

伊方発電所保安規定審査資料	
資料番号	TS(76)-05-01(r2)

安全保護系ロジック盤取替工事による
保安規定への影響について

令和3年7月
四国電力株式会社

目 次

1. 安全保護系ロジック盤取替に伴う変更内容

2. 保安規定への影響について

2. 1 表 33-2 および 33-3 の内容について

2. 2 表外（注釈）の内容について

別紙 設備変更に伴う運用面（表 33-2 および表 33-3）の影響有無について

参考 安全保護系ロジック盤取替に伴う保安規定（表 33-2 および表 33-3）への影響について

1. 安全保護系ロジック盤取替に伴う変更内容

今回の安全保護系ロジック盤（以下、「ロジック盤」という。）取替工事は電子部品の製造中止に伴い、同様の設備構成となるロジック盤の復元が困難であることから、安全保護系の機能において取替前の機能を維持するために①、②の工事を実施する。また、ロジック盤取替工事に合わせて、バイパススイッチの設備構成を変更すること（③）で、原子炉保護系論理回路の定期点検時における運用を変更する。

① ロジック盤の論理回路移設

変更前にロジック盤が有していたパラメータに対する論理演算機能を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。）のソフトウェアにて実現する。

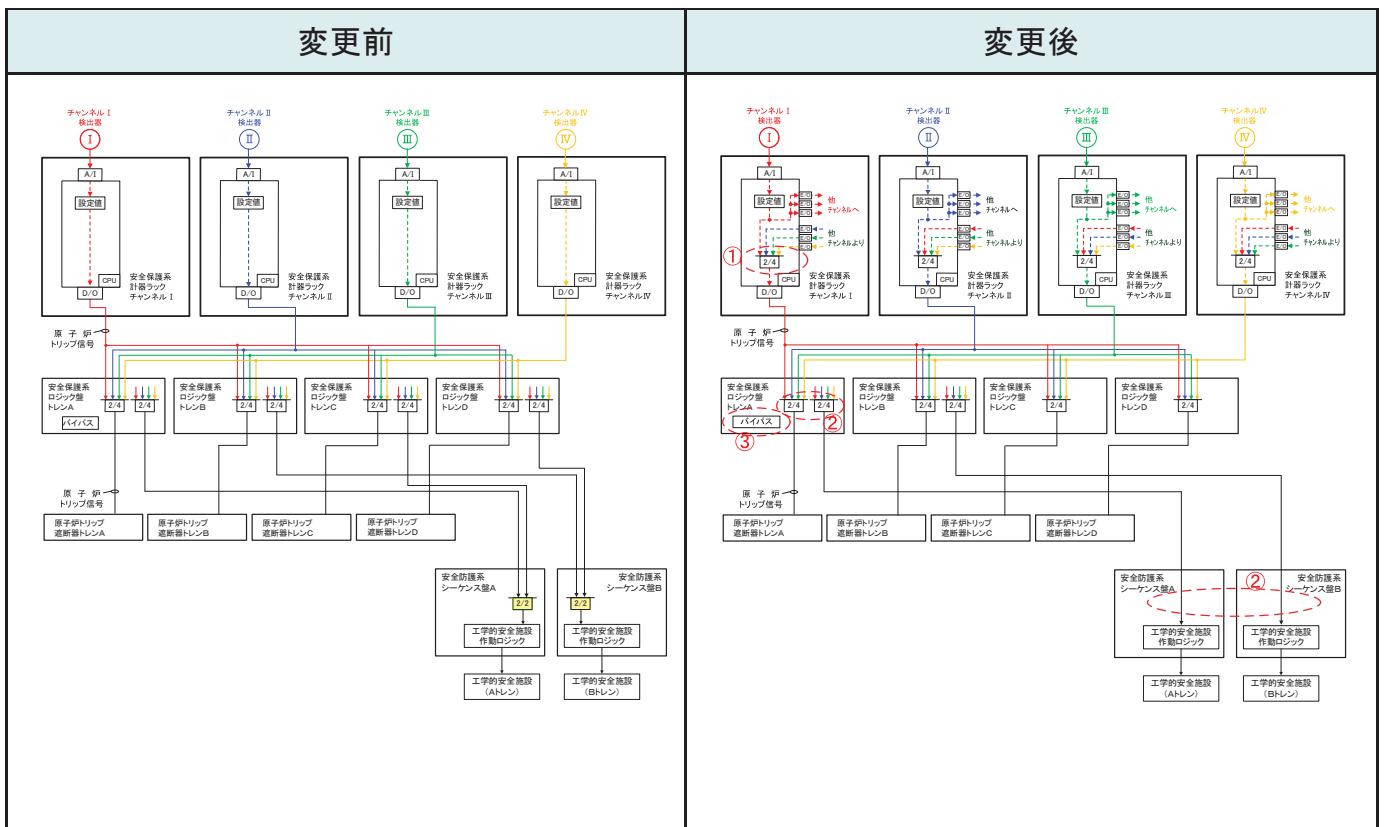
② ロジック盤の設置（安全防護系シーケンス盤の論理回路移設含む）

計器ラックの1重故障時の対応を考慮し、計器ラックから2チャンネル以上の信号が発信されていることを確認する機能を有するロジック盤を設置する。

変更後、上記機能をロジック盤が有することにより、変更前に安全防護系シーケンス盤（以下、「シーケンス盤」という。）が有していた2/2の論理演算機能は不要となり、ロジック盤とシーケンス盤が1対1となるトレン構成となる。

③ 系統のバイパススイッチの設置

変更後、試験時に工学的安全施設作動信号を不要に不動作させないため、原子炉トリップ信号と工学的安全施設作動信号の各出力信号を個別にバイパスできる設備構成となる。



2. 保安規定への影響について

1項で示すロジック盤取替に伴う①～③の変更における保安規定への影響範囲は、第33条表33-2および表33-3となり、これらへの影響有無を以下に示す。

2. 1 表33-2、33-3の内容について

①～③の変更において、表33-2、33-3で規定する機能、設定値、所要チャンネル・系統数等の記載事項に影響はない。(詳細は別紙のとおり)

なお、①の変更においてパラメータに対する論理演算機能が系統からチャンネルへ移設することによって、確認する「機能」が変更となるが、現行記載事項に影響を与えるものではない。具体的には、変更前に「原子炉保護系論理回路」において確認していた内容が変更後は「検出器毎の機能(例：原子炉圧力低)」にて確認することとなる。(詳細は、説明資料「TS(76)-05-02」参照)

また、②の変更において、シーケンス盤の論理回路移設することによりロジック盤の論理回路が工学的安全施設等作動計装の論理回路対象に含まれるが、現行の記載事項に変更はない。具体的には、確認事項として規定している定期事業者検査における機能確認は、変更前よりロジック盤を含んだ範囲で実施しており、従前から確認範囲に変更はなく、機能の健全性は確認できている。(詳細は、説明資料「TS(76)-05-03」参照)

2. 2 表外(注釈)の内容について

③の変更において、原子炉トリップ信号と工学的安全施設作動信号の各出力信号を個別にバイパスできる設備構成となることから、注釈の記載の適正化を行う。

以 上

変更箇所		設備の変更点		変更内容		設備変更に伴う運用面（表33-2 原子炉保護系計装）の影響評価				
						機能※1	設定値※2	所要ch,系統数※1	確認事項	その他
チャンネル	① ロジック盤の論理回路移設（計器ラックへ）	パラメータに対する論理演算機能をデジタル制御装置である計器ラックのソフトラウエアにて実現する。	変更前： 原子炉保護系論理回路 変更後： 検出器毎の機能 （詳細は別途資料「TS(76)-05-2」参照）	記載事項に変更なし 設定値は比較演算に対する項目であり、パラメータに対する論理回路は従前より設定値を持っていない。 変更前： - 変更後： -	記載事項に変更なし ただし、パラメータに対する論理回路は「チャネル」に規定される機能項目を確認することに伴って以下の所要数を確認する。 変更前： 4系統 変更後： 検出器毎のチャンネル数	記載事項に変更なし ただし、パラメータに対する論理回路は「チャネル」に規定される機能項目を確認することに伴って以下の確認事項を確認する。 変更前： 1カ月に1回の機能確認、定期事業検査時の機能確認 変更後： 検出器毎の機能確認 （詳細は別途資料「TS(76)-05-2」参照）	記載事項に変更なし	記載事項に変更なし	記載事項に変更なし	
系統	② ロジック盤の設置（シーケンス盤の論理回路移設含む）	計器ラックから2ch以上の信号が発信されていることを確認する。ロジック盤にて実現する。上記機能をロジック盤が有するため、シーケンス盤の2/2論理演算機能は不要となり、ロジック盤とシーケンス盤が1対1となる。トレン構成となる。	変更前： 原子炉保護系論理回路 変更後： 同上	（該当なし）	記載事項に変更なし ロジック盤の論理回路は以下の所要数を確認する。 変更前： 4系統 変更後： 同上	記載事項に変更なし ロジック盤の論理回路は以下の確認事項を確認する。 変更前： 1カ月に1回の機能確認、定期事業検査時の機能確認 変更後： 同上	記載事項に変更なし	記載事項に変更なし	記載事項に変更なし	
系統	③ 系統のバイパススイッチの設置	原子炉トリップ信号と工学的安全施設作動信号の各出力信号を個別にバイパスできる設備構成となる。	（該当なし）	（該当なし）	（該当なし）	記載事項に変更なし	記載事項に変更なし	記載事項に変更なし	記載事項に変更なし	（該当なし）

※1 設工認申請書の添付図面「原子炉非常停止信号の作動回路の説明図及び工学的安全施設等の起動（作動）信号の起動（作動）回路の説明図」により確認。

※2 デジタル安全保護系の設工認において「設定値の根拠に関する説明書」に変更はなし。

変更箇所		設備の変更点		変更内容		設備変更に伴う運用面（表33-3 工学的安全施設等作動計装）の影響評価		
機能※1		設定値※2		所要ch,系統数※1		確認事項		その他
チャンネル	① ロジック盤の論理回路移設（計器ラックへ）	パラメータに対する論理演算機能をデジタル制御装置である計器ラックのソフトウェアにて実現する。	記載事項に変更なし	設定値は比較演算に対する項目であり、パラメータに対する論理回路は従前より設定値を持っていない。 変更前： - 変更後： -	記載事項に変更なし ただし、パラメータに対する論理回路は「システム」に規定される機能項目を確認することに伴って以下の所要数を確認する。 変更前： 2 系統 変更後： 検出器毎のチャンネル数	記載事項に変更なし ただし、パラメータに対する論理回路は「チャンネル」に規定される機能項目を確認することに伴って以下の確認事項を確認する。 変更前： 定期事業検査時の機能確認 変更後： 検出器毎の機能確認 （詳細は別途資料「TS(76)-05-2」参照）	記載事項に変更なし	
系統	② ロジック盤の設置（シークェンス盤の論理回路移設含む）	計器ラックから2ch以上の信号が発信されることを確認する機能をロジック盤にて実現する。上記機能をロジック盤が有するため、シークェンス盤の2/2論理演算機能は不要となり、ロジック盤とシークェンス盤が1対1となるトレン構成となる。	記載事項に変更なし	（該当なし）	記載事項に変更なし ロジック盤の論理回路およびシークェンス盤の作動回路は以下の所要数を確認する。 変更前： 2 系統 変更後： 同上	記載事項に変更なし ロジック盤の論理回路およびシークェンス盤の作動回路は以下の確認事項を確認する。 変更前： 定期事業検査時の機能確認 変更後： 同上 （詳細は別途資料「TS(76)-05-3」参照）	記載事項に変更なし	
系統	③ 系統のバイパススイッチの設置	原子炉トリップ信号と工学的安全施設作動信号の各出力信号を個別にバイパスできる設備構成となる。	（該当なし）	（該当なし）	（該当なし）	（該当なし）	記載事項に変更あり 注釈の削除（今回の保安規定変更申請）	

※1 設工認申請書の添付図面「原子炉非常停止信号の作動回路の説明図及び工学的安全施設等の起動（作動）信号の起動（作動）回路の説明図」により確認。

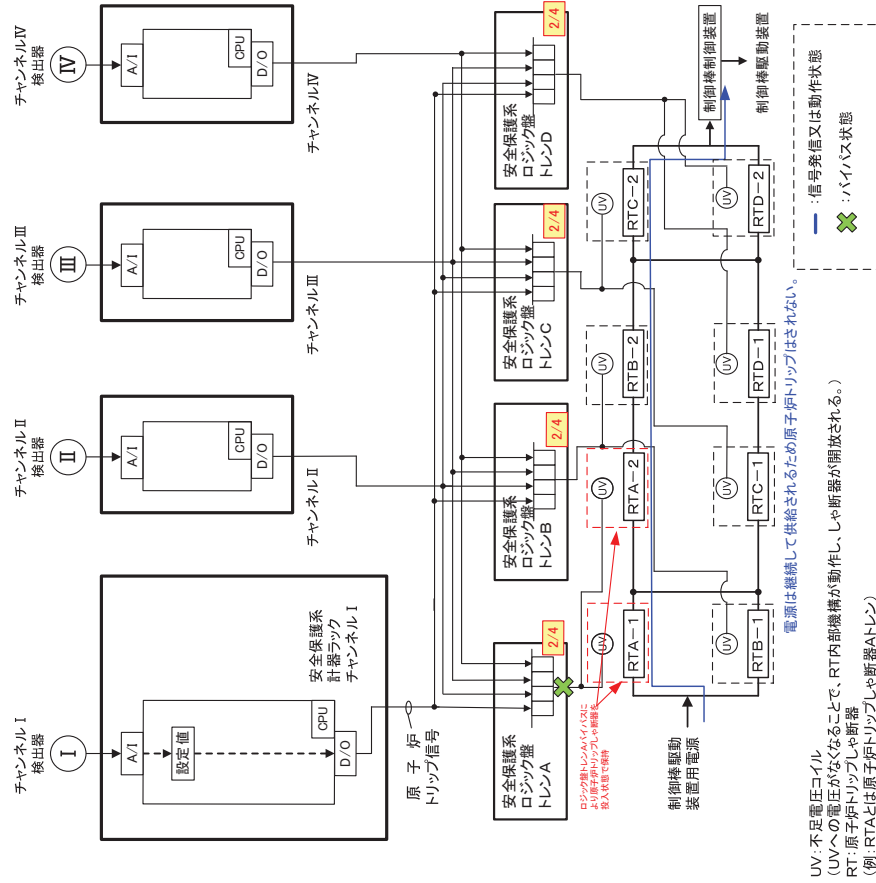
※2 デジタル安全保護系の設工認において「設定値の根拠に関する説明書」に変更はなし。

(参考) 安全保護系ロジック盤取替に伴う保安規定 (表 33-2 および表 33-3) への影響について

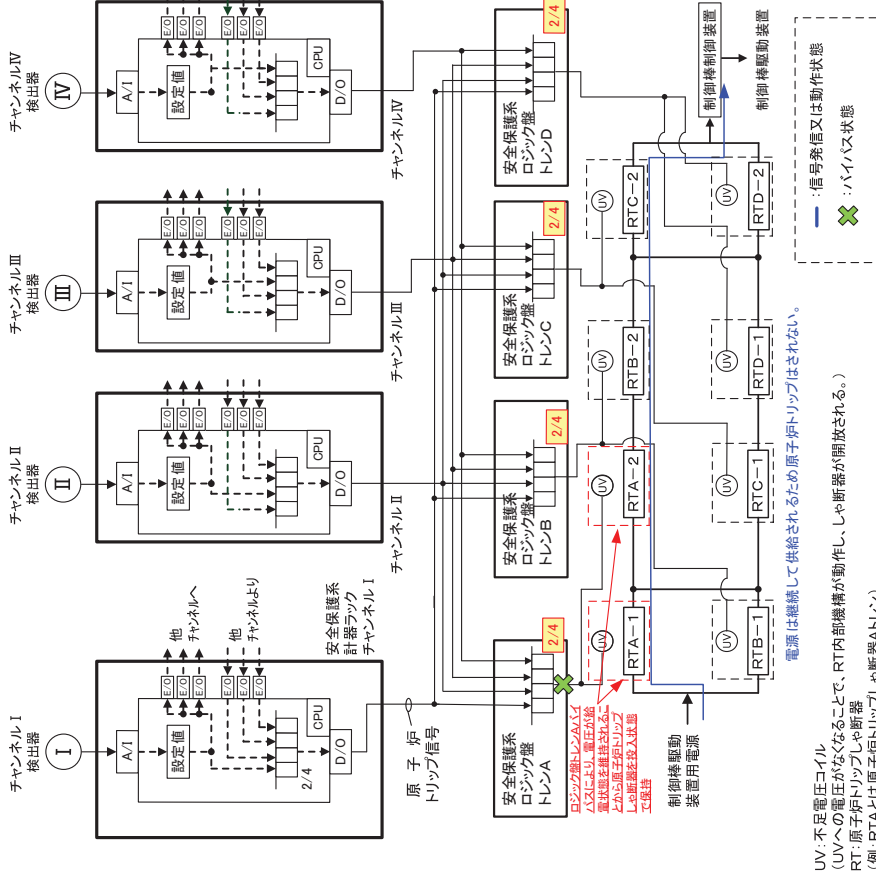
ロジック盤取替後の設備構成	保安規定	設備変更に伴う保安規定への影響																																																
	<p>表 33-2 原子炉保護系計装</p> <p>表 33-3 工学的安全施設等作動計装</p>	<p>機能、設定値、所要チャヤンネル・系統数等 ロジック盤取替に伴う①~③の変更において、保安規定 (表 33-2、33-3) の記載事項に変更はなく、影響を与えるものではない。</p> <p>①の変更においてパラメータに対する論理回路の確認が「系統」ではなく「チャヤンネル」に変更となるが、現行の記載事項で機能の健全性は確認できている。(詳細は、説明資料「TS(76)-05-02」参照)</p>																																																
<p>表 33-2 原子炉保護系計装</p> <p>表 33-3 工学的安全施設等作動計装</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>機能</th> <th>設定値</th> <th>適用モード</th> <th>所要チャヤンネル・系統数</th> <th>条件</th> <th>所要チャヤンネル・系統数を構成できない場合の措置</th> <th>項目</th> <th>頻度</th> <th>担当</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a. 原子炉出力</td> <td>低</td> <td>12. 30MHz (Level) 以上</td> <td>4</td> <td>1. 1チャヤンネル (P-01)以上 2. 1チャヤンネル (P-02)以上 3. 1チャヤンネル (P-03)以上 4. 1チャヤンネル (P-04)以上</td> <td>要求される措置</td> <td>1. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 2. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 3. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 4. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。</td> <td>6時間</td> <td>定期事業者 常勤員 1日に1回</td> <td>担当</td> </tr> <tr> <td>b. 同期起動</td> <td>高</td> <td>10. 30MHz (Level) 以下</td> <td>4</td> <td>1. 1チャヤンネル (P-01)以上 2. 1チャヤンネル (P-02)以上 3. 1チャヤンネル (P-03)以上 4. 1チャヤンネル (P-04)以上</td> <td>要求される措置</td> <td>1. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 2. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 3. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 4. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。</td> <td>6時間</td> <td>定期事業者 常勤員 1日に1回</td> <td>担当</td> </tr> <tr> <td>c. 機軸駆動力高 (限1)</td> <td>0. 03MHz (Level) 以下</td> <td>モード1、2 および3、4</td> <td>4</td> <td>1. 1チャヤンネル (P-01)以上 2. 1チャヤンネル (P-02)以上 3. 1チャヤンネル (P-03)以上 4. 1チャヤンネル (P-04)以上</td> <td>要求される措置</td> <td>1. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 2. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 3. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 4. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。</td> <td>6時間</td> <td>定期事業者 常勤員 1日に1回</td> <td>担当</td> </tr> <tr> <td>d. 原子炉トリップしや断器 (4トレン構成)</td> <td>11. 30MHz (Level) 以上</td> <td>モード1 および2 (P-01L)</td> <td>4</td> <td>1. 1チャヤンネル (P-01)以上 2. 1チャヤンネル (P-02)以上 3. 1チャヤンネル (P-03)以上 4. 1チャヤンネル (P-04)以上</td> <td>要求される措置</td> <td>1. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 2. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 3. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 4. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。</td> <td>6時間</td> <td>定期事業者 常勤員 1日に1回</td> <td>担当</td> </tr> </tbody> </table>	機能	設定値	適用モード	所要チャヤンネル・系統数	条件	所要チャヤンネル・系統数を構成できない場合の措置	項目	頻度	担当	a. 原子炉出力	低	12. 30MHz (Level) 以上	4	1. 1チャヤンネル (P-01)以上 2. 1チャヤンネル (P-02)以上 3. 1チャヤンネル (P-03)以上 4. 1チャヤンネル (P-04)以上	要求される措置	1. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 2. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 3. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 4. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。	6時間	定期事業者 常勤員 1日に1回	担当	b. 同期起動	高	10. 30MHz (Level) 以下	4	1. 1チャヤンネル (P-01)以上 2. 1チャヤンネル (P-02)以上 3. 1チャヤンネル (P-03)以上 4. 1チャヤンネル (P-04)以上	要求される措置	1. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 2. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 3. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 4. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。	6時間	定期事業者 常勤員 1日に1回	担当	c. 機軸駆動力高 (限1)	0. 03MHz (Level) 以下	モード1、2 および3、4	4	1. 1チャヤンネル (P-01)以上 2. 1チャヤンネル (P-02)以上 3. 1チャヤンネル (P-03)以上 4. 1チャヤンネル (P-04)以上	要求される措置	1. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 2. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 3. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 4. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。	6時間	定期事業者 常勤員 1日に1回	担当	d. 原子炉トリップしや断器 (4トレン構成)	11. 30MHz (Level) 以上	モード1 および2 (P-01L)	4	1. 1チャヤンネル (P-01)以上 2. 1チャヤンネル (P-02)以上 3. 1チャヤンネル (P-03)以上 4. 1チャヤンネル (P-04)以上	要求される措置	1. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 2. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 3. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 4. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。	6時間	定期事業者 常勤員 1日に1回	担当
機能	設定値	適用モード	所要チャヤンネル・系統数	条件	所要チャヤンネル・系統数を構成できない場合の措置	項目	頻度	担当																																										
a. 原子炉出力	低	12. 30MHz (Level) 以上	4	1. 1チャヤンネル (P-01)以上 2. 1チャヤンネル (P-02)以上 3. 1チャヤンネル (P-03)以上 4. 1チャヤンネル (P-04)以上	要求される措置	1. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 2. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 3. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 4. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。	6時間	定期事業者 常勤員 1日に1回	担当																																									
b. 同期起動	高	10. 30MHz (Level) 以下	4	1. 1チャヤンネル (P-01)以上 2. 1チャヤンネル (P-02)以上 3. 1チャヤンネル (P-03)以上 4. 1チャヤンネル (P-04)以上	要求される措置	1. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 2. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 3. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 4. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。	6時間	定期事業者 常勤員 1日に1回	担当																																									
c. 機軸駆動力高 (限1)	0. 03MHz (Level) 以下	モード1、2 および3、4	4	1. 1チャヤンネル (P-01)以上 2. 1チャヤンネル (P-02)以上 3. 1チャヤンネル (P-03)以上 4. 1チャヤンネル (P-04)以上	要求される措置	1. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 2. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 3. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 4. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。	6時間	定期事業者 常勤員 1日に1回	担当																																									
d. 原子炉トリップしや断器 (4トレン構成)	11. 30MHz (Level) 以上	モード1 および2 (P-01L)	4	1. 1チャヤンネル (P-01)以上 2. 1チャヤンネル (P-02)以上 3. 1チャヤンネル (P-03)以上 4. 1チャヤンネル (P-04)以上	要求される措置	1. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 2. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 3. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。 4. 計装作動時は、当該チャヤンネルを動作可能状態にする。	6時間	定期事業者 常勤員 1日に1回	担当																																									

(参考)

(更新前) 安全保護系ロジック盤バイパス



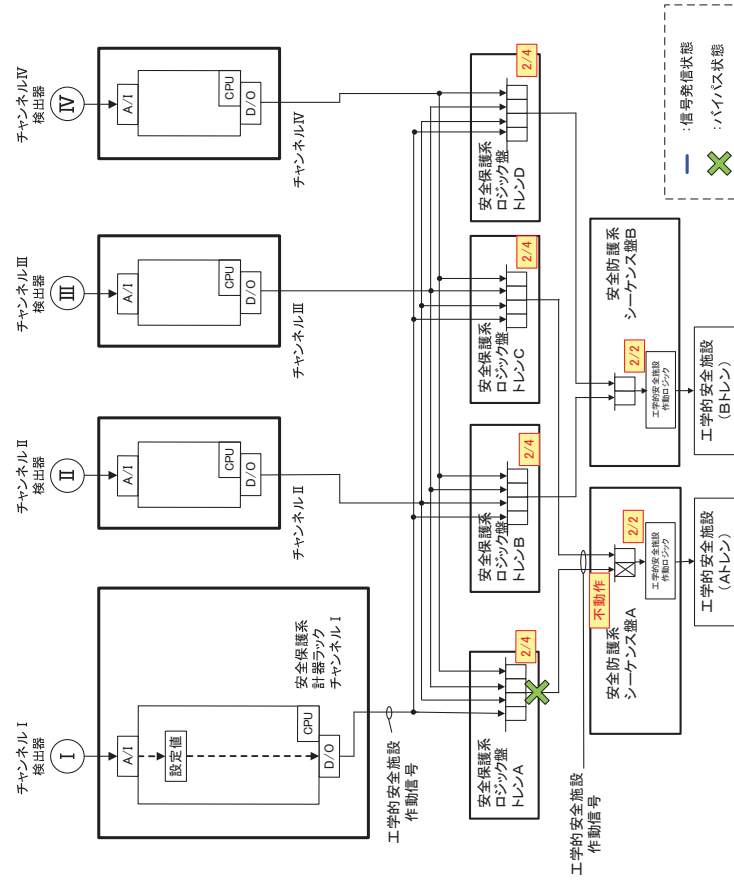
(更新後) 安全保護系ロジック盤バイパス



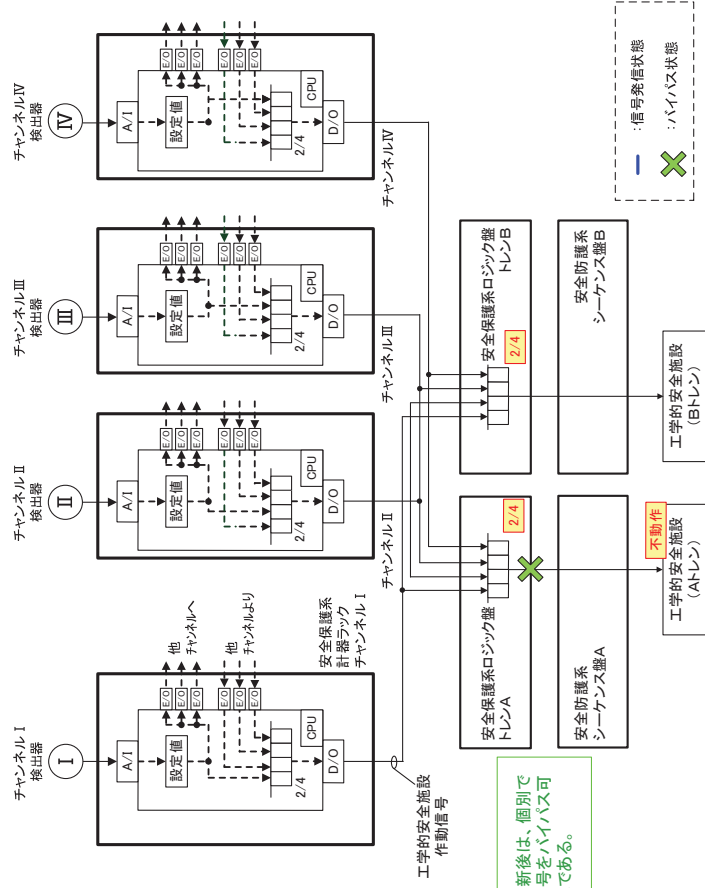
第1図 更新前後、安全保護系ロジック盤をバイパス場合の信号の流れ (原子炉保護設備)

(参考)

(更新前) 安全保護系ロジック盤バイパス



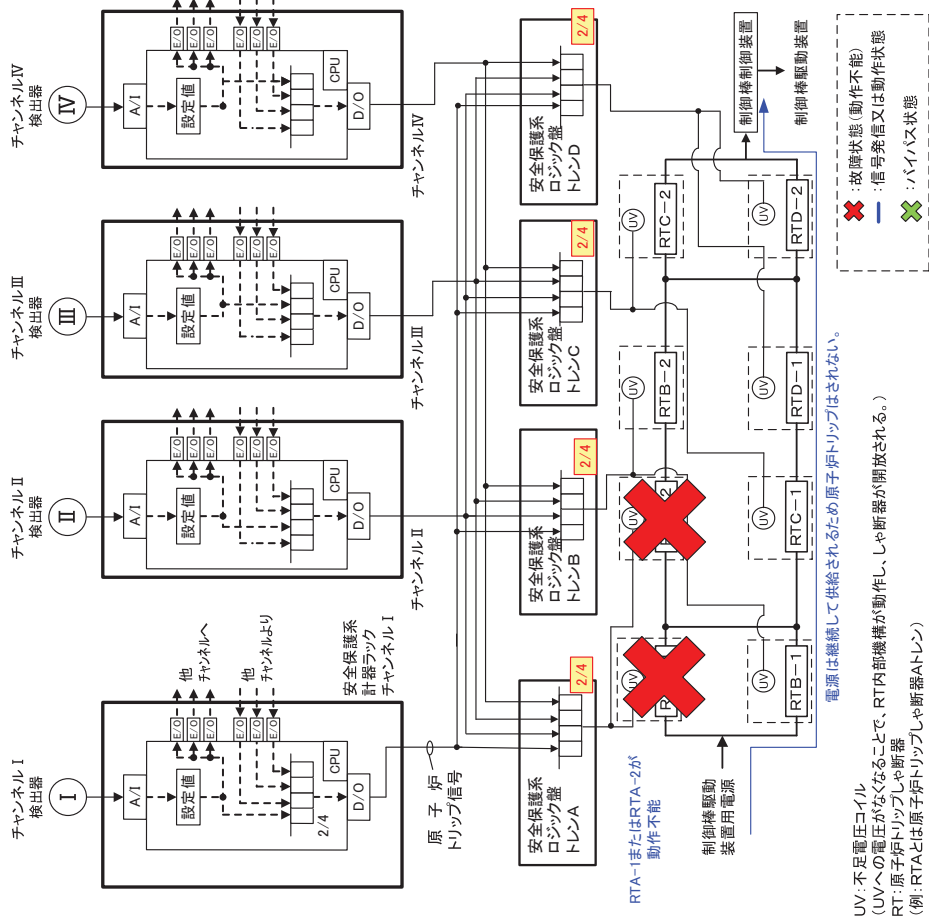
(更新後) 安全保護系ロジック盤バイパス



第2図 更新前後、安全保護系ロジック盤をバイパス場合の信号の流れ (工学的安全施設作動設備)

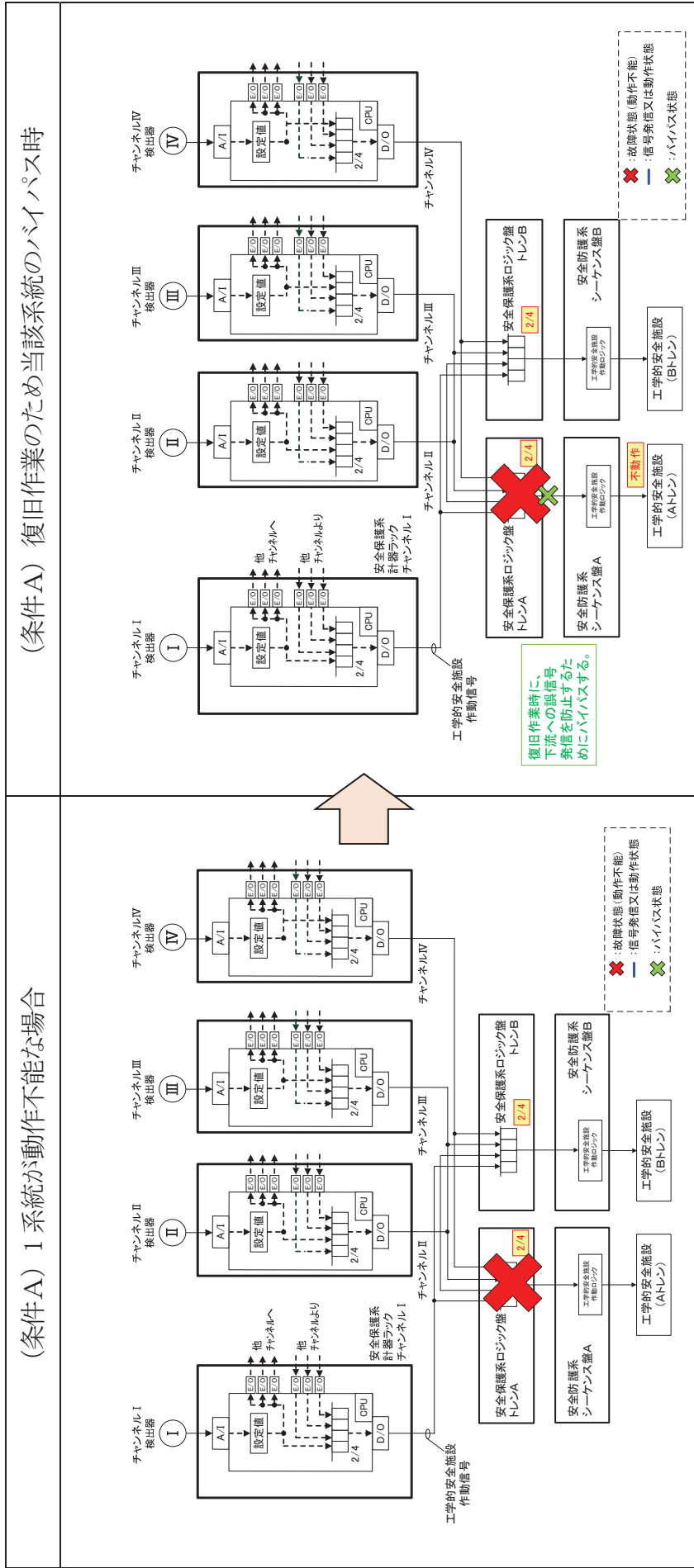
(参考) 保安規定 表 3.3.3-2 1. 原子炉保護系論理回路の所要系統数を満足できない場合の措置
(条件B) の状態

(条件B) 原子炉トリップしや断器が動作不能である場合



第3.2図 更新後、安全保護系ロジック盤故障時の信号の流れ (原子炉保護設備) (条件B)

(参考) 保安規定 表 3 3 3 - 3 a . 非常用炉心冷却系作動論理回路の所要系統数を満足できない場合の措置の状態



第4図 更新後、安全保護系ロジック盤故障時の信号の流れ (工学的安全施設作動設備)

伊方発電所保安規定審査資料	
資料番号	TS(76)-05-02(初版)

ロジック盤取替工事による
論理演算機能移設に係る保安規定への影響
について

令和3年6月
四国電力株式会社

目 次

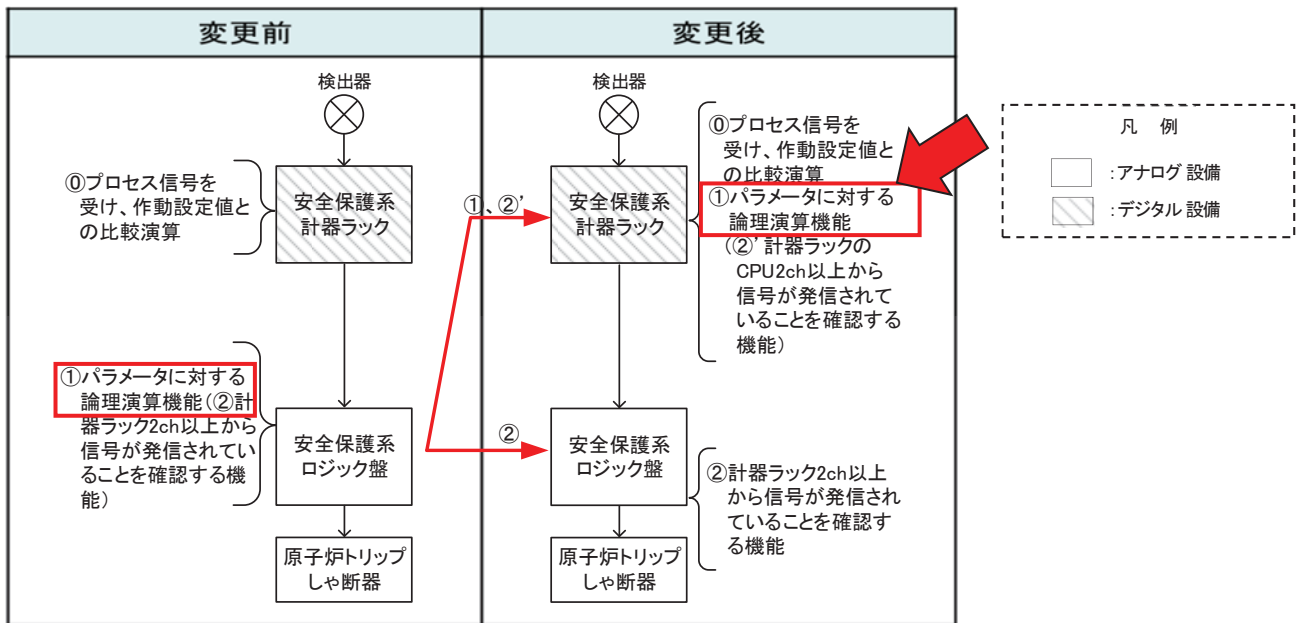
1. 設工認申請における論理演算機能について
2. 保安規定上の系統等の整理
3. 安全保護系計器ラックに移設する論理演算機能の「確認事項」について

1. 設工認申請における論理演算機能について

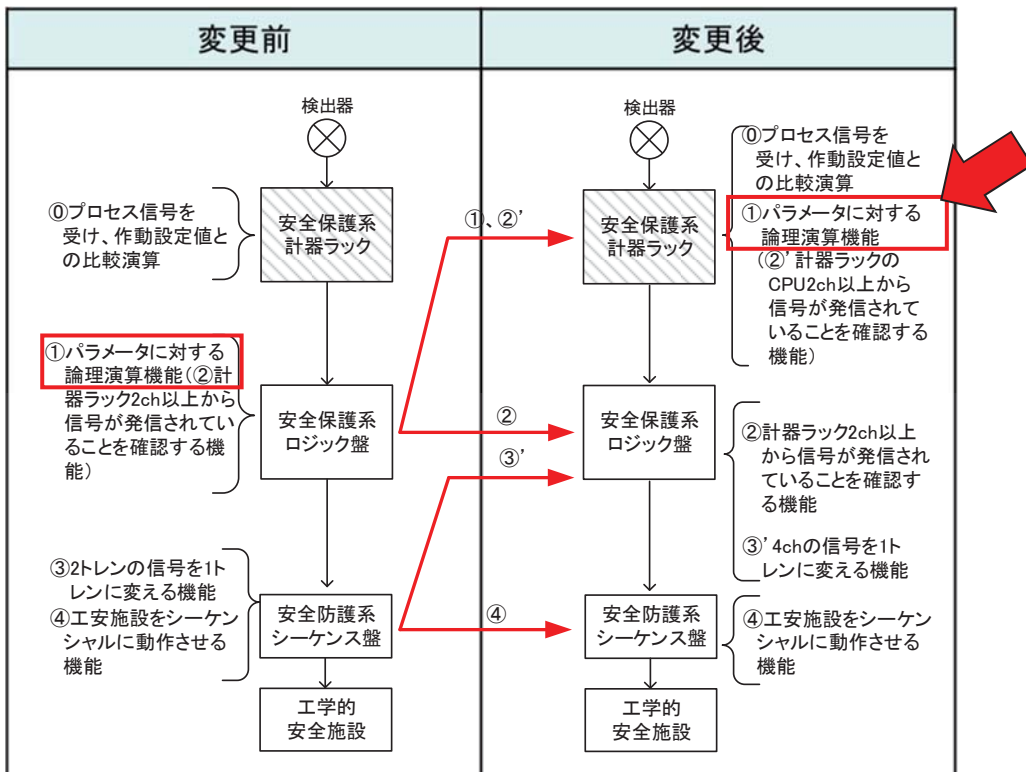
設計及び工事計画認可申請（以下、「設工認申請」という。）において、安全保護系ロジック盤（以下、「ロジック盤」という。）が担っているパラメータに対する論理演算機能（以下、「論理演算機能」という。）は、デジタル制御装置である安全保護系計器ラックのソフトウェアに移設することとしている。

上記の設備変更について、保安規定に与える影響について検討を行った。

a. 原子炉停止系



b. 工学的安全施設作動系



2. 保安規定上の系統等の整理

保安規定第4章運転管理においては、安全機能を有する設備について、系統、チャンネル毎に当該設備の機能を一括りとして、原子炉の運転状態に応じた運転上の制限、サーベイランス、AOT（以下、「LCO等」と言う。）を規定している。

従前より、保安規定第33条表33-2においては、LCO等を設定するため、「原子炉保護系計装」を構成する各検出器から論理演算機能を経由し、原子炉トリップしゃ断器に至るまでの一連の信号ラインについて、原子炉保護系計装の安全機能を満足させるよう、動作すべき信号の範囲をそれぞれ「系統」と「チャンネル」に分けて規定している。

具体的には原子炉保護系計装の「系統」とは、当該回路の機能を担保するため、最終的に動作する原子炉トリップしゃ断器の数を所要数として定めるとともに、原子炉トリップしゃ断器を動作させる信号発信元のロジック盤の論理回路までを「系統」として「4系統」設定し、運用・管理している。

また、原子炉保護系計装の「チャンネル」とは、検出器の設備の数を所要数として定めるとともに、各検出器から出力される信号が個別に伝送されるロジック盤の論理回路までを「チャンネル」として「4チャンネル」設定し、運用・管理している。

例えば、原子炉保護系計装の「系統」に含まれる範囲が1系統故障した場合は、当該系統に対応する原子炉トリップしゃ断器が動作不能となることから、即時にLCO逸脱を判断することとなる。

一方で、原子炉保護系計装の「チャンネル」に含まれる範囲が、1チャンネル故障した場合は、残り3チャンネルが動作可能であれば原子炉トリップしゃ断器の動作に必要な信号を発信できることから、原子炉保護系計装の安全機能は確保できる。

保安規定における系統とチャンネルの範囲について以下に示す。

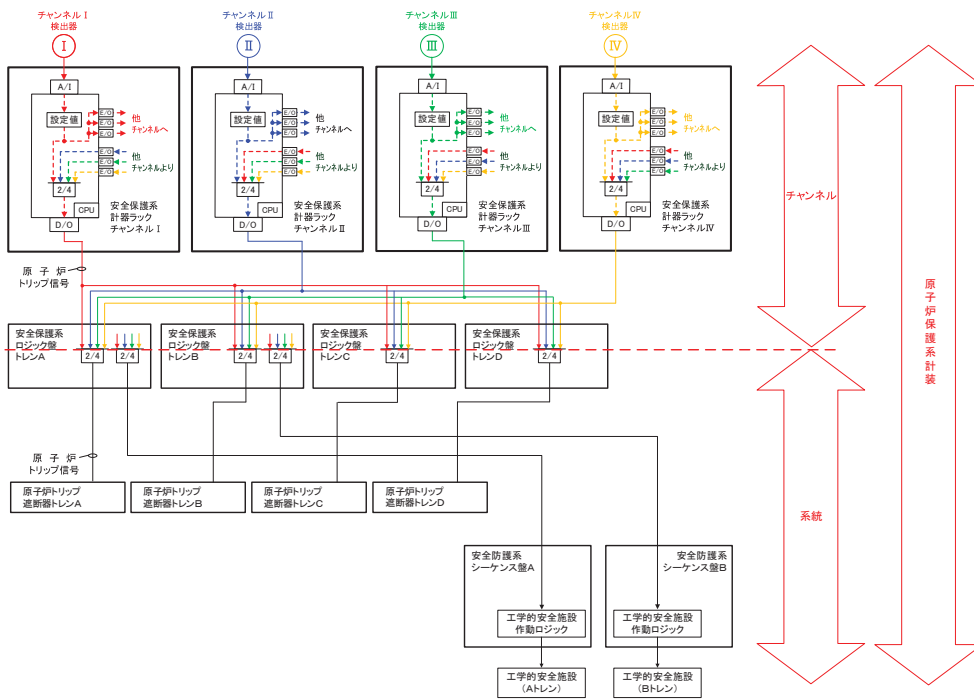


図 保安規定におけるチャンネルと系統の範囲

以上のことから、これまでロジック盤に設置していた論理演算機能が故障した場合、原子炉トリップしゃ断器が動作不能となることから、原子炉保護系計装の「系統」として運用・管理していた。今後、安全保護系計器ラックに移設する論理演算機能が故障した場合、残り3チャンネルが動作可能であれば原子炉トリップしゃ断器の動作に必要な信号を発信できることから原子炉保護系計装の「チャンネル」として、LCO等の運用・管理を行う。（添付資料－1「パラメータに対する論理演算機能の保安規定記載場所の変更前後」参照）

なお、伊方発電所2号機の安全保護計装盤(3号機の安全保護系計器ラックと同等の設備)のデジタル化工事においても同様の工事を行っており、安全保護計装盤の論理演算機能はチャンネルとして運用・管理を行っていた。（添付資料－2「伊方発電所2号機の安全保護計装盤デジタル化工事の概要」参照）

3. 安全保護系計器ラックに移設する論理演算機能の「確認事項」について

これまで、ロジック盤に設置していた論理演算機能は、保安規定第 33 条表 33-2 にある原子炉保護系論理回路として、定検毎の「定期事業者検査時」および「1カ月に1回の機能の確認」にて機能を確認していた。

今後、論理演算機能はチャンネルとして管理する安全保護系計器ラックに移設されるため、保安規定第 33 条表 33-2 チャンネルの確認事項に規定する定期事業者検査の「設定値確認および機能の確認」にて健全性を確認することとなる。

上記を踏まえ、今後の確認事項においても、機能の健全性を確認できることを以下に示す。

3. 1 確認事項の妥当性について

(1) プラント運転中の論理演算機能の確認事項

これまでの論理演算機能はハードウェアで構成されており、実動作により機能確認を実施する必要があった。そのため、ロジック盤の論理回路(論理演算機能を含む)の上流からテスト信号を模擬入力し、ロジック盤の論理回路(論理演算機能を含む)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論理演算機能が問題ないことを確認していた。

今後、論理演算機能は安全保護系計器ラックのソフトウェアにより実現されるため、安全保護系計器ラックに内蔵しているマイクロプロセッサの自己診断機能にて常時ソフトウェアの健全性を確認することで、論理演算機能に問題ないことを確認することができる。

(2) プラント停止中の論理演算機能の確認事項

これまで、運転中と同様に、ロジック盤の論理回路(論理演算機能を含む)の上流からテスト信号を模擬入力し、ロジック盤の論理回路(論理演算機能を含む)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論理演算機能が問題ないことを確認していた。

今後、論理演算機能は安全保護系計器ラックのソフトウェアにより実現されるため、運転中と同様に、自己診断によって健全性は確認できる。また、停止中においては、点検作業を行うことから、点検後に定期事業者検査として、正しいソフトウェアが使用されていることを確認するためソフトウェアのバージョンを確認し、論理演算機能の健全性を確認することができる。

プラント状態	変更前	変更後
運転時	1カ月に1回の機能確認 ・実動作による機能確認	常時 ・ソフトウェアによる自己診断
停止時	定期事業者検査時 ・実動作による機能確認	常時 ・ソフトウェアによる自己診断 + 定期事業者検査時 ・ソフトウェアのバージョン確認

(3) ロジック盤に残る論理回路(上記の論理演算機能以外)

これまでと同様にハードウェアで構成されていることから、ロジック盤の論理回路の上流からテスト信号を模擬入力し、ロジック盤の論理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論理回路が問題ないことを確認する。

以上より、安全保護系計器ラックに移設する論理演算機能について、機能の健全性を確認できる。

パラメータに対する論理演算機能の保安規定記載場所の変更前後

安全保護系計器ラックに移設する論理演算機能の保安規定記載場所の変更前後を示す。

《変更前》

表 33-2 原子炉保護系計装 (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 ^{※2}			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。1ヶ月に1回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時間に限り行うことができる。	1ヶ月に1回 (交互に2系統ずつ)	計装計画課長
				B. 原子炉トリップしや断器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			
		原子炉トリップしや断器が閉じ、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. 原子炉トリップしや断器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、原子炉トリップしや断器を開く。	1時間			

※2：特に定められた場合を除き、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や断器は、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に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。)

論理演算機能のみ移設

《変更後》

表 33-2 原子炉保護系計装 (チャンネル)

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。	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。

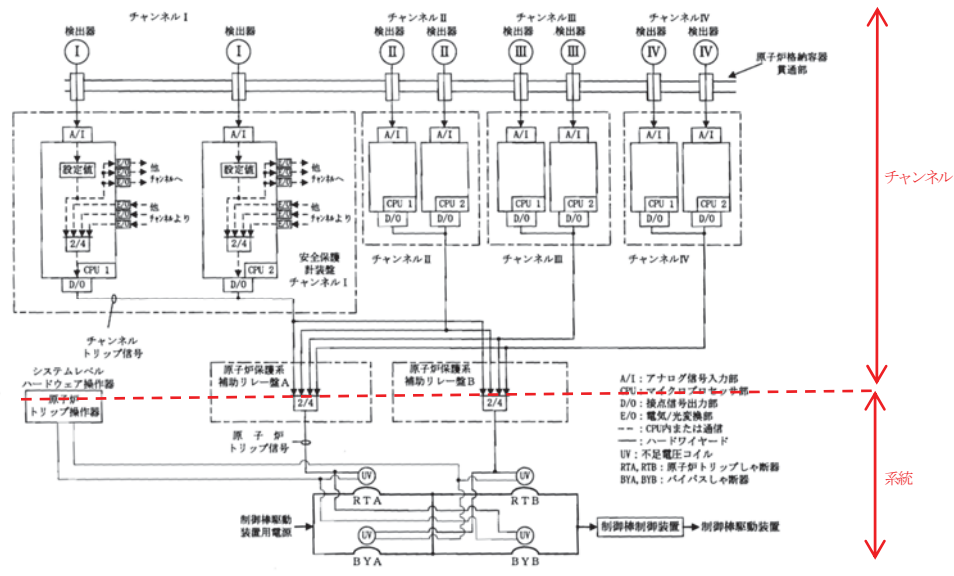
※18：残り3チャンネルが動作可能であることを条件に、1チャンネルをバイパスする措置を行うことができる。

伊方発電所2号機の安全保護計装盤デジタル化工事の概要

伊方発電所2号機の安全保護計装盤デジタル化工事においても、安全保護計装盤に論理演算機能を移設している。保安規定における原子炉保護系計装の系統（原子炉保護系論理回路）の所要数は、原子炉トリップしゃ断器が2系統であることから、2系統となっていた。

安全保護計装盤に移設された論理演算機能は、安全保護計装盤が1チャンネル故障した場合でも、残り3チャンネルが動作可能であれば原子炉トリップしゃ断器を動作すべき信号を原子炉保護系補助リレー盤(3号機のロジック盤と同等)発信できることから、原子炉保護系計装の安全機能は確保できるため、保安規定第33条原子炉保護系計装の「チャンネル」に含め、LCO等の運用・管理を行っていた。

以下に、2号機工事計画認可申請書（平成20・09・03原第11号、平成20年11月28日認可）「添付資料6 デジタル制御方式を使用する安全保護系の適用に関する説明書」より引用する。



第2図 原子炉保護設備のシステム構成図

図1 伊方2号機安全保護計装盤工事計画認可申請書

表33-2(1)原子炉保護系計装(2号炉)

機能	設定値 2号炉	適用モード	所要チャンネル数	所要条件	ネル・系統数を満足できない場合の措置 ^{※1}		確認事項			
					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	-	モード1および2	2系統	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 ^{※2} 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。	定期事業者検査時	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。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。	1時間	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時間に限り行うことができる。	1ヶ月に1回(交互に1系統ずつ)	計装計画課長	
				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	2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。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				
				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、本案において同じ)
 ※3：「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後旧状態の確認を行うことを行う。(以下、本案において同じ)

図2 伊方2号機の保安規定(廃止措置前)

伊方発電所保安規定審査資料	
資料番号	TS(76)-05-03(初版)

ロジック盤取替工事による
安全防護系シーケンス盤論理回路移設に係る
保安規定への影響について

令和3年6月
四国電力株式会社

目 次

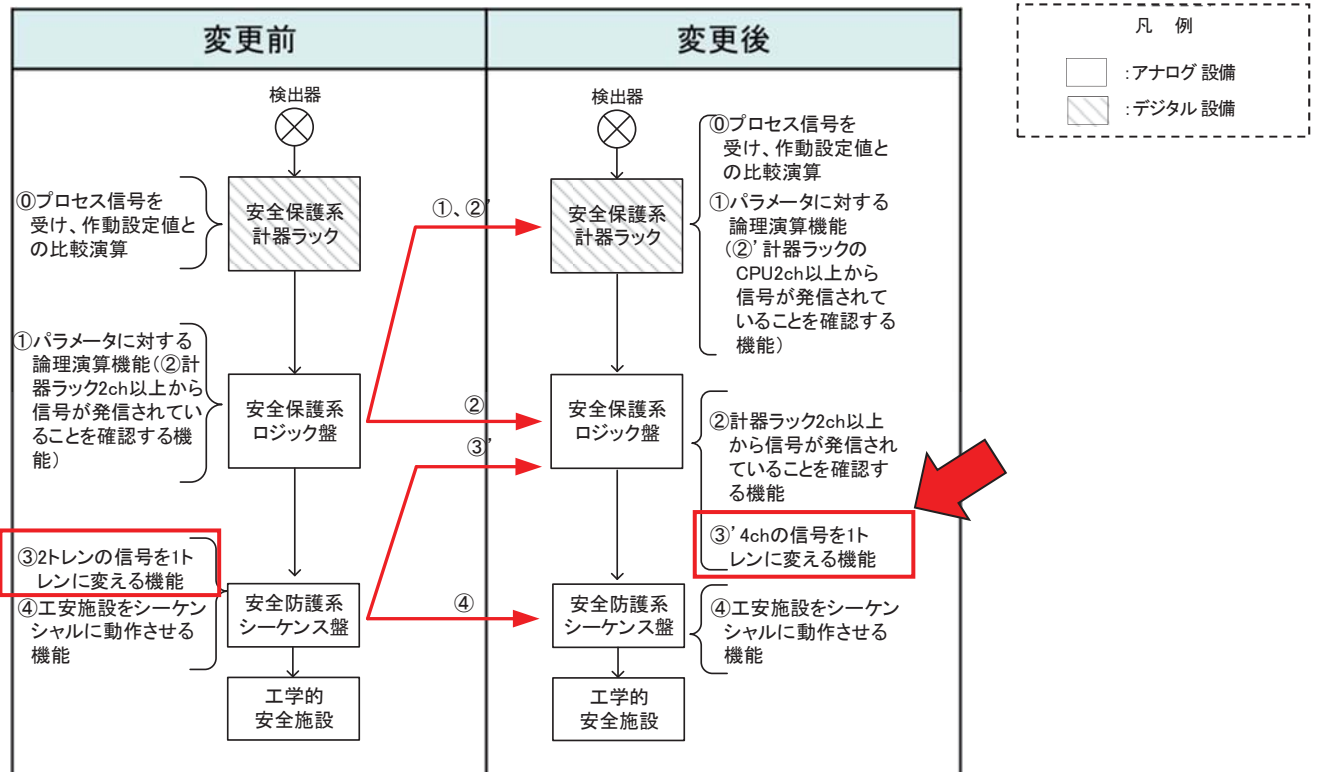
1. 設工認申請における論理演算機能について
2. 保安規定上の系統等の整理
3. ロジック盤に移設する論理回路の確認事項について

1. 設工認申請における論理演算機能について

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、工学的安全施設作動信号については、安全防護系シーケンス盤 (以下、「シーケンス盤」という。) が有していた論理回路を、安全保護系ロジック盤 (以下、「ロジック盤」という。) の論理回路に移設することとしている。

上記の設備変更について、保安規定に与える影響について検討を行った。

a. 工学的安全施設作動系



2. 保安規定上の系統等の整理

保安規定第4章運転管理においては、安全機能を有する設備について、系統、チャンネル毎に当該設備の機能を一括りとして、原子炉の運転状態に応じた運転上の制限、サーベイランス、AOT（以下、「LCO等」と言う。）を規定している。

従前より、保安規定第33条表33-3においては、LCO等を設定するため、「工学的安全施設作動計装」を構成する各検出器から論理演算機能を経由し、工学的安全施設が作動するまでの一連の信号ラインについて、工学的安全施設作動計装の安全機能を満足させるよう、動作すべき信号の範囲をそれぞれ「系統」と「チャンネル」で分けて規定している。

具体的には工学的安全施設作動計装の「系統」とは、当該回路の機能を担保するため、工学的安全施設作動信号を発信させる数を所要数として定めるとともに、変更前は工学的安全施設作動信号発信元のシーケンス盤の論理回路までを「系統」として「2系統」設定し、運用・管理していた。

変更後の「系統」は、工学的安全施設作動信号発信元のシーケンス盤の論理回路がロジック盤に移設されることから、「系統」の範囲にロジック盤が新たに含まれる。

なお、本変更により保安規定における機能の項目（例えば、非常用炉心冷却系作動論理回路）が変更となることはない。

保安規定における系統とチャンネルの範囲について以下に示す。

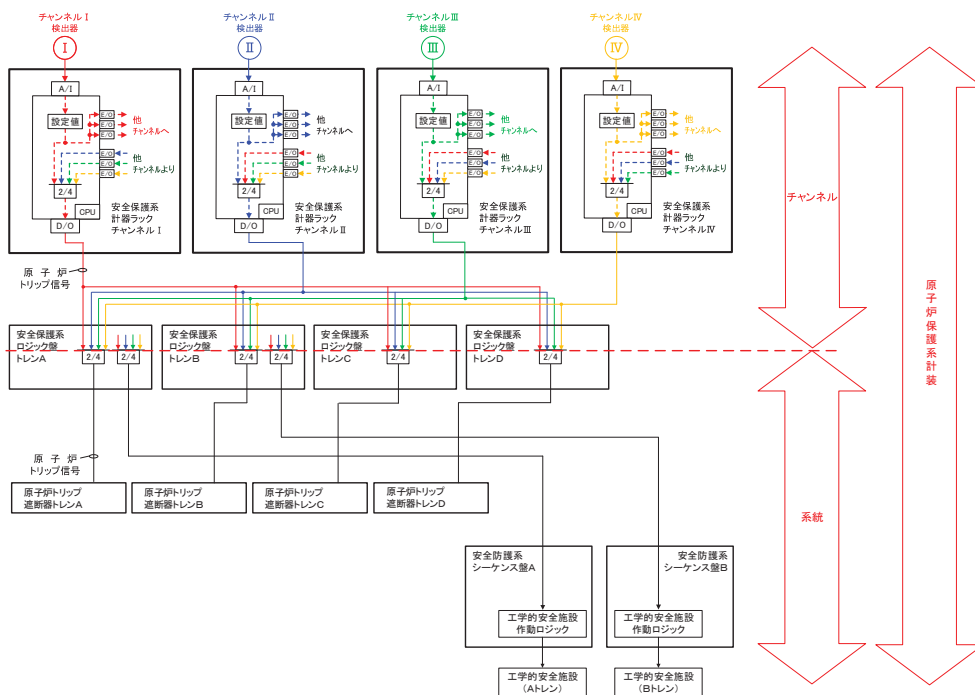


図 保安規定におけるチャンネルと系統の範囲

以上のことから、これまでシーケンス盤に設置していた論理回路は工学的安全施設作動計装の「系統」として運用・管理しており、ロジック盤に移設する論理回路においても、工学的安全施設作動計装の「系統」として運用・管理することから、現行の保安規定の記載に変更はない。

3. ロジック盤に移設する論理回路の確認事項について

保安規定にて確認事項として規定している定期事業者検査における機能確認は、変更前よりロジック盤を含んだ範囲で実施しており、機能の健全性は確認できている。

ロジック盤に移設された論理回路の構成は、これまでと同様にハードウェアで構成されていることから、定期事業者検査時はロジック盤の論理回路の上流からテスト信号を模擬入力し、ロジック盤の論理回路が動作することを下流にある安全防護シーケンス盤の表示灯等の発信により論理回路が問題ないことを確認する。

保安規定第33条 表33-3 工学的安全施設等作動計装 (例: 非常用炉心冷却系作動論理回路)

表33-3 工学的安全施設等作動計装

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. 非常用炉心冷却系作動									
a. 非常用炉心冷却系作動論理回路	-	モード1, 2, 3および4	2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。	6時間	機能の確認を行う。	定期事業者検査時	計装計画課長
				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、モード3にする。 および B. 2 当直長は、モード5にする。	12時間 56時間			
b. 手動起動	-	モード1, 2, 3および4	2	A. 1チャンネル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。	48時間	機能の確認を行う。	定期事業者検査時	計装計画課長
				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、モード3にする。 および B. 2 当直長は、モード5にする。	12時間 56時間			
c. 格納容器圧力高(高1)	0.034MPa[gage]以下	モード1, 2および3	4 ^{※24}	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。 ^{※25}	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	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、モード3にする。 および B. 2 当直長は、モード4にする。	12時間 36時間			
d. 原子炉圧力異常低	11.36MPa[gage]以上	モード1および2(P-6以上)	4 ^{※24}	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。 ^{※25}	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	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、モード3にする。 および B. 2 当直長は、モード4にする。	12時間 36時間			

※24: 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。
 ※25: 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。