

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)

2023 年 7 月 6 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	2023/7/6	新規作成	—
	—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った。

なお、「3. 多様化設備要件」及び「4. 有効性評価」については、当社がATENAへ提出した「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)の提出について(発一原設管(設技)－2023－19 2023年6月6日)」において報告済みであることから、本報告書の対象外とする。

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)

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			規格文書
	記載内容(概要)	要件整合性		
要求内容		判定	理由	
5.1 手順書の整備				
<p>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系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。</p>	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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)</p> <p>・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。</p> <p>・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。</p> <p>事故時運転操作手順書(徴候ベース) 設備別操作手順書</p>	○	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 	<p>警報発生時操作手順書</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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)

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			規定文書
	記載内容(概要)	要件整合性		
要求内容			判定	理由
5.1 手順書の整備				
	<p>2. 事故時運転操作手順書(徴候ベース)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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を行う。 <p>3. 設備別操作手順書</p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 	○		<p>事故時運転操作手順書(徴候ベース)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 <p>設備別操作手順書</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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

(判定記号) ○：整合有 -：該当なし

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)

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			規定文書
	記載内容(概要)	要件整合性		
要求内容			判定	理由
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た的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。	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た的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た的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)

添付2 柏崎刈羽原子力発電所7号機 事故時運転操作手順書(徴候ベース)

添付2-1 フローチャート

添付2-2 HPCF(C) 手動起動確認シート【格納容器補助盤用】

添付2-3 HPAC 起動確認シート

添付3 柏崎刈羽原子力発電所7号機 設備別操作手順書

添付3-1 第4節 デジタル安全保護回路(ソフトロジック)を使用しない手動操作

添付3-1-1 4-1項 原子炉区域ローカル換気空調設備の手動操作

添付3-1-2 4-2項 海水熱交換器建屋換気空調設備の手動操作

添付3-1-3 4-3項 D/G区域換気空調設備の手動操作

添付3-1-4 4-4項 コントロール建屋換気空調設備の手動操作

添付3-1-5 4-5項 換気空調補機非常用冷却設備の手動操作

添付3-1-6 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)

添付3-1-7 4-7項 非常用ディーゼル発電設備の手動操作

添付4 原子力発電所運転員に対する教育・訓練マニュアル

添付4-1 別表1-2

添付4-2 別表2-1

添付5 原子力発電所運転員のシミュレータ訓練実施ガイド

(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

添付2 柏崎刈羽原子力発電所7号機 事故時運転操作手順書(徴候ベース)

本資料は、機密に係る情報のため公開できません

添付2-1 フローチャート

本資料は、機密に係る情報のため公開できません

添付2-2 HPCF(C)手動起動確認シート【格納容器補助盤用】

本資料は、機密に係る情報のため公開できません

添付2-3 HPAC起動確認シート

本資料は、機密に係る情報のため公開できません

添付3 柏崎刈羽原子力発電所7号機 設備別操作手順書

本資料は、機密に係る情報のため公開できません

添付3-1 第4節 デジタル安全保護回路(ソフトロジック)を使用しない手動操作

本資料は、機密に係る情報のため公開できません

添付3-1-1 4-1項 原子炉区域ローカル換気空調設備の手動操作

本資料は、機密に係る情報のため公開できません

添付3-1-2 4-2項 海水熱交換器建屋換気空調設備の手動操作

本資料は、機密に係る情報のため公開できません

添付3-1-3 4-3項 D/G区域換気空調設備の手動操作

本資料は、機密に係る情報のため公開できません

添付3-1-4 4-4項 コントロール建屋換気空調設備の手動操作

本資料は、機密に係る情報のため公開できません

添付3-1-5 4-5項 換気空調補機非常用冷却設備の手動操作

本資料は、機密に係る情報のため公開できません

添付3-1-6 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)

本資料は、機密に係る情報のため公開できません

添付3-1-7 4-7項 非常用ディーゼル発電設備の手動操作

本資料は、機密に係る情報のため公開できません

添付4 原子力発電所運転員に対する教育・訓練マニュアル

本資料は、機密に係る情報のため公開できません

添付4-1 別表1-2

本資料は、機密に係る情報のため公開できません

添付4-2 別表2-1

本資料は、機密に係る情報のため公開できません

添付5 原子力発電所運転員のシミュレータ訓練実施ガイド

本資料は、機密に係る情報のため公開できません