGが動作確認が要求されているが、EDGに対しては大容量空冷式発電機等の動作確認の要求はない。)

事例② : 非常用電源に大容量空冷式発電機等も含める。

EDGに関するLCO (PWR)	
運転モード※	1～4 (運転～高温停止) / 1～4以外 (低温停止～燃料取出)
求められる安全機能	LOCA時等にEDGが自動起動し、ECCSポンプなどに電力を供給する / 外部電源喪失時に非常用電源を起動し、燃料冷却に必要な電力を供給する
LCO	EDG2台が動作可能であること / EDG2台*が動作可能であること * : 非常用電源1台を含めてよい
逸脱時の措置とAOT	速やかに健全側EDGの動作確認 / 速やかに復旧するなど 10日以内にEDGを復旧
動作可能確認	毎月一回動作確認 / 毎月一回動作確認

大容量空冷式発電機のLCO (運転モード1～4)
 (LCO)
 大容量空冷式発電機による電源系1系統が動作可能であること
 (逸脱時の措置とAOT)
 1基のEDG1台起動し、動作可能であることを確認など

【検討ステップ】

1. 運転上の制限の改善を検討するDB設備について、SA設備/特重施設からバックアップ候補設備を選定する。
2. DB設備に対する要求事項毎に、バックアップ候補設備による代替可能性（充足性）を整理する。（右表参照）
3. 上記整理に基づき、バックアップ候補設備による安全性向上について定性的な評価を行う。
4. 定性的評価の結果、LCOの改善が可能と判断した場合は、LCO改善案を作成する。

機能整理表（例）

DB設備への設計要求		代替候補設備A	代替候補設備B	● ● ● ●
		代替可能性(充足性)評価結果	代替可能性(充足性)評価結果	
設置許可判断基準	過渡事象			
	設計基準事象			
設計方針	容量			
	自動起動			
	物理的分離			
	● ● ●			
外的事象の考慮	耐震			
	耐津波			
	耐その他外的事象			

【運転モード1～4（運転～高温停止）】

➤ 検討ステップ1：バックアップ候補設備の抽出

- 非常用電源設備であるディーゼル発電機のバックアップ候補設備としては、代替電源設備である、①大容量空冷式発電機、②中容量発電機車、③特重施設電源、を抽出した。

➤ 検討ステップ2：代替可能性（充足性）整理

- ディーゼル発電機に対する設計要求を、設置許可申請書より以下のとおり抽出した。
 - ✓ 外電喪失時の電源供給
 - ✓ 事故時の電源供給
 - ✓ 設計方針：自動起動、単一故障、物理的分離、必要容量、・・・等
 - ✓ 外部事象に対する防護：地震、津波、火災、・・・等
- これらに対する、上記バックアップ候補設備の代替可能性を機能整理表（別添2）に整理した。

➤ 検討ステップ3：定性的な安全性評価

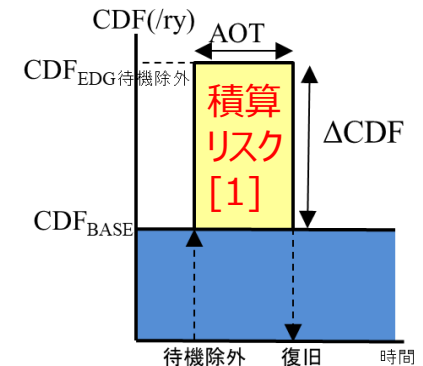
- バックアップ候補設備は、自動起動しないこと、外電喪失時及び事故時の必要容量を満足しないことから、LCOの待機設備として期待することはできない。
- しかしながら、LOCAのような進展の早い事象を除けば、多くの事故シナリオに対応可能であり、所要時間内に必要な電力供給が出来ることから、定性的には安全性向上していると判断した。

➤ 検討ステップ4：LCO改善可否の判断、改善案の作成

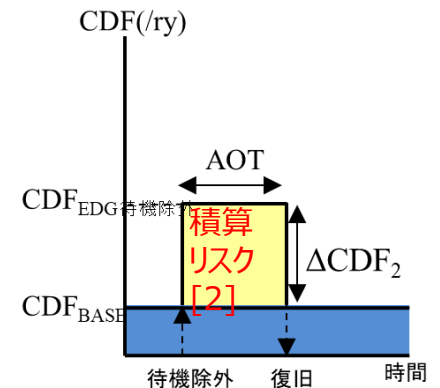
- 検討ステップ3の結果より、この場合はLCO逸脱時の措置及び完了時間の改善を行うこととした。
- バックアップ候補設備によるバックアップによる安全性向上を定量的に把握するため、プラント出力運転時の内的事象PRA評価を実施した。（スライド10、11）
- バックアップ候補設備に対するLCO逸脱時の措置にはEDGの起動確認要求があるが、EDGのそれにはバックアップ候補設備の動作確認要求等はない。そこで、LCO逸脱時の措置としてバックアップ候補設備の動作確認等を求めることとした。一方、PRA評価結果も参考に完了時間の延長が可能であると評価した。
- 以上より、LCO逸脱時の措置及び完了時間、改善案を作成した。（スライド12）

6. 事例①：PRA評価

- SA設備等によるバックアップ（以下バックアップ）がない設備構成で、以下の状態を想定したPRA評価を行う。
 - 全ての設備が健全な状態（Base）
 - ディーゼル発電機1基が待機除外となった状態（その他は健全）（EDG待機除外）
- ディーゼル発電機1基が待機不能となった場合のリスク増分（ ΔCDF ）を求める。
- AOT期間中の積算リスク[1]を求める。（右上図黄色部分）
- 1.～3.と同様の手順でバックアップがある設備構成での積算リスク[2]を求める。（右下図黄色部分）
- バックアップすることにより積算リスクが低下するのであればAOT延長を検討する。



【バックアップなし】



【バックアップあり】

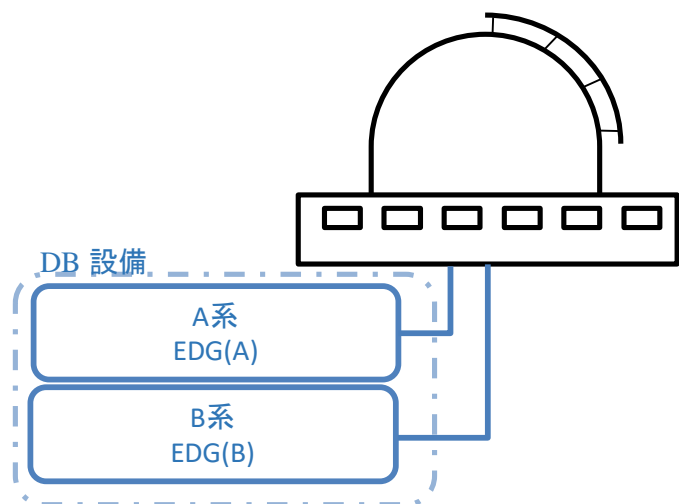
6. 事例① : PRA評価結果

- SA設備等でバックアップすることで、積算リスクが減少する。
(積算リスク[2] < 積算リスク[1])
- バックアップありのAOTを47日に延長すると、積算リスクが等しくなる。

バックアップなし

	EDG(A)	EDG(B)	CDF1(/y)	Δ CDF1(/y)	積算リスク [1]
Base	○ (待機)	○ (待機)	2.3×10^{-6}	—	—
EDG(A) 待機除外	× (待機除外)	○ (待機)	1.1×10^{-5}	8.7×10^{-6}	2.4×10^{-7}

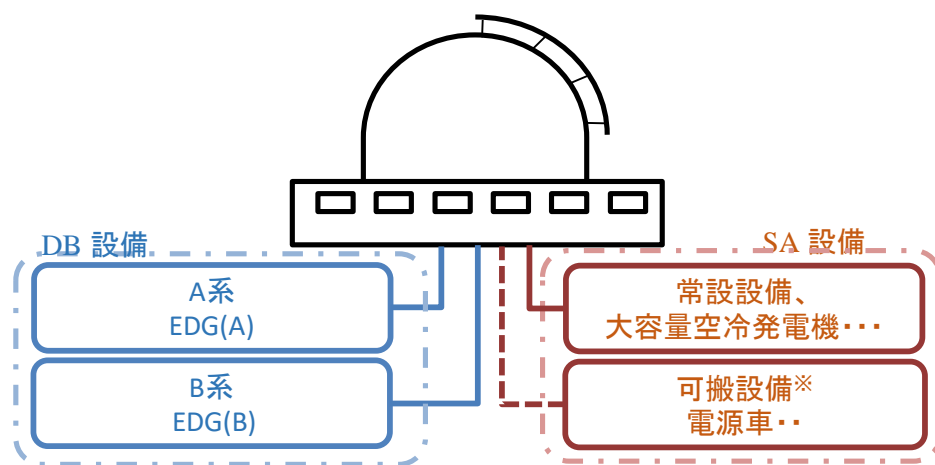
注: 積算リスク[1]= Δ CDF1 × AOT(10日)



バックアップあり

	EDG(A)	EDG(B)	SA 機器 (大容量空冷発 電機含む)	CDF2(/y)	Δ CDF2(/y)	積算リスク [2]
Base	○ (待機)	○ (待機)	○ (待機)	1.3×10^{-6}	—	—
EDG(A) 待機除外	× (待機除外)	○ (待機)	○ (待機)	3.1×10^{-6}	1.8×10^{-6}	5.0×10^{-8}

注: 積算リスク[2]= Δ CDF2 × AOT(10日)



※可搬機器はPRA評価上考慮していない

6. 事例①：保安規定改善案

【 LCO逸脱時の措置及び完了時間の改善案（例） 】（下表参照）

- ディーゼル発電機1台が待機除外となった場合の措置として、従来から要求されている“残りのディーゼル発電機”の動作確認に加え、①大容量空冷式発電機（又は②特重施設電源）の動作確認等を要求する。
- PRA結果より、バックアップ有無での積算リスクが等しくなるAOTは47日と評価されたことから、完了時間（AOT）を30日とする。

	LCO逸脱時の措置	完了時間(AOT)
※1 現行	<ul style="list-style-type: none"> • 当直課長は、残りのディーゼル発電機を起動（無負荷運転）し、動作可能であることを確認する。 • 当直課長は、当該ディーゼル発電機を動作可能な状態に復旧する。 	4時間 その後の1日に1回 10日
※2 改善案	<ul style="list-style-type: none"> • 当直課長は、残りのディーゼル発電機を起動（無負荷運転）し、動作可能であることを確認する。 • 当直課長は、大容量空冷式発電機（又は特重施設電源）が動作可能であることを確認する。 • 当直課長は、当該ディーゼル発電機を動作可能な状態に復旧する。 	4時間 その後の1日に1回 速やかに 30日

※1：当該措置が期限内に完了しない場合、ディーゼル発電機を負荷運転状態とすることで、AOTを30日まで延長可能

※2：申請プラントの系統構成、運用等に応じた記載で、事業者毎に申請する。

【運転モード1～4以外（低温停止～燃料取出）】

➤ 検討ステップ1：バックアップ候補設備の抽出

- 非常用ディーゼル発電機のバックアップ候補設備としては、代替電源設備である、①大容量空冷式発電機、②中容量発電機車、③特重施設電源、を抽出した。

➤ 検討ステップ2：代替可能性（充足性）整理

- ディーゼル発電機に対する設計要求を、設置許可申請書より以下のとおり抽出した。
 - ✓ 外電喪失時の電源供給
 - ✓ 事故時の電源供給
 - ✓ 設計方針：物理的分離、必要容量、・・・等
 - ✓ 外部事象に対する防護：地震、津波、火災、・・・等
- これらに対する、上記バックアップ候補設備の代替可能性を機能整理表（別添3）に整理した。

7. 事例②：EDGの停止時LCOの改善検討例

➤ 検討ステップ3：定性的な安全性評価

- バックアップ候補設備は、プラント停止時には、ディーゼル発電機と同等の性能と評価した。

➤ 検討ステップ4：LCO改善可否の判断、改善案の作成

- 検討ステップ3の結果より、この場合はLCO改善を行うこととした。
- EDGのプラント停止時のLCOは2台待機であるが、注釈で非常用電源を含めてよいとされている。これは、プラント停止時にEDGの保守作業を行うためであることから、バックアップ候補設備もこの非常用電源として考慮してもよい設備と位置づけた。
- 以上より、LCO改善案を作成した。（次スライド）

7. 事例②：保安規定改善案

【プラント停止時のLCO改善案（例）】（下表参照）

- 待機要求設備として要求される非常用発電機として、①大容量空冷式発電機（SA）、②中容量発電機車2台（SA）及び③特重施設電源を追加する。（現行は他の号炉のディーゼル発電機、移動式発電装置）

	LCO（モード1～4以外）
現行	<ul style="list-style-type: none"> ディーゼル発電機2基が動作可能であること。*
	<p>*:ディーゼル発電機には、非常用発電機1基を含めることができる。非常用発電機とは所要の電力供給が可能なものをいう。なお、非常用発電機は複数の号炉で共用することができる。</p>
改善案 [※]	<ul style="list-style-type: none"> ディーゼル発電機2基が動作可能であること。*
	<p>*:ディーゼル発電機には、所要の電力供給が可能なディーゼル発電機、大容量空冷式発電機、中容量発電機車(2台)、又は特重施設電源のうち1基を含めることができる。なお、これらの設備は複数の号炉で共用することができる。</p>

※:申請プラントの系統構成、運用等に応じた記載で、事業者毎に申請する。

➤ AOT延長可否の判断条件

- 事業者は「リスク情報活用の実現に向けた戦略プラン及びアクションプラン」（2020年6月改定）に則ってリスク情報活用を進めていく所存。
- 今回、AOTの延長可否の判断条件として、積算リスクがバックアップありのほうが小さいという基準を目安に判断した。
- 一方で、米国ではRG-1.177（AN APPROACH FOR PLANT-SPECIFIC, RISK-INFORMED DECISIONMAKING: TECHNICAL SPECIFICATIONS）では1E-6未満という絶対値を判断基準として与えている。
- 今後、DB設備、SA設備、特重施設のバランスを考慮して、さらにリスク情報活用を進めていくための判断基準等が課題。

- 原子炉による災害の防止を図ることを目的に、原子炉施設の保安活動を定めたもの。
 - 法令及び保安規定の遵守
 - 安全文化（安全文化醸成活動の実施）
 - 適切な品質保証活動（品質マネジメントシステムの確立）

【保安規定 目次】

- 第1章 総則
- 第2章 品質保証
- 第3章 保安管理体制
- 第4章 運転管理
 - 第1節 通則
 - 第2節 運転上の留意事項
 - 第3節 運転上の制限
- 第5章 燃料管理
- 第6章 放射性廃棄物管理
- 第7章 放射線管理
- 第8章 保守管理
- 第9章 非常時の措置
- 第10章 保安教育
- 第11章 記録及び報告
- 附則

項目	EDGの例	
1. 制限をかけるべき運転モード※	<ul style="list-style-type: none"> ・運転モード 1 ～ 4 (運転～高温停止) 	<ul style="list-style-type: none"> ・運転モード 1 ～ 4 以外 (低温停止～燃料取出)
2. 動作可能であることが必要な機器	<ul style="list-style-type: none"> ・非常用ディーゼル発電機2台が動作可能であること 	<ul style="list-style-type: none"> ・非常用ディーゼル発電機2台が動作可能であること ※非常用発電機 1 台を含めてよい
3. LCOの確認 (LCO逸脱の判断)	<ul style="list-style-type: none"> ・動作確認試験 (サーベランス) にて確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・動作確認試験 (サーベランス) にて確認
4. 動作不能の機器が見つかった場合の措置 (LCO逸脱時の措置及び完了時間 (AOT))	<ul style="list-style-type: none"> ・多重性のあるもう一方の機器の健全性確認 ・10日以内に復旧 ・これらの条件が満足されない場合、プラント停止等の措置に移行 	<ul style="list-style-type: none"> ・照射済燃料の移動中止 ・1次冷却材中のほう素濃度が低下する操作中止 ・速やかに、非常用ディーゼル発電機2台及び非常用電源1台のうち、少なくとも2台復旧

「保安規定運用の手引き」(平成7年)

【考え方】健全側システムの信頼性を確保することリスクを抑制する。

- 健全側システムの動作確認頻度を、全システムが健全であった時点と同程度の信頼度を確保する観点から設定。(ex. PWR ECCS 8時間)
- 上記頻度で健全側システムの動作確認を継続する限り、AOTを設定する必要はないが、いたずらに長くすることは好ましくないとの判断からAOTを設定。(ex. ECCS 10日)

「原子炉施設保安規定に係る技術資料」(平成17年)

【考え方】健全側システムの動作可能性を確保することでリスク増分を抑制しつつ、その状態の継続期間を抑制し、リスク全体を抑制する。

- 最初の動作確認を行うまでの時間(CT)とその後の動作確認頻度は、それまでの日本の実績から現実的な値として設定。(ex. PWR ECCS 4時間/8時間)
- 上記試験によって健全側システムの動作可能性を確保した上で、AOTとして運転実績に基づき合理的と判断できる期間を設定。(ex. ECCS 10日)

「米国 Standard Technical Specifications Rev.4」

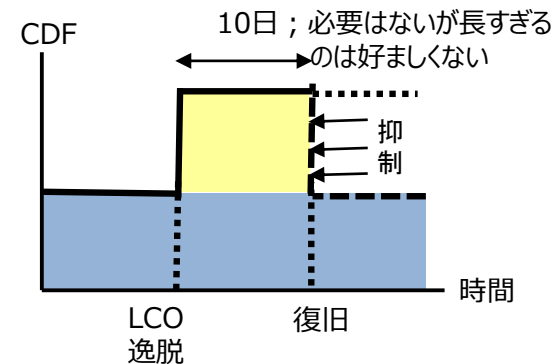
(例; NUREG-1431 Westinghouse Plants)

【考え方】故障システムを復旧させる期間を設定しリスクを抑制する。(健全側システムの動作確認に関する要求はない)

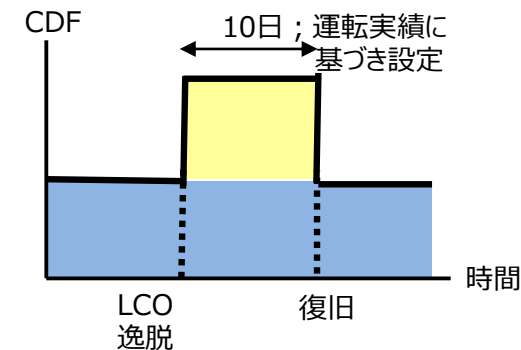
- 米国NRCの信頼性評価に基づき、AOTを72時間と設定。

【参考】

- 米国では、原子力導入当初は運転継続する方が停止操作をするよりリスクも低いという判断とシナリオ分析に基づき、工学的判断によってAOTが設定された。(ベースには、運転継続が望ましいという共通認識やそれを受け入れる素地が存在したためと思われる。)
- NRCは、停止時と出力運転中が原子炉の安全な状態であり、この二つの状態間の移行はリスク増加を伴うとしている。(Ref; NUCLEAR REGULATORY COMMISSION ENFORCEMENT MANUAL App.F, 2019)



「保安規定運用の手引き」での考え方



「原子炉施設保安規定に係る技術資料」での考え方

【参考5】運転モード（PWR）

モード	原子炉の運転状態	原子炉容器スタッドボルトの状態
1	出力運転（出力領域中性子束指示値 5 %超）	全ボルト締付
2（停止時）	出力運転（出力領域中性子束指示値 5 %以下） ～ 制御グループバンク全挿入による原子炉停止	全ボルト締付
2（起動時）	臨界操作のための制御グループバンク引抜き操作開始 ～ 出力運転（出力領域中性子束指示値 5 %以下）	全ボルト締付
3	1次冷却材温度 177 °C以上	全ボルト締付
4	1次冷却材温度 93 °C超177 °C未満	全ボルト締付
5	1次冷却材温度 93 °C以下	全ボルト締付
6※	1次冷却材温度 93 °C以下	1本以上が緩められている

※：全ての燃料が原子炉格納容器の外にある場合を除く。

LCO設定対象リスト（川内原子力発電所の例）

第3節 運転上の制限

- 第19条 停止余裕
- 第20条 臨界ボロン濃度
- 第21条 減速材温度係数
- 第22条 制御棒動作機能
- 第23条 制御棒の挿入限界
- 第24条 制御棒位置指示
- 第25条 炉物理検査 —モード1—
- 第26条 炉物理検査 —モード2—
- 第27条 化学体積制御系（ほう酸濃縮機能）
- 第28条 原子炉熱出力
- 第29条 熱流束熱水路係数（ $F_0(Z)$ ）
- 第30条 核的エンタルピ上昇熱水路係数（ $F^{N_{\Delta H}}$ ）
- 第31条 軸方向中性子束出力偏差
- 第32条 1/4炉心出力偏差
- 第33条 計測及び制御設備
- 第34条 DNB比
- 第35条 1次冷却材の温度・圧力及び1次冷却材温度変化率
- 第36条 1次冷却系 —モード3—
- 第37条 1次冷却系 —モード4—
- 第38条 1次冷却系 —モード5（1次冷却系満水）—
- 第39条 1次冷却系 —モード5（1次冷却系非満水）—
- 第40条 1次冷却系 —モード6（キャビティ高水位）—
- 第41条 1次冷却系 —モード6（キャビティ低水位）—
- 第42条 加圧器
- 第43条 加圧器安全弁
- 第44条 加圧器逃がし弁
- 第45条 低温過加圧防護
- 第46条 1次冷却材漏えい率
- 第47条 蒸気発生器細管漏えい監視
- 第48条 余熱除去系への漏えい監視
- 第49条 1次冷却材中のよう素131濃度
- 第50条 蓄圧タンク
- 第51条 非常用炉心冷却系 —モード1、2及び3—
- 第52条 非常用炉心冷却系 —モード4—
- 第53条 燃料取替用水タンク
- 第54条 ほう酸注入タンク
- 第55条 原子炉格納容器
- 第56条 原子炉格納容器真空逃がし系
- 第57条 原子炉格納容器スプレイ系
- 第58条 アニュラス空気浄化系
- 第59条 アニュラス
- 第60条 主蒸気安全弁
- 第61条 主蒸気隔離弁
- 第62条 主給水隔離弁、主給水制御弁及び主給水バイパス制御弁
- 第63条 主蒸気逃がし弁
- 第64条 補助給水系
- 第65条 復水タンク
- 第66条 原子炉補機冷却水系

- 第67条 原子炉補機冷却海水系
- 第68条 制御用空気系
- 第69条 中央制御室非常用循環系
- 第70条 安全補機室空気浄化系
- 第71条 外部電源
- 第72条 ディーゼル発電機 ーモード1、2、3及び4ー
- 第73条 ディーゼル発電機 ーモード1、2、3及び4以外ー
- 第74条 ディーゼル発電機の燃料油、潤滑油及び始動用空気
- 第75条 非常用直流電源 ーモード1、2、3及び4ー
- 第76条 非常用直流電源 ーモード5、6及び照射済燃料移動中ー
- 第77条 所内非常用母線 ーモード1、2、3及び4ー
- 第78条 所内非常用母線 ーモード5、6及び照射済燃料移動中ー
- 第79条 1次冷却材中のほう素濃度 ーモード6ー
- 第80条 原子炉キャビティ水位
- 第81条 原子炉格納容器貫通部
- 第82条 使用済燃料ピットの水位及び水温
- 第83条 重大事故等対処設備
- 第83条の2 特重施設を構成する設備

第83条 重大事故等対処設備

- (1) 緊急停止失敗時に原子炉を未臨界にするための設備
- (2) 1次系フィードアンドブリードをするための設備
- (3) 炉心注入をするための設備
- (4) 1次冷却システムの減圧をするための設備
- (5) 原子炉格納容器スプレイをするための設備
- (6) 原子炉格納容器内自然対流冷却をするための設備
- (7) 蒸気発生器2次側による炉心冷却（注水）をするための設備
- (8) 蒸気発生器2次側による炉心冷却（蒸気放出）をするための設備
- (9) 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備
- (10) 水素爆発による原子炉補助建屋等の損傷を防止する等のための設備
- (11) 使用済燃料ピットの冷却等のための設備
- (12) 発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための設備
- (13) 重大事故等の収束に必要なとなる水の供給設備
- (14) 電源設備
- (15) 計装設備
- (16) 中央制御室
- (17) 監視測定設備（可搬型モニタリングポスト 等）
- (18) 緊急時対策所（代替緊急時対策所用発電機 等）
- (19) 通信連絡を行うために必要な設備（衛星携帯電話、無線連絡設備 IP-FAX 等）
- (20) その他の設備（ホイールローダ 等）

本資料のうち、枠囲みの内容は、テロ対策における機密に係る事項であるため公開できません。

ディーゼル発電機との差分評価（モード1～4）

ディーゼル発電機(DB設備)の設計要求		DB機能代替として考慮すべき事項		ディーゼル発電機(DB設備)		大容量空冷式発電機(SA設備)		中容量発電機車(SA設備)	
				基準適合性		基準適合性	評価	基準適合性	評価
設置許可添付八より	外電喪失 外部電源が完全に喪失した場合に、発電所の保安を確保し、安全に停止するための電源を供給する	要	代替設備が期待される性能要求として考慮が必要	○	×	容量が不足、及び起動に時間を要するため、基準を満たさない	×	容量が不足、及び起動に時間を要するため、基準を満たさない	
	事故事象又は過渡事象 工学的安全施設等作動のための電源を供給する	要	代替設備が期待される性能要求として考慮が必要	○	×	容量が不足、及び起動に時間を要するため、基準を満たさない	×	容量が不足、及び起動に時間を要するため、基準を満たさない	
ディーゼル発電機設計方針(設置許可申請書より)	自動起動	要	代替設備が期待される性能要求として考慮が必要	○	△	手動起動であり、基準を満たさないが、運転員により速やかに手動起動する手順を整備する。	×	手動起動であり、基準を満たさない。	
	単一故障	否	DBにおける設計要求であり、代替設備の機能としては単一系統により満足するため、考慮不要	○	△	単一故障は、DB設備の多重性、多様性、独立性を確認するためのものであることから、考慮不要とする	△	単一故障は、DB設備の多重性、多様性、独立性を確認するためのものであることから、考慮不要とする	
	物理的分離	要	ただし、DB区分分離ではなく、DBと代替設備との機能分離を考慮する	○	○	DB設備と分離された設計となっている	○	DB設備と分離された設計となっている	
	構造強度及び機能維持(荷重組合せ)	要	代替設備が期待される性能要求として考慮が必要	○	○	想定される荷重に地震荷重を適切に組み合わせた状態で、健全性及び機能を損なわない構造強度を有する設計としている。	○	想定される荷重に地震荷重を適切に組み合わせた状態で、健全性及び機能を損なわない構造強度を有する設計としている。	
	共用の排除	要	代替設備が期待される性能要求として考慮が必要(代替機能に影響する場合の共用は不可。DBとの共用、号炉間の共用)	○	○	共用する設計となっていない	○	共用する設計となっていない	
	試験可能性	否	代替設備の機能要求として関係ないため考慮不要(結果的にSA設備に対しても考慮されている)	○	○	運転可能性を確認するため定期的な試験ができる設計となっている	○	運転可能性を確認するため定期的な試験ができる設計となっている	
	必要容量	要	代替設備が期待される性能要求として考慮が必要	○	△	容量が不足するため、基準を満たさないが、必要補機のみを手動起動する運用であれば問題なし	×	容量が不足するため、基準を満たさない(2台並列運転を行うことで必要容量を補える可能性はあるが、対応に時間を要する)	
	連続運転期間(燃料容量)	要	代替設備が期待される性能要求として考慮が必要	○	○	発電所内の燃料貯蔵設備に定格出力で7日間以上連続運転できる容量を保有する設計となっている	○	発電所内の燃料貯蔵設備に定格出力で7日間以上連続運転できる容量を保有する設計となっている	
外的事象	耐震	要	代替設備が期待される性能要求として考慮が必要	○	○	基準地震動に対して、必要な機能が損なわれる恐れがないような設計となっている。	○	基準地震動に対して、必要な機能が損なわれる恐れがないような設計となっている。	
	耐津波	要	代替設備が期待される性能要求として考慮が必要	○	○	基準津波に対して、必要な機能が損なわれる恐れがないような設計となっている。	○	基準津波に対して、必要な機能が損なわれる恐れがないような設計となっている。	
	耐その他外的事象	要	代替設備が期待される性能要求として考慮が必要	○	○	その他外的事象に対して、必要な機能が損なわれる恐れがないような設計となっている。	○	その他外的事象に対して、必要な機能が損なわれる恐れがないような設計となっている。	
総合評価				一部の機能を代替可能		・必要補機を手動起動にて対応可能であれば、代替可能	代替不可	電源容量及び電源供給までに時間を要することから代替は困難である。	

○:基準を満たす
△:基準を満たさないものの、影響はなし
×:基準を満たさない

本資料のうち、枠囲みの内容は、テロ対策における機密に係る事項であるため公開できません。

ディーゼル発電機との差分評価（モード5）

別添 3

停止時（モード5）

ディーゼル発電機(DB設備)の設計要求		DB機能代替として考慮すべき事項		ディーゼル発電機(DB設備) 基準適合性	大容量空冷式発電機(SA設備)		中容量発電機車(SA設備)	
					基準適合性	評価	基準適合性	評価
設置許可添付八より	外電喪失 外部電源が完全に喪失した場合に、 発電所の保安を確保し、安全に停止 するための電源を供給する	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	モード5での必要負荷を 2545kWと想定した場合、問題 無し	×	モード5での必要負荷を 2545kWと想定した場合でも補 機起動時の容量が不足する ため対応不可
	事故事象又は過渡事象 工学的安全施設等作動のための電 源を供給する	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	モード5での必要負荷を 2545kWと想定した場合、問題 無し	×	モード5での必要負荷を 2545kWと想定した場合でも補 機起動時の容量が不足する ため対応不可
ディーゼル 発電機設計 方針(設置 許可申請書 より)	自動起動	要	出力時のDBに対する要求であり、停 止時は事象進展が緩やかであること から、自動起動は考慮不要である が、手動起動は必要	○	△	手動起動であり、停止時とし ての基準は満足する。ただ し、起動までに時間を要する ため、事象によっては対応で きない可能性もある。	△	手動起動であり、停止時とし ての基準は満足する。ただ し、起動までに時間を要する ため、事象によっては対応で きない可能性もある。
	単一故障	否	DBにおける設計要求であり、代替設 備の機能としては単一系統により満 足するため、考慮不要	○	△	単一故障は、DB設備の多重 性、多様性、独立性を確認す るためのものであることから、 考慮不要とする	△	単一故障は、DB設備の多重 性、多様性、独立性を確認す るためのものであることから、 考慮不要とする
	物理的分離	要	ただし、DB区分分離ではなく、DBと 代替設備との機能分離を考慮する	○	○	DB設備と分離された設計と なっている	○	DB設備と分離された設計と なっている
	構造強度及び機能維持 (荷重組合せ)	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	想定される荷重に地震荷重を 適切に組み合わせた状態で、 健全性及び機能を損なわない 構造強度を有する設計として いる。	○	想定される荷重に地震荷重を 適切に組み合わせた状態で、 健全性及び機能を損なわない 構造強度を有する設計として いる。
	共用の排除	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要(代替機能に影響する 場合の共用は不可。DBとの共用、号 炉間の共用)	○	○	共用する設計となっていない	○	共用する設計となっていない
	試験可能性	否	代替設備の機能要求として関係ない ため考慮不要(結果的にSA設備に対 しても考慮されている)	○	○	運転可能性を確認するため定 期的な試験ができる設計と なっている	○	運転可能性を確認するため定 期的な試験ができる設計と なっている
	必要容量	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	モード5での必要負荷を 2545kWと想定した場合、問題 無し	×	モード5での必要負荷を 2545kWと想定した場合でも補 機起動時の容量が不足する ため対応不可
連続運転期間(燃料容量)	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	発電所内の燃料貯蔵設備に 定格出力で7日間以上連続 運転できる容量を保有する設 計となっている	○	発電所内の燃料貯蔵設備に 定格出力で7日間以上連続 運転できる容量を保有する設 計となっている	
外的事象	耐震	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	基準地震動に対して、必要な 機能が損なわれる恐れがない ような設計となっている。	○	基準地震動に対して、必要な 機能が損なわれる恐れがない ような設計となっている。
	耐津波	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	基準津波に対して、必要な機 能が損なわれる恐れがないよ うな設計となっている。	○	基準津波に対して、必要な機 能が損なわれる恐れがないよ うな設計となっている。
	耐その他外的事象	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	その他外的事象に対して、必 要な機能が損なわれる恐れ がないような設計となっている。	○	その他外的事象に対して、必 要な機能が損なわれる恐れ がないような設計となっている。
総合評価						代替可能(非常用発電機とし てみならずことが可能)	代替不可	電源容量及び電源供給まで に時間を要することから代替 は困難である。

○:基準を満たす
△:基準を満たさないもの
の、影響はなし
×:基準を満たさない

本資料のうち、枠囲みの内容は、テロ対策における機密に係る事項であるため公開できません。

ディーゼル発電機との差分評価（モード6）

別添3

停止時（モード6）

ディーゼル発電機(DB設備)の設計要求		DB機能代替として考慮すべき事項		ディーゼル発電機(DB設備) 基準適合性	大容量空冷式発電機(SA設備)		中容量発電機車(SA設備)	
					基準適合性	評価	基準適合性	評価
設置許可添付八より	外電喪失 外部電源が完全に喪失した場合に、 発電所の保安を確保し、安全に停止 するための電源を供給する	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	モード6での必要負荷を 2545kWと想定した場合、問題 無し	×	モード6での必要負荷を 2545kWと想定した場合でも補 機起動時の容量が不足する ため対応不可
	事故事象又は過渡事象 工学的安全施設等作動のための電 源を供給する	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	モード6での必要負荷を 2545kWと想定した場合、問題 無し	×	モード6での必要負荷を 2545kWと想定した場合でも補 機起動時の容量が不足する ため対応不可
ディーゼル 発電機設計 方針(設置 許可申請書 より)	自動起動	要	出力時のDBに対する要求であり、停 止時は事象進展が緩やかであること から、自動起動は考慮不要である が、手動起動は必要	○	△	手動起動であり、停止時とし ての基準は満足する。ただ し、起動までに時間を要する ため、事象によっては対応で きない可能性もある。	△	手動起動であり、停止時とし ての基準は満足する。ただ し、起動までに時間を要する ため、事象によっては対応で きない可能性もある。
	単一故障	否	DBにおける設計要求であり、代替設 備の機能としては単一系統により満 足するため、考慮不要	○	△	単一故障は、DB設備の多重 性、多様性、独立性を確認す るためのものであることから、 考慮不要とする	△	単一故障は、DB設備の多重 性、多様性、独立性を確認す るためのものであることから、 考慮不要とする
	物理的分離	要	ただし、DB区分分離ではなく、DBと 代替設備との機能分離を考慮する	○	○	DB設備と分離された設計と なっている	○	DB設備と分離された設計と なっている
	構造強度及び機能維持 (荷重組合せ)	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	想定される荷重に地震荷重を 適切に組み合わせた状態で、 健全性及び機能を損なわない 構造強度を有する設計として いる。	○	想定される荷重に地震荷重を 適切に組み合わせた状態で、 健全性及び機能を損なわない 構造強度を有する設計として いる。
	共用の排除	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要(代替機能に影響する 場合の共用は不可。DBとの共用、号 炉間の共用)	○	○	共用する設計となっていない	○	共用する設計となっていない
	試験可能性	否	代替設備の機能要求として関係ない ため考慮不要(結果的にSA設備に対 しても考慮されている)	○	○	運転可能性を確認するため定 期的な試験ができる設計と なっている	○	運転可能性を確認するため定 期的な試験ができる設計と なっている
	必要容量	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	モード6での必要負荷を 2545kWと想定した場合、問題 無し	×	モード6での必要負荷を 2545kWと想定した場合でも補 機起動時の容量が不足する ため対応不可
連続運転期間(燃料容量)	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	発電所内の燃料貯蔵設備に 定格出力で7日間以上連続 運転できる容量を保有する設 計となっている	○	発電所内の燃料貯蔵設備に 定格出力で7日間以上連続 運転できる容量を保有する設 計となっている	
外的事象	耐震	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	基準地震動に対して、必要な 機能が損なわれる恐れがない ような設計となっている。	○	基準地震動に対して、必要な 機能が損なわれる恐れがない ような設計となっている。
	耐津波	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	基準津波に対して、必要な機 能が損なわれる恐れがないよ うな設計となっている。	○	基準津波に対して、必要な機 能が損なわれる恐れがないよ うな設計となっている。
	耐その他外的事象	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	その他外的事象に対して、必 要な機能が損なわれる恐れ がないような設計となっている。	○	その他外的事象に対して、必 要な機能が損なわれる恐れ がないような設計となっている。
総合評価					代替可能(非常用発電機とし てみなすことが可能)	・モード6による必要負荷を大 容量発電機の容量以下に制 限することにより、代替は可 能 ・起動までの時間的制約につ いては、他の号炉のディー ゼル発電機よりも早く電力供給 可能である。	代替不可	電源容量及び電源供給まで に時間を要することから代替 は困難である。

○:基準を満たす
△:基準を満たさないもの
の、影響はなし
×:基準を満たさない

本資料のうち、枠囲みの内容は、テロ対策における機密に係る事項であるため公開できません。

ディーゼル発電機との差分評価（モード外）

別添3

停止時（モード外）

ディーゼル発電機(DB設備)の設計要求		DB機能代替として考慮すべき事項		ディーゼル発電機(DB設備) 基準適合性	大容量空冷式発電機(SA設備)		中容量発電機車(SA設備)	
					基準適合性	評価	基準適合性	評価
設置許可添付八より	外電喪失 外部電源が完全に喪失した場合に、 発電所の保安を確保し、安全に停止 するための電源を供給する	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	モード外での必要負荷を 1739kWと想定した場合、問題 無し	○	モード外での必要負荷を 1739kWと想定した場合、2台 運転とすることにより問題無し
	事故事象又は過渡事象 工学的安全施設等作動のための電 源を供給する	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	モード外での必要負荷を 1739kWと想定した場合、問題 無し	○	モード外での必要負荷を 1739kWと想定した場合、2台 運転とすることにより問題無し
ディーゼル 発電機設計 方針(設置 許可申請書 より)	自動起動	要	出力時のDBに対する要求であり、停 止時は事象進展が緩やかであること から、自動起動は考慮不要である が、手動起動は必要	○	○	手動起動であり、停止時とし ての基準は満足する	○	手動起動であり、停止時とし ての基準は満足する
	単一故障	否	DBにおける設計要求であり、代替設 備の機能としては単一系統により満 足するため、考慮不要	○	△	単一故障は、DB設備の多重 性、多様性、独立性を確認す るためのものであることから、 考慮不要とする	△	単一故障は、DB設備の多重 性、多様性、独立性を確認す るためのものであることから、 考慮不要とする
	物理的分離	要	ただし、DB区分分離ではなく、DBと 代替設備との機能分離を考慮する	○	○	DB設備と分離された設計と なっている	○	DB設備と分離された設計と なっている
	構造強度及び機能維持 (荷重組合せ)	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	想定される荷重に地震荷重を 適切に組み合わせた状態で、 健全性及び機能を損なわない 構造強度を有する設計として いる。	○	想定される荷重に地震荷重を 適切に組み合わせた状態で、 健全性及び機能を損なわない 構造強度を有する設計として いる。
	共用の排除	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要(代替機能に影響する 場合の共用は不可。DBとの共用、号 炉間の共用)	○	○	共用する設計となっていない	○	共用する設計となっていない
	試験可能性	否	代替設備の機能要求として関係ない ため考慮不要(結果的にSA設備に対 しても考慮されている)	○	○	運転可能性を確認するため定 期的な試験ができる設計と なっている	○	運転可能性を確認するため定 期的な試験ができる設計と なっている
	必要容量	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	モード外での必要負荷を 1739kWと想定した場合、問題 無し	○	モード外での必要負荷を 1739kWと想定した場合、2台 運転とすることにより問題無し
連続運転期間(燃料容量)	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	発電所内の燃料貯蔵設備に 定格出力で7日間以上連続 運転できる容量を保有する設 計となっている	○	発電所内の燃料貯蔵設備に 定格出力で7日間以上連続 運転できる容量を保有する設 計となっている	
外的事象	耐震	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	基準地震動に対して、必要な 機能が損なわれる恐れがない ような設計となっている。	○	基準地震動に対して、必要な 機能が損なわれる恐れがない ような設計となっている。
	耐津波	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	基準津波に対して、必要な機 能が損なわれる恐れがないよ うな設計となっている。	○	基準津波に対して、必要な機 能が損なわれる恐れがないよ うな設計となっている。
	耐その他外的事象	要	代替設備が期待される性能要求として 考慮が必要	○	○	その他外的事象に対して、必 要な機能が損なわれる恐れ がないような設計となっている。	○	その他外的事象に対して、必 要な機能が損なわれる恐れ がないような設計となっている。
総合評価						代替可能(非常用発電機とし てみなすことが可能)		代替可能(非常用発電機とし てみなすことが可能)

○:基準を満たす
△:基準を満たさないもの
の、影響はなし
×:基準を満たさない