

柏崎刈羽原子力発電所保安規定審査資料	
資料番号	TS-80 (改訂2)
提出年月日	令和2年7月3日

柏崎刈羽原子力発電所7号炉

適用される原子炉の状態の考え方について

令和2年7月

東京電力ホールディングス株式会社

1.適用される原子炉の状態の考え方について

第 66 条（SA 条文）における各 SA 設備の LCO を適用する原子炉の状態（以下、**LCO 適用期間**）について、基本方針では基本的な考え方を整理し、各設備の設定例を提示している。

4.3 添付－6 重大事故等対処設備の LCO を適用する原子炉の状態について

技術的能力審査基準 1.0 ～1.19（設置許可基準規則第 43 条～第 62 条）において、当該機能を有する重大事故等対処設備の LCO を適用する原子炉の状態については、以下の基本的な考え方に基づき、下表を参考に設定する。

【適用する原子炉の状態の基本的な考え方】

a.重大事故等対処設備に対する LCO を適用する原子炉の状態については、その機能を代替する設計基準事故対処設備（例：格納容器スプレイ冷却系）が適用される原子炉の状態を基本として設定する。

ただし、重大事故等対処設備の機能として、上記における設計基準事故対処設備の原子炉の状態の適用範囲外においても要求される場合があることから、当該の重大事故等対処設備の機能を勘案した原子炉の状態の設定が必要となる。

b.機能を代替する対象の設計基準事故対処設備が明確ではない重大事故等対処設備（例：放水砲）については、当該設備の機能が要求される重大事故等から判断して、個別に適用する原子炉の状態を設定する。

技術的能力審査基準 (設置許可基準規則)		適用される原子炉の状態(例)	重大事故等対処設備(代表例)
1.1 (第44条)	緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備	運転及び起動	・ATWS緩和設備(代替制御棒挿入機能) ・ほう酸水注入系ポンプ
1.2 (第45条)	原子炉冷却材圧カバウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	運転、起動及び高温停止(原子炉圧力が1.03MPa[gage]以上)	・高圧代替注水系ポンプ ・原子炉隔離時冷却系ポンプ
以下略			

(例)と異なる状態を設定した設備について整理

この考え方を踏まえ、当社プラント設備構成及び運用実態を踏まえ改めて詳細に条文検討を実施し以下の考え方で整理した。(表 1)

○低圧代替注水系（常設・可搬型）については、基本方針策定時には、PWR を参考に、当該 SA 設備としての機能が要求される期間は原子炉内に燃料がある状態と整理し、除外期間は「原子炉内から全燃料が取出された場合」としていた。

条文の詳細検討の中で、燃料交換時における原子炉ウェル・SFP の保有水量と燃料の崩壊熱から求められる注水量の関係や、参考とする DB 条文（第 40 条）の LCO 適用期間の考え方について、改めて当該 SA 設備に当てはめて検討した。

その結果、当該 SA 設備の LCO 適用期間から除外しても原子力安全上問題となる

ものではないと判断した。

- 静的触媒式水素再結合器，原子炉建屋水素濃度，直流 125V 充電器 A,A-2・直流 125V 蓄電池 A,A-2 についても，低圧代替注水系（常設・可搬型）と同様，当該期間においては，当該 SA 設備の機能は要求されないことから LCO 適用期間外とする。
- 中央制御室可搬型陽圧化空調機等については，基本方針策定時は「MCR 換気空調系(第 57 条)」に相当する設備を SA 兼用とする BWR 電力が大半であったことから「炉心変更時（照射された燃料に係る作業時等含む）」を含めていたが当社は SA 兼用としていない。（他の BWR 電力は既存 DB 設備を SA 設備として使用するのに対し，当社は新規に中央制御室可搬型陽圧化空調機等を新設した。）

代替する DBA 設備の LCO 適用期間のうち，「炉心変更時（原子炉建屋内で照射された燃料に係る作業時等含む）」については，設計基準事故（燃料落下事故）を想定し設定されているものであり，当該 SA 設備の機能として要求されないことから LCO 適用期間外と整理する。

- 燃料取替床ブローアウトパネル閉止装置，5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所（対策本部・待機場所）陽圧化設備（空気ボンベ）については，設備の位置付けは他の BWR 電力と違わないが中央制御室可搬型陽圧化空調機等と同様の考え方で，当該期間においては，当該 SA 設備の機能は要求されないことから LCO 適用期間外とする。
- 結果的に LCO 適用期間が適正化され，点検等の保全活動の実施可能な期間を確保することによって，設備の信頼性を維持することができ，原子力安全の向上に繋がると考える。

なお，当該 LCO 適用期間は，設置許可における SA 設備に対する要求に整合しており，また，LCO 適用期間の設定に係る基本的な考え方は基本方針との差異はない。

表1 基本方針の設定例から LCO 適用期間を適正化した SA 設備

保安規定	SA 設備	LCO 適用期間			説明箇所
		今回補正申請	基本方針設定例	変更理由	
66-4-1 66-4-2	・低圧代替注水系（常設） ・低圧代替注水系（可搬型）	運転，起動，高温停止，冷温停止及び燃料交換※： 原子炉が次に示す状態となった場合は適用しない。 (1) 原子炉水位がオーバーフロー水位付近で， かつプールゲートが開の場合	運転，起動，高温停止，冷温停止及び燃料交換 (原子炉内から全燃料が取出された場合は除く)	<ul style="list-style-type: none"> 基本方針策定時には、PWR を参考に、当該 SA 設備としての機能が要求される期間は原子炉内に燃料がある状態と整理し、除外期間は「原子炉内から全燃料が取出された場合」としていた。 燃料交換時における原子炉ウェル・SFP の保有水量と燃料の崩壊熱から求められる注水量の関係や、参考とする DB 条文（第 40 条）の LCO 適用期間の考え方について、改めて当該 SA 設備に当てはめて検討した結果、当該 SA 設備の LCO 適用期間から除外しても原子力安全上問題となるものではないと判断した。 	2.1.1
66-8-1 66-8-2	・静的触媒式水素再結合器 ・原子炉建屋水素濃度	(2) 原子炉内から全燃料が取出され，かつプールゲートが閉の場合	運転，起動，高温停止，冷温停止及び燃料交換		2.2.1
66-12-4	・直流 125V 充電器 A,A-2 ・直流 125V 蓄電池 A,A-2				2.1.2
66-14-1	・中央制御室可搬型陽圧化空調機等	運転，起動及び高温停止	運転，起動，高温停止，炉心変更時 (原子炉建屋内で照射された燃料に係る作業時を含む。停止余裕確認後の制御棒の 1 本の挿入・引抜を除く)	<ul style="list-style-type: none"> 中央制御室可搬型陽圧化空調機等については、基本方針策定時は、「MCR換気空調系(57条)」に相当する設備をSA兼用とするBWR電力が大半であったことから「炉心変更時（照射された燃料に係る作業時等含む）」を含めていたが当社はSA兼用していない。 燃料取替床ブローアウトパネル閉止装置も中央制御室可搬型陽圧化空調機等と同様に、代替する DBA 設備の LCO 適用期間のうち、「炉心変更時（原子炉建屋内で照射された燃料に係る作業時等含む）」については、設計基準事故（燃料落下事故）を想定し設定されているものであり、当該 SA 設備の機能として要求されないことから LCO 適用期間外と整理する。 	2.1.3
66-14-2	・燃料取替床ブローアウトパネル閉止装置				
66-16-1 66-16-2	・5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（対策本部）陽圧化装置（空気ポンペ）、二酸化炭素吸収装置 ・5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）陽圧化設備（空気ポンペ）			<ul style="list-style-type: none"> 炉心の著しい損傷後の格納容器圧力逃がし装置を作動させる場合に放出される放射性雲通過時対応に必要な設備であり、炉心変更時(原子炉建屋内で照射された燃料に係る作業時を含む)は放射性雲が発生しないため、当該SA設備の機能として要求されないことからLCO適用期間外と整理する。 	2.2.2 2.2.3

2.各 SA 設備の LCO 適用期間について

1.において、基本方針の設定例から LCO 適用期間を適正化した SA 設備を整理した（表 1）。機能を代替する DBA 設備の有無で LCO 適用期間の設定方針が異なるので、機能を代替する DBA 設備の有無で分けて説明する。

2.1 機能を代替する DBA 設備の有の場合

基本方針（4.3 添付-6）の考え方に従い LCO 適用期間を設定する。

【適用する原子炉の状態の基本的な考え方】

- a. 重大事故等対処設備に対する LCO を適用する原子炉の状態については、その機能を代替する設計基準事故対処設備（例：格納容器スプレイ冷却系）が適用される原子炉の状態を基本として設定する。

ただし、重大事故等対処設備の機能として、上記における設計基準事故対処設備の原子炉の状態の適用範囲外においても要求される場合があることから、当該の重大事故等対処設備の機能を勘案した原子炉の状態の設定が必要となる。

2.1.1 低圧代替注水系（常設・可搬型）の適用される原子炉の状態について

低圧代替注水系（常設）は 66-4-1 にて、低圧代替注水系（可搬型）は 66-4-2 にて LCO 設定しており、低圧代替注水系（常設・可搬型）の機能を代替する DBA 設備である低圧注水系（第 39 条及び第 40 条）を踏まえ、同様に LCO 適用期間を設定した。

「運転、起動、高温停止、冷温停止及び燃料交換※ 1」

※ 1：原子炉が次に示す状態となった場合は適用しない。

- (1) 原子炉水位がオーバーフロー水位付近で、かつプールゲートが開の場合
- (2) 原子炉内から全燃料が取出され、かつプールゲートが閉の場合

なお、低圧注水系の LCO 適用期間外（※ 1 で示す（1）、（2）の期間）においても要求される場合があるか以下のように考えた上で、低圧注水系と同期間で問題ないことを確認している。

- (1) 原子炉水位がオーバーフロー水位付近で、かつプールゲートが開の場合

原子炉ウェルと SFP がつながり保有水量が多くなり時間的余裕が大きくなること、また常時待機要求がある燃料プール代替注水系にて原子炉及び SFP での崩壊熱による冷却材の蒸発分以上の注水が可能であるため、LCO 適用期間とする必要性は低い。

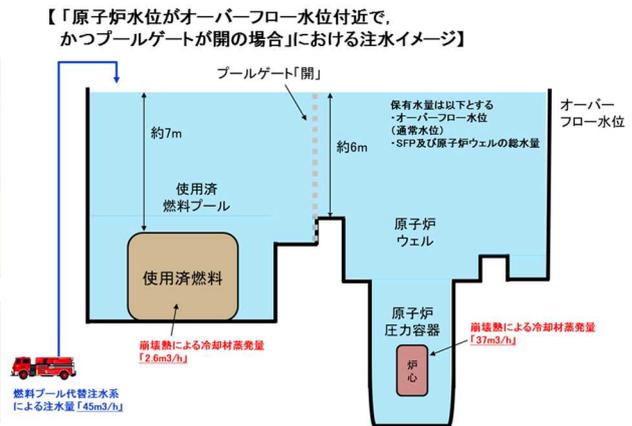
以下に低圧代替注水系を使用することが考えられるケースとして RHR・FPC による除熱機能が喪失した場合を想定し、崩壊熱による冷却材の蒸発分以上の注水が可能であることを確認した。燃料プール代替注水系注水量 $45[m^3/h] > 蒸発量 39.9[m^3/h]$ (原子炉 $37.3[m^3/h]$ +SFP $2.6[m^3/h]$)

なお、燃料プール代替注水系は事象発生後 12 時間で注水可能であり、その間の水位低下量は $0.69[m]$ 程度となるが、燃料冷却及び燃料プール代替注水系のオペレーティングフロアでの準備に影響を与えるものではないことを確認済み。

【検討条件】

冷却材蒸発量 [m ³ /h]		備考
原子炉	37	崩壊熱22MW相当 (有効性評価(運転停止中)の評価条件である 原子炉停止1日後の崩壊熱を準用)
SFP	2.6	崩壊熱1.6MW相当 (有効性評価(SFP)の評価条件の崩壊熱から 定検取出直後の燃料分を除いたもの)

注水設備	流量 [m ³ /h]	備考
燃料プール 代替注水系	45	可搬型スプレイヘッド使用時
	147	常設スプレイヘッド使用時



(2) 原子炉内から全燃料が取出され、かつプールゲートが閉の場合

全燃料が取出されプールゲートにより隔離されていることから、原子炉への注水は不要となる。

2.1.2 直流 125V 充電器 A,A-2・直流 125V 蓄電池 A,A-2 の LCO 適用期間について

直流 125V 充電器 A,A-2・直流 125V 蓄電池 A,A-2 は 66-12-4 にて所内蓄電式直流電源設備として LCO 設定している。当該機能を代替する DBA 設備は非常用ディーゼル発電機（第 59 条及び第 60 条）、直流電源（第 62 条及び第 63 条）であり、これらの DBA 設備は電源を供給する設備の LCO 適用期間と同期間を LCO 適用期間としている。この考え方を踏まえ、同様に LCO 適用期間を設定した。

「運転、起動、高温停止、冷温停止及び燃料交換※1」

※1：原子炉が次に示す状態となった場合は適用しない。

- (1) 原子炉水位がオーバーフロー水位付近で、かつプールゲートが開の場合
- (2) 原子炉内から全燃料が取出され、かつプールゲートが閉の場合

66-12-4 所内蓄電式直流電源設備の負荷は以下のとおり（表 2）であり、有効性評価で期待する SA 設備の LCO 適用期間において 66-12-4 所内蓄電式直流電源設備で給電できる必要があると考える。

AM 用直流 125V 充電器及び AM 用直流 125V 蓄電池は LCO 適用期間を基本方針通りに「運転、起動、高温停止、冷温停止及び燃料交換」（常時）とすることで有効性評価を満足する。

一方、直流 125V 充電器 A,A-2・直流 125V 蓄電池 A,A-2 に関しては有効性評価上の制約はないが、SA 電源の多様性の観点及び機能を代替する DBA 設備において非常用炉心冷却系（第 39 条及び第 40 条）を設備維持していることを踏まえ、LCO 適用期間は上述のように設定した。

なお、LCO 適用期間外（※1 で示す（1）、（2）の期間）においても要求される場合があるか以下のように考えた上で、同期間で問題ないことを確認している。

- (1) 原子炉水位がオーバーフロー水位付近で、かつプールゲートが開の場合
原子炉ウェルと SFP がつながり保有水量が多くなり時間的余裕が大きくなること、また常時待機要求がある燃料プール代替注水系にて原子炉及び SFP で崩壊熱による冷却材の蒸発分以上の注水が可能であるため、LCO 適用期間とする必要性は低い。
- (2) 原子炉内から全燃料が取出され、かつプールゲートが閉の場合
燃料プール代替注水系により使用済燃料プール水位が維持可能となることから必要性は低い。

表2 所内蓄電式直流電源設備が電力供給する SA 設備

電源供給する SA 設備	66-12-4 所内蓄電式直流電源設備	電源供給する SA 設備の LCO 適用期間	電源を供給する SA 設備の有効性評価上の位置付け
66-3-2 主蒸気逃がし安全弁（手動減圧） ・主蒸気逃がし安全弁	<ul style="list-style-type: none"> ・直流 125V 充電器 A ・直流 125V 蓄電池 A ・直流 125V 充電器 A-2 ・直流 125V 蓄電池 A-2 ・AM 用直流 125V 充電器 ・AM 用直流 125V 蓄電池 	運転，起動及び高温停止	<p>有効性評価において期待している。</p> <p><u>AM 用直流 125V 充電器及び AM 用直流 125V 蓄電池の LCO 適用期間を「運転，起動，高温停止，冷温停止及び燃料交換」（常時）とすることで有効性評価を満足することが可能である。</u></p>
66-9-3 使用済燃料プール監視設備 ・使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域）	<ul style="list-style-type: none"> ・直流 125V 充電器 A ・直流 125V 蓄電池 A ・直流 125V 充電器 A-2 ・直流 125V 蓄電池 A-2 ・AM 用直流 125V 充電器 ・AM 用直流 125V 蓄電池 	使用済燃料プールに照射された燃料を貯蔵している期間	
66-9-3 使用済燃料プール監視設備 ・使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA） ・使用済燃料貯蔵プール放射線モニタ（高レンジ・低レンジ）	<ul style="list-style-type: none"> ・AM 用直流 125V 充電器 ・AM 用直流 125V 蓄電池 	使用済燃料プールに照射された燃料を貯蔵している期間	
66-9-3 使用済燃料プール監視設備 ・使用済燃料貯蔵プール監視カメラ	<ul style="list-style-type: none"> ・直流 125V 充電器 A ・直流 125V 蓄電池 A 	使用済燃料プールに照射された燃料を貯蔵している期間	<p>有効性評価において期待していない。</p> <p><u>SFP 内の燃料体等の著しい損傷の防止のための設備であるが SFP 水位，SFP 温度，及び SFP 上部空間線量率にて SFP の状態を把握できることから，有効性評価で期待していないことから必ずしも設備を動作可能な状態にしておく必要はない。</u></p>

2.1.3 中央制御室可搬型陽圧化空調機等、燃料取替床ブローアウトパネル閉止装置の LCO 適用期間について

中央制御室可搬型陽圧化空調機等（中央制御室可搬型陽圧化空調機（フィルタユニット）、（ブロウユニット）、中央制御室待避室陽圧化装置（空気ポンプ）、データ表示装置（待避室）、中央制御室待避室遮蔽（可搬型）、酸素濃度・二酸化炭素濃度計、差圧計）は 66-14-1 にて、燃料取替床ブローアウトパネル閉止装置は 66-14-2 にて LCO 設定しており、当該機能を代替する DBA 設備である中央制御室非常用換気空調系(第 57 条)を踏まえ、同様に LCO 適用期間を設定した。

運転, 起動, 高温停止

運転停止中又は SFP の有効性評価にて、炉心損傷又は SFP 燃料損傷に至ることがないことを示しているように、冷温停止中は被ばくの原因となる大量の FP 放出を伴う事象が発生する可能性は小さい。また設置許可基準第 59 条により原子炉格納容器の破損が防止されていることが前提となる。よって、「設計基準事故対処設備の原子炉の状態の適用範囲外においても要求される場合」によって拡張される原子炉の状態はないと考えられる。

また、「炉心変更時」及び「原子炉建屋原子炉棟内で照射された燃料に係る作業時」については、想定する事故（燃料集合体落下等）は設計基準事故であり、当該事故時に「中央制御室可搬型陽圧化空調機」等の機能には期待していないことから、LCO 適用期間とする必要性は低いと考えられる。

したがって、中央制御室可搬型陽圧化空調機等の LCO 適用期間は「運転, 起動及び高温停止」とする。

2.2 機能を代替する DBA 設備の無の場合

基本方針（4.3 添付-6）の考え方に従い LCO 適用期間を設定する。

【適用する原子炉の状態の基本的な考え方】

- b 機能を代替する対象の設計基準事故対処設備が明確ではない重大事故等対処設備（例：放水砲）については、当該設備の機能が要求される重大事故等から判断して、個別に適用する原子炉の状態を設定する。

2.2.1 静的触媒式水素再結合器・原子炉建屋水素濃度の LCO 適用期間について

静的触媒式水素再結合器は 66-8-1 にて、原子炉建屋水素濃度は 66-8-2 にて LCO 設定しており、以下のように LCO 適用期間を設定した。

「運転，起動，高温停止，冷温停止及び燃料交換※1」

※1：原子炉が次に示す状態となった場合は適用しない。

- (1) 原子炉水位がオーバーフロー水位付近で、かつプールゲートが開の場合
- (2) 原子炉内から全燃料が取出され、かつプールゲートが閉の場合

基本方針（4.3 添付-6）の考え方に従い、当該設備の機能が要求される重大事故等の観点から以下のように整理した。

静的触媒式水素再結合器は、炉心の著しい損傷により原子炉格納容器から原子炉建屋内に水素ガスが漏えいした場合において、原子炉建屋内の水素濃度の上昇を抑制し、原子炉建屋の水素爆発を防止するための設備であることから、「原子炉内に燃料が存在する期間」を基本として設定した。

原子炉建屋水素濃度監視設備も、炉心の著しい損傷により原子炉格納容器から原子炉建屋内に漏えいした水素ガスの濃度を測定するための設備であることから、「原子炉内に燃料が存在する期間」を基本として設定した。

そのうえで、「原子炉水位がオーバーフロー水位付近でプールゲート開」となった場合は、原子炉ウェルと SFP がつながり、保有水量が多くなるため、運転停止中の有効性評価結果よりも燃料露出までの時間的余裕があり、炉心の著しい損傷により水素ガスが発生するような事象が発生する可能性は小さいため、LCO 適用期間とする必要性は少ないと考えた。

2.2.2 5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（対策本部）陽圧化装置（空気ポンペ）、二酸化炭素吸収装置及び5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）陽圧化装置（空気ポンペ）のLCO適用期間について

5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（対策本部）陽圧化装置（空気ポンペ）、二酸化炭素吸収装置は66-16-1にて、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（待機場所）陽圧化装置（空気ポンペ）は66-16-2にてLCO設定しており、以下のようにLCO適用期間を設定した。

運転，起動及び高温停止

基本方針（4.3添付・6）の考え方に従い、当該設備の機能が要求される重大事故等の観点から以下のように整理した。

陽圧化設備（空気ポンペ）等は、炉心の著しい損傷後の格納容器圧力逃がし装置を作動させる場合に放出される放射性雲通過時において、放射性物質が5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（対策本部・待機場所）に流入することを防ぎ、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所（対策本部・待機場所）にとどまる要員の被ばくを低減するために設置している。

したがって、陽圧化設備（空気ポンペ）等のLCO適用期間は、格納容器圧力逃がし装置と同様に設定することとして、「運転，起動及び高温停止」とする。