

# 1FにおけるLCO適正化の検討状況について

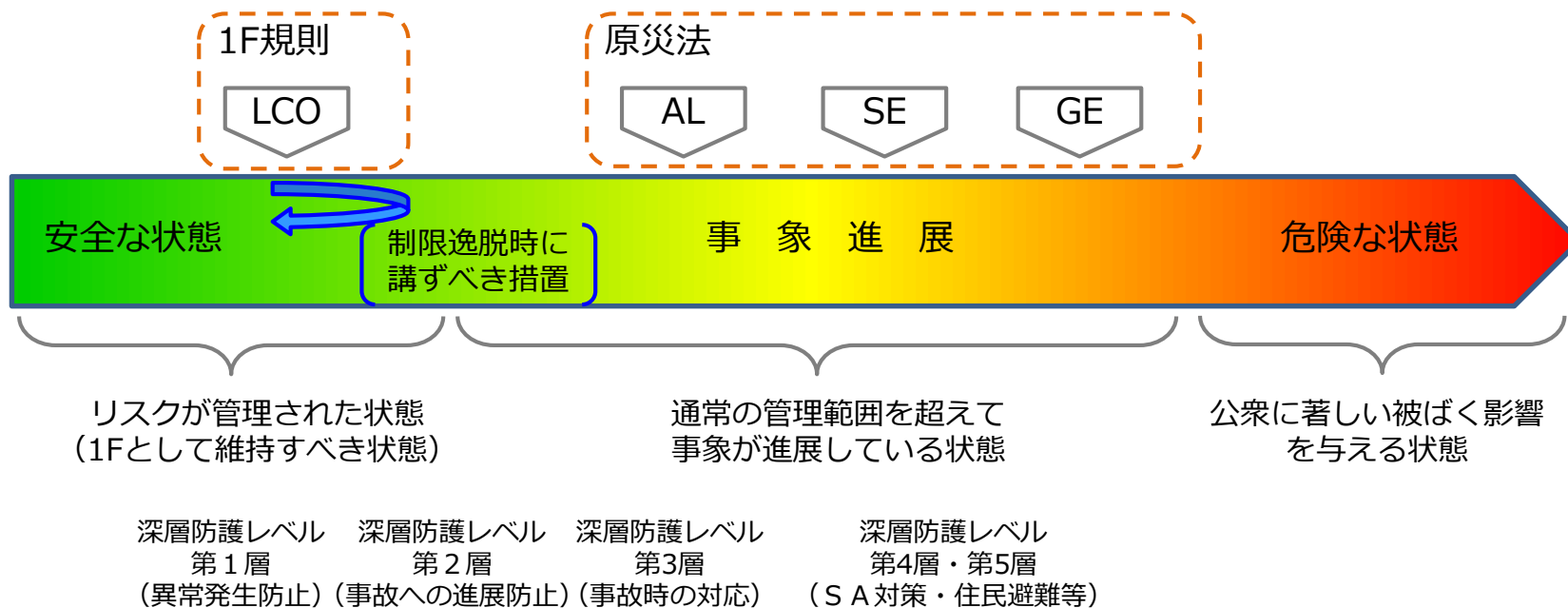
2020年10月13日

**TEPCO**

---

東京電力ホールディングス株式会社

- 現在の1Fにおいては、原子力安全上のさまざまなリスク(P.4参照)が存在するものの、安全機能を有する設備の運転管理※等によって、リスクの顕在化を防止し、安全な状態を維持している。
- 各設備の運転管理においては、必要な安全機能を確保するために遵守すべき制限として、運転上の制限を設定するとともに、仮に制限を逸脱した場合に講ずべき措置を定め、リスクが管理された状態を維持している。
- また、各設備の運転管理以外にも、1Fの保安のために講ずべき事項（燃料管理、放射線管理、他）を定めるとともに、より重篤なリスクに備えた緊急時対応を定めている。



※ 1F規則第14条では、1Fにおいても「発電用原子炉施設の運転」を適切に管理するよう定められている。

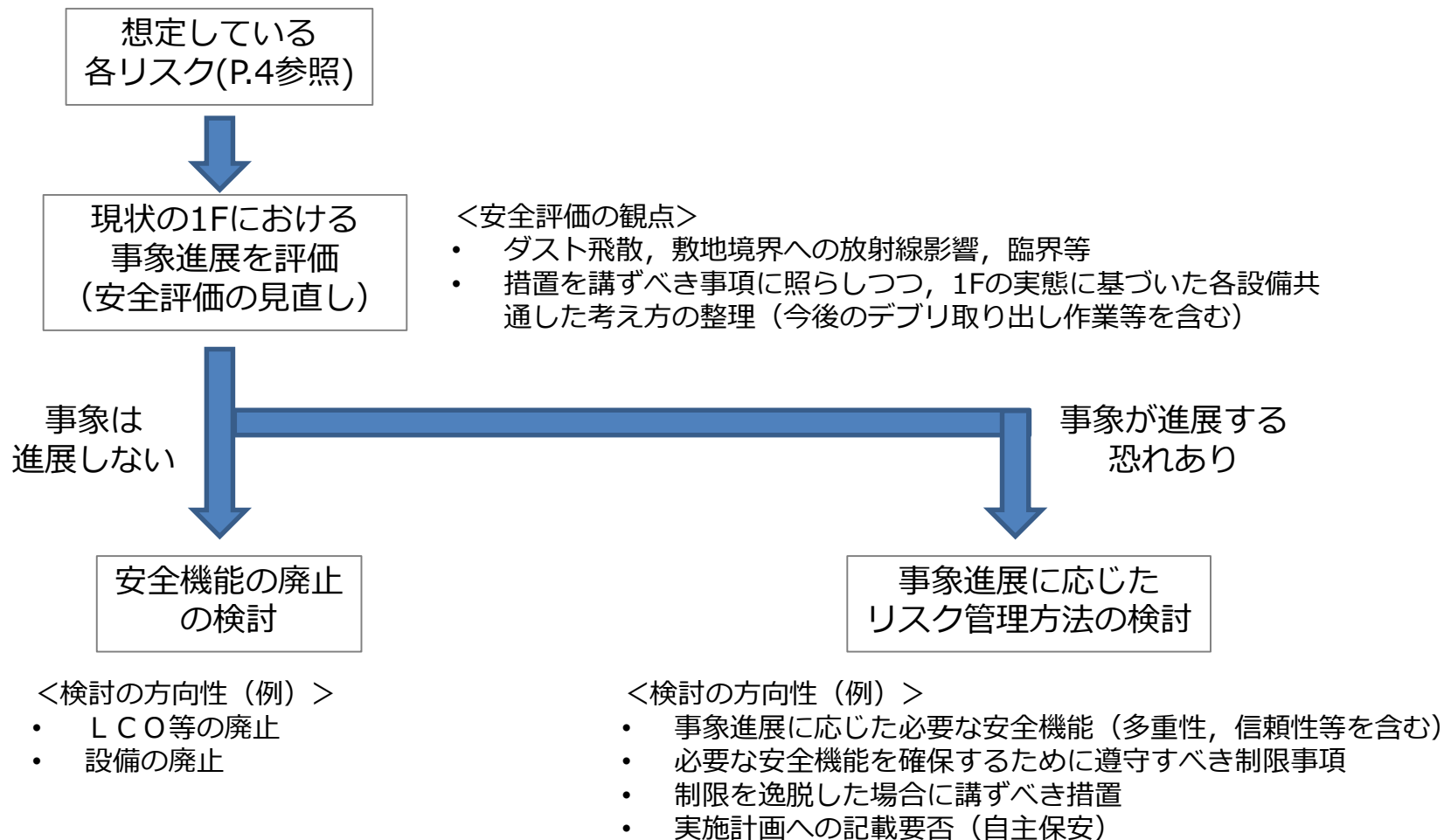
## 東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関する規則

（発電用原子炉施設の**運転**）

**第十四条** 法第四十三条の三の二十二第一項の規定により、発電用原子炉設置者は、次の各号に掲げる発電用原子炉施設の**運転**に関する措置を講じなければならない。ただし、廃止措置対象施設については、この限りでない。

- 一 発電用原子炉施設の**運転**に必要な知識を有する者に**運転**を行わせること。
- 二 発電用原子炉施設の**運転**に必要な構成人員がそろっているときでなければ**運転**を行わせないこと。
- 三 前号の構成人員のうち**運転管理責任者**は、発電用原子炉施設の**運転**に必要な知識、技能及び経験を有している者であって、かつ、原子力規制委員会が告示で定める基準に適合したもののの中から選任すること。
- 四 前号に定めるもののほか、**運転管理責任者**に関し必要な事項は、原子力規制委員会が告示で定める。
- 五 発電用原子炉施設の**運転**に関する次の事項を定め、これを**運転員**その他の従業者に守らせること。
  - イ 発電用原子炉施設の**運転**に係る操作に関し、その操作に先立って確認すべき事項、その操作に必要な事項及びその操作の後に確認すべき事項
  - ロ **運転員**その他の従業者が発電用原子炉施設の状態に応じて定期的に又は必要に応じて確認すべき事項（**運転上の制限**（実施計画で定める発電用原子炉施設の**運転**に関する条件であって、当該条件を逸脱した場合に発電用原子炉設置者が講ずべき措置が実施計画で定められているものをいう。以下この条及び第十八条において同じ。）を逸脱していないことを確認するためのものを含む。）並びにその確認の方法及び実施頻度又は時期に関する事項
  - ハ 警報の発報、**運転上の制限**の逸脱その他の異状があった場合に**運転員**その他の従業者が講ずべき措置（次号の処置を除く。）に関する事項
- 六 非常の場合に講ずべき処置を定め、これを**運転員**その他の従業者に守らせること。
- 七 **運転上の制限**を逸脱したときは、その旨を直ちに原子力規制委員会に報告すること。ただし、第十八条第五号に掲げるときを除く。

- 想定される各リスクに対し，1Fの現状をふまえた事象進展に応じ，安全機能の可否をふくめた，適正なリスク管理方法を検討する。



論点(2) 復旧時間の余裕拡大に対するLCO設定可否

主なリスクの存在場所 (実施計画 I)		主なリスク	短期的リスク低減対策（安全機能）	中長期的 リスク低減対策
燃料デブリ		過熱	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉注水冷却（残留熱除去）</li> <li>RPV/PCVの温度監視</li> </ul>	デブリ取り出し
		ダスト飛散	<ul style="list-style-type: none"> <li>PCVガス管理設備の排気ガスのろ過</li> <li>排気ガスのダスト濃度監視</li> </ul>	
		水素爆発	<ul style="list-style-type: none"> <li>窒素封入による不活性雰囲気維持（水素パーセント、酸素濃度低減）</li> <li>水素濃度、酸素濃度の監視</li> </ul>	
		再臨界	<ul style="list-style-type: none"> <li>ほう酸水注入設備の維持</li> <li>短半減期希ガスの監視</li> </ul>	
使用済燃料プールの燃料 共用プールの燃料		遮へい機能喪失による被ばく	<ul style="list-style-type: none"> <li>プール水位の維持</li> </ul>	燃料取り出し
		過熱による損傷	<ul style="list-style-type: none"> <li>プール冷却の維持（残留熱除去）</li> </ul>	
		機械的損傷	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料落下、ガレキ落下等の防止</li> </ul>	
乾式貯蔵キャスクの燃料		放射性物質の飛散	<ul style="list-style-type: none"> <li>容器の密封機能、除熱機能</li> </ul>	仮保管後の対応は未定
放射性 廃棄物	液体	汚染水の漏えい	<ul style="list-style-type: none"> <li>建屋水位/サブドレン水位の管理</li> <li>汚染水のタンク貯留、漏えい監視</li> <li>汚染水の浄化（ALPS）</li> </ul>	ALPS小委等で検討中
	気体、固体	放射性物質の飛散	<ul style="list-style-type: none"> <li>適正な保管管理（汚染拡大防止）</li> <li>遮へい機能維持</li> </ul>	適正な保管 汚染源の除去

※ SFP燃料ラックの未臨界管理等，設計で担保しているものは除く

# 1～3号機の運転上の制限（1/3）

論点(3) 措置を講ずべき事項に対する  
抜本的見直しの程度



運転上の制限			関連する「措置を講ずべき事項」の要求事項
第18条	常用原子炉注水系	原子炉の冷却に必要な注水量が確保されていること	<ul style="list-style-type: none"> <li>運転状態の監視を可能とすること</li> <li>燃料デブリの残留熱を適切に除去すること</li> <li>全交流電源喪失に対し、冷却を復旧するため、消防車等の代替設備を備えること。</li> <li>RPV/PCVの冷却温度を監視/記録可能とすること</li> <li>燃料デブリの残留熱を適切に除去すること</li> <li>RPV底部温度を100℃未満に維持すること</li> </ul> <p>[参考] 1F規則第3条記録（RPV底部，PCV温度の連続記録）</p>
	待機中の非常用原子炉注水系	1系列が動作可能であること	
	任意の24時間あたりの注水量増加幅	1.0m <sup>3</sup> /h 以下	
	RPV底部温度	80℃以下	
	PCV温度	全体的に著しい温度上昇傾向がないこと	
第19条	(省略)		
第20条 第21条	SFP水位	オーバーフロー水位付近にあること	<ul style="list-style-type: none"> <li>使用済燃料等の冷却温度を監視/記録可能とすること</li> <li>残留熱を適切に除去すること</li> <li>全交流電源喪失に対し、冷却を復旧するため、ポンプ車等の代替設備を備えること</li> </ul> <p>[参考]SFPの異常な水位低下は原災法EAL31に該当。 (AL:TAF+4m,異常な漏えい等, SE:TAF+2m,GE:TAF)</p>
	SFP水温	1号：60℃以下 2/3号，共用：65℃以下	
第22条	SFP一次系系統	一次系系統の異常な漏えいがないこと	(該当なし)
第23条	ほう酸水注入設備	ほう酸水タンクの水位及び温度が所定の範囲内にあること	<ul style="list-style-type: none"> <li>RPV/PCV内で臨界を防止すること</li> </ul>
第24条	短半減期核種の放射能濃度	キセノン135の放射能濃度が1Bq/cm <sup>3</sup> 以下であること	<ul style="list-style-type: none"> <li>PCV雰囲気等の監視等により、RPV/PCVにおける未臨界状態を監視すること</li> <li>RPV/PCV内で臨界を防止すること</li> </ul> <p>[参考] 1Bq/cm<sup>3</sup>超過は、1F規則第18条事故故障等の報告(臨界のおそれ)、およびEAL上のGE06(原子炉外臨界)に該当。</p>
	PCVガス管理設備の放射線検出器	1チャンネルが動作可能であること	

# 1～3号機の運転上の制限（2/3）

運転上の制限			関連する「措置を講ずべき事項」の要求事項
第25条	窒素封入設備	PSA 1 台が運転中 他のPSA 1 台が専用DGにより 動作可能	<ul style="list-style-type: none"> <li>RPV/PCV内等に滞留している水素ガス等の濃度を監視/抑制すること</li> <li>窒素その他のガスによる不活性雰囲気を維持すること</li> </ul>
	PCV内水素濃度	2.5%以下	
第26条	2&3 T/B, プロ主, 雑固の水位	所定のT.P.以下	<ul style="list-style-type: none"> <li>発生量を抑制し, 放射性物質濃度低減のための適切な処理, 十分な保管容量確保, 遮へいや漏えい防止・汚染拡大防止等により敷地周辺の線量を達成できる限り低減すること</li> <li>処理貯蔵施設は, 十分な遮へい能力を有し, 漏えい及び汚染拡大し難い構造物により地下水や漏水等によって放射性物質が環境中に放出しないようにすること</li> </ul>
	1～4 T/B・R/B・ Rw/B, プロ主, 雑 固の水位	各建屋近傍のサブドレン水位 を超えないこと	
	1～4 T/B, プロ主, 雑固近傍のサブドレ ン水の放射能濃度	1.0×10 <sup>2</sup> Bq/cm <sup>3</sup> 以下	
第26条 の2	水位安定エリアに貯 留する滞留水水位	水位の基準値及び当該建屋近 傍のサブドレン水の水位をと もに超えないこと	
第27条	汚染水処理設備	1 設備が動作可能であること 及び2号炉又は3号炉のター ビン建屋の滞留水水位が T.P.2,064mm を超える場合は, さらに1 設備が動作可能であ ること。	

運転上の制限			関連する「措置を講ずべき事項」の要求事項
第28条	外部電源	2系列が動作可能であること	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 重要度の特に高い安全機能や監視機能を有する系統などに、外部電源または非常用所内電源を供給すること（十分に高い信頼性を確保すること）</li> <li>• 電気系統（外部電源，所内電源）の機器の故障によって、必要な電力供給が喪失することがないよう，異常を検知，拡大を防止すること</li> </ul>
第29条	所内電源系統	第18条，第25条及び第27条で要求される設備並びに免震重要棟の維持に必要な交流高圧電源母線が受電されていること	



## 5・6号機の運転上の制限

運転上の制限			関連する「措置を講ずべき事項」の要求事項
第55条	SFP水位	オーバーフロー水位付近にあること	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉冷却材圧力バウンダリ，原子炉格納容器バウンダリ及びそれらに関連する系統の健全性を確保するために必要なパラメータを維持制御・監視する計測制御系統設備を健全な状態に維持・管理すること</li> <li>原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器，残留熱除去系，非常用炉心冷却系等の原子炉冷却系統設備及び補機冷却系等の冷却に必要な設備，復水補給水系等冷却水を補給し，水質を管理するために必要な設備並びにこれらに関連する設備を健全な状態に維持・管理することにより，冷温停止を維持・継続すること。</li> <li>全交流電源喪失に対し，冷却を復旧するため，ポンプ車等の代替設備を備えること</li> </ul> <p>[参考]SFPの異常な水位低下は原災法EAL31に該当。 (AL:TAF+4m,異常な漏えい等，SE:TAF+2m,GE:TAF)</p>
	SFP水温	5/6号：65℃以下	
第59条	外部電源	1系列が動作可能であること	<ul style="list-style-type: none"> <li>重要度の特に高い安全機能や監視機能を有する系統などに，外部電源または非常用所内電源を供給すること（十分に高い信頼性を確保すること）</li> <li>電気系統（外部電源，所内電源）の機器の故障によって，必要な電力供給が喪失することがないように，異常を検知，拡大を防止すること</li> </ul>
第61条	非常用DG	2台が動作可能であること	
第62条	非常用DG燃料油等	DG燃料油，潤滑油及び起動用空気が必要量確保されていること	
第64条	直流電源	第66条で要求される直流電源が動作可能であること	
第66条	所内電源系統	第61条で要求される設備の維持に必要な非常用交流高圧電源母線及び直流電源母線が受電されていること	

使用済燃料プール冷却水喪失時の影響評価結果（概算評価）を以下に示す。

✓ 敷地境界線量率への影響

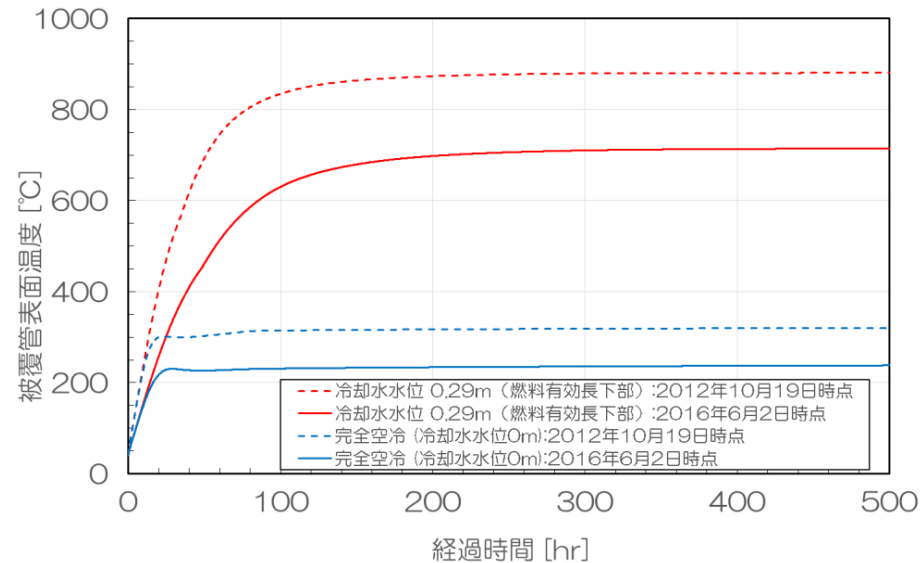
SFP水位が燃料有効底部（BAF）となった場合でも、1～3, 5・6号機, 共用プールの全てにおいて、5 $\mu$ Sv/hに到達しないと評価している。

✓ 燃料被覆管損傷の影響

1～3号機は損傷しない, 5・6号機および共用プールについては、損傷する可能性があるとして評価している。

## SFP水位低下時の影響評価結果

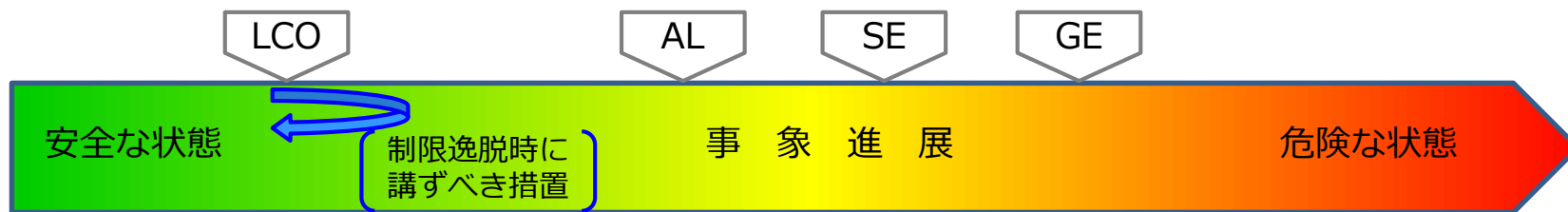
号機	SFP水位BAF到達時	
	敷地境界線量率の上昇 (概算)	燃料被覆管損傷※1
1号機	~0.5 $\mu$ Sv/h以下	損傷しない
2号機		
3号機		
5号機		損傷する可能性あり
6号機		
共用プール		



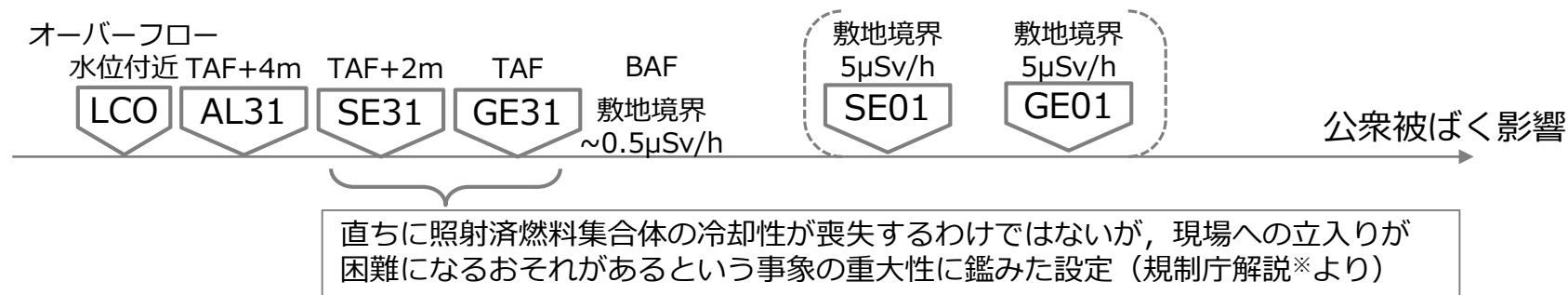
3号機 SFP冷却水喪失時における被覆管表面温度評価  
(2016年時点) ※2

※1 SFP水位がBAF付近において、空冷効果がない条件が継続した場合の概算評価

※2 特定原子力施設監視・評価検討会（第45回）「地震・津波対策の実施状況」より抜粋



■ EAL31 「使用済燃料貯蔵槽の冷却機能喪失・放射線放出」の例



■ EAL06 「施設内（原子炉外）での臨界事故」の例



# (参考) 1～3号機の主な想定リスクと実施計画記載

## ■ LCOを設定していない機能は、実施計画Ⅲで測定や適切な設備の使用、保管場所の指定等を規定し管理

主なリスク源 (実施計画Ⅰ)	主なリスク	短期的リスク低減に必要な 主な安全機能	関連設備 (実施計画Ⅱ)	LCO (実施計画Ⅲ)	LCO以外の条文 (実施計画Ⅲ)	
燃料デブリ	過熱	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉注水冷却（残留熱除去）</li> <li>RPV/PCVの温度監視</li> </ul>	2.1 RPV/PCV注水設備 2.9 RPV/PCV内監視計測器	第18条, 第19条	なし	
	放射性物質 の飛散	<ul style="list-style-type: none"> <li>PCVガスのろ過</li> <li>排気ガスのダスト濃度監視</li> </ul>	2.8 PCVガス管理設備 2.15 放射線管理関係設備等	なし	第6章放射性廃棄物管理 第42条 第7章放射線管理 第60条, 第61条	
	水素爆発	<ul style="list-style-type: none"> <li>窒素封入による不活性雰囲気維持 (水素パーセント, 酸素濃度低減)</li> <li>水素濃度, 酸素濃度の監視</li> </ul>	2.2 窒素封入設備 2.8 PCVガス管理設備	第25条	なし	
	再臨界	<ul style="list-style-type: none"> <li>ほう酸水注入準備</li> <li>短半減期希ガスの監視</li> </ul>	2.4 ほう酸水注入設備 2.9 RPV/PCV内監視計測器	第23条, 第24条	なし	
使用済燃料	遮へい喪失	<ul style="list-style-type: none"> <li>プール水位の維持</li> </ul>	2.3 使用済燃料プール設備 2.12 共用プール設備	第20条, 第21条, 第22条	なし	
	熱的損傷	<ul style="list-style-type: none"> <li>プール冷却の維持（残留熱除去）</li> </ul>	2.3 使用済燃料プール設備 2.12 共用プール設備			
	機械的損傷	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料落下, ガレキ落下等の防止</li> </ul>	2.11 燃料取り出し設備	なし	第5章燃料管理 第36条, 第37条	
乾式貯蔵キャスク の燃料	放射性物質 の飛散	<ul style="list-style-type: none"> <li>容器の密封機能, 除熱機能</li> </ul>	2.13 使用済燃料乾式キャスク 仮保管設備	なし	第5章燃料管理 第36条, 第37条	
放射性 廃棄物	液体	汚染水漏洩	<ul style="list-style-type: none"> <li>建屋水位/サブドレン水位の管理</li> <li>汚染水のタンク貯留, 漏えい監視</li> </ul>	2.5 汚染水処理設備等 2.6 滞留水を貯留している建屋 2.16 液体廃棄物処理施設	第26条, 第26条の2, 第27条	第6章放射性廃棄物管理 第40条の2 第41条
	気体	放射性物質 の飛散	<ul style="list-style-type: none"> <li>ダスト濃度監視</li> <li>空間線量率監視</li> </ul>	2.15 放射線管理関係設備等	なし	第6章放射性廃棄物管理 第42条, 第42条の2, 第43条
	固体	放射性物質 の飛散	<ul style="list-style-type: none"> <li>適正な保管管理（汚染拡大防止）</li> <li>遮へい機能維持</li> </ul>	2.10 固体廃棄物等の管理施設 2.17 雑固体廃棄物焼却設備	なし	第6章放射性廃棄物管理 第38条, 第39条, 第40条
各リスク共通		<ul style="list-style-type: none"> <li>各設備で必要な電源の維持</li> <li>監視制御の確保</li> </ul>	2.7 電気系統設備 2.14 監視室・制御室	第28条, 第29条	なし	11

# (参考) 5・6号機の主な想定リスクと実施計画記載

## ■ LCOを設定していない機能は、実施計画Ⅲで測定や適切な設備の使用、保管場所の指定等を規定し管理

主なリスク源 (実施計画Ⅰ)	主なリスク	短期的リスク低減に必要な 主な安全機能	関連設備 (実施計画Ⅱ)	LCO (実施計画Ⅲ)	LCO以外の条文 (実施計画Ⅲ)
使用済燃料	遮へい喪失	・プール水位の維持	2.24 5・6号機 復水補給水系 2.27 5・6号機 燃料プール冷却浄化系 2.28 5・6号機 燃料取扱系及び燃料貯蔵設備	第55条	なし
	熱的損傷	・プール冷却の維持 (残留熱除去)	2.27 5・6号機 燃料プール冷却浄化系 2.28 5・6号機 燃料取扱系及び燃料貯蔵設備	第55条	なし
	機械的損傷	・燃料落下の防止	2.28 5・6号機 燃料取扱系及び燃料貯蔵設備	なし	第5章燃料管理 第85条, 第86条
乾式貯蔵キャスクの燃料	放射性物質の飛散	・容器の密封機能, 除熱機能	2.13 使用済燃料乾式キャスク仮保管設備	なし	第5章燃料管理 第85条, 第86条
放射性廃棄物	液体	滞留水による重要設備への影響	2.33.2 5・6号機 仮設設備 (滞留水貯留設備)	なし	第6章放射性廃棄物管理 第88条, 第90条
	気体	放射性物質の飛散	2.26 5・6号機 原子炉建屋常用換気系 2.34 5・6号機 計測制御設備	なし	第6章放射性廃棄物管理 第89条, 第90条
	固体	放射性物質の飛散	2.10 固体廃棄物等の管理施設 2.17 雑固体廃棄物焼却設備	なし	第6章放射性廃棄物管理 第87条, 第87条の2, 第87条の3
各リスク共通		・各設備に必要な電源の維持 ・監視制御の確保	2.32 5・6号機 電源系統設備 2.34 5・6号機 計測制御設備	第59条, 第61条, 第62条, 第64条, 第66条	なし

## ■ 原子炉等規制法

### 第六十四条の二 (略)

2 原子力規制委員会は、特定原子力施設を指定したときは、当該特定原子力施設に係る原子力事業者等（次条において「特定原子力事業者等」という。）に対し、直ちに、**措置を講ずべき事項**及び期限を示して、当該特定原子力施設に関する保安又は特定核燃料物質の防護のための措置を実施するための計画（以下「実施計画」という。）の提出を求めるものとする。

**特定原子力施設**

**措置を講ずべき事項**

**第六十四条の三** 特定原子力事業者等は、**前条第一項**の指定があったときは、**同条第二項の規定により示された事項**について実施計画を作成し、同項の規定により示された期限までに原子力規制委員会に提出して、その認可を受けなければならない。

- 2 前項の認可を受けた特定原子力事業者等は、その認可を受けた実施計画を変更しようとするときは、原子力規制委員会の認可を受けなければならない。
- 3 原子力規制委員会は、実施計画が核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物若しくは原子炉による災害の防止上十分でないと認めるとき、又は特定核燃料物質の防護上十分でないと認めるときは、前二項の認可をしてはならない。

## ■ 措置を講ずべき事項

### Ⅲ. 特定原子力施設の保安のために措置を講ずべき事項

運転管理、保守管理、放射線管理、放射性廃棄物管理、緊急時の措置、敷地内外の環境放射線モニタリング等適切な措置を講ずることにより、「Ⅱ. 設計、設備について措置を講ずべき事項」の適切かつ確実な実施を確保し、かつ、作業員及び敷地内外の安全を確保すること。

特に、事故や災害時等における緊急時の措置については、緊急事態への対処に加え、関係機関への連絡通報体制や緊急時における医療体制の整備等を行うこと。また、協力企業を含む社員や作業従事者に対する教育・訓練を的確に行い、その技量や能力の維持向上を図ること。

## ■ 1F規則（第十四条）

運転上の制限：実施計画で定める発電用原子炉施設の運転に関する条件であって、当該条件を逸脱した場合に発電用原子炉設置者が講ずべき措置が実施計画で定められているものをいう。

EAL番号	GE31	BWR
EAL略称	使用済燃料貯蔵槽の冷却機能喪失・放射線放出	
EAL	使用済燃料貯蔵槽の水位が照射済燃料集合体の頂部の水位まで低下すること。	
事業者解釈	<p>(1)「照射済燃料集合体の頂部の水位まで低下すること」とは、目視又は評価により「照射済燃料集合体の頂部の水位まで低下」を確認した場合をいう。</p> <p>(2)使用済燃料共用プールは本基準を適用する。</p> <p>(3)本基準は照射済燃料集合体及使用済燃料貯蔵槽内に存在しない場合には適用されない。</p> <p>(4)水位の回復手段は、可搬型を含む全ての設備を考慮する。</p>	
規制庁解説	<p>上記の場合、直ちに照射済燃料集合体の冷却性が喪失するわけではないが、何らかの異常の発生により、水位の低下が継続し遮蔽能力が低下すれば、現場への立入りが困難になるという事象の重大性に鑑み、全面緊急事態の判断基準とする。</p> <p>「使用済燃料貯蔵槽の水位が照射済燃料集合体の頂部の水位まで低下すること」とは、可搬型を含む全ての設備を考慮しても、当該水位まで低下することをいう。</p>	

EAL番号	GE06	BWR
EAL略称	施設内（原子炉外）での臨界事故	
EAL	原子炉の運転等のための施設の内部（原子炉の内部を除く。）において、核燃料物質が臨界状態にあること。	
事業者解釈	原子炉外臨界について、原子力災害対策特別措置法はプラント事象で区分されるが、臨界状態は放射線量の測定によって検出される可能性があるため、蓋然性を含め放射線・放射能放出のEAL区分とする。	
規制庁解説	-	