

伊方発電所保安規定審査資料	
資料番号	TS(76)-05-04(r3)

ロジック盤取替工事による
保安規定表 8 4 - 1 6 への影響について

令和 3 年 8 月
四国電力株式会社

目 次

1. 保安規定第84条表84-16の規定について
2. ロジック盤取替工事による保安規定第84条表84-16への影響について

1. 保安規定第84条表84-16の規定について

重大事故等発生時において、炉心損傷防止対策及び格納容器破損防止対策を実施するために、発電用原子炉施設の状態を把握するため、当該重大事故等発生時に監視することが必要なパラメータを「主要パラメータ」、主要パラメータを計測することが困難となった場合において、主要パラメータを推定するために必要なパラメータを「代替パラメータ」として、保安規定第84条表84-16に規定している。

保安規定第84条表84-16に規定している計測設備の一部は、設計基準事故対処設備（以下、「DB設備」という。）と重大事故等対処設備（以下、「SA設備」という。）を兼用している。検出器においては、主要パラメータ「加圧器水位」を例にとると、DB設備（保安規定第33条表33-2）における保安規定の所要チャンネル数は4チャンネルを、SA設備（保安規定第84条表84-16）における保安規定の所要チャンネル数は1チャンネルを規定している。

○保安規定（抜粋）

表84-16 計装設備

84-16-1 計測設備（例：主要パラメータ「加圧器水位」）

分類	機能		所要チャンネル数	適用モード	所要チャンネル数を満足できない場合の措置		
	主要パラメータ	代替パラメータ			条件	措置	完了時間
原子炉容器内の水位	加圧器水位	①原子炉容器水位 ②1次冷却材圧力 および 1次冷却材高温側温度（広域）	1	モード 1, 2, 3, 4, 5および 6	A. 主要パラメータを計測する計器すべてが動作不能である場合	A.1 当直長は、代替パラメータが動作可能であることを確認する。 および A.2 計装計画課長は、当該計器が故障状態であることが運転員に明確に分かるような措置を講じる。 および A.3 計装計画課長は、当該計器を動作可能な状態にする。	速やかに 速やかに 30日
					B. 代替パラメータを計測する計器すべてが動作不能である場合	B.1 当直長は、主要パラメータが動作可能であることを確認する。 および B.2 計装計画課長は、当該計器が故障状態であることが運転員に明確に分かるような措置を講じる。 および B.3 計装計画課長は、当該計器を動作可能な状態にする。	速やかに 速やかに 30日
					C. 1つの機能を確認するすべての計器が動作不能である場合	C.1 計装計画課長は、当該機能の主要パラメータまたは代替パラメータを1手段以上動作可能な状態にする。	72時間
					D. モード1, 2, 3および4において条件A, BまたはCの措置を完了時間内に達成できない場合	D.1 当直長は、モード3にする。 および D.2 当直長は、モード5にする。	12時間 56時間

2. ロジック盤取替工事による保安規定第84条表84-16への影響について

主要パラメータ「加圧器水位」を例にとり、ロジック盤取替前後におけるSA設備および工事の範囲を確認し、保安規定への変更有無を検討した。

2.1 SA設備の範囲

- ・検出器～【計器ラック】～A/I～CPU～【計器ラック】～指示計
- ※【 】内は経由場所を示す。

2.2 ロジック盤取替工事の範囲

ロジック盤取替工事の範囲は安全保護系計器ラックのCPU内の設定値より下流の部分になり、SA時に用いる指示計による指示機能（以下、「指示機能」という。）はロジック盤取替工事の範囲に含まれないことから、ロジック盤取替工事において指示機能の変更はない。

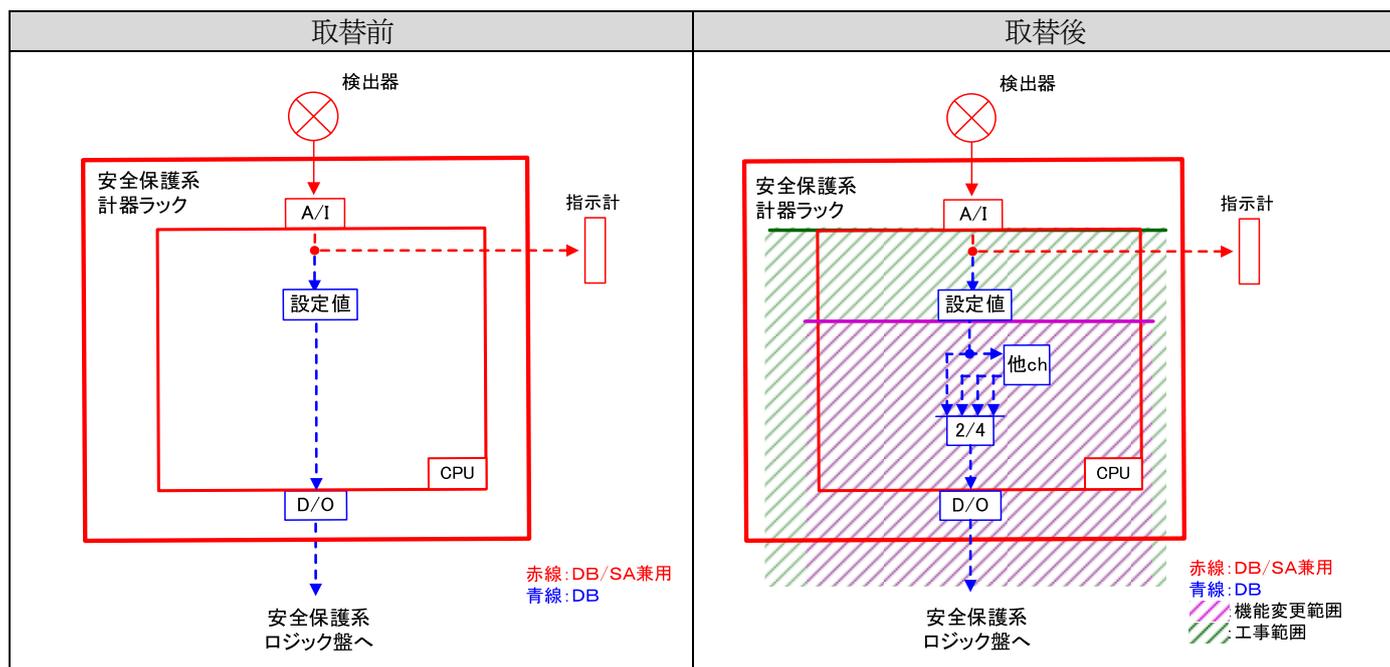


図1. ロジック盤取替前後におけるSA設備および工事の範囲

2.3 SA時に用いる指示計に用いる指示機能に変更ないことの検証および妥当性確認

JEAG4609-2008「デジタル安全保護系の検証及び妥当性確認に関する指針」、JEAC4620-2008「デジタル安全保護系の検証及び妥当性確認に関する規程」に以下の記載がある。

○JEAG4609-2008「デジタル安全保護系の検証及び妥当性確認に関する指針」

4. 検証及び妥当性確認

デジタル安全保護系に装荷するソフトウェアは、検証及び妥当性確認を実施して、安全保護上要求される機能が正しく実現されていることが確認されるべきである。

4.1 検証及び妥当性確認の目的

- (1) 検証及び妥当性確認は、JEAC4620-2008のデジタル安全保護系システム要求事項が設計・製作・試験・変更の各プロセスにおいて正しく実現されていることを保証するための活動である。

○JEAC4620-2008「安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する規程」

4. デジタル安全保護系に対する要求事項

デジタル安全保護系は、動作に失敗する確率及び誤動作する頻度を考慮し、その安全保護機能に相応した高い信頼性を有すること。

計器ラックにはデジタル計算機^{※1}を適用しており、CPUはデジタル計算機の一部である。ロジック盤取替工事においては、デジタル安全保護系^{※2}のソフトウェアの変更があることから、検証および妥当性確認（V&V：Verification and Validation）（以下、「V&V」という。）を行っている。

※1：デジタル計算機

内蔵されたプログラムによって制御され、人手の介入なしにデジタルデータの算術演算や論理演算などの計算を行う装置。

※2：デジタル安全保護系

デジタル計算機を適用した安全保護系。

（V&Vの確認結果）

V&Vにおいて、システム変更の影響範囲を明確にしたうえで、変更のない範囲については、新旧照合を行うことにより、変更が加えられていないことを確認している。

以上より、「2. 2」に示す、ロジック盤取替工事において指示機能に変更がないことは妥当であると確認された。

2. 4 ロジック盤取替工事範囲対象内の機器故障時の保安規定への影響

保安規定第84条表84-16には、運転上の制限（以下、「LCO」という。）を定めており、LCOを満足していない場合に要求される措置（以下、「要求される措置」という。）を規定している。

ロジック盤取替工事の工事範囲において機器の故障が発生した際のSA設備への影響は、CPU内の論理回路等に不具合が発生した場合、CPU故障となり、CPUからの信号が発信不能となるため、図2に示すとおり、SA設備（指示計）が動作不能となる。その場合、保安規定に定めた要求される措置を実施することになり、主要パラメータ「加圧器水位」を例にとると、所要チャンネル数1チャンネルを満足できない場合は、「1. 保安規定（抜粋）」に示すと通りの要求される措置を実施することとなる。

「2. 2」、「2. 3」に示すとおり、ロジック盤取替前後において指示機能に変更はないことから、ロジック盤取替工事における工事範囲対象内の機器故障時においても、保安規定に定める事項に影響はない。

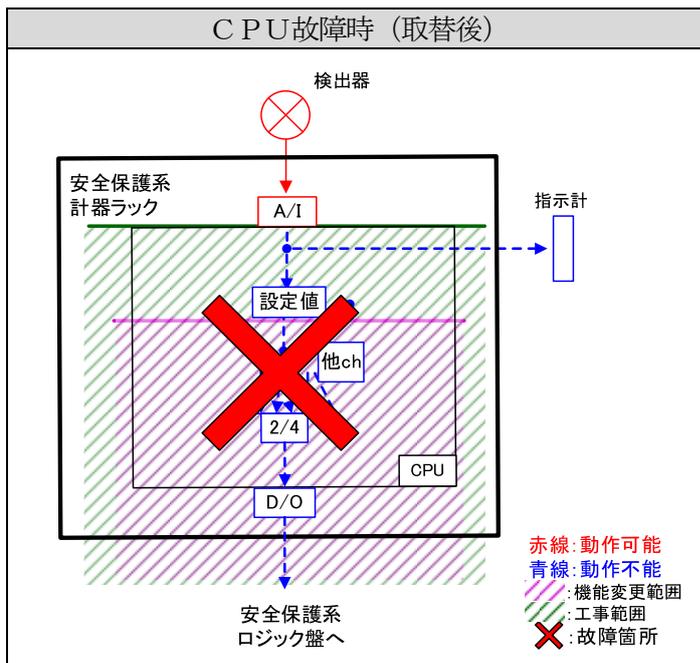


図2. CPU故障時の影響範囲

以上

伊方発電所保安規定審査資料	
資料番号	TS(76)-05-05(r3)

ロジック盤取替工事による 保安規定の確認事項の整理

令和3年8月
四国電力株式会社

目 次

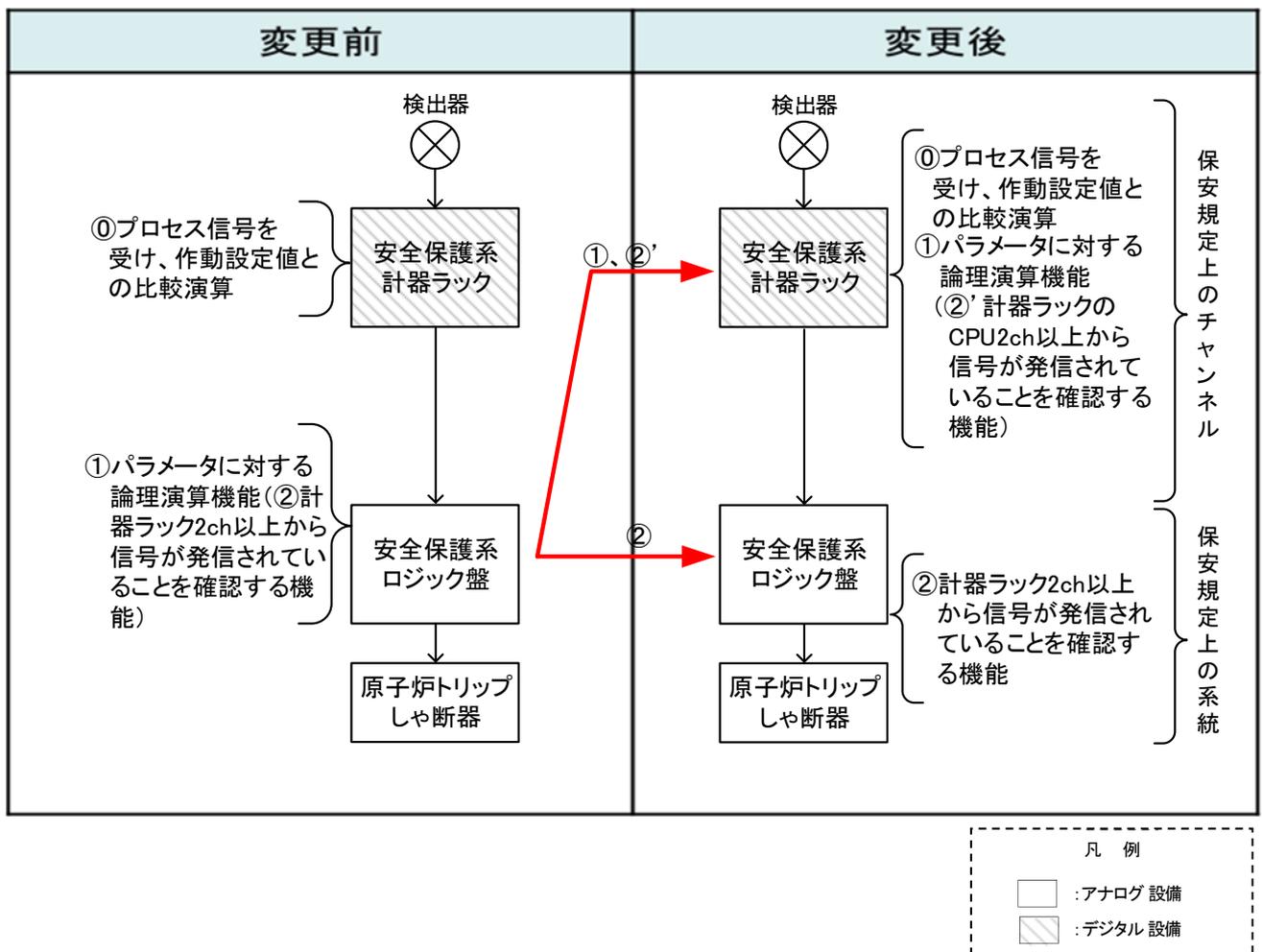
1. 設工認申請における計器ラックの論理演算機能とロジック盤の保障回路について
2. 原子炉保護系計装の健全性の確認方法の整理
 2. 1 保安規定上の健全性の確認方法について
 2. 2 チャンネルの試験について
 2. 3 系統の試験について
3. まとめ

1. 設工認申請における計器ラックの論理演算機能とロジック盤の保障回路について

設計及び工事計画認可申請（以下、「設工認申請」という。）において、安全保護系ロジック盤（以下、「ロジック盤」という。）が担っているパラメータに対する論理演算機能（以下、「論理演算機能」という。）は、デジタル制御装置である安全保護系計器ラック（以下、「計器ラック」という。）のソフトウェアに移設することともに、ロジック盤を計器ラックのマイクロプロセッサ故障等による原子炉トリップしゃ断器の誤作動等を防ぐためのリレー回路（以下、「保障回路」という。）を設置している。

上記の設備変更による、保安規定第33条(計測および制御設備)表33-2原子炉保護系計装について1カ月に1回の確認事項への影響について整理する。

a. 原子炉停止系



保安規定においては、上記の原子炉停止系を「チャンネル」と「系統」に分けて、機能を確認する。

《保安規定 抜粋》

表33-2 原子炉保護系計装
・チャンネル（代表例として原子炉圧力を記載）

表33-2つづき

機能	設定値	適用モード	所要チャンネル・系統数	所要チャンネル・系統数を満足できない場合の措置			確認事項		
				条件	要求される措置	完了時間	項目	頻度	担当
8. 原子炉圧力	低 12.73MPa[gage]以上	モード1 (P-7以上)	4 ^{※17}	A. 1チャンネルバイパスしたチャンネルを除くが動作不能である場合	A.1 計装計画課長は、当該チャンネルを動作可能な状態にする。 ^{※18}	6時間	設定値確認および機能の確認を行う。 動作不能でないことを指示値により確認する。	定期事業者検査時 1日に1回	計装計画課長 当直長
				B. 条件Aの措置を完了時間内に達成できない場合	B.1 当直長は、P-7未満にする。	12時間			
	高 16.61MPa[gage]以下	モード1および2	4 ^{※17}	A. 1チャンネルバイパスしたチャンネルを除くが動作不能である場合	A.1 計装計画課長は、当該チャンネルを動作可能な状態にする。 ^{※18}	6時間			
				B. 条件Aの措置を完了時間内に達成できない場合	B.1 当直長は、モード3にする。	12時間			

※17：残り3チャンネルが動作可能であることを条件に、1チャンネルをバイパスすることができる。この場合、バイパスしたチャンネルを動作不能とはみなさない。
 ※18：残り3チャンネルが動作可能であることを条件に、1チャンネルをバイパスする措置を行うことができる。

・系統

表33-2 原子炉保護系計装

機能	設定値	適用モード	所要チャンネル・系統数	所要チャンネル・系統数を満足できない場合の措置 [※]			確認事項		
				条件	要求される措置	完了時間	項目	頻度	担当
1. 原子炉保護系論理回路 ^{※3}	—	モード1および2	4系統	A. 1系統が動作不能である場合	A.1 計装計画課長は、当該系統を動作可能な状態にする。ただし、残りの系統が正常な状態であることを確認 ^{※4} のうえ、作業のため当該系統のバイパスを行うことができる。	6時間	機能の確認を行う。 機能の確認を行う。 残りの系統が動作可能な状態においては、機能確認のためのバイパスを2時間以内に行うことができる。	1ヶ月に1回 【交互に2系統ずつ】	計装計画課長
				B. 原子炉トリップしゃ断器1系統が動作不能である場合	B.1 電気計画課長は、当該系統を動作可能な状態にする。	1時間			
				C. 条件AまたはBの措置を完了時間内に達成できない場合	C.1 当直長は、モード3にする。	12時間			
		原子炉トリップしゃ断器が閉じ、制御棒の引抜きが行える場合のモード3、4および5	4系統	A. 1系統が動作不能である場合	A.1 計装計画課長は、当該系統を動作可能な状態にする。ただし、残りの系統が正常な状態であることを確認のうえ、作業のため当該系統のバイパスを行うことができる。	48時間			
		B. 原子炉トリップしゃ断器1系統が動作不能である場合		B.1 電気計画課長は、当該系統を動作可能な状態にする。	48時間				
		C. 条件AまたはBの措置を完了時間内に達成できない場合		C.1 当直長は、原子炉トリップしゃ断器を開く。	1時間				

※2：特に定める場合を除き、チャンネル・系統毎に個別の条件が適用される。（以下、本条において同じ。）
 ※3：モード1および2における原子炉トリップしゃ断器は、重大事故等対処設備を兼ねる。
 ※4：「正常な状態であることを確認」とは、定期事業者検査時の記録確認および運転中に作業を実施した場合はその復旧状態の確認を行うことをいう。（以下、本条において同じ。）

2. 原子炉保護系計装の健全性の確認方法の整理

2. 1 保安規定上の健全性の確認方法について

保安規定第86条（運転上の制限の確認）では、運転上の制限を満足していることの確認について以下のとおり記載されている。

（運転上の制限の確認）

第86条 各課長は、運転上の制限を満足していることを第3節第19条から第85条の2の第2項（以下、各条において「この規定第2項」という。）で定める事項により確認する。なお、この確認は、確認する機能が必要となる事故時等の条件で必要な性能が発揮できるかどうかを確認（以下「実条件性能確認」という。）するために十分な方法（事故時等の条件を模擬できない場合等においては、実条件性能確認に相当する方法であることを検証した代替の方法を含む。）により行う。

保安規定では、「必要な性能が発揮できるかどうかを確認するために十分な方法を定期事業者検査時またはプラント運転時の定期的な頻度で行うこと」として規定している。

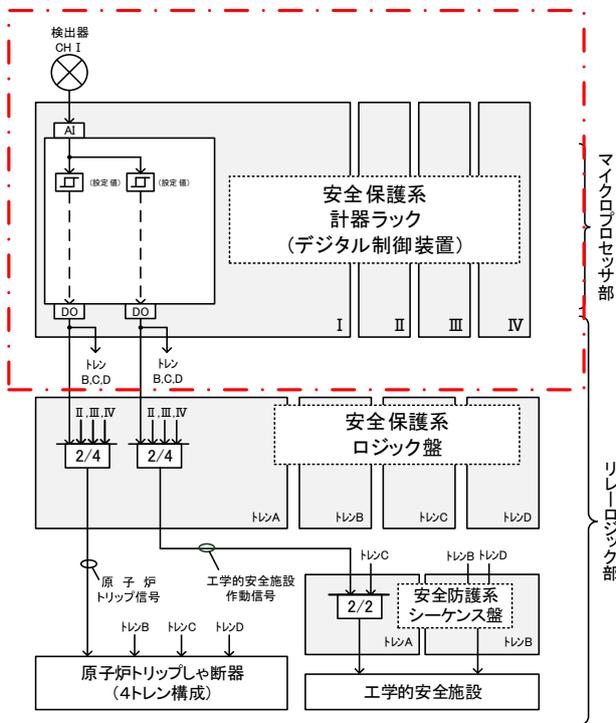
保安規定第33条（計測および制御設備）表33-2原子炉保護系計装に必要な性能とは、実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則にある第24条（安全保護回路）の機能が健全に作動することである。

原子力規制における検査制度の見直しに伴う保安規定変更認可（令和2年9月）以降で原子炉保護系計装の試験においては、実条件性能を確認するための十分な方法を評価している。

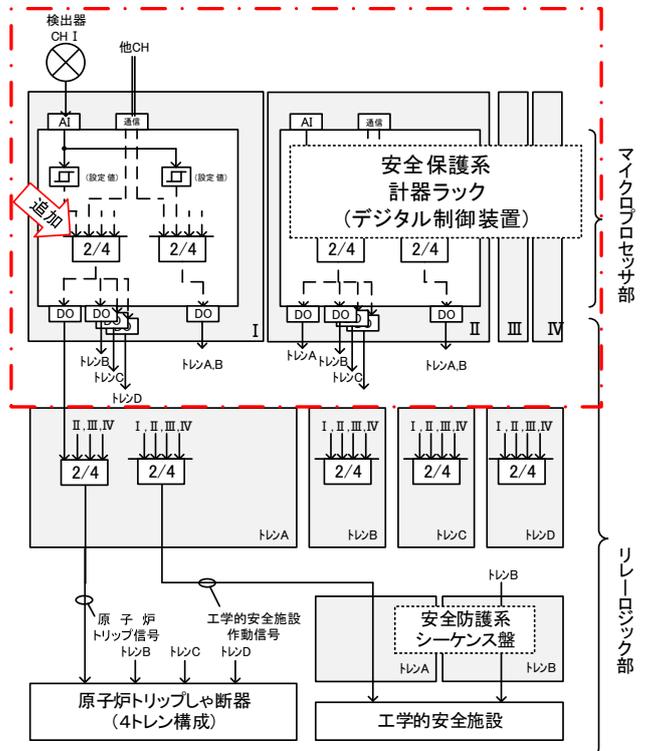
2. 2 チャンネルの試験について

チャンネルの試験について、取替前は検出器、設定値比較回路および指示計等であったが、取替後は新たにソフトウェアによる論理演算機能が加わる。

<取替前>



<取替後>



取替前は、実条件性能確認するための方法として、定期事業者検査時の設定値確認および機能の確認、動作不能でないことを1日に1回の指示値により確認してきた。取替後は、新たにソフトウェアによる論理演算機能が加わるが、設定値比較回路と管理方法および試験方法は変わるものではない。具体的内容については、以下の表に示す。

<取替前>

実条件性能確認するための方法	確認箇所	具体的内容
定期事業者検査時の設定値確認	設定値比較回路(ソフトウェア)	・制御装置搭載のアプリケーションソフトウェアの構成管理表の確認およびソフトウェア照合にて設定値確認
定期事業者検査時の機能の確認	伝送器、指示計等	・試験装置を用いて伝送器、指示計等にその動作要素の標準値を与え、その時の当該伝送器、指示計等の出力値を確認する。
動作不能でないことを1日に1回の指示値により確認	伝送器～指示計(経由するソフトウェアの回路も含む)	・中央制御室において指示値によりパラメータ監視をしている。
日常管理	・伝送器～指示計(経由するソフトウェアの回路も含む) ・マイクロプロセッサ部	・発電日誌による記録確認等、中央制御室において定期的にパラメータ監視をしている。(1時間に1回) ・中央制御室にて不要な警報(自己診断による異常)が発信していないこと(常時)

<取替後>

実条件性能確認するための方法	確認箇所	具体的内容
定期事業者検査時の設定値確認	設定値比較回路(ソフトウェア)	・制御装置搭載のアプリケーションソフトウェアの構成管理表の確認およびソフトウェア照合にて設定値確認
定期事業者検査時の機能の確認	伝送器、指示計等	・試験装置を用いて伝送器、指示計等にその動作要素の標準値を与え、その時の当該伝送器、指示計等の出力値を確認する。
	<u>論理演算機能</u>	・ <u>制御装置搭載のアプリケーションソフトウェアの構成管理表の確認およびソフトウェア照合にて論理演算機能確認</u>
動作不能でないことを1日に1回の指示値により確認	伝送器～指示計(経由するソフトウェアの回路も含む)	・発電日誌による記録確認等、中央制御室において定期的にパラメータ監視をしている。
日常管理	・伝送器～指示計(経由するソフトウェアの回路も含む) ・マイクロプロセッサ部 <u>(論理演算機能を含む)</u>	・発電日誌による記録確認等、中央制御室において定期的にパラメータ監視をしている。(1時間に1回) ・中央制御室にて不要な警報(自己診断による異常)が発信していないこと(常時)。 <u>(論理演算機能についても、自己診断による異常検知が可能)</u>

なお、ソフトウェアで実現された設定値比較回路を確認する頻度は、定期事業者検査時に実施する。この理由として、運転中に原子炉保護機能に影響する設定値比較回路を変更することはなく、万が一、管理外でソフトウェアを変更しようとする中央制御室へ警報が発信することから、ソフトウェアを容易に変更できない設計となっている。更に、原子炉保護機能に影響する設定値比較回路を変更となるようなソフトウェアのアップデートが必要となる場合は、速やかに検証及び妥当性確認を実施し、設定値比較回路上段からテスト信号を入力し、要求される機能を満足していることを使用前事業者検査にて確

認する。加えて、ソフトウェアが動作可能であることは自己診断機能^{*}により30msecで確認している。このことから、ソフトウェアで実現された設定値比較回路の確認の頻度は、定期事業者検査時に実施することは妥当であり、これまでの我が国の運転経験を踏まえても、合理的であるとして運用してきた。

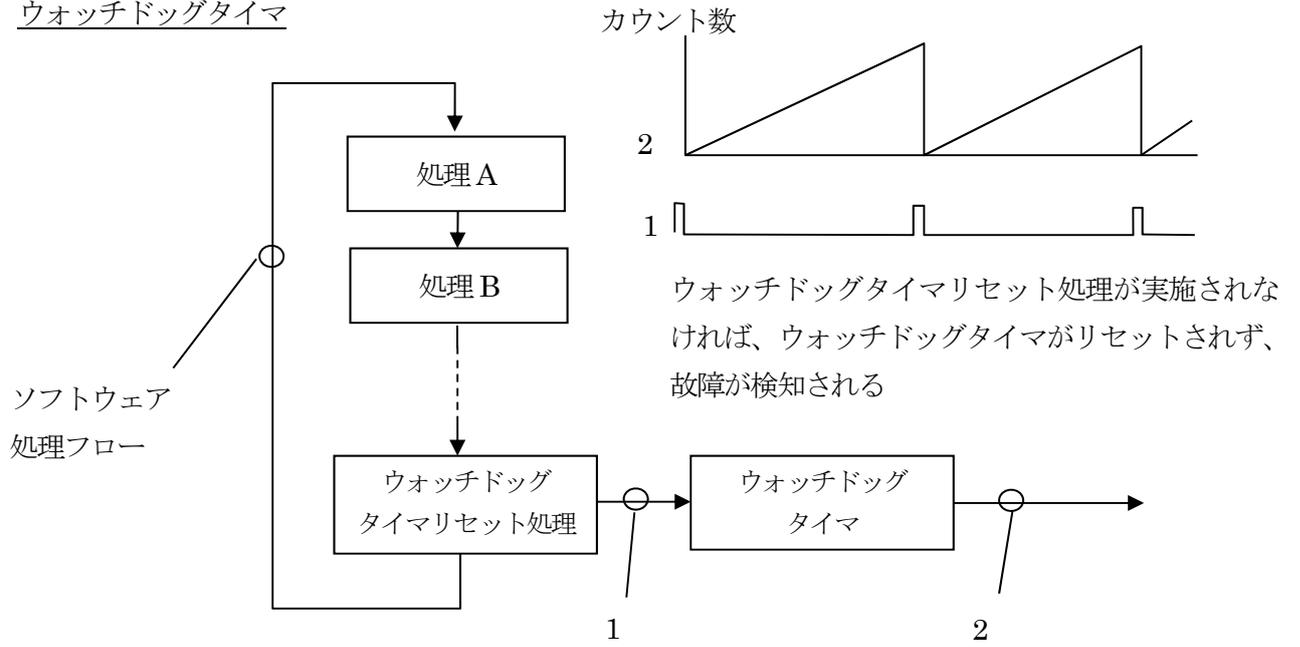
※ソフトウェアは、「日本電気協会「安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する規程」(JEAC4620-2008)」の要求事項に準じた文書体系を整備、維持し、ソフトウェア構成管理が適切になされていることの確認を行うことで論理演算機能が問題ないことを確認する。当該のソフトウェアは、ROMに記録されることから、経年的に変化するものではなく、また、30msec毎の自己診断機能による誤り検出コードの確認に加えて、定期事業者検査において照合試験等を実施していることから、ソフトウェアの変化がないことは確認できている。

デジタル安全保護系のマイクロプロセッサ等は経年的に劣化するものであることから、故障の早期発見のため自己診断機能を設け、運転中にデジタル制御装置の健全性を確認できる設計としている。これらの健全性を確認する自己診断機能の具体的な内容は、伊方発電所第3号機設工認申請(デジタル保護系)(令和3年5月27日認可)「資料7 デジタル制御方式を使用する安全保護系等の適用に関する説明書」のうち「別添 IV. デジタル安全保護系の自己診断機能について」より抜粋する。

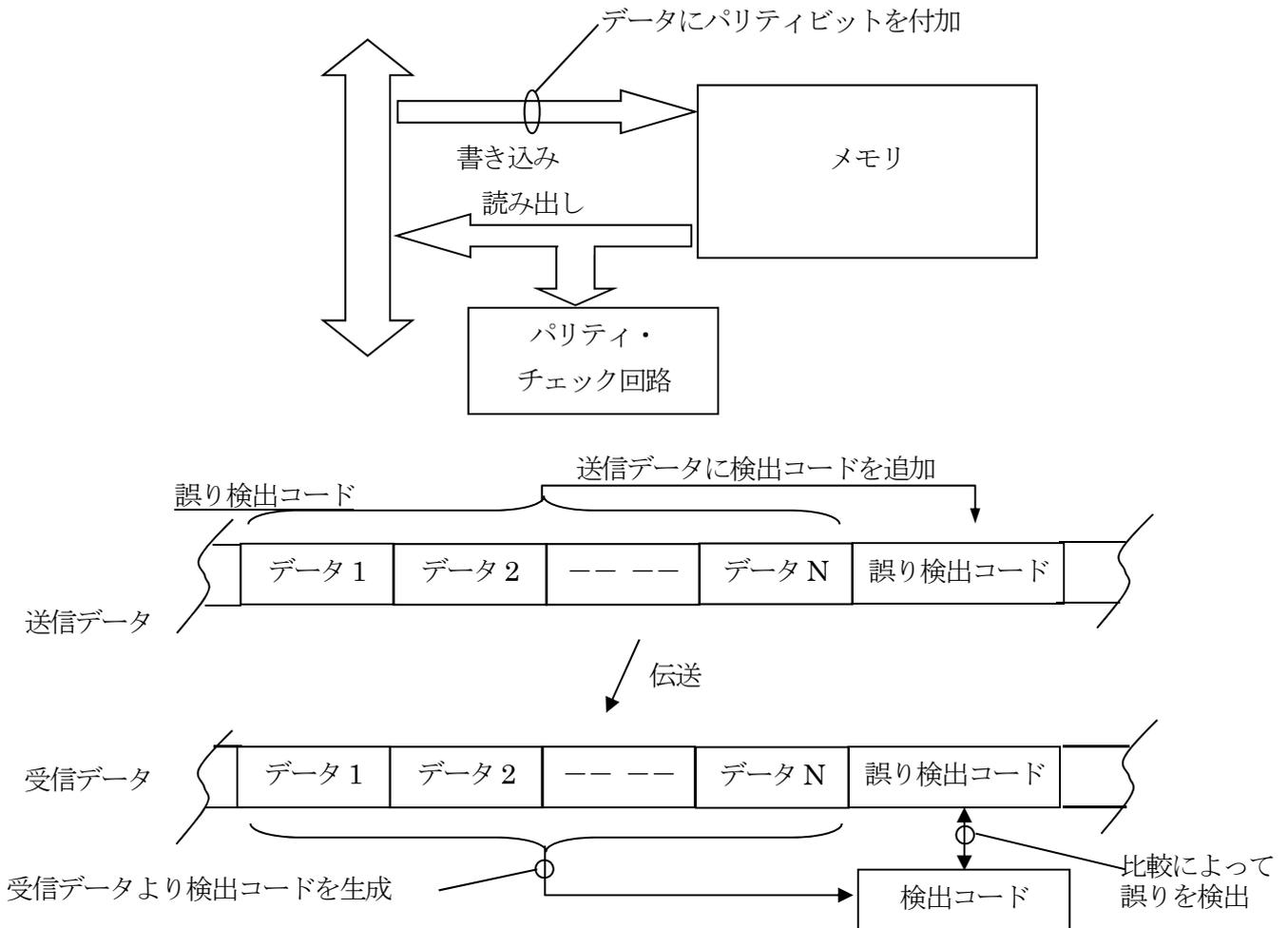
第1表 自己診断機能の説明

自己診断機能名	診断の具体的内容
ウォッチドッグタイマ	CPUなどのプロセッサは、定周期で演算を繰り返している。この演算周期をプロセッサ外部に設けるハードウェアのタイマを用いて、第1図に示すような手順で監視し、プロセッサの異常を検知する。
演算時間チェック	CPUは、定周期で演算を繰り返している。1周期での演算時間が定周期の時間を越えていないか監視し、CPUの異常を検知する。
代表演算	あらかじめ答えを用意している演算を行い、演算結果が答えと一致しているかを監視し、CPU演算の異常を検知する。
ゼロ除算	通常ゼロで割る演算は存在しないため、ゼロ割り演算が行われないか監視し、CPU演算の異常を検知する。
パリティチェック	第1図に示すように、メモリ(RAM)への書き込み時にパリティビット(データ列の1が奇数の場合は1、偶数の場合は0)を付加し、次にメモリからの読み込み時にパリティビットを確認することにより、メモリデータの異常を検知する。
誤り検出コード	データ通信またはメモリ(ROM)のデータチェックにおいて、データをある数字で割った余りを誤り検出コードとして生成し、その変化の有無を監視し、データの異常を検知する。データ通信については、第1図に示すように送信側にてデータ毎に誤り検出コードを付加して送信し、受信側において生成した検出コードと比較する。
信号受信停止	データ通信の授受において、受信側がある一定期間以上データを受信できない状態や受信信号が得られない状態を監視し、送信側又は伝送経路の異常を検知する。
出力命令と出力信号の相違	接点信号出力部において、出力命令(マイクロプロセッサ部からの出力命令値)と出力信号(接点信号出力部が外部へ出力したハードワイヤード信号値)を比較し、相違の有無を監視し、出力部の異常を検知する。

ウォッチドッグタイマ



パリティチェック



第 1 図 自己診断機能の説明図

これまで、システムの試験として、1カ月に1回の模擬入力による試験により論理演算機能の確認を実施してきたが、論理演算機能がアナログ装置からデジタル装置へ変更されたことにより、系統からチャンネルに管理する設備が変わったため、その設計にあわせた確認方法を整理する。

安全保護系のソフトウェアの設計思想として、従来のアナログ装置と比べてデジタル制御装置のソフトウェアは経年的に変化するものではないため、論理演算機能上段からテスト信号を入力し、論理演算機能の健全性が確認された時点からソフトウェアの構成管理を開始し、ソフトウェアを処理するマイクロプロセッサ等が健全に動作していることを確認することで、ソフトウェアにて実現している論理演算機能の確認ができる。また、ソフトウェアの設計思想を基に、使用前事業者検査から始まる各検査で確認する内容、サーベイランスで確認する内容が一連の流れでわかる資料を別紙-1に示す。

確認頻度として取替前はアナログ装置であったため、システムの試験として1カ月に1回の実動作にて確認を実施していた。取替後は、ソフトウェアが動作可能であることは自己診断機能により30msecで確認しており、異常を診断した場合、中央制御室に警報が発信し、速やかに処置が実施できる。このため、中央制御室の当直員により、常時、不要な警報が発信していないことを確認することで、マイクロプロセッサ等が健全に動作していることが確認でき、論理演算機能が維持できていることを確認できる。

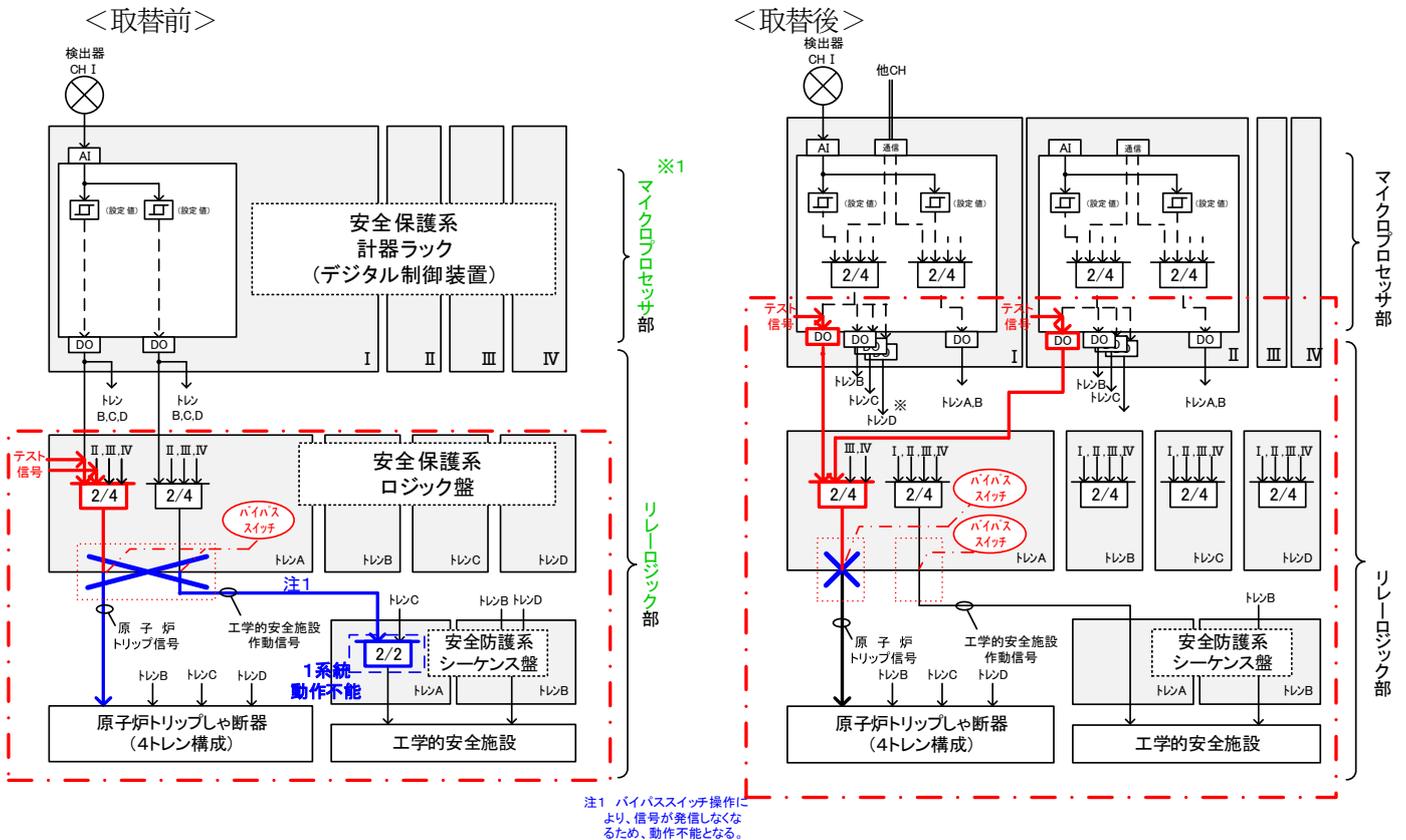
なお、運転中に論理演算機能を変更するソフトウェアの変更はなく、万が一、管理外でソフトウェアを変更しようとする中央制御室へ警報が発信することから、ソフトウェアを容易に変更できない設計となっている。更に、原子炉保護機能に影響する論理演算機能を変更となるようなソフトウェアのアップデートが必要となる場合は、速やかに検証及び妥当性確認を実施し、論理演算機能上段からテスト信号を入力し、要求される機能を満足していることを使用前事業者検査にて確認する。

確認対象		確認事項	確認頻度
マイ クロ プロ セッ サ部	ソフトウェ ア（設定 値・論理演 算機能を含 む）	「日本電気協会「安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する規程」（JEAC4620-2008）」の要求事項に準じた文書体系を整備、維持し、ソフトウェア構成管理が適切になされていることの確認を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・定期事業者検査時に確認 および ・中央制御室にて不要な警報(自己診断による異常)が発信していないこと(常時)。
	マイクロ プロセッサ等	自己診断機能によりソフトウェアの処理を行うマイクロプロセッサ等が健全であることを確認する。	

以上より、取替後の確認方法はこれまでの安全保護系に対する試験と比較して同等の機能の確認ができている。

2. 3 系統の試験について

系統の試験は以下のとおり実施する。入力箇所がチャンネル部から入力するように変更となっているものの、ロジック盤の保障回路へテスト信号を模擬入力し、保障回路が動作することを下流にある原子炉トリップしゃ断器の実動作や表示等の発信により確認する方法は、取替前と同等の試験となっている。なお、取替前後で、機能を確認する頻度に変更はない。(1カ月に1回)



<取替前>

実条件性能確認するための方法	確認箇所	具体的内容
定期事業者検査時の原子炉保護系論理回路の試験（全系統を行う。）	・ロジック盤の論理回路（論理演算機能を含む） ・原子炉トリップしゃ断器	・ロジック盤の論理演算機能の上流からテスト信号を模擬入力し、ロジック盤の論理演算機能が動作することを下流にある原子炉トリップしゃ断器の実動作や警報等の発信により確認し、論理演算機能が問題ないことを確認
月例の原子炉保護系論理回路の試験（1ヶ月に2トレンを交互に行う。）	・計器ラック盤の論理回路（論理演算機能を含む） ・原子炉トリップしゃ断器	・ロジック盤の論理演算機能の上流からテスト信号を模擬入力し、ロジック盤の論理演算機能が動作することを下流にある原子炉トリップしゃ断器の実動作や警報等の発信により確認し、論理演算機能が問題ないことを確認
日常管理	・ロジック盤 ・原子炉トリップしゃ断器	・中央制御室にて不要な警報（電源異常等）が発信していないこと（常時）

<取替後>

実条件性能確認するための方法	確認箇所	具体的内容
定期事業者検査時の原子炉保護系論理回路の試験（全システムを行う。）	<ul style="list-style-type: none"> ・ロジック盤の保障回路 ・原子炉トリップしゃ断器 	<ul style="list-style-type: none"> ・計器ラックの論理演算機能の下流からテスト信号を模擬入力し、ロジック盤の保障回路が動作することを下流にある原子炉トリップしゃ断器の実動作や警報等の発信により確認し、ロジック盤の保障回路が問題ないことを確認。
月例の原子炉保護系論理回路の試験（1ヶ月に2トレンを交互に行う。）	<ul style="list-style-type: none"> ・ロジック盤の保障回路 ・原子炉トリップしゃ断器 	<ul style="list-style-type: none"> ・計器ラックの論理演算機能の下流からテスト信号を模擬入力し、ロジック盤の保障回路が動作することを下流にある原子炉トリップしゃ断器の実動作や警報等の発信により確認し、ロジック盤の保障回路が問題ないことを確認。
日常管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ロジック盤 ・原子炉トリップしゃ断器 	<ul style="list-style-type: none"> ・中央制御室にて不要な警報（電源異常等）が発信していないこと(常時)

3. まとめ

ロジック盤取替前後において、設備構成の変更により、これまで系統として管理していた論理演算機能をチャンネルとして管理する。

このことから、管理方法および検査方法が変更となるものの、取替前の原子炉停止系の機能確認は、以下の方法で取替後も同等の機能確認ができる。

区分	確認方法
チャンネル (マイクロプロセッサ部※)	<p><u>定期事業者検査時</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 制御装置搭載のアプリケーションソフトウェアの構成管理表の確認およびソフトウェア照合にて設定値および論理演算機能の確認 試験装置を用いて伝送器、指示計等にその動作要素の標準値を与え、その時の当該伝送器、指示計等の出力値を確認する。 <p><u>1日に1回</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 発電日誌による記録確認等、中央制御室にて指示値を確認 <p><u>日常管理</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 発電日誌による記録確認等（1時間に1回） 不要な警報(自己診断による異常)が発信していないことを確認（常時）
系統（リレーロジック部）	<p><u>定期事業者検査時</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 実動作による機能確認（全系統） <p><u>1カ月に1回</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 実動作による機能確認（1カ月に2系統を交互に行う） <p><u>日常管理</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 不要な警報（電源異常等）が発信していないことを確認（常時）

※ マイクロプロセッサ部にはソフトウェアで実現された論理演算機能を含む

以上

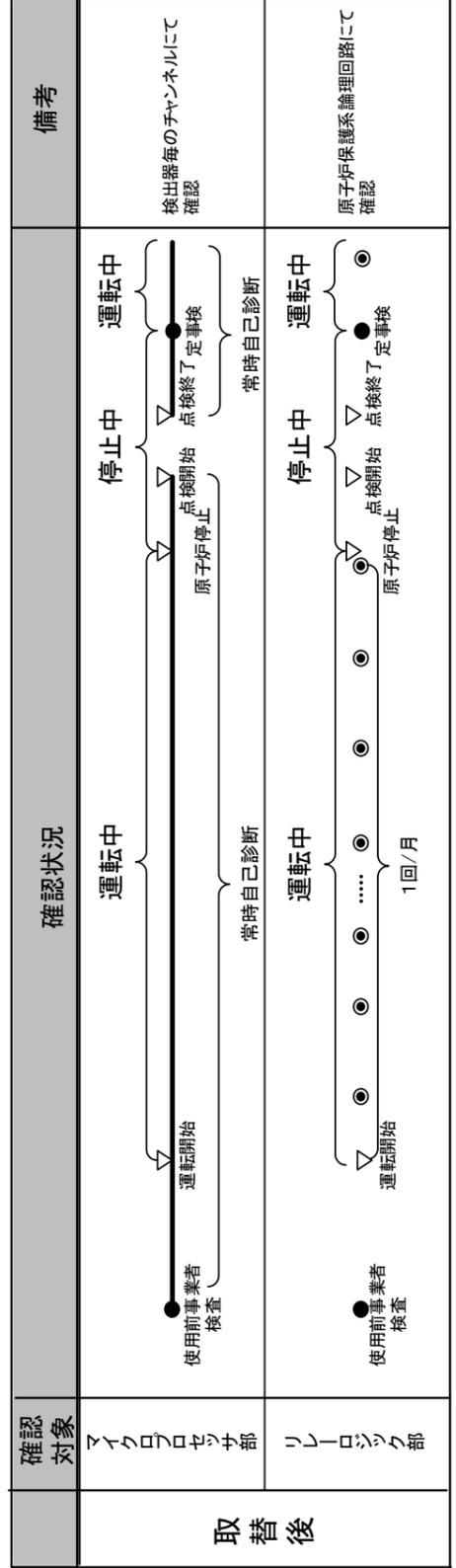
確認事項の整理

青字：マイクログロブセッサ部の健全性確認
赤字：リレーロジック部の健全性確認

< 取替後 >

系統名	実条件性能 (要求事項)	区分	使用前事業者検査 (判定基準)	定期事業者検査 (判定基準)	サーベイランス等 (判定基準)	実条件性能確認の考え方	実条件性能確認評価
第33条よおよび制御設備 (表33-2) 原子炉保護系統 (計装)	【技術基準】 第35条(安全保護装置) 以下に設く認要求事項を抜粋する。なお、本資料においては原子炉保護系統の機能として原子炉停止系統を説明する。 1.3 安全保護装置等 1.3.1 安全保護装置 (1) 安全保護装置の機能及び構成 時の異常な過渡変化が発生する場合又は地震の発生により発電用原子炉の運転に支障が生ずる場合において、その異常な状態を検知し、原子炉停止系統その他系統と併せて機能することに より、燃料要素の許容損傷限界を超えないことも、設計基準事故が発生する場合において、その異常な状態を検知し、原子炉停止系統及び工学的安全施設を自動的に作動させる設計とする。 1.3.3 試験及び検査 安全保護装置のうち原子炉保護装置は、各チャンネルのトリップ状態を模擬するテストスイッチ及び原子炉トリップ遮断器は“2 out of 4”ロジックを構成することにより、発電用原子炉の運転中にも原子炉保護装置の論理回路 及び原子炉トリップ遮断器に関する試験ができる設計とする。	チャンネル	【原子炉保護設備ロジック回路動作検査】(機能・性能検査) <判定基準> (a)トリップステータス、安全保護系ロジック盤のチャンネルトリップ動作表示灯が点灯すること (b)警報(パージャナル、フアーストアウト)が発信すること (c)原子炉トリップ遮断器UVコイル電圧計が0V相当になること (原子炉トリップ遮断器が開放すること ※) ※検査において実動作の確認を1回以上行う。	【安全保護系設定値確認検査】 <判定基準> (1) 設定値確認検査 ・指示値または動作値は、保安規定に定める設定値を満足するほか、そのセット値に許容範囲(計器許容誤差)を加味した値が許容範囲内であること ・ソフトウェア設定値については、各制御装置搭載のアプリケーションソフトウェアと保守ツールに保管されているマスターソフトウェアが一致すること (2) 伝送器性能検査 各点の出力値が許容誤差範囲内であること (3) 指示監視計器性能検査 各点の指示値が許容誤差範囲内であること 【プラント状態監視設備機能検査】 <判定基準> 1. 特性検査 (1) 圧力・水位・流量監視計器性能検査 ・指示計の各点の指示値が計器許容誤差範囲内 (2) 温度監視計器性能検査 ・指示計の各点の指示値が計器許容誤差範囲内 2. 機能・性能検査 (1) 計測範囲確認検査 ・検出器の検知レベルが許容誤差範囲内 (2) 事故時燃料採取設備運転性能検査 C/V 内の気体が燃料採取設備に吸引されること	【サーベイランス】(1日に1回以上) <試験方法> ・発電日誌による記録採取 <判定基準> ・各計器の値により動作不能でないこと 【日常管理】 <試験方法> ・常時中央制御室で警報確認する。 <判定基準> ・不要な警報(自己診断による異常)が発信していないこと。 (常時)	「実条件性能確認」適合の考え方 実条件性能確認評価 ・原子炉運転中に原子炉保護系ロジック回路(論理演算機能・保護回路)を自動的に一気通貫で動作させること(論理演算機能の上流からテスト信号を入力する方法)は、以下の理由から実施することには原子炉安全上困難である。 ・保障回路のロジックが2/4から1/3相当となることから、誤動作率が上がり、設備の安全性に影響を及ぼす。 ・原子炉保護系ロジックの論理演算機能の下流からテスト信号を模擬入力し、ロジック盤の保障回路が動作することを下流にある原子炉トリップしゃ断器の実動作や警報等の発信により確認し、ロジック盤の保障回路が問題ないことを確認する。 【月例】 <リレーロジック部>(1ヶ月に2回を交互に行う。) ・計器ラックの論理演算機能の下流からテスト信号を模擬入力し、ロジック盤の保障回路が動作することを下流にある原子炉トリップしゃ断器の実動作や警報等の発信により確認し、ロジック盤の保障回路が問題ないことを確認する。 【日常管理】 ・発電日誌による記録確認等、中央制御室において定期的にパラメータ監視をしている。 ・不要な警報(自己診断による異常)が発信していないこと。(常時) (・運転中に、ソフトウェアを変更しようとする場合は中央制御室へ警報が発信されるため、発信がないことをもってソフトウェアに変更がないことを確認している。 ・計器ラックに備わっている自己診断機能(30msecの周期で実施)で計器ラックのマイクロプロセッサ等が健全であることを確認している。万が一、健全性が損なわれることとなれば中央制御室へ警報が発信する。) ・不要な警報(電源異常等)が発信していないことを確認する。(常時)	以上の組み合わせにより、原子炉保護系計装回路の実条件性能を確認していると整理する。
系統			【原子炉保護系ロジック回路動作検査】(機能・性能検査) <判定基準> b. 安全保護系ロジック盤ロジック回路動作検査(原子炉保護系) (a)安全保護系ロジック盤のチャンネルトリップ動作表示灯が点灯すること (b)原子炉トリップ遮断器UVコイル電圧計が0V相当になること (原子炉トリップ遮断器が開放すること ※) ※検査において実動作の確認を各トレン1回以上行う。	【原子炉保護系ロジック検査】(全トレン行う。) <判定基準> a. トリップ状態表示およびロジック状態表示が点灯すること(手動要素) b. フアーストアウト警報が発信すること(手動要素) c. 原子炉トリップしゃ断器の「緑」表示または「W」ランプが消灯すること(手動要素およびPの各組合せ確認) 【日常管理】 <試験方法> ・常時中央制御室で警報確認する。 <判定基準> ・不要な警報(電源異常等)が発信していないこと。(常時)	【原子炉トリップ回路ロジック検査】(1ヶ月に2回を交互に行う。) <判定基準> a. トリップ状態表示およびロジック状態表示が点灯すること(手動要素) b. フアーストアウト警報が発信すること(手動要素) c. 原子炉トリップしゃ断器の「緑」表示または「W」ランプが消灯すること(手動要素およびPの各組合せ確認) 【日常管理】 <試験方法> ・常時中央制御室で警報確認する。 <判定基準> ・不要な警報(電源異常等)が発信していないこと。(常時)		

上記の表では、安全保護系計器ラック(以下、「計器ラック」という。)のソフトウェアで実現した論理回路を「論理演算機能」という。また、ロジック盤にあるリレー回路を「保障回路」という。



凡例

- : 定期事業者検査にて実動作確認
- : 1回/月の実動作確認
- : 自己診断にて常時確認

<取替前>

系統名	実条件性能 (要求事項)	区分	定期事業者検査 (判定基準)	サーベイランス等 (判定基準)	「実条件性能確認」適合の考え方	実条件性能確認との差異	実条件性能確認評価	
第33条および制御設備 (表33-2) 原子炉保護系統計装)	<p>【技術基準規則】第35条(安全保護装置)</p> <p>以下に設工認要求事項を抜粋する。なお、本資料においては原子炉保護系統の機能として原子炉停止系統を説明する。</p> <p>1.3 安全保護装置等</p> <p>1.3.1 安全保護装置</p> <p>(1) 安全保護装置の機能及び構成</p> <p>安全保護装置は、運転時の異常な過渡変化が発生する場合又は地震の発生により発電用原子炉の運転に支障が生ずる場合において、その異常な状態を検出し、原子炉停止系統を併せて機能させることにより、燃料要素の許容損傷限界を超えないとともに、設計基準事故が発生する場合において、その異常な状態を検出し、原子炉停止系統及び工学的安全施設を自動的に作動させる設計とする。</p> <p>1.3.3 試験及び検査</p> <p>安全保護装置のうち原子炉保護装置は、各チャンネルのトリップ状態を模擬するテストスイッチ及び原子炉トリップ遮断器は“2 out of 4”ロジックを構成することにより、発電用原子炉の運転中にも原子炉保護装置の論理回路及び原子炉トリップ遮断器に関する試験ができる設計とする。</p>	チャネル	<p>【安全保護系設定値確認検査】</p> <p><判定基準></p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 設定値確認検査 ・指示値または動作値は、保安規定に定める設定値を満足するほか、そのセット値に許容範囲(計器許容誤差)を加味した値が許容範囲内であること ・ソフトウェア設定値については、各制御装置搭載のアプリケーションソフトウェアと保守ツールに保管されているマスターソフトウェアが一致すること (2) 伝送器性能検査 ・各点の出力値が許容誤差範囲内であること (3) 指示監視計器性能検査 ・各点の指示値が許容誤差範囲内であること <p>【プラント状態監視設備機能検査】</p> <p><判定基準></p> <ol style="list-style-type: none"> 特性検査 <ul style="list-style-type: none"> (1) 圧力・水位・流量監視計器性能検査 ・指示計の各点の指示値が計器許容誤差範囲内 温度監視計器性能検査 ・指示計の各点の指示値が計器許容誤差範囲内 <p>2. 機能・性能検査</p> <ol style="list-style-type: none"> 計測範囲確認検査 ・検出器の検知レベルが許容誤差範囲内 <p>(2) 事故時試料採取設備運転性能検査</p> <ul style="list-style-type: none"> ・C/V内の気体が試料採取設備に吸引されること 	<p>【サーベイランス】(1日に1回以上)</p> <p><試験方法></p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電日誌による記録採取 <p><判定基準></p> <ul style="list-style-type: none"> ・各計器の値により動作不能でないこと <p>【日常管理】</p> <p><試験方法></p> <ul style="list-style-type: none"> ・常時中央制御室で警報確認する。 <p><判定基準></p> <ul style="list-style-type: none"> ・不要な警報(自己診断による異常)が発信しないこと。(常時) 	<p>【サーベイランス等 (判定基準)】</p> <p><試験方法></p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電日誌による記録採取 <p><判定基準></p> <ul style="list-style-type: none"> ・各計器の値により動作不能でないこと <p>【日常管理】</p> <p><試験方法></p> <ul style="list-style-type: none"> ・常時中央制御室で警報確認する。 <p><判定基準></p> <ul style="list-style-type: none"> ・不要な警報(自己診断による異常)が発信しないこと。(常時) 	<p>定期事業者検査(原子炉保護系統)に実施することは原子炉保護系統の論理演算機能の上流からテスト信号を模擬入力し、ロジック盤の論理演算機能が動作することを下流にある原子炉トリップしゃ断器の実動作や警報等の発信により1カ月に1回の頻度で確認し、論理演算機能が問題ないことを確認していた。</p> <p>【月例試験】</p> <ul style="list-style-type: none"> (1ヶ月に2トレンを交互に行う。) ・ロジック盤の論理演算機能の上流からテスト信号を模擬入力し、ロジック盤の論理演算機能が動作することを下流にある原子炉トリップしゃ断器の実動作や警報等の発信により1カ月に1回の頻度で確認し、論理演算機能が問題ないことを確認していた。 <p>【日常管理】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電日誌による記録確認等、中央制御室において定期的にパラメータ監視をしている。 ・不要な警報(自己診断による異常)が発信しないこと。(常時) ・不要な警報(電源異常等)が発信しないことを確認する。(常時) 	<p>「実条件性能確認」適合の考え方</p> <p>実条件性能確認との差異</p> <p>原子炉運転中に原子炉保護系統ロジック回路をすべて自動的に作動させることは、以下の理由から実施することには原子炉トリップしゃ断器1台が動作している状態が長期間に渡るため、誤動作率が上がり、意図しないプラントの緊急停止に至るリスクがある。</p>	<p>実条件性能確認評価</p> <p>左記確認を原子炉運転中に実施することは原子炉安全上困難であることから実条件性能確認に対しては下記の通り実施する。</p> <p>【定期事業者検査】(全トレン行う)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ロジック盤の論理演算機能の上流からテスト信号を模擬入力し、ロジック盤の論理演算機能が動作することを下流にある原子炉トリップしゃ断器の実動作や警報等の発信により1カ月に1回の頻度で確認し、論理演算機能が問題ないことを確認していた。 <p>【月例試験】</p> <ul style="list-style-type: none"> (1ヶ月に2トレンを交互に行う。) ・ロジック盤の論理演算機能の上流からテスト信号を模擬入力し、ロジック盤の論理演算機能が動作することを下流にある原子炉トリップしゃ断器の実動作や警報等の発信により1カ月に1回の頻度で確認し、論理演算機能が問題ないことを確認していた。 <p>【日常管理】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電日誌による記録確認等、中央制御室において定期的にパラメータ監視をしている。 ・不要な警報(自己診断による異常)が発信しないこと。(常時) ・不要な警報(電源異常等)が発信しないことを確認する。(常時) <p>以上の組み合わせにより実条件性能を確認していると整理する。</p>
		系統	<p>【安全保護系機能検査】</p> <p><判定基準></p> <ol style="list-style-type: none"> トリップステータスタスが点灯すること 警報(バーチャル、ファーストアウト)が発信すること 原子炉トリップ遮断器UVコイル電圧計がOV相当になること (原子炉トリップ遮断器が開放すること ※) <p>※検査において実動作の確認を1回以上行う。</p> <p>【日常管理】</p> <p><試験方法></p> <ul style="list-style-type: none"> ・常時中央制御室で警報確認する。 <p><判定基準></p> <ul style="list-style-type: none"> ・不要な警報(電源異常等)が発信しないこと。(常時) 	<p>【原子炉トリップ回路ロジック検査】(1ヶ月に2トレンを交互に行う。)</p> <p><判定基準></p> <ol style="list-style-type: none"> トリップステータスタスが点灯すること 警報(バーチャル、ファーストアウト)が発信すること 原子炉トリップ遮断器UVコイル電圧計がOV相当になること (原子炉トリップ遮断器が開放すること ※) <p>※検査において実動作の確認を1回以上行う。</p> <p>【日常管理】</p> <p><試験方法></p> <ul style="list-style-type: none"> ・常時中央制御室で警報確認する。 <p><判定基準></p> <ul style="list-style-type: none"> ・不要な警報(電源異常等)が発信しないこと。(常時) 	<p>【原子炉トリップ回路ロジック検査】(1ヶ月に2トレンを交互に行う。)</p> <p><判定基準></p> <ol style="list-style-type: none"> トリップステータスタスが点灯すること 警報(バーチャル、ファーストアウト)が発信すること 原子炉トリップ遮断器UVコイル電圧計がOV相当になること (原子炉トリップ遮断器が開放すること ※) <p>※検査において実動作の確認を1回以上行う。</p> <p>【日常管理】</p> <p><試験方法></p> <ul style="list-style-type: none"> ・常時中央制御室で警報確認する。 <p><判定基準></p> <ul style="list-style-type: none"> ・不要な警報(電源異常等)が発信しないこと。(常時) 	<p>【原子炉トリップ回路ロジック検査】(1ヶ月に2トレンを交互に行う。)</p> <p><判定基準></p> <ol style="list-style-type: none"> トリップステータスタスが点灯すること 警報(バーチャル、ファーストアウト)が発信すること 原子炉トリップ遮断器UVコイル電圧計がOV相当になること (原子炉トリップ遮断器が開放すること ※) <p>※検査において実動作の確認を1回以上行う。</p> <p>【日常管理】</p> <p><試験方法></p> <ul style="list-style-type: none"> ・常時中央制御室で警報確認する。 <p><判定基準></p> <ul style="list-style-type: none"> ・不要な警報(電源異常等)が発信しないこと。(常時) 		