

## 1. 設計の流れ

まず、決定論にて故障を想定し、安全保護系の機能(ロジック盤設置、フェイル動作)を設計する。  
安全保護系の機能の設計後、システム全体の信頼性を「確率論」にて評価し、技術基準の適合性を確認している。

## 2. 安全保護系の機能設計

### ○計器ラックのデジタル化

建設時より使用していた計器ラックが保守期限(2012年)を迎えたことから、計器ラックを更新しデジタル化を行った。変更の際にCPU1重化+現状のロジック盤の構成で信頼性を評価し、変更前(建設時)と同等以上であること確認している。また、CPUの性能(処理速度)を考慮し、2分散としている。

### ○原子炉保護設備

#### (1)論理演算機能の移設

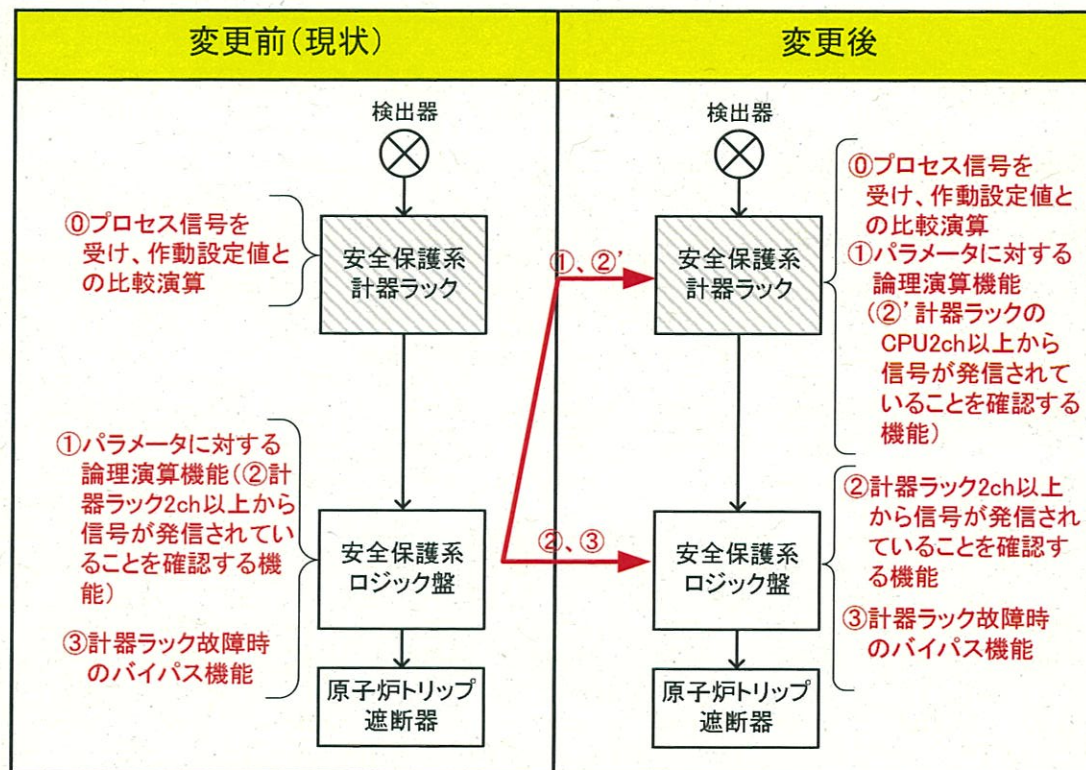
今回、ロジック盤の電子部品の製造中止等に伴いロジック盤を取替えるにあたって、ロジック盤が担っている、パラメータに対する論理演算機能(①)について、既設のデジタル制御装置である計器ラックのソフトウェアにて実現する。

#### (2)ロジック盤設置目的

既設の計器ラックのCPUが1重化であるため、計器ラックの1重故障時の対応を考慮する。ロジック盤を設置し、4chある計器ラックのうち2ch以上からの信号が発信されているかを判断する機能(②)を有するため、計器ラック1chの誤動作時においても原子炉トリップ遮断器が不要に動作することはない。(※)

また、計器ラック1chの誤動作時、当該計器ラックを系統から除外(バイパス)し、残り1chの計器ラックの動作で実動作する状態から残り2chの動作で動作する状態に復帰できる機能(③)も維持することが可能となる。

※計器ラック誤動作時、フェイルセーフ設計により原子炉トリップ信号を発信するものの、当該信号が誤動作であることを正常なロジック盤が判定することで、原子炉トリップ遮断器の不要な動作を回避する設計であり、ロジック盤が原子炉トリップ信号の発信を阻害するものではない。ロジック盤を追加することによる信頼性への影響については、4項のとおり信頼性評価として実施している。



## ○工学的安全施設作動設備

### (1) 論理演算機能の移設

原子炉保護設備同様に、ロジック盤が担っている、パラメータに対する論理演算機能(①)について、既設の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。

### (2) ロジック盤設置目的

既設の計器ラックのCPUが1重化であるため、計器ラックの1重故障時の対応を考慮する。

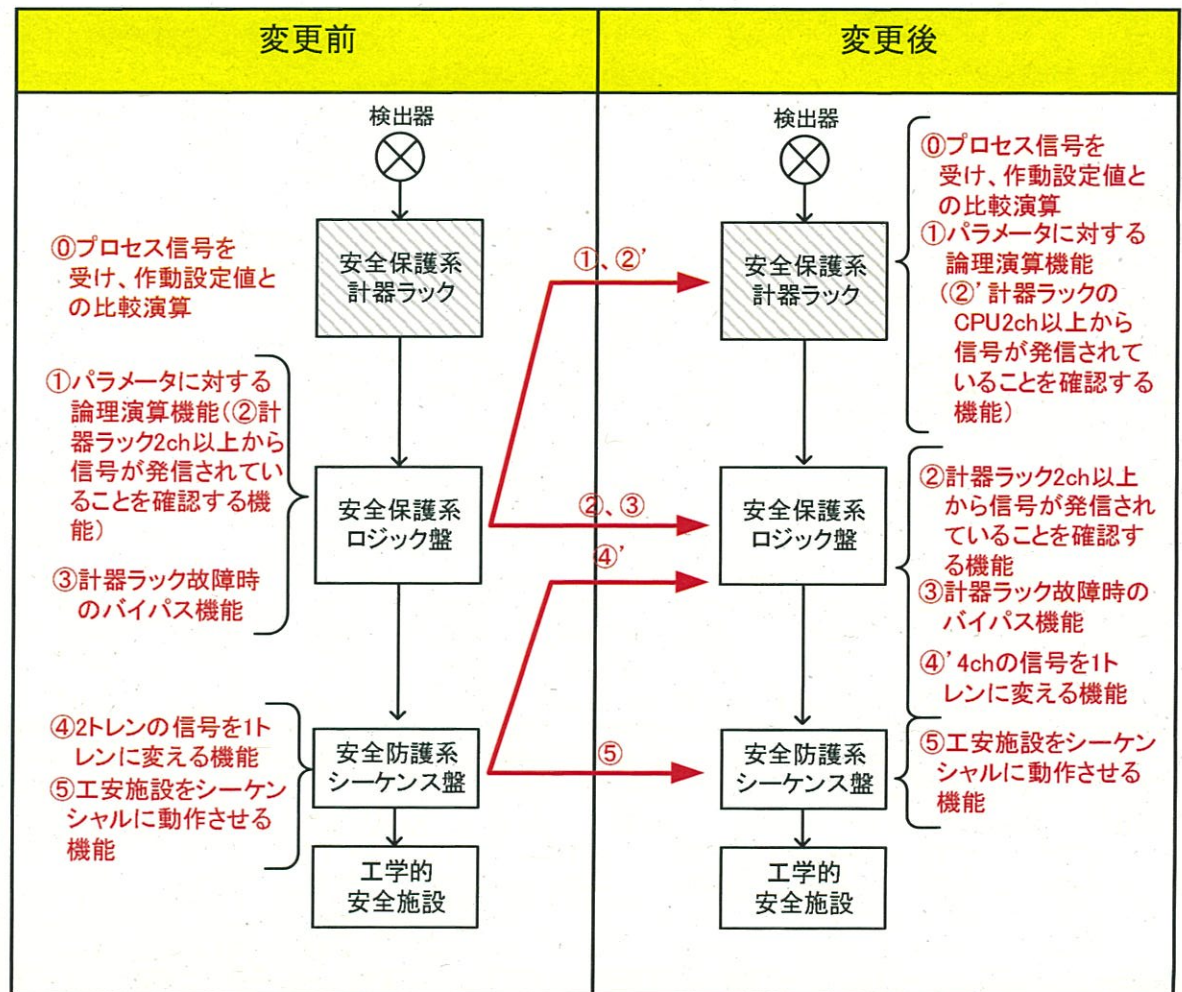
ロジック盤を設置し、4chの信号を1トレンに変える機能(④')を有するため、計器ラック1chの不動作時においても工安系2トレンが動作可能となる。

また、計器ラック1chの誤動作時、当該計器ラックを系統から除外(バイパス)し、残り1chの計器ラック動作で実動作する状態から残り2chの動作で動作する状態に復帰できる機能(③)も維持することが可能となる。

### (3) トレン構成

変更前のロジック盤が有する論理演算機能(①、②)については、4つのロジック盤で構成し、論理演算の結果、シーケンス盤に信号を発信している。シーケンス盤が有する論理演算機能(④)については、工安施設作動設備が2トレン設備であること、また工安施設作動設備全体の信頼性を評価した結果、2/2で必要十分であったことから2/2のロジックとしている。

変更後、ロジック盤の論理演算機能(①、②)が計器ラックに機能移設(①、②')されることによって、2つの計器ラックから発信された信号をシーケンス盤で2/2の論理演算を行うことでも成立するが、(2)に示したとおり計器ラックのCPUが1重化であることを踏まえ、2/4ロジックに変更する。シーケンス盤の2/4ロジックへの変更については、既設への影響が大きいいため、当該論理演算機能を新たなロジック盤にて移設して2/4ロジックを実現する。当該論理演算機能は、現状、2つのシーケンス盤が有しており、その機能移設であることから2つのロジック盤で実現する。



## (4) 工学的安全施設作動設備のフェイル動作

最終段の論理演算機能(④)については、駆動源の喪失に対してフェイルセーフの設計とした場合、当該制御盤の駆動源喪失時に工学的安全施設作動設備が実際に誤動作することからフェイルアズイズの設計としている。

当該論理演算機能は、既設では安全防護系シーケンス盤が担っているが、更新後ではロジック盤が担う(④')ことから、更新後のロジック盤の駆動源喪失に対してはフェイルアズイズの設計としている。

## 3. 電源の設計

安全保護系に限らず、停電時の影響が大きい制御盤については、保守性※も踏まえ2重化する設計としている。

※電源を2重化することによって、電源側点検時に、当該制御盤を停止することなく点検することが可能。

## 4. 信頼性評価

1項～3項にて設計した原子炉保護設備に対してシステム全体の信頼性を評価した結果、既設同等であり、技術基準を満足することを確認している。

また、2項(4)のフェイルアズイズの設計に関しては、3項のとおり電源を2重化していることからロジック盤の電源が喪失する確率は小さく( )、工学的安全施設作動設備全体としての信頼性には影響はない。