

ヒューマンエラーによる重要な安全確保設備の 停止（2件）の原因と再発防止対策について （実施状況）

2017年3月30日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

1. 概要

TEPCO

2016年12月4日及び2016年12月5日に発生したヒューマンエラーによる重要な安全確保設備の停止（以下の2件の事象）に対する個々の事象に対する再発防止対策の実施状況及び他の重要設備への水平展開について次頁に以降に示す。

- ▶ 2・3号機使用済燃料代替冷却設備停止事象(以下, SFP停止事象)
- ▶ 3号機復水貯蔵タンク原子炉注水ポンプの停止事象(以下, CST炉注停止事象)

2. SFP停止事象の再発防止対策の実施状況<短期的対策>

対策	実施時期
a. 共用二次系のバウンダリを二重化するため、 弁下流側が開放部となる箇所に閉止栓等を取り付けた 。また、暫定対策として共用二次系に設置している コック式ハンドル型の弁ハンドルを結束バンドにより固定した	実施済 (2016.12.16)
b. 試運転中も含めて、共用二次系の 弁に対する注意喚起表示（タグ）の使用を徹底した	実施済 (2016.12.5)
c. 所員及び協力企業各社に対して 、本事象をもとに誤接触により重要設備を停止させるリスクについて 事例周知した	実施済 (2016.12.13)
d. 一部運用を開始している共用二次系のパラメータ監視項目・頻度等を明確にし 、共用二次系の設備移管が完了するまで、 当直員によるパラメータ監視を強化した	実施済 (2016.12.7) 設備移管完了 (2016.12.28)
e. 共用二次系のパラメータ監視項目や警報発生時の対応手順等を 社内マニュアルに定め 、 SFP代替冷却系の異常発生時における判断を明確にした	実施済 (2016.12.28)

2. SFP停止事象の再発防止対策の実施状況<中長期対策>

対策	実施時期
a. 弁の意図しない操作によりSFP代替冷却設備の系統水が漏えいしないよう、容易に操作可能なコック弁に対して、 治具による固定等の物理的防護策を実施した	実施済 (2017.2.23)
b. 重要設備において工事完了前に 一部の設備を先行して運用開始する場合 には、設備移管後の運用と同等の管理（当直管理）となるよう、 社内マニュアルを改訂する	2017年4月中旬 改訂予定
c. 共用二次系の 系統圧力変動を早期に検知するための警報を新たに設定した	実施済 (2017.1.27)
d. SFP代替冷却設備に対して、 燃料冷却機能を維持することを前提とした設備的な対策を検討・実施する	2017年6月末頃 までに方針決定予定 2018年6月末頃 までに対策実施予定
e. 共用二次系に異常が発生した場合の 通報要否・公表区分を取り決め 、「通報・公表基準」に反映した	実施済 (2017.2.28)

3. CST炉注停止事象の再発防止対策の実施状況 <短期的対策>

対策	実施時期
a. 当該制御盤の 操作スイッチレバー を全て取り外した（1～3号機）	実施済 (2016.12.16)
b. 操作スイッチ近傍に 接触禁止の注意喚起表示 を設置した また、制御盤周辺に立入禁止エリアの表示や簡易柵を設置する等の 立入制限措置 を講じた	実施済 (2016.12.16)
c. 現場設備近傍に トラブル等発生時の連絡体制 を掲示した	実施済 (2016.12.16)
d. 運転中のポンプが停止し、予備のポンプが起動していない場合には、集中監視室からの 遠隔操作にて速やかに予備のポンプを起動させる手順 に変更した	実施済 (2016.12.12)
e. 所員及び協力企業各社 に対して、重要設備に対するリスク及びトラブル等発生時の 連絡ルール を再周知するとともに、 本事象に対する事例検討 を実施した	実施済 (2017.1.31)
f. 重要設備を 運転状態で保全作業 する場合には、当社工事監理員が以下の対応を取るよう所内関係部門に依頼した ① 現場作業に立会い 、工事監理及びトラブル等発生時の 連絡体制を強化 ② 安全事前評価 または 作業前の危険予知活動 に参加し、 重要設備に対するリスク検討 及び トラブル等発生時の連絡体制確認 を実施	実施済 (2016.12.13)
g. 原子炉注水設備を 運転状態で保全作業 する場合には、 当直での監視にも注意を払うよう当直長に周知 した	実施済 (2016.12.12)

3. CST炉注停止事象の再発防止対策の実施状況 <中長期対策>

対策	実施時期
a. 意図しない操作により重要設備が停止しないよう、 制御盤や操作スイッチ に対して、 更なる物理的防護策 を検討・実施する	2017年6月末までに実施予定
b. トラブル等発生時に直ちに現場から復旧班長に連絡できるよう、 緊急連絡先 を記載したシールを作成し、 現場作業時に使用するヘルメット に貼り付ける	実施済 (2017.3.27より貼付開始)
c. 重要設備の保全作業について以下の対応を 社内マニュアル に盛り込む ①重要設備については、 可能な限り運転状態で保全作業 しないよう、設備保全部門と運転管理部門にて調整する ② 重要設備を運転状態で保全作業 する場合には、 運転管理部門 を交えた事前検討会にて 設備保全部門が実施すべき事項や作業管理内容 を審議する	実施済 (2017.3.23)
d. C S T 炉注設備を 運転状態で保全作業 する場合における 監視方法の明確化等 、 運転監視体制の改善策 を検討・実施する。また、改善策を 社内マニュアル に反映する	実施済 (2017.3.27)
e. C S T 原子炉注水ポンプ起動・停止時インターロックの見直し等、人為的なミスにより C S T 原子炉注水設備が停止 しないよう、 設備面での対策 を検討・実施する なお、原子炉注水機能の強化（信頼度向上）を目的として、C S T 原子炉注水設備が異常停止した場合におけるバックアップ設備の自動起動など、原子炉注水設備全体に対するシステム設計見直し等の検討も合わせて実施する	2017年6月末までに方針決定 2018年6月末までに実施予定

両事象については、いずれも人的過誤により燃料冷却機能を有する重要設備が停止するに至った。今回のような人的過誤により、安易に重要設備が機能喪失することがないように、両事象に共通する以下の問題点に対して、他の重要設備も含めて水平展開を実施する。

● 設備的な問題点

人的過誤の発生を前提とした重要設備に対する物理的防護や識別・注意喚起表示が不十分であった。

● 人的な問題点

重要設備近傍で作業することに対する当社社員、協力企業作業員への現場教育や、重要設備を運転した状態で保全作業する場合の当社工事監理・監視体制が不十分であった。

4. 他の重要設備への水平展開方針

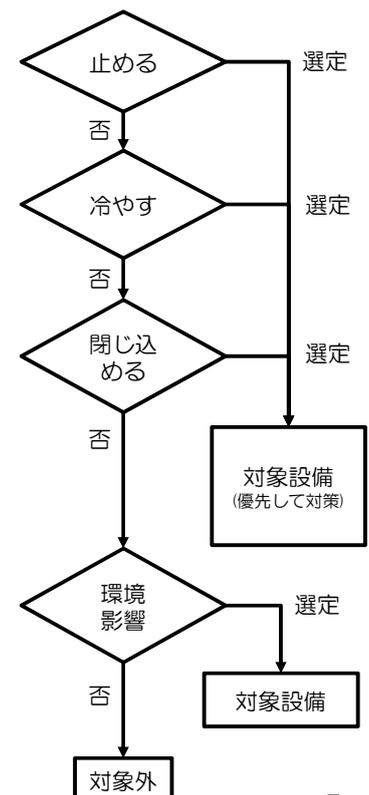
- 水平展開にあたっては、原子力安全確保の考え方である「止める、冷やす、閉じ込める」の機能に該当する重要設備（下表太枠）及び重要設備に電源を供給する設備を優先して実施する。

原子力安全の考え方	期待する機能	該当設備・系統
止める	未臨界維持・管理	ほう酸水注入設備 原子炉格納容器ガス管理設備
冷やす	デブリ燃料及び使用済燃料の冷却維持	原子炉注水設備 使用済燃料プール冷却系
閉じ込める	格納容器での放射性物質の封じ込め・放出管理	原子炉格納容器ガス管理設備 窒素ガス分離装置

- 機能低下により、発電所敷地外へ環境影響を及ぼす、または監視機能に影響を及ぼす設備について対策を実施する。

放射性物質の状態	期待する機能	該当設備・系統
液体	汚染水を漏らさない・汚染源に水を近づけない	汚染水処理設備、貯留設備 サブドレン・地下水バイパス排水前タンク、陸側遮水壁冷凍機回り、排水路放射線モニタ
気体(ダスト)	敷地外放出監視機能の維持	モニタリングポスト ダスト放射線モニタ

<選定フロー>



5. 設備に対する水平展開

対策		実施時期
設備 に対する 水平展開	<p>a. 物理的防護策 意図しない操作により重要設備が機能喪失しないよう、現場の操作スイッチ、弁、計器類に対して物理的防護策を検討・実施する (重要設備、重要設備に電源を供給する設備、重要設備以外の対象設備に展開)</p>	<p><重要設備> 2017年6月末頃 までに実施予定</p> <p><重要設備以外> 2017年7月以降 開始予定</p>
	<p>b. 識別・注意喚起表示 重要設備の制御盤にある操作スイッチ、プッシュボタン等に重要設備の識別表示や接触禁止等の注意喚起表示を設置する (重要設備、重要設備に電源を供給する設備、重要設備以外の対象設備に展開)</p>	<p><重要設備> 2017年6月末頃 までに実施予定</p> <p><重要設備以外> 2017年7月以降 開始予定</p>
	<p>c. インターロックの見直し等 人為的ミスにより重要設備が機能喪失しないよう、ポンプ起動・停止時におけるインターロックの見直し等、重要設備の運転を維持することを前提とした設備的対策を検討・実施する (重要設備に展開)</p>	<p>2017年6月末頃 までに方針検討</p> <p>2018年6月末頃 までに実施予定</p>

6. 人に対する水平展開 (教育)

対策		実施時期
人 に対する 水平展開 (教育)	<p>a. 危険体感教育の充実 今回発生した事象をパネルに掲示して説明するとともに、現場の狭隘な環境や機器を模擬した設備を設置し、軽微な接触により本事象のような事が起こりえることを対象者に体感させ、重要設備近傍で作業することに対する基本動作の徹底に努める</p>	<p>2017年5月 から実施予定</p>
	<p>b. 工事監理員研修の充実 「工事監理員研修」において、現場で実際の設備を前にした工事監理員の振る舞いに関する研修を盛り込み、設備安全に関する基本動作の徹底に努める また、「危険体感教育」、「振る舞いに関する研修」については、工事監理員の資格要件にする</p>	<p>2017年5月 から実施予定</p>
	<p>c. 現場出向前 C B A※及び現場危険予知活動の充実 運転員が重要設備近傍で作業する場合には、現場出向前に「接触等による重要設備への影響」を踏まえたC B Aを実施するとともに、作業前に現場 K Y を実施し、危機意識の向上を図る また、上記の内容を社内マニュアルに反映する ※ C B A とは、Check Before Action の略で、「行動する前にはその内容を今一度確認」といったヒューマンエラー防止活動</p>	<p>実施済 (2017.3.3)</p>

6. 人に対する水平展開（教育）

対策		実施時期
人に対する水平展開（教育）	<p>d. 設備安全に関する事前点検の徹底 重要設備を運転した状態で保全作業を実施する場合、作業前の現場確認にて設備保全部門が協力企業作業員とともに「設備安全に関する点検項目」を用いた事前点検を実施し、重要設備に対する必要な作業管理を確認することとし、その旨を社内マニュアルに反映する</p>	実施済 (2017.3.23)
	<p>e. 作業内容に応じた運転監視の充実 重要設備を運転した状態で保全作業を実施する場合、設備異常の早期発見が可能となる具体的な監視方法（監視対象パラメータ、監視頻度、監視体制等）を検討する また、上記の内容等を記載した社内マニュアルを新たに作成する</p>	実施済 (2017.3.27)
	<p>f. 作業班長教育の充実 現在実施している作業班長教育に、重要設備の運転中作業に伴うリスクに対する意識を向上するための教育も合わせて実施していくと共に、作業班長による班員に対する教育・指導の強化・充実を図る。</p>	2017年5月 から実施予定

2・3号機SFP代替冷却設備停止事象について

<概要>

2016年12月4日、1号機使用済燃料プール（以下、「SFP」）代替冷却系1次系のFPCポンプ軸受冷却水配管のベント弁（全閉）にパトロール中の当直員が誤って接触（推定）し、ベント弁1個が微開となった。当該配管は1～3号機共通の二次系冷却設備（以下、「共用二次系」）に接続されており、共用二次系の系統水がベント配管から流れ出た。その後、系統圧力低下の警報が発生したため、共用二次系を手動で停止した。

なお、事象発生時の共用二次系は、1号機は使用前検査に向け試運転中、2、3号機については運用中であった。

<時系列>

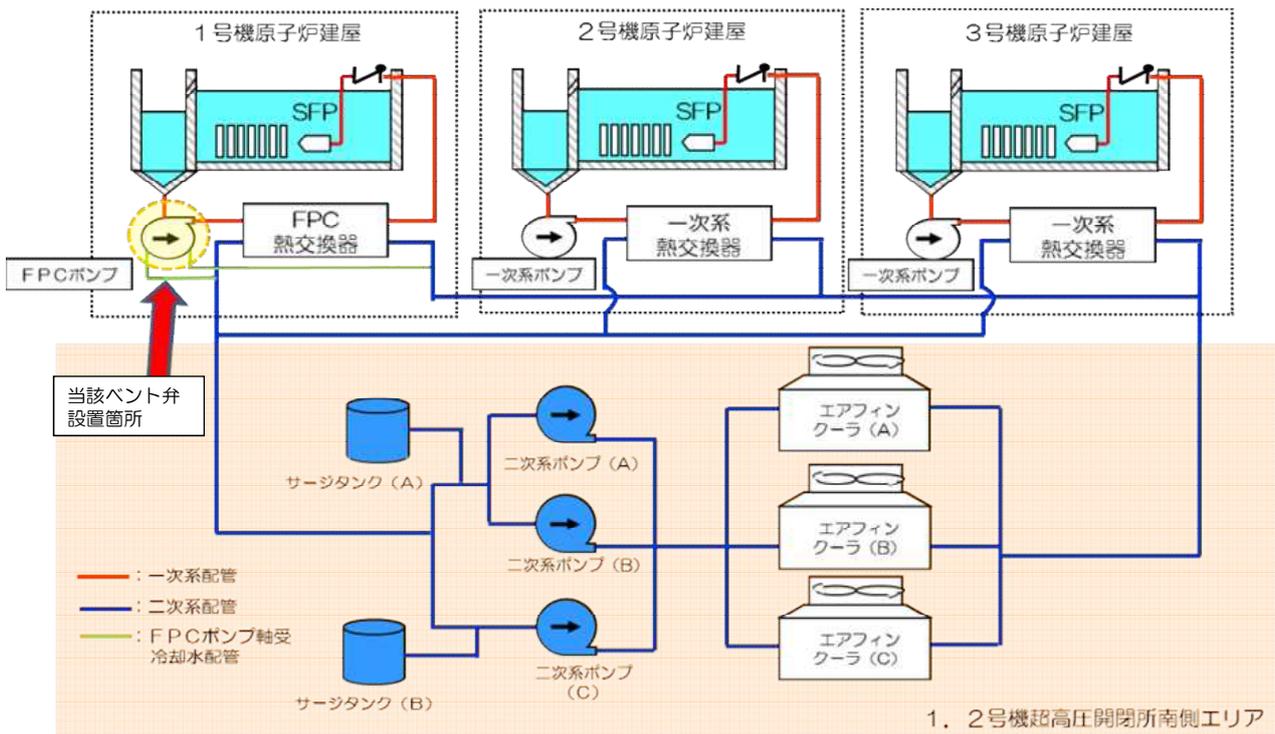
12月4日（日）

- 8:30～ メーカーにて試運転を実施後、共用二次系の運転状態が安定していることを確認し、現場を撤収
- 11:45頃
- 15:00頃 当直員がFPCポンプ(A)付近の定例パトロールを実施
(当該ベント弁に接触（推定）し、系統圧力が徐々に低下)
- 22:39 当直員が共用二次系「循環ポンプ(A)吸込圧力低」警報発生を確認
- 22:52 当直員がポンプ(A)を手動停止
- 22:53 当直員がポンプ(B)を手動起動、共用二次系「循環ポンプ(B)吸込圧力低」警報発生を確認
- 22:59 当直員がポンプ(B)を手動停止

12月5日（月）

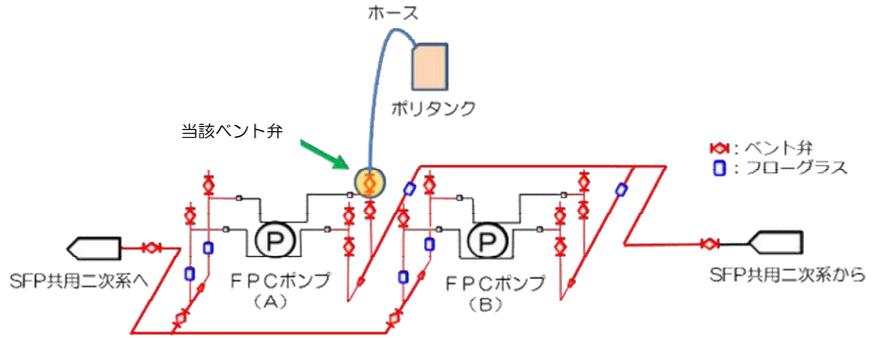
- 0:08 共用二次系による2・3号機SFP代替冷却系1次系の冷却を継続できない（冷却停止）と判断
- 0:08頃 当直員が現場確認したところ、当該ベント弁が「微開」となっており、仮設ベントホースを通じてポリタンクから共用二次系の系統水（ろ過水）が溢れていることを確認。当該ベント弁を「全閉」
- 3:20～ 共用二次系の水張り・ベント操作実施、循環ポンプ・AFC起動
- 5:14
- 5:27 2・3号機SFP代替冷却系1次系の冷却再開

I-2. SFP代替冷却系 系統図





当該バント弁



軸受冷却水配管バント状況



軸受冷却水配管バント後状況

3号機CST原子炉注水ポンプの停止事象について

<概要>

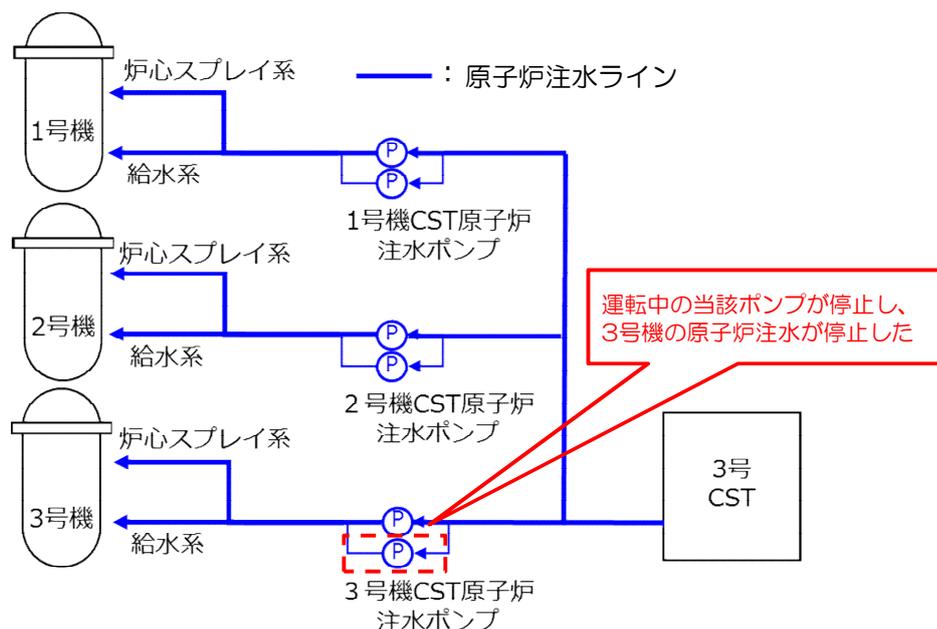
2016年12月5日10時02分頃、3号機CST原子炉注水設備の計器点検作業（以下、「当該作業」）中に、作業員が運転中の原子炉注水ポンプ（B）（以下、「当該ポンプ」）の操作スイッチカバーに誤って左腕付近の防護服を引っ掛けた。これにより、CST原子炉注水設備制御盤（以下、「当該制御盤」）から操作スイッチカバーが外れ、操作スイッチが停止側に動作し、当該ポンプが停止した。

<時系列>

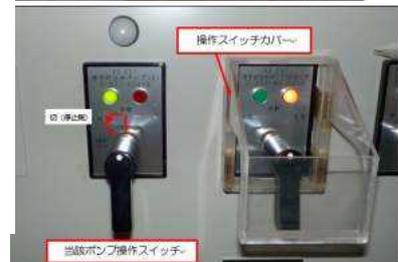
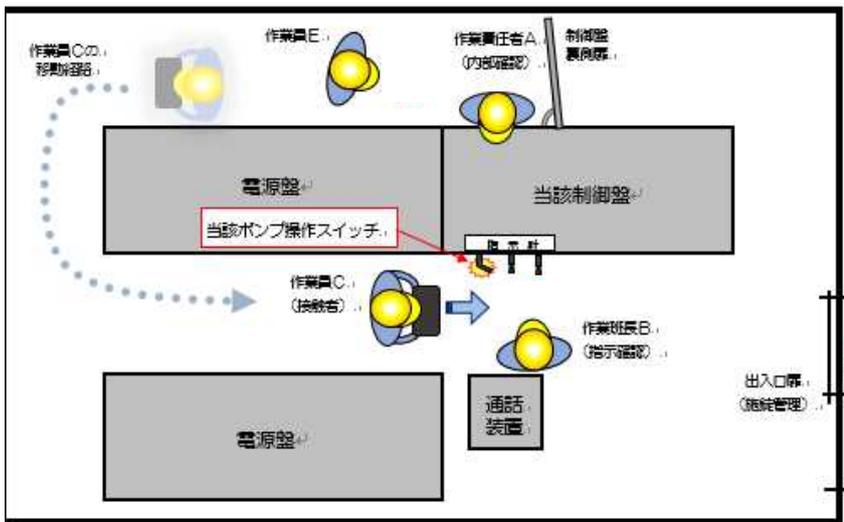
2016年12月5日(月)

- 8：55 計器点検作業開始
- 10：00頃 作業終了後の片付け作業に着手
- 10：02 片付け作業中の作業員（以下、「作業員C」）が当該ポンプの操作スイッチカバーに左腕付近の防護服を引っ掛けたことにより、運転中の当該ポンプが停止
- 10：02 作業責任者及び作業班長は当該ポンプの運転状態表示ランプが「緑色」（停止）であること、「#3 CS系注水ライン供給圧力低」及び「#3 FDW系注水ライン供給圧力低」警報が発生したことを確認
- 10：10 作業責任者から連絡を受けた工事担当者が当社工事監理員に当該ポンプが停止した可能性があることを連絡
当社工事監理員が状況確認のため当該制御盤に移動
- 10：24 状況を確認した当社工事監理員から設備保全箇所GMに連絡
- 10：28 設備保全箇所GMから当直長に連絡
- 10：30 当直長はCST原子炉注水ポンプが全台停止していることを確認したことから、LCO逸脱を宣言
- 10：59 当直員が現場機器状態に異常がないことを確認後、CST原子炉注水ポンプ（A）を起動し、原子炉への注水を再開
- 11：00 当直長がLCO逸脱からの復帰を宣言

Ⅱ－２．CST原子炉注水設備 系統図



当該作業現場



集中監視室内



作業員Cは、当該制御盤前で計器指示を確認していた作業班長の視界を遮らないよう体勢を前屈みにした状態で、作業班長と当該制御盤の間を通り抜けようとした。その際、当該ポンプの操作スイッチカバーに左腕付近の防護服を引っ掛け、当該ポンプを停止させた。