

川内原子力発電所 1号機及び2号機
原子炉安全保護盤取替工事に係る
工事計画認可申請の概要について

平成 30 年 10 月 9 日
九州電力株式会社

枠囲みの範囲は、防護上の観点又は機密に係る事項であるため、公開できません。

原子炉安全保護盤取替工事に係る工事計画認可申請の概要

川内原子力発電所1, 2号機の原子炉安全保護盤については、設備の信頼性、保守性向上の観点から最新プラントの設計を踏まえ、デジタル制御装置を採用した制御盤へ取り替える。

あわせて、原子炉非常停止及び工学的安全施設等の作動信号の一部について検出信号を増やし、作動ロジックを「2 out of 3」から「2 out of 4」を主体とした構成に変更（4チャンネル化）するとともに、作動設定値を最新プラントの設定の考え方を踏まえた設定値に変更する。

また、デジタル制御装置の採用により電源容量が増加し、全交流動力電源喪失時における蓄電池負荷が増加することから、不要直流負荷の早期切離し手順の追加を行う。

【工事計画認可申請の内容】（原子炉安全保護盤取替工事 工事計画認可申請 平成30年8月22日申請）

	項 目	変更内容	資料
①	原子炉安全保護盤へのデジタル制御装置の採用	<ul style="list-style-type: none">・安全保護系の制御方法の変更・基本設計方針の変更	P 2
②	原子炉非常停止及び工学的安全施設等の作動信号の4チャンネル化及び作動設定値の変更※	<ul style="list-style-type: none">・原子炉非常停止信号の変更・工学的安全施設等の作動信号の変更・計測装置の個数変更	P 4
③	全交流動力電源喪失時における不要直流負荷の早期切離し手順の追加	<ul style="list-style-type: none">・基本設計方針の変更	P 5

※ 1号機の作動設定値の変更については、平成23年6月15日 工事計画認可済

① 原子炉安全保護盤へのデジタル制御装置の採用（1 / 2）

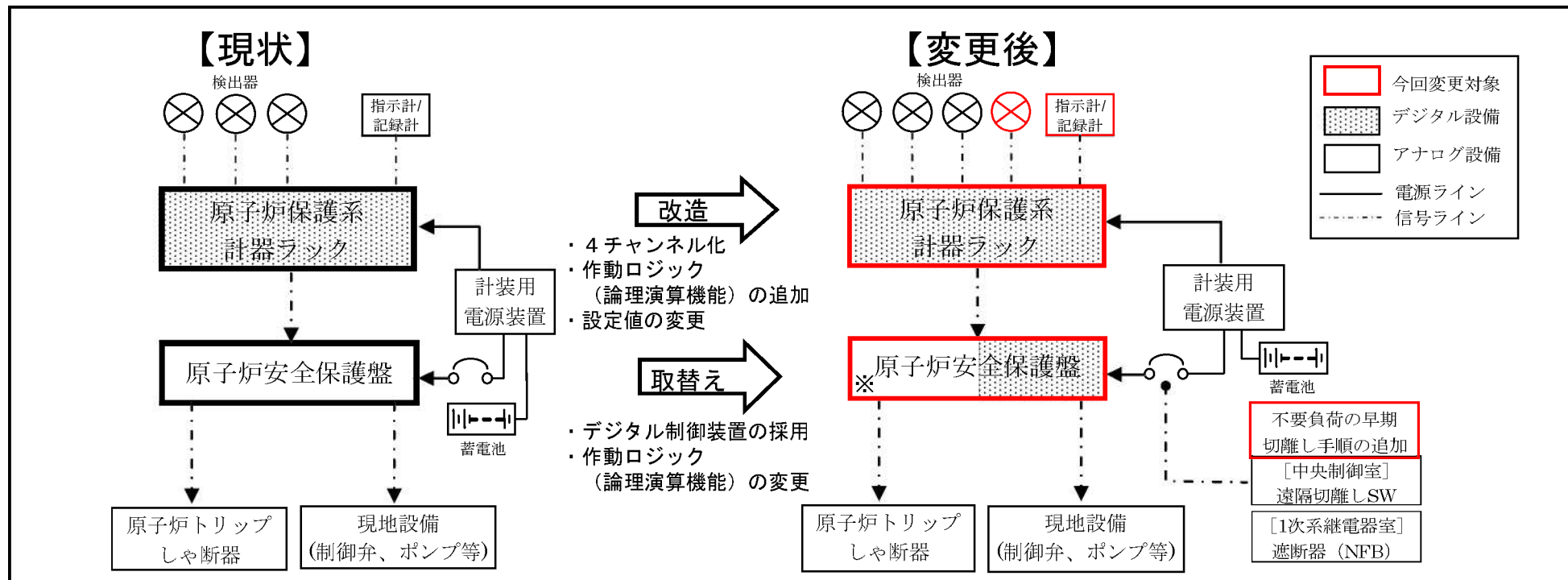
原子炉安全保護盤をデジタル制御装置を採用した制御盤へ取替え、作動ロジック（論理演算機能）を変更するとともに、原子炉保護系計器ラックに作動ロジック（論理演算機能）を追加することから、以下の対応行う。

○安全保護系の制御方法の変更

要目表（安全保護系の制御方法）に「マイクロプロセッサを用いたデジタル制御装置を用いる設計とすることを追加」

○基本設計方針の変更

基本設計方針（安全保護装置の不正アクセス行為等の被害の防止）の安全保護系の論理演算機能として「アナログ回路に加えデジタル回路を用いる設計とすることを追加」



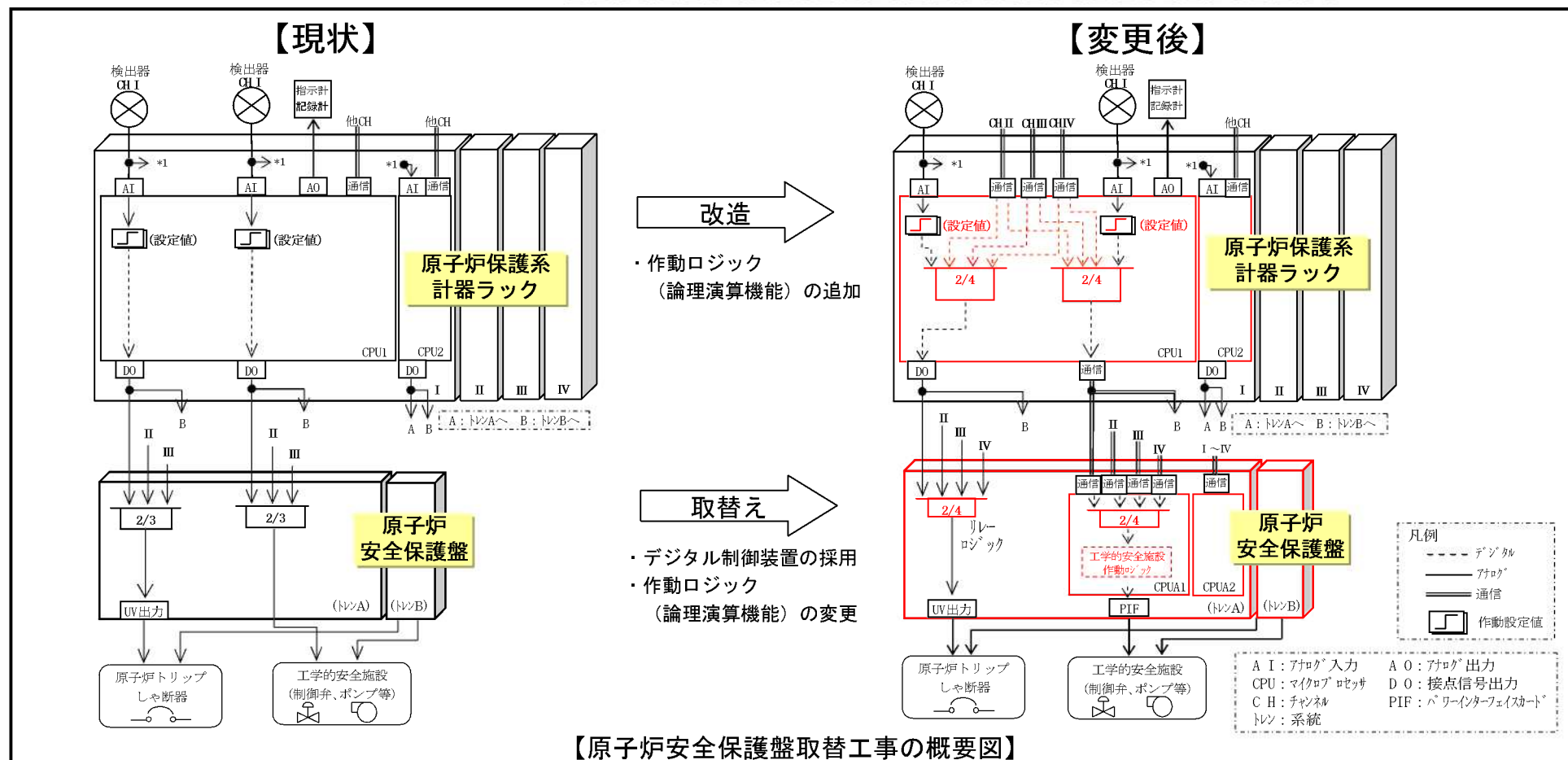
※原子炉安全保護盤の原子炉非常停止回路は、安全解析の応答時間を満足させるためアナログ設備で構成する

① 原子炉安全保護盤へのデジタル制御装置の採用 (2/2)

【デジタル制御装置の採用による信頼性】

原子炉トリップが失敗する確率（アンアベイラビリティ）及び原子炉が誤トリップする頻度（誤動作率）は、現状のアナログ方式と比べて同等以上の信頼性を有している。

	現状	変更後
	アナログ方式	デジタル方式
原子炉トリップが失敗する確率		
誤動作率		



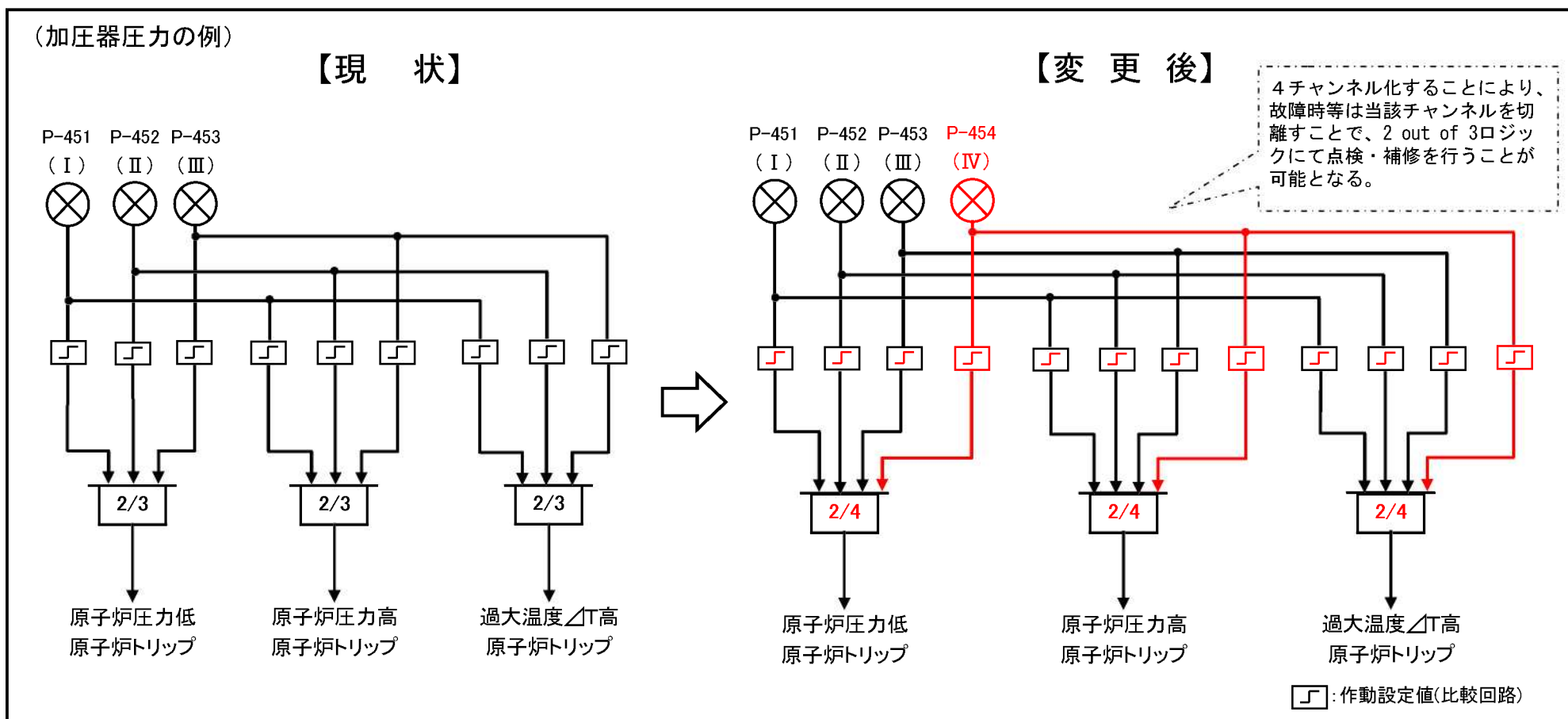
② 原子炉非常停止及び工学的安全施設等の作動信号の4チャンネル化及び作動設定値の変更

○原子炉非常停止及び工学的安全施設等の作動信号の変更

作動ロジックを「2 out of 3」から「2 out of 4」を主体とした構成に変更(4チャンネル化)し、作動設定値を最新プラントの設定の考え方を踏まえた設定値に変更する。

○計測装置の個数の変更

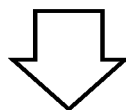
4チャンネル化対象の計測装置の個数を変更する。



③ 全交流動力電源喪失時における不要直流負荷の早期切離し手順の追加

○基本設計方針の変更

原子炉安全保護盤へのデジタル制御装置の採用により電源容量が増加し、全交流動力電源喪失時における蓄電池負荷が増加することから、不要直流負荷の早期切離しを実施することで蓄電池負荷の低減を図る。当該不要直流負荷の早期切離しの実施について基本設計方針（常設直流電源設備）に反映する。



中央制御室及び隣接する1次系継電器室で、事象発生1時間以内に蓄電池の負荷である原子炉安全保護盤及びその他不要な直流負荷を早期に切離すことで、約30時間の給電可能時間を確保する。

技術基準規則第72条 における給電要求	現 状	原子炉安全保護盤 のデジタル化	不要直流負荷の早期 切離し手順追加後
24時間	約25時間	約22時間	約30時間

(参考1) 原子炉設置変更許可

- 安全保護系のデジタル計算機は不正アクセス行為等による被害を防止する設計
(新規制基準適合性審査において審査 平成26年9月10日許可)

- 全交流動力電源喪失時における不要直流負荷の早期切離しを行う手順を整備
(蓄電池の運用変更において審査 平成30年3月7日許可)

(参考2) デジタル制御装置の信頼性評価の概要

デジタル制御装置の信頼度として、検出器から原子炉トリップしゃ断器までにおける原子炉トリップが失敗する確率（アンアベイラビリティ）及び原子炉が誤トリップする頻度（誤動作率）を評価している。以下に、アンアベイラビリティの評価概要を示す。

【評価手法】

システムの構成要素（図1参照）毎にアンアベイラビリティを評価し、故障ケースとチャンネル数を考慮した組合せ（図2参照）により評価する。

なお、アンアベイラビリティは、評価として4チャンネルより厳しくなる3チャンネル構成により評価する。

原子炉保護系計器ラックが原子炉トリップ信号の発信を失敗する場合は、以下のいずれかが発生した場合である。

- ①検出器の2重故障
- ②CPUの2重故障
- ③検出器1台故障及びCPU1台故障

図1 システムの構成要素図

図2 評価フォルトツリー（原子炉保護系計器ラック出力信号の例）

(参考3) 原子炉非常停止及び工学的安全施設等作動信号の変更対象

4チャンネル化に伴う信号数の変更及び作動設定値の変更対象は以下のとおり。

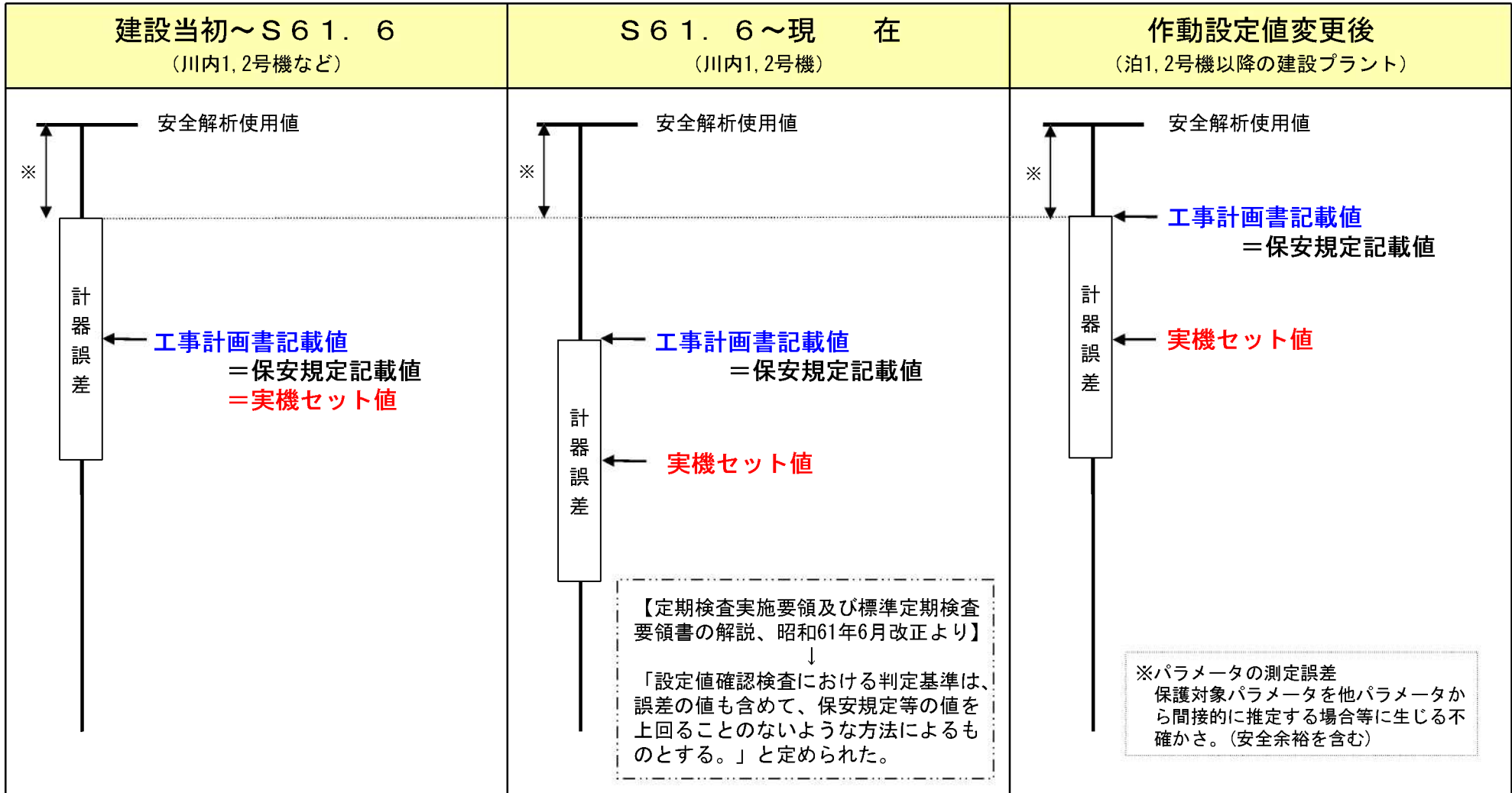
	信号の種類	信号数変更の有無 (有：○、無：—)	作動設定値変更の有無 (有：○、無：—)	
原子炉 非常停止 信号	中性子源領域中性子束高	—	○	
	中間領域中性子束高	—	○	
	出力領域中性子束高（高設定/低設定）	—※	○	
	出力領域中性子束変化率高（増加率高/減少率高）	—※	○	
	1次冷却材可変温度高（過大温度ΔT高/過大出力ΔT高）	○	○	
	原子炉圧力高	○	○	
	原子炉圧力低	○	○	
	1次冷却材 流量喪失	1次冷却材流量低	○	○
		1次冷却材ポンプしゃ断器開	—	—
		1次冷却材ポンプ電源電圧低	—	○
		1次冷却材ポンプ電源周波数低	—	—
	タービン トリップ	タービン非常しゃ断油圧低	○	○
		主蒸気止め弁閉	○	—
		蒸気発生器給水流量低	○	○
	蒸気発生器水位異常低	○	○	
	加圧器水位高	○	○	
	地震加速度高（水平方向/鉛直方向加速度高）	○	—	
工学的 安全施設等 作動信号	非常用炉心冷却設備作動信号	○	○	
	原子炉格納容器スプレイ作動信号	—※	○	
	主蒸気ライン隔離信号	○	○	
	原子炉格納容器隔離信号	非常用炉心冷却設備作動信号、原子炉格納容器スプレイ作動信号と同じ		

※運転開始当初より4チャンネル

(参考4) 原子炉非常停止及び工学的安全施設作動設定値の変更について

最新プラントの設定の考え方を踏まえた設定値（工事計画書記載値）に変更する。

作動設定値の考え方の変遷について（イメージ図）



(参考5) 不要直流負荷の切離し操作の成立性

全交流動力電源喪失時、操作場所である中央制御室及び1次系継電器室の室温は通常運転状態と同等である。

また、照明については、中央制御室は専用の無停電電源装置から、1次系継電器室は内蔵電池からの給電により、1時間以上、照明の点灯を継続できるとともに、運転員等はヘッドライトも携行していることから、事故環境下においても確実な操作及びアクセスが可能である。

なお、円滑な操作が実施できるように、中央制御室の遠隔切離しスイッチ及び1次系継電器室の操作対象遮断器(NFB)には識別表示を行う。

