

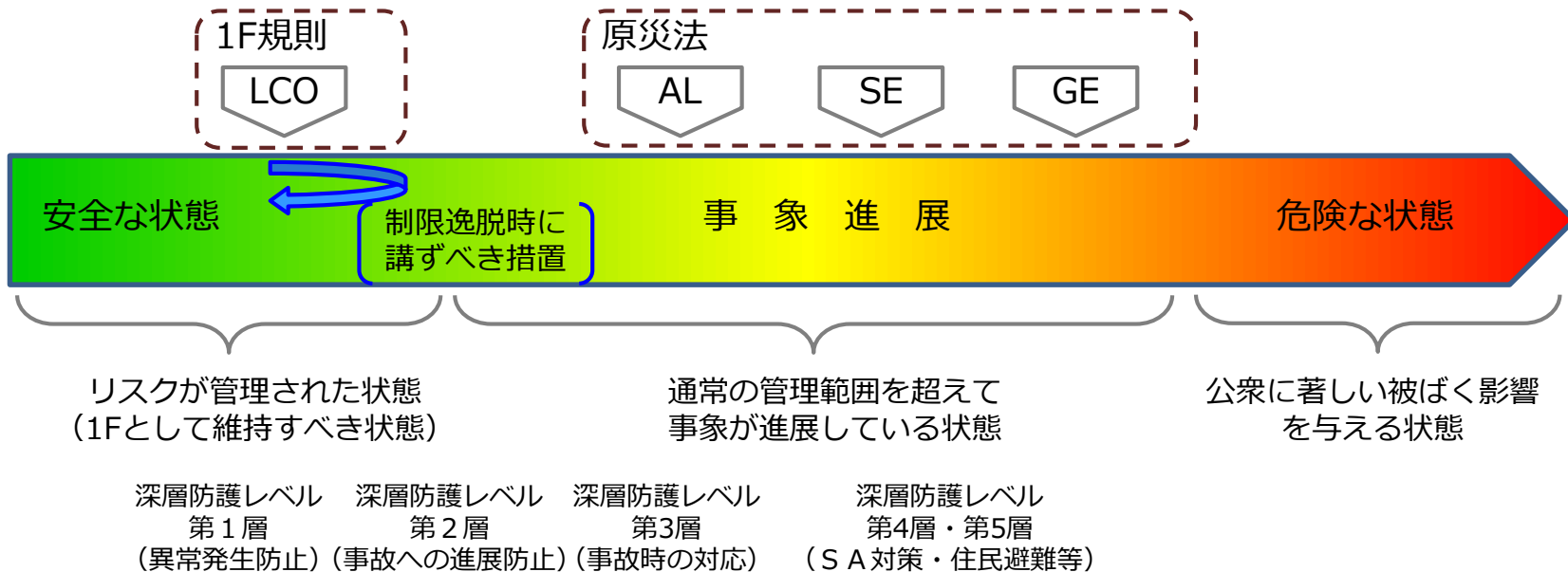
1FにおけるLCO適正化の検討状況について

2021年2月16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、存在するリスクの顕在化を防止するため、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（LCO）を設定し、仮に制限を逸脱した場合に講ずべき措置を定めるなど、適切な運転管理を実施している。
- 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。
- ここで、1F規則第14条における「発電用原子炉施設の運転」とは、原子炉の運転に限らず、実施計画で定める安全確保設備等を運用することが含まれると解釈されるため、原子炉を運転していない現状の1Fにおいても、LCOの設定をはじめとした、適切な運転管理を行う必要がある。



1F廃炉オペレーション^①における事故シナリオ^②に対し、リスクが許容される状態^③にあることを示した制限をいう。

LCO逸脱事象が発生した場合には、リスクを低減するための措置^④を講じることにより、周辺の公衆に対し、著しい放射線被ばくのリスクを与えないよう管理を行う。

① 1F廃炉オペレーション

原子力ハザード（燃料デブリ、使用済燃料、汚染水、固体廃棄物）に対する運転・設備管理及びリスク低減のための作業管理

② 事故シナリオ

事故のきっかけとなる事象を出発点として、検知設備・異常時対応設備の状態、人的対応の可否等を含む一連の異常時対応の流れをいい、事故の影響度が小さいものを含む

③ リスクが許容される状態

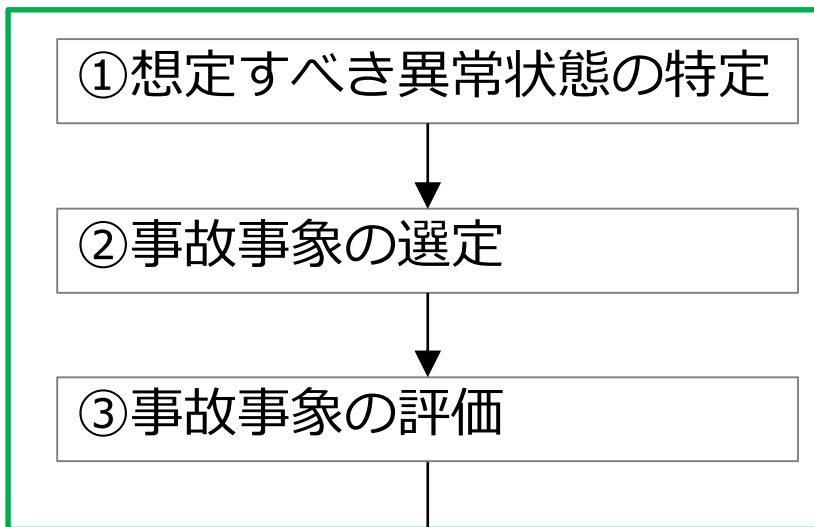
安全評価の結果、リスクが十分低減されていると判断された前提条件を満足する状態

④ リスクを低減するための措置

故障機器の復旧、代替措置の実施、作業停止等の異常時手順に基づく対応等

- LCO適正化に当たっては、以下の流れで検討を進める。

安全評価のフロー

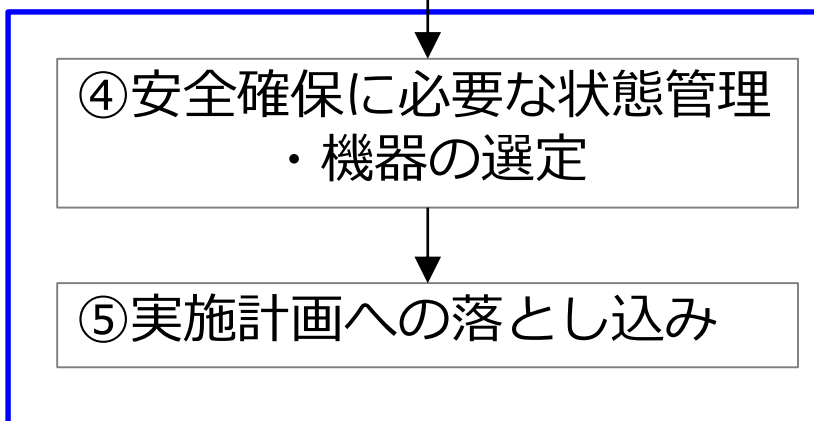


燃料デブリ（過熱，放射性物質飛散，水素爆発，再臨界）
プール燃料（遮へい機能喪失による被ばく，過熱による損傷，機械的損傷）
放射性廃棄物（汚染水の漏えい，放射性物質飛散）

想定すべき異常状態を生じる具体的な事故事象を選定

各系統設備の構成を踏まえ，事故の影響度を考慮し，使用機器を評価

LCOの制定フロー



③で想定した状態の監視・維持並びに事象緩和・終息に想定した機器を抽出

運転上の制限(LCO)，要求される措置，完了時間，確認頻度を規定

- LCOとは、事故のリスクを許容されるレベル以下に維持するために、安全設備・管理プロセスに期待する状態
- 各系統設備の構成を踏まえ、事故の影響度を考慮し、使用機器を評価するにあたり、下記事項が論点

<論点>

1. LCOに選定する基準（右図）をどこに設定すべきか
2. 単一故障を想定し、その故障が安全上支障のない時間内に除去または修復できる場合の扱い
3. 構造健全性を維持するための制限など、「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」の各機能に直接関わらないものの扱い

各種事故（5mSv/事故^{※1}）

※1 設置許可基準規則の解釈

通常時管理目標（1mSv/年未満^{※2}）

※2 「措置を講ずべき事項」の要求
特に施設内に保管されている発災以降発生した瓦礫や汚染水等による敷地境界における実効線量（施設全体からの放射性物質の追加的放出を含む実効線量の評価値）を、平成25年3月までに1mSv/年未満とすること。

個々のオペレーションの管理目標

実際のオペレーション

今後の安全評価等の検討計画（案）

主なリスク		検討の方向性	実施予定時期 (目途)
燃料デブリ	過熱	<ul style="list-style-type: none"> 長期注水停止時の温度上昇評価の評価条件を精査予定 長期注水停止時の影響（放出量評価，被ばく評価等）について評価を検討予定 	2021年度上期
	ダスト飛散	<ul style="list-style-type: none"> 燃料デブリの試験的取り出し開始後の，取り出し規模拡大に合わせて，安全評価を検討予定 	—
	水素爆発	<ul style="list-style-type: none"> 水の放射線分解による水素発生量の評価条件の精査を検討予定 	2021年度上期
	再臨界	<ul style="list-style-type: none"> 再評価可否をふくめ今後検討予定 	2021年度上期
SFP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"> SFP水位低下時の線量影響（直接線，スカイシャイン線など）の評価を実施中 	2020年度下期
	過熱による損傷	<ul style="list-style-type: none"> SFP水位低下時の使用済燃料の温度評価および熱的損傷の可能性について評価を実施中 	2020年度下期
	機械的損傷	<ul style="list-style-type: none"> 各プロジェクトの進捗に合わせて評価を実施 	—
放射性廃棄物 (液体，気体，固体)	漏えい，飛散	<ul style="list-style-type: none"> 放出管理や線量管理の安全上の考え方について，LCOに選定する基準と合わせて検討予定 	—

(参考) 各リスクの安全評価結果の概要

主なリスク		従前の評価	現状評価（詳細検討中）
燃料デブリ	過熱	敷地境界線量： 6.3×10^{-5} mSv/年 (注水停止12時間，燃料デブリ約330℃)	RPV底部80℃到達まで10日以上 (長期停止の影響は今後検討予定)
	ダスト飛散	PCV内からのダストを100Bq/cm ³ と想定	実際のPCV内からのダスト濃度は低い 今後，デブリ取り出し等の作業による影響を 考慮する必要あり
	水素爆発	RPV内水素濃度2.5%到達 3～4日程度	RPV内水素濃度2.5%到達 11～13日 (評価条件の精査を今後検討予定)
	再臨界	敷地境界線量： 2.4×10^{-2} mSv/回 (100Bq/cm ³ 相当が24時間継続)	(再評価可否をふくめ今後検討予定)
SFPの燃料 共用プールの燃料	遮へい機能喪失 による被ばく		BAF到達時の敷地境界線量： ・ 1～6号SFP：0.5μSv/h以下 ・ 共用プール：1.4μSv/h以下 (評価条件の精査を今後検討予定)
	過熱による損傷	3号機：特定条件で損傷の可能性あり	1～3号：BAF到達でも損傷しない 5/6号，共用：特定条件で損傷の可能性あり (評価条件の精査を今後検討予定)
	機械的損傷	燃料体落下：約 5.5×10^{-2} mSv (5/6号) ガレキ落下：約 1.5×10^{-1} mSv (3号)	燃料体落下：約 5.9×10^{-4} mSv (5/6号) ガレキ落下：1号ガレキ撤去中，3号完了
放射性 廃棄物	液体	汚染水の漏えい	汚染水発生量 約490 m ³ /日 (2015年度)
	気体， 固体	放射性物質の飛散	設備ごとに敷地境界線量を評価
電源設備		各設備に必要な電源を配備	各リスクの再評価結果にあわせ，必要な電源 設備を今後検討予定

(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"> 原子炉注水冷却（残留熱除去） RPV/PCVの温度監視 	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"> PCVガスのろ過 排気ガスのダスト濃度監視 	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"> 窒素封入による不活性雰囲気維持 (水素パーシ、酸素濃度低減) 水素濃度, 酸素濃度の監視 	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"> ほう酸水注入準備 短半減期希ガスの監視 	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"> プール水位の維持 	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"> プール冷却の維持（残留熱除去） 	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"> 燃料落下, ガレキ落下等の防止 	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"> 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36条, 第37条	
放射性 廃棄物	液体	汚染水漏洩	<ul style="list-style-type: none"> 建屋水位/サブドレン水位の管理 汚染水のタンク貯留, 漏えい監視 	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"> ダスト濃度監視 空間線量率監視 	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"> 適正な保管管理（汚染拡大防止） 遮へい機能維持 	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"> 各設備で必要な電源の維持 監視制御の確保 	2.7 電気系統設備 2.14 監視室・制御室	第28条, 第29条	なし	

(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