

柏崎刈羽原子力発電所 7 号機

デジタル安全保護回路の
ソフトウェア共通要因故障緩和対策に関する
要件整合報告書(手順書)

2025 年 2 月 28 日

東京電力ホールディングス株式会社

改訂来歴

改訂番号	改訂年月日	改訂内容	備考
初版	2023/07/06	新規作成	—
1	2025/2/28	・多様化設備の警報回路内のタイマーリレー内部にワンチップマイコンが使用されていることを受けた手順書改訂の反映	—
	—以下余白—		

柏崎刈羽原子力発電所 7 号機 デジタル安全保護回路の
ソフトウェア共通要因故障緩和対策に関する要件整合報告書(手順書)

目次

	頁
I. 本文	1
II. 添付書類	6

I . 本文

柏崎刈羽原子力発電所 7 号機におけるデジタル安全保護回路のソフトウェア共通要因故障(以下、「ソフトウェア CCF」という。)緩和対策について、「原子力発電所におけるデジタル安全保護回路のソフトウェア共通要因故障緩和対策に関する技術要件書(ATENA 20-ME05 Rev.1)」(以下、「ATENA 技術要件書」という。)が定める「5. 手順書の整備と教育及び訓練の実施」の各要求内容に対する要件整合性の確認を行い、2023 年 7 月 6 日に「デジタル安全保護回路のソフトウェア共通要因故障緩和対策に関する要件整合報告書(手順書)の提出について(運転計画 R5-3 2023 年 7 月 6 日)」を提出している。

多様化設備の警報回路内(ARI 作動(ハード), L-2(ハード), 原子炉圧力高高(ハード))のタイマーリレー内部にワンチップマイコンが使用されていることが判明したため、当該タイマーリレーがソフトウェア CCF 発生時に機能喪失したと仮定した場合でも運転員が事象に対応可能なように手順書に注記を行ったため改訂を行う。

1. 確認方法

ATENA 技術要件書に記載された要求内容に対して、各要件に対応する手順、教育の記載内容を確認し、要求内容ごとに要件整合性の判定及びその理由を記載する。

2. 確認結果

(1) 「5. 手順書の整備と教育及び訓練の実施」

手順書の整備と教育及び訓練の実施に対する要件整合性について、以下に示す ATENA 技術要件書の各要求内容に対して、各規定文書の記載内容を確認した結果、全ての要求内容に対して整合していることを確認した。各要求内容に対する確認結果については表 1 に示す。

【ATENA 技術要件書の各要求内容】

5.1 手順書の整備

5.2 教育及び訓練の実施

表1 「5. 手順書の整備と教育及び訓練の実施」に関する要件整合性確認表(1/3)

変更箇所下線

ATENA 技術要件書		ソフトウェア CCF 対策手順書, 教育及び訓練の要件整合性		
要求内容	記載内容(概要)	要件整合性		規程文書
		判定	理由	
5.1 手順書の整備				
運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生した際に、デジタル安全保護回路の安全機能の喪失によって、原子炉停止系統及び工学的安全施設が自動作動していないことを運転員が認知した場合に、その要因がソフトウェア CCF の重畳によることを判断した上で、必要な運転操作を実施し、判断基準を概ね満足した状態で事象を収束することができるための手順書を整備すること。 <u>なお、有効性評価により多様化設備の設置が不要であることが確認された場合は、多様化設備を用いた手順書の整備は不要である。その場合、ソフトウェア CCF の影響を受ける事象に対して、その原因がソフトウェア CCF と認知できずとも、現行の運転手順書にて、ソフトウェア CCF の影響を受けない他の計器や警報により異常の発生を認知し、必要な運転操作を行うことが可能であることを確認すること。</u>	ソフトウェア CCF 対策の手順書の整備については、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故にソフトウェア CCF が重畳した事象を想定(デジタル安全保護系は全ての機能が喪失する)し、運転員の必要な操作により事象を収束する手順書を整備した。 なお、当該手順書は、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故とソフトウェア CCF の発生が重畳したことを判断した結果から、所定の手順に移行する方法を記載した手順書、及びソフトウェア CCF 発生時の個別操作を記載した手順書であり、具体的には、以下の内容を手順書に整備した。 1. 警報発生時操作手順書 ARI 作動(ハード), L-2(ハード), 原子炉圧力高高(ハード) ・デジタル安全保護回路の安全機能が喪失し、デジタル安全保護回路から原子炉停止系統及び工学的安全施設が自動作動していないことを、通常の警報が発信されないこと及び多様化設備の警報が発信することの比較により運転員が判断する。 ・ソフトウェア CCF 時に想定する事象に対応するための以下の手順のいずれかに移行し、必要な運転操作(手動操作, 現場操作)を行う。 事故時運転操作手順書(徴候ベース) 設備別操作手順書 ・ソフトウェア CCF の発生形態によっては、CCF 事象発生時に多様化設備の警報窓のランプが点滅せず、ホーンのみが鳴動する場合がある旨と、その場合の対応を明記している。	○	以下の手順が規定文書に定められていることを確認した。 ・運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生した際に、デジタル安全保護回路の安全機能が喪失していることを、原子炉停止系統及び工学的安全施設等が自動作動していないこと及び多様化自動作動設備の警報により認知できること。 ・上記よりソフトウェア CCF の重畳によることを判断した上で、所定の運転操作を実施する手順に移行することが明確になっていること。 ・判断基準を概ね満足した状態で事象を収束することができるよう、有効性評価で想定している運転操作条件を考慮した手順となっていること。 ・「柏崎刈羽原子力発電所7号機 デジタル安全保護回路のソフトウェア共通要因故障緩和対策に関する要件整合報告書(詳細設計)」の「3.2 機能要求」で確認した自動作動機能, 手動機能, 警報機能及び指示機能について、手順に反映されており、運転操作を行う条件(運転操作の開始や機器状態など)及び操作場所(盤略号など)が明確化されていること。 ・ <u>ワンチップマイコンが使用されているタイマーリレーの機能喪失を考慮した場合でも、運転員がソフトウェア CCF を認知可能な手順書となっていること。</u>	警報発生時操作手順書 ・ARI 作動(ハード) ・L-2(ハード) ・原子炉圧力高高(ハード)

表1 「5. 手順書の整備と教育及び訓練の実施」に関する要件整合性確認表(2/3)変更箇所下線

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策手順書, 教育及び訓練の要件整合性			
	記載内容(概要)	要件整合性		規定文書
要求内容		判定	理由	
5.1 手順書の整備				
	2. 事故時運転操作手順書(徴候ベース) ・デジタル安全保護回路の安全機能が喪失し, デジタル安全保護回路から原子炉停止系統及び工学的安全施設が自動作動していないことを, 警報発生時操作手順書により運転員が判断した場合に, 警報発生時操作手順書から移行し, 事象を収束させるために必要な運転操作行う。 3. 設備別操作手順書 ・ソフトウェア CCF 時に期待する設備のサポート系空調, 及び非常用ディーゼル発電機の自動起動に失敗した場合に, 必要な運転操作(手動操作, 現場操作)を行う。	○		事故時運転操作手順書(徴候ベース) ・フローチャート ・HPCF (C) 手動起動確認シート 【格納容器補助盤用】 ・HPAC起動確認シート 設備別操作手順書 ・4－1項 原子炉区域ローカル換気空調設備の手動操作 ・4－2項 海水熱交換器建屋換気空調設備の手動操作 ・4－3項 D／G区域換気空調設備の手動操作 ・4－4項 コントロール建屋換気空調設備の手動操作 ・4－5項 換気空調補機非常用冷却設備の手動操作 ・4－6項 中央制御室系換気空調設備の手動操作(事故時切替操作含む) ・4－7項 非常用ディーゼル発電設備の手動操作

表1 「5. 手順書の整備と教育及び訓練の実施」に関する要件整合性確認表(3/3)

変更箇所下線

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策手順書, 教育及び訓練の要件整合性			
	記載内容 (概要)	要件整合性		規定文書
		判定	理由	
要求内容				
5.2 教育及び訓練の実施				
運転員には, 運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故とソフトウェア CCF が重畳する事象に対して, 整備された手順書に従いの確な対処をするために必要な力量を付与させるための教育及び訓練を, その対象・実施頻度を含め適切に計画し, 実施すること。 <u>なお, 多様化設備の設置が不要で現行の運転手順書にて, 必要な運転操作を行うことが可能な場合には, ソフトウェア CCF の知見に関する教育を, その対象・実施頻度を含め適切に計画し, 実施すること。</u>	ソフトウェアCCFに係る教育及び訓練については, 運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故とソフトウェア CCF が重畳する事象に対して, 整備された手順書に従いの確な対処をするために教育及び訓練を実施する計画 (対象者, 頻度)を整備した。	○	運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故とソフトウェア CCF が重畳する事象に対して整備した手順書に従いの確な対処をするため, 運転員に対し, 必要な力量を付与する教育及び訓練 (実施頻度含む)を適切に計画・実施することが規定文書に定められていることを確認した。	原子力発電所運転員に対する教育・訓練マニュアル ・別表 1-2 ・別表 2-1 原子力発電所運転員のシミュレータ訓練実施ガイド

Ⅱ. 添 付 書 類

目 次

(1) 添付資料

添付1 柏崎刈羽原子力発電所7号機 警報発生時操作手順書

添付1-1 ARI 作動(ハード)

添付1-2 L-2(ハード)

添付1-3 原子炉圧力高高(ハード)

(1) 添付資料

添付1 柏崎刈羽原子力発電所 7 号機 警報発生時操作手順書

本資料は，機密に係る情報のため公開できません

添付1－1 ARI 作動(ハード)

本資料は、機密に係る情報のため公開できません

添付1－2 L-2(ハード)

本資料は、機密に係る情報のため公開できません

添付1－3 原子炉圧力高高(ハード)

本資料は，機密に係る情報のため公開できません