

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27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

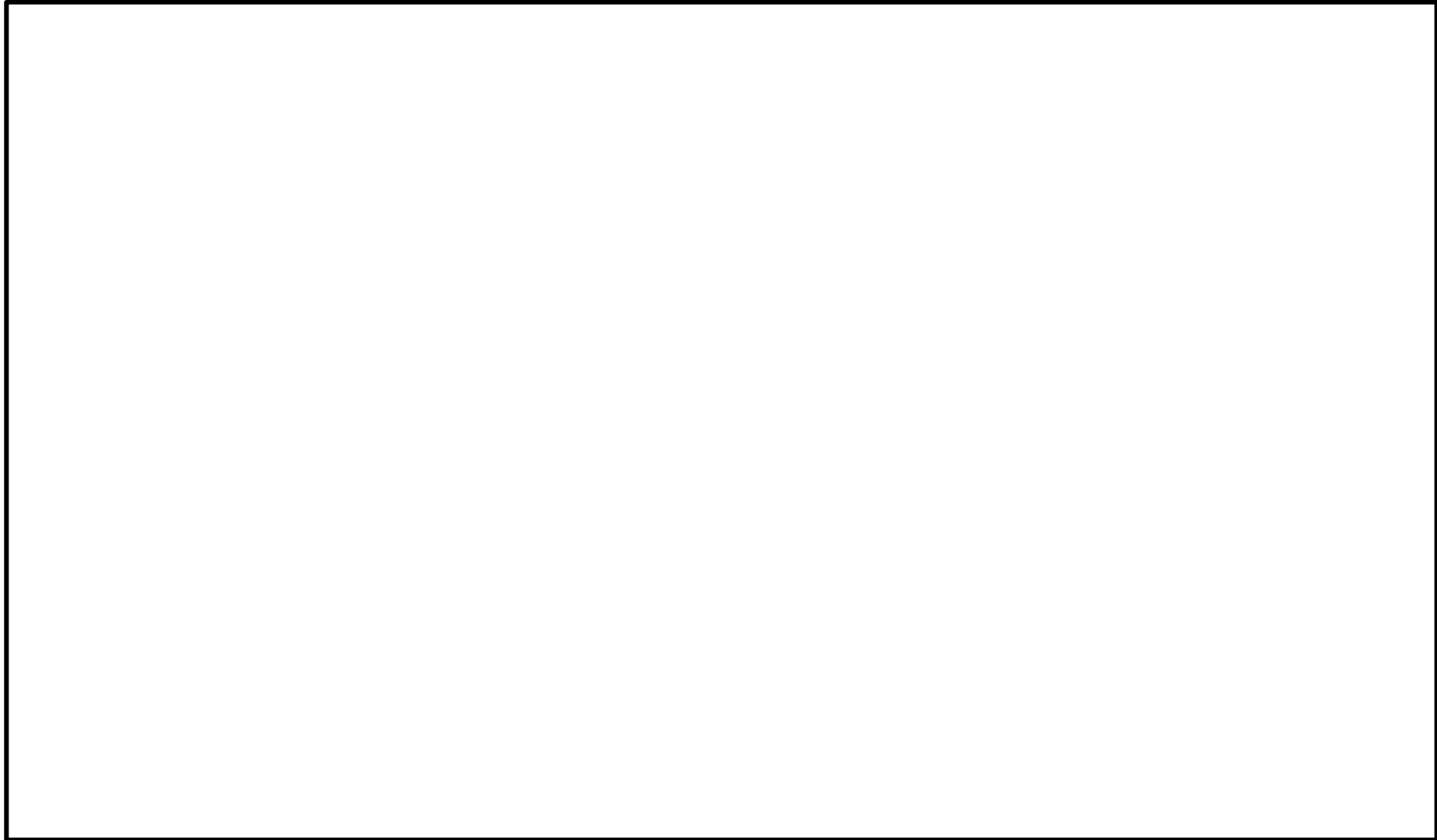
火災影響軽減と火災区画の考え方について、火災区域において成功パスを達成できない場合に系統分離を行うことは基準に要求される火災区画として扱い、火災影響評価を実施すること。  
また、**基準要求は仕様規定であることから、それに沿って対応していることを説明すること。**

## 2. 回答

- ◆ 火災の影響軽減は、火災防護の審査基準に沿って、以下の方法で対応
  - (1) 火災区域は、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁によって、異なる安全区分の火災区域から分離されるように設定
  - (2) 原子炉の安全停止に必要な火災防護対象機器等について、異区分間を以下のいずれかの方法で分離
    - a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離
    - b. 水平距離で6m以上の離隔、かつ、火災感知設備及び自動消火設備の設置
    - c. 1時間耐火隔壁による分離、かつ、火災感知設備及び自動消火設備の設置

火災区域内の火災区画における異区分機器の系統分離 (1/3)

系統分離対象機器リスト



火災区域内の火災区画における異区分機器の系統分離 (2/3)

系統分離対象機器リスト

--

火災区域内の火災区画における異区分機器の系統分離 (3/3)

系統分離対象機器リスト

--

※2:原子炉建屋ガス処理系は,安全停止の観点ではなく,放射性物質の放出抑制の観点から抽出 ※3:ケーブルトレイ(難燃ケーブル)と異区分ケーブルトレイ(複合体)の距離

## 1. 指摘事項

火災影響軽減と火災区画の考え方について、火災区域において成功パスを達成できない場合に系統分離を行うことは基準に要求される火災区画として扱い、火災影響評価を実施すること。  
また、基準要求は仕様規定であることから、それに沿って対応していることを説明すること。

## 2. 回答

◆ 火災区域において安全停止パス(成功パス)を確保できない設備については、系統分離によって火災区画を設定し、火災影響評価によっても安全停止パスが確保できることを確認

## 【火災区域を構成する火災区画に対する系統分離と火災影響評価】

### ◆火災区域(R-3)の火災区画の異区分機器に対する防護対策(例示)

火災区域	火災区画	異区分機器の確認 (安全区分Ⅱ,Ⅲ以外の機器)	安全停止パス※2	火災区画に対する防護対策
R-3		異区分機器なし	Ⅱ,Ⅲ	なし
		異区分機器なし※1	Ⅱ,Ⅲ	なし
		異区分機器なし	Ⅱ,Ⅲ	なし
		区分Ⅰの制御盤有り	なし	中央制御室外原子炉停止制御盤を別区画として系統分離
		異区分機器なし	Ⅱ,Ⅲ	なし
		区分Ⅰの電気盤等有り	なし	電気室を4区画に系統分離(R-1-6(1)~(4))
		異区分機器なし	Ⅱ,Ⅲ	なし
		異区分機器なし※1	Ⅱ,Ⅲ	なし
		区分Ⅰの伝送器有り	なし	格納容器圧力A伝送器を区画から分離
		区分Ⅰの機器,制御盤有り	なし	空調機械室を6区画に系統分離
		区分Ⅰの機器有り(安全停止に影響なし)	Ⅱ,Ⅲ	バッテリー室排気ファン室を2区画に系統分離
		異区分機器なし	Ⅱ,Ⅲ	なし
		異区分機器なし	Ⅱ,Ⅲ	なし
		異区分機器なし	Ⅱ,Ⅲ	なし
		区分Ⅰの機器有り	なし	ほう酸水注入ポンプエリアを3区画に系統分離

※1:異区分のケーブルトレイは系統分離することを前提に確認

※2:安全区分Ⅰの火災を想定した場合の安全停止パス

# 火災区域における系統分離と火災影響評価について

## 【火災区画での内部火災影響評価】

◆設定した火災区画について、以下のステップで内部火災影響評価を実施。

ステップ①: 火災区画R-1-6(3)に火災を想定した場合の隣接する火災区画への火災伝播の可能性を評価する。

火災を想定する火災区画及び隣接する火災区画について、開口の有無及び等価時間が3時間を超過していないことを確認する。

ステップ②: 当該火災区画(R-1-6(3))及び隣接する火災区画におけるターゲット(火災防護対象機器)の有無及び機能を確認する。

ステップ③: 火災を想定する火災区画及び隣接する火災区画に系統分離対策が施されていることを確認する。

ステップ④: 系統分離対策を踏まえ、高温停止及び低温停止に必要な安全停止パスが残ることを確認する。



# 火災区域における系統分離と火災影響評価について

分類 (注2)

1. 安全保護系
2. 原子炉停止系
3. 工学的安全施設等
4. 非常用所内電源系
5. 事故時監視計器
6. 残留熱除去系
7. 最終的な熱の逃し場
8. 補助設備

(注1)隣接区画への火災伝播の可能性を評価し、「等価時間<耐火時間」であれば「○」とする。

(注2)各機能を有する場合は「○」、有しない場合は「-」とする。

(注3)当該火災区画にターゲットが存在する場合は「○」、存在しない場合は「-」とする。

(注4)各機能の成功パスが成立する場合、原子炉の高温停止及び低温停止が可能であるため、「○」とする。

ステップ①

ステップ②

ステップ③

ステップ④

火災を想定する火災区画	隣接火災区画	開口部有無	等価時間<耐火時間(注1)	火災を想定する火災区画								隣接火災区画								ターゲットに関する説明	系統分離	高温停止の安全停止パス	低温停止の安全停止パス	高温停止 [注4]	低温停止 [注4]	
				有する機能(注2)								有する機能(注2)														
				ターゲット(注3)	1	2	3	4	5	6	7	8	ターゲット(注3)	1	2	3	4	5	6							7
R-1-6(2)	有	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	1. 安全保護系(I系, II系) 3. 工学的安全施設(RCIC I系) 4. 非常用所内電源系(I系, II系, III系) 5. 事故時監視計器(S/C温度モニタ I系) 6. 残留熱除去系(I系, II系) 7. 最終的な熱の逃がし場(RHRSポンプ I系, II系) 8. 補助設備(RHR HVAC I系, II系, LPCS HVAC, HPCS HVAC) 過圧防止SRV(I系)	1時間の耐火隔壁及び感知器及び自動消火設備により、系統分離している	1)原子炉未臨界:スクラム 2)原子炉過圧防止:SRV(安全弁機能) 3)炉心冷却:RCIC, ADS(A)+RHR(A) 4)非常用所内電源系: D/G(2C), 直流電源(I) 5)補機冷却系, 補助設備:上記緩和系に必要な補機冷却系及び補助設備を確保可能	1)原子炉未臨界:スクラム 2)原子炉減圧:SRV 3)崩壊熱除去:RHR(A) 4)非常用所内電源系: D/G(2C), 直流電源(I) 5)補機冷却系, 補助設備:上記緩和系に必要な補機冷却系及び補助設備を確保可能	○	○
				○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	1. 安全保護系(I系, II系) 3. 工学的安全施設(RCIC I系) 4. 非常用所内電源系(I系, II系, III系) 5. 事故時監視計器(S/C温度モニタ I系) 6. 残留熱除去系(I系, II系) 7. 最終的な熱の逃がし場(RHRSポンプ I系, II系) 8. 補助設備(RHR HVAC I系, II系, LPCS HVAC, HPCS HVAC) 過圧防止SRV(I系)	1時間の耐火隔壁及び感知器及び自動消火設備により、系統分離している	1)原子炉未臨界:スクラム 2)原子炉過圧防止:SRV(安全弁機能) 3)炉心冷却:RCIC, ADS(A)+RHR(A) 4)非常用所内電源系: D/G(2C), 直流電源(I) 5)補機冷却系, 補助設備:上記緩和系に必要な補機冷却系及び補助設備を確保可能	1)原子炉未臨界:スクラム 2)原子炉減圧:SRV 3)崩壊熱除去:RHR(A) 4)非常用所内電源系: D/G(2C), 直流電源(I) 5)補機冷却系, 補助設備:上記緩和系に必要な補機冷却系及び補助設備を確保可能	○	○	
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1. 安全保護系(I系, II系) 3. 工学的安全施設(RCIC I系) 4. 非常用所内電源系(I系, II系, III系) 5. 事故時監視計器(S/C温度モニタ I系) 6. 残留熱除去系(I系, II系) 7. 最終的な熱の逃がし場(RHRSポンプ I系, II系) 8. 補助設備(RHR HVAC I系, II系, LPCS HVAC, HPCS HVAC) 過圧防止SRV(I系)	3時間の耐火隔壁により系統分離している	1)原子炉未臨界:スクラム 2)原子炉過圧防止:SRV(安全弁機能) 3)炉心冷却:RCIC, ADS(A)+RHR(A) 4)非常用所内電源系: D/G(2C), 直流電源(I) 5)補機冷却系, 補助設備:上記緩和系に必要な補機冷却系及び補助設備を確保可能	1)原子炉未臨界:スクラム 2)原子炉減圧:SRV 3)崩壊熱除去:RHR(A) 4)非常用所内電源系: D/G(2C), 直流電源(I) 5)補機冷却系, 補助設備:上記緩和系に必要な補機冷却系及び補助設備を確保可能	○	○	

## 1. 指摘事項

ケーブル処理室内における各離隔距離の根拠や床下ケーブルトレイの防護対策を具体的に説明すること。

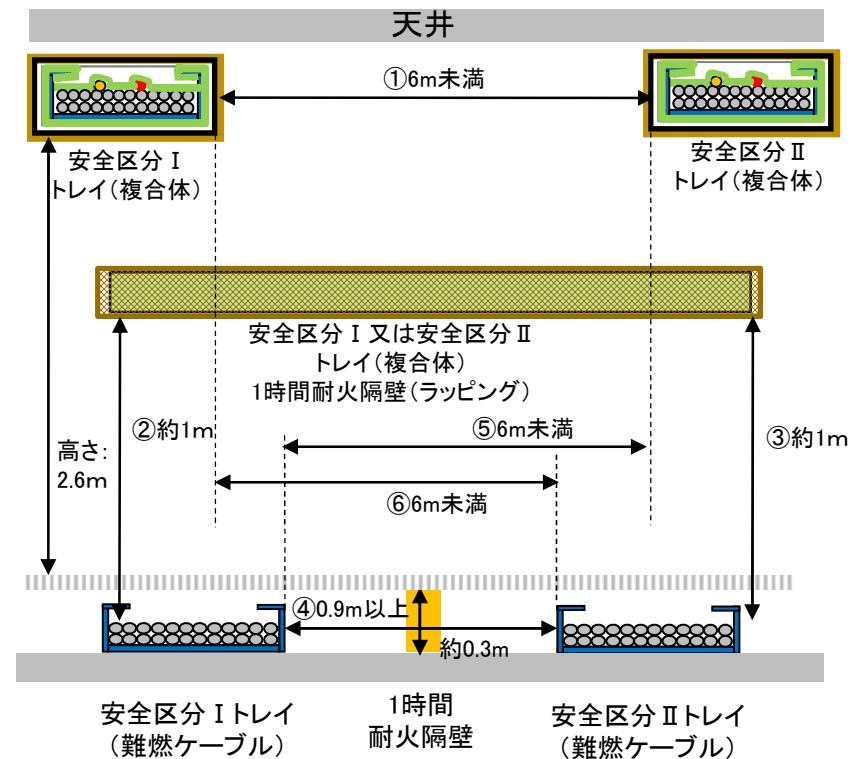
## 2. 回答

◆ ケーブル処理室における各ケーブルトレイ間の離隔距離と床下ケーブルトレイの防護対策は以下のとおり

評価項目	隔離距離	根拠	系統分離方針
① 安全区分Ⅰと安全区分Ⅱ及びⅢの複合体間	6m未満 (水平距離)	図面	安全区分Ⅱ、Ⅲトレイへの1時間耐火隔壁+感知・自動消火(ケーブル処理室, 複合体内)
② 安全区分Ⅰの床下ケーブルトレイ(新設)と安全区分Ⅱ、Ⅲの複合体間	最小約1.0m	図面	同上
③ 安全区分Ⅱの床下ケーブルトレイ(新設)と安全区分Ⅰの複合体間	最小約1.0m	図面	安全区分Ⅰトレイへの1時間耐火隔壁+感知・自動消火(ケーブル処理室, 複合体内)
④ 安全区分Ⅰと安全区分Ⅱの床下ケーブルトレイ(新設)間	0.9m以上 (設計値)		1時間耐火隔壁+感知・自動消火(ケーブル処理室)
⑤ 安全区分Ⅰの床下ケーブルトレイ(新設)と安全区分Ⅱ又はⅢの複合体間	6m未満 (水平距離)	図面	安全区分Ⅱ、Ⅲトレイへの1時間耐火隔壁+感知・自動消火(ケーブル処理室, 複合体内)
⑥ 安全区分Ⅱの床下ケーブルトレイ(新設)と安全区分Ⅰの複合体間	6m未満 (水平距離)	図面	安全区分Ⅰトレイへの1時間耐火隔壁+感知・自動消火(ケーブル処理室, 複合体内)



新設難燃ケーブル(安全区分Ⅱ)の火災を想定した影響範囲概略図



ケーブル処理室のケーブルトレイ間の系統分離方針

- ◆ 床下ケーブルトレイ(新設)の安全区分と異なる安全区分間の複合体で、水平距離6m以上の離隔距離(水平距離間に可燃物質なし)が確保できない範囲については、原則として複合体側を1時間の耐火隔壁で囲み系統分離を実施。なお、感知設備及び自動消火設備は複体内及びケーブル処理室にそれぞれ設置
- ◆ 異なる安全区分間の複合体で、水平距離6m以上の離隔距離(水平距離間に可燃物質なし)が確保できない範囲については、原則として安全区分Ⅱ及びⅢの複合体側を1時間の耐火隔壁で囲み系統分離を実施。なお、感知設備及び自動消火設備は複体内及びケーブル処理室にそれぞれ設置
- ◆ 異なる安全区分間の床下ケーブルトレイ(新設)については、物理的に6mの離隔が確保できないため、ケーブルトレイ間に1時間の耐火隔壁を設置し、系統分離を実施。なお、感知設備及び自動消火設備はケーブル処理室全体で実施

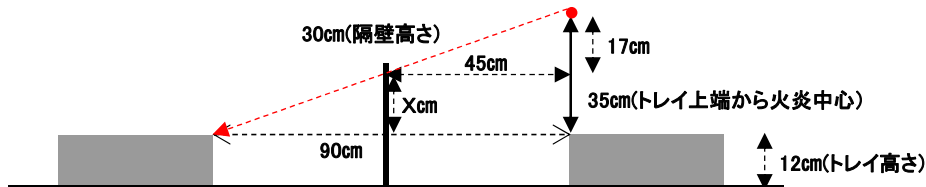
## 1. 指摘事項

ケーブル処理室内における各隔離距離の根拠や床下ケーブルトレイの防護対策を具体的に説明すること。

## 2. 回答

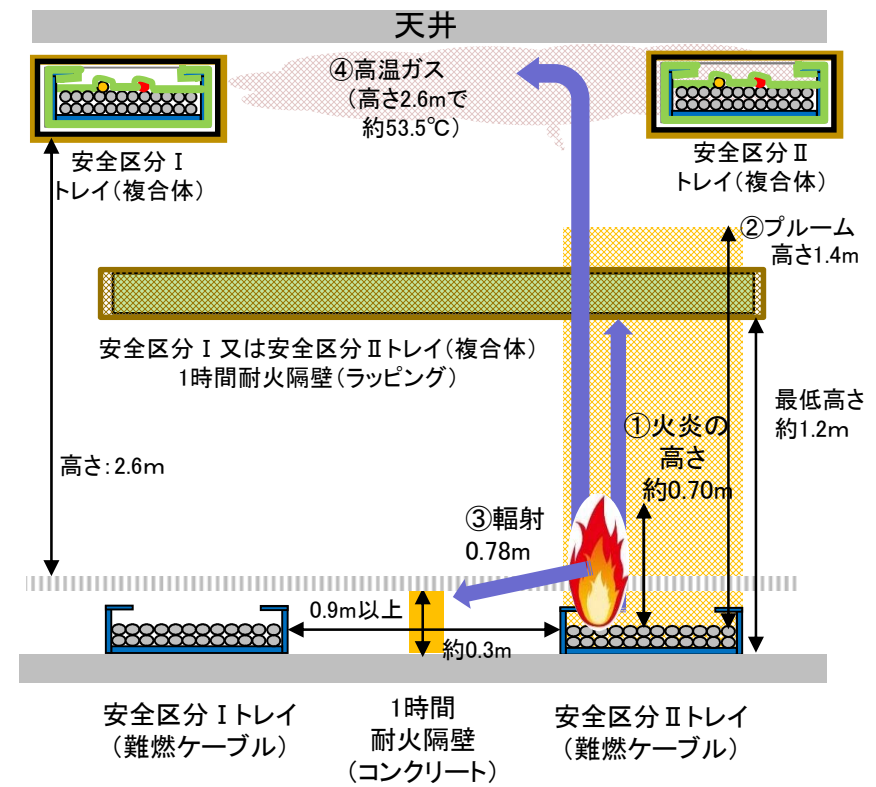
◆ ケーブル処理室における各ケーブルトレイ間の隔離距離と床下ケーブルトレイの防護対策は以下のとおり

評価項目	評価結果	備考
①火炎の高さ	ケーブル表面から約0.7m	
②プルーム影響範囲	ケーブル表面から約1.4m	トレイ最低高さ: 床面上約1.2m
③輻射影響範囲	火炎中心から0.78m	耐火隔壁高さ約0.3m
④高温ガス温度	天井付近で約53.5℃	天井近傍トレイ高さ: 2.6m



ケーブルトレイ端部の火炎を想定し、その直接輻射が異区分のケーブルトレイ端部に直接当たるか否かを評価した。その結果、直接線は分離壁で遮られることを確認  
 $90:35=45:x \Rightarrow x=17.5\text{cm}$   
 ケーブルトレイ上端からの隔壁高さは、 $30-12=18\text{cm} > 17.5\text{cm}$

新設難燃ケーブル(安全区分Ⅱ)の火災を想定した影響範囲概略図



## 1. 指摘事項

各現場における系統分離対策の妥当性について、具体的に説明すること。

## 2. 回答

◆ 系統分離対策を実施する設備の耐火隔壁の設置方法に関する妥当性と管理方法は以下のとおり

火災区画	設備	分離対策※1	隔壁の設置方法	開口面	影響確認※2	可燃物管理等
1階電気室(充電器室)	充電器盤等	c	区分に応じ4つの火災区画に分離	上部	影響なし	隔壁近傍 両機器への影響範囲
ほう酸水注入ポンプ室	ほう酸水注入ポンプ	c	機器間を隔壁で分離	機器間以外	影響なし	同上
機械空調室	SWGR, 中央制御室換気空調機等	c	同上	機器間以外	影響なし	同上
バッテリー排気ファン室	バッテリー室排気ファン	c	同上	機器間以外	影響なし	同上
ケーブル処理室	新設ケーブルトレイ	c	トレイ間を隔壁で分離	新設トレイ上部	影響なし	同上
付属棟屋上	中央制御室チラーユニット等	a	機器間を隔壁で分離	機器間以外	影響なし	同上
FRVS/SGTS室	原子炉建屋ガス処理系A(B)排風機	c	同上	同上	影響なし	同上
3階通路(西)	格納容器圧力伝送器	a	全面を隔壁で覆う	なし	—	なし
廃棄物処理棟地下1階通路部	残留熱除去系海水系流量	a	同上	なし	—	なし

※1:分離方法

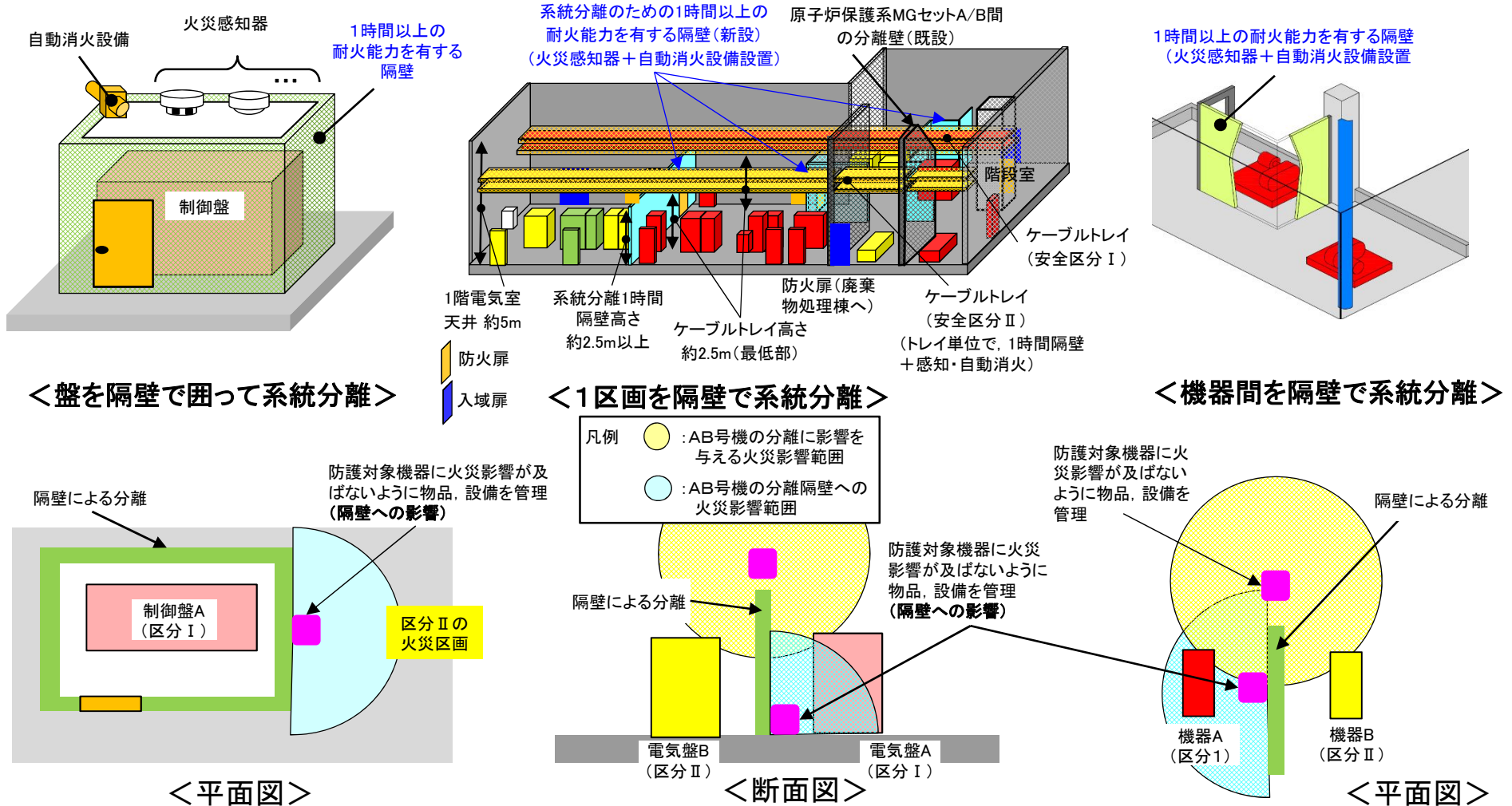
- a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁
- c. 1時間耐火以上の耐火能力を有する隔壁 + 火災感知, 自動消火設備設置

※2:影響確認(分離隔壁設置による異区分機器間の火災影響評価)

- ①火炎高さ
- ②プルーム
- ③輻射
- ④高温ガス

## 【系統分離のための隔壁の設置方法】

◆系統分離方法cにより対策を講じる場合、隔壁の設置方法は以下に示す3つのケースに分類され、それぞれのケースに応じた管理を実施



## 1. 指摘事項

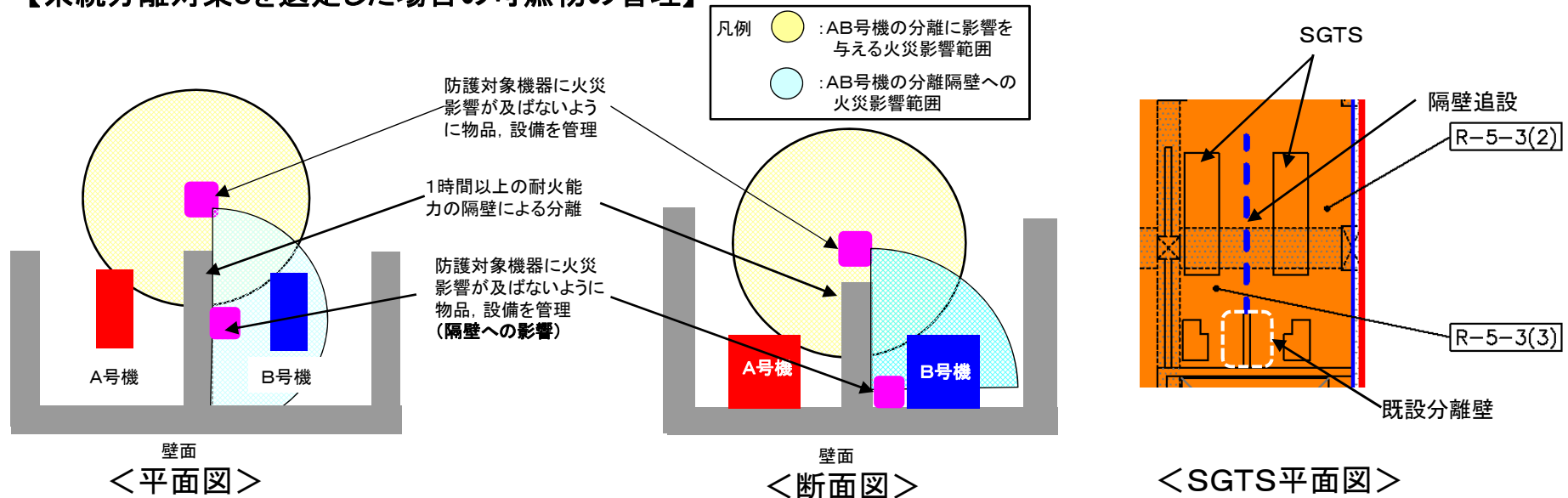
原子炉保護系M-Gセット間の既存の分離壁においても可燃物管理が必要となるか、記載すること。同様に分離壁が天井までつながっていない箇所があるか説明すること。

## 2. 回答

- ◆ 異区分の防護対象機器が耐火壁で全面を囲われておらず、周囲に仮置きした可燃物の火災を想定した場合、系統分離した両区分の機器が同時に機能を失わないように、影響範囲への可燃物となりうる設備、物品の配備を火災防護計画に記載する。
- ◆ 原子炉建屋ガス処理系A(B)排風機(SGTS)は分離壁が一部のみ設置され、天井までつながっていない。

火災防護に係る審査基準 2.3.1(2)に示されるa. (3時間以上の耐火能力を有する隔壁等), b. (6m離隔+火災感知・自動消火), c. (1時間の耐火能力を有する隔壁等+火災感知・自動消火)のいずれかにて系統分離を実施

### 【系統分離対策cを選定した場合の可燃物の管理】



---

## 参考資料

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。

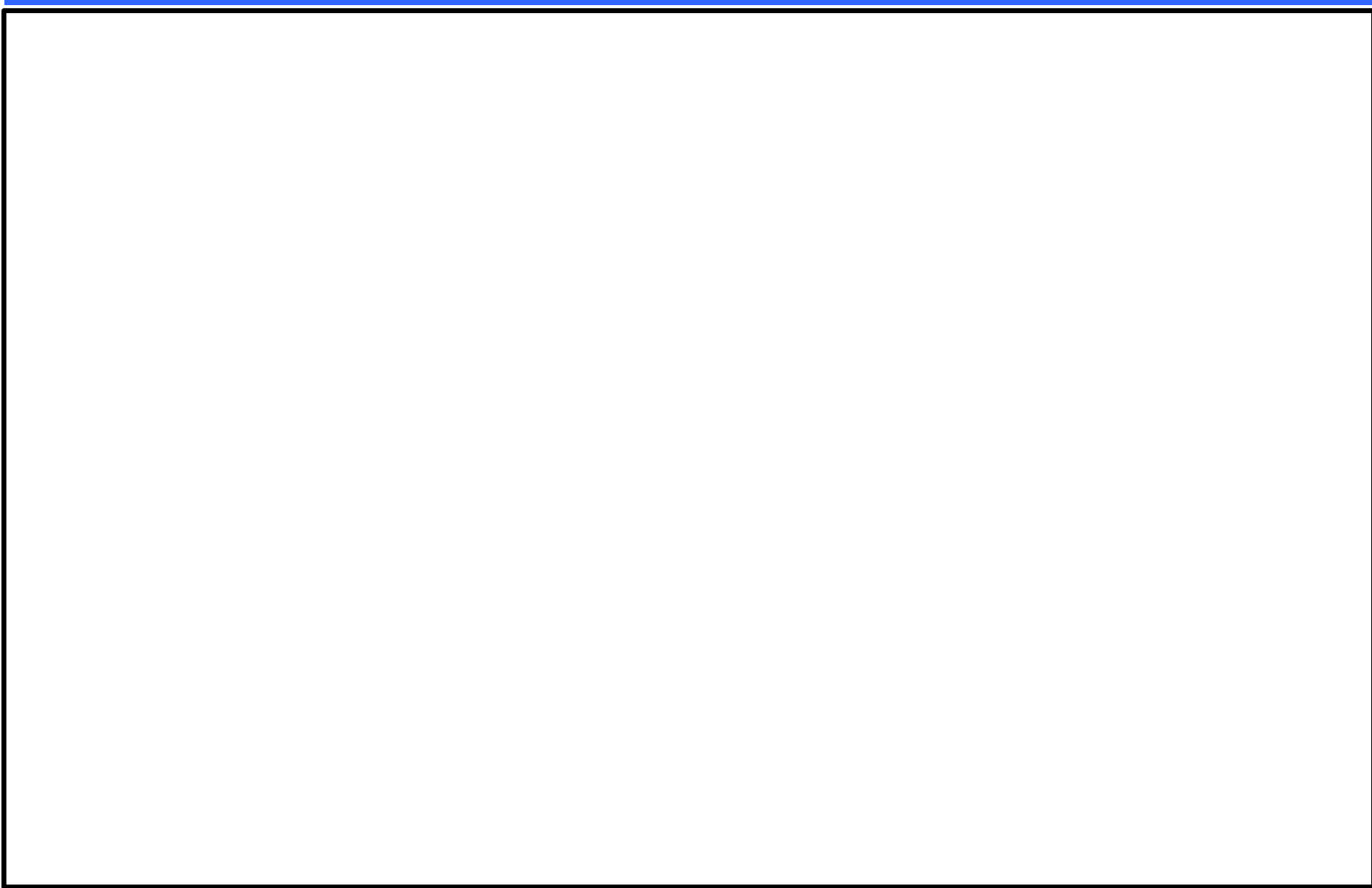


## 【系統分離に対する基本方針】

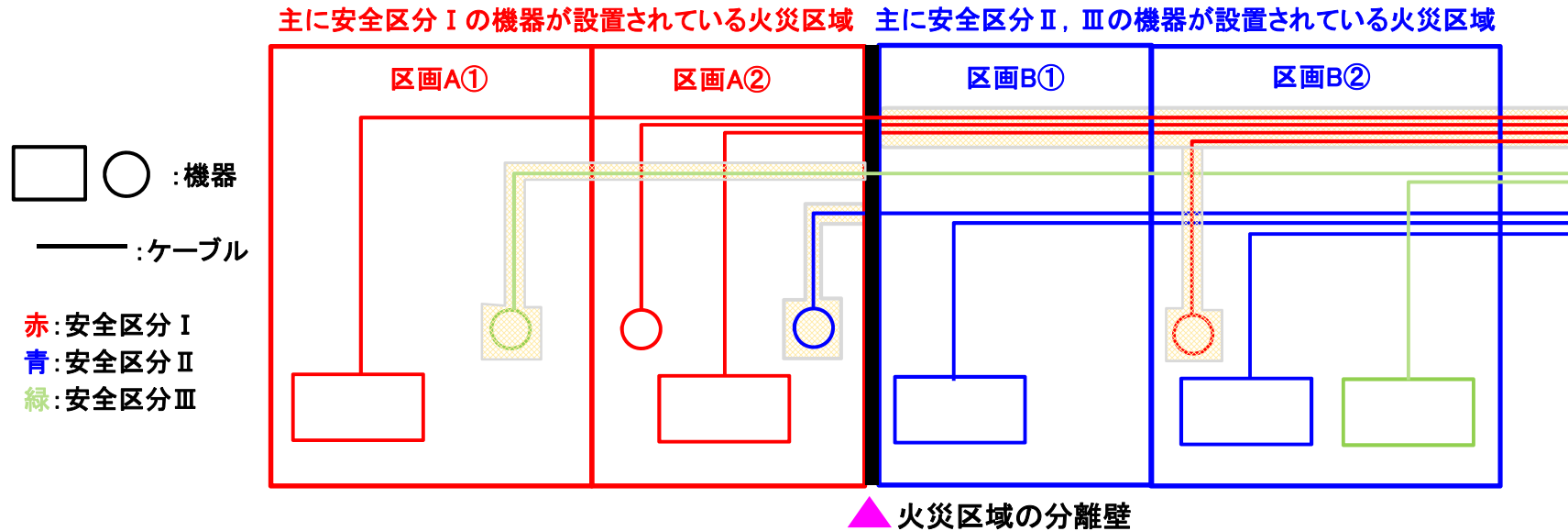
- ◆ 原子炉の高温停止，冷温停止の達成し維持するために必要な系統は，単一火災によって同時に機能が喪失しないように系統を分離
- ◆ 主に安全区分Ⅰの機器が設置されているエリアと安全区分Ⅱ及びⅢの機器が設置されているエリアを3時間耐火能力を有する隔壁等により分離し，火災区域を設定
- ◆ 火災区域内に存在する異区分の機器及び区域を跨いだ敷設されるケーブルは，審査基準2.3.1(2)a, b, cに従い系統分離


	安全区分Ⅰ	安全区分Ⅱ	安全区分Ⅲ
高温停止	原子炉隔離時冷却系 自動減圧系(A) 低圧注水系(A)／低圧炉心スプレイ系	自動減圧系(B) 低圧注水系(B)／低圧注水系(C)	高圧炉心スプレイ系
冷温停止	残留熱除去系(A) 残留熱除去系海水系(A)	残留熱除去系(B) 残留熱除去系海水系(B)	—
電源	非常用ディーゼル発電機(C)系 直流電源(A)系	非常用ディーゼル発電機(D)系 直流電源(B)系	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機系 直流電源(HPCS)系

▲  
安全区分Ⅰと安全区分Ⅱ，Ⅲの境界を3時間耐火能力を有する耐火壁等で分離



【異なる安全区分の機器に対する系統分離のイメージ】



- ◆ 系統分離すべき設備は、火災区域設定後に、火災区域を跨いで敷設されているケーブルと火災区域及び火災区画内に存在する異区分の機器単体(上図の  で囲まれた範囲)であり、審査基準2.3.1(2)のa,b,cに従い系統分離を実施
- ◆ 火災区画とは、火災区域を細分化したものであって、耐火壁、離隔距離、固定式消火設備等により分離された火災防護上の区画