

東海第二発電所  
火災による損傷防止  
(審査会合コメント回答)

平成29年9月13日  
日本原子力発電株式会社

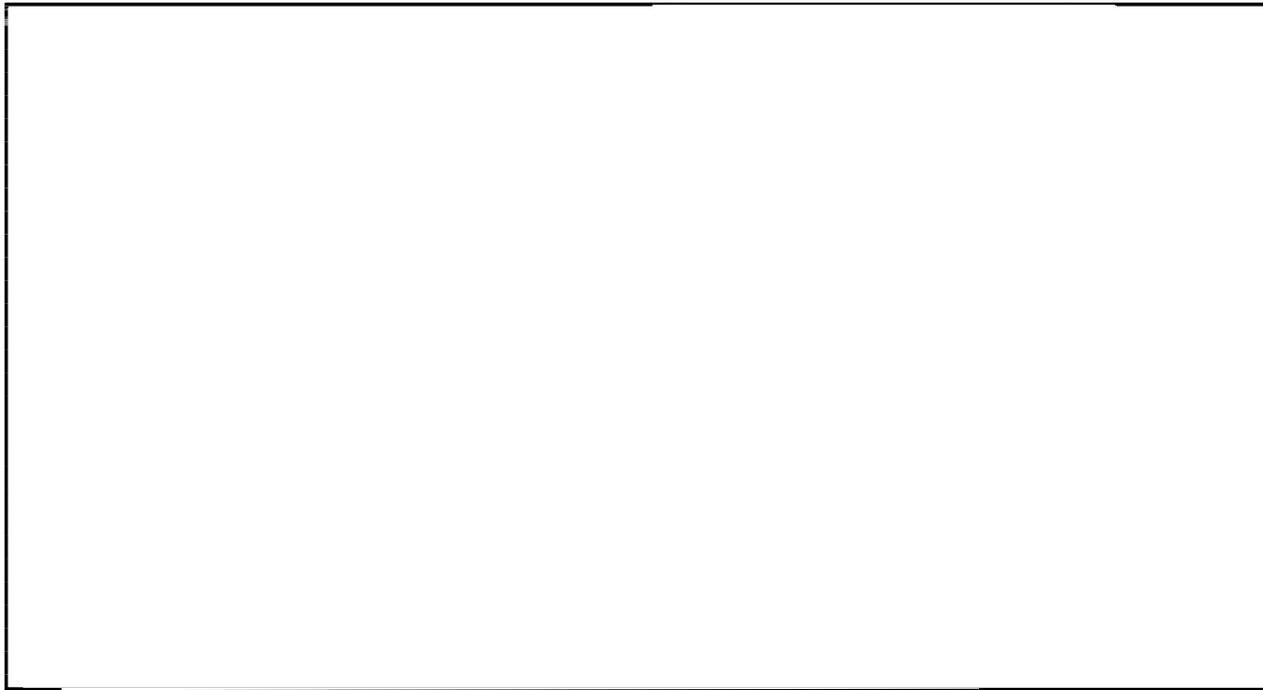
本資料のうち、は商業機密又は核物質防護上の観点から公開できません。

## 1. 指摘事項

耐火隔壁の設計方針について、火災防護対象機器に対する影響を評価する際、特殊な評価(原子炉建屋1階電気室120/240V計測用電源母線盤)を行うものについては別途説明すること。

## 2. 回答

- ◆ 火災防護に関する他の指摘事項や重大事故対応のためのアクセスルート確保について再検討し、原子炉建屋1階電気室内の再配置を検討
- ◆ その結果、120/240V計器用電源母線盤は同じ安全区分Ⅱが設置される場所に移設する設計(特殊な系統分離壁形状なし)とする
- ◆ なお、再配置については、指摘事項No.502-6にて説明



「東海第二発電所 内部火災について」平成29年8月31日 審査会合説明資料2-1-2より抜粋

## 1. 指摘事項

電気室での影響軽減に対して、区画なり区域を作って、その中にあるものをきちんと系統分離する、もしくは区画間できちんと系統分離されていることを説明すること。

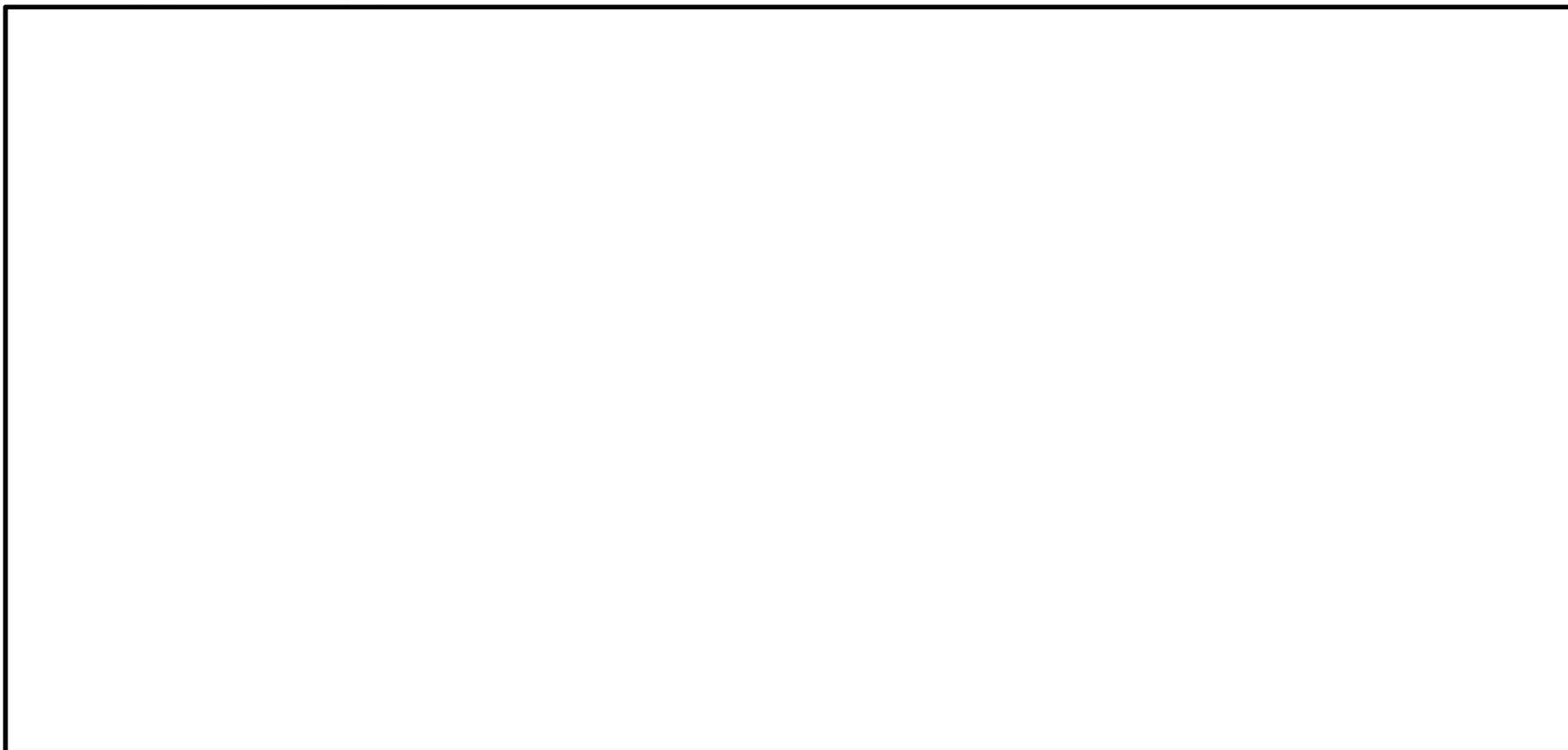
## 2. 回答

- ◆ 原子炉建屋1階電気室には、安全区分Ⅰ（茶色）、Ⅱ（黄色）、Ⅲ（緑）の設備が配置されているため、安全区分ⅠとⅡ、Ⅲの設備を系統分離する必要がある。
- ◆ 具体的には、設備の再配置を実施した上で、ピンク線の区画を「1時間耐火能力を有する隔壁＋感知・自動消火」の考え方に従い、4つに区分して系統分離を実施する。なお、感知器及び自動消火設備（ハロン1301）用のノズルは、各区画の火災を感知し、各区画に適切に噴射できるように設計する。
- ◆ なお、区画を跨がるケーブルトレイも、安全区分毎に「1時間耐火能力を有する隔壁＋感知・自動消火」にて系統分離を実施する。

【電気室内の再配置(前回からの変更点)について】

- ◆系統分離及びアクセスルート確保のための階段設置の観点から、電気室内にあった常用系充電器盤等をタービン建屋に移設し、再配置スペースを確保した上で、再配置を実施
- ◆前計画より影響軽減のための隔壁は増えるが、設備は安全区分毎に分離され、特殊な形状の分離壁なし

<当初計画と再配置計画>



1. 指摘事項

耐火隔壁設置に伴う影響について、アクセスルートなどを含めた他の条文への影響の観点についても整理して説明すること。

2. 回答

- ◆ 耐火隔壁としては、火災区域間に設置する3時間の耐火能力を有する隔壁と影響軽減のために設置する1時間の耐火能力を有する隔壁がある
- ◆ 他条文への影響について、アクセス性、溢水影響等の観点から影響について以下に整理
- ◆ なお、建屋内のアクセスルート(SA)についても、通路は確保されており影響ないことを確認

条文	影響の有無	変更内容
第三条	×	—
第四条	×	—
第五条	×	—
第六条	×	—
第七条	×	—
第八条	—	—
第九条	○	・溢水評価では計画中の壁等は反映されており問題なし
第十条	○	・R/B1階電気室内の配置見直しの反映し、蓄電池内蔵型照明の配置の適正化を実施
第十一条	○	同 上
第十二条	×	—
第十三条	×	—
第十四条	○	・電気室内の機器配置図の見直しが必要(再配置を反映)
第十五条	×	—

○:影響有 ×:影響なし

# 審査会合における指摘事項に対する回答

【No.502-2】

条文	影響の有無	変更内容
第十六条	×	—
第十七条	×	—
第十八条	×	—
第十九条	×	—
第二十条	×	—
第二十一条	×	—
第二十二条	×	—
第二十三条	×	—
第二十四条	×	—
第二十五条	×	—
第二十六条	○	・MCRへのアクセスルートの図あるため、R/B1階電気室内の配置図の見直しが必要
第二十七条	×	—
第二十八条	×	—
第二十九条	×	—
第三十条	×	—
第三十一条	×	—
第三十二条	×	—
第三十三条	○	・R/B1階電気室内の機器配置図の見直しの反映が必要
第三十四条	×	—
第三十五条	×	—
第三十六条	×	—

○:影響有 ×:影響なし

## 1. 指摘事項

ケーブル処理室床面ケーブルトレイ間の系統分離について、ガイドに則った煙等の影響評価を行い示すこと。

## 2. 回答

◆ 床面に設置するケーブルトレイの火災影響評価を実施し、分離対策に影響しないことを確認した。

### 【床面のトレイを発火源とした異区分トレイへの影響】

#### (1) ガイドに基づく評価結果

- ◆ 火炎の高さ: 約0.70m
- ① プルーム: 約203°C@1.4m (ケーブル損傷温度205°C)
- ② 輻射範囲: 0.78m
- ③ 高温ガス温度 (天井近傍): 約 53.5°C@2.6m上部

#### (2) ケーブルの損傷基準

- ◆ 205°C (輻射熱6kW/m<sup>2</sup>※)

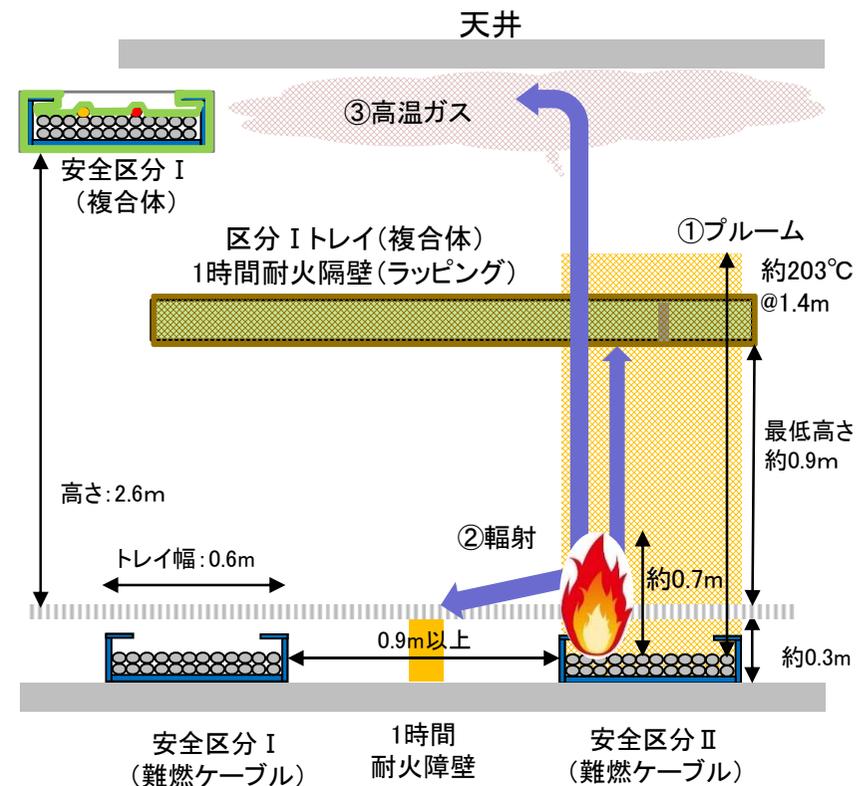
#### 【対策】

- ① プルーム対応
  - ・影響範囲のケーブルトレイは1時間耐火隔壁を設置
- ② 輻射対応
  - ・床面の異区分トレイ間は0.9m以上の離隔距離
- ③ 高温ガス
  - ・天井付近にはケーブルトレイが敷設されているが高温ガス温度はケーブルに損傷を与える温度より十分に低く影響なし。なお、ケーブルトレイには、系統分離の観点から1時間の耐火隔壁を設置

<計算条件>

※: ケーブル量としては設計最大量を仮定し、火災影響評価ガイドに基づき評価

※: ケーブル損傷基準は、火災影響評価ガイド熱可塑性ケーブル損傷基準 (NUREG/CR-6580)



## 1. 指摘事項

- ・火災起因による過渡事象に対して、単一故障を想定しても収束させることができることを整理して説明すること。
- ・高温停止だけでなく低温停止できるものとしての要求に対し、従うべき指針内容を含めて整理して説明すること。

## 2. 回答

- ◆ 内部火災影響評価は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」(火災防護審査基準)に基づいて実施している。

### 【火災防護審査基準】

#### 2.火災の影響軽減

2.3.2 原子炉施設内のいかなる火災によっても、安全保護系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には、火災による影響を考慮しても、多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく、原子炉を高温停止及び低温停止できる設計であること。

また、原子炉の高温停止及び低温停止が達成できることを、火災影響評価により確認すること。(火災影響評価の具体的手法は、「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」による。)

(参考)

「高温停止及び低温停止できる」とは、想定される火災の原子炉への影響を考慮して、高温停止状態及び低温停止状態の達成、維持に必要な系統及び機器がその機能を果たすことができることをいう。

2. 回答(つづき)

- ◆ また、いかなる火災によっても原子炉を高温停止及び低温停止できる設計であることの確認に当たっては、「内部火災影響評価ガイド」に記載の以下の要求事項を考慮し、「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」にて評価すべき事象とされている、「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」を対象とした。

【内部火災影響評価ガイド】

4.火災時の原子炉の安全確保

3.に想定する火災に対して、

- ・原子炉の安全停止に必要な機能を有する系統が、その安全機能を失わないこと(信頼性要求に基づき独立性が確保され、多重性又は多様性を有する系統が同時にその機能を失わないこと)。  
内部火災により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される場合には、その影響(火災)を考慮し、安全評価指針に基づき安全解析を行う必要がある。

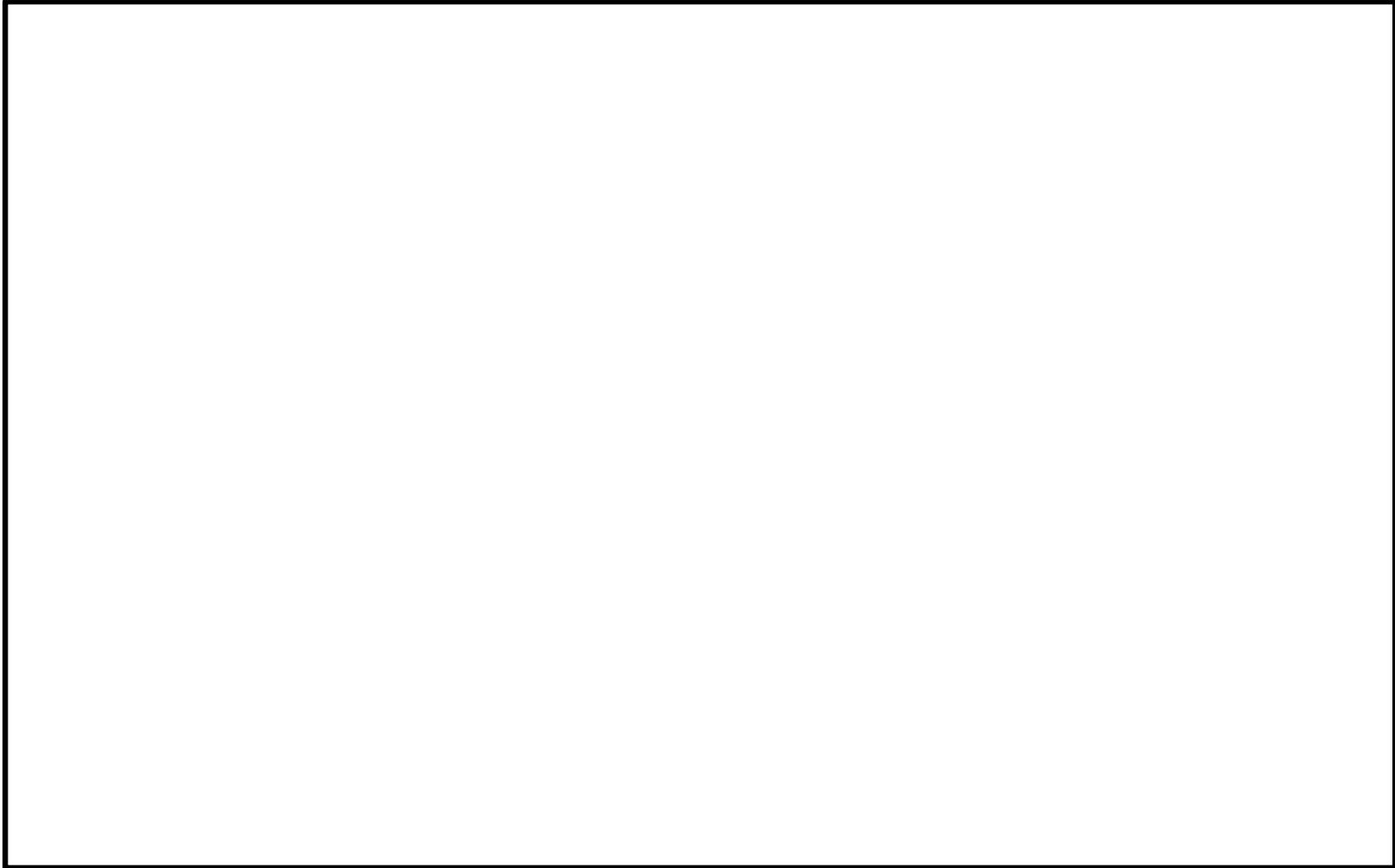
- ◆ なお、「発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針」(昭和55年11月6日原子力安全委員会決定、平成19年12月27日一部改訂)に基づく評価とはしていない。

### 3. 単一故障を考慮した原子炉停止

- ◆ 単一故障の評価においては、「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」を引き起こす原因となる系統及び機器（以下「外乱発生系」という。）に係る中央制御室内に設置された制御盤が火災の影響を受けることでインターロックが誤動作することを想定し、事象収束に必要な系統、機器（以下「対処系」という。）に単一故障を想定しても、外乱発生系と対処系に係る制御盤が離隔距離又は制御盤内の延焼防止対策により同時に機能喪失しないことを確認する。
- ◆ なお、現場に敷設されているケーブルが単一の内部火災により損傷することで発生する外乱については、火災防護審査基準の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策（系統分離）を実施することにより、原子炉の高温停止及び低温停止に必要な系統・機器が確保されることを確認していること、及び現場のケーブルが損傷した場合は現場の機器が厳しい側に動作することは考えにくいことを考慮し、本評価では現場ケーブルの火災による損傷は対象外とする。

3. 単一故障を考慮した原子炉停止

- ◆ 対処系に係る制御盤等の関係図は次のとおり。



3. 単一故障を考慮した原子炉停止

【火災により想定される事象の抽出：運転時の異常な過渡変化】

運転時の異常な過渡変化		火災の影響
(1) 炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化		
①原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き	—	制御棒駆動系が火災の影響を受けた場合、制御棒の常駆動系が動作不能となる。
②出力運転中の制御棒の異常な引き抜き	—	制御棒駆動系が火災の影響を受けた場合、制御棒の常駆動系が動作不能となる。
(2) 炉心内の熱発生または熱除去の異常な変化		
③原子炉冷却材流量の部分喪失	—	原子炉スクラムには至らない事象。
④原子炉冷却材の停止ループの誤起動	—	原子炉スクラムには至らない事象。
⑤外部電源喪失	○	送電系等が喪失することにより発生する可能性があるが、⑫の評価に含まれる。
⑥給水加熱喪失	○	抽気逆止弁が誤閉することにより発生する可能性がある。
⑦原子炉冷却材流量制御系の誤動作	○	流量制御器が誤動作することにより発生する可能性がある。
(3) 原子炉冷却材圧力又は原子炉冷却材保有量の異常な変化		
⑧負荷の喪失	○	蒸気加減弁が誤動作することにより発生する可能性がある。
⑨主蒸気隔離弁の誤閉止	○	主蒸気隔離弁が誤閉止することにより発生する可能性がある。
⑩給水制御系の故障	○	原子炉給水制御系が誤動作することにより発生する可能性がある。
⑪原子炉圧力制御系の故障	○	原子炉圧力制御系が誤動作することにより発生する可能性がある。
⑫給水流量の全喪失	○	原子炉給水ポンプの機能が喪失することにより発生する可能性がある。

単一の内部火災により発生する可能性のある事象を対象に、単一故障を想定しても高温停止及び低温停止が可能であることを確認する。

3. 単一故障を考慮した原子炉停止

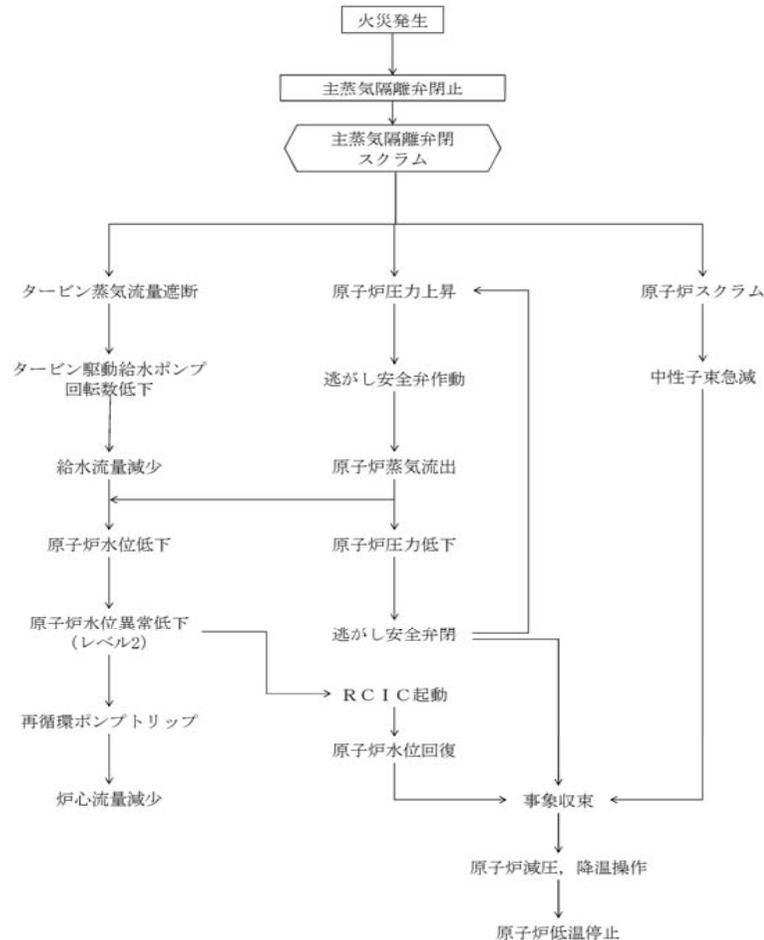
【火災により想定される事象の抽出：設計基準事故】

設計基準事故	火災の影響	
(1)原子炉冷却材の喪失又は炉心冷却状態の著しい変化		
①原子炉冷却材喪失	-	火災の影響により原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する格納容器内側・外側隔離弁が同時に開となる可能性はない。また、火災の影響により逃がし安全弁が誤開する可能性があるが、中央制御室に常駐している運転員が誤開した逃がし安全弁を速やかに閉止することが可能である。
②原子炉冷却材流量の喪失	○	再循環ポンプトリップ回路が誤動作することにより発生する可能性がある。
③原子炉冷却材ポンプの軸固着	-	火災の影響により原子炉冷却材ポンプの回転軸は固着しない。
(2)反応度の異常な投入又は原子炉出力の急激な変化		
④制御棒落下	-	火災の影響により制御棒駆動機構の機械的損傷は発生しない。
(3)環境への放射性物質の異常な放出		
⑤放射性気体廃棄物処理施設の破損	-	火災の影響により気体廃棄物処理施設の機械的損傷は発生しない。
⑥主蒸気管破断	-	火災の影響により主蒸気管の機械的損傷は発生しない。
⑦燃料集合体の落下	-	火災の影響により燃料取扱装置の機械的損傷は発生しない。
⑧原子炉冷却材喪失	-	①と同じ。
⑨制御棒落下	-	④と同じ。
(4)原子炉格納容器内圧力、雰囲気等の異常な変化		
⑩原子炉冷却材喪失	-	①と同じ。
⑪可燃性ガスの発生	-	①と同じ。

単一の内部火災により発生する可能性のある事象を対象に、単一故障を想定しても高温停止及び低温停止が可能であることを確認する。

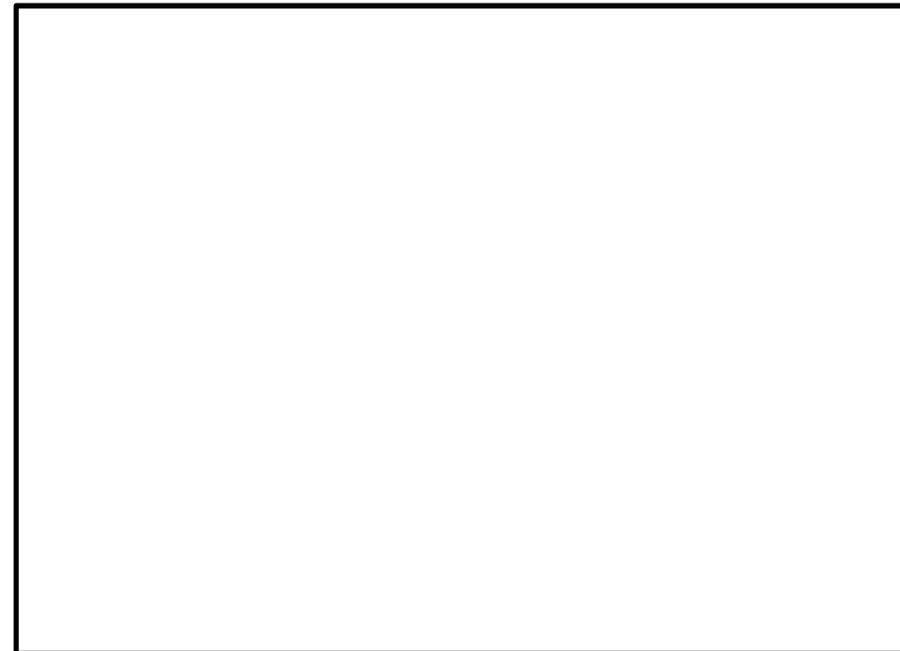
3. 単一故障を考慮した原子炉停止

【評価結果の例(主蒸気隔離弁の誤閉止)】



「主蒸気隔離弁の誤閉止」の事象過程

- ◆ 単一の内部火災により中央制御室に設置されている次の盤が影響を受けることでインターロックが誤動作し、主蒸気隔離弁が閉止することを想定。
  - 緊急時炉心冷却系操作盤(H13-P601)
  - 格納容器内側隔離系継電器盤(H13-P622)
  - 格納容器外側隔離系継電器盤(H13-P623)

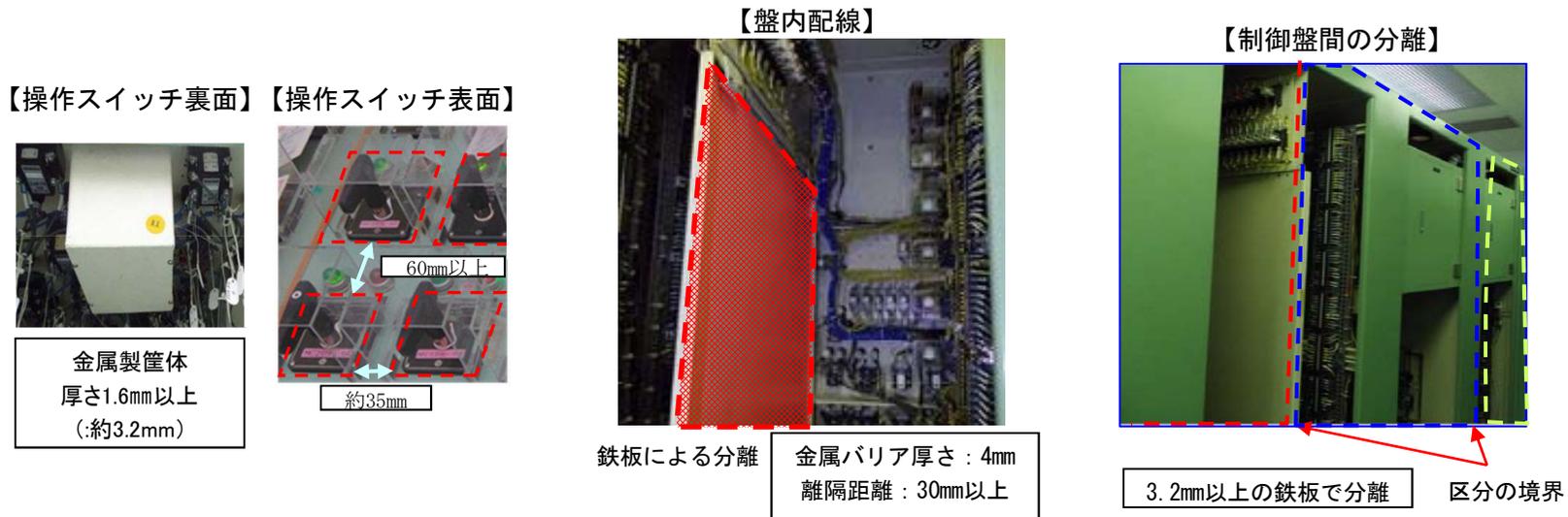


中央制御室制御盤の配置図(主蒸気隔離弁の誤閉止)

## 3. 単一故障を考慮した原子炉停止

【評価結果の例(主蒸気隔離弁の誤閉止)】

- ◆ 「主蒸気隔離弁の誤閉」の発生に係る制御盤と原子炉安全保護系の制御盤は分離されているため、火災の影響を受けないことから、安全保護系に単一故障を想定しても、他の安全保護系にて原子炉はスクラムする。
- ◆ 高温停止及び低温停止に必要な対処系については、主蒸気隔離弁の論理回路と非常用炉心冷却系等の論理回路が同じ緊急時炉心冷却系操作盤に存在するが、当該操作盤は安全区分に応じて分離されているため、対処系に単一故障を想定した場合でも、原子炉は冷温停止状態に移行することができる。



3. 単一故障を考慮した原子炉停止

【まとめ】

- ◆ 単一の内部火災に起因して発生する可能性のある「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」が、中央制御室内に設置している制御盤が火災の影響を受けインターロックが誤動作することにより発生した場合の影響を評価した。
- ◆ その結果、事象収束に必要な対処系に対して単一故障を想定しても、原子炉を支障なく低温停止に移行できることを確認した。

## 1. 指摘事項

電気室での影響軽減(系統分離)に関して、火災区画の設定と機器毎の影響軽減に対する考え方を整理して説明すること。

## 2. 回答

当社の火災区域(区画)と機器毎の影響軽減に関する考え方は以下のとおり

- ◆ 影響軽減(系統分離及び火災影響評価)は、火災区域単位で実施する
- ◆ 「火災区画」は、火災荷重評価(可燃物量の評価・管理)及び延焼防止の観点から設定し、番号をつけて管理(火災影響評価は「火災区画」単位ではなく、「火災区域」単位で実施)
- ◆ 例えば、電気室は1つの火災区域内に安全区分Ⅰ,Ⅱ,Ⅲの設備が混在して設置されているため、設備の移設(取替)を実施し、安全区分Ⅰと安全区分Ⅱ,Ⅲの設備間に1時間耐火隔壁を設置して系統分離を実施した上で、区分毎に区画番号を設定し可燃物量等管理

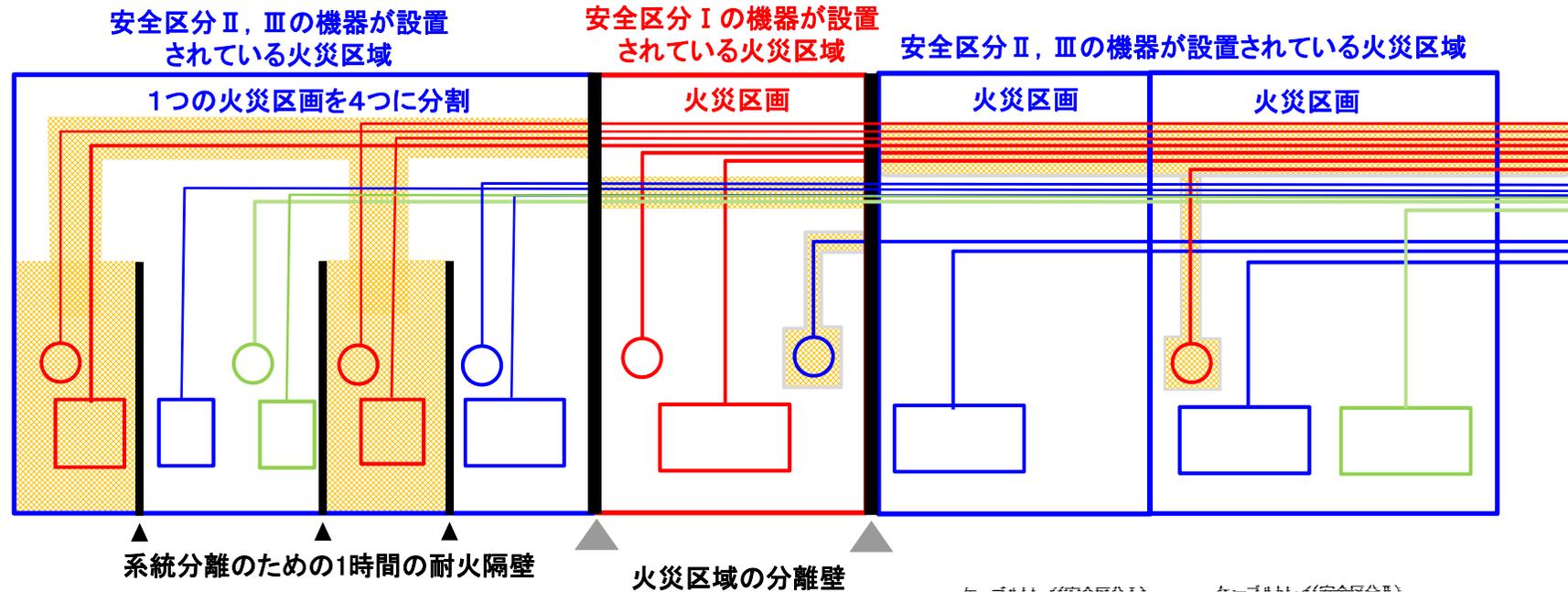
※審査基準2.3「火災の影響軽減」においても、火災区域を火災区画に分離して影響軽減を実施するような要求はなく、影響評価ガイドにおいても、火災区域の火災区画への細分化は、必要に応じて記載されている

### 火災区域(区画)の設定と機器毎の影響軽減の考え方

No	影響軽減対象設備の配置パターン	対象設備例	対応方針
1	1つの火災区域内に単独で配置	・伝送器 ・中央制御室外原子炉停止制御盤	・単独の設備に対する系統分離であり、 <b>機器単位で系統分離</b> (分離方針a又はc) ・新たな火災区画設定は不要
2	1つの火災区域内に安全区分の異なる機器が隣り合って配置	・ほう酸水注入ポンプA/B ・バッテリー室排気ファンA/B等の空調設備	・隣り合って配置されている設備に対する系統分離であり、 <b>機器単位で系統分離</b> (分離方針c) ・区分分離毎に区画番号を設定し、今後、火災荷重等を管理
3	1つの火災区域内に安全区分の異なる機器類が、複数機器でまとめて配置	・電気室内設置の各種電源盤等	・複数の機器の系統分離のため、 <b>複数の機器をまとめたエリア単位で系統分離</b> (分離方針c) ・区分分離毎に区画番号を設定し、今後、火災荷重等を管理

分離方針a: 3時間耐火能力を有する隔壁等で分離    分離方針c: 1時間耐火能力を有する隔壁等で分離+感知・自動消火にて分離

## 【電気室の系統分離のイメージ】



### <系統分離の考え方>

区域内に火災が発生し、仮に安全区分 II 及び III が機能喪失しても、安全区分 I の機能が確保できるように系統分離(逆も同様)

: 系統分離対象審査基準2.3.1(2)のa,b,cに従い系統分離を実施

