

福島第一原子力発電所5号機
「原子炉隔離時冷却系の機能喪失における保安規定違反」
事象に関する根本原因分析の実施
および再発防止対策の策定について

平成22年11月30日
東京電力株式会社



東京電力

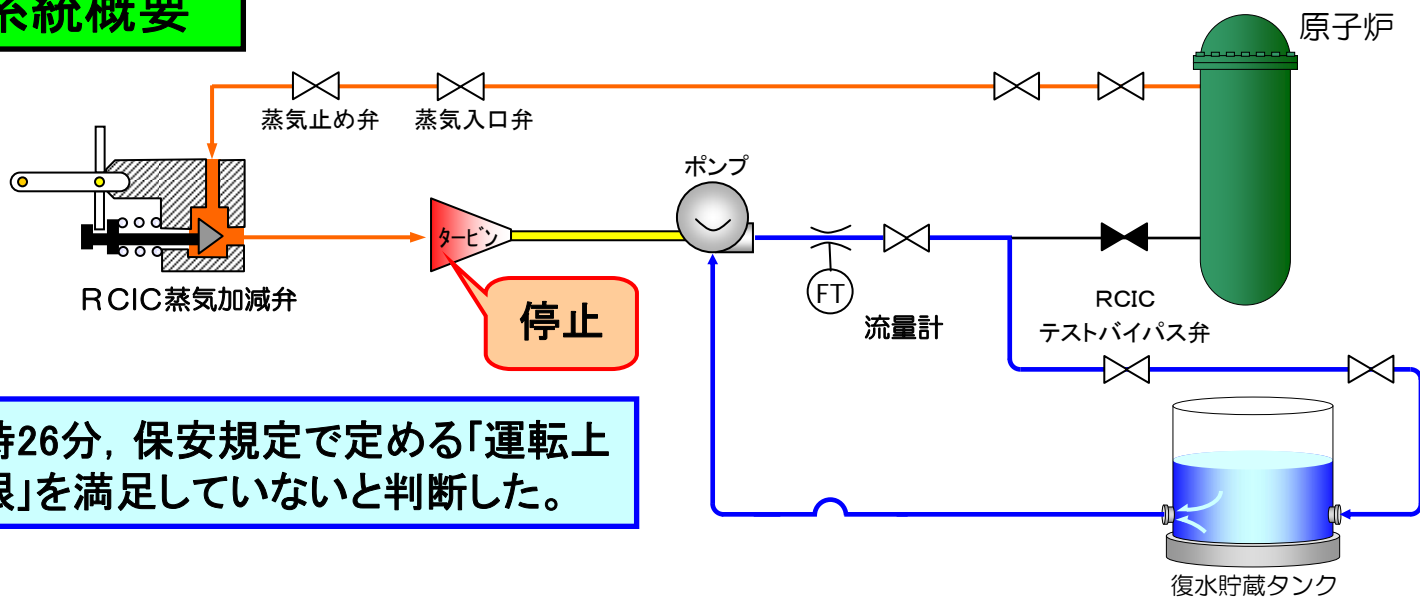
1F-5保安規定違反の概要〔1/5〕

事象の概要

平成22年9月2日午前11時19分、**原子炉隔離時冷却系※**の定例試験(毎月1回)を実施したところ、当該系統の**タービンが自動停止した**。

※原子炉隔離時冷却系: 通常の原子炉給水系が使用できなくなり、原子炉水位が低下した場合において、原子炉の蒸気を駆動源にしてポンプを回し、原子炉の水位確保および炉心の冷却を行う系統。なお、本系統は非常用炉心冷却系ではない。

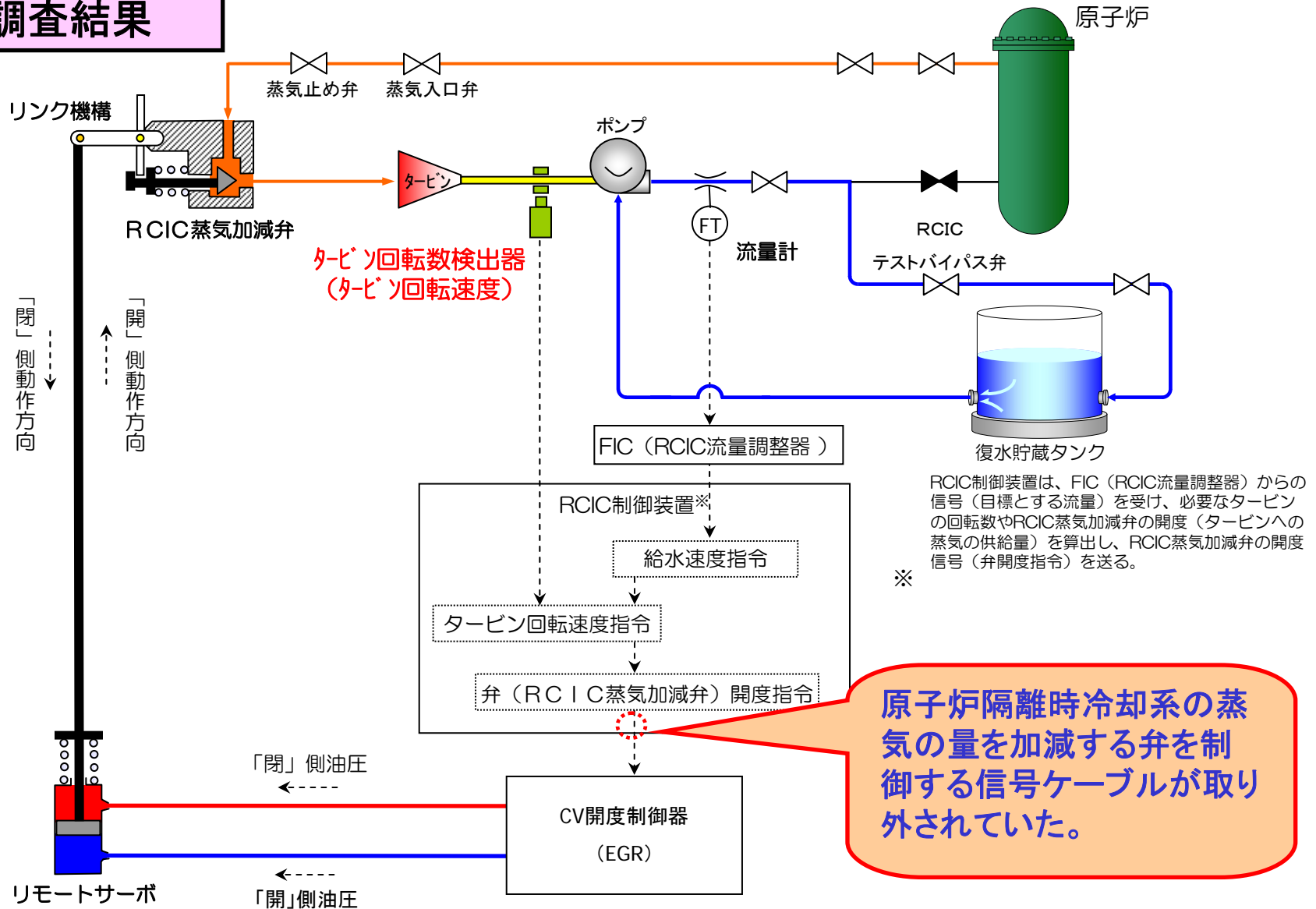
RCIC系統概要



午前11時26分、保安規定で定める「**運転上の制限**」を満足していないと判断した。

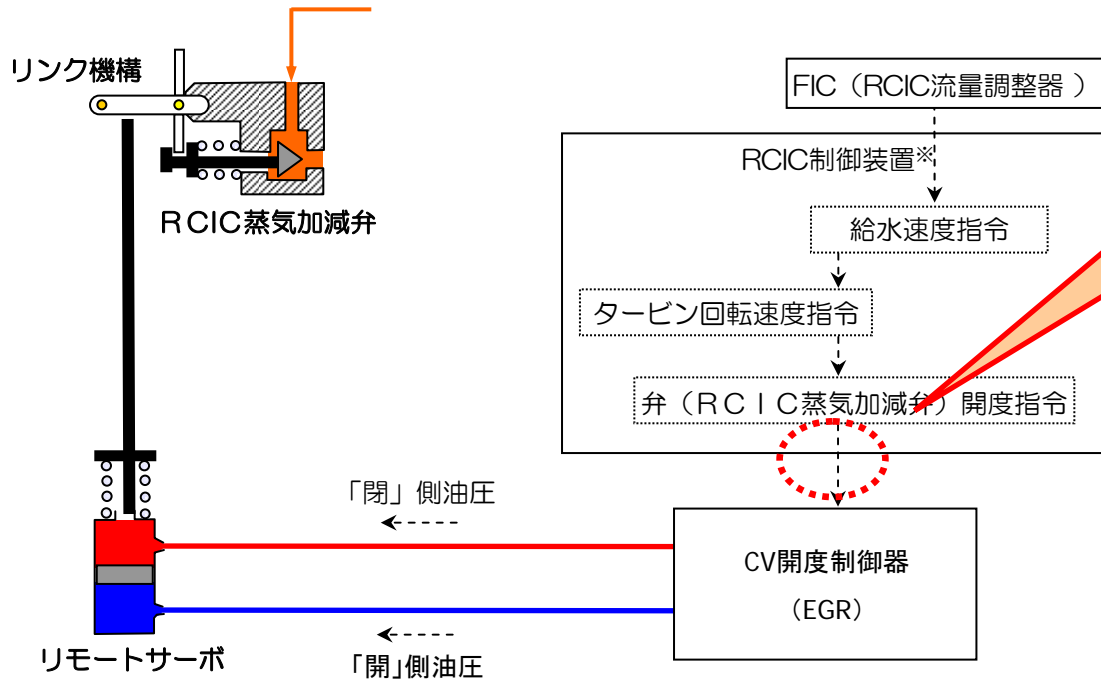
1F-5保安規定違反の概要 [2/5]

調査結果



原子炉隔離時冷却系の蒸気の量を加減する弁を制御する信号ケーブルが取り外されていた。

1F-5保安規定違反の概要 [3/5]



原子炉隔離時冷却系の蒸気の量を加減する弁を制御する信号ケーブルが取り外されていた。

6号機の点検作業時等に使用される安全処置の作業表示札が取り付けられていた。

信号ケーブルの取り外しは8月16日に実施

平成22年8月16日から9月2日までの間、ケーブルを当社当直員が誤って外していた。

保安規定(第41条 原子炉隔離時冷却系)

運転上の制限: 動作可能であること

動作不能の場合、10日間で動作可能の状態に復旧する。

措置を完了時間内に達成できない場合、高温停止及び原子炉圧力を1.04MPa未満にする。

保安規定違反

1F-5保安規定違反の概要 [4/5]

保安規定(第41条 原子炉隔離時冷却系)

運転上の制限

原子炉の状態が運転、起動及び高温停止において、原子炉隔離時冷却系が動作可能であること

9月2日の定例試験において、タービンが自動停止したことから、午前11時26分に保安規定で定める「運転上の制限」を満足していないと判断した。

運転上の制限を満足しない場合の措置

- A1 原子炉隔離時冷却系を動作可能な状態に復旧する(10日間で完了)
- A2 自動減圧系の窒素ガス供給圧が0.83MPa以上であることを確認する(速やかに実施)
- A3 高圧注水系について動作可能であることを確認する(速やかに実施)

A1: 8月16日から9月3日(19日間)動作不能
A2: 9月2日に確認
A3: 9月2日に確認

一定期間、当該システムの機能喪失が継続した

原子力安全・保安院指示

違反が発生した根本原因を究明し、再発防止策を策定の上、12月27日までに報告

保安規定違反

1F-5保安規定違反の概要〔5/5〕

直接要因

5号機原子炉隔離時冷却系の蒸気の量を加減する弁を制御する信号ケーブルが、6号機の作業に伴う安全処置により取り外されていた。

原因

作成

6号機安全処置作成時に使用する図面(ECWD)を電子システムから印刷する際、誤って5号機の図面を印刷、使用してしまった。

5号機のケーブルを取外す手順となった。

本人は号機の間違いに気付かなかった

審査承認

安全処置の系統構成・作業安全を主眼に確認

ECWDの号機の誤りに気付かなかった

操作

中操・現場間での安全処置実施号機の認識違い(処置実施時、実施号機までは伝えていない)

ケーブル取り外しを行った当直員は、何らかの理由により5号機のケーブルを取り外すものと考えていた。

暫定対策

1. 安全処置等の作成・審査時には、号機間違いを防止するため、添付資料(P&ID、ECWD等)が当該号機のものであることを再確認する。

2. 対象号機以外の場所で安全処置等を行う場合には、作業前に中操・現場間で連絡を取り合い、作業場所に相違がないことを再確認する。

3. 関係者にて事例検討を行うとともに、非常用炉心冷却系やRCICなどの号機単独の設備については、当該号機以外に跨って作業することがないことの再認識を図る。

今後の対策方針

今後引き続き、根本原因の究明を行うとともに、再発防止対策を検討していく。

根本原因分析について〔1/6〕

根本原因分析の位置付け

- ◆ 規制要求事項（原子力安全・保安院 内規）
 - 「根本原因分析の手順に関する要求事項」

- ◆ 民間規格（上記規制要求事項を満足するもの）
 - 原子力発電所における安全のための品質保証規程（JEAC4111-2009）附属書「根本原因分析に関する要求事項」

- ◆ 当 社
 - 保安規定（第2章 第3条 8.5.2 是正処置, 8.5.3 予防処置）
 - 原因分析の実施マニュアル

根本原因分析について〔2/6〕

根本原因分析の流れ

*原因分析の実施マニュアル抜粋

基本プロセス		具体的な活動
1	分析対象の決定	<ul style="list-style-type: none">・不適合管理委員会が分析実施を指示・分析チームを立ち上げ、分析活動実施・分析活動報告書を作成し、対策実施部門に提出
2	分析チームの決定、分析活動計画策定	
3	事象の把握と問題点の整理〔時系列図〕	
4	分析の実施〔背後要因図〕	
5	対策検討、提言	
6	対策決定・実施	<ul style="list-style-type: none">・対策実施部門は分析活動報告書を踏まえ、「対策実施計画書」を作成し、対策を実施

根本原因分析について〔3/6〕

根本原因分析手順

～分析～

- ①時系列図の作成
- ②問題点の抽出
- ③背後要因図の作成

～対策～

- ④対策案の検討

次頁以降で説明

根本原因分析について〔4/6〕

①時系列図の作成

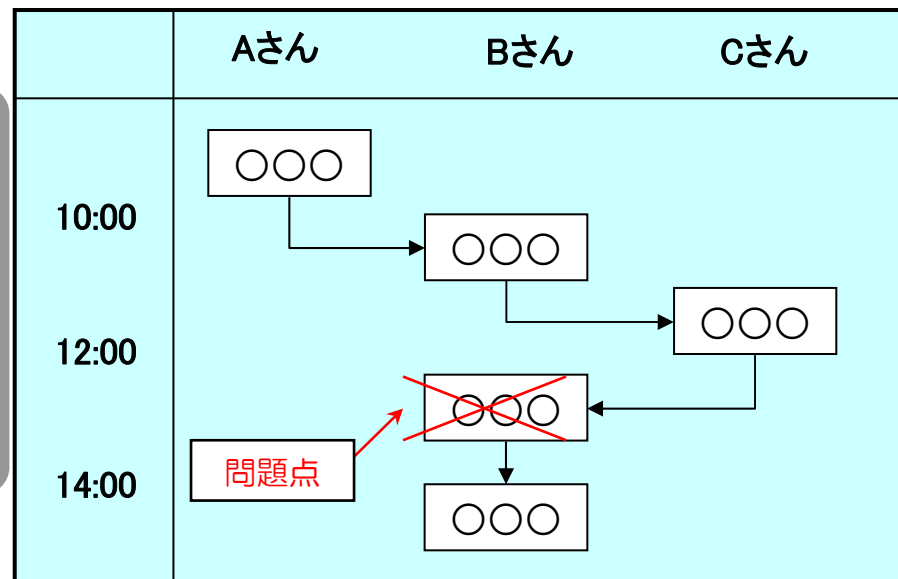
- 「何が,どのように起こったのか」を正しく理解するために情報を広く収集し, 時系列に整理
- 必要に応じて関係者へのインタビュー等を実施して調査

②問題点の抽出

- 時系列図から問題と思われる点を抽出

※問題点

- ・ マニュアル,手順, ルールに違反している点
- ・ 通常から異なるやり方をした点
- ・ 第三者の観点から問題と思われる点
- ・ 人間の行動ではないが問題と思われる点
(作業環境や設備の状況等)

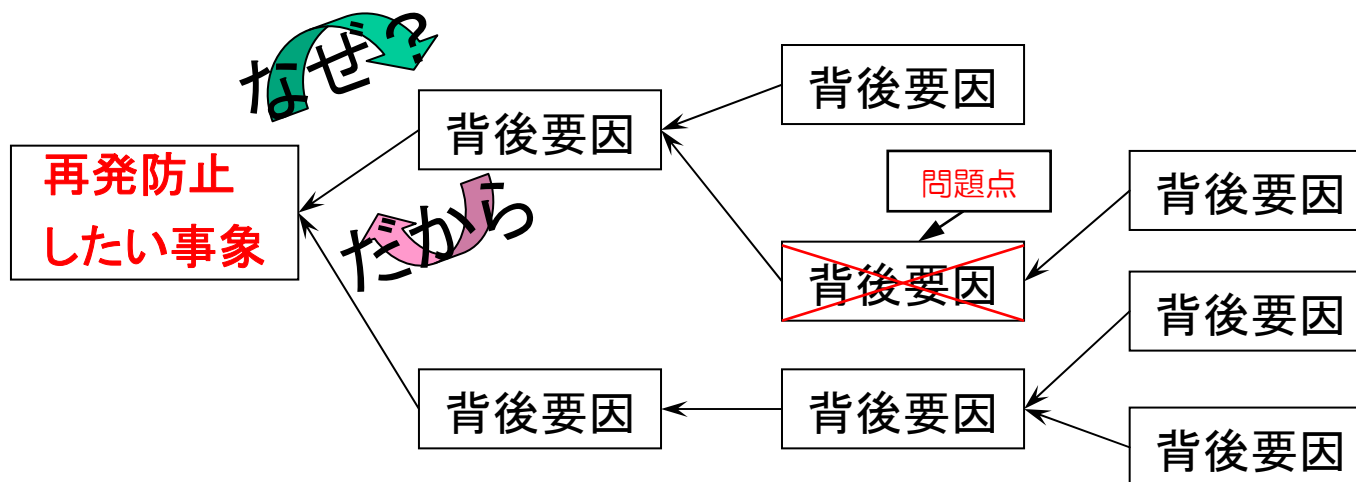


時系列図 (イメージ)

根本原因分析について〔5/6〕

③背後要因図の作成

- 再発防止したい事象を起点とし、その背後要因図を作成
 - 「なぜこの事象が引き起こされたのか」を理解するため、背後要因の因果関係を表す全体像を明らかにする
 - 因果関係の論理性を重視する。(なぜ? ⇔だから)
 - 設備,環境,管理など多面的な視点から、背後要因を追ってゆく。

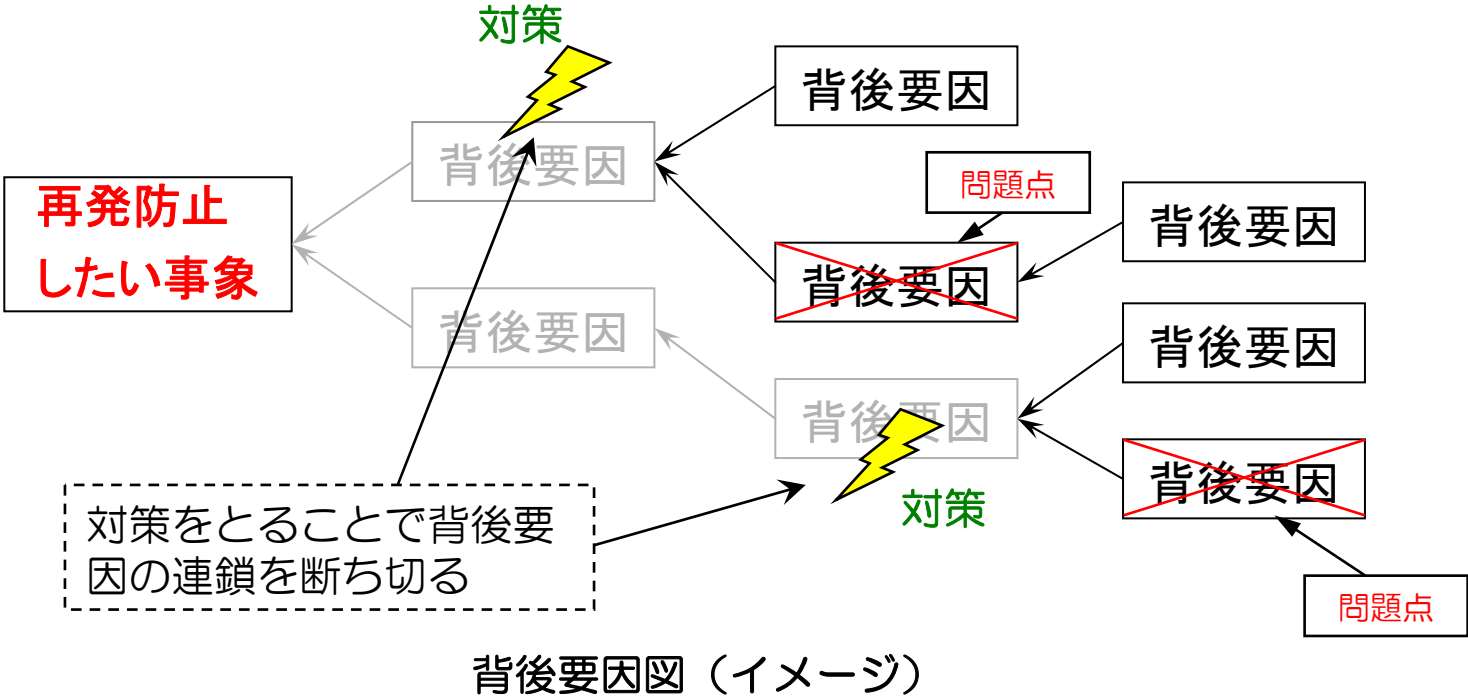


背後要因図 (イメージ)

根本原因分析について〔6/6〕

④対策案の検討

- 再発防止したい事象（問題点）にいたる背後要因の連鎖をすべて断ち切るように対策を考える。



1 F-5 RCICでの根本原因分析〔1/7〕

分析チーム構成

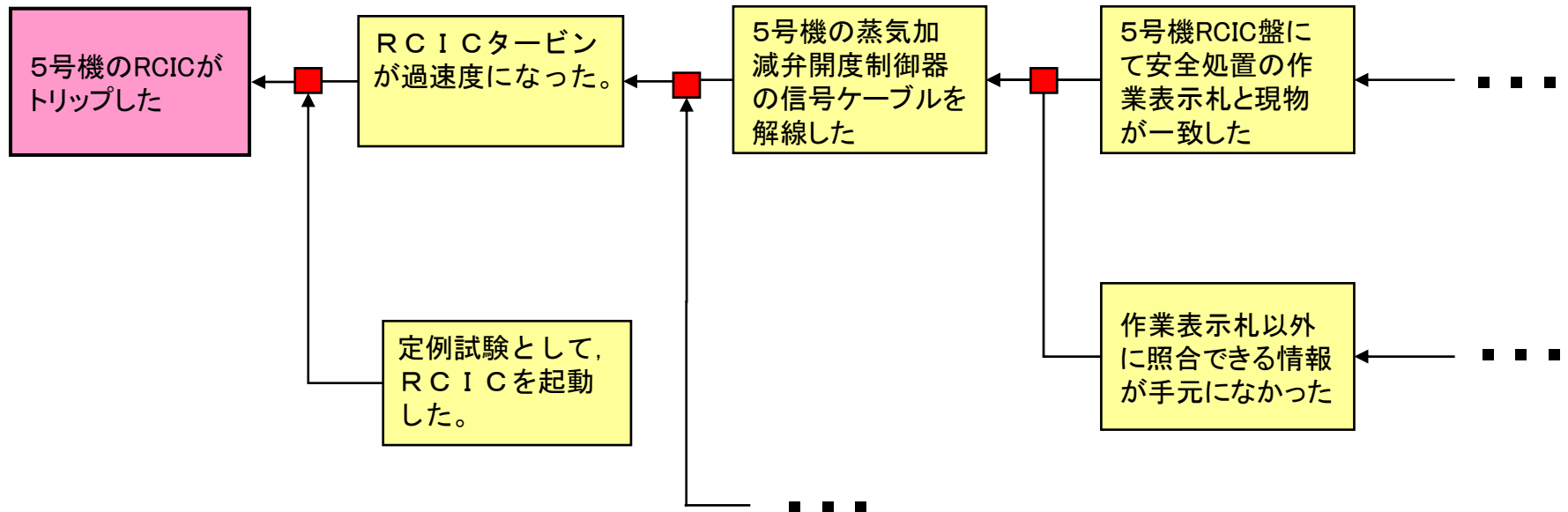
- ・リーダー：品質安全部 品質保証GM
- ・メンバー：品質安全部 品質保証グループ [2名]
- 品質安全部 品質管理グループ [2名]
- 第二運転管理部 発電グループメンバー [1名]
- 第一運転管理部 作業管理グループ（1・2号） [1名]

活動スケジュール実績

	9月	10月	11月
分析対象決定	9/28 ▼		
分析活動 〔時系列図、背後要因図〕		—————	
対策検討		—————	
対策提言			—————
対策決定			————— ■ ■

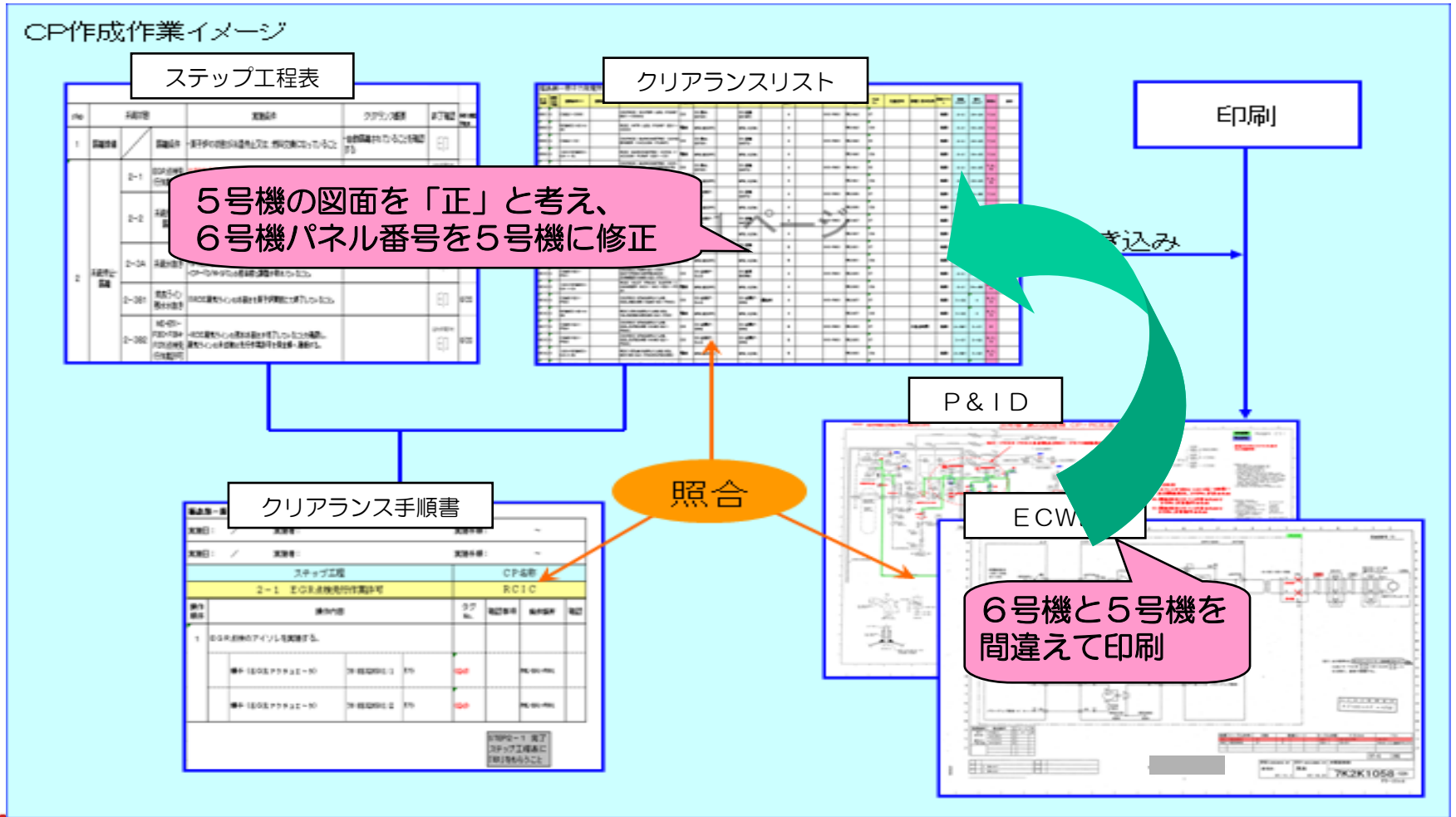
1 F-5 RCICでの根本原因分析〔2/7〕

再発防止したい事象を「5号機RCICがトリップ」とし、背後要因図を作成するとともに対策を抽出



1 F-5 RCICでの根本原因分析 [3/7]

関係書類を照合するにあたり、照合する図面（ECWD）を間違えたため、機器等の隔離をする際に使用する「作業表示札」に記載される情報（クリアランスリスト情報）を書き換えてしまった



1 F-5 RCICでの根本原因分析 [4/7]

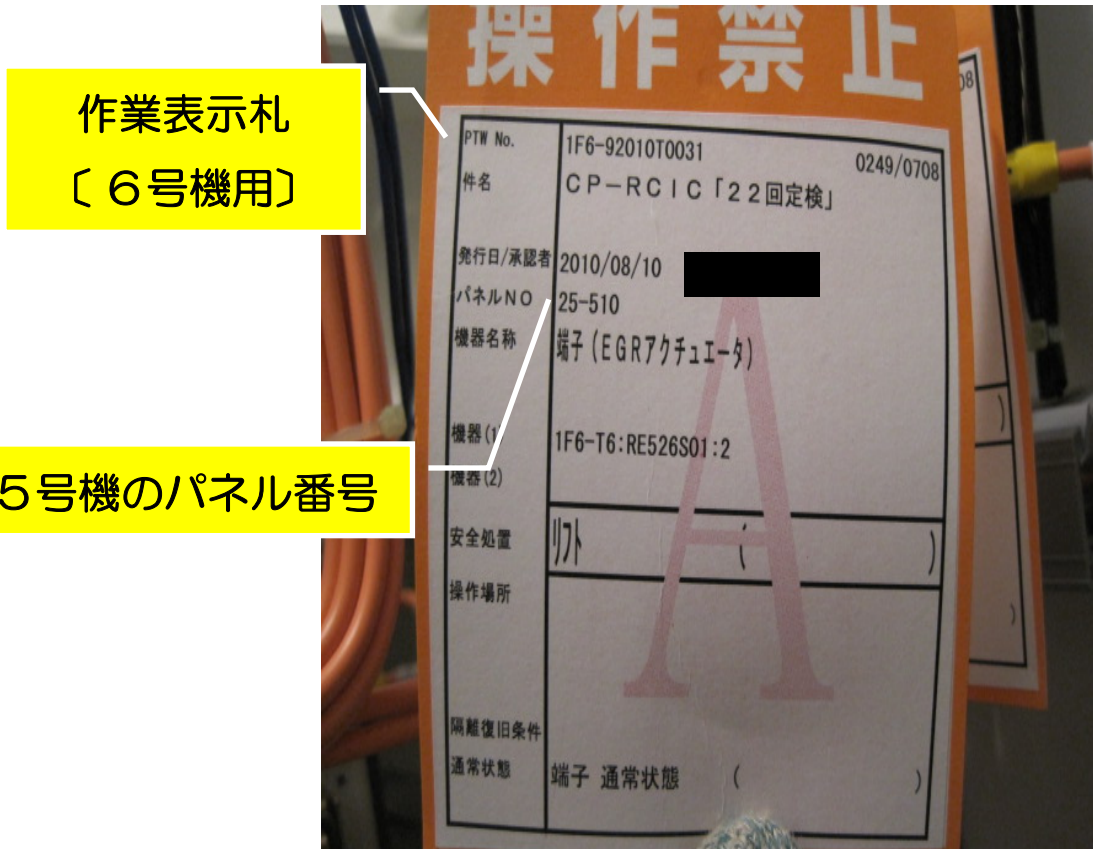
クリアランスリスト [抜粋]

福島第一原子力発電所 6号機		系統番号: <u>19</u>		系統名: <u>RCIC</u> クリアランスリスト										
出力連番	機器先行号機	機器番号(1)	機器名称(1)	操作内容分類名称	操作内容名称	通常状態名称	安全処置区分	パネル番号	ECWD No.	P&ID No.	標準アインレ	実施ステップ	復旧ステップ	所掌G
0001	6	CS:E51-C003	CS (RCIC WATER LEG PUMP E51-C003)	C S	CS 停止 (STOP)	CS 起動 (START)	A	H13-P601	RE1492	37	標準	2-2	5A-2A	T、G
0002	6	R/BMCC-6C-6-4D	RCIC WTR LEG PUMP E51-C003	電源	NFB 切 (OFF)	NFB 入 (ON)	A		RE1492	124	標準	2-2	5A-2A	T、G
0248	6	T6:RE526 S01:1	端子 (EGRアクチュエータ)	ヒューズ・端子	リフト	端子 通常状態	A	25-510	RE526			2-1	5B	T、M
0249	6	T6:RE526 S01:2	端子 (EGRアクチュエータ)	ヒューズ・端子	リフト	端子 通常状態	A	25-510	RE526			2-1	5B	T、M
0250	6	V-E51-FF002-003_V	RCICポンプ出口圧力計元弁	弁・ダンパ	弁 開確認	弁 全開	A					2-4	4	T

書き換えた
パネル番号

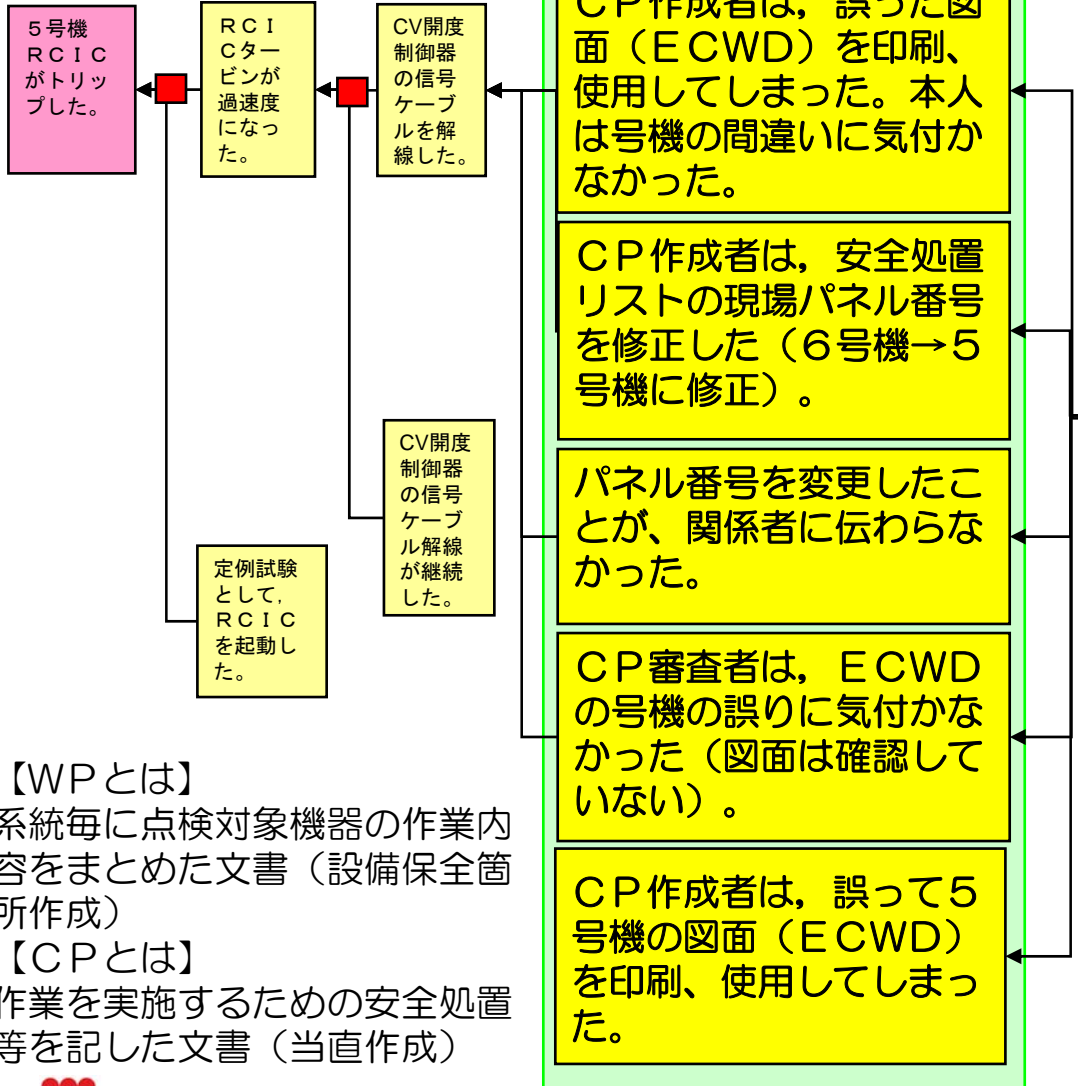
1 F-5 RCICでの根本原因分析 [5/7]

安全処置実施時に、間違った情報が記載された「作業表示札」に該当する機器（5号機CV開度制御器（EGR））を隔離するためにケーブルを解線した



1 F-5 RCICでの根本原因分析〔6/7〕

原因分析



要因

安全処置（CP）作成・審査・承認プロセスにおいて弱さ、困難性があった

- ①図面識別（号機）
- ②作成段階の書類の確認行為（図面の照合、作成者引継ぎ等）
- ③審査における確認ポイント

根本原因

WP・CPプロセスの検証レビュー方法に弱さがあった

【WPとは】

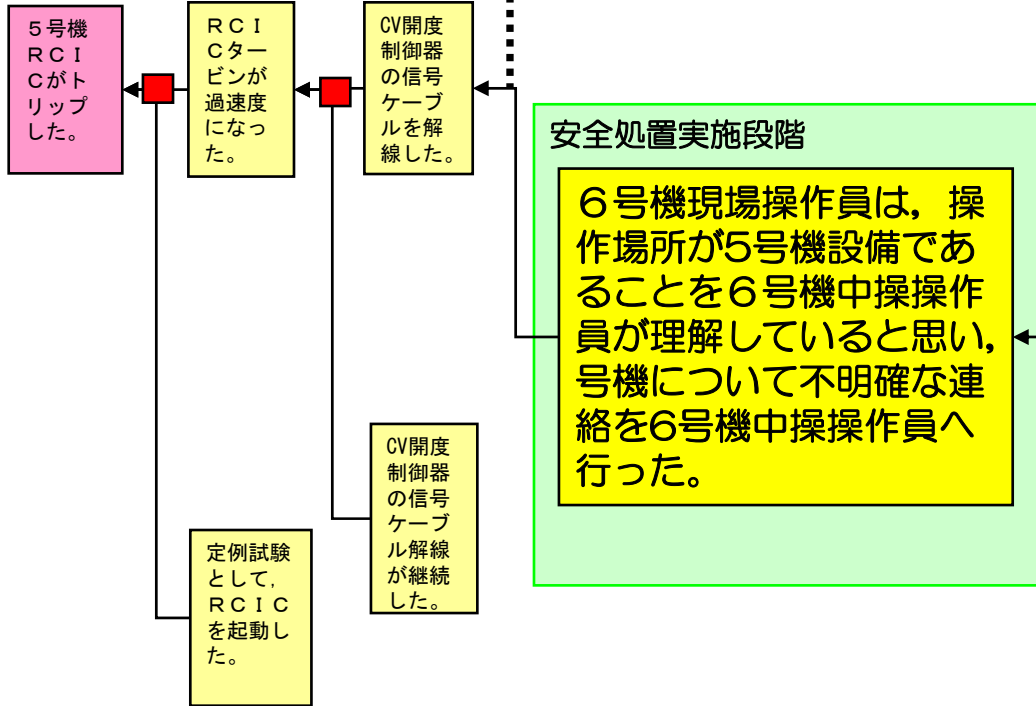
系統毎に点検対象機器の作業内容をまとめた文書（設備保全箇所作成）

【CPとは】

作業を実施するための安全処置等を記した文書（当直作成）

1 F-5 RCICでの根本原因分析〔7/7〕

原因分析



要因

安全処置実施段階

6号機現場操作員は、操作場所が5号機設備であることを6号機中操操作員が理解していると思い、号機について不明確な連絡を6号機中操操作員へ行った。

担当以外の号機にて安全処置を実施する際の中操と現場の連絡方法の運用が不明確であった

【WPとは】

系統毎に点検対象機器の作業内容をまとめた文書（設備保全箇所作成）

【CPとは】

作業を実施するための安全処置等を記した文書（当直作成）

再発防止対策〔1/3〕

要因

・安全処置（CP）作成・審査・承認プロセスにおける弱さ、困難性があった

- ① 図面識別（号機）
- ② 作成段階の書類の確認行為（図面の照合、作成者引継ぎ等）
- ③ 審査における確認ポイント

・担当以外の号機にて安全処置を実施する際の中操と現場の連絡方法の運用が不明確であった

・WP・CPプロセスの検証レビュー方法に弱さがあった

対策の方向性

- ・安全処置（CP）作成・審査・承認プロセスの一部見直しの実施
- ① 図面の識別化（号機表示の明確化）
 - ② 作成段階の安全処置確認時の仕組みの強化
 - 照合確認の強化
 - 担当者引継ぎ時の履歴管理 等
 - ③ 審査時の確認ポイントの明確化

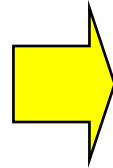
・担当以外の号機で安全処置を行う際の中操と現場の連絡方法を明確化

・WP・CP作成プロセスの脆弱性の再検証・対策の検討

再発防止対策〔2/3〕

対策の方向性

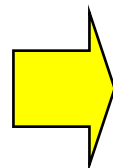
- ・安全処置（CP）作成・審査・承認プロセスの一部見直しの実施
- ①図面の識別化（号機表示の明確化）
- ②作成段階の安全処置確認時の仕組みの強化
 - 照合確認の強化
 - 担当者引継時の履歴管理 等
- ③審査時の確認ポイントの明確化



具体的対策

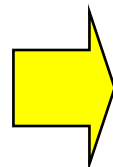
- ①図面（ECWD等）の号機表示を色別することにより、認識しやすくする。
- ②安全処置内容を確実に確認するため、新たに『CP確認者』を設置する。
安全処置内容を追加／変更した場合は、変更箇所を変更理由とともに明確に識別する。
作成者が交替した場合、作業進捗状況と変更履歴を確実に引き継ぐ。
- ③審査者は安全処置内容についても添付書類と整合確認を行い、適切な安全処置であることを審査する。

- ・担当以外の号機で安全処置を行う際の中操と現場の連絡方法を明確化



- ①安全処置開始前に処置対象の号機中操に操作内容を連絡し、了解取得後に作業を行う運用とする。
- ②複数号機の設備が混在するエリアでは、現場盤に号機を表示して識別を行う。

- ・WP・CP作成プロセスの脆弱性の再検証・対策の検討



- ①WP/CPプロセスの脆弱性が検出できるように、検証プロセスを見直す。
- ②上記プロセスによる再検証の実施、及び継続的な監視。
- ③検出された脆弱性への対策の実施。

再発防止対策〔3/3〕

具体的対策

- ①図面（ECWD等）の号機表示を色別することにより，認識しやすくする。
- ②安全処置内容を確実に確認するため，新たに『CP確認者』を設置する。安全処置内容を追加／変更した場合は，変更箇所を変更理由とともに明確に識別する。
作成者が交替した場合，作業進捗状況と変更履歴を確実に引き継ぐ。
- ③審査者は安全処置内容についても添付書類と整合確認を行い，適切な安全処置であることを審査する。

- ①安全処置開始前に処置対象の号機中操に操作内容を連絡し，了解取得後に作業を行う運用とする。
- ②複数号機の設備が混在するエリアでは，現場盤に号機を表示して識別を行う。

- ①WP/CPプロセスの脆弱性が検出できるように，検証プロセスを見直す。
- ②上記プロセスによる再検証の実施，及び継続的な監視。
- ③検出された脆弱性への対策の実施。

管理

	平成22年度					平成23年度	
	11月	12月	1月	2月	3月	4月～9月	10月～3月
①	■						
②		■		指示文書発行			
③			■		マニュアル改訂		
①		■		指示文書発行			
			■		マニュアル改訂		
②	■						
①		■		検証プロセスの見直し			
②			■			再検証	
③						■	是正処置 予防処置