

東海第二発電所
火災による損傷防止
(コメント回答補足資料)

平成29年9月27日
日本原子力発電株式会社

「放射線物質の貯蔵又は閉じ込め機能」についての設計方針(1/2)【No.381】

1. 指摘事項

「放射線物質の貯蔵又は閉じ込め機能」(D/C建屋, ドラムヤード, 保管庫, LLW作業建屋等)についての設計方針を記載すること(他の条文についても確認のこと)

2. 回答

◆ 「放射線物質の貯蔵又は閉じ込め機能」を有する建屋(使用済燃料乾式貯蔵建屋, 固体廃棄物作業建屋, 固体廃棄物貯蔵庫A及び固体廃棄物貯蔵庫B)についての設計方針を以下に示す。また, 他の条文での主要建屋の扱いについては, 対象となっていることを確認した。

- 耐火壁によって囲まれ, 他の区域と分離されている区域として, 火災区域に設定
- 当該区域は, コンクリート・金属等の不燃性材料で構成する構造物であるため, 火災による機能喪失は考えにくいことから, 以下の通り火災防護対策を講じる
 - コンクリートで構築された建屋内に設置される使用済燃料や固体廃棄物は, 金属製の容器に収められており発火源となる可燃物がなく, 火災による放射線物質の貯蔵又は閉じ込め機能への影響は考えにくいことから, 消防法又は建築基準法に基づく火災感知器を設ける設計とする
 - 上記に加えて, 消火活動の妨げとならないよう, 建屋内の可燃物管理を行うことにより火災荷重を低く管理し, 煙の発生を抑制することから, 消防法に基づき消火器等で消火を行う設計とする

「放射線物質の貯蔵又は閉じ込め機能」についての設計方針(2/2)【No.381】

設計基準対処施設として想定すべき事象の条文における主要建屋の扱いについて確認した結果、いずれの建屋も対象となっていることを確認した。

○:対象 ー:対象外

主要建屋名称	内部火災 (8条対象)	内部溢水 (9条対象)	竜巻/火山/外部火災 (6条対象)
原子炉建屋(原子炉棟)	○	○	○
原子炉建屋付属棟	○	○	○
廃棄物処理棟	○	○	○
使用済燃料乾式貯蔵建屋	○	○	○
固体廃棄物作業建屋	○	○	○
固体廃棄物貯蔵庫A	○	○	○
固体廃棄物貯蔵庫B	○	○	○
備考	1.5 火災防護に関する 基本方針 (1)火災区域 及び区画の設定に記載 (8条-15)		

火災区域における系統分離と火災影響評価について(1/5)【No.386】

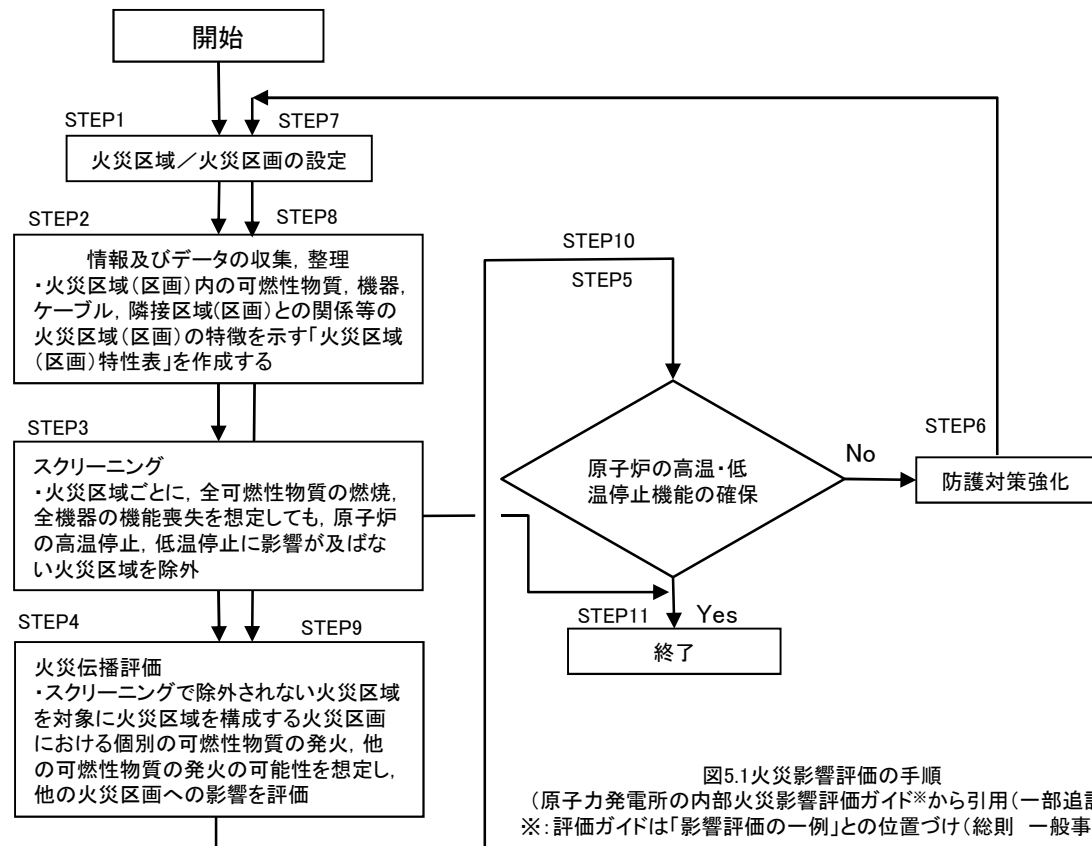
1. 指摘事項

火災区域の詳細な火災影響評価については、今後ヒアリングにて具体的な内容を確認する。ガイドの解釈、考え方について再整理して説明すること

2. 回答

- ◆ 火災影響評価は、火災区域単位で実施し、原子炉の高温・低温停止機能が確保される火災区域は除外
- ◆ 除外されない火災区域は、火災区画で影響を評価し、原子炉の高温・低温停止機能が確保されることを確認

STEP2, 3(火災区域特性表による評価)	火災区域
安全停止パスが確保できる火災区域 (STEP11へ)	R-1,R-4,R-5,R-7~R-12等
安全停止パスが確保できない火災区域 (STEP4, 5へ)	R-3(電気室他) R-6(ケーブル処理室)



【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

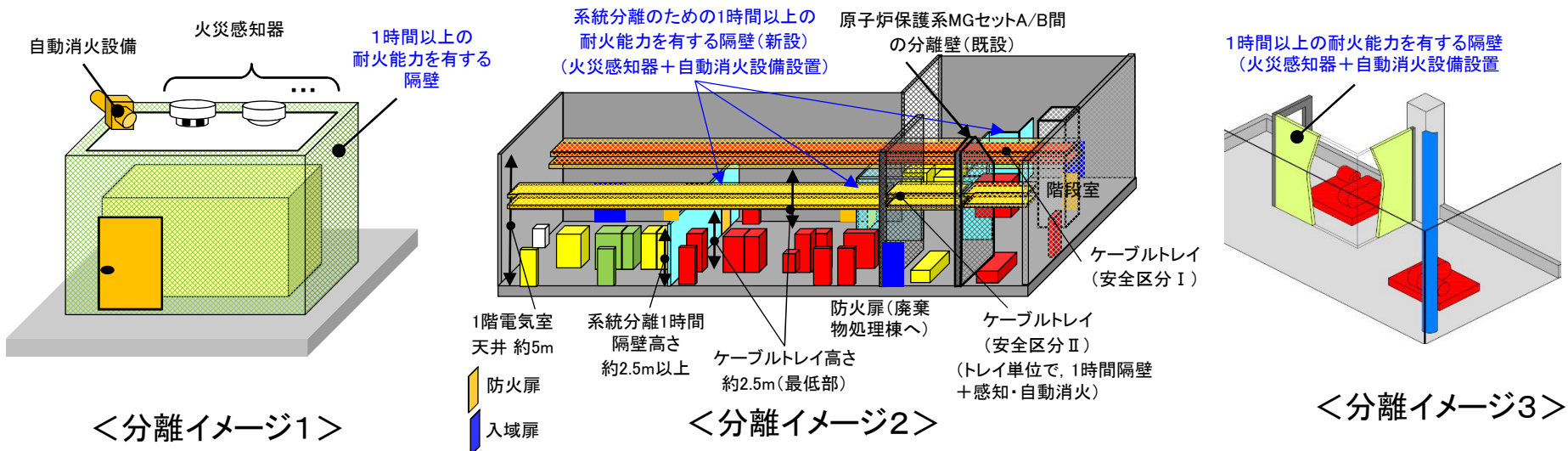
火災区域における系統分離と火災影響評価について(3/5)【No.386】

【火災区域R-3の防護対策強化が必要な火災区画に対する対応と影響評価】

◆火災区画に対する具体的な対応(STEP6~11)

火災区画	火災区画内の系統分離 (防護対策強化)	分離 方法※1	分離イメージ
R-1-6	電気室(1区画)を4区画に系統分離	c	2
R-3-1(2)	格納容器圧力伝送器を区画から分離	a	全面を隔壁で覆う
R-3-3	空調機械室を6区画に系統分離	c	3(換気空調系),1(制御盤)
R-5-4	ほう酸水注入ポンプを3区画に系統分離	c	3

※1:分離方法aとは、3時間以上の耐火能力を有する隔壁で分離、分離方法cとは、1時間以上の耐火能力を有する隔壁で分離+火災感知器及び自動消火設備の設置



火災区域における系統分離と火災影響評価について(4/5)【No.386】

【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(5/5)【No.386】

- 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。

火災を想定する火災区画	ステップ①										ステップ②								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]		
	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(注3)	有する機能(注2)								ターゲット(注3)	有する機能(注2)												
				1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8							
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	○	○	
R-1-6(3)	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	○	○		
R-1-5(2)	無	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	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	○	○		

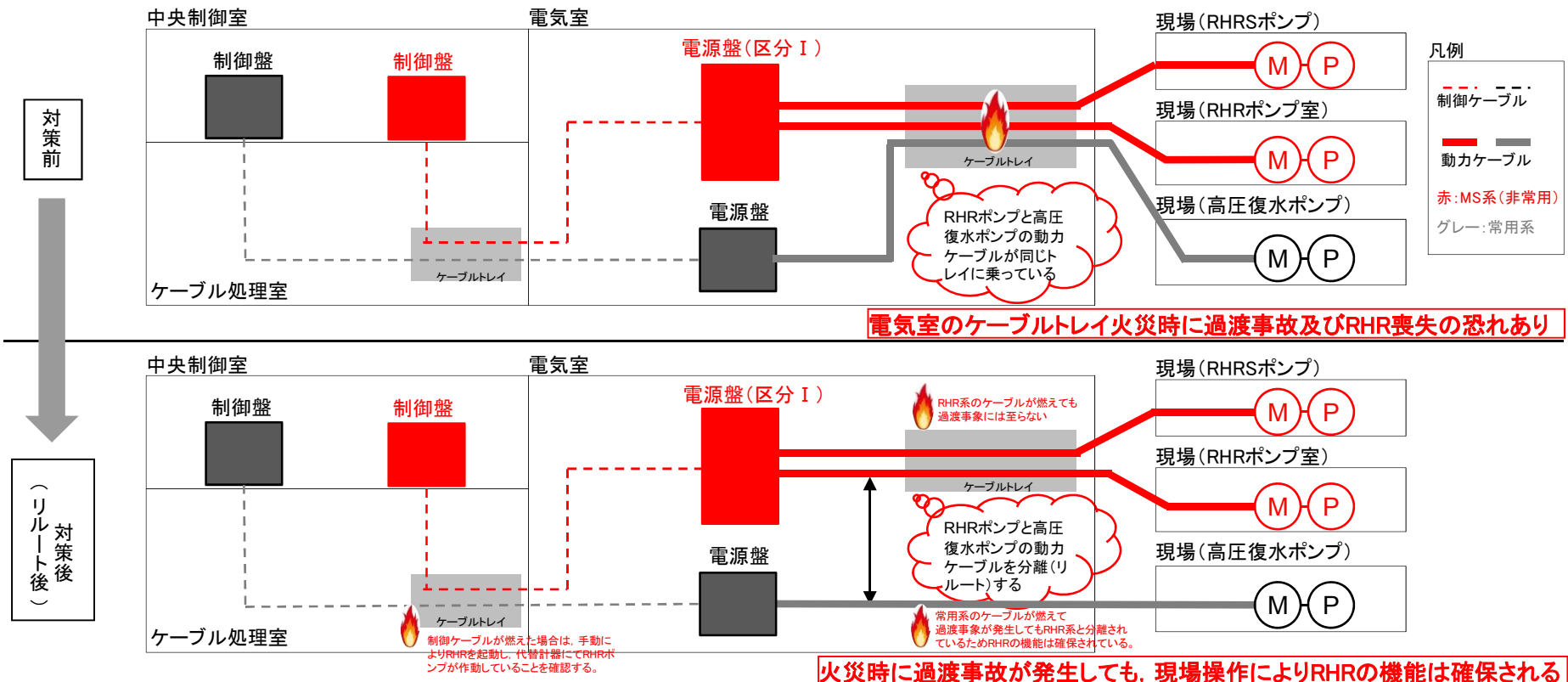
電気室等の火災及び単一故障を想定した場合の安全停止パスについて(1/2)【No.386】

1. 指摘事項

電気室火災等において残留熱除去系が喪失した場合、単一故障を想定しても低温停止まで達成できる根拠を整理して資料に反映すること。

2. 回答

◆ MS系(非常用系)と常用系の動力ケーブルは電気室で同じケーブルトレイに敷設されていることから、単一火災+単一故障を想定した場合、RHRが機能喪失し低温停止が達成できなくなる。このため、RHRポンプ及びRHRSポンプの動力ケーブルを常用ケーブルから分離し、遮断器の手動投入でRHRの機能を確保できるようにする。



電気室等の火災及び単一故障を想定した場合の安全停止パスについて(1/2)【No.386】

現場火災により発生する可能性のある事象と残留熱除去系への影響確認結果

事象名	火災影響	現場火災による発生の有無	残留熱除去系への影響
給水加熱喪失	抽気逆止弁の誤閉により給水加熱器への蒸気流量が喪失して、給水温度が徐々に低下し、原子炉出力が上昇する。	本事象は現場に敷設された抽気逆止弁の制御ケーブルが火災の影響を受けることで発生する可能性がある。	○ 当該区分の残留熱除去系の制御ケーブルが火災の影響を受ける可能性があるが、現場操作により機能確保可能。
原子炉冷却材流量制御系の誤動作	再循環流量制御系の誤動作により再循環流量が増加し、原子炉出力が上昇する。	本事象は原子炉冷却材流量制御系の制御回路の誤動作により発生する事象のため、現場火災では発生しない。	◎ 現場火災では発生しない事象のため、残留熱除去系への影響はない。
負荷の喪失	蒸気加減弁の急速閉により発電機負荷遮断が生じ、原子炉出力が上昇する。	本事象は現場に敷設された蒸気加減弁の制御ケーブルが火災の影響を受けることで発生する可能性がある。	○ 当該区分の残留熱除去系の制御ケーブルが火災の影響を受ける可能性があるが、現場操作により機能確保可能。
主蒸気隔離弁の誤閉止	主蒸気隔離弁が誤閉止し、原子炉出力が上昇する。	現場に敷設された主蒸気隔離弁の制御ケーブルが火災の影響を受けることで発生する可能性がある。	○ 当該区分の残留熱除去系の制御ケーブルが火災の影響を受ける可能性があるが、現場操作により機能確保可能。
給水制御系の故障	給水制御系の誤動作により給水流量が急激に増加し、炉心入口サブクーリングが増加して原子炉出力が上昇する。	本事象は給水制御系の制御回路の誤動作で発生する事象のため、現場火災では発生しない。	◎ 現場火災では発生しない事象のため、残留熱除去系への影響はない。
原子炉圧力制御系の故障	圧力制御系の誤動作により主蒸気流量が増加し、原子炉圧力が減少する。	本事象は原子炉圧力制御系の制御回路の誤動作により発生する事象のため、現場火災では発生しない。	◎ 現場火災では発生しない事象のため、残留熱除去系への影響はない。
給水流量の全喪失	給水ポンプのトリップにより全給水流量の喪失が起こり、原子炉水位が低下する。	本事象は現場に敷設された給水ポンプの制御ケーブル及び動力ケーブルが火災の影響を受けることで発生する可能性がある。	○ 当該区分の残留熱除去系の制御ケーブルが火災の影響を受ける可能性があるが、現場操作により機能確保可能。 給復水ポンプの動力ケーブルは残留熱除去系の動力ケーブルとは分離するため、残留熱除去系への影響はない。
原子炉再循環流量の喪失	2台の再循環ポンプがトリップすることにより、炉心の冷却能力が低下する。	本事象は再循環ポンプの制御回路の誤動作により発生する事象のため、現場火災では発生しない。	◎ 現場火災では発生しない事象のため、残留熱除去系への影響はない。

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。

＜原子炉の安全停止に関連し、系統分離が必要な機器が設置されている区域と対策の概要＞

- ◆ 系統分離を考慮した火災区域設定後の状態(個別機器の系統分離は未反映)で、内部火災影響評価を実施した結果、火災区域R-3, R-6※1では、火災による全機能喪失を想定すると、安全停止パスが確保できないことを確認
- ◆ これらの火災区域について、火災の影響軽減のための火災区画による分離、個別機器の系統分離を反映した再評価した結果、原子炉の高温停止及び低温停止に必要な安全停止パスが確保されることを確認

＜火災区域R-3, 6に設置されている主な機器と系統分離の概要＞

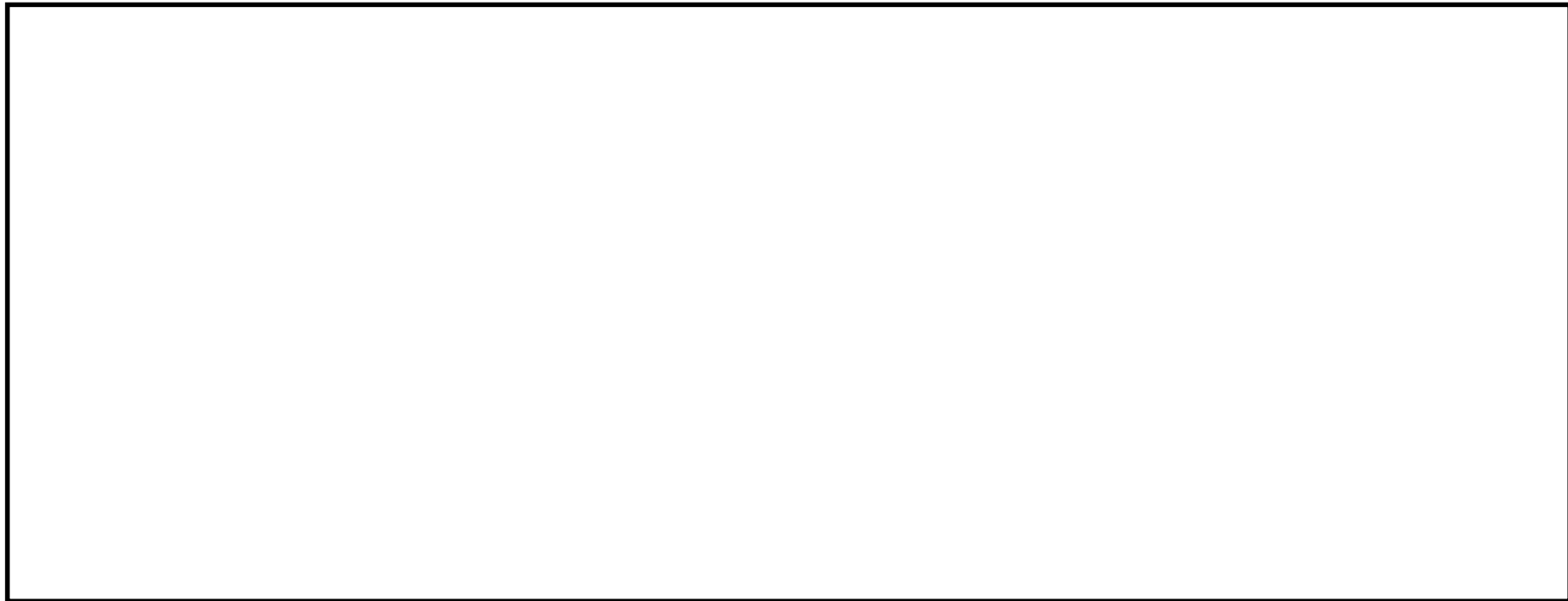
区域番号	区域に含まれる 主な機器	火災防護対策
		①: 1時間耐火隔壁+火災感知・自動消火による分離 ②: 1時間耐火隔壁+火災感知・自動消火による分離 ③: 1時間耐火隔壁+火災感知・自動消火による分離 1時間耐火隔壁+火災感知・自動消火による分離

※1: 中央制御室, 原子炉格納容器は別途評価

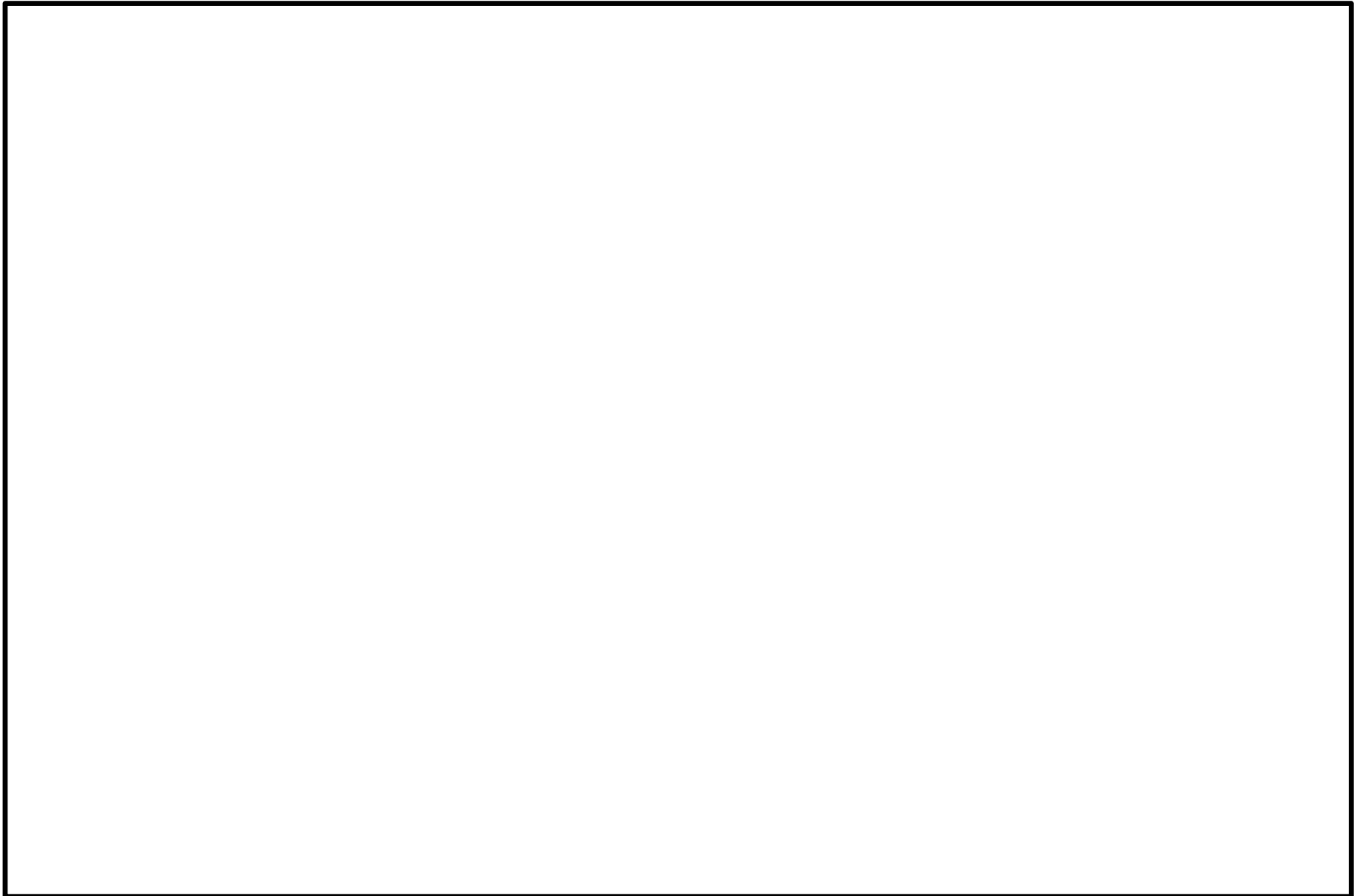
【原子炉建屋1階電気室の配置イメージ】

- ◆ 火災区域R-3のうち、火災区画R-1-6を、4つの火災区画(R-1-6(1)～(4))に系統分離
- ◆ 分離方法は1時間以上の耐火能力を有する隔壁による分離＋火災感知及び自動消火設備を設置
- ◆ ケーブルトレイは別途、1時間以上の耐火能力を有する隔壁による分離＋火災感知及び自動消火設備を設置

- : アナログ式煙感知器
- : アナログ式煙感知器 (自動消火設備起動専用)
- ⊗ : アナログ式熱感知器
- ▲ : 消火ノズル







【火災区域R-3を構成する火災区画の系統分離後の火災影響評価結果】

- ◆ 火災区域R-3には、主に安全区分Ⅱ，Ⅲの機器(ケーブル含む)等が配置
- ◆ このため、火災区域R-3を構成する火災区画に設置されている安全区分Ⅰの機器等の系統分離を実施することにより、火災区域R-3火災時にも安全区分Ⅰの機能を確保
- ◆ これにより原子炉の高温停止及び低温停止に必要な安全停止パスが確保

火災区域番号	安全保護系	原子炉停止系	工学的安全施設	非常用所内電源系	事故時監視計器	残留熱除去系	最終的な熱の逃し場	補助設備	評価結果			
									高温停止	低温停止	確認事項	

※：系統分離等の火災防護対策を実施する系統，機器

◎：火災区域の設定のみでは、安全停止パスを確保できず、火災防護対策(系統分離)を実施することにより安全停止パスを確保

○：火災区域の設定のみで安全停止パスを確保

【火災区域R-6の内部火災影響評価結果(系統分離対策考慮)】

- ◆ 火災区域R-6(ケーブル処理室)には, 安全区分Ⅰ, Ⅱ, Ⅲのケーブルが配置
- ◆ このため, 火災区域R-6内(火災区画も1区画)に設置されている安全区分Ⅱ, Ⅲのケーブルの系統分離を実施することにより, 火災区域R-6火災時にも安全区分Ⅱ, Ⅲの機能を確保
- ◆ これにより原子炉の高温停止及び低温停止に必要な安全停止パスが確保

火災区域番号	安全保護系	原子炉停止系	工学的安全施設	非常用所内電源系	事故時監視計器	残留熱除去系	最終的な熱の逃し場	補助設備	評価結果			
									高温停止	低温停止	確認事項	

※: 系統分離等の火災防護対策を実施する系統, 機器

◎: 火災区域の設定のみでは, 安全停止パスを確保できず, 火災防護対策(系統分離)を実施することにより安全停止パスを確保

○: 火災区域の設定のみで安全停止パスを確保。なお, 原子炉停止系としてのスクラム機能は, 火災区域R-6の系統分離に係らず成立するため「○」となるが, R-6で系統分離対策を図ることにより, ほう酸水注入系(B)の機能も追加で確保されることとなる