

1～4号機の運転上の制限に関する条文の 実態に即した見直し方針について

2019年12月16日

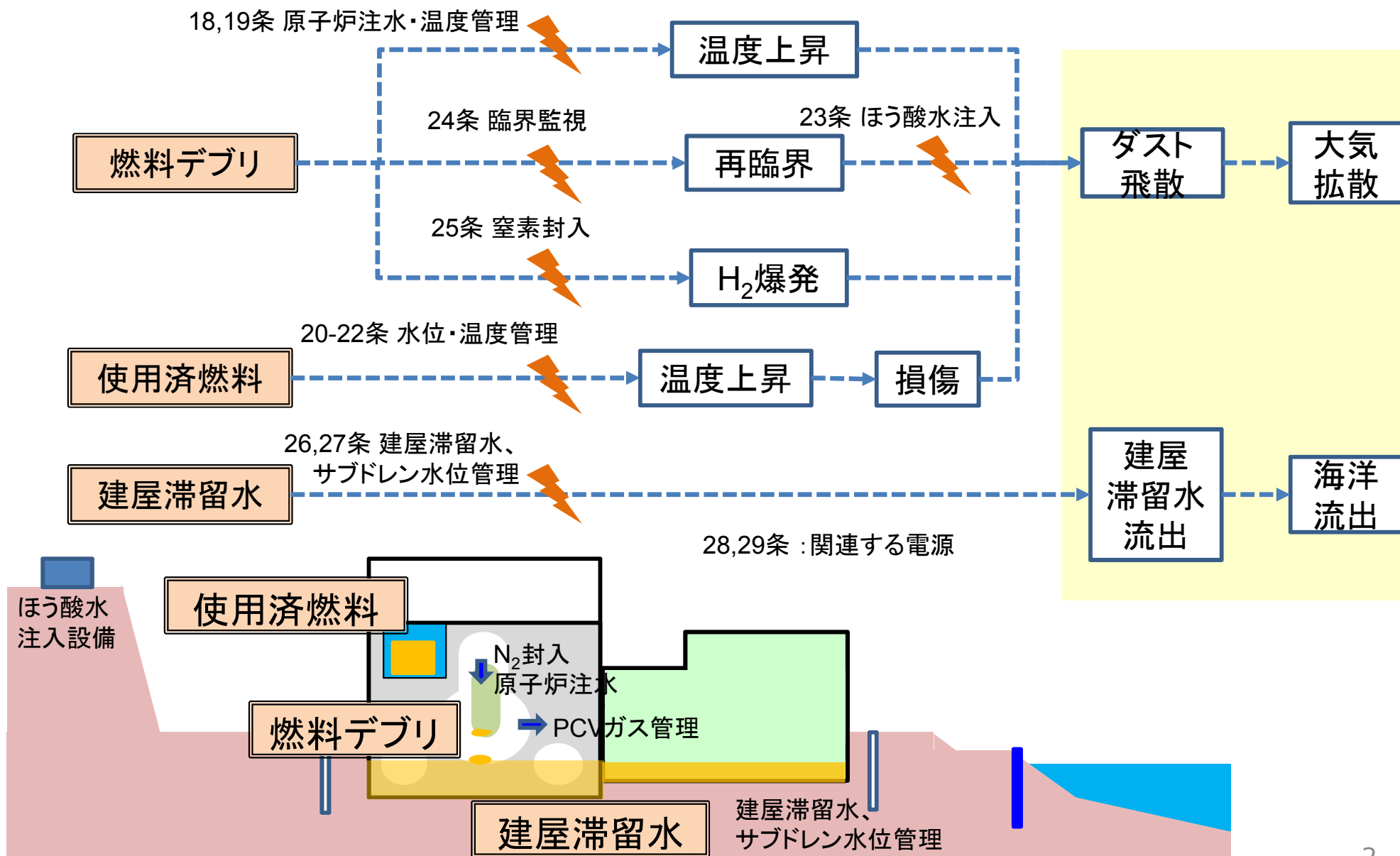
TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

- リスク低減活動である福島第一原子力発電所（以下、福島第一）の廃炉作業については、**安全を最優先に着実に進めることが重要**
- そのため、福島第一の廃炉作業に関するオペレーションを安全に遂行する上での制限事項（以下、1F・LCO）を**現場の実態に即したものに維持**することが重要
- 崩壊熱減少に伴うリスクの低下や廃炉作業内容の変化に応じて、1F・LCOを設定する指標、設定値や条件について、実態に即した形に見直し、維持する活動を実施していく

		見直しの観点	
		指標の妥当性	設定値や条件の妥当性
見直しの要因	<u>リスクの低下</u> 崩壊熱の減少に伴い、燃料デブリや使用済燃料の管理に関する設備が停止しても影響は小さくなる等、リスクは低下していく	重複性をもって設定しているが、その必要性が減じているものがある可能性	実態に対して安全裕度が大きいものがある可能性
	<u>廃炉作業内容の変化</u> 建屋滞留水の処理の実施や使用済燃料取り出しの進展等、福島第一で行われる廃炉作業の内容は変化していく	作業内容の変化や新たな設備の設置に伴い、1F・LCOとしてより適切な指標への見直しが必要な可能性	

大きなハザード（燃料デブリ等）に関する対策に対し、1F・LCOは適切に設定されている



- 燃料デブリ、使用済燃料ともに崩壊熱が減少
- 燃料デブリや使用済燃料の管理に関する設備が停止しても影響は小さい



現状の1F・LCOの中には2012年頃に制定して以降、抜本的に見直していないものがある。そのため、実態を踏まえると重複の必要性が減じているものや、実態に対して安全裕度が大いなものがある可能性

ハザード	懸念される事象	関連する設備停止	影響の程度
燃料デブリ	温度上昇	原子炉注水停止	RPV底部温度は、0.2℃/h程度の上昇と想定(<u>約10日間は1F・LCOの制限温度(80℃)に到達しない</u>)
	再臨界	PCVガス管理設備放射線検出器監視不可	検出器の停止自体が臨界状態に与える影響はない
	水素爆発	窒素封入停止	<u>約10日間は1F・LCOの制限濃度(2.5%)に到達しない</u>
使用済燃料	温度上昇	プール冷却停止	プール冷却が停止しても <u>1F・LCOの制限温度(1号60℃、2, 3号65℃)に到達しない</u>

1 F・LCOの概要と見直しに向けた課題の整理（1）

1 F・LCOの概要		見直しに向けた検討課題		
		重複性	安全裕度 が大きい	理由・その他
18条	RPV底部温度 80℃以下	○	○	・常時注水を制限としているが、一時的に設備が停止しても温度上昇は小さい（温度上昇率は0.2℃/h程度と想定。これに基づく約10日間は1 F・LCOの制限に到達しない） ・温度監視と必要注水の確保は重複性がある
	PCV温度 全体的に著しい上昇なし			
	常用原子炉注水系により、原子炉の冷却に必要な注水量が確保されていること			
	待機中の非常用原子炉注水系 1 系列		○	・待機条件は必ずしも非常用に限定する必要なし
	任意の24時間あたりの注水量増加幅 1.0m ³ /h 以下	○	○	・未臨界維持のため設定しているが、1.0m³/hに安全裕度あり ・臨界監視については、24条により可能
19条	原子炉注水用の非常用水源の水位が確保されていること		○	・一時的に原子炉注水が停止しても温度上昇は小さい ・設備の多重化も進んでおり設定の意義が薄れている
20条	1-4号 SFPの水位 維持			
	1-3号 SFPの水温 （1号60℃以下、2,3号65℃以下）		○	・冷却が停止しても、現状では制限温度に達しないことが分かっている（但し、使用済燃料取り出し準備に伴い変動する可能性）
21条	共用プール水位 維持			
	共用プール水温 65℃以下			・冷却が停止しても、5日程度は制限温度に達しない（但し、共用プールに保管する使用済燃料により変動する可能性）
22条	SFP一次系 異常な漏えいがないこと	○		・20条におけるSFPの水位監視と重複性あり
23条	ほう酸水タンクの水位と濃度が所定範囲			
24条	Xe135:1Bq/cm ³ 以下			
	放射線検出器1ch動作可能			

1 F・LCOの概要と見直しに向けた課題の整理（2）

1 F・LCOの概要		見直しに向けた検討課題		
		重複性	安全裕度 が大きい	理由・その他
25条	窒素封入設備 1 台運転中 + 専用ディーゼル発電機により動作可能な設備 1 台	○	○	・窒素封入設備の目的は水素濃度管理（水素濃度の制限が守られていれば、運転上の制限としては安全上問題ない） ・窒素封入設備が停止しても約10日間は水素濃度が2.5%に到達しないと想定される状況で、常時窒素封入は安全裕度が大きい
	格納容器内の水素濃度 2.5%以下			
26条	建屋滞留水水位(2,3号タービン建屋 T.P.2,064mm以下等)	○	○	・建屋滞留水水位は現状の制限値に対して十分に低い ・「サブドレン水の水位を超えない」を遵守すれば、漏えいのおそれは排除できるなど、同条文内で重複性がある （建屋滞留水処理の進展により床面露出エリアが増加していく状況を踏まえ、必要に応じて見直し）
	対象となる建屋の滞留水水位がサブドレン水の水位を超えない			
	対象のサブドレン水放射能濃度が100Bq/cm ³ 以下であること			
27条	汚染水処理設備 1 設備以上動作可能 （2,3号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 設備動作可能）		○	・「タービン建屋の滞留水水位 T.P.2,064mmを超える場合～」は、建屋水位が十分に低い場合ため実質的に必要なし
28条	外部電源 2 系列動作可能		○	・現状の負荷を念頭におくと2系列動作可能は安全裕度が大きい可能性
29条	18条（原子炉注水）、25条（不活性雰囲気維持）、27条（汚染水処理設備）、及び免震棟の維持に必要な所内電源系統の維持	○	○	・他条文（18条、25条、27条）の1 F・LCOと重複性あり ・免震棟に関する所内電源が喪失したとしても、現場計器による監視や評価が可能

- 建屋滞留水の処理の実施や使用済燃料取り出しの進展、燃料デブリ取り出しに向けた調査や準備の進展などにより福島第一で行われる廃炉作業の内容は変化していく
- また、それに応じて、新たな設備の設置や不必要な設備の撤去が行われる
- その変化に伴い、1F・LCOとしてより適切な指標への見直しが必要な可能性がある（削減だけではなく新たな指標の追加も検討する必要がある可能性）

■ 例 1 建屋滞留水の処理の進展

- 建屋滞留水の水位低下に伴い、循環注水を行っている原子炉建屋から切り離された床面露出エリアが発生している状況
- これまでも下記のような変更を実施してきたが、今後にも必要に応じて見直しを実施
 - 水位安定エリアに貯留する滞留水に関する条文の追加（第26条の2）
 - 排水完了エリアに貯留する残水／床面以下に貯留する残水の追加（第11条）

■ 例 2 使用済燃料取り出しの進展

- 3号については使用済燃料取り出しの進展を、1, 2号については、使用済燃料取り出し準備作業に伴うプールの環境変化の可能性を考慮した上で検討

- リスクの低下や廃炉作業内容の変化を踏まえ、1F・LCOを実態に即したものに见直す活動を継続して実施
- 現在、下記の1F・LCOについて「福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画」（以降、実施計画）の変更認可申請を検討中

対象条文	方向性
第19条 非常用水源	削除
第25条 格納容器内不活性雰囲気の維持機能	一部削除

- 並行して、1F・LCOに関連する試験（例：原子炉注水の一時的な停止試験）や評価、管理・監視方法の検討などを実施している。その結果が取りまとまり次第、順次実施計画の変更認可申請を検討していく

【参考】第19条(非常用水源)の削除について

第19条(非常用水源)に関する1F・LCOは、非常用炉注水系の水源不足による注水ができないリスクに対して設定。但し、現状、原子炉注水が停止しても温度が上昇し、リスクが高まるまでには十分に時間があることから、非常用水源に関する1F・LCOを削除しても安全上問題ないと考えられる

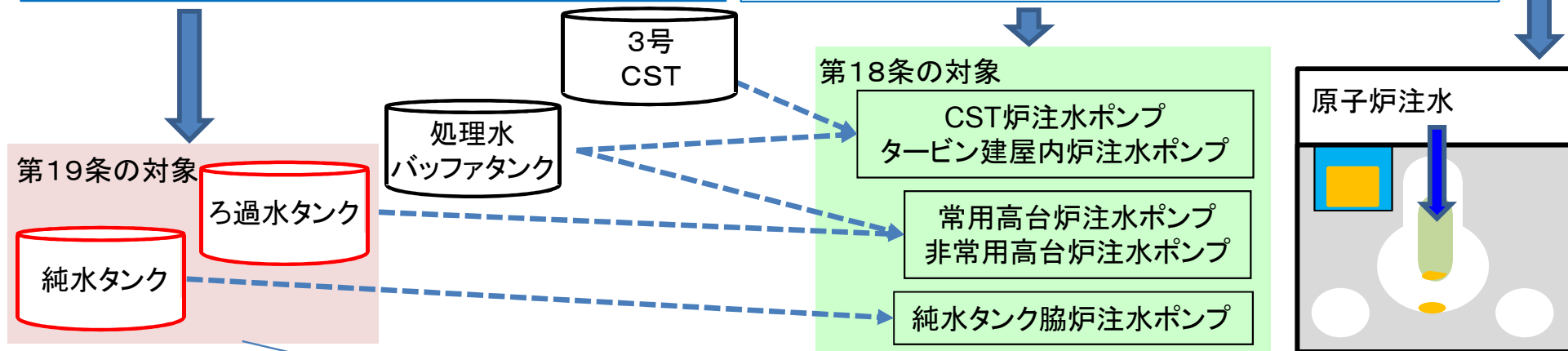
原子炉注水が停止しても1F・LCOの制限値(RPV底部温度80℃以下)に到達するまでに10日程度を要する

項目	第19条
非常用水源	保有水量(タンク水位)が確保されていること ・ろ過水タンク1基:916m ³ (1.9m)以上 ・純水タンク1基:663m ³ (4.6m)以上

項目	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
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

水源は多重化されている一方で、1F・LCOが設定されているのは非常用水源のみ

炉注設備は多重化されており、停止しても速やかに再開可能である(別途1F・LCOの見直しを検討)



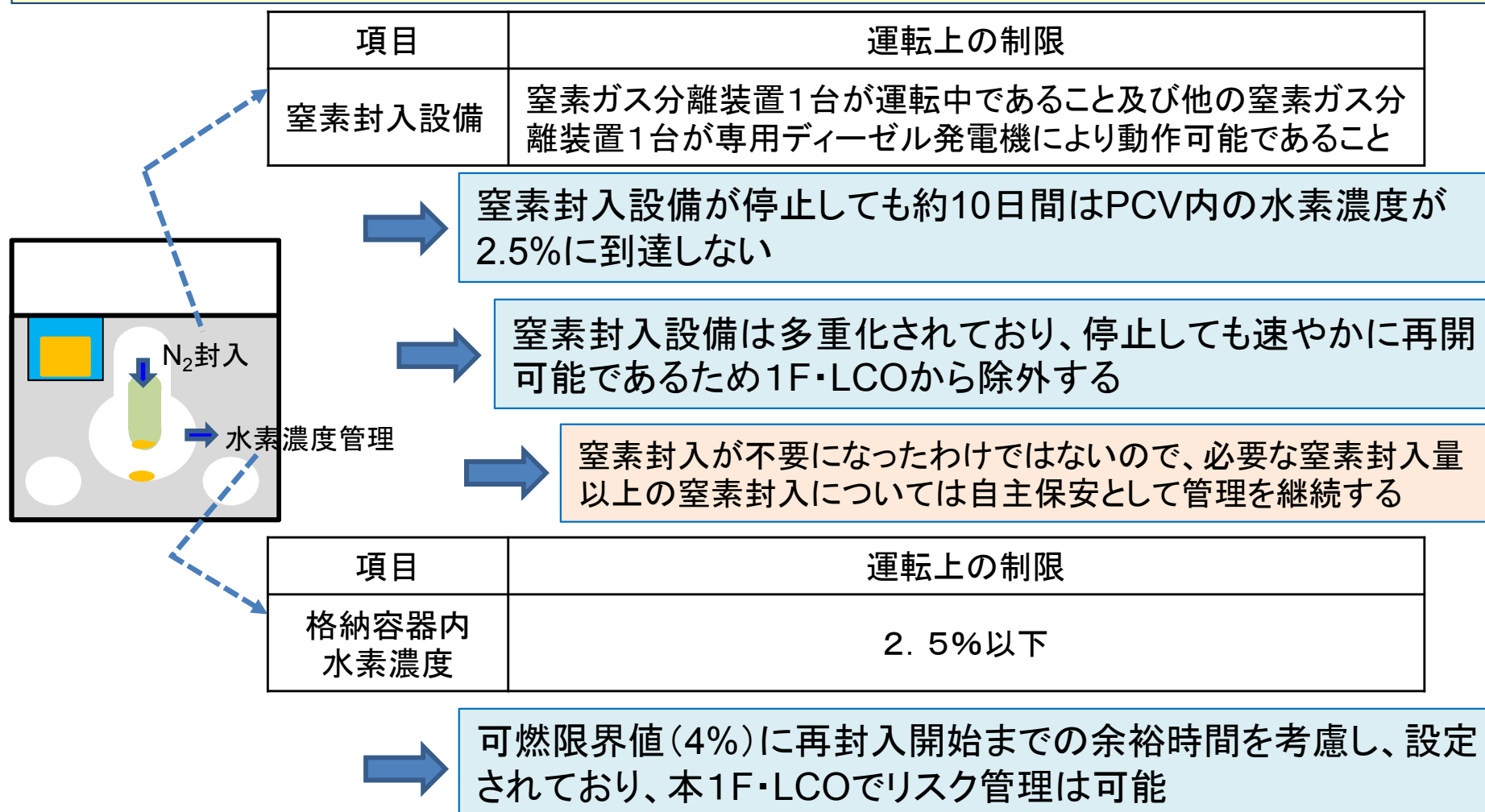
現時点では、非常用原子炉注水系を維持するために必要な保有水量は自主保安として管理を継続する

第19条（非常用水源）

本条文を削除し自主保安とする。

変更前	変更後																			
(非常用水源) 第19条 非常用水源(ろ過水タンク及び純水タンク)は、表19－1で定める事項を運転上の制限とする。 2. 非常用水源が前項で定める運転上の制限を満足していることを確認するため、次号を実施する。 (1)運営設備GMIは、非常用水源の保有水量(タンク水位)を1ヶ月に1回確認する。 3. 運営設備GMIは、非常用水源の水位が第1項で定める運転上の制限を満足していないと判断した場合、表19－3の措置を講じる。 表19－1 <table><tr><th>項 目</th><th>運 転 上 の 制 限</th></tr><tr><td>非常用水源</td><td>表19－2に定める保有水量(タンク水位)が確保されていること</td></tr></table> 表19－2 <table><tr><th></th><th>ろ過水タンク1基※1</th><th>純水タンク1基※2</th></tr><tr><td>保有水量(タンク水位)</td><td>916m³(1.9m)以上</td><td>663m³(4.6m)以上</td></tr></table> ※1:ろ過水タンク1基とはNo.2ろ過水タンクをいう。 ※2:純水タンク1基とはNo.1純水タンク、No.2純水タンクのうち、いずれか1基をいう。 表19－3 <table><tr><th>条 件</th><th>要 求 さ れ る 措 置</th><th>完 了 時 間</th></tr><tr><td>A. 運転上の制限を満足しているろ過水タンクが1基もない場合</td><td>A1. 純水タンク1基の保有水量(タンク水位)が制限値を満足していることを確認する。 及び A2. ろ過水タンク1基の保有水量(タンク水位)を制限値以内に復旧する措置を開始する。</td><td>速やかに 速やかに</td></tr><tr><td>B. 運転上の制限を満足している純水タンクが1基もない場合</td><td>B1. ろ過水タンク1基の保有水量(タンク水位)が制限値を満足していることを確認する。 及び B2. 純水タンク1基の保有水量(タンク水位)を制限値以内に復旧する措置を開始する。</td><td>速やかに 速やかに</td></tr></table>	項 目	運 転 上 の 制 限	非常用水源	表19－2に定める保有水量(タンク水位)が確保されていること		ろ過水タンク1基※1	純水タンク1基※2	保有水量(タンク水位)	916m ³ (1.9m)以上	663m ³ (4.6m)以上	条 件	要 求 さ れ る 措 置	完 了 時 間	A. 運転上の制限を満足しているろ過水タンクが1基もない場合	A1. 純水タンク1基の保有水量(タンク水位)が制限値を満足していることを確認する。 及び A2. ろ過水タンク1基の保有水量(タンク水位)を制限値以内に復旧する措置を開始する。	速やかに 速やかに	B. 運転上の制限を満足している純水タンクが1基もない場合	B1. ろ過水タンク1基の保有水量(タンク水位)が制限値を満足していることを確認する。 及び B2. 純水タンク1基の保有水量(タンク水位)を制限値以内に復旧する措置を開始する。	速やかに 速やかに	第19条 削除
項 目	運 転 上 の 制 限																			
非常用水源	表19－2に定める保有水量(タンク水位)が確保されていること																			
	ろ過水タンク1基※1	純水タンク1基※2																		
保有水量(タンク水位)	916m ³ (1.9m)以上	663m ³ (4.6m)以上																		
条 件	要 求 さ れ る 措 置	完 了 時 間																		
A. 運転上の制限を満足しているろ過水タンクが1基もない場合	A1. 純水タンク1基の保有水量(タンク水位)が制限値を満足していることを確認する。 及び A2. ろ過水タンク1基の保有水量(タンク水位)を制限値以内に復旧する措置を開始する。	速やかに 速やかに																		
B. 運転上の制限を満足している純水タンクが1基もない場合	B1. ろ過水タンク1基の保有水量(タンク水位)が制限値を満足していることを確認する。 及び B2. 純水タンク1基の保有水量(タンク水位)を制限値以内に復旧する措置を開始する。	速やかに 速やかに																		

第25条（格納容器内の不活性雰囲気気の維持機能）に関する1F・LCOは、PCV内の水素濃度が上昇し、水素爆発を引き起こすリスクに対して設定。但し、現状、窒素封入設備が停止しても水素濃度が上昇し、リスクが高まるまでには十分に時間があることから、水素濃度に関する1F・LCOを維持する一方で、窒素封入設備に関する1F・LCOを削除しても安全上問題ないと考えられる



第25条（格納容器内の不活性雰囲気気の維持機能）
窒素封入設備の運転上の制限を削除する。

変更前	変更後
（格納容器内の不活性雰囲気気の維持機能） 第25条 格納容器内の不活性雰囲気気を維持するにあたって、原子炉格納容器内窒素封入設備（以下「窒素封入設備」という。）は、表25－1で定める事項を運転上の制限とする。また、格納容器内の水素濃度の監視として、格納容器内水素濃度は表25－1で定める事項を運転上の制限とする。なお、本条文は1号炉、2号炉及び3号炉のみ適用される。ただし、以下の場合は、窒素封入設備に対する運転上の制限を満足しないとはみなさない。 （1）窒素封入設備の点検、電源停止等のために、計画的に窒素封入設備を一時停止し、原子炉格納容器ガス管理設備の水素濃度が水素濃度管理値以下であることを1時間に1回確認する場合。 （2）運転中の窒素ガス分離装置が停止した場合において、速やかに当該窒素ガス分離装置を再起動した場合又は他の窒素ガス分離装置に切り替えた場合。なお、窒素ガス分離装置を再起動する又は他の窒素ガス分離装置に切り替えるまでの間においては、当直長は原子炉格納容器ガス管理設備の水素濃度が水素濃度管理値以下であることを1時間に1回確認する。	（格納容器内の水素濃度） 第25条 格納容器内の水素濃度は、表25－1で定める事項を運転上の制限とする。なお、本条文は1号炉、2号炉及び3号炉のみ適用される。

第25条（格納容器内の不活性雰囲気の維持機能）
窒素封入設備の運転上の制限を削除する。

変更前	変更後
2. 窒素封入設備及び格納容器内水素濃度が前項で定める運転上の制限を満足していることを確認するため、次の各号を実施する。 (1) 安全管理GMIは、格納容器の状態に応じ、必要な窒素封入量を評価し、当直長に通知する。 (2) 当直長は、運転中の窒素ガス分離装置の封入圧力が格納容器圧力以上であること及び必要な窒素封入量が確保されていることを毎日1回確認する。なお、必要な窒素封入量が確保できていない場合は速やかに所定の封入量に戻すこと。 (3) 当直長は、封入する窒素の濃度が99%以上であることを毎日1回確認する。 (4) 当直長は、表25-2に定める事項を確認する。 (5) 安全管理GMIは、原子炉格納容器ガス管理設備の流量が変更された場合、表25-1に定める格納容器内水素濃度を満足するため、原子炉格納容器ガス管理設備内での大気のインリークを考慮した同設備の水素濃度管理値を評価し、当直長に通知する。 (6) 当直長は、原子炉格納容器ガス管理設備が運転状態にあること及び原子炉格納容器ガス管理設備の水素濃度が水素濃度管理値以下であることを毎日1回確認する※1。 ※1：原子炉格納容器ガス管理設備が運転状態にない場合又は原子炉格納容器ガス管理設備の水素濃度が確認できない場合には、次の事項を実施する。 ①当直長は、速やかに必要な窒素封入量が確保されていることを確認する。 ②当直長は、窒素封入量の減少操作を中止する又は行わない。 ③安全管理GMIは、格納容器内水素濃度を評価し、当直長に通知する。 ④当直長は、格納容器内水素濃度の評価結果が、表25-1の格納容器内水素濃度以下であることを確認する。 ⑤当直長は、原子炉格納容器ガス管理設備の水素検出器の故障により原子炉格納容器ガス管理設備の水素濃度が確認できない場合、速やかに原子炉格納容器ガス管理設備の水素検出器を復旧する措置を開始する。	2. 格納容器内の水素濃度が前項で定める運転上の制限を満足していることを確認するため、次の各号を実施する。 (1) 安全管理GMIは、表25-1に定める格納容器内の水素濃度を満足するため、原子炉格納容器ガス管理設備内での大気のインリークを考慮した同設備の水素濃度管理値を評価し、当直長に通知する。 (2) 当直長は、原子炉格納容器ガス管理設備が運転状態にあること及び原子炉格納容器ガス管理設備の水素濃度が水素濃度管理値以下であることを毎日1回確認する。なお、原子炉格納容器ガス管理設備の水素濃度が確認できない場合には、原子炉格納容器ガス管理設備の水素濃度が水素濃度管理値以下であることを評価する。

第25条（格納容器内の不活性雰囲気の維持機能） 窒素封入設備の運転上の制限を削除する。

変更前

3. 当直長は、窒素封入設備又は格納容器内水素濃度が第1項で定める運転上の制限を満足していないと判断した場合、表25－3の措置を講じる。

表25－1

項 目	運転上の制限
窒素封入設備	窒素ガス分離装置1台が運転中であること及び他の窒素ガス分離装置1台が専用ディーゼル発電機により動作可能であること
格納容器内水素濃度	2. 5% 以下

表25－2

項 目	頻 度
窒素ガス分離装置1台が専用ディーゼル発電機により動作可能であることを確認する。	1ヶ月に1回

表25－3

条件	要求される措置	完了時間
A. 運転中の窒素ガス分離装置が1台もない場合(ただし、速やかに窒素ガス分離装置を再起動させた場合又は切り替えた場合を除く)	A1. 専用ディーゼル発電機により運転可能な窒素ガス分離装置1台を運転状態とする措置を開始する。 及び A2. 少なくとも1台の窒素ガス分離装置を動作可能な状態に復旧する措置を開始する。	速やかに 速やかに
B. 専用ディーゼル発電機により運転可能な窒素ガス分離装置が1台もない場合	B1. 専用ディーゼル発電機により運転可能な窒素ガス分離装置を少なくとも1台動作可能な状態に復旧する措置を開始する。	速やかに
C. 格納容器内水素濃度が運転上の制限を満足していないと判断した場合	C1. 格納容器内水素濃度を制限値以内に復旧する措置を開始する。	速やかに

変更後

3. 当直長は、格納容器内の水素濃度が第1項で定める運転上の制限を満足していないと判断した場合、表25－2の措置を講じる。

表25－1

項 目	運転上の制限
格納容器内の水素濃度	2. 5% 以下

表25－2

条件	要求される措置	完了時間
A. 格納容器内の水素濃度が運転上の制限を満足していないと判断した場合	A1. 格納容器内の水素濃度を制限値以内に復旧する措置を開始する。	速やかに

■「重複性をもって設定しているが、その必要性が減じているもの」に関する見直し方向性の例

第18条原子炉注水系

原子炉圧力容器底部温度	80℃以下
格納容器内温度	全体的に著しい温度上昇傾向がないこと
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

温度監視と必要な注水量の確保は重複性がある

見直し方向性の一例：
温度監視か必要な注水量の確保の何れかの1F・LCOを削除する等を検討

■「実態に対して安全裕度が大きいもの」に関する見直し方向性の例

第18条原子炉注水系

任意の24時間あたりの注水量増加幅	1.0m ³ /h以下
-------------------	------------------------

1, 2号機で実施した燃料デブリの冷却状況確認試験において、1.5m³/hの増加し影響がなかった実績あり

見直し方向性の一例：
試験結果を踏まえて、設定値の見直しを検討

※上記はあくまでも見直しの方向性の例である。具体的には今後検討を進めていく。

2017年の夏～秋にかけて頻発したLCO事象の主因として、実施計画の記載の曖昧さや、マニュアルと実施計画Ⅱ章（設計）と実施計画Ⅲ章第1，2編（保安）の不整合が挙げられた。そのため、**その解消や、判断に迷わない仕組みの構築**を推進

■ 通常監視計器・代替監視計器の明確化

- 通常監視計器が監視不能な場合の代替監視計器を明確化（2018年12月）

→2019年5月の窒素封入量に関するLCO対応時に活用（発生日に対するLCO逸脱を回避）

■ サブドレンの管理改善とLCO判断の適正化

- サブドレン周辺作業の管理強化等を行うことでLCO判断を適正化（2019年2月）

■ 不整合箇所の解消、曖昧な実施計画の変更

- 点検を実施し、抽出された問題の解消を図った（実施計画Ⅲ章第1編：2019年5月変更認可済）

■ 実施計画Ⅲ章第1編の運用要領の運用

- 実施計画Ⅲ章第1編の運用方法（解釈や判断方法、ケーススタディ）を取りまとめ（2019年6月）
- 実施計画Ⅲ章第1編に関し各組織がやるべき事項をリストとして見える化（2019年6月）

前記の取り組みと並行し、福島第一の**実態に即した実施計画の見直し**に向けた取り組みを実施

■ 実施計画Ⅱ章、Ⅲ章第２編（５,６号）全面見直し

- 運転管理や保全の合理化を図るため、５,６号について、原子炉に燃料を戻さないことを実施計画に明記することを前提とした全面見直しを実施（２０１９年３月変更申請）
- 合わせて、使用済燃料中放射能の減衰を考慮し、照射された燃料作業に関わる機器（SGTS、MCR）に対する要求除外に関する変更申請を実施（２０１９年７月変更申請）
- なお、上記に先立ち、２０１８年７月に確認試験を行い、４台中３台待機させることとしていたD/Gに関する1F・LCOの運用方法を各１台ずつの合計２台に変更（２０１８年８月）

■ １～３号使用済燃料プール（SFP）の水温評価方法の見直し

- SFPの冷却停止試験を行い新評価式を構築・導入（２０１８年２月）
→冷却が停止しても、現状においては1F・LCOに定める制限値を逸脱しないことを示した

■ １～３号原子炉注水冷却の合理化に向けた試験の実施

- ２号において、燃料デブリ冷却性確認試験を実施（２０１９年３～５月）
→注水停止時の温度変化は想定通り（約0.2℃/h）と従来想定（約5℃/h）よりも小さいことがわかった
- １号において、燃料デブリ冷却状況確認試験を実施（２０１９年１０月）
→注水停止中の温度上昇率は約0.01℃/hであった
- 引き続き、３号における試験を年度内実施で計画中