



大飯発電所3, 4号機

火災感知器増設に係る設計及び工事計画認可申請 のコメント回答について

関西電力株式会社

2021年5月21日

 : 前回提出分からの変更点

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

- I. これまでの審査会合におけるコメント及び対応方針
 - II. 今回の設工認申請の設置許可との整合性について
 - III. 火災区域・区画を細分化したエリアの定義について
 - IV. 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設置場所
 - V. 放射線量が高い場所を含むエリアに設置する火災感知器種類
 - VI. 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計
 - VII. 放射線量が高い場所を含む11エリアの火災感知器設計結果
 - ⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室の火災感知器設計
 - ⑨使用済樹脂貯蔵タンク室の火災感知器設計
 - ⑩炉内計装用シングル配管室の火災感知器設計
- 参考 1 作業員の被ばくを考慮した放射線量の閾値について
- 参考 2 個別エリアの線量率
- 参考 3 B－廃棄物庫の感知器設計

I. これまでの審査会合におけるコメント及び対応方針

➤ 第4回審査会合（2021年2月4日）のコメントに対する対応方針を以下に示す。

No.	審査会合回次	コメント内容	対応方針	説明
1	第4回	基準適合の観点から火災感知器の設置要否について整理し、設置許可との整合も含めて検討すること。	火災防護審査基準の解釈に基づく火災感知器の設計及び設置許可との整合について記載する。	P3~5,26
2	第4回	環境条件には感知性能を発揮するための考慮を含んでいるため、表現について再整理すること。	環境条件の考慮に感知性能の確保を追加し、比較検討・評価を行う。	P8,9
3	第4回	火災感知器の比較検討・評価について、被ばく管理と切り分けて純粋に機器が設置できるかどうかをまず整理すること。	アナログ式の火災感知器以外で放射線量が高い場所で使用可能な火災感知器を抽出し、被ばく管理と切り分けて基準適合の観点で比較検討・評価を行い、感知方式毎に最適な火災感知器を選定する。	P8,9,12,14
4	第4回	火災感知器の現場への適用性の評価項目について示すこと。	現場への適用性の観点での評価項目を、「現場施工性（網羅性の確保に必要な施工の成立性）」とし、比較検討・評価内容を本資料及び補足説明資料に具体的に記載する。	P8,9 補足説明資料3-6
5	第4回	現場への適用性の設備信頼性の低下について、具体的に説明すること。		
6	第4回	光ファイバーケーブルの網羅的な施工の困難さについて、補足説明資料に追記すること。		
7	第4回	放射線性能試験の適切性について補足説明資料に追加すること。	放射線性能試験の線源としたCo60の妥当性、GyとSvの同等性について補足説明資料に追記する。	補足説明資料3-6

II. 今回の設工認申請の設置許可との整合性について (1/2)

➤ 設置許可及び設工認における火災感知器の設計方針の記載内容

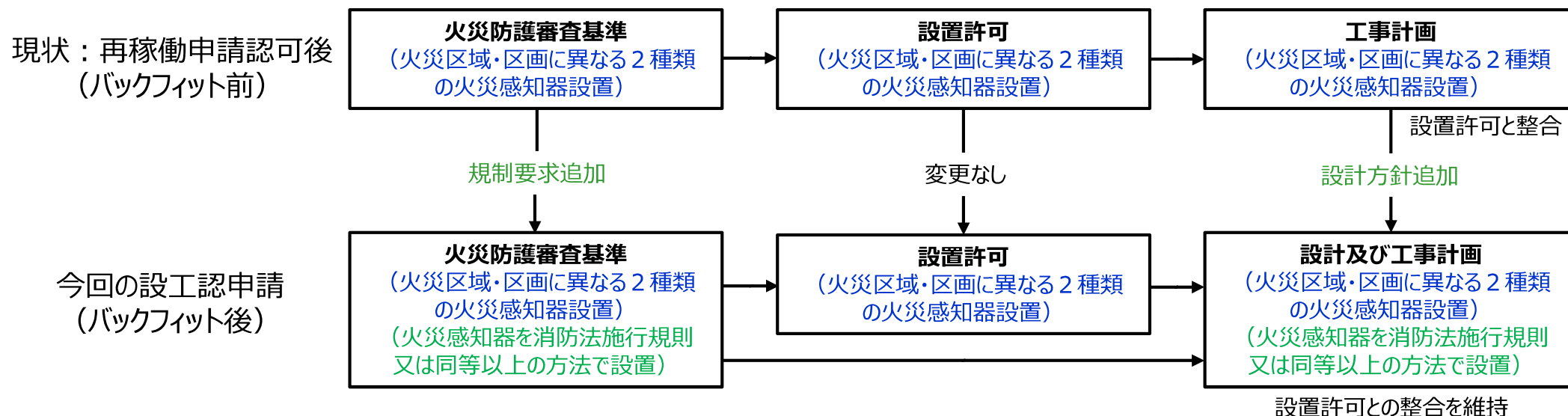
: 設計の目的
 : 設計方法
 : 追加要求事項 (バックフィット要求)

火災防護審査基準	設置許可	設工認 (2020/10/8 補正申請)
<p>2. 基本事項</p> <p>(1) 原子炉施設内の火災区域又は火災区画に設置される安全機能を有する構造物、系統及び機器を火災から防護することを目的として、以下に示す火災区域及び火災区画の分類に基づいて、火災発生防止、火災の感知及び消火、火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講ずること。</p> <p>① 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構造物、系統及び機器が設置される火災区域及び火災区画</p> <p>② 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構造物、系統及び機器が設置される火災区域</p> <p>...</p> <p>2.2 火災の感知・消火</p> <p>2.2.1 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に掲げるように、安全機能を有する構造物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計であること。</p> <p>(1) 火災感知設備</p> <p>① 各火災区域における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し、早期に火災を感知できるよう固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等（感知器及びこれと同等の機能を有する機器をいう。以下同じ。）をそれぞれ設置すること。また、その設置に当たっては、感知器等の誤作動を防止するための方策を講ずること。</p> <p>② 感知器については消防法施行規則（昭和36年自治省令第6号）第23条第4項に従い、感知器と同等の機能を有する機器については同項において求める火災区域内の感知器の網羅性及び火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令（昭和56年自治省令第17号）第12条から第18条までに定める感知性能と同等以上の方法により設置すること。</p>	<p>本文五号（抜粋）</p> <p>(c) 火災による損傷の防止</p> <p>火災防護対策を講じるに当たり、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構造物、系統及び機器を設置する区域を火災区域及び火災区画に設定し、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構造物、系統及び機器が設置する区域を火災区域に設定する。</p> <p>設定した火災区域及び区画に対して、火災の発生防止、火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じる設計とする。</p> <p>(c-3) 火災の感知及び消火</p> <p>火災の感知及び消火については、安全機能を有する構造物、系統及び機器に対して、火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行うための火災感知設備及び消火設備を設置する設計とする。</p> <p>(c-3-1) 火災感知設備</p> <p>火災感知器は、環境条件や火災の性質を考慮して型式を選定し、固有の信号を発する異なる種類を組み合わせる設計とする。</p> <p>添付書類八（抜粋）</p> <p>1.7.1.3.1.1 火災感知器の環境条件等の考慮 火災感知設備の火災感知器は、火災区域又は火災区画における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や、予想される火災の性質を考慮して設置する設計とする。</p> <p>1.7.1.3.1.2 固有の信号を発する異なる火災感知器の設置 火災感知設備の火災感知器は、… 予想される火災の性質を考慮し、火災を早期に感知できるよう、固有の信号を発するアナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器、アナログ式でないが、炎が発する赤外線又は紫外線を感知するため、煙や熱が感知器に到達する時間遅れがなく、火災の早期感知に優位性がある炎感知器から異なる種類の感知器を組み合わせる設計とする。</p>	<p>a. 火災感知設備</p> <p>火災感知設備のうち火災感知器（「3号機設備」、「3・4号機共用、3号機に設置」、「1・2・3・4号機共用、3号機に設置」（以下同じ。））は、火災区域又は火災区画における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件、予想される火災の性質（急激な温度変化、煙の濃度の上昇、赤外線量の上昇）を考慮し、火災を早期に感知できるように、固有の信号を発するアナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器、アナログ式ではないが、炎が発する赤外線又は紫外線を感知するため、煙や熱が感知器に到達する時間遅れがなく、火災の早期感知に優位性がある炎感知器から異なる種類の火災感知器を組み合わせる設計とする。</p> <p>...</p> <p>感知器については消防法施行規則に従い、感知器と同等の機能を有する機器については同規則において求める火災区域内の感知器の網羅性及び火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令に定める感知性能と同等以上の方法により設置する設計とする。</p>

今回のバックフィット要求は、消防法施行規則又は同等以上の方法による感知器設置（上記の緑枠部分）が規制要求に追加されたものであり、当社は、その追加要求に対する設計を設工認申請書に記載し、申請している。（設置許可の記載事項は変更なし。）

II. 今回の設工認申請の設置許可との整合性について (2/2)

➤ 今回の設工認申請と設置許可との整合性



➤ これまでの審査経緯と本資料によるコメント回答の流れを以下に示す。

【審査経緯】

- ・消防法施行規則では、天井高さ、床面積、環境条件等に応じて使用可能な火災感知器の種類や設置個数が規定されているため、**火災区域・区画をさらに細分化して感知器設計を行う必要がある。**
- ・今回の設工認申請において、**火災区域・区画を細分化した空間をエリアと定義**している。⇒**エリアの定義は次頁にて説明**
- ・これまでの審査会合では、火災区域・区画内において消防法施行規則第23条第4項の要求事項を設計を工夫する必要がある一部のエリア（高天井エリア、屋外エリア、発火性又は引火性の雰囲気を形成するおそれのあるエリア及び放射線量が高い場所を含むエリア）に対して、各エリアの環境条件等を考慮した設計の工夫内容を説明しており、**残る論点は放射線量が高い場所を含むエリアのみ**となっている。

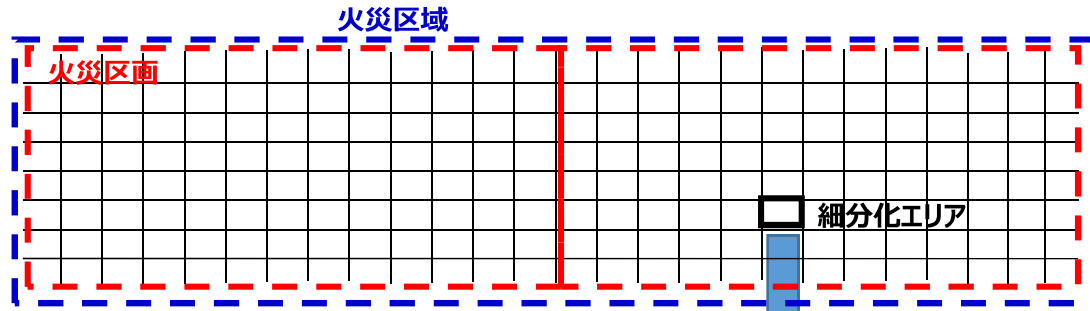
【コメント回答の流れ】

- ・**放射線量が高い場所を含むエリアについては、「放射線の影響による火災感知器の故障」及び「火災感知器の設置及び保守点検に伴う作業員の被ばく」を考慮する必要があり、開口部及び空気の流れを考慮し、感知器設計の工夫について検討した結果を説明する。（P6以降で説明）**

Ⅲ. 火災区域・区画を細分化したエリアの定義について

感知器バックフィット要求を満足するように火災感知器の配置設計を実施するため、今回の設工認の設計において、火災区域（区画）を細分化^{※1}したものを「エリア」として設定した。

※1：火災感知器の配置設計を行う上で、小部屋や感知器の取付面高さを考慮し、細分化した。



以下に原子炉格納容器の例を示す。

例：原子炉格納容器

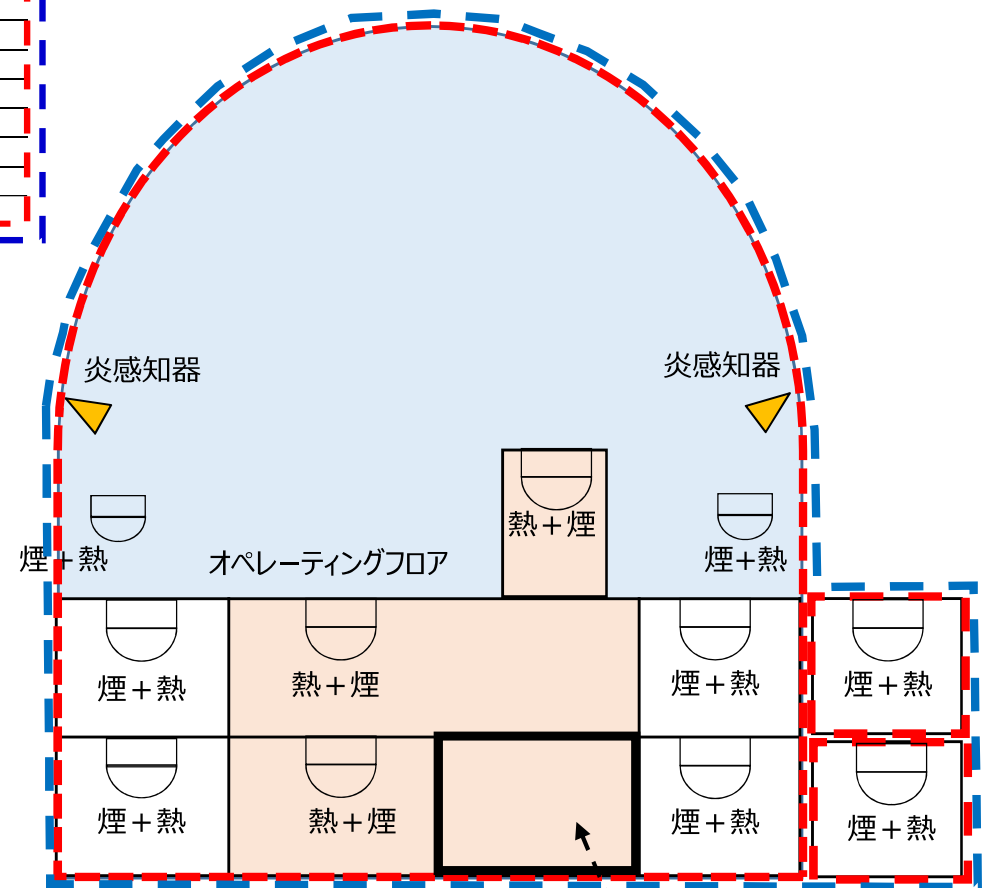
火災区画	設置許可における感知器設計	設工認における感知器設計	火災区画内の細分化エリア
原子炉格納容器	火災区画内に異なる2種類の火災感知器を設置	火災区画内を更に細分化し、エリア毎の環境条件等に応じて消防法施行規則又は同等以上の方法で火災感知器を設置	一般エリア
			高放射線エリア
			高天井エリア

設置許可（添付八）の記載範囲

設工認（基本設計方針、火災防護に関する説明書）の記載範囲

(凡例)

- ：火災区域
- ：火災区画
- ：一般エリア
- ：高天井エリア
- ：高放射線エリア



原子炉建屋のイメージ

火災区域・区画内の一部のエリアについては、放射線量が高いため、火災感知器の設置方法の工夫が必要
⇒次頁以降で説明

➤ 一部の放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設置場所について、火災防護審査基準への適合条件を検討した結果を以下に示す。

火災防護審査基準

2. 基本事項

(1) 原子炉施設内の火災区域又は火災区画に設置される安全機能を有する構築物、系統及び機器を火災から防護することを目的として、以下に示す火災区域及び火災区画の分類に基づいて、火災発生防止、火災の感知及び消火、火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講ずること。

- ・ 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構築物、系統及び機器が設置される**火災区域及び火災区画**
- ・ 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器が設置される**火災区域**

...

2.2 火災の感知・消火

2.2.1 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に掲げのように、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計であること。

(1) 火災感知設備

- ・ **各火災区域**における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し、早期に火災を感知できるよう固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等（感知器及びこれと同等の機能を有する機器をいう。以下同じ。）をそれぞれ設置すること。また、その設置に当たっては、感知器等の誤作動を防止するための方策を講ずること。

- ・ 感知器については消防法施行規則（昭和36年自治省令第6号）第23条第4項に従い、感知器と同等の機能を有する機器については同項において求める火災区域内の感知器の網羅性及び火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令（昭和56年自治省令第17号）第12条から第18条までに定める感知性能と同等以上の方法により設置すること。

放射線量が高い場所を含むエリアの分類

基準要求を直接受けるエリア

火災影響分類A：（安全機能を有する機器等が設置され、かつ、火災により当該機能を喪失するおそれがあるエリア）

- ・ エリア内に原子炉の安全停止機能を有する機器等が設置され、かつ、火災の影響により、**安全停止に必要な機器等が機能喪失するおそれがあるエリアは、エリア内の機器等への火災の影響を限定し、火災を早期感知する観点から異なる2種類の火災感知器を消防法施行規則又は同等以上の方法で設置する。**
- ・ エリア内に放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する機器等が設置され、かつ、火災の影響により、**放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する機器等のバウンダリ機能を喪失するおそれがあるエリアは、エリア内の機器等への火災の影響を限定し、火災を早期感知する観点から異なる2種類の火災感知器を消防法施行規則又は同等性以上の方法で設置する。**

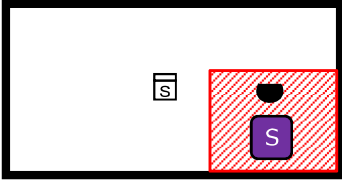
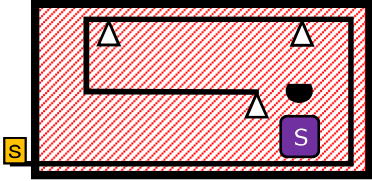
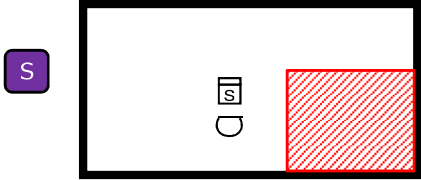
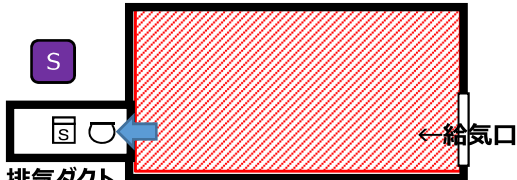
基準要求を直接受けないが隣接エリアへの火災影響の考慮が必要なエリア

火災影響分類B：（安全機能を有する機器等がない、又は火災により当該機能を喪失するおそれがないエリア）




- ・ 火災影響分類A以外のエリアは、**隣接エリアへの火災影響の拡大防止の観点から、異なる2種類の火災感知器を以下の方法により、工夫して設置する。**
- ・ **放射線量が低い場所に設置し、消防法施行規則の設置方法に対応する。**
- ・ **ただし、一部のエリアはエリア内全体の放射線量が高いため、感知可能な場所に異なる2種類の火災感知器を工夫して設置する必要がある。**





IV. 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設置場所 (2/2)

➤ 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設置イメージを以下に示す。

<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">エリア分類A</p>	<p>A I : エリア内に放射線量が高い場所と低い場所がある場合</p>  <p>エリア内に異なる2種類の火災感知器を設置 (消防法施行規則又は同等以上の方法で設置)</p>	<p>A II : エリア内全域が放射線量が高い場所の場合</p>  <p>エリア内に異なる2種類の火災感知器を設置 (消防法施行規則又は同等以上の方法で設置)</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">エリア分類B</p>	<p>B I : エリア内に放射線量が高い場所と低い場所がある場合</p>  <p>エリア内に異なる2種類の火災感知器を設置 (放射線量が高い場所に設置し、消防法施行規則の設置方法に対応)</p>	<p>B II : エリア内全域が放射線量が高い場所の場合</p>  <p>火災感知可能な場所に異なる2種類の火災感知器を工夫して設置</p>

凡例

-  : 火災により機能を喪失する恐れのある安全機能 (原子炉の安全停止機能、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能) を有する機器等
-  : 放射線量が高い場所を含むエリア (部屋)
-  : 放射線量が高い場所 (放射線の影響によりアナログ式の火災感知器の故障が懸念される場所)

-  : アナログ式でない熱感知器
-  : アナログ式の煙感知器
-  : アナログ式の熱感知器
-  : 空気吸引式の煙感知器

V. 放射線量が高い場所を含むエリアに設置する火災感知器種類 (1/2)

1. エリア内の放射線量が高い場所 (10mGy/hを超える場所) に設置する火災感知器の選定

アナログ式の火災感知器は10mGy/hを超える場所では1サイクルのプラント運転中に故障すると考えられるため、放射線量が高い場所に設置する火災感知器として、設置許可に記載のアナログ式でない火災感知器の中から具体的な火災感知器種類を選定する。

火災感知器種類の選定については、火災防護審査基準の要求事項を踏まえて選定する。

火災防護審査基準	要求事項	火災感知器種類の選定方法
<p>各火災区域における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し、早期に火災を感知できるよう固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等（感知器及びこれと同等の機能を有する機器をいう。以下同じ。）をそれぞれ設置すること。また、その設置に当たっては、感知器等の誤作動を防止するための方策を講ずること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>火災の早期感知（火災の性質を考慮した異なる感知方式の組合せ）</u> • 環境条件の考慮（<u>放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等</u>） • <u>誤作動の防止</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>放射線量が高い場所で使用可能な火災感知器を抽出し、感知方式（熱、煙、炎）毎に基準適合の観点から最適な火災感知器を選定</u>する。
<p>感知器については消防法施行規則（昭和36年自治省令第6号）第23条第4項に従い、感知器と同等の機能を有する機器については同項において求める火災区域内の感知器の網羅性及び火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令（昭和56年自治省令第17号）第12条から第18条までに定める感知性能と同等以上の方法により設置すること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 消防法施行規則で求められる火災区域内の火災感知器の<u>網羅性の確保</u> • 消防法施行規則で求められる<u>感知性能の確保（環境条件の考慮に含まれる）</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>基準適合の観点</u>では、環境条件の考慮（<u>故障の防止、感知性能の確保</u>）、<u>誤作動の防止、網羅性の確保、電源の確保、監視</u>の6項目について評価する。
<p>外部電源喪失時に機能を失わないように、電源を確保する設計であること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 非常用<u>電源の確保</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • その他、<u>現場への適用性の観点</u>で、<u>施工性</u>を網羅性の確保に含めて評価し、<u>火災感知設備の信頼性</u>を故障の防止の関連項目として参考評価する。
<p>中央制御室で適切に監視できる設計であること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 中央制御室での<u>監視</u> 	

V. 放射線量が高い場所を含むエリアに設置する火災感知器種類 (2/2)

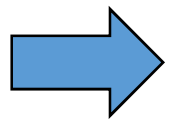
1. エリア内の放射線量が高い場所 (10mGy/hを超える場所) に設置する火災感知器の選定 (前頁の続き)

感知方式		熱感知方式		煙感知方式		炎感知方式			
火災感知器種類		アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	光ファイバーケーブル	差動分布型熱感知器 (熱電対式、空気管式)	アナログ式でない煙感知器 (スポット型)	空気吸引式の煙感知器	光電分離型煙感知器 (非蓄積型)	アナログ式でない炎感知器	
基準適合性 (消防法施行規則への適合性含む)	環境条件の考慮	○	○	○	×	○	×	×	
	放射線の考慮 (故障の防止)	○	○	○	×	○	×	×	
	取付面高さ、温度、湿度、空気流等の考慮 (感知性能の確保)	○	○ ・網羅性が確保できれば感知性能の確保は可能	○ ・網羅性が確保できれば感知性能の確保は可能	○	○ ・網羅性が確保できれば感知性能の確保は可能	○ ・干渉物が多い場所における感知性能の確保は困難	×	×
	誤作動の防止	○	○	○	○	○	○	○	
	網羅性の確保	○	○ ・設計どおりに施工できれば網羅性の確保は可能	○ ・設計どおりに施工できれば網羅性の確保は可能	○	○ ・設計どおりに施工できれば網羅性の確保は可能	○ ・干渉物が多い場所は、網羅性を確保する感知器配置設計が困難	×	×
	電源の確保	○	○	○	○	○	○	○	
関連項目	監視	○	○	○	○	○	○	○	
	現場施工性 (網羅性の確保に必要な施工の成立性)	○	△ ・ケーブルレイのように感知範囲を限定できない場所では、広範囲に支持金具設置、ケーブル敷設が必要で施工困難	△ ・網羅性を確保するため、広範囲に耐震性を確保して支持金具設置、検出部の敷設が必要で施工困難	○	△ ・網羅性を確保するため、広範囲に耐震性を確保して支持金具設置、検出部の敷設が必要で施工困難	×	×	
評価	各感知方式で使用する火災感知器	○	△ (施工可能な場合に限る)	△ (施工可能な場合に限る)	×	△ (施工可能な場合に限る)	×	×	



熱感知方式	煙感知方式	備考
①アナログ式でない熱感知器	②空気吸引式の煙感知器	設置許可 (添付書類八) で原子炉格納容器内ループ室等に設置する方針としている①アナログ式でない熱感知器の使用を優先

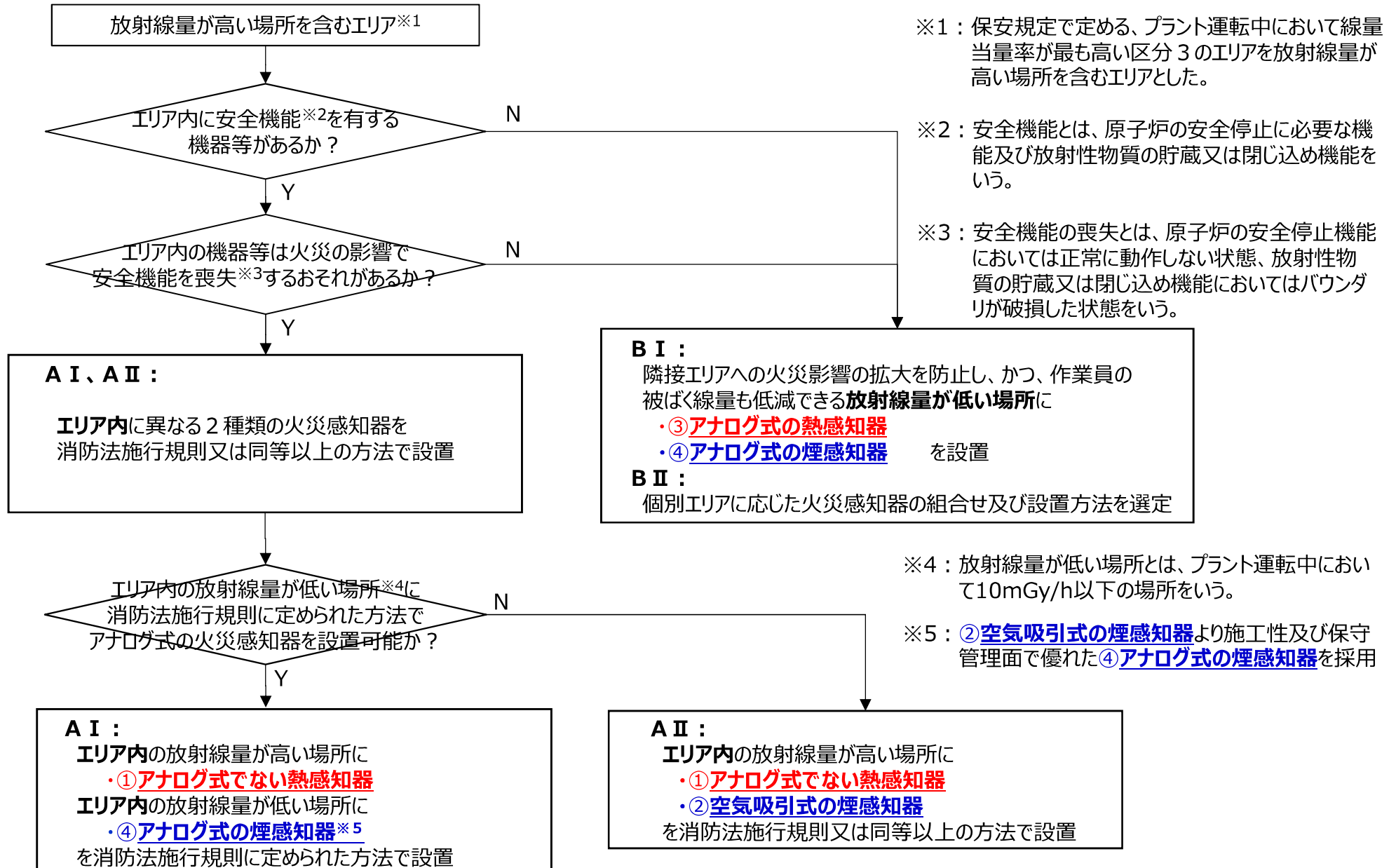
2. エリア内の放射線量が低い場所 (10mGy/h以下の場所) に設置する火災感知器の選定



熱感知方式	煙感知方式	備考
③アナログ式の熱感知器	④アナログ式の煙感知器	エリア内の放射線量が低い場所に設置する火災感知器は、設置許可 (添付書類八) の基本設計方針に基づき選定

VI. 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計 (1/3)

➤ 前頁までの整理により、放射線量が高い場所を含むエリアにおける火災感知器設計の判断フローを以下に示す。



VI . 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計 (2/3)

▶ 放射線量が高い場所を含むエリアにおける火災感知器設置場所と異なる2種類の火災感知器の組合せ
火災影響及び放射線量を考慮した火災感知器の設置場所と火災感知器の組合せの関係を以下に示す。

放射線量が高い場所を含むエリアの分類			火災感知器の設置場所	火災感知器の組合せ			
火災影響の観点	放射線量の観点	エリア分類		放射線量が高い場所		放射線量が低い場所	
				熱感知方式	煙感知方式	熱感知方式	煙感知方式
火災影響分類A : エリア内に安全機能（原子炉の安全停止機能、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能）を有する機器等が設置され、かつ、火災により当該機能を喪失するおそれがあるエリア	I : エリア内に放射線量が高い場所と低い場所がある場合	A I	エリア内に異なる2種類の火災感知器を消防法施行規則又は同等以上の方法で設置	①アナログ式でない熱感知器	②空気吸引式の煙感知器	— (アナログ式でない熱感知器を優先使用)	—
				①アナログ式でない熱感知器	—	— (アナログ式でない熱感知器を優先使用)	④アナログ式の煙感知器
	II : エリア内全域が放射線量が高い場所の場合※	A II	エリア内に異なる2種類の火災感知器を消防法施行規則又は同等以上の方法で設置	①アナログ式でない熱感知器	②空気吸引式の煙感知器	—	—
火災影響分類B : エリア内に火災影響を受ける安全機能を有する機器等がない、又は火災により当該機能を喪失するおそれがないエリア	I : エリア内に放射線量が高い場所と低い場所がある場合	B I	エリア内に異なる2種類の火災感知器を消防法施行規則又は同等以上の方法で設置	—	—	③アナログ式の熱感知器	④アナログ式の煙感知器
	II : エリア内全域が放射線量が高い場所の場合※	B II	火災感知可能な場所に異なる2種類の火災感知器を工夫して設置	個別エリアに応じた火災感知器の組合せ及び設置方法を選定 (詳細は次頁で説明)			

※エリア内に放射線量が低い場所があっても放射線量が高い場所に異なる2種類の火災感知器設置が必要となるエリア

VI . 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計 (3/3)

➤ **エリア分類 B II の火災感知器設計について**、放射線量が高い場所を下表の「設計 1」にて検討したが、基準適合性及び現場施工性の観点から火災感知器の組合せ及び設置方法について再検討した結果、下表のとおり「**設計 2**」又は「**設計 3**」を採用することとする。

		設計 1	設計 2	設計 3	
火災感知器設計		放射線量が高い場所に ①アナログ式でない熱感知器 ②空気吸引式の煙感知器 を設置	放射線量が高い場所の排気ダクト内 (放射線量が低い場所) に ③アナログ式の熱感知器 ④アナログ式の煙感知器 を設置	①アナログ式でない熱感知器、③アナログ式の熱感知器及び ④アナログ式の煙感知器を設置	
				熱感知器	煙感知器
基準適合性 (消防法施行規則への適合性含む)	環境条件の考慮 放射線の考慮 (故障の防止) 取付面高さ、温度、湿度、空気流等の考慮 (感知性能の確保)	○ ・網羅性が確保できれば感知性能の確保は可能	○ ・天井付近の空気を吸引する排気ダクト内に火災感知器を設置することで、天井面に火災感知器を設置する場合と同等の感知性能を確保	○ ・放射線量が低い入口扉付近に ③アナログ式の熱感知器、放射線量が高いエリア内部に ①アナログ式でない熱感知器 を設置	○ ・放射線量が低い入口扉付近及び空気流の下流部に ④アナログ式の煙感知器 を設置
	誤作動の防止	○	○	○	○
	網羅性の確保	○ ・設計どおりに施工できれば網羅性の確保は可能	○ ・フラットな天井付近の空気を吸引する排気ダクト内に火災感知器を設置するため、網羅性を確保	○ ・熱感知器を消防法施行規則に基づき設置	○ ・空気流の上流部 (入口付近) と下流部に設置することで網羅性を確保
	電源の確保	○	○	○	○
	監視	○	○	○	○
関連項目	現場施工性 (網羅性の確保に必要な施工の成立性)	× ・②空気吸引式の煙感知器は、網羅性と耐震性を確保した配管設置に人数と時間を要するため、被ばく管理の観点から望ましくない	○ ・問題なし	○ ・放射線量が高い場所は、放射線量が低くなる時期を見計らって設置すれば問題なし	○ ・問題なし
	評価	×	○ (感知性能及び網羅性が「設計 1」と同等で、現場施工性が優れている。)	○ (感知性能及び網羅性が「設計 1」と同等で、現場施工性が優れている。)	



VII. 放射線量が高い場所を含む11エリアの火災感知器設計結果（1/4）

➤ 放射線量が高い場所を含む11エリアの火災感知器設計について、判断フローに基づき検討した結果は以下のとおり。
 （火災感知器の設置場所及び種類について、基準適合性の観点で検討した結果を示す。）

放射線量が高い場所を含むエリア	安全機能を有する機器等の有無	エリア内の火災の影響により安全機能を喪失するおそれの有無	隣接エリアにおける安全機能を有する機器等の有無	放射線量が低く、火災感知可能な場所の有無	エリア分類	火災感知器の設置場所	基準要求を踏まえた火災感知器設計	
①原子炉格納容器ループ室	有 (安全停止機能)	有	—	有	A I	エリア内に異なる2種類の火災感知器を消防法施行規則に定められた方法で設置	エリア内の放射線量が高い場所に①アナログ式でない熱感知器、エリア内の放射線量が低い場所に④アナログ式の煙感知器を消防法施行規則に定められた方法で設置	
②加圧器室	有 (安全停止機能)	有	—	有	A I			
③再生熱交換器室	有 (安全停止機能)	有	—	有	A I			
④水フィルタ室	無	無	有	有※1	B I	放射線量が低い場所に異なる2種類の火災感知器を設置	隣接エリアへの火災影響の拡大を防止し、かつ、作業員の被ばく線量も低減できる放射線量が低い場所に③アナログ式の熱感知器及び④アナログ式の煙感知器を設置 ※1：消防法施行規則に定められた方法で設置 ※2：「⑪ B - 廃棄物庫内のドラム缶貯蔵エリア」は、設置許可に記載のあるアナログ式でない熱感知器（既設）に加え、アナログ式の煙感知器を設置 ⑤、⑥、⑨、⑩は、放射線量が低く、火災感知可能な場所に異なる2種類の火災感知器を工夫して設置	
⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室	無	無	有	無	B II (設計2採用)			→ P14~P17
⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室	無	無	有	無	B II (設計2採用)			→ P14~P17
⑦燃料移送管室	無	無	有	有※1	B I			
⑧体積制御タンク室	無	無	有	有※1	B I			
⑨使用済樹脂貯蔵タンク室	有 (放射性物質貯蔵・閉じ込め機能)	無	無	無	B II (設計2採用)			→ P14、P18~P20
⑩炉内計装用シンプル配管室	無	無	有	無	B II (設計3採用)			→ P14、P21~P25
⑪ B - 廃棄物庫内のドラム缶貯蔵エリア	有 (放射性物質貯蔵・閉じ込め機能)	無	無	有※1	B I ※2			

Ⅶ. 放射線量が高い場所を含む11エリアの火災感知器設計結果（2/4）

作業員被ばくの観点での考慮

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

- 放射線量率が高い場所を含む11エリアのうち、作業員被ばくの観点で工夫が必要なエリアがある（グレーハッチング部）。
- 作業員被ばくの観点で、設置および保守点検の作業では、運転中の格納容器内に立ち入らない。
- ⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室、⑨使用済樹脂貯蔵タンク室及び⑩炉内計装用シンプル配管室は**火災感知器の設置方法を工夫する**。

エリア	エリア分類	説明
①原子炉格納容器ループ室	A I	被ばくの観点で定検中に機器近傍に設置する。保守点検の作業では、過度な被ばく奉仕の観点から運転中の格納容器内に立ち入らない。 線量率により機器故障しない感知器を選定する。
②加圧器室	A I	
③再生熱交換器室	A I	
④水フィルタ室	B I	
⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室	B II	
⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室	B II	
⑦燃料移送管室	B I	
⑧体積制御タンク室	B I	
⑨使用済樹脂貯蔵タンク室	B II	
⑩炉内計装用シンプル配管室（格納容器内）	B II	
⑪B-廃棄物庫内のドラム缶貯蔵エリア	B I	

問題なし

・樹脂が線源であり、脱塩塔設置エリアは常時線量率が高い。（参考2）
・樹脂移送頻度が少なく（数年に1度）、室内では必要なタイミングで保守・点検ができない。樹脂移送等の工夫を実施したとしても、系統構成上線量率が大幅に下がることは無く困難。
⇒ **火災感知器の設置方法を工夫**

問題なし

高線量の使用済樹脂を貯蔵保管（最終保管場所）しており、室内は常時線量率が高い。（参考2）
⇒ **火災感知器の設置方法を工夫**

運転中の線量率が高いため、感知器種類の限定が必要。線源となる燃料を取出し後かつ検出器の位置により線量率は低下するため、作業工数が比較的少ないアナログ式でない熱感知器は設置可能。（P22参照）
⇒ **煙感知器の設置を工夫**

線源となるドラム缶を移動させる等により、線量率を下げ、感知器を設置する。


Ⅶ. 放射線量が高い場所を含む11エリアの火災感知器設計結果 (3/4)

⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室 (1頁目/全3頁)

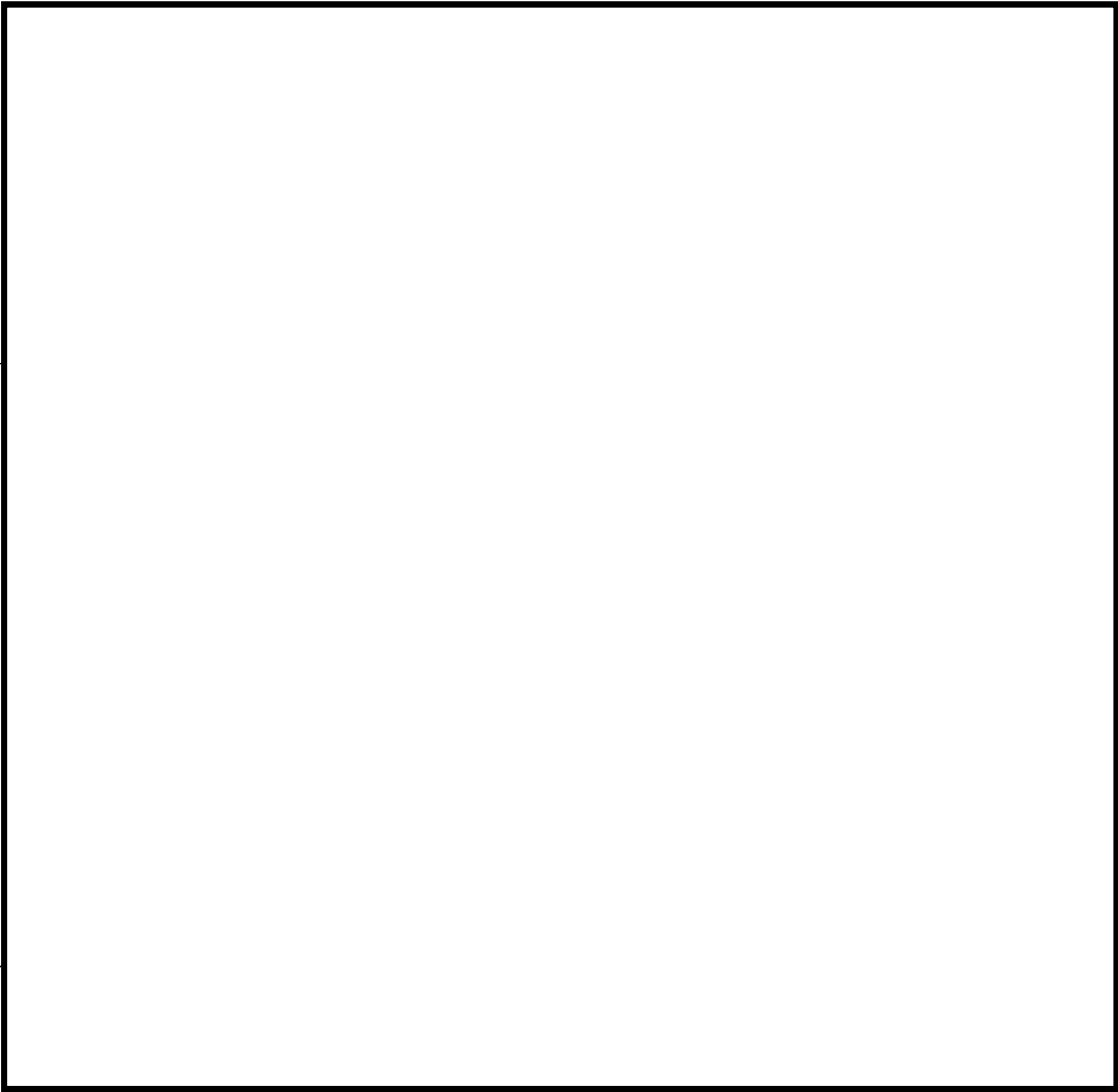
1. 当該エリアの情報

※バルブが設置されているエリアと脱塩塔が設置されているエリアの総称

- ⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室のうちバルブ設置エリアおよび
- ⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室のうちバルブ設置エリアは消防法施行規則通りに設置可能。
- 脱塩塔設置エリアについて設置方法の工夫が必要。

⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室※	
エリア内機器	化学体積制御設備脱塩塔、照明
エリア面積[m ²]	38.4
入口付近写真	

⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室※	
エリア内機器	使用済燃料ピット脱塩塔、照明
エリア面積[m ²]	23.2
入口付近写真	



平面図

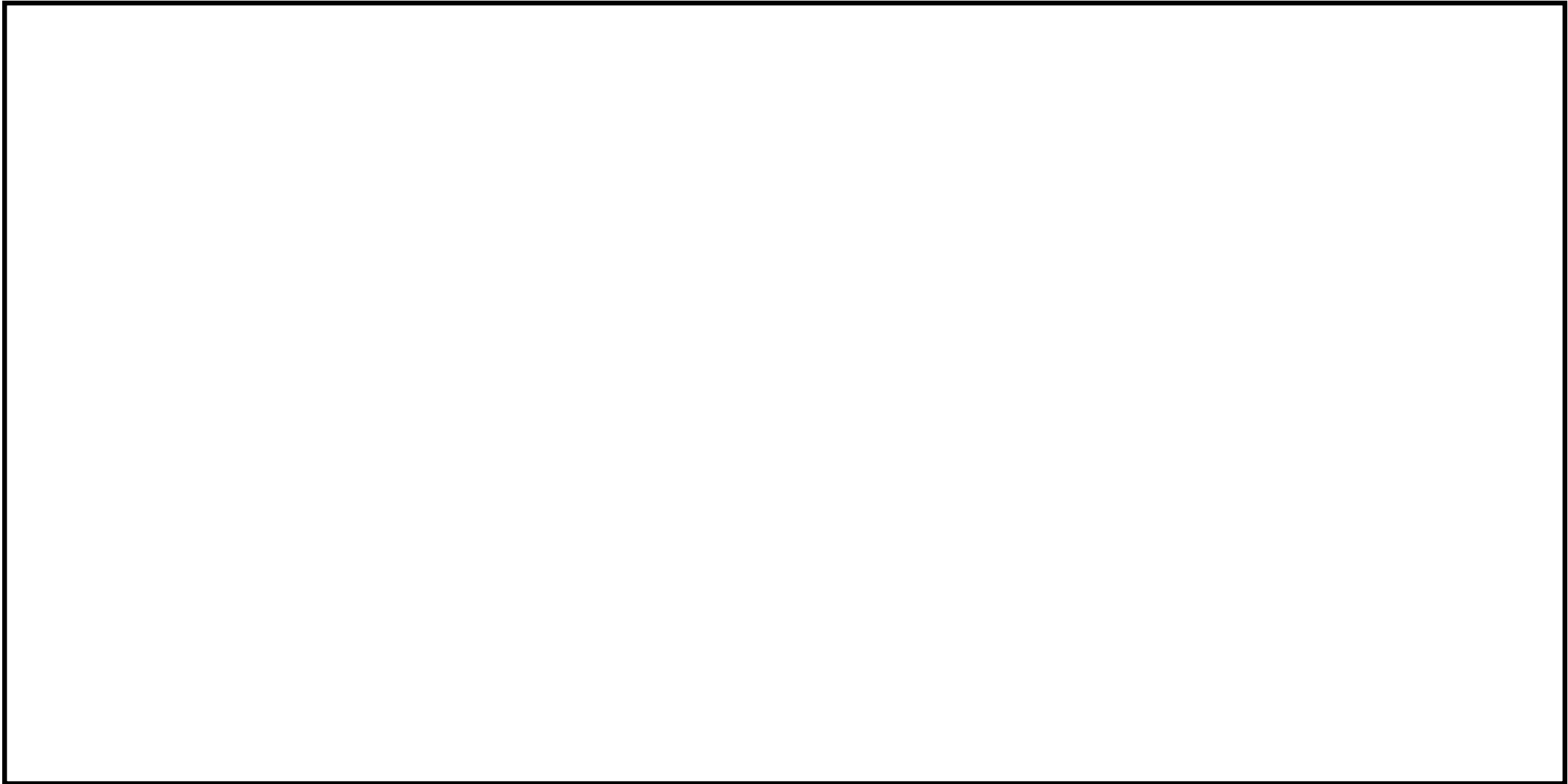
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

Ⅶ. 放射線量が高い場所を含む11エリアの火災感知器設計結果 (3/4)

⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室 (2頁目/全3頁)

2. 当該エリアの開口部及び空気の流れを踏まえた火災感知器設計

入口扉から空気を給気し、排気ダクトよりエリア内の空気を補助建屋排気ファンにて吸引し、排気している当該エリアでの火災発生時の空気の流れを考慮し、排気ダクト内にアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置する。



断面図

平面図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

Ⅶ. 放射線量が高い場所を含む11エリアの火災感知器設計結果 (3/4)

⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室 (3頁目/全3頁)

3. ダクト内感知器の感知性能について

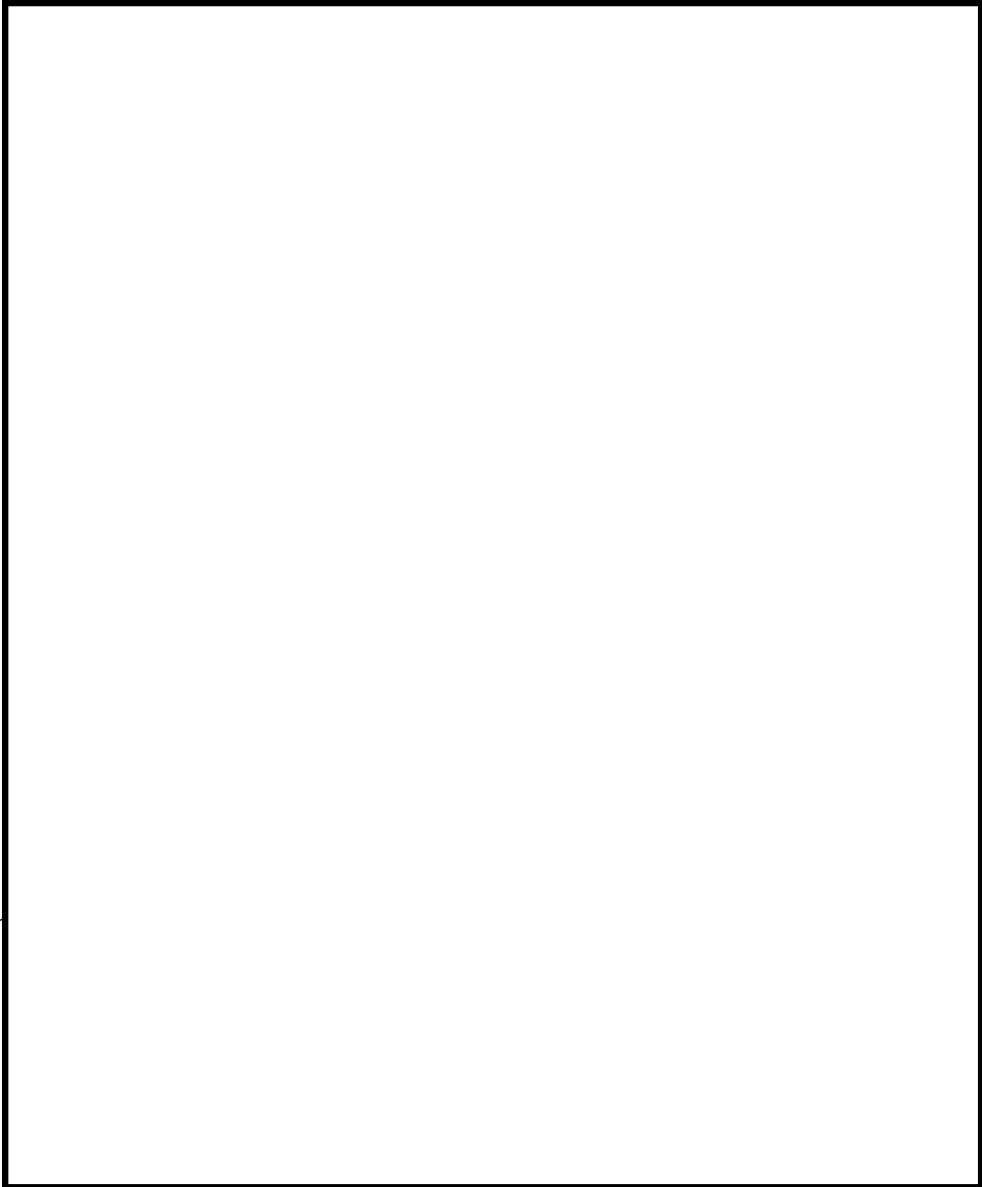
排気ダクト断面積、排気ダクト内風速および部屋の断面積から、室内風速を算出し、室内の空気の流れを考慮し、天井面に滞留する煙・空気が空気の流れによりダクト内に流れる。

Ⅶ. 放射線量が高い場所を含む11エリアの火災感知器設計結果 (3/4)

⑨使用済樹脂貯蔵タンク室の火災感知器設計 (1頁目/全3頁)

1. 当該エリアの情報

⑨使用済樹脂貯蔵タンク室	
エリア内機器	使用済樹脂貯蔵タンク、照明
エリア面積[m ²]	32.2×2部屋
火災荷重[MJ]	12.1 (照明) ×2個
等価火災時間	0.001時間以下
上部エリア (開口部) の写真	 <p>上部エリア (開口部) の写真</p> <p>コンクリート蓋</p>



平面図

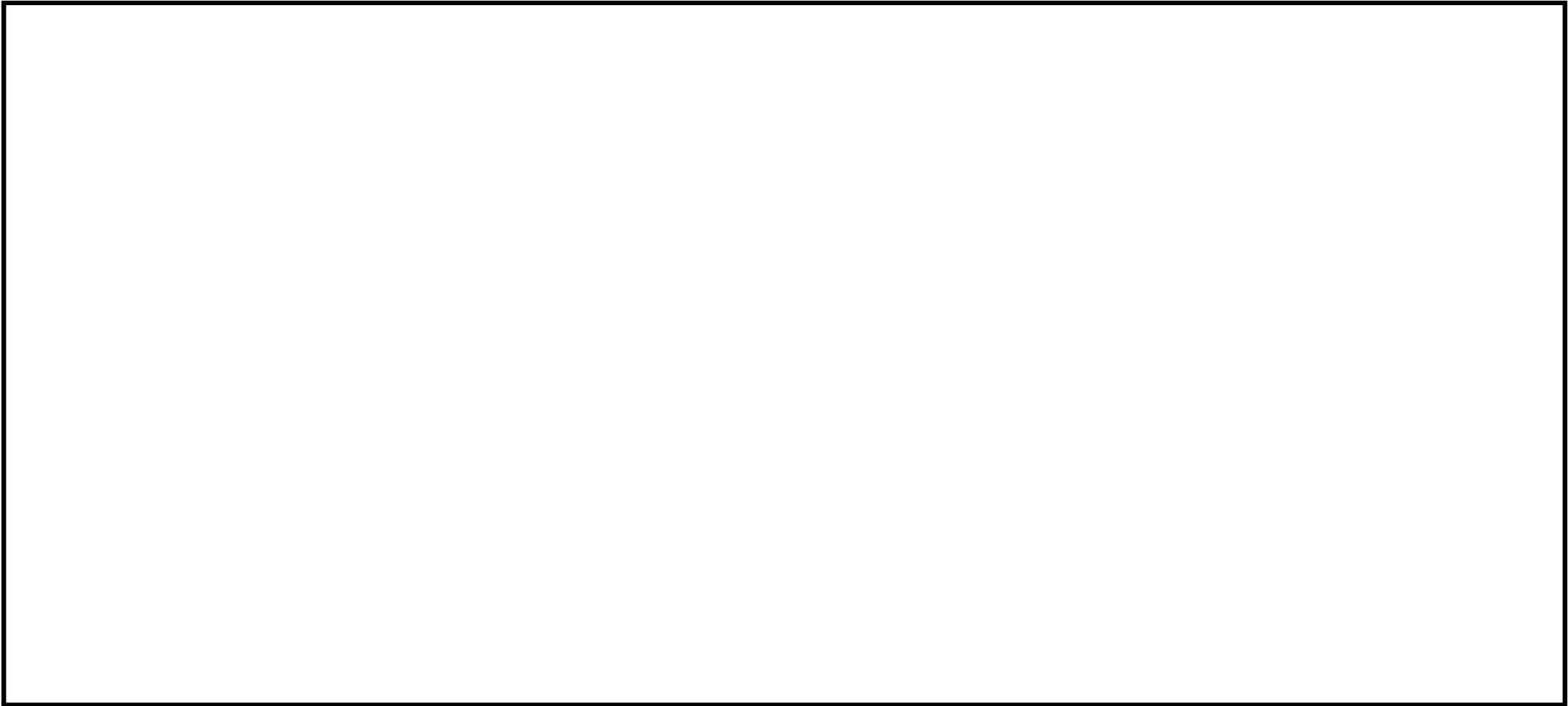
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

Ⅶ. 放射線量が高い場所を含む11エリアの火災感知器設計結果 (3/4)

⑨使用済樹脂貯蔵タンク室の火災感知器設計 (2頁目/全3頁)

2. 当該エリアの開口部及び空気の流れを踏まえた火災感知器設計

当該エリアと上部エリアの境界部であるコンクリート蓋の隙間より空気を給気し、排気ダクトよりエリア内の空気を補助建屋排気ファンにて吸引し、排気しているため、当該エリアでの火災発生時の空気の流れを考慮し、排気ダクト内にアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を設置する。なお、上部エリアのコンクリート蓋の隙間と排気口以外には、開口部は存在しない。



断面図 (側面)

断面図 (正面)

平面図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

Ⅶ. 放射線量が高い場所を含む11エリアの火災感知器設計結果（3/4）

⑨使用済樹脂貯蔵タンク室の火災感知器設計（3頁目/全3頁）

3. ダクト内感知器の感知性能について

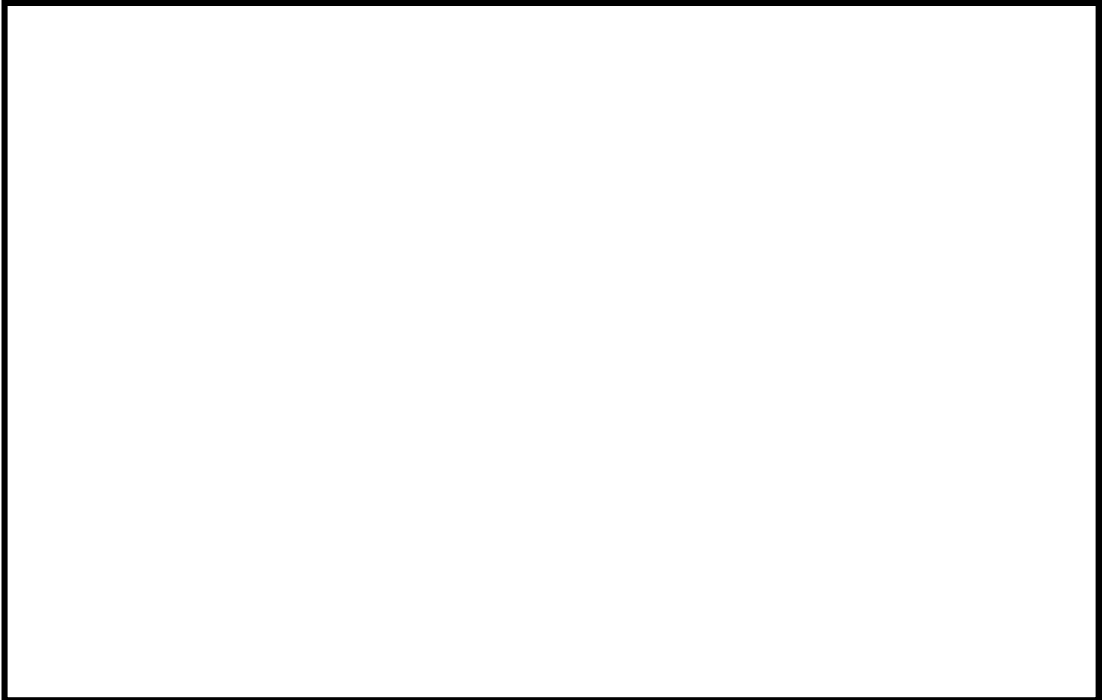
排気ダクト断面積、排気ダクト内風速および部屋の断面積から、室内風速を算出し、室内の空気の流れを考慮し、天井面に滞留する煙・空気が空気の流れによりダクト内に流れる。

Ⅶ. 放射線量が高い場所を含む11エリアの火災感知器設計結果 (3/4)

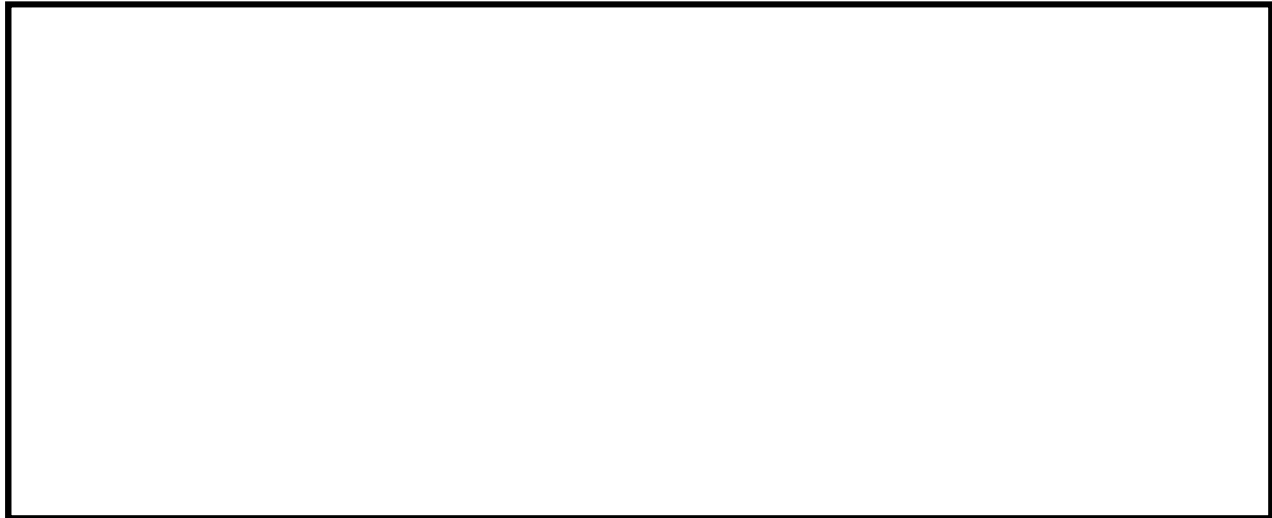
⑩炉内計装用シングル配管室の火災感知器設計 (1頁目/全5頁)

1. 当該エリアの情報


- アナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を入口部に必要個数設置
- 線量率が低下する時期に線量率が高くなると想定される箇所にアナログ式でない熱感知器を設置



断面図



平面図

⑩炉内計装用シングル配管室	
エリア内機器	シングルチューブ、水位計、漏えい検出装置、照明
エリア面積[m ²]	81.4
火災荷重[MJ]	162.6
等価火災時間	0.003時間 (11秒)
入口付近写真	

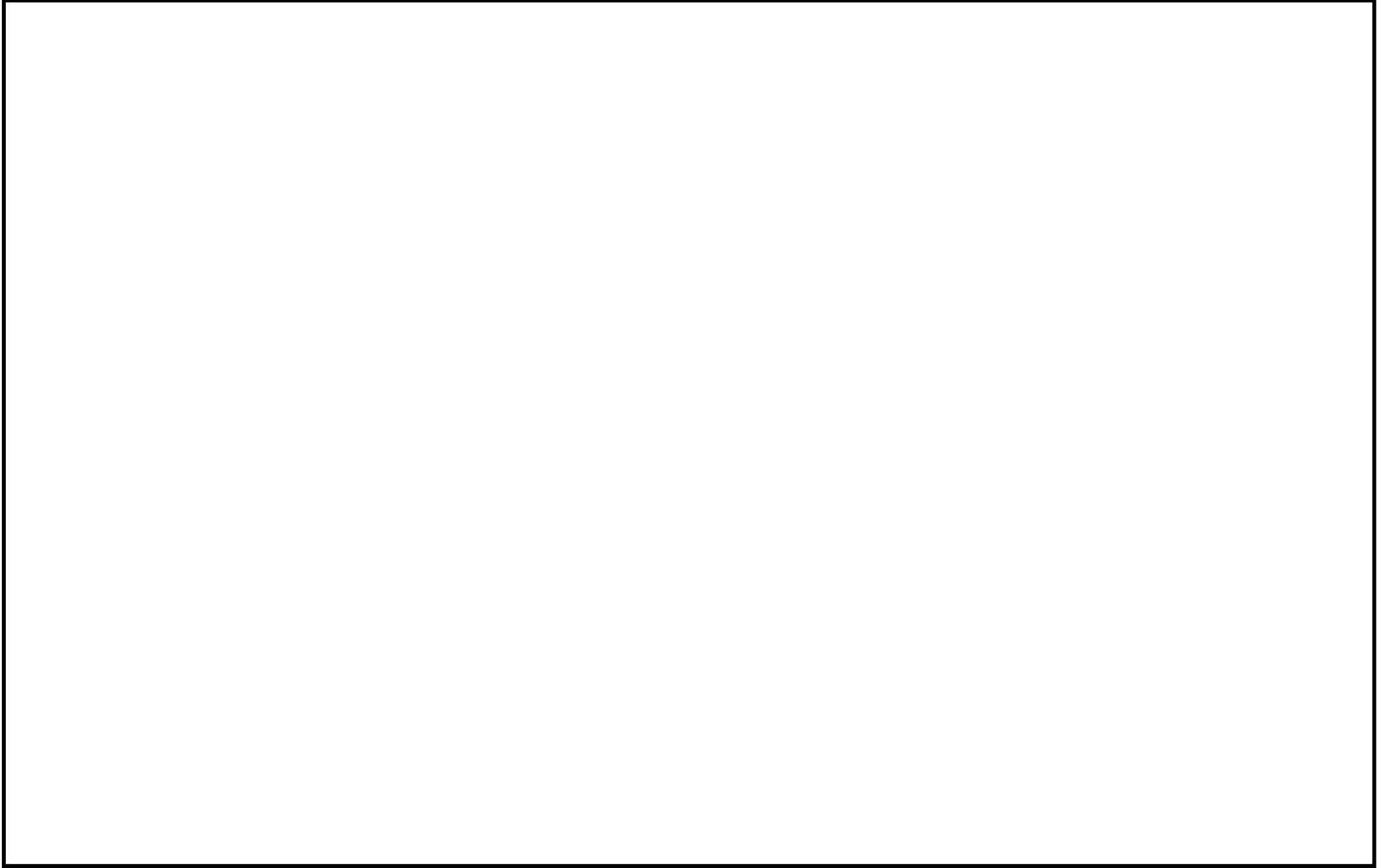
※水位計は、「下部キャビティ水位計」はS A設備、漏えい検出装置は「炉内計装用シングル配管室ドレンピット漏えい検出装置」はD B設備であるが、どちらも原子炉の安全停止に必要な機器等に該当しない。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

Ⅶ. 放射線量が高い場所を含む11エリアの火災感知器設計結果 (3/4)

⑩ 炉内計装用シングル配管室の火災感知器設計 (2頁目/全5頁)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



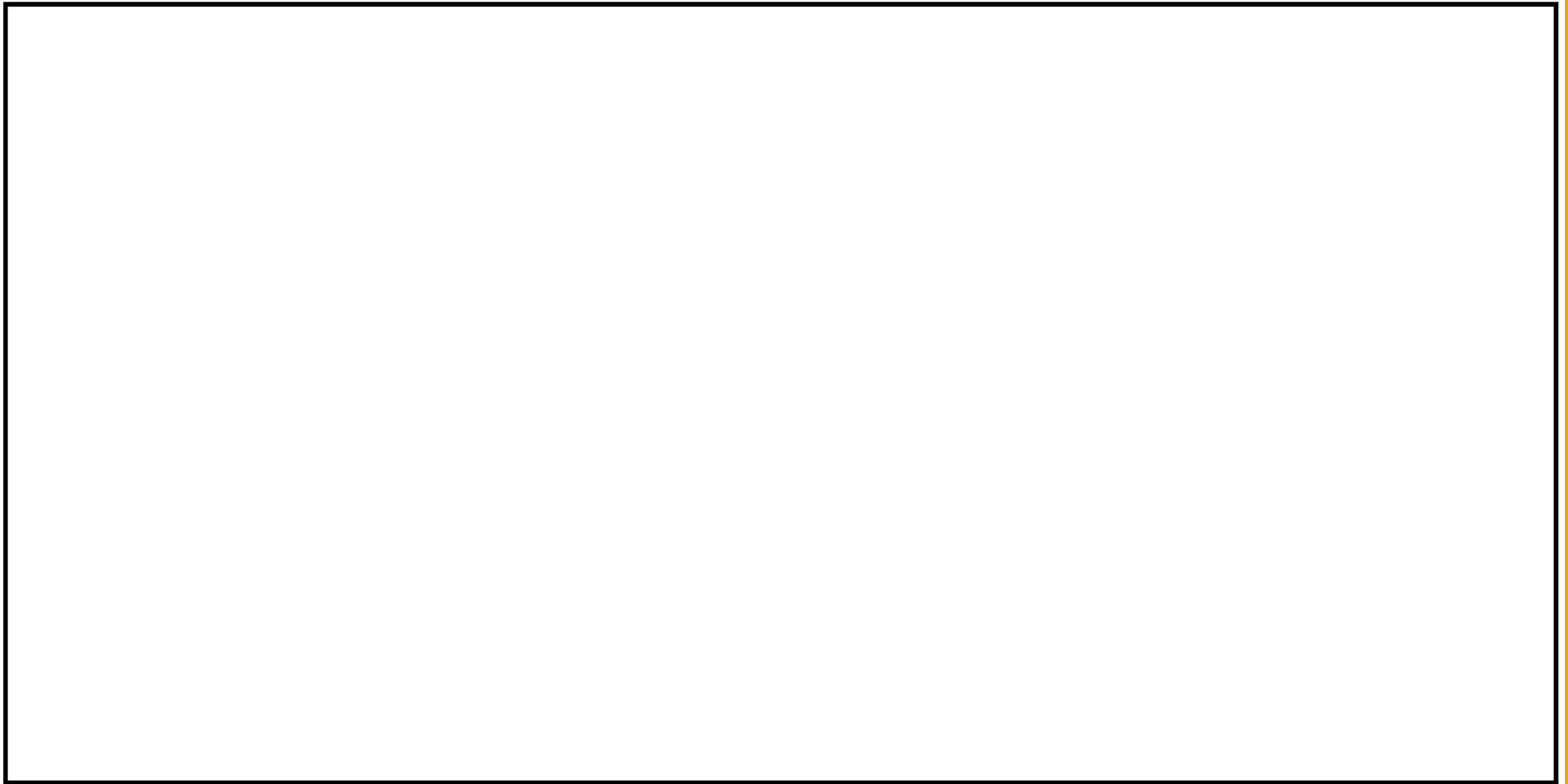
Ⅶ. 放射線量が高い場所を含む11エリアの火災感知器設計結果 (3/4)

⑩ 炉内計装用シングル配管室の火災感知器設計 (3頁目/全5頁)

2. 開口部及び空気の流れ

原子炉容器室冷却ファンの冷却空気は、炉内計装用シングル配管室を經由して、開口部以降は以下2つのルートに分かれる。

- ① 原子炉キャビティシールリングから原子炉キャビティへ
- ② 原子炉サポートクーラを通過してR C S 配管貫通部からループ室へ



Ⅶ. 放射線量が高い場所を含む11エリアの火災感知器設計結果（3/4）

⑩ 炉内計装用シングル配管室の火災感知器設計（4頁目/全5頁）

3. 当該エリアの開口部及び空気の流れを踏まえた火災感知器設計

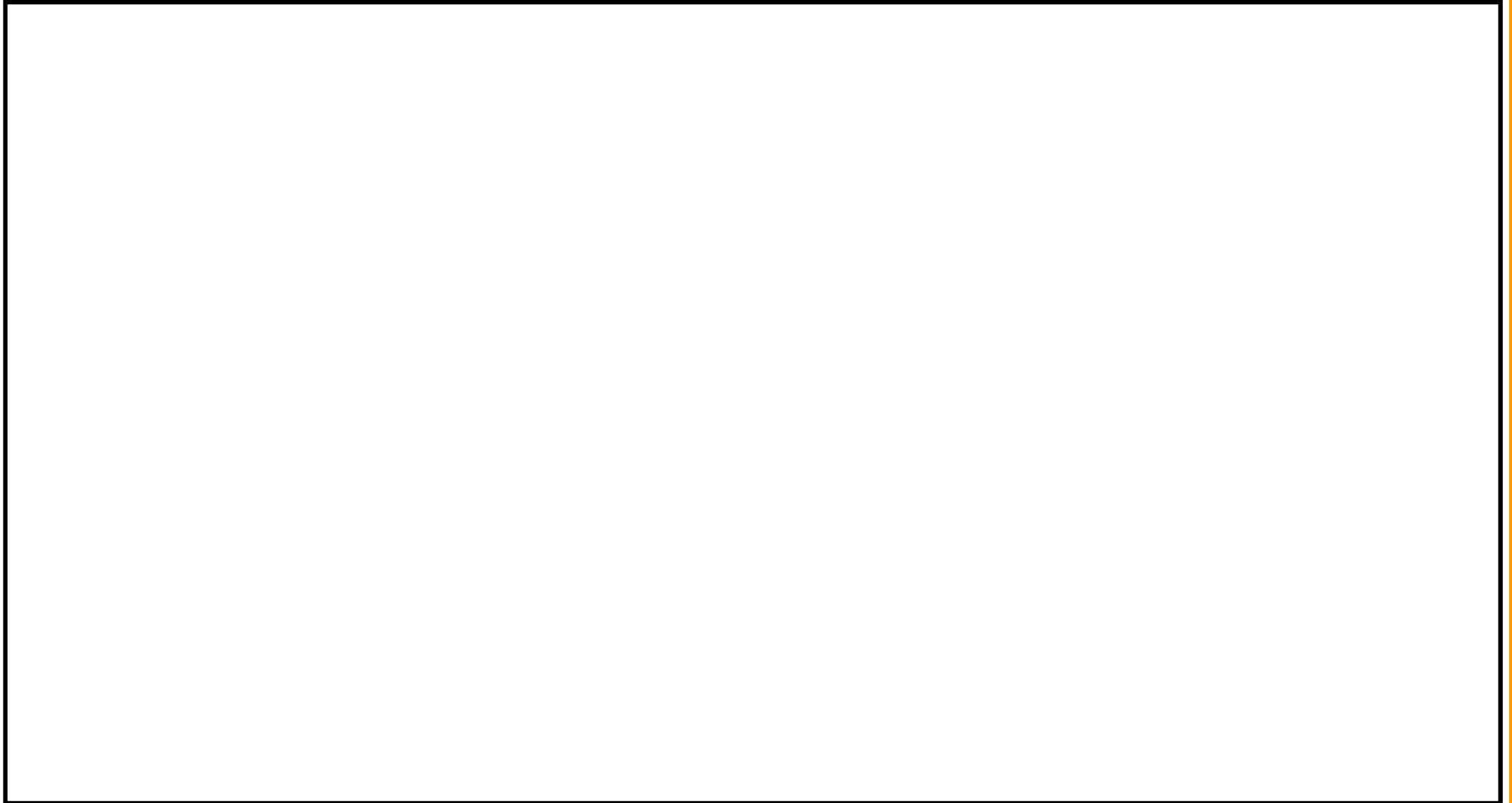
炉内計装用シングル配管室内にアナログ式でない熱感知器を設置し、線量の低い入口付近にアナログ式の熱・煙感知器を設置する。加えて、**空気の流れを考慮して、ループ室内の線量の低い場所にアナログ式の煙感知器（感度：煙濃度10%）を設置する設計とする。**（シングル配管室からの冷却風量の約80%がループ室内に流入する。）

Ⅶ. 放射線量が高い場所を含む11エリアの火災感知器設計結果 (3/4)

⑩ 炉内計装用シングル配管室の火災感知器設計 (5頁目/全5頁)

3. 当該エリアの開口部及び空気の流れを踏まえた火災感知器設計

炉内計装用シングル配管室にて火災が発生した場合、約30秒で火災感知する。



VII . 放射線量が高い場所を含む11エリアの火災感知器設計結果 (4/4)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

- 今回の設工認申請において、設置許可に基づき、各火災区域・区画に異なる2種類の火災感知器を設置する設計としている。放射線量が高い場所を含む11エリアの火災感知器必要個数および設置個数を以下に示す。

放射線量が高い場所を含むエリア	エリア分類	設置許可における設計	消防法施行規則に基づき設置する場合の個数	設置個数 (個)	
				煙感知器	熱感知器
①原子炉格納容器ループ室	A I	火災区画番号 <input type="text"/> 各火災区画に異なる2種類の火災感知器を設置	煙12、熱35	≦ 12	68
②加圧器室	A I		煙2、熱6	≦ 3	7
③再生熱交換器室	A I		煙1、熱1	≦ 1	1
④水フィルタ室	B I	火災区画番号 <input type="text"/> 同上	煙1、熱2	≦ 1	2
⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室	B II		煙4、熱4	≦ 4*1	4*1
⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室	B II		煙2、熱2	≦ 2*1	2*1
⑦燃料移送管室	B I	火災区画番号 <input type="text"/> 同上	煙1、熱1	≦ 1	1
⑧体積制御タンク室	B I	火災区画番号 <input type="text"/> 同上	煙1、熱2	≦ 1	2
⑨使用済樹脂貯蔵タンク室	B II	火災区画番号 <input type="text"/> 同上	煙2、炎 4	≦ 2*1	2*1
⑩炉内計装用シングル配管室	B II	火災区画番号 <input type="text"/> 同上	煙3、熱4	≦ 10*2	4
⑪ B - 廃棄物庫内のドラム缶貯蔵エリア	B I	火災区画番号 <input type="text"/> 同上	煙12、熱24	≦ 12	24

※ 1 : エリア分類「B II」で設置方法を工夫して排気ダクト内に設置する個数を含む。
 ※ 2 : ループ室内の煙感知器と一部兼用

- 上記のとおり、11エリアのうち基準要求を直接受けるA I エリアの火災感知器設計は、設置許可 (各火災区画に異なる2種類を設置) と整合し、技術基準規則に適合していることを確認した。
- また、基準要求を直接受けないが、隣接エリアへの火災影響の考慮が必要なB I およびB II エリアの火災感知器設計は、一部設置方法を工夫することで感知可能な場所に異なる2種類の火災感知器を設置する設計としている。

1. 「火災感知器の設置等における作業員の被ばくおよび作業に係る集団線量」に対する考慮事項

- 放射線の影響を受けにくいアナログ式でない熱感知器等の設置、もしくはアナログ式の火災感知器を設置、消防設備の点検、ならびに火災感知器および消防設備を保守する際、**作業員個人（放射線業務従事者）の被ばく**および作業員個人単位だけでなく**作業に係る集団線量（総量管理）**に留意する必要がある。

【作業員の被ばく】

放射線業務従事者の被ばく線量限度は、「**实用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示**」において、**100mSv/5年、50mSv/年**である。

電離放射線障害防止規則第1条では、「事業者は、労働者が電離放射線を受けることをできるだけ少なくするよう努めなければならない。」としている。

「原子力施設における放射線業務及び緊急作業に係る安全衛生管理対策の強化について」（基発0810第1号、平成24年8月）において、放射線業務従事者の1日の実効線量が1ミリシーベルトを超えるおそれのある放射線業務（作業）は放射線作業届を労働基準監督署へ提出することが必要である。

【集団線量】

集団線量については、法令要求はないものの、電離放射線障害防止規則第1条より事業者として可能な限り被ばく線量を少なくするよう努める必要がある。

また、2020年度より開始されている新検査制度においてSDP評価の対象となっている。
(放射線管理トラブル時に、3年平均で1.07人・Sv以下でない場合は「白」の判定)

集団線量を作業追加により増加させないためには、可能な限り線量の低い箇所に火災感知器および消防設備を設置することが必要である。

放射線業務従事者の被ばく線量が線量限度を超えないよう、エリア境界部への設置も考慮する。

2. 「火災感知器の設置等における作業員の被ばくおよび作業に係る集団線量」について

➤ 作業員の個人被ばく線量

- ・**火災感知器の設置および保守点検に伴う放射線業務従事者の被ばく線量が、線量限度（100mSv/5年、50mSv/年）を満足すること。**
- ・電離放射線障害防止規則第1条「事業者は、労働者が電離放射線を受けることをできるだけ少なくするよう努めなければならない。」より、作業員の被ばく線量が可能な限り低くなるよう、火災感知器の設置場所を**選定**する。
- ・作業員の被ばくが1 mSv/日を超えないよう火災感知器の設置箇所を選定する。

➤ 作業に係る集団線量

- ・電離放射線障害防止規則第1条「事業者は、労働者が電離放射線を受けることをできるだけ少なくするよう努めなければならない。」より、被ばく線量が可能な限り低くなるよう努める。
- ・**火災感知器の設置および保守点検時の集団線量について、年間の集団線量を大きく増加させないことを確認する。**

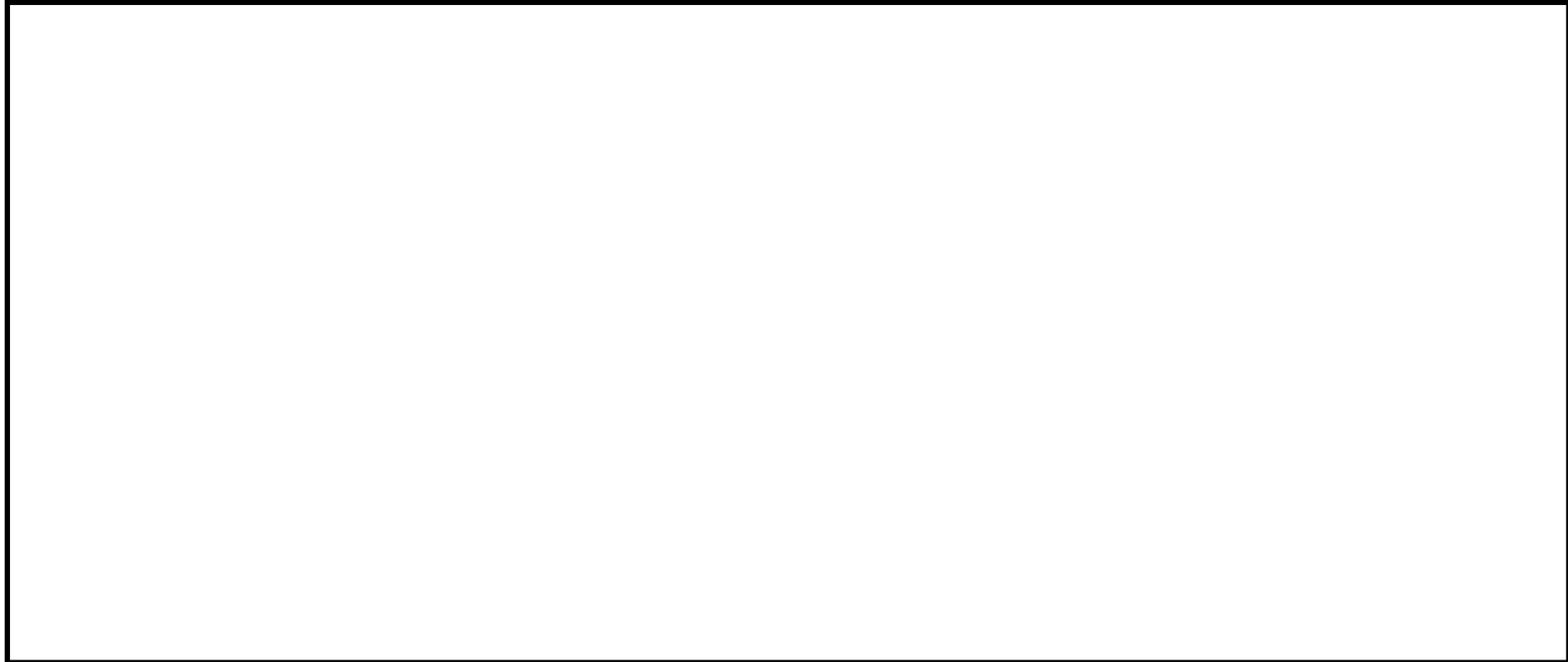
参考データ	集団線量計 (人・mSv)
2020年 大飯発電所年間線量(3号機)	約470
2020年 大飯発電所年間線量(4号機)	約440
3号機第17回定検	約370
4号機第17回定検	約410

【作業員の被ばくの確認結果】

①～⑪のエリア内において、作業員の被ばく線量を評価し、確認した。

- 放射線量率が高い場所を含む11エリアのうち、作業員被ばくの観点で工夫が必要なエリアがある（グレーハッチング部）。
- 作業員被ばくの観点で、設置および保守点検の作業では、運転中の格納容器内に立ち入らない。
- ⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室、⑨使用済樹脂貯蔵タンク室及び⑩炉内計装用シンプル配管室は**火災感知器の設置方法を工夫する必要がある。**

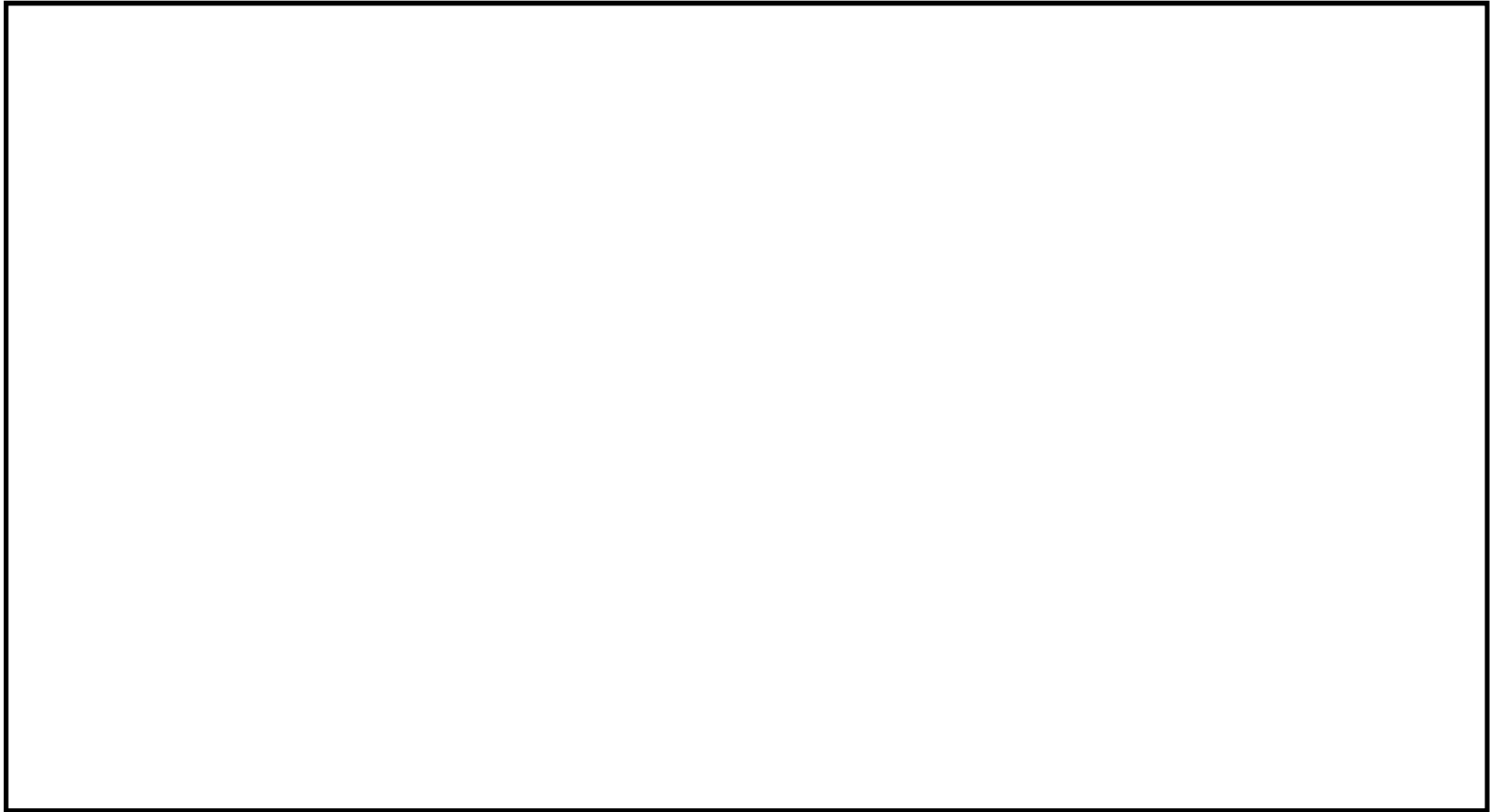
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



断面図

- 線源である樹脂により室内は常時線量率が高く、設置時に樹脂移送してもその後の保守点検を継続できない。
SFP脱塩塔の樹脂交換頻度（A塔：通常使用、B塔：予備）
 - A塔：約2年毎（放射線による劣化のため）
 - B塔：ほぼ劣化なし（放射性物質が一定量含まれるが、A塔からの影響のため線量率不明）CVCS脱塩塔の樹脂交換頻度：約2年毎（2定検に1度）
(使用可能な樹脂を、線量率低減のために交換する事は、廃棄物増加の観点で避けたい)
- 樹脂移送頻度が少なく、室内では必要なタイミングで保守・点検ができない。
⇒ 室外への感知器設置が望ましい（排気口内への設置等）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

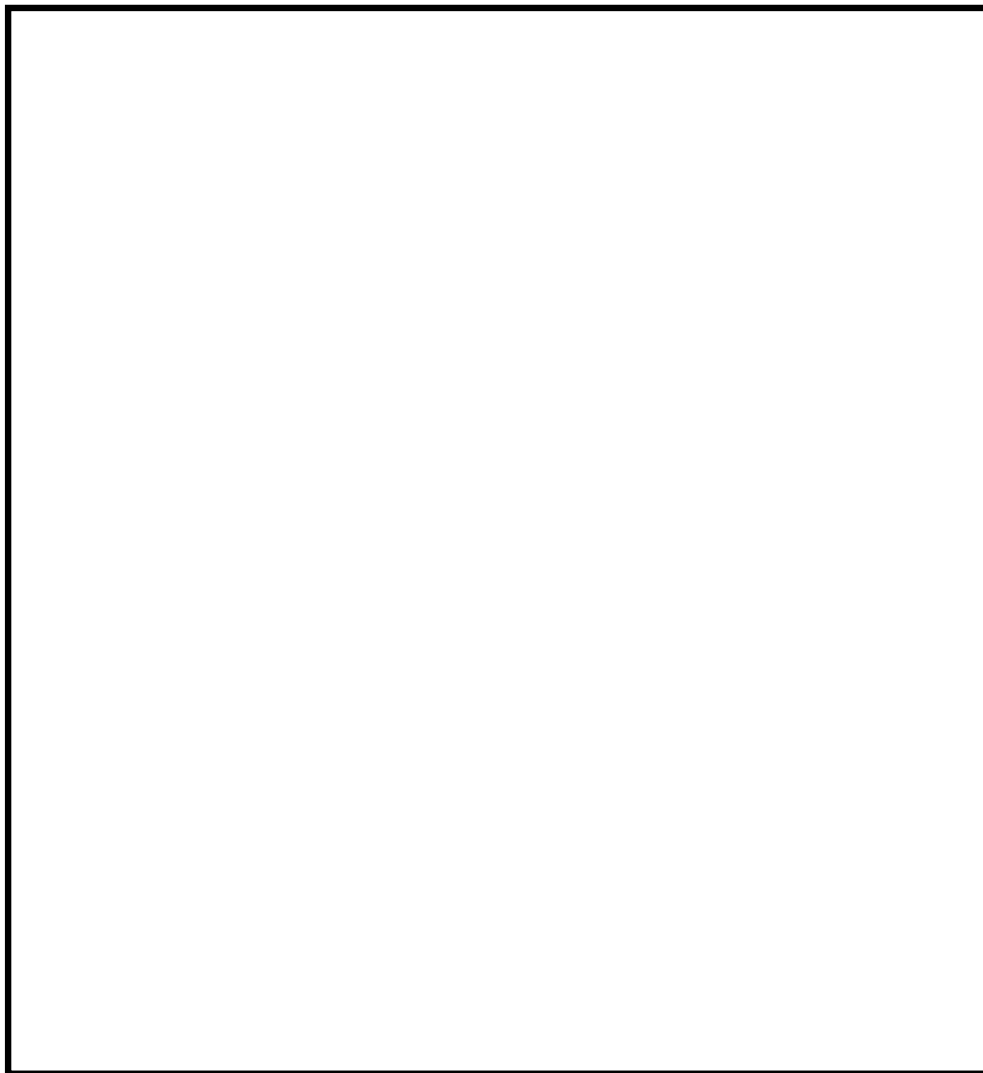


断面図

- 高線量の使用済樹脂は貯蔵保管（最終保管場所）しており、室内は常時線量率が高く、線量低減の工夫の余地がない。

⇒ 室外への感知器設置が必要（排気口内等）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



平面図

- B-廃棄物庫内でドラム缶を移動すれば、ドラム缶のない箇所の線量率は低減可能。(ドラム缶の庫内移動、庫外移動および遮蔽対策により、0.05mSv/h程度を実現可能)
- ⇒ **B-廃棄物庫内でこのドラム缶の移動作業と併せて、感知器の設置工事を展開することにより、設置可能。**

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

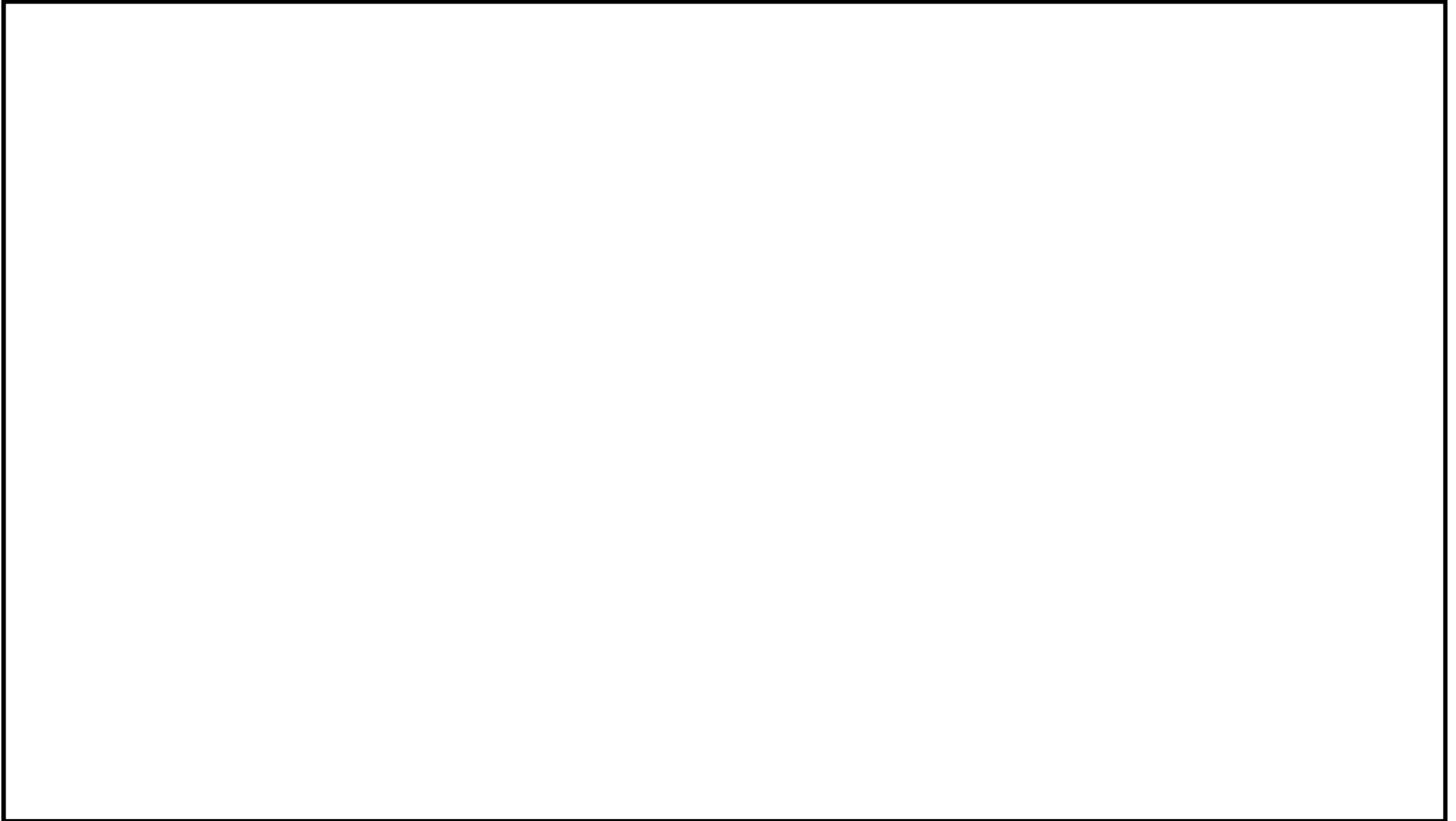
- ⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室及び⑨使用済樹脂貯蔵タンク室に、**①アナログ式でない熱感知器(⑨使用済樹脂貯蔵タンク室は炎感知器)**、**②空気吸引式の煙感知器**を設置する場合は、集団線量、個人線量が過大となり、**火災感知器の設置方法を工夫する必要がある。** (グレーハッチング部)

判定で「×」とした理由

- 集団線量が大飯発電所年間線量（3号機 約470人・mSv）および年間線量（4号機 約440人・mSv）を大きく超える。
- 作業員の個人線量が1 mSv/日を超え、**線量限度（100mSv/5年、50mSv/年）** を満足できない可能性がある。

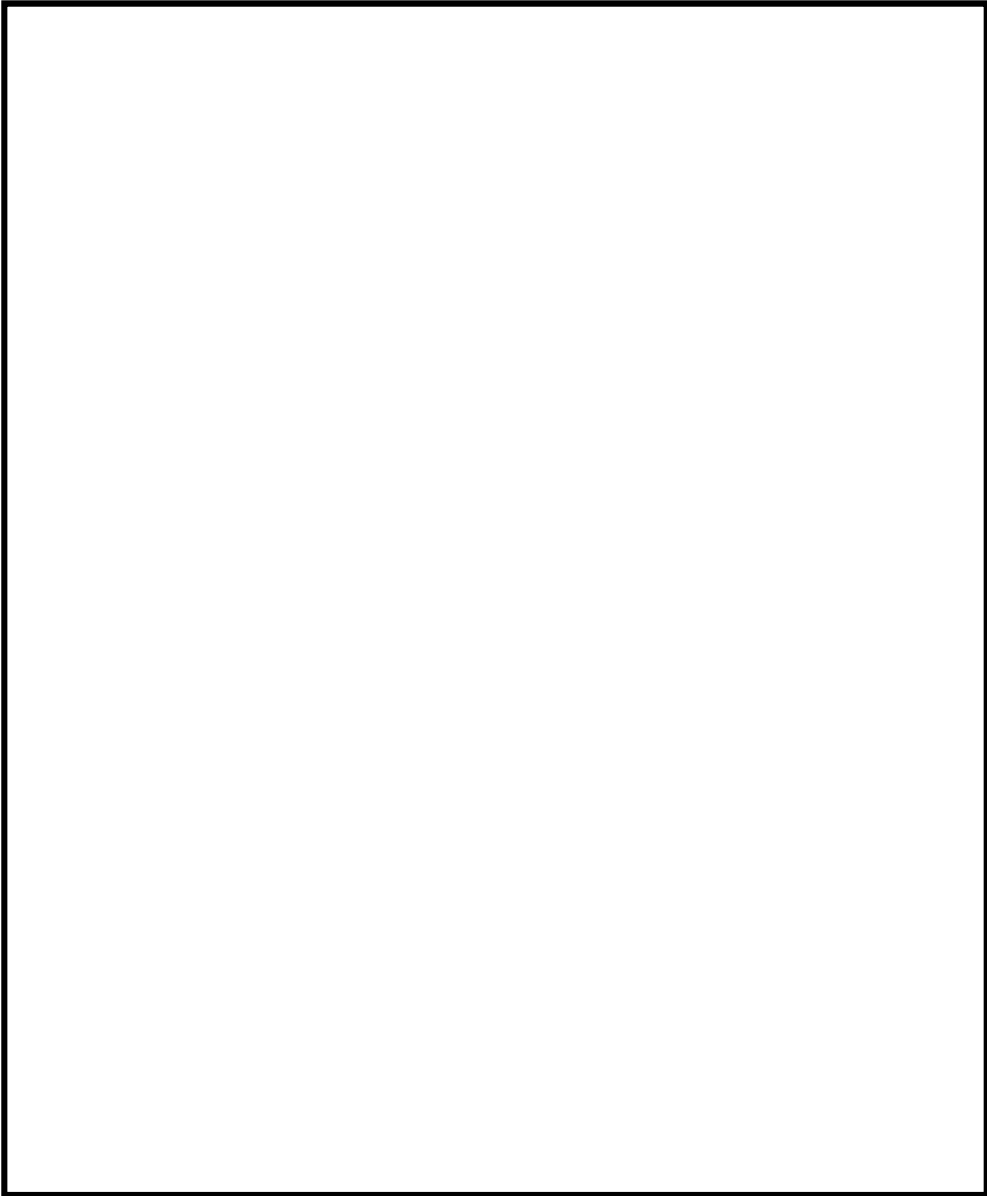
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

- ⑤化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、⑥使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室及び⑨使用済樹脂貯蔵タンク室に、**火災感知器の設置方法を工夫した結果、設置時、点検時の集団線量、個人線量の被ばく線量は問題ない。**



1. 当該エリアの情報

①B – 廃棄物庫	
エリア内機器	ドラム缶、照明
エリア面積[m ²]	565.2
入口付近写真	



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

平面図