

伊方発電所3号機
安全保護系ロジック盤の取替えに伴う
デジタル安全保護系への変更工事

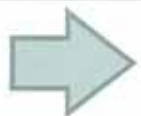
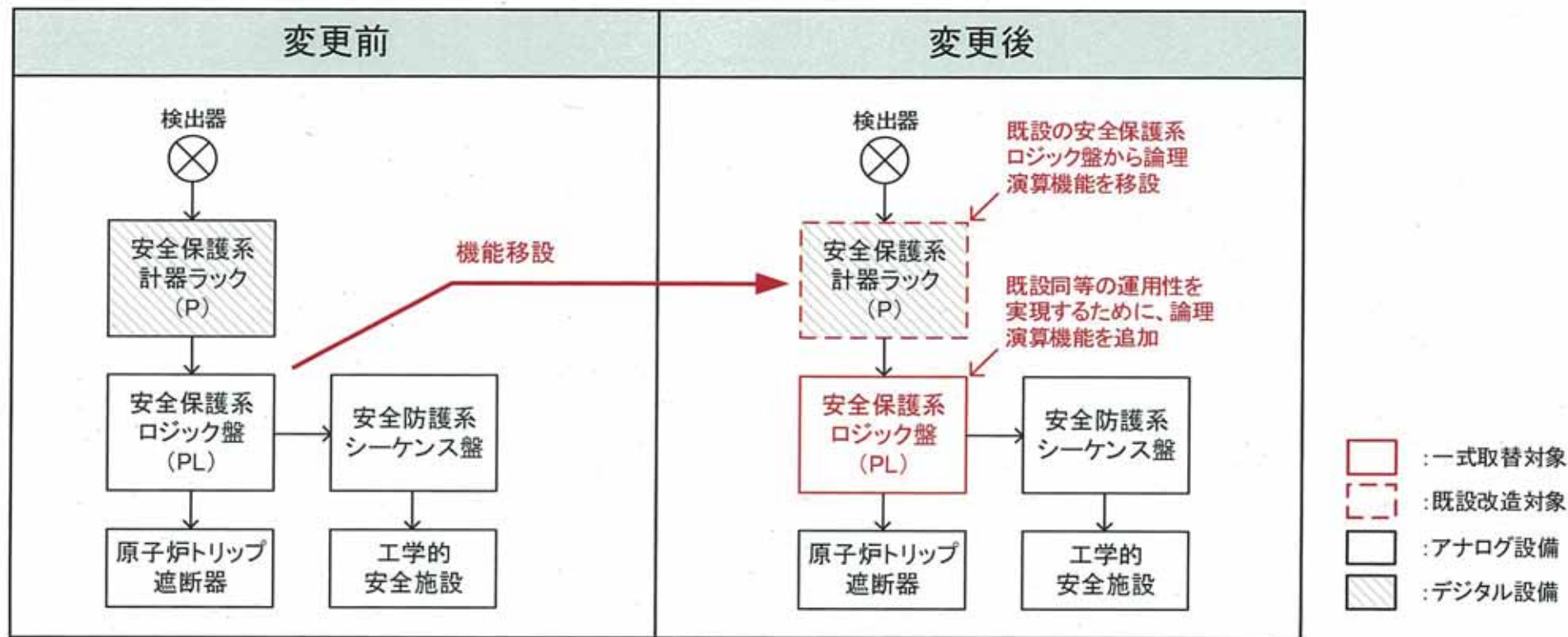
<工事概要の解説資料>

令和2年10月20日

四国電力株式会社

- ✓ 伊方3号機においては、設備の保守性向上の観点から、安全保護系ロジック盤を取替える必要がある。
- ✓ 既設の安全保護系ロジック盤は、安全保護系計器ラックにおけるパラメータの設定値比較結果を入力信号とし、2 out of 4などの論理演算を実施し、原子炉トリップ信号及び工学的安全施設作動信号を出力する。
- ✓ 既設の安全保護系ロジック盤には、アナログ集積回路等の電子部品が使用されているが、現在、これら電子部品が入手困難となっていることから、安全保護系ロジック盤が有する論理演算機能について、既設の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で実現する。【次頁の中図】
- ✓ 変更前において、設定値比較機能のみを有している安全保護系計器ラックは、既設の安全保護系ロジック盤の機能を移設することによって、設定値比較機能及び論理演算機能を有することになり、安全保護系計器ラックが担う機能の範囲が拡大する。
- ✓ 機能移設された安全保護系計器ラックの1チャンネルについて、誤動作故障を想定した場合、対応する原子炉トリップ遮断器が動作(開放)されることになる。【詳細は、[5](#)にて説明。】
- ✓ 変更前では、安全保護系計器ラックの1チャンネルの誤動作故障時においても、原子炉トリップ遮断器は動作(開放)しないため、変更後において、既設と同じ動作とするために、機能移設された安全保護系計器ラックの出力信号に対して、原子炉トリップ遮断器の誤動作を防止するための論理演算を行う必要がある。<理由①>
- ✓ また、機能移設された安全保護系計器ラックの1チャンネルについて、不動作故障を想定した場合、対応するトレンの工学的安全施設作動設備が動作不能になる。【詳細は、[6](#)にて説明。】

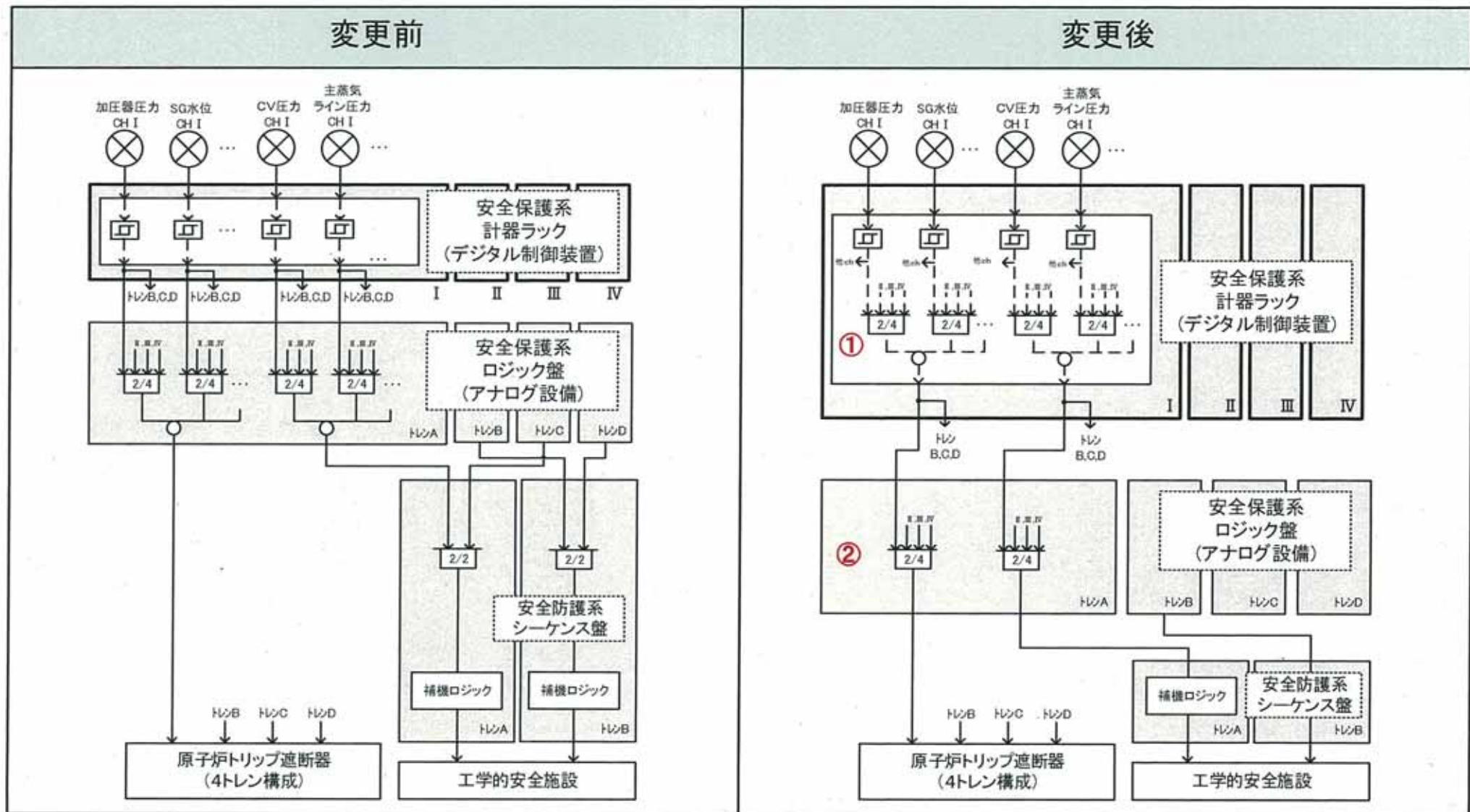
- ✓ 変更前では、安全保護系計器ラックの1チャンネルの不動作故障時においても、工学的安全施設作動設備は不動作にならないため、**変更後において、既設と同じ動作とするために、機能移設された安全保護系計器ラックの出力信号に対して、工学的安全施設作動設備の不動作を防止するための論理演算を行う必要がある。〈理由②〉**
- ✓ 理由①②より、新たに簡素なアナログ部品で構成される安全保護系ロジック盤を設置し、4つある安全保護系計器ラックのうち、2チャンネル以上から信号が出力されていることを判定するため、2 out of 4の論理演算機能を行う。



変更後の設備構成について、それぞれ説明を行う。

3. 原子炉保護設備 、 4. 工学的安全施設作動設備

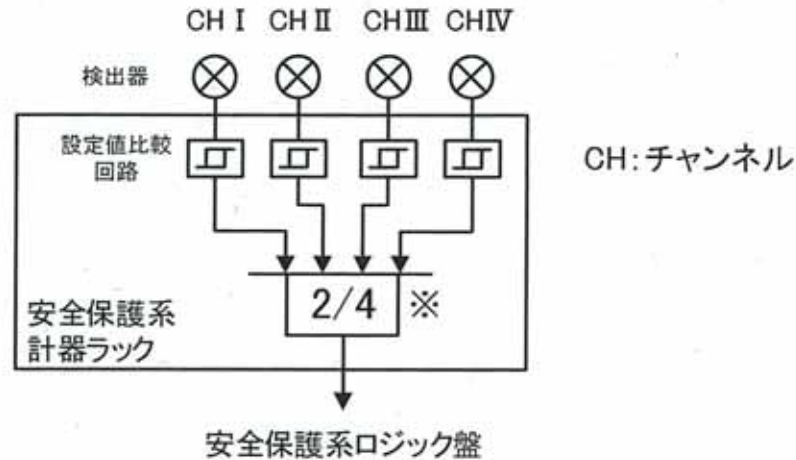
○全体システム構成の概略



○各部の論理演算機能

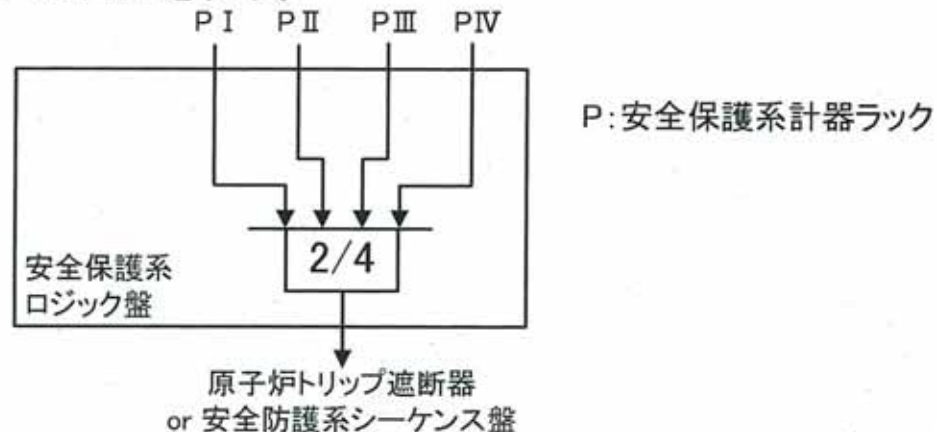
【安全保護系計器ラックの論理演算機能】 前頁①

4つの検出器のうち、2つ以上が原子炉トリップ信号又は工学的安全施設作動信号の設定値に達しているかの判定を行う。



【安全保護系ロジック盤の論理演算機能】 前頁②

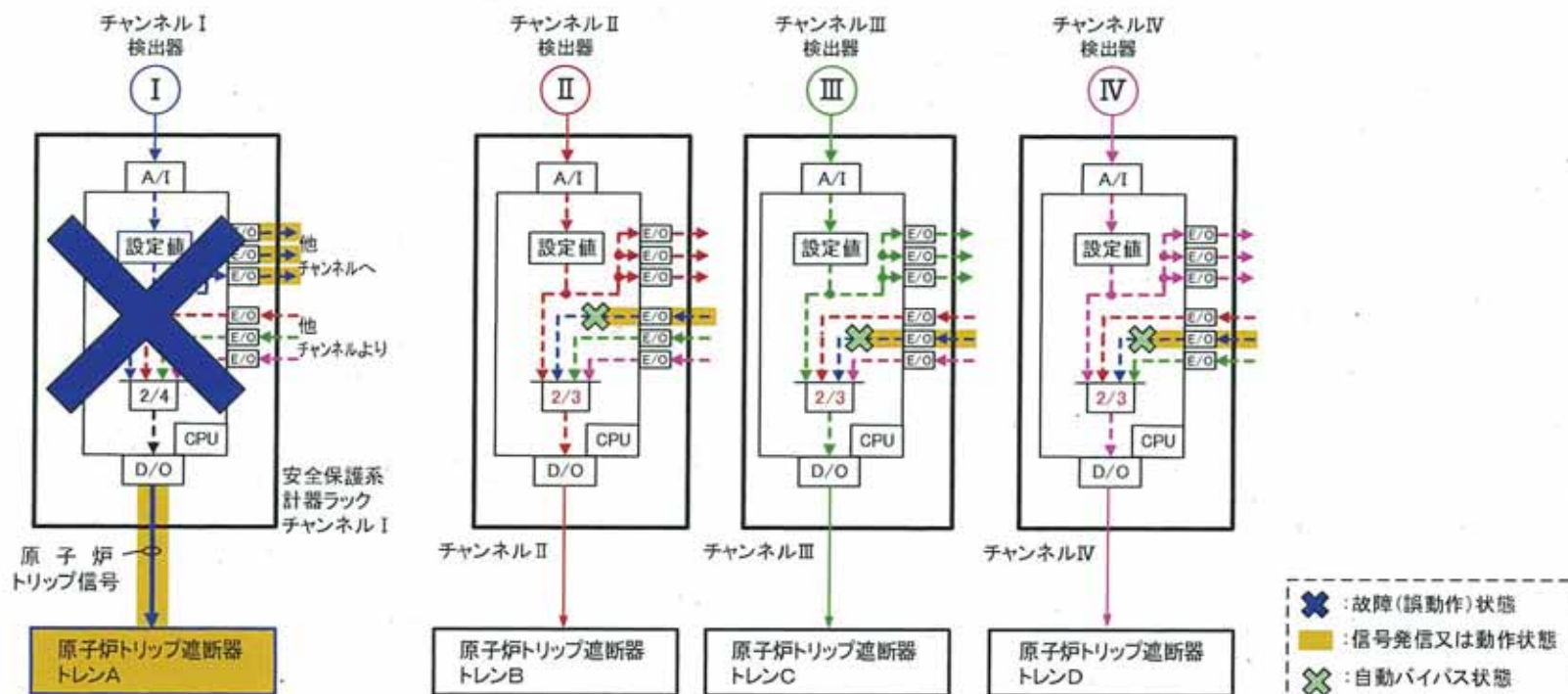
全4チャンネルの安全保護系計器ラックのうち、2つ以上から原子炉トリップ信号又は工学的安全施設作動信号が発信されているかの判定を行う。



2. 安全保護系計器ラックの機能移設のみの場合

○原子炉保護設備について

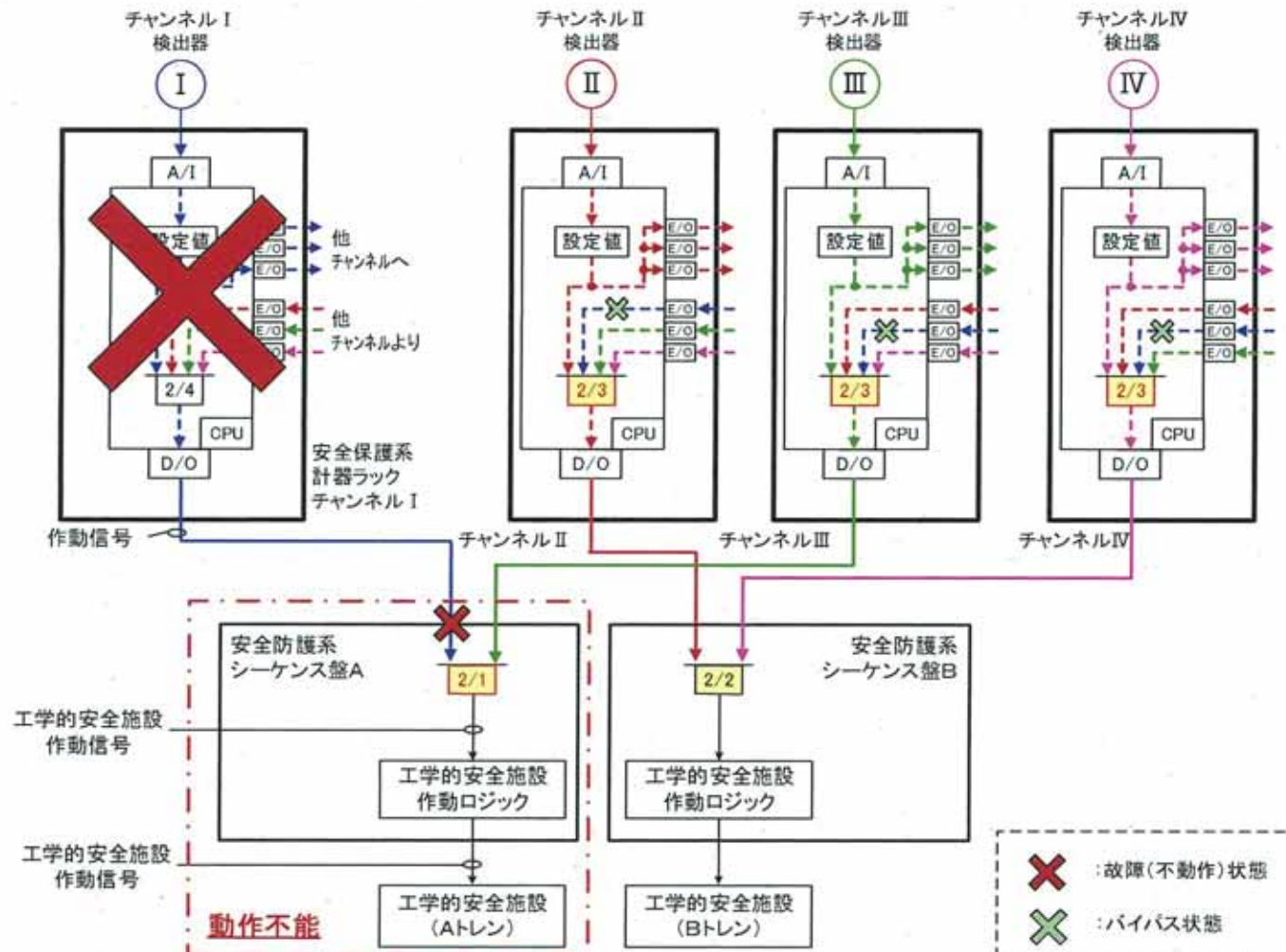
- ✓ 例えば、機能移設された安全保護系計器ラックのチャンネル I のマイクロプロセッサ等が故障（誤動作故障）した場合、当該チャンネルに対応する原子炉トリップ遮断器のトレンAが動作（開放）する。
- ✓ 原子炉トリップ遮断器の必要系統数は4であるため、保守対応（修理等）の間、当該遮断器を不動作（投入）状態に復帰できず、故障チャンネルをバイパスできない。
（残り1チャンネルの故障で誤トリップするプラント状態が継続する。）



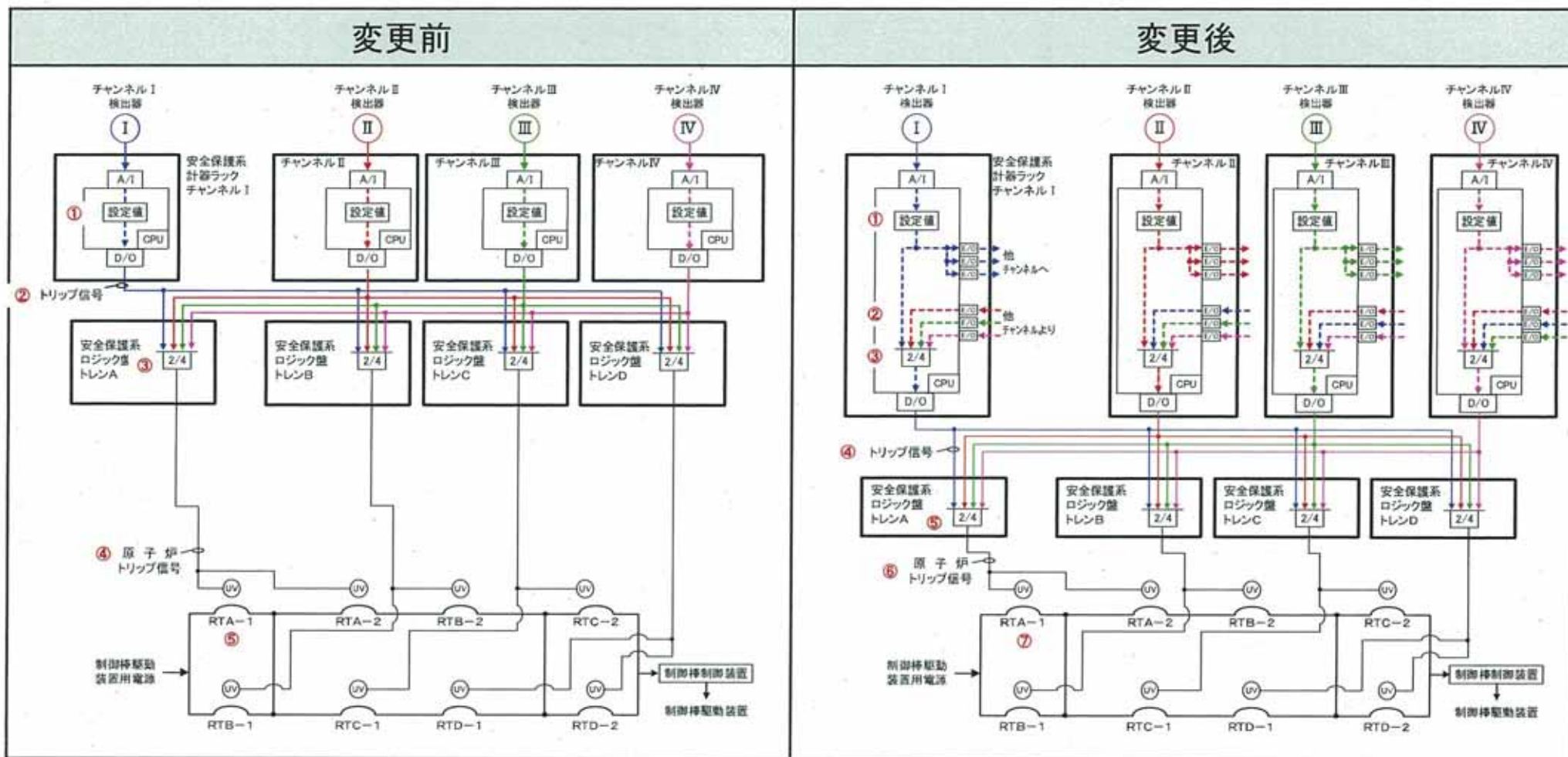
2. 安全保護系計器ラックの機能移設のみの場合

○工学的安全施設作動設備について

- ✓ 例えば、機能移設された安全保護系計器ラックのチャンネルⅠが不動作故障した場合、トレンAの工学的安全施設作動設備が動作不能になる。
(動作可能な工学的安全施設作動設備が1トレンになる。)



○システム構成比較



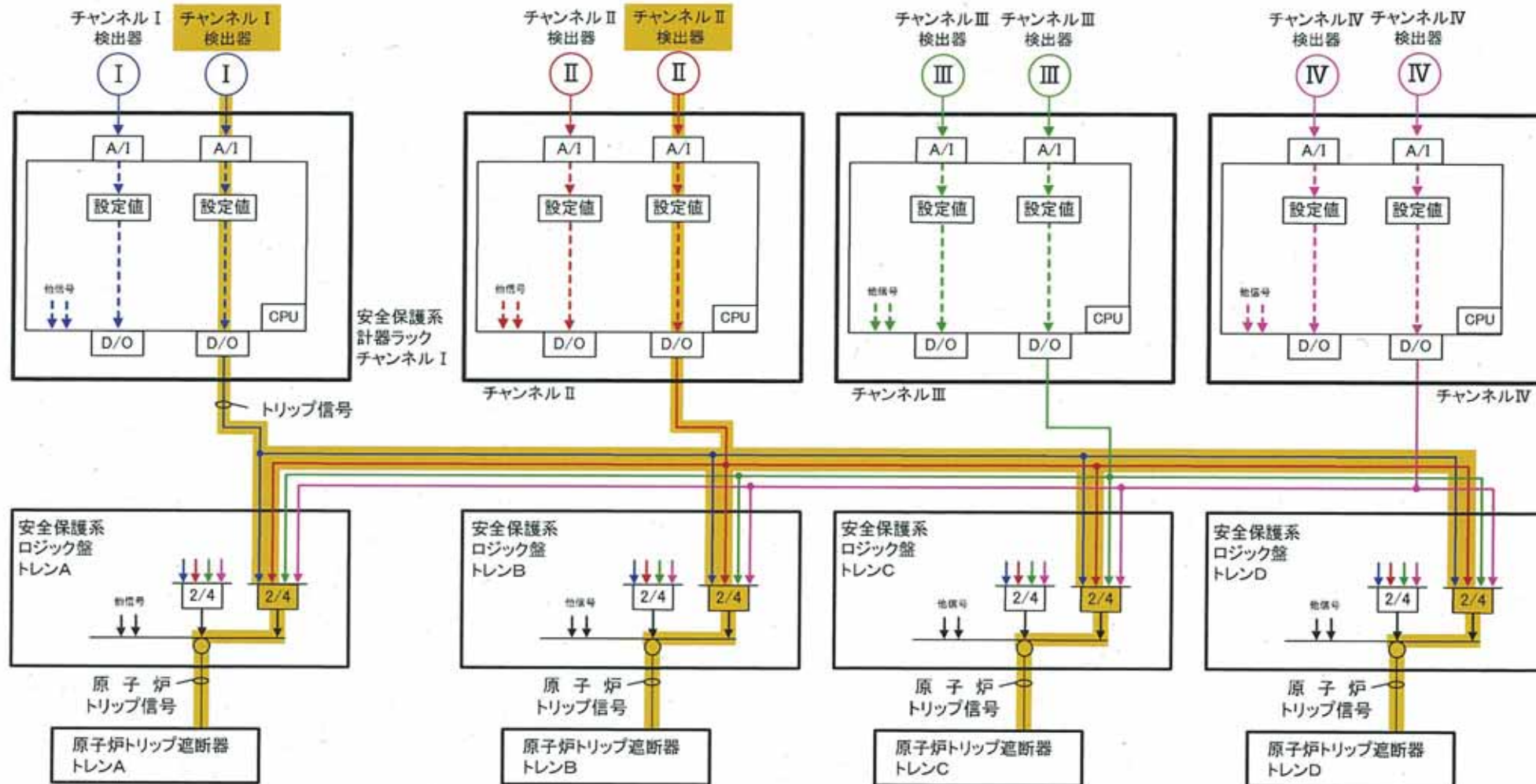
A/I : アナログ信号入力部
 CPU : マイクロプロセッサ部
 D/O : 接点信号出力部
 E/O : 電気/光変換部
 --- : CPU内または通信
 — : ハードワイヤード
 UV : 不足電圧コイル
 RTA, RTB, RTC, RTD : 原子炉トリップ遮断器

: デジタル制御装置
 : ハードウェア回路

○機能比較

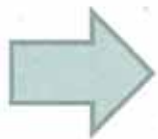
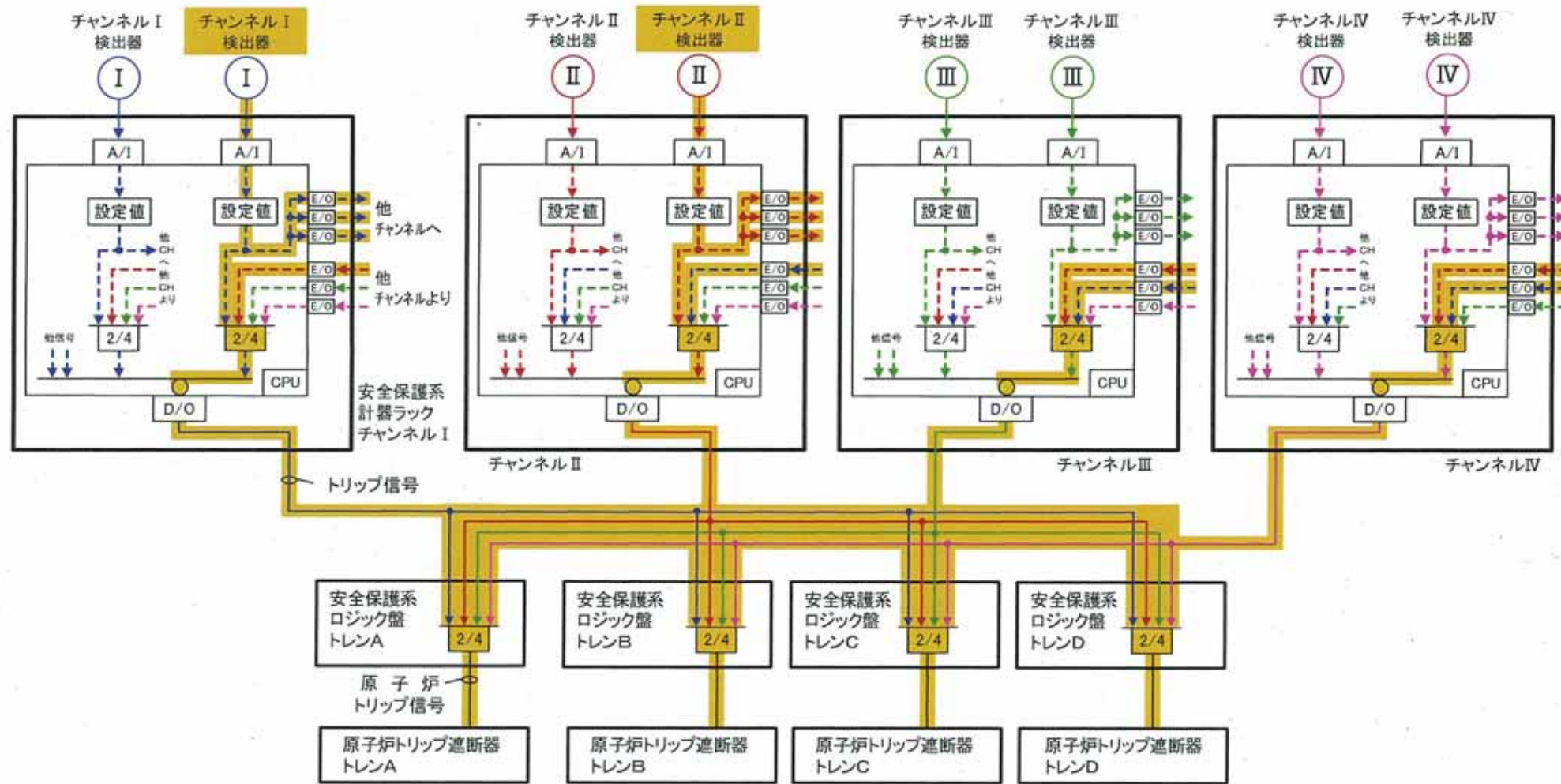
変更前		変更後	
制御盤	機能	制御盤	機能
安全保護系計器ラック I～IV (4チャンネル)	①プロセス信号を受け、作動設定値との比較演算を行う。 ②作動設定値の比較演算の結果、作動設定値に達したチャンネルは、安全保護系ロジック盤にトリップ信号を発信する。	安全保護系計器ラック I～IV (4チャンネル)	①プロセス信号を受け、作動設定値との比較演算を行う。 ②作動設定値の比較演算の結果、作動設定値に達したチャンネルは、4チャンネルすべてにトリップ信号を発信する。
安全保護系ロジック盤 A～D (4トレン)	③安全保護系計器ラックからのトリップ信号を集約し、論理演算(2/4等)を行う。 ④論理演算の結果、作動条件が成立した場合に、原子炉トリップ遮断器に原子炉トリップ信号を発信する。		③チャンネルからのトリップ信号を受け、論理演算(2/4等)を行う。 ④論理演算の結果、作動条件が成立した場合には、安全保護系ロジック盤にトリップ信号を発信する。
		安全保護系ロジック盤 A～D (4トレン)	⑤安全保護系計器ラックからトリップ信号を集約し、論理演算(2/4)を行う。 ⑥論理演算の結果、作動条件が成立した場合には、原子炉トリップ遮断器に原子炉トリップ信号を発信する。
原子炉トリップ遮断器 (4トレン)	⑤原子炉トリップ信号を受け、原子炉トリップ遮断器を開放する。	原子炉トリップ遮断器 (4トレン)	⑦原子炉トリップ信号を受け、原子炉トリップ遮断器を開放する。

○2チャンネルの検出器から信号発信する場合(変更前)



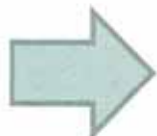
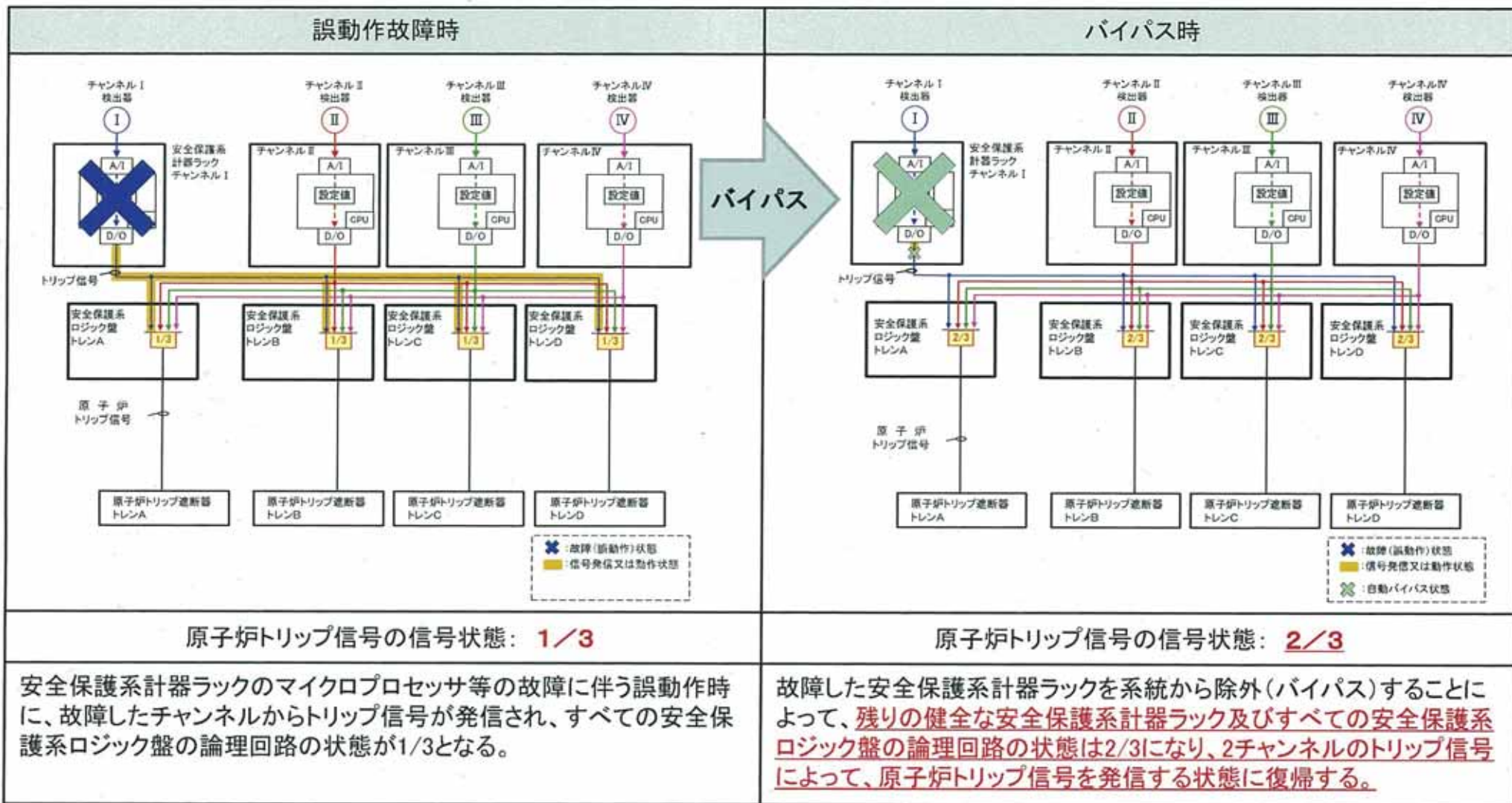
2チャンネルの検出器から信号発信する場合、すべての安全保護系ロジック盤の論理回路が成立状態になり、すべての原子炉トリップ遮断器が動作する。

○2チャンネルの検出器から信号発信する場合(変更後)



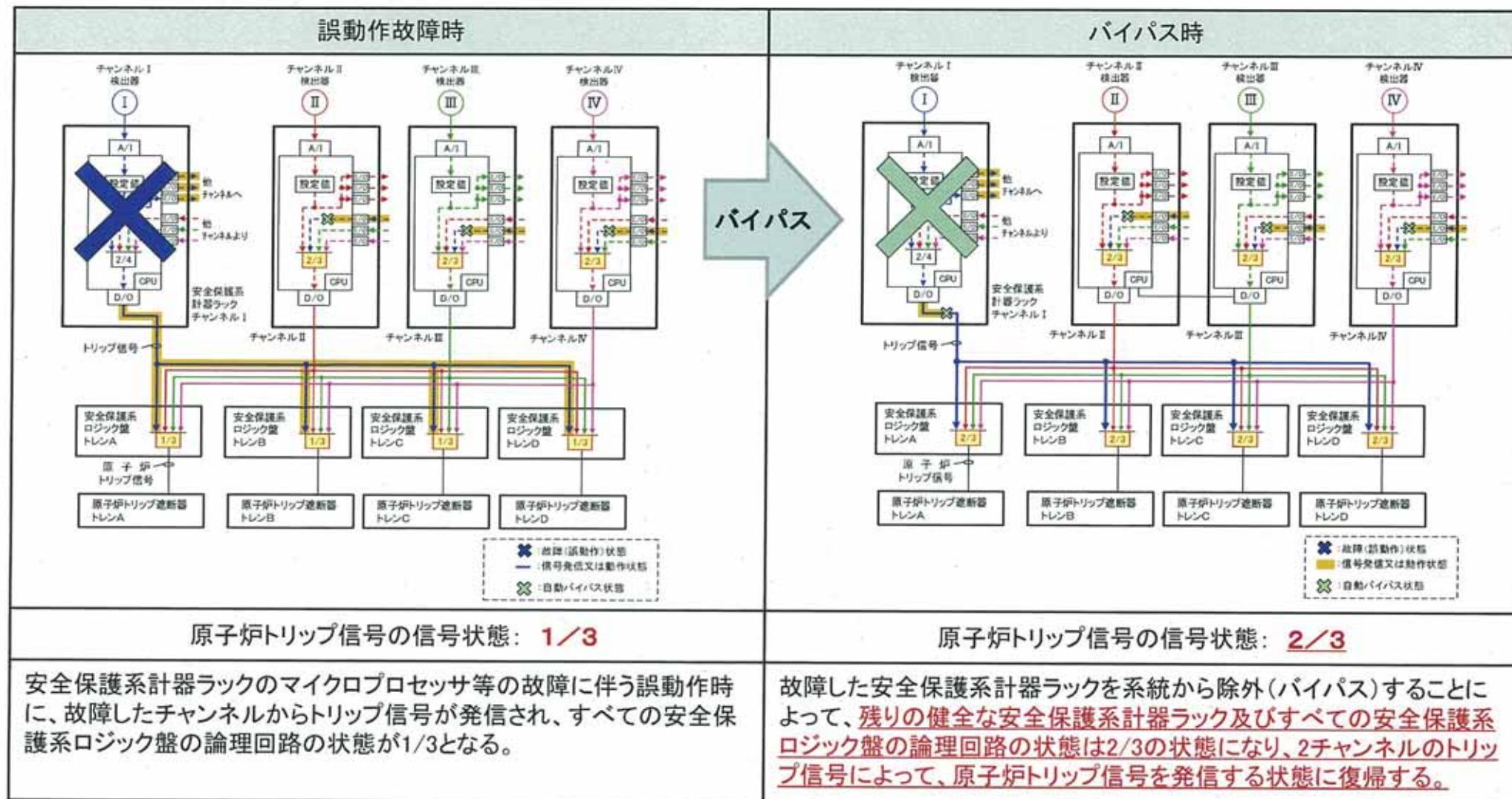
2チャンネルの検出器から信号発信する場合、すべての安全保護系計器ラック及び、すべての安全保護系ロジック盤の論理回路が成立状態になり、すべての原子炉トリップ遮断器が動作することから、安全保護系ロジック盤の演算機能を設けることによる安全保護機能の阻害はない。

○誤動作故障時及びバイパス時の状態(変更前)



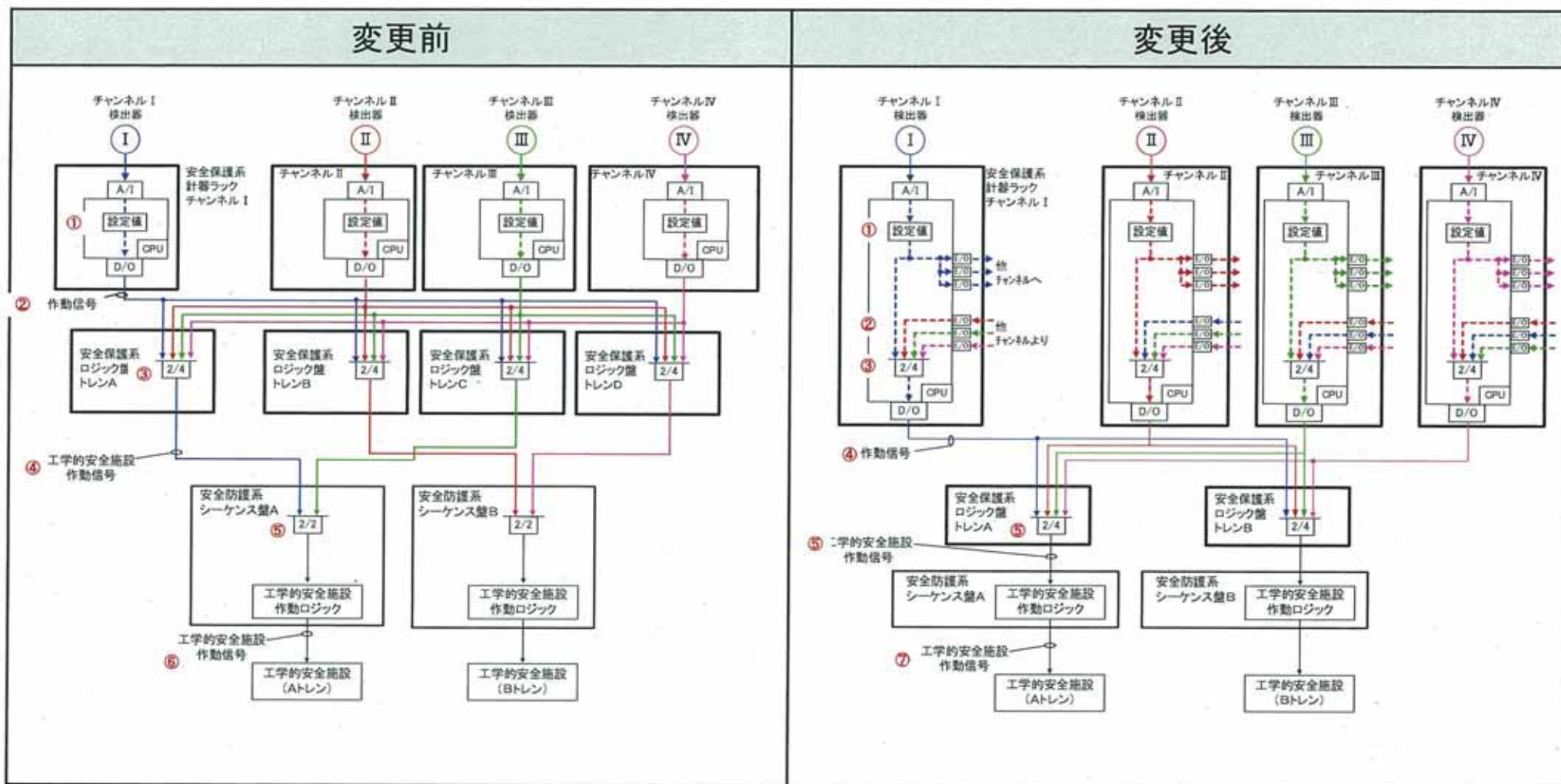
変更前では、安全保護系計器ラックの誤動作故障時、原子炉トリップ遮断器は動作(開放)しない。また、故障チャンネルのバイパスにより、2チャンネル以上の信号で原子炉トリップする通常状態に復帰できる。

○誤動作故障時及びバイパス時の状態(変更後)



変更後では、安全保護系ロジック盤の論理演算機能によって、原子炉トリップ遮断器は動作(開放)しない。また、故障チャンネルのバイパスにより、2チャンネル以上の信号で原子炉トリップする通常状態に復帰できる。

○システム構成比較



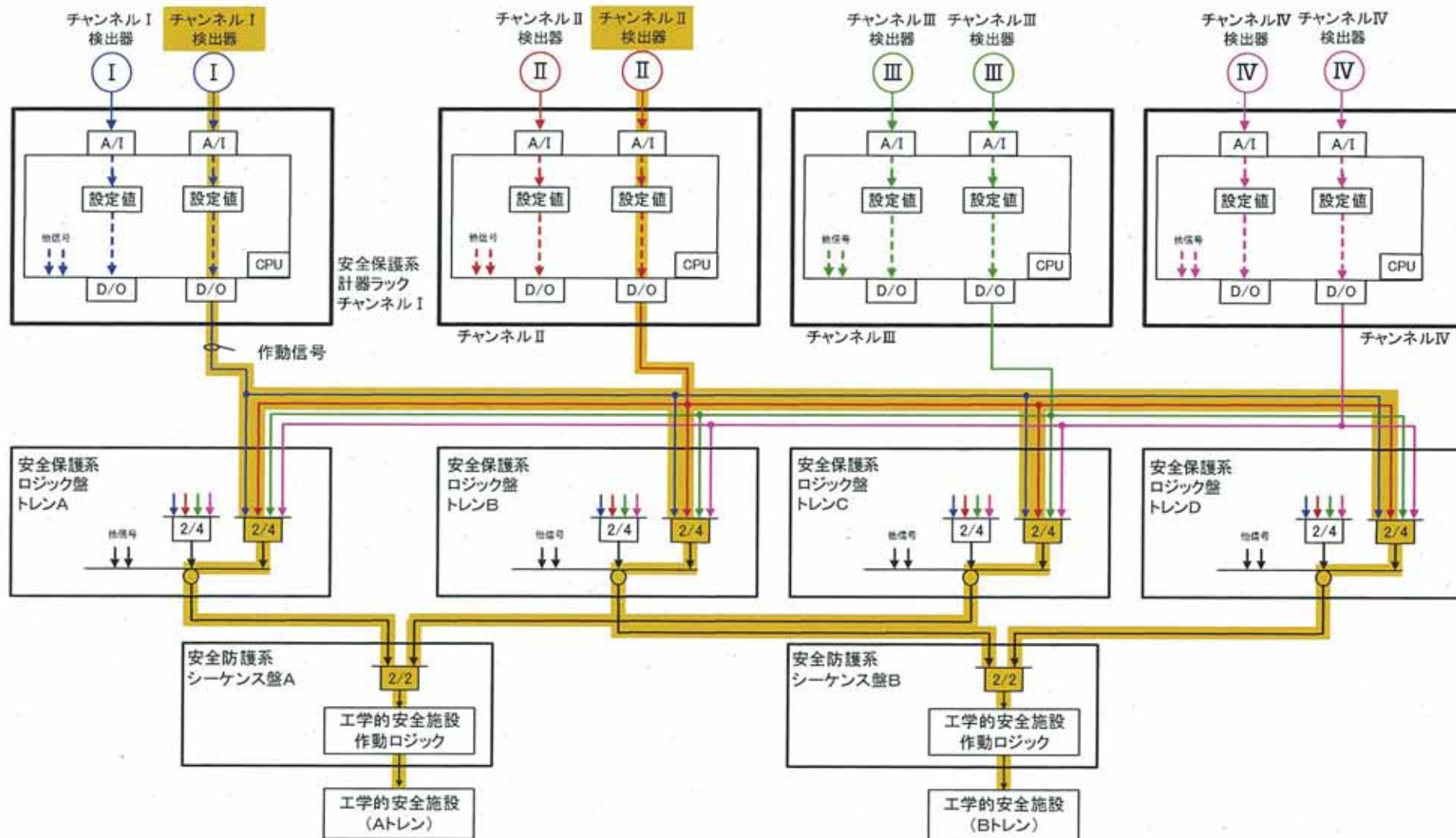
A/I : アナログ信号入力部
 CPU : マイクロプロセッサ部
 D/O : 接点信号出力部
 E/O : 電気/光変換部
 --- : CPU内または通信
 — : ハードワイヤード

: デジタル制御装置
 : ハードウェア回路

○機能比較

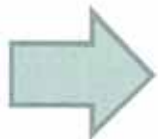
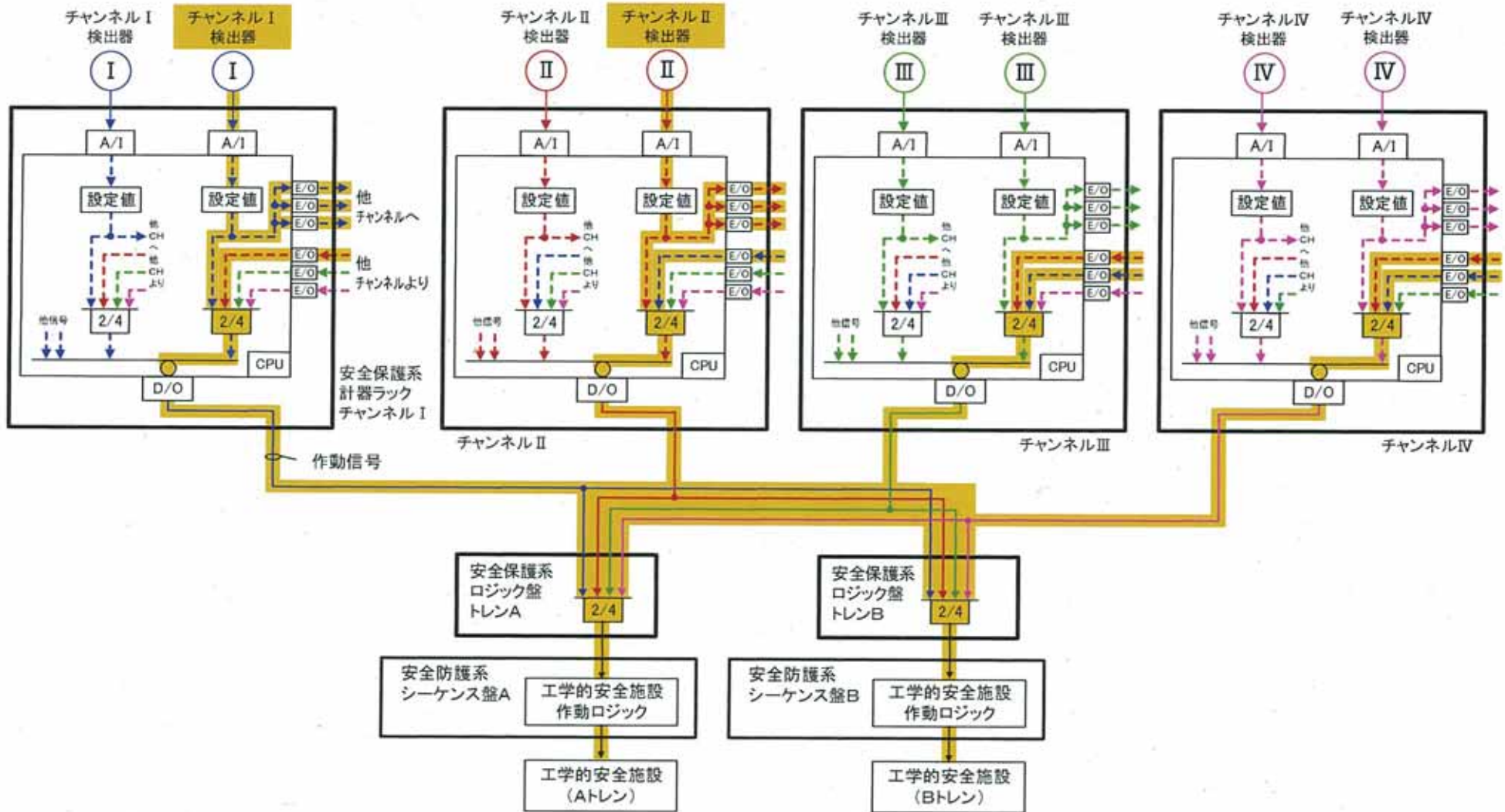
変更前		変更後	
制御盤	機能	制御盤	機能
安全保護系 計器ラック I～IV (4チャンネル)	①プロセス信号を受け、作動設定値との比較演算を行う。 ②作動設定値の比較演算の結果、作動設定値に達したチャンネルは、安全保護系ロジック盤にトリップ信号を発信する。	安全保護系 計器ラック I～IV (4チャンネル)	①プロセス信号を受け、作動設定値との比較演算を行う。 ②作動設定値の比較演算の結果、作動設定値に達したチャンネルは、4チャンネルすべてにトリップ信号を発信する。
安全保護系 ロジック盤 A～D (4トレ)	③安全保護系計器ラックからの作動信号を集約し、論理演算(2/4等)を行う。 ④論理演算の結果、作動条件が成立した場合に、安全防護系シーケンス盤に工学的安全施設作動信号を発信する。		③チャンネルからの作動信号を受け、論理演算(2/4等)を行う。 ④論理演算の結果、作動条件が成立した場合には、安全保護系ロジック盤に作動信号を発信する。
安全防護系 シーケンス盤 A,B(2トレ)	⑤トレ毎の安全保護系ロジック盤からの作動信号を集約し、論理演算(2/2)を行う。 ⑥論理演算の結果、作動条件が成立した場合には、工学的安全施設の作動ロジックに従い、工学的安全施設作動信号を発信する。	安全保護系 ロジック盤 A～D (4トレ)	⑤安全保護系計器ラックから作動信号を集約し、論理演算(2/4)を行う。 ⑥論理演算の結果、作動条件が成立した場合には、安全防護系シーケンス盤に工学的安全施設作動信号を発信する。
		安全防護系 シーケンス盤 A,B(2トレ)	⑦工学的安全施設の作動ロジックに従い、工学的安全施設作動信号を発信する。

○2チャンネルの検出器から信号発信する場合(変更前)



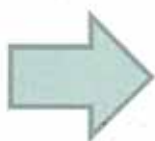
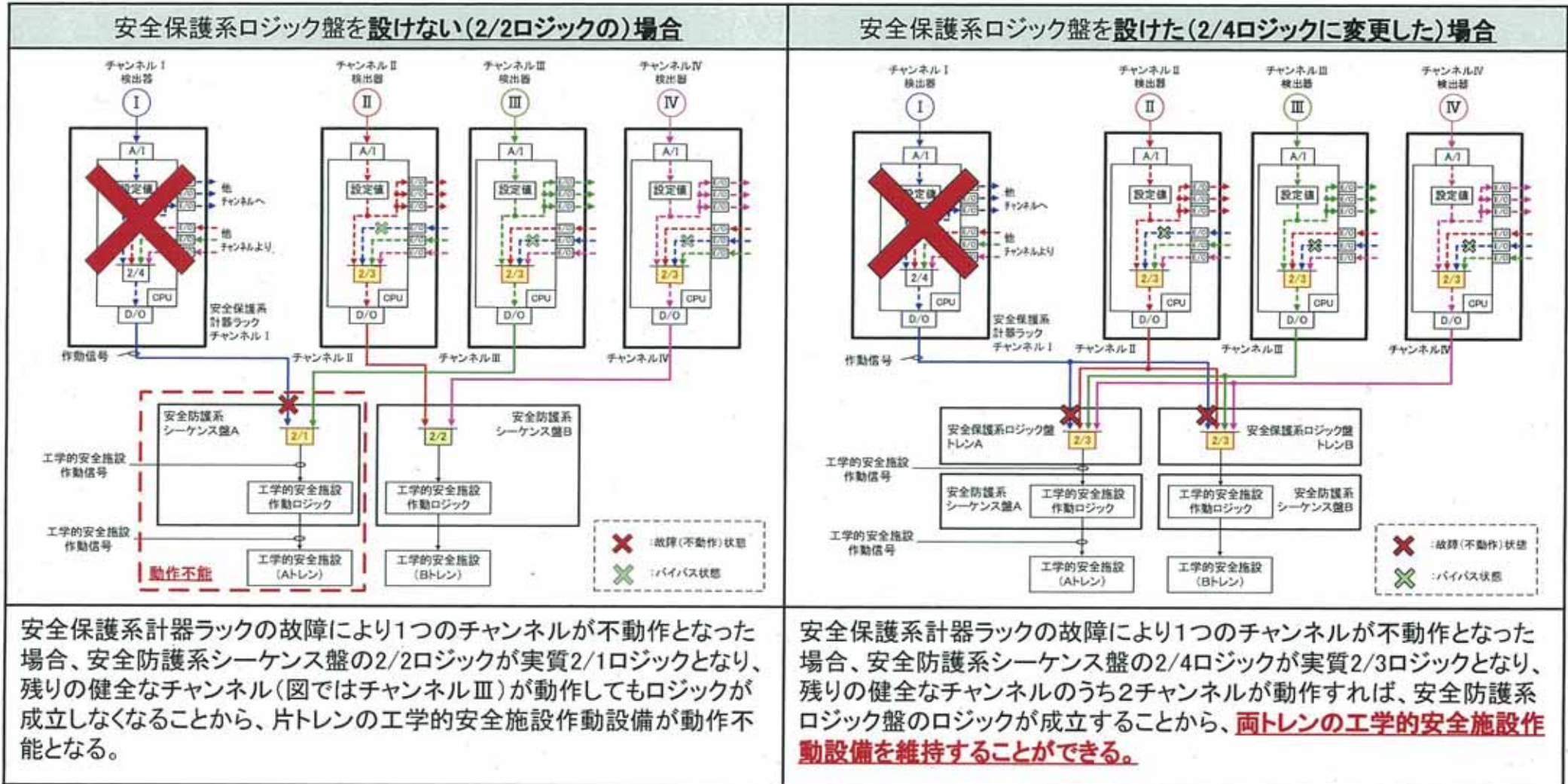
2チャンネルの検出器から信号発信する場合、すべての安全保護系ロジック盤の論理回路が成立状態になり、すべての工学的安全施設が作動する。

○2チャンネルの検出器から信号発信する場合(変更後)



2チャンネルの検出器から信号発信する場合、すべての安全保護系計器ラック及び、すべての安全保護系ロジック盤の論理回路が成立状態になり、すべての工学的安全施設が作動することから、安全保護系ロジック盤の演算機能を設けることによる安全保護機能の阻害はない。

○不動作故障時の状態比較(変更後)



安全保護系ロジック盤に論理演算機能を設ける場合、安全防護系シーケンス盤にて実現していた2/2ロジックを2/4ロジックに変更することができる。変更後は、安全保護系計器ラックの単一故障(不動作故障)を想定した場合、両トレンの工学的安全施設作動設備を維持することができる。