

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。

### 3. 消防法施行規則の設置条件と異なる感知設計に係るもの

#### 3・1 火災区域・区画の特性に応じた感知設計について

本資料は、平成 31 年 2 月 13 日「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」（以下、「火災防護審査基準」という。）が改正され、火災防護審査基準の改正箇所である以下の下線部の記載を適合させるために、各火災区域・区画の特性に応じた感知設計について説明する。

(火災防護審査基準)

##### (1) 火災感知設備

- 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。
- 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。

#### 3・1・1 対応方針

##### (1) 火災防護審査基準①、②に対する対応方針

消防法施行規則（昭和 36 年自治省令第 6 号）第 23 条第 4 項第一号イからへに掲げる部分以外の部分において、点検その他の維持管理ができる場所に異なる感知方式の感知器等を設置する。

消防法施行規則（昭和 36 年自治省令第 6 号）第 23 条第 4 項第一号イからへに掲げる部分については、各エリアの環境条件や設備の設置状況を考慮して、異なる感知方式の感知器等を設置する設計とし、消防法施行規則通りに設置できる一般エリアを含め、大きく以下の 5 つのエリアに分類される。

- 一般エリア
- 屋外エリア
- 高天井エリア
- 放射線量が高い場所を含むエリア
- 水蒸気が多量に滞留するエリア

【消防法施行規則（昭和 36 年自治省令第 6 号）第 23 条第 4 項第一号】

- イ：感知器の取付け面の高さが二十メートル以上である場所（炎感知器を除く）
- ロ：上屋その他外部の気流が流通する場所で、感知器によっては当該場所における火災の発生を有効に感知することができないもの
- ハ：天井裏で天井と上階の床との間の距離が 0.5メートル未満の場所
- ニ：煙感知器（以下略）にあつては、イからハまでに掲げる場所のほか、次に掲げる場所（イ）～（チ）
- （イ） じんあい、微粉又は水蒸気が多量に滞留する場所
  - （ロ） 腐食性ガスが発生するおそれのある場所
  - （ハ） 厨房その他正常時において煙が滞留する場所
  - （ニ） 著しく高温となる場所
  - （ホ） 排気ガスが多量に滞留する場所
  - （ヘ） 煙が多量に流入するおそれのある場所
  - （ト） 結露が発生する場所
  - （チ） （イ）から（ト）までに掲げる場所のほか、感知器の機能に支障を及ぼすおそれのある場所
- ホ：炎感知器にあつては、ハに掲げる場所のほか、次に掲げる場所（イ）～（ニ）
- （イ） ニ（ロ）から（ニ）まで、（ヘ）及び（ト）に掲げる場所
  - （ロ） 水蒸気が多量に滞留する場所
  - （ハ） 火を使用する設備で火炎が露出するものが設けられている場所
  - （ニ） （イ）から（ハ）までに掲げる場所のほか、感知器の機能に支障を及ぼすおそれのある場所
- ヘ：小規模特定用途複合防火対象物の部分のうち、（以下略）床面積が五百平方メートル未満であるもの

イ. 一般エリア

感知器については消防法施行規則第 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（以下、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法という。）により異なる 2 種類の感知器を選定し設置する。異なる 2 種類の感知器の組み合わせの例を第 3・1・1 表に示す。

第 3・1・1 表 異なる 2 種類の感知器の組み合わせの例

火災感知器の設置場所	火災感知器の設置型式	
	感知器の取付面の高さ 8 m未満	煙感知器
	炎が生じる前の発煙段階から感知できる煙感知器を設置	火災時に生じる熱を感知できる熱感知器を設置
感知器の取付面の高さ 8 m以上 20 m未満	煙感知器	炎感知器
	炎が生じる前の発煙段階から感知できる煙感知器を設置	炎が発する赤外線を検知する炎感知器を設置
燃料油貯油そう (発火性又は引火性の 雰囲気形成のおそれのある場所)	熱感知器 (防爆型)	炎感知器 (防爆型)
	防爆型機能を有する火災感知器としてアナログ式でない熱感知器をタンク内部に設置	防爆機能を有する炎感知器を設置

ロ. 屋外エリア

屋外エリアは、消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象外であり、今回のバックフィットの対象ではない。火災による煙は周囲に拡散し、煙感知器による火災感知は困難であることから、アナログ式の熱感知器（防水型）又はアナログ式の熱感知器と同等の機能を有する熱サーモカメラとアナログ式でない炎感知器と同等の機能を有するアナログ式でない防水型の炎感知器を選定し、発火源となり得る設備に対して設置する。

なお、当該設計は再稼働時の既工認（高浜発電所第 3 号機：平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号、高浜発電所第 3 号機：平成 27 年 10 月 9 日付け原規規発第 1510091 号にて認可）から変更はない。詳細については、補足説明資

料 3-7 及び 3-8 に示す。

#### ハ. 高天井エリア

高天井エリアは、天井高さが床面から 20m 以上であるエリアであり、消防法施行規則第 23 条第 4 項第一号イにおいて、炎感知器のみ設置可能であることから、選定したアナログ式でない炎感知器を火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により設置し、また、エリア内で発生する火災により隣接する火災区画に煙が流出する可能性がある開口部より高い場所に煙感知器を設置する方針とし、選定したアナログ式の煙感知器をエリア内に設置又は同一火災区画内の隣接エリアに設置する煙感知器を兼用する。

なお、詳細については、補足説明資料 3-2 及び 3-9 に示す。

#### ニ. 放射線量が高い場所を含むエリア

保安規定にて管理区域内の各エリアを線量当量率が低い方から区分 1～3 の 3 段階で区分し、プラント運転中において線量当量率が最も高い区分 3 のエリアを今回の設工認では「放射線量が高い場所を含むエリア」とし、当該エリアはアナログ式の感知器の放射線の影響による故障、火災感知器の設置時及び点検時における作業員の被ばく、並びに空気の流れ等の環境条件を考慮して、火災感知器を選定し設置する。

なお、詳細については、補足説明資料 3-6 及び 3-11 に示す。

#### ホ. 水蒸気が多量に滞留するエリア

水蒸気が多量に滞留するエリアは、消防法施行規則第 23 条第 4 項第一号ニ及びホにおいて、熱感知器のみ設置可能であることから、選定したアナログ式の熱感知器(防水型)を火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により設置し、また、火災によって発生した煙が流入する同一火災区画内の隣接エリアにあるアナログ式の煙感知器を兼用する。

なお、詳細については、補足説明資料 3-9 に示す。

以下のエリアは、感知器を設置しない設計例として以下に示す。なお、詳細については補足説明資料 3-10 参照

#### (イ) 使用済樹脂タンク及び使用済樹脂貯蔵タンクエリア

各エリアの環境条件及び設備の設置状況による考慮事項を踏まえた、各エリアの火災感知器の組み合わせを第 3-1-2 表に示す。

第3-1-2表 各エリアの火災感知器の組み合わせ (1/4)

火災感知器の設置エリア	考慮事項						火災感知器の型式		
	環境条件					設備の設置状況			
	高天井	屋外	高放射線	水蒸気	発火性又は引火性雰囲気				
一般エリア							アナログ式の煙感知器※1、アナログ式の熱感知器※1、アナログ式でない炎感知器※1のうち異なる2種類		
格納容器内	一般エリア						アナログ式の煙感知器※1		
	放射線量が高い場所を含むエリア（原子炉格納容器ループ室、加圧器室）		○		○		アナログ式でない熱感知器（防爆型）※1.3.4		
	放射線量が高い場所を含むエリア（再生熱交換器室）		○		○		アナログ式でない熱感知器（防爆型）※1.3		
	放射線量が高い場所を含むエリア（インコアモニタチェス室）		○				アナログ式の煙感知器※1.4		
高天井エリア	○					アナログ式の煙感知器※1.4	アナログ式の煙感知器※1.4	アナログ式でない熱感知器※1.4	アナログ式でない炎感知器※1

第3-1-2表 各エリアの火災感知器の組み合わせ (2/4)

火災感知器の設置エリア	考慮事項						火災感知器の型式
	環境条件			発火性又は引火性雰囲気	設備の設置状況		
	高天井	屋外	高放射線				
貯油そう設置エリア				○		アナログ式でない熱感知器 (防爆型) ※1	アナログ式でない防爆型の 炎感知器※2
シャワー室					○	アナログ式の煙感知器※1,4	アナログ式の熱感知器 (防 水型) ※1
固体廃棄物 貯蔵庫	一般エリア					アナログ式の煙感知器※1	アナログ式の熱感知器※1
	放射線量が高い場所を 含むエリア			○		アナログ式の煙感知器※1	アナログ式でない熱感知器 ※1 (従前からエリア内に設置)

第3-1-2表 各エリアの火災感知器の組み合わせ (3/4)

火災感知器の設置エリア	考慮事項						火災感知器の型式
	環境条件			発火性又は引火性 雰囲気	設備の 設置状 況	アナログ式の煙感知器※1.	
	高天 井	屋 外	高放 射線				
再生熱イオ交換器室			○			アナログ式の熱感知器※1	
放射線量が高い場所を含むエリア (格納容器内及び固体廃棄物貯蔵庫の放射線量が高い場所を含むエリアを除く。)			○			アナログ式の熱感知器※1,4	

第 3-1-2 表 各エリアの火災感知器の組み合わせ (4/4)

火災感知器の設置エリア		考慮事項						火災感知器の型式
		環境条件					設備の設置状況	
		高天井	屋外	高放射線	水蒸気	発火性又は引火性雰囲気		
屋外エリア	海水ポンプ室	○					アナログ式の熱感知器 (防水型) ※1.5	アナログ式でない防水型の炎感知器※2.5
	空冷式非常用発電装置エリア	○					熱サーモカメラ※2.5	アナログ式でない防水型の炎感知器※2.5
使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリア	一般エリア (使用済燃料ピットエリア)						アナログ式の煙感知器※1	アナログ式でない炎感知器※1
	高天井エリア (新燃料貯蔵庫エリア)	○					アナログ式の煙感知器※1.4	アナログ式でない炎感知器※1
燃料取替用水タンク及びアニュラスエリア		○					アナログ式の煙感知器※1.4	アナログ式でない炎感知器※1

※ 1 : 消防法施行規則で定められた検定品

※ 2 : 感知器と同等の機能を有する機器

※ 3 : 感知器の故障防止の観点により選定

※ 4 : 保安水準②「設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれな  
いよう、火災区域又は火災区画において火災感知器を適切な場所に設置することにより、対象エリアで発生する火災を感知できるこ  
と。」を適用して設置。

※ 5 : 消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象外であり、バックアップの対対象外。

各火災感知器の誤作動防止対策を以下に示す。

- ✓ 煙感知器：蒸気等が充満する場所には設置しない
- ✓ 熱感知器：周囲温度よりも作動温度が高い感知器を設置（アナログ式でない熱感知器含む）
- ✓ 炎感知器：炎特有の性質を検出することで誤作動が少ない赤外線方式の採用、遮光板の設置、防水型の採用、外光が当たらない箇所に設置
- ✓ 熱感知器（防爆型）：エリア内の温度を有意に変動させる加熱源等を設置しない
- ✓ 炎感知器（防爆型）：外光が当たらない箇所に設置
- ✓ 熱サーモカメラ：作動温度を周囲温度より高く設定
- ✓ 光ファイバーケーブル：エリア内の温度を有意に変動させる加熱源等を設置しない

以 上

### 3-2 原子炉格納容器の火災感知器設計について

本資料は、原子炉格納容器に設置する火災感知器の設計について説明する。

火災防護審査基準における火災区域、区画の設定において、高浜3号機及び高浜4号機の原子炉格納容器はそれぞれ1つの火災区画として設定している。

今回、原子炉格納容器の火災感知器の設計にあたっては、原子炉格納容器内の環境条件を考慮し、この火災区画を分割し、エリア毎に設計する。

#### 3-2-1 原子炉格納容器内のエリア、フロアの概要

原子炉格納容器は、その容器内に原子炉容器、加圧器、蒸気発生器、1次冷却材ポンプやそれらを接続する配管等の機器を収納している。原子炉格納容器内の環境条件を考慮すると、第3-2-1図に示す原子炉格納容器の概略図のとおり、3つのエリアに分類することができる。

##### ①一般エリア

原子炉格納容器内のうち下階層の周回通路沿いのエリア

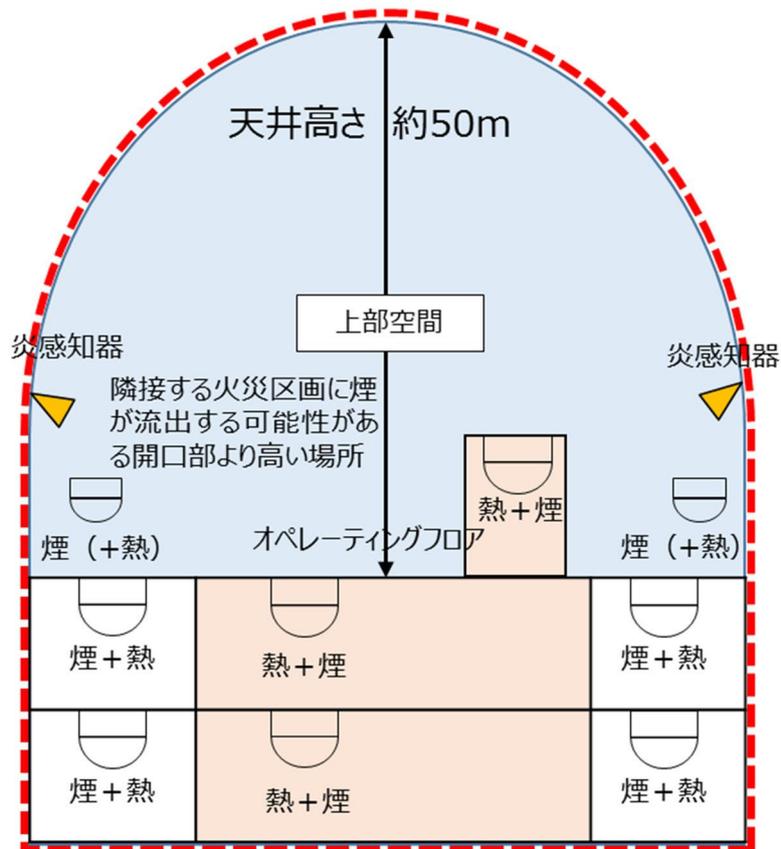
##### ②放射線量が高い場所を含むエリア

運転中において線量当量率が最も高い区分3のエリア（原子炉格納容器ループ室、加圧器室、再生熱交換器室、インコアモニタチェス室）

##### ③高天井エリア

原子炉格納容器内最上部でオペレーティングフロアから上部のエリア（キャビティを含む。）

- : 一般エリア
- : 放射線量が高い場所を含むエリア
- : 高天井エリア
- : 火災区画



第 3-2-1 図 原子炉格納容器の概略図

### 3・2・2 原子炉格納容器の火災感知器設計

3・2・1 項で分類した①～③のそれぞれのエリアについて、そのエリア内の環境条件等をもとにそれぞれの火災感知器の選定、設計の考え方について説明する。

#### (1) 一般エリア

原子炉格納容器内のうち下層階の周回通路沿いのエリアであり、ループ室内の主要機器からの配管、隔離弁等が設置されているが、高天井エリアや放射線量が高い場所を含むエリアにも該当しないため、アナログ式の煙感知器とアナログ式の熱感知器の異なる 2 種類を選定し設置する設計とする。

#### (2) 放射線量が高い場所を含むエリア

保安規定及びその下部規定の放射線・化学管理業務要綱にて管理区域内の各エリアを線量当量率が低い方から区分 1～3 の 3 段階で区分し、プラント運転中において線量当量率が最も高い区分 3 のエリアであり、原子炉格納容器ループ室、加圧器室、再生熱交換器室及び炉内計装用シンプル配管室が該当する。

当該エリアの火災感知器設計については、補足説明資料 3・6「放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計について」に示す。

#### (3) 高天井エリアにおける火災感知器設計

原子炉格納容器内最上部でオペレーティングフロアから上部のエリアであり、天井高さが床面から 20m 以上のエリアである。

一般エリア及び放射線量が高い場所を含むエリアには機器、配管、弁が設置されているが、このエリアはそのような主要な機器類はなく、巨大な空間のエリアである。

#### イ. 火災感知器の選定

高天井エリアの環境条件等を踏まえた火災感知器の選定結果を第 3・2・1 表に示す。第 3・2・1 表のとおり、高天井エリアにおいては、様々な火災感知器が使用可能であるが、オペレーティングフロアの現場施工性を考慮して、1 種類目はアナログ式でない炎感知器を選定し、2 種類目はアナログ式の煙感知器を選定する設計とする。

#### ロ. 火災感知器の選定理由及び設置方法

オペレーティングフロアは天井高さが床面から 20m 以上のエリアであり、炎感知器の設置は可能であるが、煙感知器と熱感知器は取付面の高さが消防法施行規則で規定される高さ以上であり、消防法施行規則第 23 条第 4 項第一号イにより設置することが適切ではないため、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法又は保安水準①を確保できる方法で設置することが困難である。

従って、アナログ式でない炎感知器は、床面をそれぞれ監視できるように火災防

護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により設置する設計とする。炎感知器の監視範囲を第 3-2-2 図に示す。

また、オペレーティングフロアで発生する火災による熱及び煙は、原子炉容器室冷却ファン（以下「冷却ファン」という。）及び格納容器再循環ファン（以下「再循環ファン」という。）の運転時においては、冷却ファンの運転により原子炉格納容器ループ室を通過してオペレーティングフロアの上方向へ給気は抜けていき、再循環ファンにより原子炉格納容器内で循環する設計となっていることから、火災の継続とともに原子炉格納容器内の煙濃度は全体的に均一になりながら上昇していく。また、冷却ファン及び再循環ファンの停止時においては、火災による熱及び煙は熱気流に乗って拡散しながら上昇する流れとなることから、火災の継続とともにエリア内の空気温度及び煙濃度は水平方向にも拡散するとともに、原子炉格納容器内上部に溜まっていき、自然滞留により溜まった熱及び煙の一部は下降してくる。

冷却ファン及び再循環ファンの停止時における火災による熱及び煙の流れを第 3-2-3 図に示す。

以上より、冷却ファン及び再循環ファンの運転時及び停止時の空気の流れを考慮し、当該エリア内の火災を感知できる可能性が高い場所及び隣接する火災区画に火災により発生する熱及び煙が流出する可能性がある開口部より高い場所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ことにより、当該エリアで発生する火災を当該エリア内に設置する感知器で感知し、保安水準②を確保する設計とする。

原子炉格納容器内のオペレーティングフロアを含む火災区画には、原子炉の安全停止に必要な機器等、放射性物質を貯蔵する機器等及び重大事故等対処施設が設置されているが、原子炉の安全停止に必要な機器等は系統分離が実施されている。放射性物質を貯蔵する機器等は、原子炉格納容器内で火災が発生し、広範囲な火災又は原子炉格納容器内に進入できないと判断した場合には、保安規定に定められた手順に基づき、プラントを停止するとともに原子炉格納容器スプレイ設備を使用した消火を行う運用としていることから、放射性物質が漏えいした場合でも、放射性物質の閉じ込め機能をもつ原子炉格納容器により管理区域外への放射性物質の放出を防止することが可能である。重大事故等対処施設は、原子炉格納容器内で火災が発生し、広範囲な火災又は格納容器内に進入できないと判断した場合には、保安規定に定められた手順に基づき、プラントを停止するとともに格納容器スプレイ設備を使用した消火を行う運用としていること、並びに原子炉停止後の重大事故等の対処に必要な設備はすべて設計基準対象施設と兼用しているため、設計基準対象施設に対する火災防護対策により同一火災区画内において重大事故等の対処に必要な機能が確保することが可能である。

上記を踏まえ、当該エリアで発生した火災を同一火災区画内に設置する感知器でもれなく確実に感知することにより、既工認から設計に変更のない初期消火活動に繋げ、

同一火災区画内において設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにすることができる。また、同一火災区画内に火災の影響を限定することで、同一火災区画外の設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにすることができることから、保安水準②を確保できていると評価する。

なお、当該エリア内の火災が発生する可能性が高い場所として、発火源となり得る設備の直上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設計とし、第 3-2-4 図のように発火源となり得る設備の直上に支持鋼材（グレーチングのような開口部はない）を使用して設置する設計とする。また、発火源となり得る設備とは、火花を発生する可能性のある設備及び高温の設備が対象であり、電気盤が該当する。

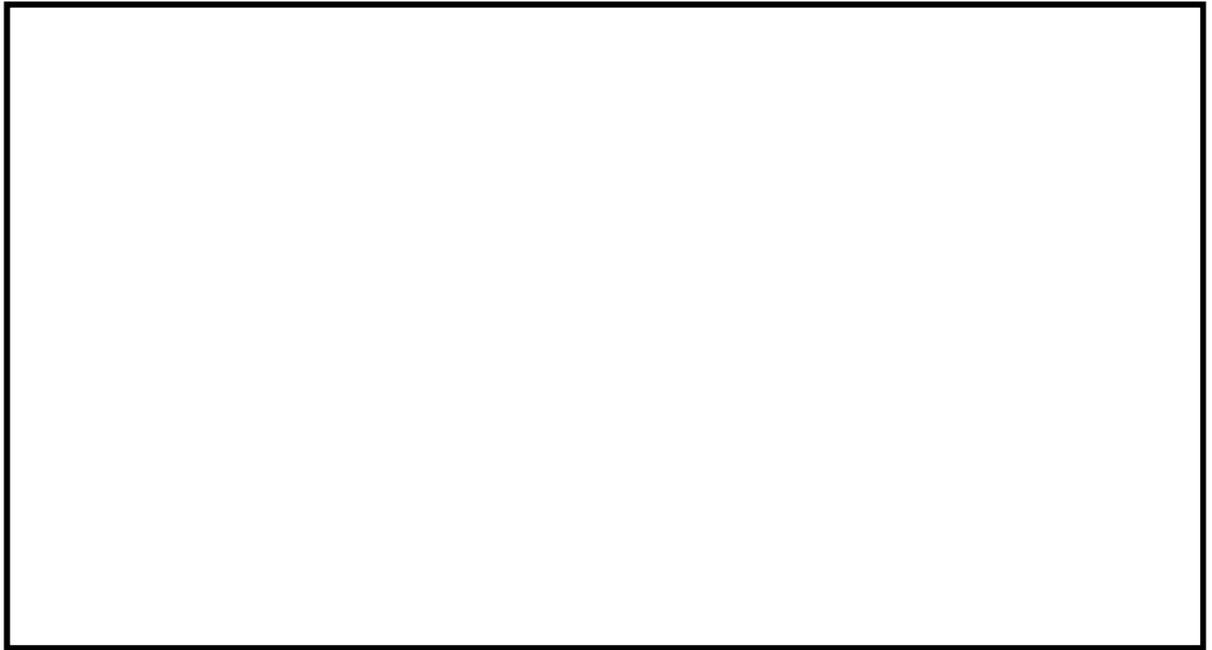
当該エリアに設置するアナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器を第 3-2-5 図に示し、開口部との高さ方向の位置関係を第 3-2-6 図に示す。

第3-2-1表 原子炉格納容器オペレーティングフロアにおける感知器の選定

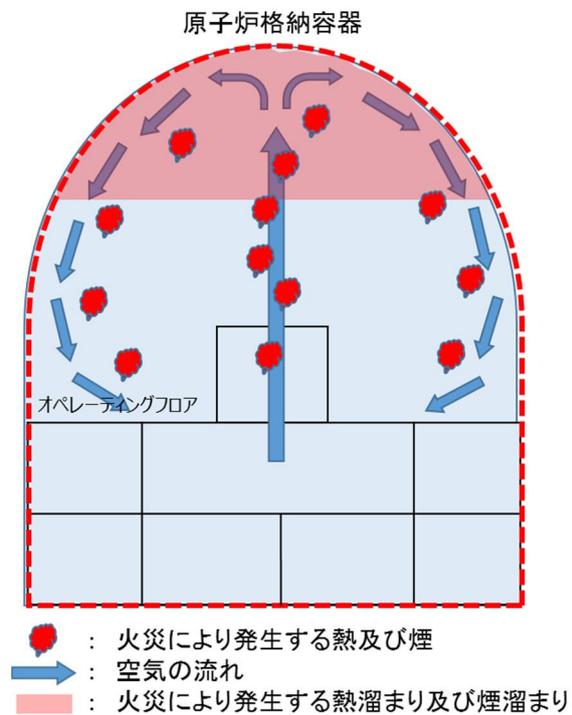
感知方式		熱感知方式				煙感知方式				炎感知方式	
火災感知器種類	感知方式	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	光ファイバーケーブル	差動分布型熱感知器 (熱電対式、空気管式)	熱サーモカメラ	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	空気吸引式の煙感知器	光電分離型煙感知器 (非蓄積型)	アナログ式でない炎感知器
		放射線の守護 (故障の防止) 取付面高さ、選定、選定、空気流等の考慮 (感知性能の確保)	○ △ ○	○ △ ○	○ △ ○	○ △ ○	○ △ ○	○ ○ ○	○ △ ○	○ △ ○	○ △ ○
試作動作の防止	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
信頼性の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
電圧の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
監視	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
現場施工性 (信頼性の確保に必要) な 施工の確立性	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△
各感知方式で使用する火災感知器	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△

○：選定可能 △：条件付きで選定可能 ×：選定することが適切でない

※・環境条件及び現場施工性を考慮して、アナログ式の熱感知器を他の熱感知器を他の熱感知器より優先使用  
 環境条件及び現場施工性を考慮して、アナログ式の煙感知器を他の煙感知器を他の煙感知器より優先使用

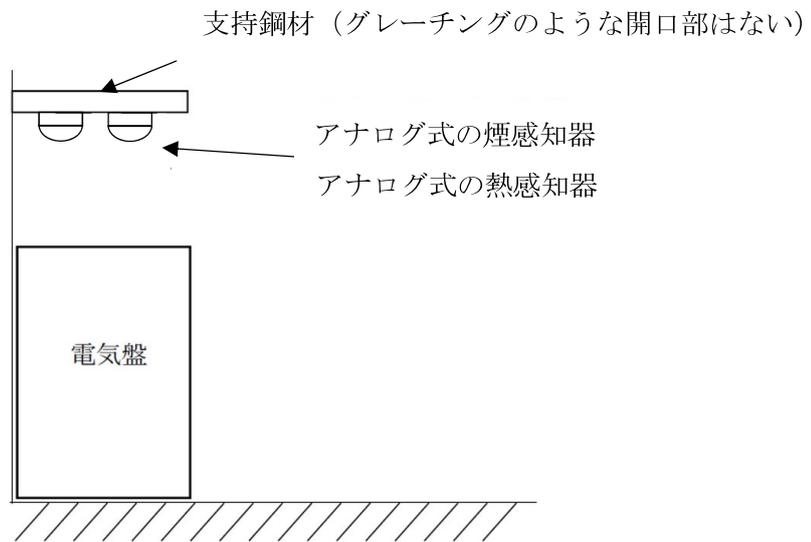


第 3-2-2 図 高天井エリアの感知器監視範囲図 (高浜発電所 3 号機)



第 3-2-3 図 冷却ファン及び再循環ファンの停止時における  
火災による熱及び煙の流れ

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。

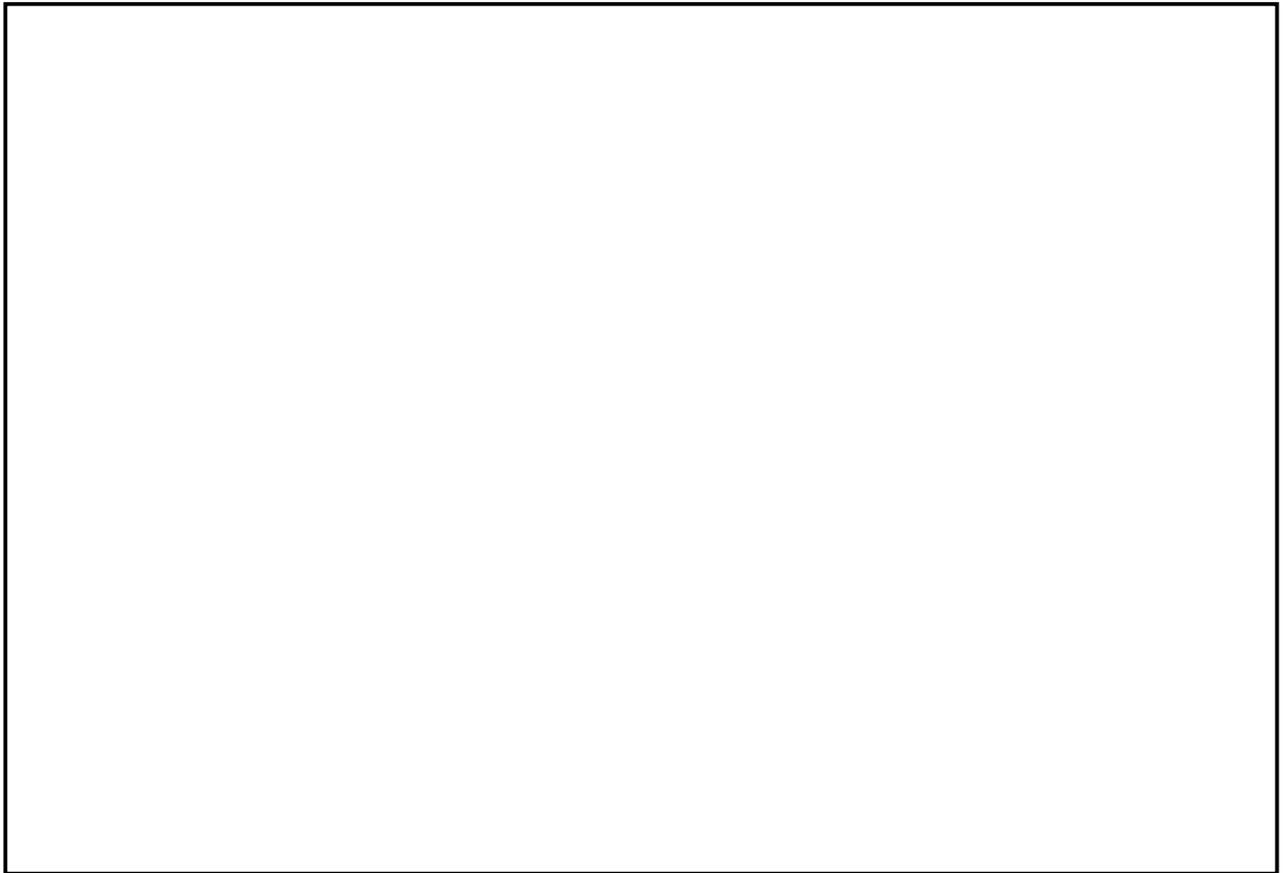


第 3-2-4 図 感知器設置イメージ



第 3-2-5 図 隣接する火災区画に煙が流出する可能性がある開口部より高い場所に設置する煙感知器の配置図（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。



第 3-2-6 図 隣接する火災区画に煙が流出する可能性がある開口部より高い場所に設置する煙感知器の配置図（断面図）

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。

### 3-2-3 火災による原子炉格納容器及び消火設備への影響について

原子炉格納容器内で火災が発生した場合に原子炉格納容器と火災発生時に消火設備として使用する格納容器スプレイ設備への影響を以下に示す。

#### (1) 原子炉格納容器

原子炉格納容器内で火災が発生した場合、3-2-2 で原子炉格納容器内での冷却ファン及び再循環ファンによる格納容器内での空気の流れを説明したが、火災により発生した熱及び煙は火災の進展及び空気の流れにより、徐々に原子炉格納容器上部に滞留することが考えられる。

既設置許可における火災防護のまとめ資料の添付資料1「耐火壁、貫通部シール、防火扉及び防火ダンパの耐火性能」のとおり、告示「2001年版耐火性能検証法の解説及び計算例とその解説」に基づくコンクリート壁における屋内火災保有耐火時間 180分（3時間）に必要な壁厚は 123mm、NFPA ハンドブックに基づく3時間耐火能力を有する壁厚は 140~150mm 程度であるが、原子炉格納容器のコンクリート厚さは、胴部においては 1300mm、ドーム部においては 1100mm であり、十分な壁厚を確保できていることから、原子炉格納容器内で火災が発生し、火災による熱が滞留したとしても十分な耐火性能をもっているといえる。

また、一般的に、火災の過熱によるコンクリートの圧縮強度の低下は、多少のばらつきはあるものの、300℃まではそれほど大きくないとの見解（コンクリート診断技術〔基礎編〕（公益社団法人 日本コンクリート工学会））もあることから、熱による悪影響についても問題ないといえる。

上記を踏まえると、原子炉格納容器のもつ放射性物質の閉じ込め機能は、原子炉格納容器内で発生する火災により影響を受けることはないと考えられる。

#### (2) 格納容器スプレイ設備

格納容器スプレイ設備を構成する設備のうち、主要な設備である格納容器スプレイポンプ及びモータ、格納容器スプレイ冷却器、よう素除去薬品タンク及び燃料取替用水タンクは格納容器外に設置されている。このことから、(1)で確認したとおり、格納容器内で発生した火災の影響を火災区画内に限定することができおり、格納容器外に設置しているこれらの機器が火災による影響を受けることはない。

格納容器スプレイ設備を構成する設備のうち、原子炉格納容器内には頂部にスプレイヘッドが設置されているが、金属製のスプレイリング、スプレイノズル及び逆止弁により構成されていることから、火災により発生する煙及び熱の影響は受けることはない。

以上

### 3-3 燃料油貯油そうエリアの火災感知器設計について

本資料は、燃料油貯油そうエリアに設置する火災感知器の設計について説明する。

火災防護審査基準に照らして、火災区域、区画の設定において、高浜3号機及び高浜4号機の燃料油貯油そうエリアはそれぞれ1つの火災区画として設定している。

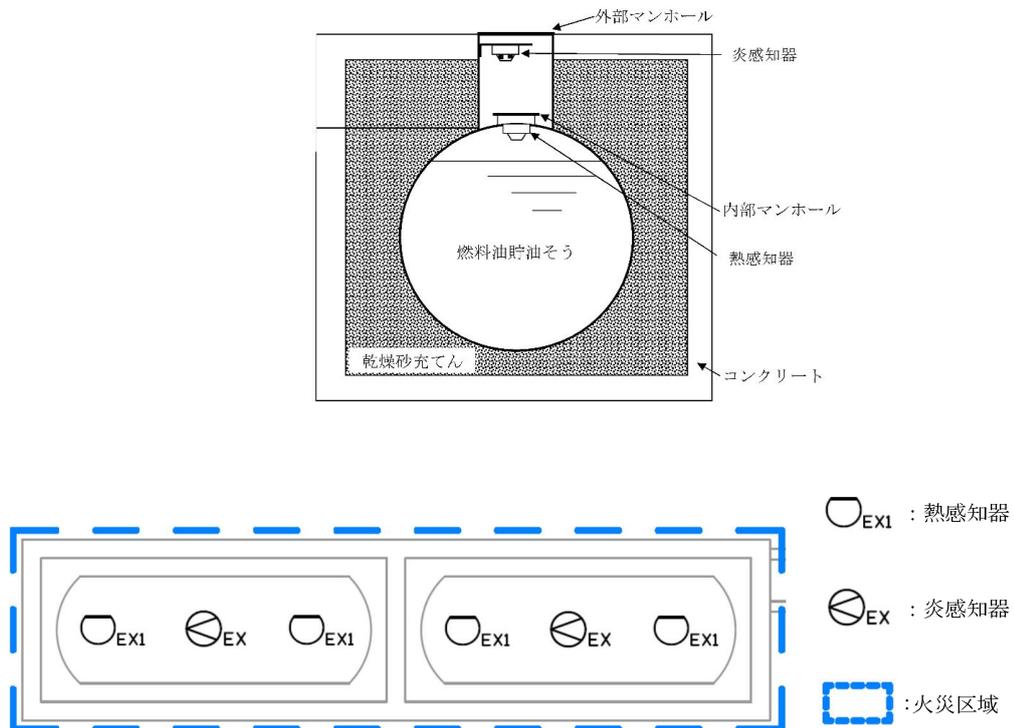
今回、火災感知器の設計にあたっては、その環境条件及び機器の設置条件等を踏まえて個別に火災感知器の設計を行う。

#### 3-3-1 燃料油貯油そうエリアの概要

燃料油貯油そうエリアは、A重油を保管するタンクがコンクリートで囲まれた地下に設置されているエリアであり、一部の開口部とマンホールを通して外部と繋がっている。

今回、火災感知器の設計にあたり、その環境条件及び設備設置状況等を考慮し、設置する異なる2種類の火災感知器を3-3-2項の通り設計する。

燃料油貯油そうエリアの火災感知器設置概要図を第3-3-1図に示す。



第3-3-1図 燃料油貯油そうエリアの火災感知器設置概要図

### 3・3・2 燃料油貯油そうエリアの火災感知器設計

燃料油貯油そうエリア内の環境条件及び設備設置状況等をもとにそれぞれの火災感知器の選定、設計の考え方について説明する。

#### (1) 火災感知器

アナログ式でない防爆型の熱感知器とアナログ式でない炎感知器と同等の機能を有するアナログ式でない防爆型の炎感知器の異なる2種類を設置する。

#### (2) 選定理由

燃料油貯油そうエリアは、貯油そう内部の燃料が気化することを考慮し、アナログ式でない防爆型の熱感知器とアナログ式でない防爆型の炎感知器を設置する設計とする。

なお、アナログ式でない防爆型の熱感知器は、貯油そうの温度を有意に変動させる加熱源等を設置しないことで、誤作動を防止する設計とし、貯油そうの重油の発火点である約250℃を考慮し、それよりも低い温度で作動するアナログ式でない防爆型の熱感知器を設置する。また、アナログ式でない防爆型の炎感知器は、外光があたらない貯油そうエリア内のマンホール内部に設置することで、誤作動を防止する設計とする。

以 上

### 3・4 固体廃棄物貯蔵庫エリアの火災感知器設計について

本資料は、固体廃棄物貯蔵庫に設置する火災感知器の設計について説明する。

火災防護審査基準における火災区域、区画の設定において、高浜3号機及び高浜4号機の固体廃棄物貯蔵庫はA固体廃棄物貯蔵庫、B固体廃棄物貯蔵庫、C固体廃棄物貯蔵庫及びD固体廃棄物貯蔵庫が存在し、それぞれ1つの火災区域として設定している。

今回、火災感知器の設計にあたっては、固体廃棄物貯蔵庫内の環境条件を考慮し、この火災区域を分割し、エリア毎に設計する。

#### 3・4・1 固体廃棄物貯蔵庫の概要

固体廃棄物貯蔵庫は、固体廃棄物を貯蔵する火災区域であり、環境条件等を考慮すると、以下の2つのエリアに区別することができる。

- ① 一般エリア：A固体廃棄物貯蔵庫、C固体廃棄物貯蔵庫、D固体廃棄物貯蔵庫及びB固体廃棄物貯蔵庫エリア（放射線量が高い場所を含むエリアを除く。）
- ② 放射線量が高い場所を含むエリア：B固体廃棄物貯蔵庫の一部のドラム缶貯蔵エリア

### 3・4・2 固体廃棄物貯蔵庫の火災感知器設計

3・4・1 項で大別した①、②それぞれのエリアについて、そのエリア内の環境条件をもとにそれぞれの火災感知器の選定、設計の考え方について説明する。

#### (1) 一般エリア

放射線量が低い一般エリアである A 固体廃棄物貯蔵庫、C 固体廃棄物貯蔵庫、D 固体廃棄物貯蔵庫及び B 固体廃棄物貯蔵庫の一部は、消防法施行規則通りに感知器を設置できるため、アナログ式の煙感知器とアナログ式の熱感知器を設置する設計とする。

#### (2) 放射線量が高い場所を含むエリア

保安規定にて管理区域内の各エリアを線量当量率が低い方から区分 1～3 の 3 段階で区分し、プラント運転中において線量当量率が最も高い区分 3 のエリアであり、B 固体廃棄物貯蔵庫の一部のドラム缶貯蔵エリアが該当する。

当該エリアの火災感知器設計については、補足説明資料 3・5 「放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計について」に示す。

以上

### 3-5 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計について

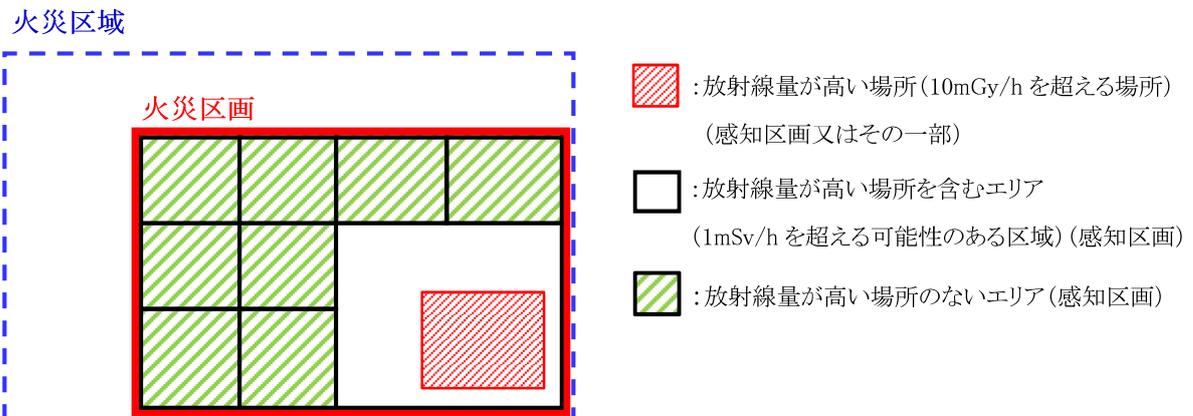
本資料は、放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器の増設を設計するにあたり、放射線量が高い場所を含むエリアの分類、放射線量が高い場所における火災感知器の過去の故障実績、原因調査及び文献調査に基づいた火災感知器の選定、干渉物の観点並びに設置時及び点検時の被ばくの観点における現場施工の成立性を踏まえ、火災防護審査基準への適合又は技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保した火災感知器の設計について説明するものである。

#### 3-5-1 放射線量が高い場所を含むエリアの概要

管理区域内の放射線量の高い場所においては、火災感知器が故障する知見があること並びに感知器の設置・保守点検時の作業員の被ばくが懸念されることから、当該場所の放射線量も考慮して感知器設計を行う必要がある。そこで、保安規定、およびその下部規定の放射線・化学管理業務要綱にて区分3（1mSv/hを超える可能性のある区域）と定める、プラント運転中の線量等量率が最も高いエリア（感知区画）を「放射線量が高い場所を含むエリア」と設定した。

具体的には、①原子炉格納容器ループ室、②加圧器室、③インコアモニタチェス室、④再生熱交換器室、⑤廃液フィルタ室、⑥ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ室、⑦使用済みスルースフィルタ室、⑧原子炉キャビティフィルタ室、⑨使用済燃料ピットスキマフィルタ室、⑩ほう酸濃縮液フィルタ室、⑪冷却材脱塩塔入口フィルタ室、⑫冷却材フィルタ室、⑬封水フィルタ室、⑭封水注入フィルタ室、⑮使用済燃料ピット脱塩塔室、⑯冷却材陽イオン脱塩塔室、⑰ほう酸回収装置混床式脱塩塔、⑱冷却材混床式脱塩塔室、⑲再生熱イオン交換器室及び⑳廃棄物処理建屋の制御室エリアが該当する。

放射線量が高い場所を含むエリアのイメージ図を第3-5-1-1図に示す。



第3-5-1-1図 放射線量が高い場所を含むエリアのイメージ図

### 3・5・2 放射線量が高い場所を含むエリアに設置可能な火災感知器の種類について

#### (1) アナログ式の感知器が故障する放射線量の閾値について

アナログ式の感知器が故障する放射線量の閾値の考え方について、過去の故障実績、当時の原因調査結果及び文献調査結果に基づき、説明する。

#### イ. 感知器の故障実績

過去に美浜、高浜、大飯の各発電所で原子炉格納容器内のアナログ式でない熱感知器をアナログ式の熱感知器に交換した際、第 3・5・2・1 表のとおり、ループ室内の蒸気発生器付近に設置した感知器が 1 年程度で故障する事象が相次いで発生した。(感知器の自動試験の際に信号不良発生)

第 3・5・2・1 表 アナログ式感知器の過去の故障実績

ユニット	故障時期	故障個数	故障内容
美浜3号機	平成10年1月	3個	感知器無応答
	平成12年4月	5個	感知器無応答
高浜1号機	平成10年8月	2個	信号線異常
	平成11年8月	3個	信号線異常
	平成12年1月	1個	信号線異常
高浜2号機	平成10年2月	3個	信号線異常
	平成11年9月	3個	信号線異常
高浜3号機	平成12年1月	1個	感知器無応答
高浜4号機	平成11年2月	3個	感知器無応答
大飯2号機	平成12年9月	1個	感知器無応答

ロ. 当時の原因調査結果

故障した部品はメモリ用の IC チップ (半導体素子) であり、プラント運転中のループ室内蒸気発生器付近の放射線量が 100mGy/h 以上と高いことを踏まえ、感知器の故障は放射線による影響と考え、調査を実施した。平成 6 年 3 月に東京都立アイソトープ総合研究所で実施した感知器の耐放射線性能試験は、第 3-5-2-2 表のとおり吸収線量 105.12Gy で感知器が故障する結果であった。

第 3-5-2-2 表 感知器の耐放射線性能試験の概要

試験機器	光電アナログ式スポット型感知器
	熱アナログ式スポット型感知器
試験条件	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 時間あたり <math>3 \times 10^{-4}</math>Gy/h の線量がある場所で、感知器が 40 年使用できるかを確認するために実験を行った。</li> <li>2. 40 年分の吸収線量は 105.12Gy となる。試験は短時間でいうため、105.12Gy を 5 時間 20 分で照射した。このため、19.71Gy/h となる位置に感知器を設置した。</li> <li>3. 線源を Co60 (γ 線) とし、10 年相当の線量照射ごとに感知器の作動を確認した。</li> </ol>
試験結果	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 10 年、20 年、30 年相当の線量照射時の作動試験は正常であった。</li> <li>2. 40 年相当の線量照射時、各感知器共故障した。</li> <li>3. 故障した部品はメモリ用 IC であり、吸収線量は 105.12Gy であった。</li> </ol>

試験で使用した線源である Co60 (γ 線) は、1 次冷却材中の放射性核種の主体が CP (腐食生成物) であることから、エネルギーが比較的高い Co60 (γ 線) を線源として試験を実施していることは妥当である。

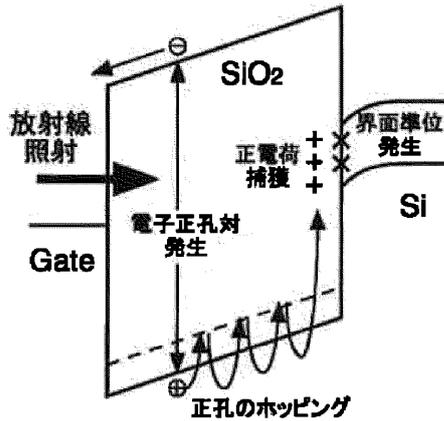
実機プラントにおける感知器の故障実績及び上記の試験結果から、γ 線の影響がある場所に設置するアナログ式の感知器は、約 100Gy の吸収線量で故障すると判断した。

出典：「半導体部品を使用した火災感知器の耐放射線性能について」,TR10241, 能美防災 (株) 平成 11 年 2 月

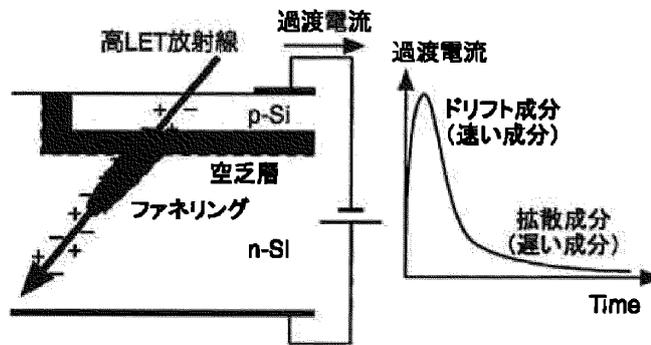
ハ. 文献調査結果

半導体の放射線による故障は、第 3-5-2-1 図に示すトータルドーズ効果又は第 3-5-2-2 図に示すシングルイベント効果によるものであるが、原子力発電所の管理区域のように主な放射線の線種が  $\gamma$  線の環境では、被ばく線量の増加に伴い素子の特性が変化するトータルドーズ効果による影響が支配的といえる。

※1,2

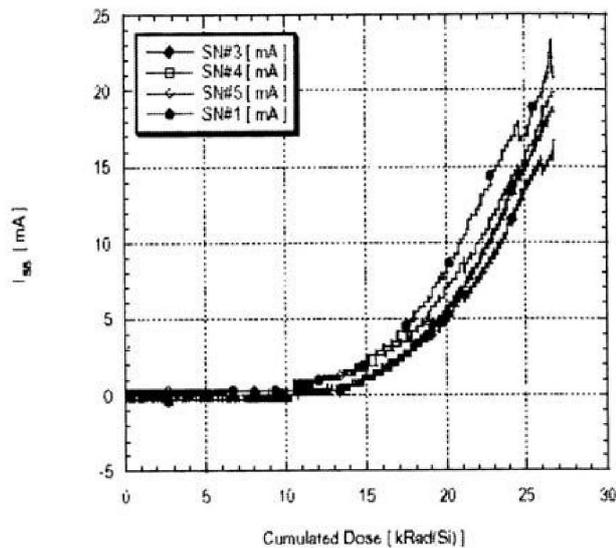


第 3-5-2-1 図 トータルドーズ効果のメカニズム



第 3-5-2-2 図 シングルイベント効果による過渡電流発生メカニズム

$\gamma$  線照射によるトータルドーズ効果の影響で、半導体デバイスは約 100Gy の吸収線量で劣化が見られるとされている。<sup>※3</sup> 第 3-5-2-3 図の X 軸は吸収線量を示し、Y 軸はスタンバイ電流を示しており、約 10krad(=100Gy)から徐々に電流が増加し、性能が劣化していることを確認できる。



第 3-5-2-3 図  $\gamma$  線照射結果によるトータルドーズ効果の影響

参考文献

- ※ 1 : 半導体デバイスに対する宇宙放射線照射効果 (2014 年 : 日本信頼性学会誌)
- ※ 2 : 放射線による半導体素子の劣化・故障 (2004 年 : 日本信頼性学会誌)
- ※ 3 : RADFET による宇宙機環境におけるトータルドーズ計測法 (2008 年 : 鹿児島大学博士論文)

イ～ハで説明した過去の故障実績、当時の原因調査結果及び文献調査結果より、アナログ式の感知器は、1 サイクルのプラント運転中に故障しないよう 13 ヶ月で 100Gy を超えない場所に設置する必要があるため、感知器故障の観点から設置場所に対する放射線量の閾値を 10mGy/h ( $< 100\text{Gy} \div 365 \text{ 日} \div 24\text{h/日} \times 12 \div 13$ ) と設定する。

なお、1 次冷却材中の放射性核種の主体が CP (腐食生成物) であり、エネルギー領域が中程度 (0.1～数 MeV) であることから、実効線量/吸収線量  $\approx 1$  として換算でき、吸収線量 (Gy)  $\approx$  実効線量 (Sv) と考えることが可能である。

また、アナログ式でない煙感知器、光電分離型煙感知器及びアナログ式でない炎感知器についても、半導体素子を使用していることから、アナログ式の感知器と同様に感知器故障の観点から設置場所に対する放射線量の閾値を 10mGy/h と設定する。

## (2) 放射線量が高い場所に設置する火災感知器の種類

アナログ式の感知器は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。

### イ. 火災防護審査基準の要求事項

第 3-5-2-3 表及び第 3-5-2-4 表のとおり火災防護審査基準に基づき、火災感知器に対する要求事項及び火災感知器種類の選定方法を整理する。

### ロ. 火災防護審査要求事項を踏まえた火災感知器の選定

アナログ式の感知器以外の火災感知器を抽出し、第 3-5-2-4 表及び第 3-5-2-5 表のとおり、火災防護審査基準への適合性、火災感知設備の現場施工性を基に各感知方式で使用する火災感知器を選定する。

第 3-5-2-4 表により放射線量が高い場所（10mGy/h を超える場所、以下同じ。）に設置可能な火災感知器の種類は、熱感知方式の「アナログ式でない熱感知器(天井高さが床面から 8m 以上 15m 未満の場合は差動分布型熱感知器)」と煙感知方式の「空気吸引式の煙感知器」とする。なお、設置許可（添付書類八）で原子炉格納容器内ループ室等は「アナログ式でない熱感知器」を設置する方針としているため、「アナログ式でない熱感知器」の使用を優先する。

上記に加えて、エリア内の放射線量が低い場所（10mGy/h 以下の場所、以下同じ。）に設置する火災感知器の種類は、天井高さが床面から 8m 未満の場合は熱感知方式の「アナログ式の熱感知器」、煙感知方式の「アナログ式の煙感知器」を選定し、天井高さが床面から 8m 以上の場合は熱感知方式の「アナログ式の熱感知器」、煙感知方式の「アナログ式の煙感知器」及び炎感知方式の「アナログ式でない炎感知器」から選定する設計を基本とする。

第 3-5-2-3 表 火災防護審査基準の要求事項及び火災感知器の選定方法

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"> <li>・ <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></li> <li>・ <u>環境条件の考慮(放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等)</u></li> <li>・ <u>誤作動の防止</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ <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する。</u></li> <li>・ <u>基準適合の観点では、環境条件の考慮(故障の防止、感知性能の確保)、誤作動の防止、網羅性の確保、電源の確保、監視の6項目について評価する。</u></li> </ul>
<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"> <li>・ 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></li> <li>・ 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></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ その他、<u>現場施工性</u>として網羅性の確保に必要な施工の成立性も含めて評価し、関連項目として参考評価する。</li> </ul>
<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"> <li>・ <u>非常用電源の確保</u></li> </ul>	
<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"> <li>・ <u>中央制御室での監視</u></li> </ul>	

第3-5-2-4表 アナログ式の感知器以外の火災感知器の比較評価 (1/3)

・天井高さが床面から8m未満の放射線量が高い場所に設置する火災感知器の選定

感知方式	熱感知方式				煙感知方式			炎感知方式
	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	光ファイバケーブル	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	
火災感知器種類	放射線の考慮 (故障の防止)	○	○	○	○	○	○	×
	環境条件の考慮 (取付面高さ、温度、湿度、空気流速等の考慮 (感知性能の確保))	○	○	○	○	○	○	×
基礎適合性 (消防法施行規則の適合性含む)	誤作動の防止	○	○	○	○	○	○	○
	網羅性の確保	○	○	○	○	○	○	×
関連項目	電源の確保	○	○	○	○	○	○	○
	監視	○	○	○	○	○	○	○
評価	現場施工性 (網羅性の確保に必要な施工の成立性)	○	△	△	○	△	○	×
	各感知方式で使用する火災感知器	○	△	△	×	△	×	×

○：選定可能 △：条件付きで選定可能 ×：選定することが適切でない

※:アナログ式でない熱感知器を光ファイバケーブル、差動分布型熱感知器より優先使用

第3-5-2-4表 アナログ式の感知器以外の火災感知器の比較評価 (2/3)

・天井高さが床面から8m以上20m未満の放射線量が高い場所に設置する火災感知器の選定

感知方式	熱感知方式			煙感知方式			炎感知方式	
	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	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
火災感知器種類	放射線の考慮 (故障の防止)	○	○	○	○	○	×	
	環境条件の考慮	△ ・天井高さが8m以上であり設置不可 ・グレーチング面に設置可能	△ ・天井高さが15m以上の場合は設置不可 ・グレーチング面に設置し、網羅性が確保できれば感知性能の確保は可能	△ ・天井高さが15m以上の場合は設置不可 ・グレーチング面に設置し、網羅性が確保できれば感知性能の確保は可能	○	△ ・天井高さが15m以上の場合はグレーチング面に設置し、網羅性が確保できれば感知性能の確保は可能	×	×
		○	○	○	○	○	○	○
	誤作動の防止	○	○	○	○	○	○	○
関連適合性 (消防施行規則への適合性参照)	網羅性の確保	○	○	○	○	○	○	
	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)	○	△ ・ケーブルのより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	△ (グレーチングが天井高さ8m未満の場合に限る)	△ (施工可能な場合に限る) (グレーチング含む天井高さ15m未満の場合に限る)	△ (施工可能な場合に限る) (グレーチング含む天井高さ15m未満の場合に限る)	×	△ (施工可能な場合に限る) (グレーチング含む天井高さ15m未満の場合に限る)	×	

※:天井高さが床面から8m以上15m未満の場合は差動分布型熱感知器を使用  
天井高さが床面から15m以上の場合は、アナログ式でない熱感知器をファイバーケーブル、差動分布型熱感知器より優先使用

第3-5-2-4表 アナログ式の感知器以外の火災感知器の比較評価 (3/3)

・天井高さが床面から20m以上の放射線量が高い場所に設置する火災感知器の選定

火災感知器種類	熱感知方式				煙感知方式			炎感知方式
	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)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	空気吸引式の熱感知器	光電分離型熱感知器 (非蓄積型)	アナログ式でない炎感知器	
放射線の考慮 (故障の防止)	○	○	○	×	○	×	×	×
環境条件の考慮	△	△	△	△	△	△	×	×
取得面高さ、温度、湿度、空気流等の考慮 (感知性能の確保)	△	△	△	△	△	△	×	×
誤作動の防止	○	○	○	○	○	○	○	○
網羅性の確保	○	○	○	○	○	○	×	×
電源の確保	○	○	○	○	○	○	○	○
監視	○	○	○	○	○	○	○	○
現場施工性 (網羅性の確保に必要な施工の成立性)	○	△	△	△	△	△	×	×
各感知方式で使用する火災感知器	△	△	△	×	△	△	×	×
評価								

※:アナログ式でない熱感知器を光ファイバーケーブル、差動分布型熱感知器より優先使用

第3・5・2・5表 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の選定(1/2)

・ 1種類目の火災感知器の選定

放射線量が高い場所を含むエリア	エリア内の天井高さ		天井高さ8m未満で放射線量が高い場所の有無 (○：有、×：無)	天井高さ8m以上の空間内におけるグレーチングの有無 (○：有、×：無)	1種類目の火災感知器の選定	備考
	8m未満	8m以上				
①原子炉格納容器ループ室	○	○	×	○	アナログ式でない熱	・グレーチング面に設置する必要あり
②加圧器室		○	×	○	アナログ式でない熱	同上
③インコアモニタース室	○		○	×	アナログ式の熱 アナログ式でない熱	・放射線量の高い場所と低い場所 で使い分け
④再生熱交換器室	○		○	-	アナログ式でない熱	・放射線量が低い場所はあるが念のためアナログ式でない熱を選定
⑤⑧⑩⑫各フィルタ室 (高線量)	○		×	-	アナログ式でない熱	
⑥⑦⑨⑪⑬⑭各フィルタ室	○		×	-	アナログ式の熱	
⑰⑱各脱塩塔室 (高線量)	○		×	-	アナログ式でない熱	
⑮⑯各脱塩塔室	○		×	-	アナログ式の熱	
⑳廃棄物処理建屋の制御室エリア	○		○	-	アナログ式の熱	

第3・5・2・5表 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の選定(2/2)

・2種類目の火災感知器の選定

放射線量が高い場所を含むエリア	エリア内の天井高さ		天井高さ8m未満で放射線量が高い場所の有無 (○：有、×：無)	天井高さ8m以上の空間内におけるグレッチングの有無 (○：有、×：無)	1種類目の火災感知器の選定	備考
	8m未満	8m以上				
①原子炉格納容器ループ室	○	○	×	○	アナログ式でない熱	・グレッチング面に設置する必要あり
②加圧器室		○	×	○	アナログ式でない熱	同上
③インコアモニタイス室	○		○	×	アナログ式の熱 アナログ式でない熱	・放射線量の高い場所と低い場所 で使い分け
④再生熱交換器室	○		○	-	アナログ式でない熱	・放射線量が低い場所はあるが念のためアナログ式でない熱を選定
⑤⑧⑪⑫各フィルタ室（高線量）	○		×	-	アナログ式でない熱	
⑥⑦⑨⑩⑬⑭各フィルタ室	○		×	-	アナログ式の熱	
⑰⑱各脱塩塔室（高線量）	○		×	-	アナログ式でない熱	
⑮⑯各脱塩塔室	○		×	-	アナログ式の熱	
⑳廃棄物処理建屋の制御室エリア	○		○	-	アナログ式の熱	

### 3・5・3 放射線量が高い場所を含むエリアにおける干渉物の観点からの現場施工の成立性について

放射線量が高い場所を含むエリアにおける火災感知器の設置を設計するにあたり、各エリアの干渉物の状況を整理し、干渉物の観点における現場施工の成立性について確認した。

#### (1) エリア内の放射線量が低い場所（10mGy/h 以下の場所）の干渉物の観点における現場施工の成立性

放射線量が高い場所を含むエリアの内、①原子炉格納容器ループ室、②加圧器室、④再生熱交換器室、⑥ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ室、⑦使用済みスルースフィルタ室、⑨使用済燃料ピットスキマフィルタ室、⑩ほう酸濃縮液フィルタ室、⑬封水フィルタ室、⑭封水注入フィルタ室、⑮使用済燃料ピット脱塩塔室、⑯冷却材陽イオン脱塩塔室、⑰再生熱イオン交換器室及び⑳廃棄物処理建屋の制御室エリアは、エリア内のアナログ式の熱感知器又はアナログ式の煙感知器の設置において現場施工に影響を与える干渉物がないため、干渉物の観点における現場施工の成立性に問題はない。ただし、②加圧器室については、グレーチング面にアナログ式の煙感知器を設置する設計であり、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法と異なることから、保安水準の定義及び具体的な設計について補足説明資料 3・11 に示す。

#### (2) 放射線量が高い場所（10mGy/h を超える場所）の干渉物の観点における現場施工の成立性

放射線量が高い場所を含むエリアの内、⑤廃液フィルタ室、⑧原子炉キャビティフィルタ室、⑪冷却材脱塩塔入口フィルタ室、⑫冷却材フィルタ室、⑰ほう酸回収装置混床式脱塩塔及び⑱冷却材混床式脱塩塔室は、エリア内のアナログ式でない熱感知器の設置において現場施工に影響を与える干渉物がないため、干渉物の観点における現場施工の成立性に問題はない。

また、放射線量が高い場所を含むエリアの内、③インコアモニタチェス室は、エリア内のアナログ式でない熱感知器及び空気吸引式の煙感知器の設置において現場施工に影響を与える干渉物が存在するためエリアの状況を以下に整理し、干渉物の観点における現場施工の成立性を示す。

##### イ. ③インコアモニタチェス室

インコアモニタチェス配管室にはシンプル配管、原子炉下部キャビティ水位計及び電線管、照明及び照明用電線管が設置されている。また、高放射線の

影響を防止するため、インコアモニタチェス室の周りは厚さ約 900mm のコンクリート壁が設置されている。

床面はシンプル配管が広く敷設されており、作業の際の足場設置時に干渉する。また、空気吸引式の煙感知器の設置時は網羅性と耐震性を確保した配管配置とする必要があるため、配管や電線管及びそれらのサポート等が干渉物となり施工性は非常に低い。干渉物の観点における現場施工の成立性に問題は無い。ただし、立坑部分は非常に狭隘で、かつ、エリア下部から立坑天井面を貫通して設置されているシンプル配管が干渉物となり、感知器の設置及び保守点検作業に必要な足場設置及び人の寄り付きができないため、感知器の設置に適する場所がないことから、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法で感知器を設置することができない。



第 3-5-3-1 図 シンプル配管上面図及び断面図

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。



第 3-5-3-2 図 インコアモニタチェス室照明配置図

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。

### 3・5・4 放射線量が高い場所を含むエリアにおける被ばくの観点からの現場施工の成立性について

放射線量が高い場所を含むエリアにおける火災感知器の設置を設計するにあたり被ばくに関する考慮事項を整理し、各エリアの放射線量を勘案した上で被ばくの観点における現場施工の成立性について確認した。また、その結果を踏まえた感知器設計について以下に示す。

#### (1) 「火災感知器の設置等における放射線業務従事者である作業員の被ばく線量及び作業に係る集団線量」に対する考慮事項

火災感知器の設置及び保守点検においては、放射線業務従事者である作業員の被ばく線量（以下、「作業員の被ばく線量」という。）及び作業に係る集団線量（総量管理）に留意する必要がある。

##### イ. 作業員の被ばく線量

放射線業務従事者の被ばく線量限度は、「実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。

また、「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り、作業員の被ばく線量が1ミリシーベルト/日を上回らないことを一つの目安として、作業計画を立案している。

##### ロ. 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。

今般の作業追加により集団線量を大きく増加させないためには、設置及び保守点検を考慮して、可能な限り線量の低い箇所に火災感知器を設置することが必要である。

以上から、作業員の被ばく線量が線量限度を超えないよう考慮し、その上で、集団線量についても確認する。

(2) 「火災感知器の設置等における作業員の被ばく線量及び作業に係る集団線量」の確認事項について

イ. 作業員の被ばく線量の確認事項

- 火災感知器の設置及び保守点検に伴う作業員の被ばく線量が、線量限度（100mSv/5年、50mSv/年）を満足すること。
- 作業員の被ばく線量が1mSv/日を超えないことを目安として、感知器の設置場所を選定し、作業計画を立案する。

ロ. 作業に係る集団線量の確認事項

- 作業に係る集団線量は、可能な限り低くなるよう努める。
- 至近の高浜発電所の年間線量及び定検線量（いずれも集団線量）を第3-5-4-1表に示す。火災感知器の設置及び保守点検時における作業に係る集団線量が、年間線量又は定検線量を大きく増加させないことを確認する。

第3-5-4-1表 高浜発電所の年間線量及び定検線量

参考データ	集団線量計(人・mSv)
2020年度 高浜発電所年間線量(3号機)	約 380
2020年度 高浜発電所年間線量(4号機)	約 640
3号機第24回定検(2020.1.6~2021.4.25)	約 850
4号機第23回定検(2020.10.7~2021.5.13)	約 620

(3) 工事設計における被ばくの考慮について

工事設計における作業員の被ばく線量及び作業に係る集団線量を次のとおり試算し、評価する。

イ. 被ばく管理上の設計方針

作業における被ばく管理は、社内標準に則り、作業員の被ばく線量（mSv）及び作業に係る集団線量（人・mSv）が可能な限り低くなるよう計画する。作業計画を立てる際には、放射線防護上必要な措置を講じることにより、作業員の被ばく線量及び作業に係る集団線量（以下、「被ばく線量及び集団線量」という。）の低減を図る。計画した作業の被ばく線量及び集団線量が許容できない場合、作業計画を見直す。

火災防護に必要な作業については、次の手順で作業計画の妥当性を確認する。

#### イ) 作業計画の立案

被ばく線量及び集団線量を低減するために、作業は個人の受ける線量を合理的に達成できる限り低減するため原則として次のように行う。

- 事前に被ばくの経歴、作業環境及びその変化を考慮し、個人の受ける線量を低減できるよう作業計画を立てるとともに、作業方法、手順等について、その周知徹底を図る。(例. 作業場所の線量が低い時期の確認)
- 放射線防護については、防護具類、個人線量計の着用、時間制限等必要な条件を定める。
- 作業を行う場合は、責任者を定めるとともに上記条件等を遵守させ、個人の受ける線量の低減を図る。
- 作業中に作業環境の変化が起こり得るような場合は、必要に応じ、外部放射線に係る線量、空気中の放射性物質の濃度等を測定し、作業環境の確認を行う。
- 必要な場合は一時遮へいの使用、除染等を行い作業環境の保全に努める。(例. 一時遮へいを用いた線源の遮へい、線源の移動)
- 作業管理については、立会い等により指導助言を行う。

#### ロ) 作業計画の改善

前項による放射線防護上必要な措置を反映した作業計画にもかかわらず、被ばく線量及び集団線量が許容できない場合、実施計画を見直す。

#### ハ) 判断基準及び考慮事項

作業計画の改善を要する基準及び考慮事項は次のとおりとする。

- ・ 火災感知器の設置及び保守点検に伴う作業員の被ばく線量が、線量限度(100mSv/5年、50mSv/年)を満足すること。
- ・ 作業員の被ばく線量が1mSv/日を超えないこと。
- ・ 火災感知器の設置及び保守点検時の集団線量について、年間線量又は定検線量を大きく増加させないこと。
- ・ 被ばく線量及び集団線量を可能な限り低くすること。

#### (4) 放射線量が高い場所を含むエリアの分類及び放射線量

放射線量が高い場所を含むエリアの放射線量の確認結果を第 3・5・4・2 表に示す。

第3・5・4・2表 放射線量が高い場所を含むエリアの放射線量

設置エリア	設置時および保守点検時の放射線量 (mSv/h)	説明
①原子炉格納容器ループ室		<ul style="list-style-type: none"> <li>・作業に係る被ばく線量を検討した結果、(以下、「被ばくの観点」という。)定検中に設置及び保守点検が可能。</li> </ul>
②加圧器室		<ul style="list-style-type: none"> <li>・被ばくの観点で、定検中に設置及び保守点検が可能。</li> </ul>
③インコアマモニタチェス室		<ul style="list-style-type: none"> <li>・線源となる燃料を取出し後、かつ、検出器の位置により放射線量が低下する期間がある。</li> </ul>
④再生熱交換器室		<ul style="list-style-type: none"> <li>・被ばくの観点で、定検中に設置及び保守点検が可能。</li> </ul>
⑤～⑭各フィルタ室		<ul style="list-style-type: none"> <li>・線源である各フィルタの交換を一齐に行えないため、常時放射線量が高く、設置を勘案した設置箇所に適さない</li> </ul>
⑮～⑲各塩塔室		<ul style="list-style-type: none"> <li>・線源である各樹脂の交換を一齐に行えないため、常時放射線量が高く、設置を勘案した設置箇所に適さない</li> </ul>
⑳廃棄物処理建屋の制御室エリア		<ul style="list-style-type: none"> <li>・被ばくの観点で、問題なく設置及び保守点検が可能。</li> </ul>

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) 火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により火災感知器を設置することが適切でないエリアにおける設計方針とこれに基づく被ばく線量及び集団線量について

放射線量が高い場所を含むエリアの内、①原子炉格納容器ループ室及び②加圧器室については、天井高さが床面から 8m 以上でグレーチングが複数の階層に設置されていることから、天井面にアナログ式でない熱感知器を設置することができず、壁面の放射線量が低い場所にアナログ式でない炎感知器を設置しても配管・サポート類が障害物となりエリア内を網羅的に監視することができない。従って、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により感知器を設置することが適切でないため、グレーチング面又はグレーチング面が大部分を占める天井面に高放射線環境下でも使用可能なアナログ式でない熱感知器と放射線量が低い場所からエリア内を網羅的に監視することができるアナログ式の煙感知器を設置することにより、技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保し、技術基準規則に適合させる方針とする。保安水準の定義及び具体的な設計については、補足説明資料 3-11 に示す。

放射線量が高い場所を含むエリアの内、③インコアモニタチェス室、⑤廃液フィルタ室、⑧原子炉キャビティフィルタ室、⑪冷却材脱塩塔入口フィルタ室、⑫冷却材フィルタ室、⑰ほう酸回収装置混床式脱塩塔室及び⑱冷却材混床式脱塩塔室については、アナログ式の熱感知器及びアナログ式の煙感知器は使用できないことから、アナログ式でない熱感知器及び空気吸引式の煙感知器を設置する検討を行った。その結果、設置及び保守点検する作業計画における被ばく線量及び集団線量の試算結果が判断基準及び考慮事項を満たさない。作業員の被ばくの観点から火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により感知器を設置することが適切でないため、以下のエリアについては、実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（以下「技術基準規則の解釈」という。）の柱書を適用し、消防法施行規則と異なる方法であっても適切な感知器を設置することにより、技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保し、技術基準規則に適合させる方針とする。

- ・③インコアモニタチェス室では、線源となる燃料を取出し後、かつ、検出器の位置により放射線量が低下する期間があり、実施時期の適性化を図ることは可能である。ただし、立坑部分は非常に狭隘で、かつ、エリア下部から立坑天井面を貫通して設置されているシングル配管が干渉物となり、感知器の設置及び保守点検作業に必要な足場設置及び人の寄り付きができないため、感知器の設置に適する場所がない。

以上より、作業員の被ばくの観点及び現場施工の成立性の観点から火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により異なる種類の感知器を設置することが適切でないため、技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保できるように設置する設計とする。

- ・⑤～⑭各フィルタ室、⑮～⑲各塩塔室では、線源となる放射性物質の除去を必要な時期に実施できないことから、常時放射線量が高く、保守点検における被ばく線量及び集団線量の試算結果が判断基準及び考慮事項を満たさない。作業員の被ばくの観点から火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により異なる種類の感知器を設置することが適切でないため、技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保できるように火災感知器を設置する設計とする。

上記のエリアにおける保安水準の定義及び具体的な設計については、補足説明資料 3・11 にて示す。

見直した設計方針に基づき各エリアの被ばく線量及び集団線量を試算した結果を第 3・5・4・3 表に示す。

第 3・5・4・3 表 ③及び⑤～⑱のエリアの被ばく線量及び集団線量

【設置時線量】

	火災感知器個数					①放射線量 (mSv/h) [想定線量率]	②設置作業工数 (人・h)	③作業人数 (人)	④作業日数 (日)	集団線量 (人・mSv) [①×②]	作業員の個人線量 (mSv/日) [[①×②÷③]/④]	判定																																			
	新設 (個)			既設 感知器	総数																																										
	煙感知器	熱感知器	炎感知器																																												
③インコモニタチェイス室 <sup>※2</sup>	1	2	—	0	3	[Redacted]					○																																				
⑤～⑦各フィルタ室 <sup>※1</sup>	1	1	—	0	2							[Redacted]					○																														
⑧～⑩各フィルタ室 <sup>※1</sup>	1	1	—	0	2													[Redacted]					○																								
⑪～⑬各フィルタ室 <sup>※1</sup>	1	1	—	0	2																			[Redacted]					○																		
⑭～⑯各脱塩塔室 <sup>※1</sup>	1	1	—	0	2																									[Redacted]					○												
⑰～⑱各脱塩塔室 <sup>※1</sup>	1	1	—	0	2																															[Redacted]					○						
⑲各脱塩塔室 <sup>※1</sup>	1	1	—	0	2																																					[Redacted]					○
⑳各脱塩塔室 <sup>※1</sup>	1	1	—	0	2																																										

【保守点検時線量】

	火災感知器個数					①放射線量 (mSv/h) [想定線量率]	②保守点検作業工数 (人・h)	③作業人数 (人)	④作業日数 (日)	集団線量 (人・mSv) [①×②]	作業員の個人線量 (mSv/日) [[①×②÷③]/④]	判定																																			
	新設 (個)			既設 感知器	総数																																										
	煙感知器	熱感知器	炎感知器																																												
③インコモニタチェイス室 <sup>※2</sup>	1	2	—	0	3	[Redacted]					○																																				
⑤～⑦各フィルタ室 <sup>※1</sup>	1	1	—	0	2							[Redacted]					○																														
⑧～⑩各フィルタ室 <sup>※1</sup>	1	1	—	0	2													[Redacted]					○																								
⑪～⑬各フィルタ室 <sup>※1</sup>	1	1	—	0	2																			[Redacted]					○																		
⑭～⑯各脱塩塔室 <sup>※1</sup>	1	1	—	0	2																									[Redacted]					○												
⑰～⑱各脱塩塔室 <sup>※1</sup>	1	1	—	0	2																															[Redacted]					○						
⑲各脱塩塔室 <sup>※1</sup>	1	1	—	0	2																																					[Redacted]					○
⑳各脱塩塔室 <sup>※1</sup>	1	1	—	0	2																																										

- ※1 : 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
- ※2 : 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  
(加えて空気の流れを考慮しループ室の感知器にも期待)

試算の結果、作業員の被ばく線量が 1mSv/日 を超過せず、線量限度 (100mSv/5年、50mSv/年) を満足していることを確認した。また、集団線量が年間線量 (3号機 約 380 人・mSv、4号機 約 850 人・mSv) を超過しないことを確認した。

よって、上記エリアの被ばくの観点における現場施工の成り立ちについて問題ないものと評価する。

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。

### 3-5-5 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計の詳細について

#### (1) ①原子炉格納容器ループ室

##### イ. 環境条件

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	約 1
エリア内機器	1 次冷却材ポンプ、蒸気発生器, 1 次冷却材高温側温度 (広域) 検出器等
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	331.9

##### ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

原子炉格納容器ループ室は、RCS 配管貫通部、エリア内給排気ダクト及びエリア入口部分を除き側面がコンクリート壁で閉鎖された空間であり、原子炉格納容器内に設置された格納容器給気ファン、格納容器排気ファンによって、原子炉格納容器ループ室内にあるダクト及びエリア入口を經由して給排気される。

また、プラント運転中においては、格納容器再循環ファンにより原子炉格納容器内で空気は循環しており、給気ダクトにより原子炉格納容器ループ室に給気している。

第 3-5-5-1-1 図に空気の流れを示す。



第 3-5-5-1-1 図 原子炉格納容器ループ室の空気の流れ

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。

#### ハ. 設置する感知器

原子炉格納容器ループ室は、天井高さが床面から 20m 未満のため、エリア内の放射線量が低い場所にある天井面にアナログ式の煙感知器を設置し、エリア内のグレーチング面にアナログ式でない熱感知器を設置することで、それぞれ保安水準②を確保する設計とする。なお、アナログ式でない熱感知器は、設置から下方に 8m 未満の距離にあるグレーチング面又は床面（複数ある場合は最下面）までを監視範囲とし、エリア内全域を監視できるよう必要な階層面に設置する。



第 3-5-5-1-2 図 原子炉格納容器ループ室の感知器配置図

#### ニ. 選定理由

当該エリアは、火災区画  の一部であり、エリア内には原子炉の安全停止に必要な機器等である 1 次冷却材高温側温度（広域）検出器等が存在する。火災の影響を火災区画内に限定することを目的に、エリア内にアナログ式でない熱感知器とエリア内の放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器を設置する。なお、アナログ式の熱感知器は、その内部に半導体素子を使用していることから、アナログ式でない熱感知器に比べ、放射線の影響による感知器

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。

故障リスクが高く誤作動防止が困難であること及び短周期での取替が必要になる可能性が高いことから、アナログ式でない熱感知器を設置する設計とする。

このアナログ式でない熱感知器は、設定温度に対し、ON・OFF 作動するが、このエリアはプラント通常運転中に環境温度が高くなることから、熱感知器が火災以外で誤作動することのないよう、運転中に想定される温度(約 65℃以下)よりも高い設定温度で感知し、作動するものを選定する。

加えて、万一、水素が発生するような場合を考慮し、防爆型とする。

また、アナログ式の煙感知器は、内部に半導体素子を使用しており、放射線の影響による感知器故障リスクが高いことから、エリア内の 10mGy/h 以下の場所にアナログ式の煙感知器を設置する設計とする。

#### ホ. 火災発生時の影響及び対応

火災区画  の一部である当該エリア内には、原子炉の安全停止に必要な機器等として1次冷却材高温側温度(広域)検出器等が存在する。

当該エリア内で万一火災が発生した場合、火災による熱及び煙は給気ファンからの給気によって攪拌・希釈されるが、四方が壁で囲まれ流路が制限されているため空気温度及び煙濃度は均一になりながら上昇すること、並びに、給気ファンによる気流は原子炉格納容器内で循環する設計となっており、火災の継続とともにエリア内の温度及び煙濃度は全体的に上昇することを考慮して、エリア内の放射線量が低い場所にある天井面に床面全体を監視することができるアナログ式の煙感知器を設置し、エリア内のグレーチング面に放射線量が高い場所でも使用可能なアナログ式でない熱感知器を設置することで早期に火災を感知し、火災の状況確認及び消火活動を実施することが可能となる。

#### へ. 技術基準規則への適合について

火災区画  のうち原子炉格納容器ループ室は、補足説明資料 1-1 及び 3-11 のとおり、エリア内の放射線量が低い場所にある天井面に床面全体を監視することができるアナログ式の煙感知器を設置し、エリア内のグレーチング面に放射線量が高い場所でも使用可能なアナログ式でない熱感知器を設置することによって火災を早期に感知することが可能であり、既工認から設計に変更のない消火活動に繋げることで火災区画内に火災の影響を限定することができるため、技術基準規則に照らして十分な保安水準が確保できていると評価する。

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。

(2) ②加圧器室

イ. 環境条件

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	約 5
エリア内機器	加圧器逃がし弁等
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	31.8

ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

加圧器室は、エリア内給気ダクト及びエリア入口部分を除き側面がコンクリート壁で閉鎖された空間であり、原子炉格納容器内に設置された格納容器給気ファンによって、加圧器室内にある給気ダクト及びエリア入り口を經由して給気される。

また、プラント運転中においては、格納容器再循環ファンにより原子炉格納容器内で空気は循環しており、給気ダクトにより原子炉格納容器ループ室に給気している。

第 3-5-5-2-1 図に空気の流れを示す。

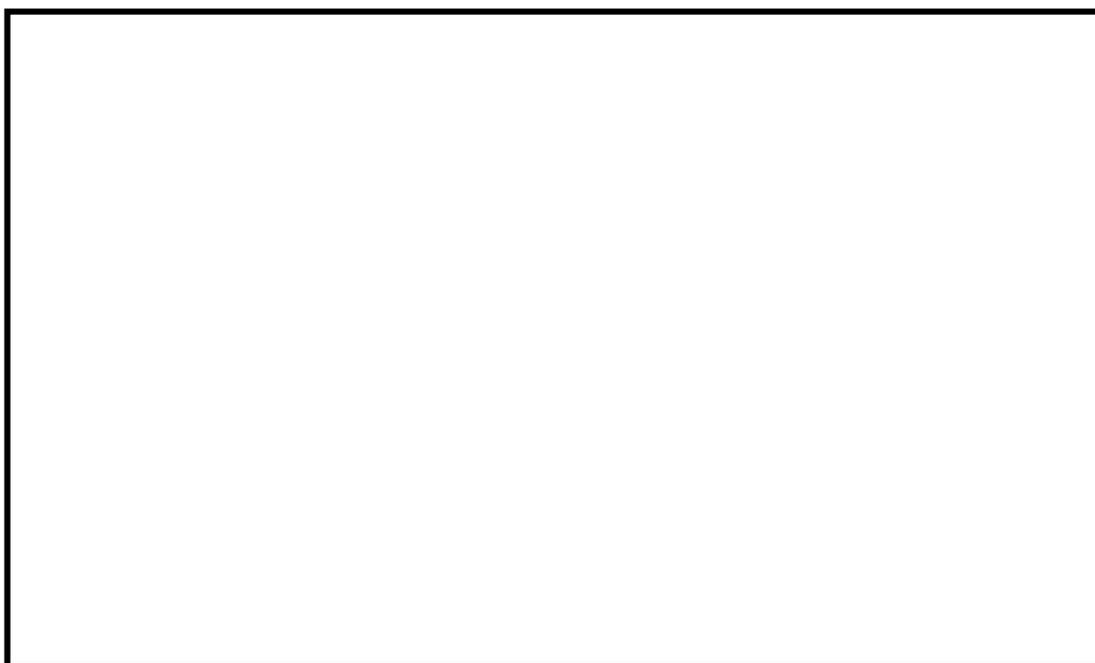


第 3-5-5-2-1 図 加圧器室の空気の流れ

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。

#### ハ. 設置する感知器

加圧器室は、天井高さが床面から 20m 以上のため、エリア内の放射線量が低い場所にある天井面及びグレーチング面にアナログ式の煙感知器を設置し、エリア内の放射線量が高い場所も含めて天井面及びグレーチング面にアナログ式でない熱感知器を設置することで、それぞれ保安水準②を確保する設計とする。アナログ式の煙感知器及びアナログ式でない熱感知器は、設置面から下方に煙感知器は 20m 未満、熱感知器は 8m 未満の距離にある床面又はグレーチング面（複数ある場合は最下面）までを監視範囲とし、エリア内全域を監視できるように必要な階層面に設置する。



第 3-5-5-2-2 図 加圧器室の感知器配置図

#### ニ. 選定理由

加圧器室は、火災区画  の一部であり、エリア内には原子炉の安全停止に必要な機器等である加圧器逃がし弁等が存在する。火災の影響を火災区画内に限定することを目的に、エリア内にアナログ式でない熱感知器とエリア内の放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器を設置する。なお、アナログ式の熱感知器は、その内部に半導体素子を使用していることから、アナログ式でない熱感知器に比べ、放射線の影響による感知器故障リスクが高く誤作動防止が困難であること及び短周期での取替が必要になる可能性が高いことから、アナログ式でない熱感知器を設置する設計とする。

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。

このアナログ式でない熱感知器は、設定温度に対し、ON-OFF 作動するが、このエリアはプラント通常運転中に環境温度が高くなることから、熱感知器が火災以外で誤作動することのないよう、運転中に想定される温度(約 65℃以下)よりも高い設定温度で感知し、作動するものを選定する。

加えて、万一、水素が発生するような場合を考慮し、防爆型とする。

また、アナログ式の煙感知器は、内部に半導体素子を使用しており、放射線の影響による感知器故障リスクが高いことから、エリア内の 10mGy/h 以下の場所にアナログ式の煙感知器を設置する設計とする。

#### ホ. 火災発生時の影響及び対応

火災区画  の一部である加圧器室には、原子炉の安全停止に必要な機器等として加圧器逃がし弁等があり、この機器への火災の影響を考慮し、エリア内にアナログ式でない熱感知器とエリア内の放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器を設置する。

当該エリア内で万一火災が発生した場合、火災による熱及び煙は冷却ファンからの給気によって攪拌・希釈されるが、四方が壁で囲まれ流路が制限されているため空気温度及び煙濃度は均一になりながら上昇すること、並びに、冷却ファンによる気流は原子炉格納容器内で循環する設計となっており、火災の継続とともにエリア内の温度及び煙濃度は全体的に上昇すること考慮して、エリア内の放射線量が低い場所にある天井面及びグレーチング面に床面全体を監視することができるアナログ式の煙感知器を設置し、エリア内の放射線量が高い場所も含めて天井面及びグレーチング面にアナログ式でない熱感知器を設置することで早期に火災を感知し、火災の状況確認及び消火活動を実施することが可能となる。

#### ヘ. 技術基準規則への適合について

火災区画  のうち加圧器室は、補足説明資料 1-1 及び 3-11 のとおり、エリア内の放射線量が低い場所にある天井面及びグレーチング面に床面全体を監視することができるアナログ式の煙感知器を設置し、エリア内の放射線量が高い場所も含めて天井面及びグレーチング面にアナログ式でない熱感知器を設置することによって火災を早期に感知することが可能であり、加圧器の天井面は既工認から設計に変更のない消火活動に繋げることで火災区画内に火災の影響を限定することができるため、技術基準規則に照らして十分な保安水準が確保できていると評価する。

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。

(3) ③インコアモニタチェス室

イ. 環境条件

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	100 以上
エリア内機器	シンプルチューブ、水位計、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	49.5
火災荷重 (MJ)	174.7 (恒設機器、照明 7 台)
等価火災時間 (h)	0.004 (約 15s)

ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

インコアモニタチェス室は、原子炉格納容器内に設置された原子炉容器冷却ファンにて、エリア外の空気をインコアモニタチェス室に給気し、原子炉容器下部を冷却後に、以下の2つのルートに分かれる。

第 3・5・5・3・1 図に空気の流れを示す。

- 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 (インコアモニタチェス室の冷却風量の約 20%)
- ② 原子炉サポートクーラを通して R C S 配管貫通部からループ室へ (インコアモニタチェス室の冷却風量の約 80%)



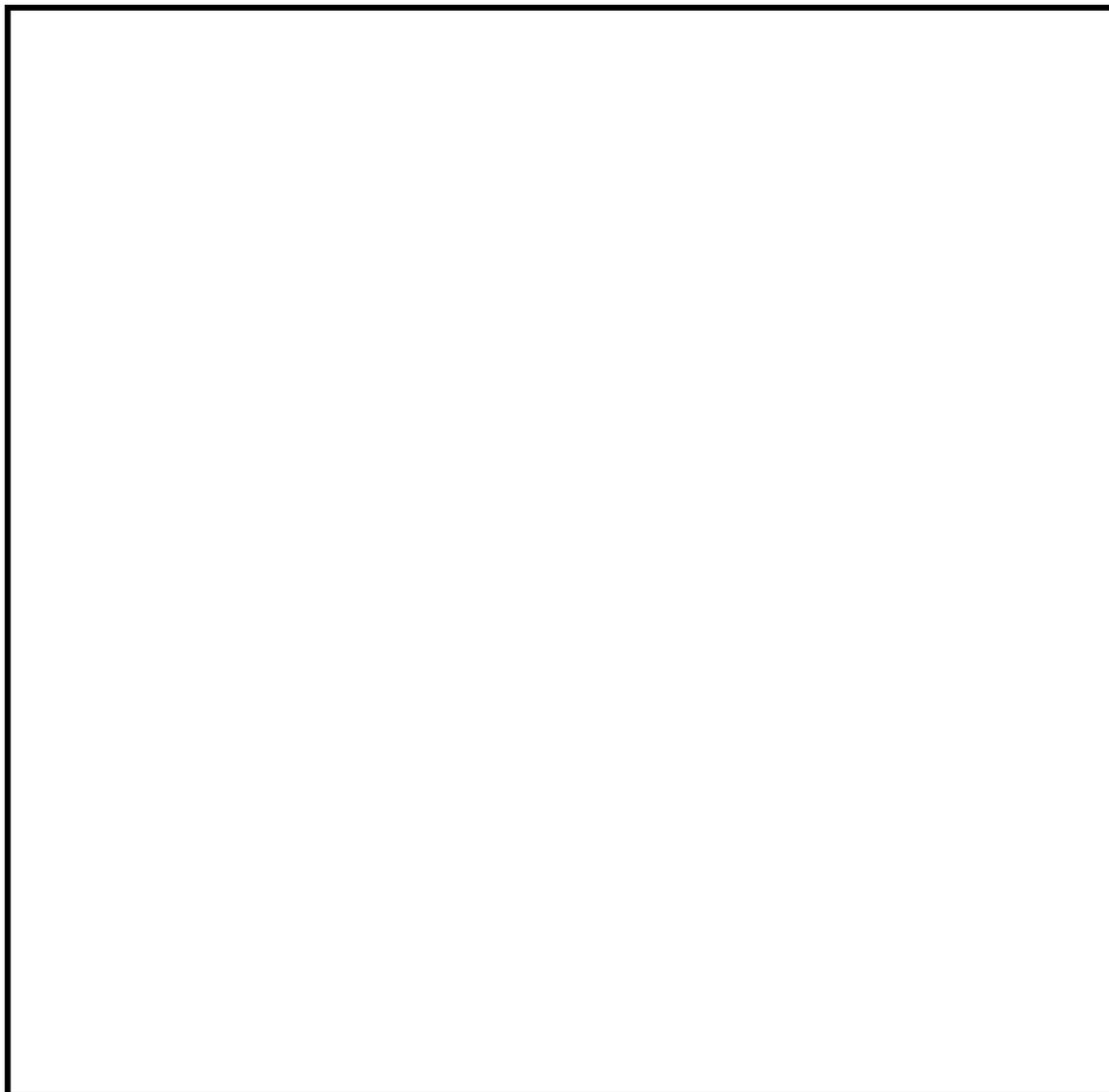
第 3・5・5・3・1 図 インコアモニタチェス室の空気の流れ

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。

#### ハ. 設置する感知器

インコアモニタチェス室は、部屋内ほぼ全域が放射線量の高い場所となっていることを踏まえ、立坑部分から原子炉容器下部を通り原子炉格納容器ループ室に抜ける空気の流れを考慮し、1種類目の熱感知方式としてアナログ式でない熱感知器を室内下部に設置し、2種類目の煙感知方式として隣接エリアで空気の吹き出し口となる原子炉格納容器ループ室内のアナログ式の煙感知器を兼用することで、それぞれ保安水準②を確保する設計とする。なお、保安水準②の確保に必須ではないが、インコアモニタチェス室入口部分の火災をより早期に感知できるように、入口部分にも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。

配置の詳細については、第 3・5・5・3・2 図に示す。



第 3・5・5・3・2 図 インコアモニタチェス室の感知器配置図

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。

ニ. 選定理由

補足説明資料 3・11 のとおり。

ホ. 火災発生時の影響及び対応

火災区画  の一部である当該エリア内には、原子炉の安全停止に必要な機器等はない。

当該エリアには、金属製のシンプルチューブ、水位計及び照明しかないので、火災発生の可能性は低い。

隣接エリアには火災防護上重要な機器等である 1 次冷却材系統、化学体積制御系統、余熱除去系統、プロセス監視計器、原子炉停止系、原子炉安全保護系のケーブル等が存在する。

当該エリア内で万一火災が発生した場合には、立坑部分から原子炉容器下部を通り原子炉格納容器ループ室に抜ける空気の流れを考慮し、エリア内の下部にアナログ式でない熱感知器を設置し、隣接エリアで空気の吹き出し口となる原子炉格納容器ループ室内のアナログ式の煙感知器を兼用することで火災を早期に感知し、火災の状況確認及び初期消火活動を実施することが可能となる。

ヘ. 技術基準規則への適合について

火災区画  のうちインコアモニタチェス室は、熱感知方式としてエリア内にアナログ式でない熱感知器を設置し、煙感知方式として同一火災区画内の隣接エリアである原子炉格納容器ループ室内のアナログ式の煙感知器を兼用することで、それぞれ保安水準②を確保する設計とする。

以上の設計により、エリア内で発生する火災を早期に感知し、既工認から設計に変更のない消火活動に繋げることで火災区画内に火災の影響を限定することができるため、技術基準規則に照らして十分な保安水準が確保できると評価する。また、保安水準②の確保に必須ではないが、インコアモニタチェス室の入口部分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設計については、入口部分で発生する火災をより早期に感知する効果が期待できる。

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。

(4) ④再生熱交換器室

イ. 環境条件

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	50 以上
エリア内機器	再生熱交換器、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	11.7

ロ. 設置する感知器

エリア内にアナログ式でない熱感知器及びエリア内の放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器を設置する。



第 3・5・5・4・1 図 再生熱交換器室の感知器配置図

ハ. 選定理由

当該エリアは、火災区画  の一部であり、エリア内には原子炉の安全停止に必要な機器等である再生熱交換器が存在する。火災の影響を火災区画内に限定することを目的に、エリア内にアナログ式でない熱感知器及びエリア内の放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器を設置する。なお、アナログ式の感知器は、その内部に半導体素子を使用していることから、アナログ式でない感知器に比べ、放射線の影響による感知器故障リスクが高く誤作動防止が困難であること及び短周期での取替が必要になる可能性が高いことから、アナログ式でない熱感知器を設置する設計とする。

このアナログ式でない熱感知器は、設定温度に対し、ON・OFF 作動するが、このエリアはプラント通常運転中に環境温度が高くなることから、熱感知器が火災以外で誤作動することのないよう、運転中に想定される温度(約 65℃以下)よりも高い設定温度で感知し、作動するものを選定する。

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。

加えて、万一、水素が発生するような場合を考慮し、防爆型とする。

また、アナログ式の煙感知器は、内部に半導体素子を使用しており、放射線の影響による感知器故障リスクが高いことから、エリア内の 10mGy/h 以下の場所にアナログ式の煙感知器を設置する設計とする。

## ニ. 火災発生時の影響及び対応

火災区画  の一部である当該エリア内には、原子炉の安全停止に必要な機器等として再生熱交換器があり、この機器への火災の影響を考慮し、エリア内にアナログ式でない熱感知器及びエリア内の放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器を設置する。

当該エリア内で万一火災が発生した場合、エリア内のアナログ式の煙感知器及びアナログ式でない熱感知器にて、当該エリア内の火災の早期感知が可能であり、火災の状況確認及び初期消火活動を実施することが可能となる。

## ホ. 技術基準規則への適合について

火災区画  全域として、第 11 条第 2 項（火災の早期感知）へ適合している。

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) ⑤廃液フィルタ室、⑥ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ室、⑦使用済みスルースフィルタ室、⑧原子炉キャビティフィルタ室、⑨使用済燃料ピットスキマフィルタ室、⑩ほう酸濃縮液フィルタ室、⑪冷却材脱塩塔入口フィルタ室、⑫冷却材フィルタ室、⑬封水フィルタ室及び⑭封水注入フィルタ室

イ. 環境条件

・ 廃液フィルタ

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	20
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	3.6

・ ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	1
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	3.6

・ 使用済みスルースフィルタ室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	1
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	3.6

・ 原子炉キャビティフィルタ室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	10
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	3.6

・ 使用済燃料ピットスキマフィルタ

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	1.95
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	3.6

・ ほう酸濃縮液フィルタ室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	1
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	3.6

・ 冷却材脱塩塔入口フィルタ室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	89
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	4.9

・ほう酸濃縮液フィルタ室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	1
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	3.6

・冷却材脱塩塔入口フィルタ室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	89
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	4.9

・冷却材フィルタ室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	28
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	3.6

・封水フィルタ

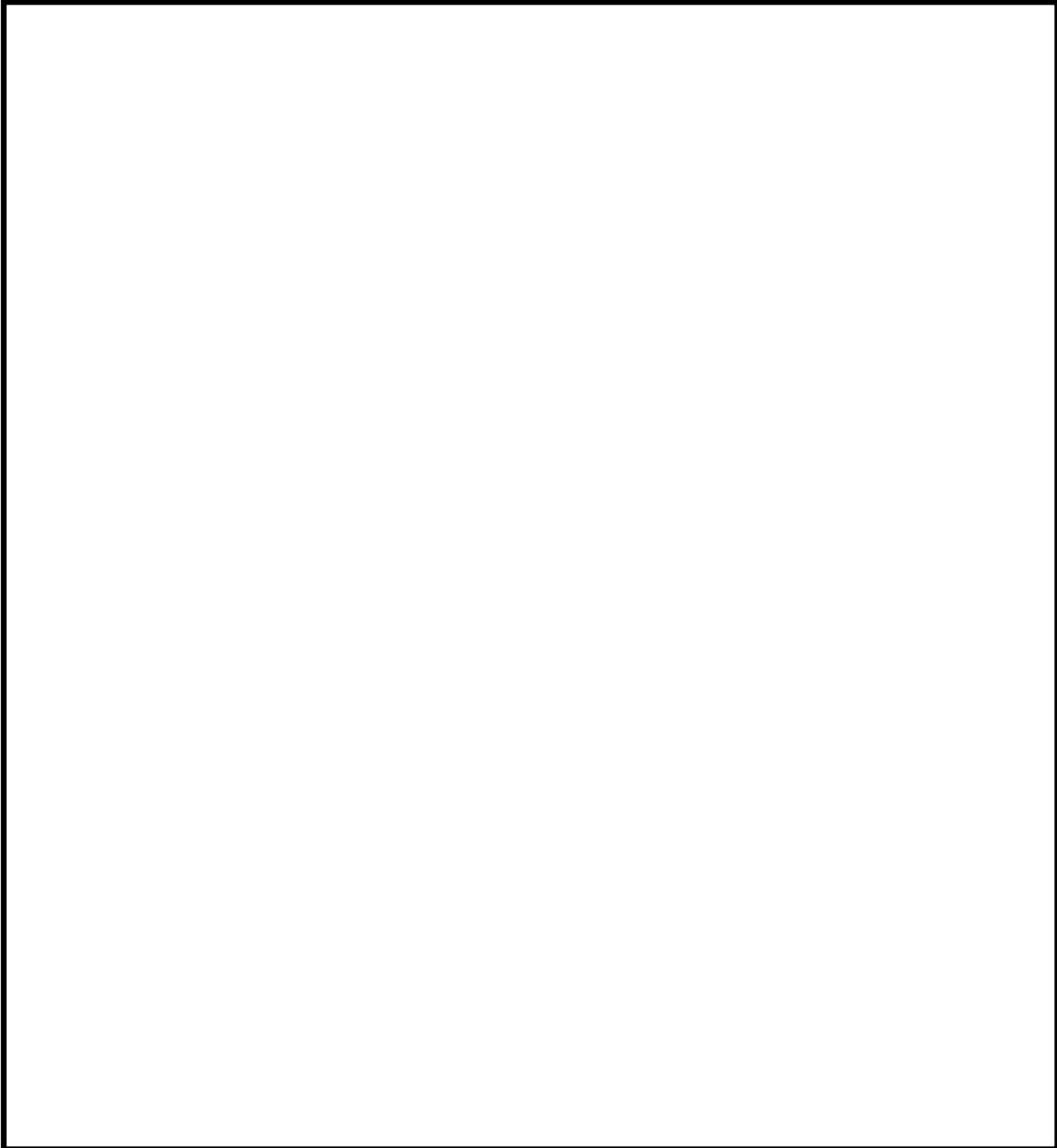
エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	1
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	3.6

・封水注入フィルタ

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	1
エリア内機器	フィルタ、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	3.6

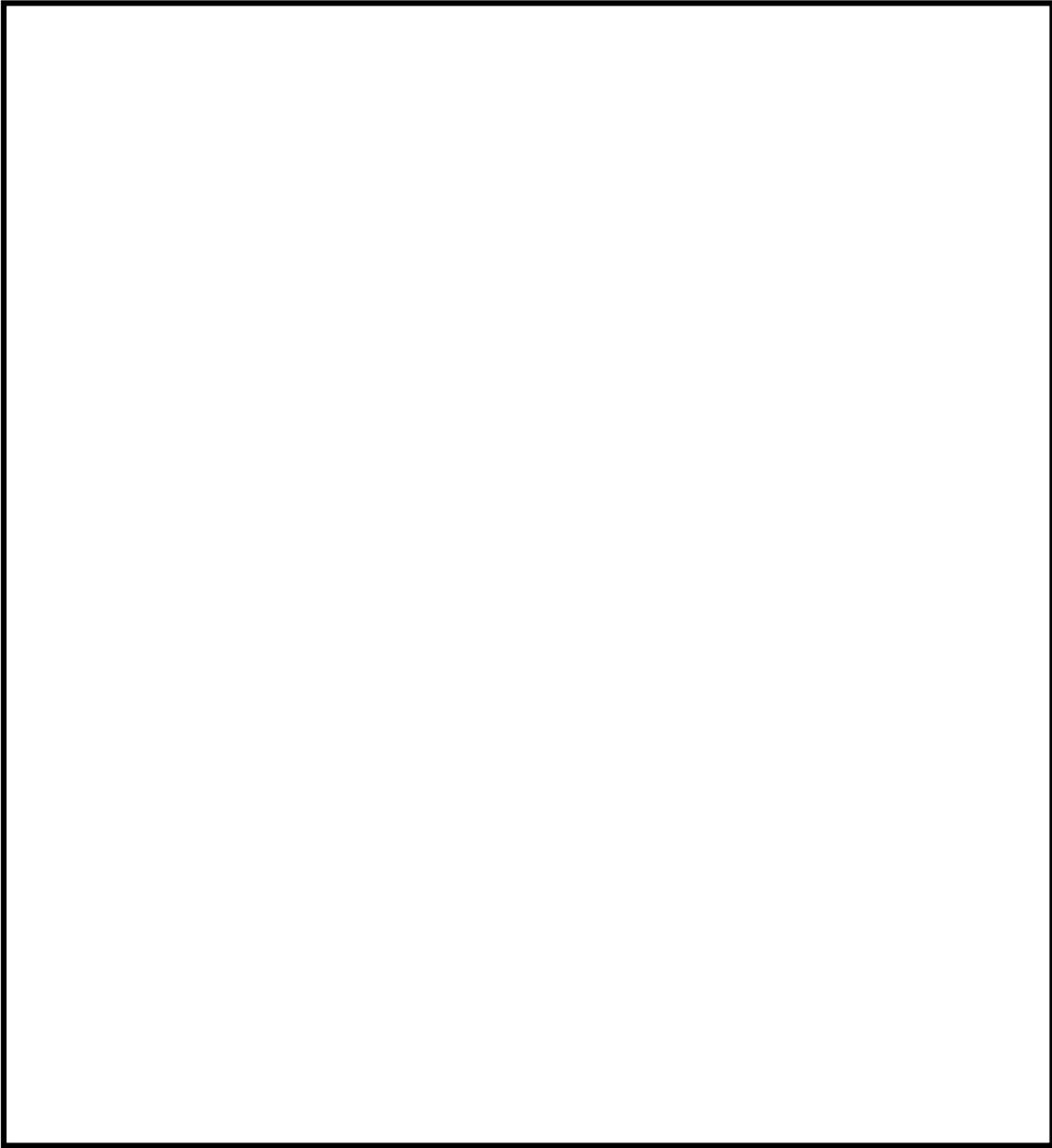
ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

放射線量が高い各フィルタ室は、第 3-5-5-5-1 図、第 3-5-5-5-2 図、第 3-5-5-5-3 図、第 3-5-5-5-4 図に示すとおり隣接バルブ設置エリアとの貫通口があり、この開口部より空気を給気し、排気ダクトより空気を補助建屋排気ファンにて排気している。



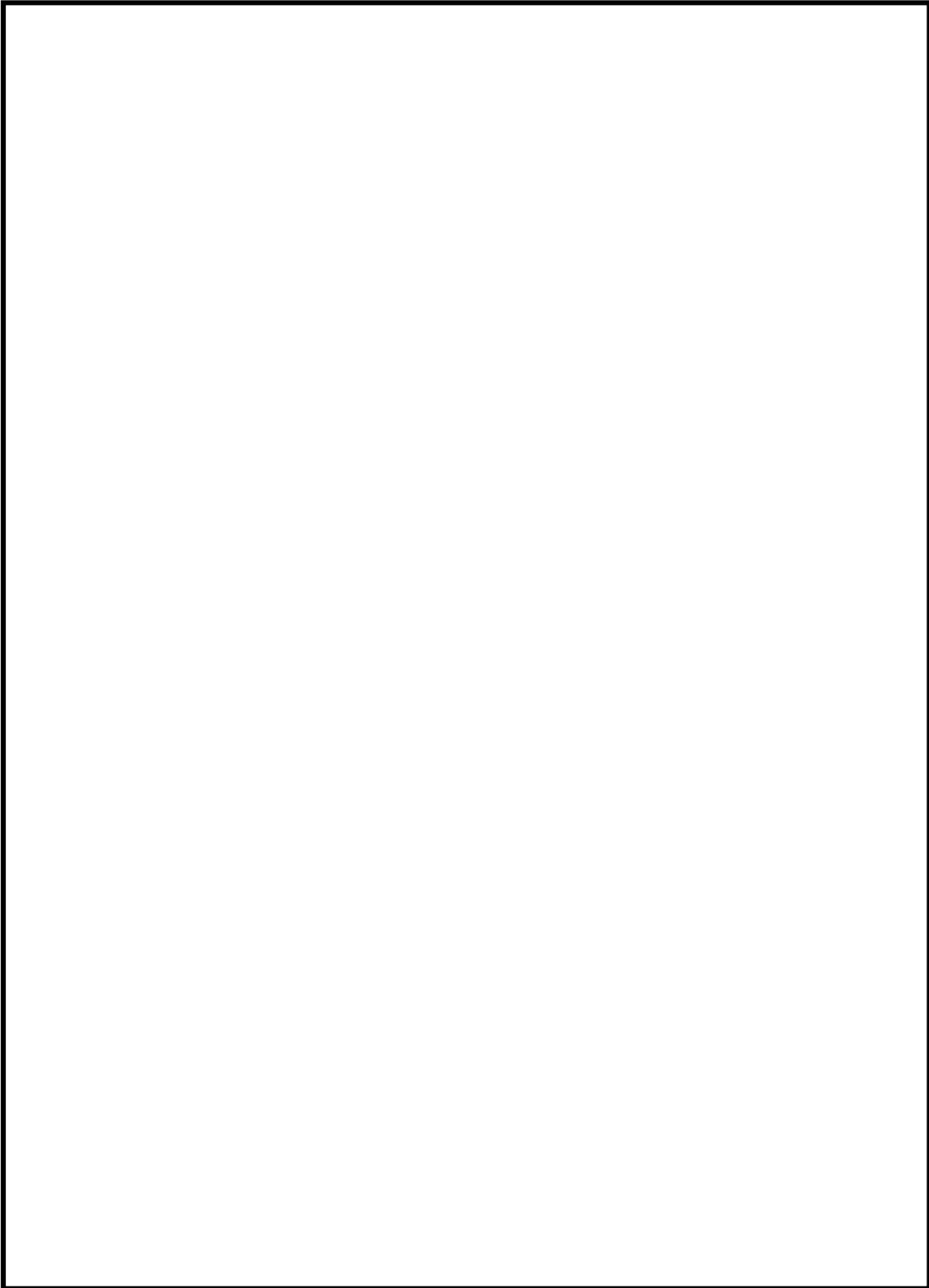
第 3-5-5-1 図 各フィルタ室の空気の流れ (平面図①)

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。



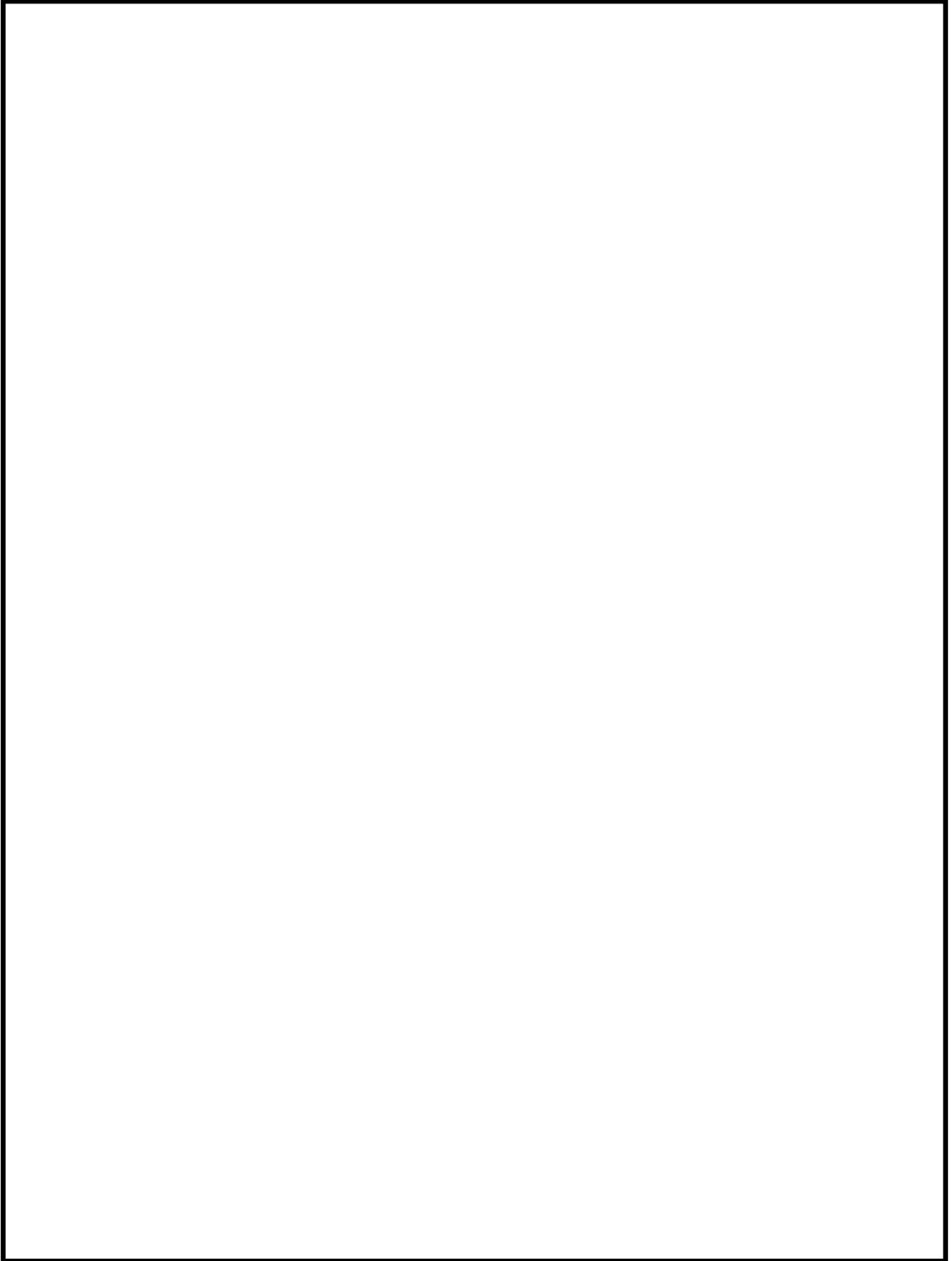
第 3-5-5-5-2 図 各フィルタ室の空気の流れ (平面図②)

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。



第 3-5-5-5-3 図 各フィルタ室の空気の流れ (平面図③)

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。

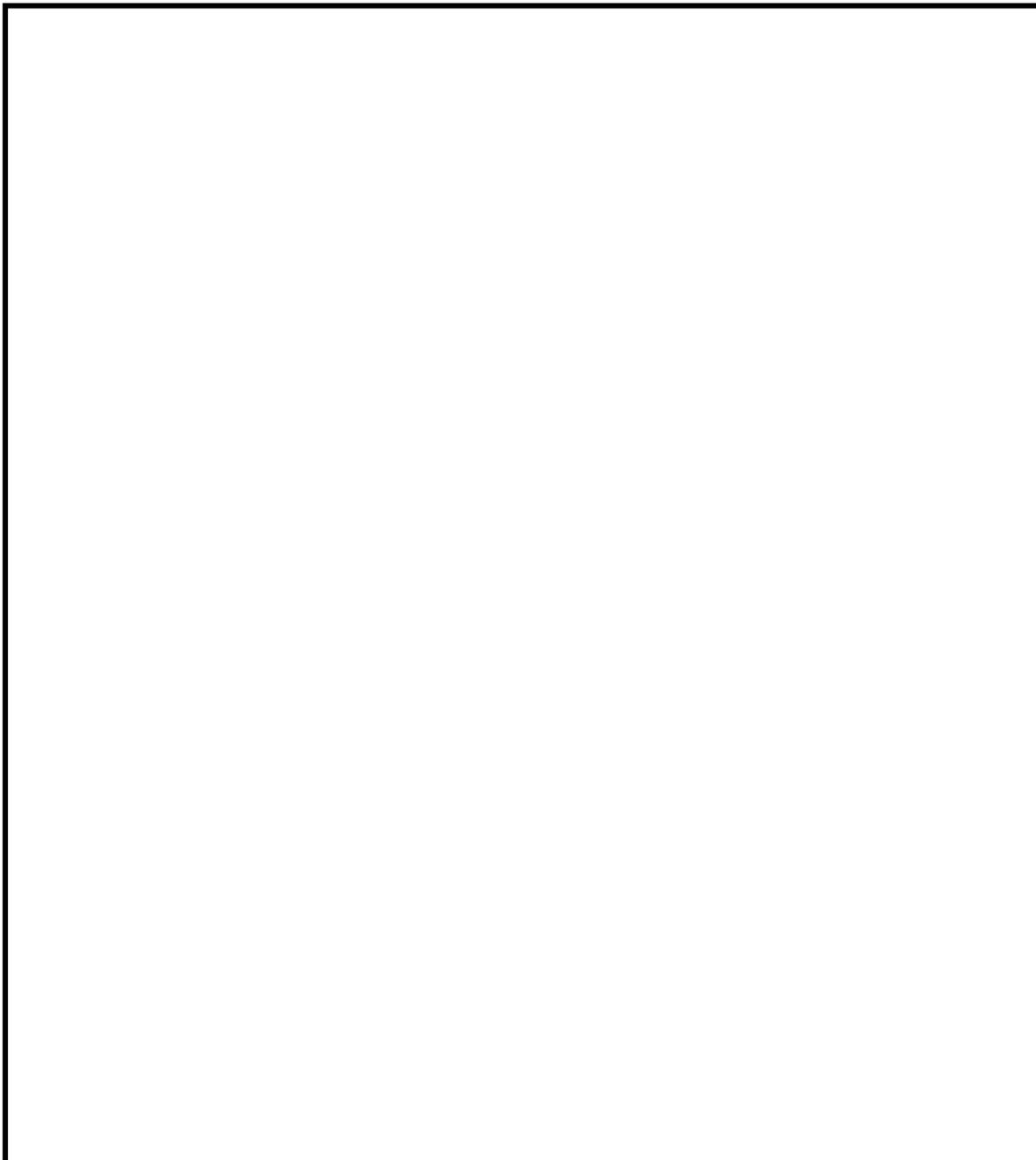


第 3・5・5・5-4 図 各フィルタ室の空気の流れ（断面図）

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。

#### ハ. 設置する感知器

各フィルタ室については、室内全域が放射線量の高い場所となっており、補足説明資料 3・11 のとおり、部屋内の換気による空気の流れを考慮し、エリア内とほぼ同じ煙濃度及び温度となる放射線量が比較的低い合流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ことで、それぞれ保安水準②を確保する設計とする。配置の詳細については第 3・5・5・5・5 図に示す。



第 3・5・5・5・5 図 各フィルタ室の感知器配置図

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。

ニ. 選定理由

補足説明資料 3・11 のとおり。

ホ. 火災発生時の影響及び対応

火災区画「」の一部である当該エリアの隣接するエリアには、原子炉の安全停止に必要な機器等である化学体積制御システムのケーブル等が存在する。

当該エリアには、金属製の各フィルタ（フィルタは容器内において水に浸かった状態で保管されているため、発火源になることはないしかないため、火災発生及び延焼の可能性は低い。

また、当該エリアへのアクセスは、上階からコンクリート蓋部を開けてエリア内に立ち入るルートしかないため、容易に立ち入ることができない構造となっていることから、エリア内に可燃物等の持ち込みはない。

当該エリア内で万一火災が発生した場合には、エリアは床面、壁、天井をコンクリート壁で仕切られている状況を踏まえた補足説明資料 3・11 の評価に基づき、放射線量が比較的低い排気ダクト内にアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を設置することで火災を早期に感知し、火災の状況確認及び初期消火活動を実施することが可能となる。

ヘ. 技術基準規則への適合について

火災区画「」のうち各フィルタ室エリアは、補足説明資料 3・11 のとおり、同一火災区画内である合流ダクト部にて早期に感知することが可能であり、既工認から設計に変更のない消火活動に繋げることで火災区画内に火災の影響を限定することができるため、技術基準規則に照らして十分な保安水準が確保できていると評価する。

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。

(6) ⑮使用済燃料ピット脱塩塔室及び⑯冷却材陽イオン脱塩塔室

イ. 環境条件

・使用済燃料ピット脱塩塔室

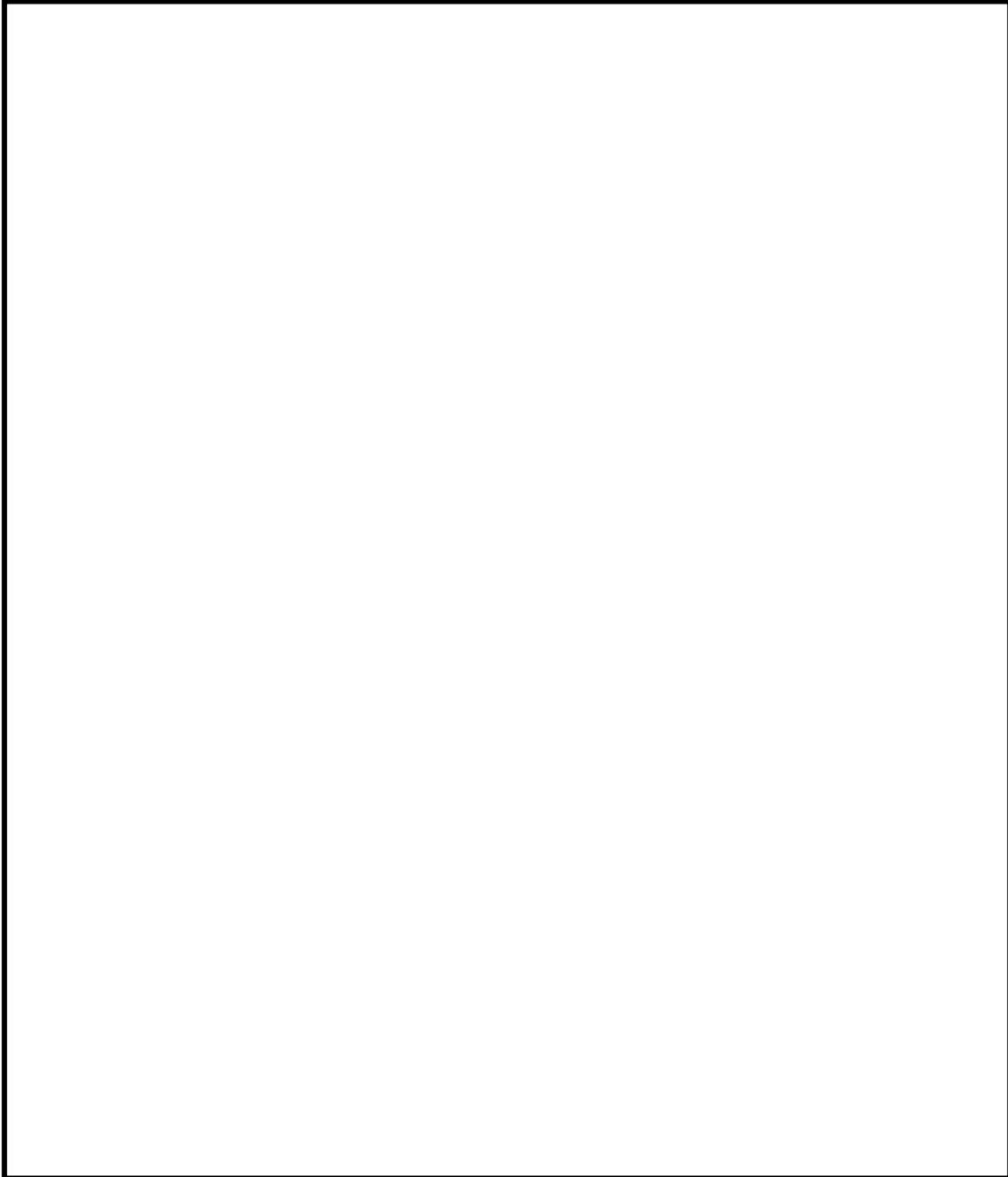
エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	4.8
エリア内機器	樹脂、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	9.8
火災荷重 (MJ)	48.4 (照明 4 台)
等価火災時間 (h)	0.0055 (約 20 s)

・冷却材陽イオン脱塩塔室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	6.1
エリア内機器	樹脂、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	3.6
火災荷重 (MJ)	24.2 (照明 2 台)
等価火災時間 (h)	0.0074 (約 27s)

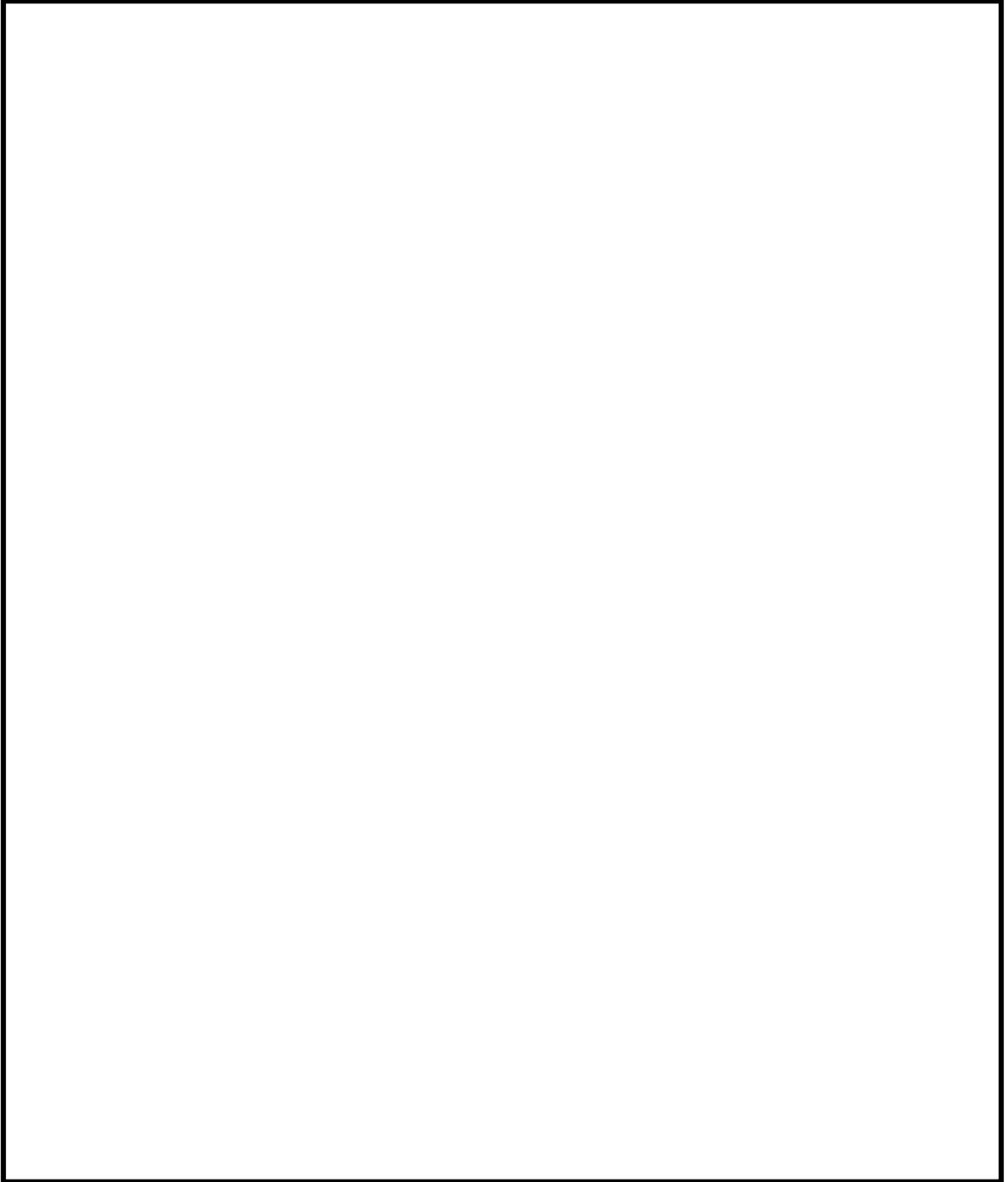
ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

放射線量が高い各脱塩塔室は、第 3-5-5-6-1 図、第 3-5-5-6-2 図に示すとおり隣接バルブ設置エリアとの貫通口があり、この開口部より空気を給気し、排気ダクトより空気を補助建屋排気ファンにて排気している。



第 3-5-5-6-1 図 各脱塩塔室の空気の流れ（平面図①）

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。

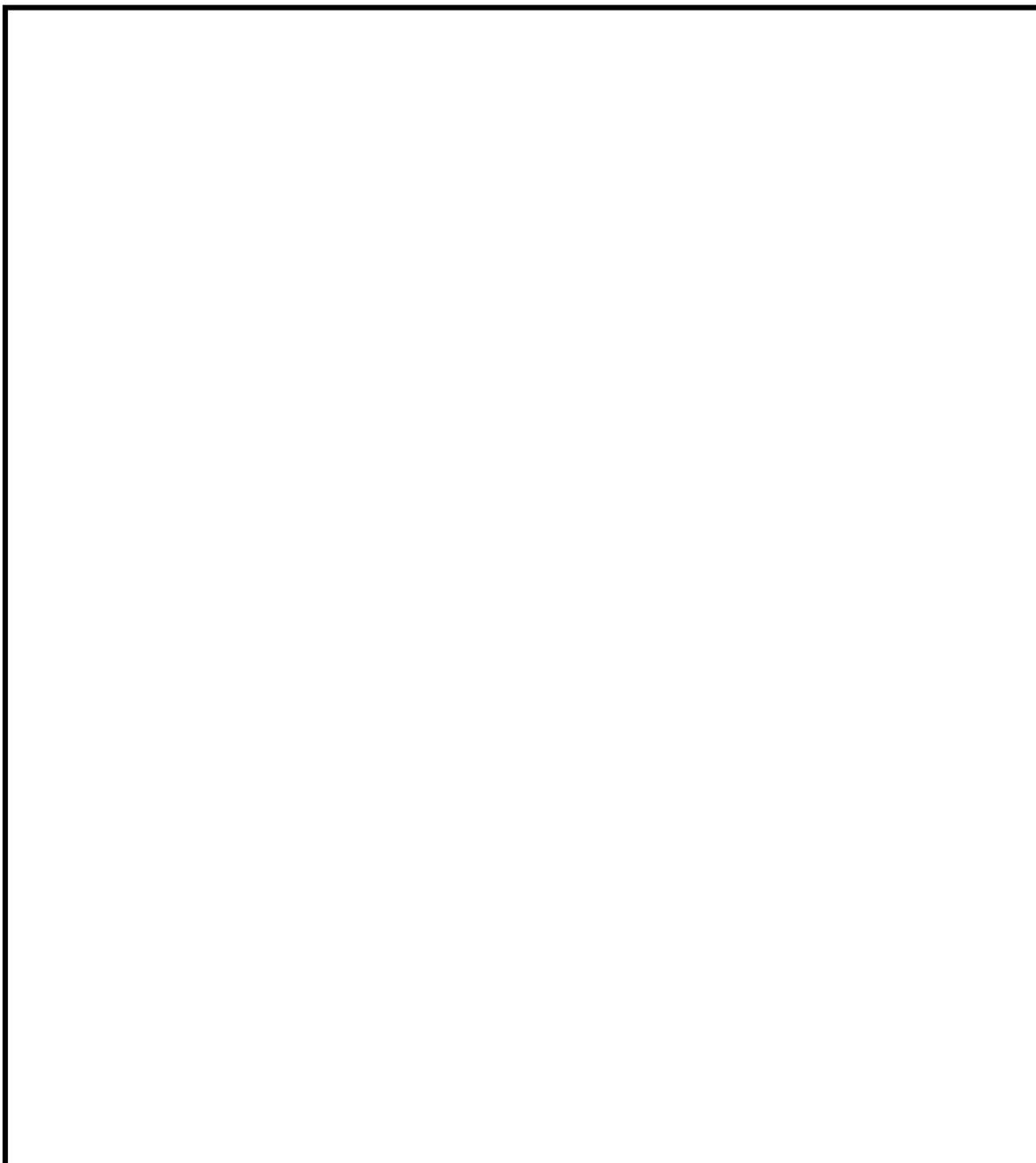


第 3-5-5-6-2 図 各脱塩塔室の空気の流れ（断面図）

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。

#### ハ. 設置する感知器

各脱塩塔室については、室内全域が放射線量の高い場所となっており、補足説明資料 3・11 のとおり、部屋内の換気による空気の流れを考慮し、エリア内とほぼ同じ煙濃度及び温度となる放射線量が比較的低い合流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ことで、それぞれ保安水準②を確保する設計とする。配置の詳細については第 3・5・5・6・3 図に示す。



第 3・5・5・6・3 図 各脱塩塔室の感知器配置図

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。

ニ. 選定理由

補足説明資料 3-11 のとおり。

ホ. 火災発生時の影響及び対応

火災区画「」の一部である当該エリアの隣接するエリアには、原子炉の安全停止に必要な機器等である化学体積制御系統のケーブル等が存在する。

当該エリアには、金属製の各脱塩塔（樹脂は容器内において水に浸かった状態で保管されているため、発火源になることはない）及び照明しかないため火災荷重も低く、等価火災時間も最大 27 秒と火災発生及び延焼の可能性は低い。

当該エリア内で万一火災が発生した場合には、エリアは床面、壁、天井をコンクリート壁で仕切られている状況を踏まえた補足説明資料 3-11 の評価に基づき、放射線量が比較的低い排気ダクト内にアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を設置することで火災を早期に感知し、火災の状況確認及び初期消火活動を実施することが可能となる。

ヘ. 技術基準規則への適合について

火災区画「」のうち各脱塩塔エリアは、補足説明資料 3-11 のとおり、同一火災区画内であるダクト部にて早期に感知することが可能であり、既工認から設計に変更のない消火活動に繋げることで火災区画内に火災の影響を限定することができるため、技術基準規則に照らして十分な保安水準が確保できていると評価する。

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。

(7) ⑰ほう酸回収装置混床式脱塩塔、⑱冷却材混床式脱塩塔室及び⑲再生熱イオン交換器室

イ. 環境条件

・ほう酸回収装置混床式脱塩塔室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	50
エリア内機器	樹脂、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	4.9
火災荷重 (MJ)	24.2 (照明 2 台)
等価火災時間 (h)	0.0055 (約 20s)

・冷却材混床式脱塩塔室

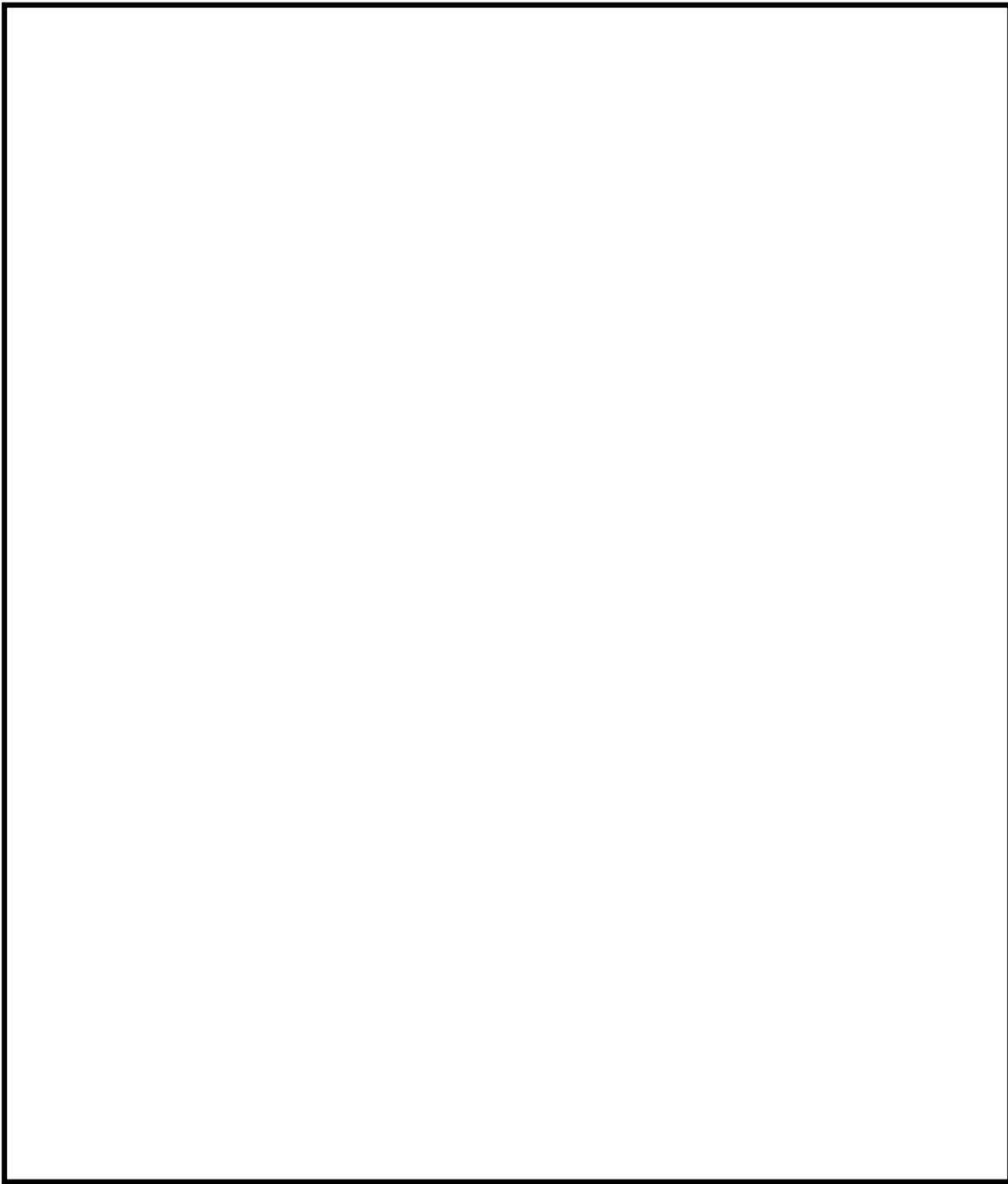
エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	71
エリア内機器	樹脂、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	5.2
火災荷重 (MJ)	24.2 (照明 2 台)
等価火災時間 (h)	0.0052 (19s)

・再生熱イオン交換器室

エリア内最大吸収線量率 (mGy/h)	1
エリア内機器	樹脂、容器、弁、照明
エリア面積 (m <sup>2</sup> )	4.9
火災荷重 (MJ)	24.2 (照明 2 台)
等価火災時間 (h)	0.0055 (約 20s)

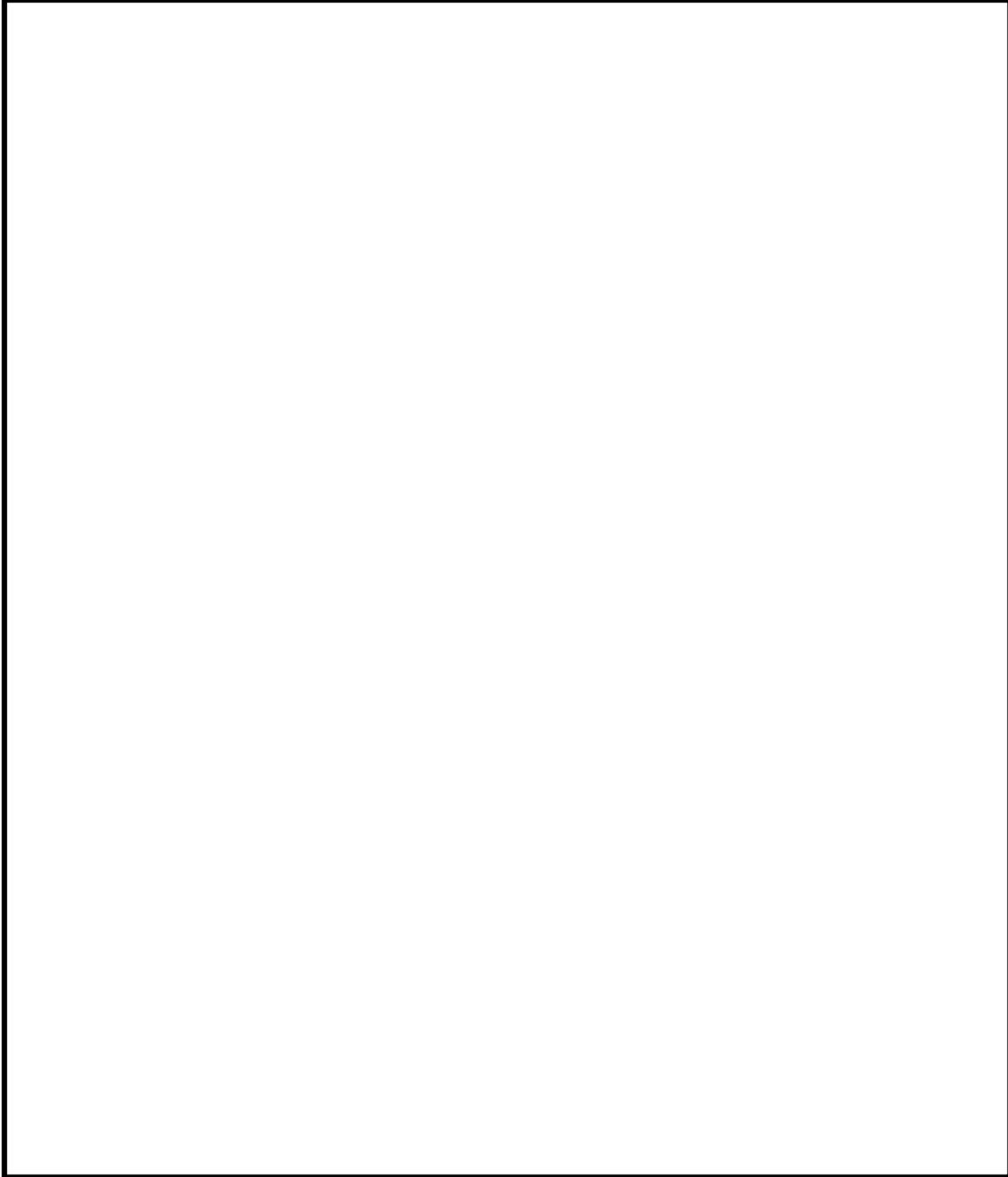
ロ. 開口部を考慮した空気の流れ

放射線量が高い各脱塩塔室は、第 3-5-5-7-1 図、第 3-5-5-7-2 図、第 3-5-5-7-3 図に示すとおり隣接バルブ設置エリアとの貫通口があり、この開口部より空気を給気し、排気ダクトより空気を補助建屋排気ファンにて排気している。



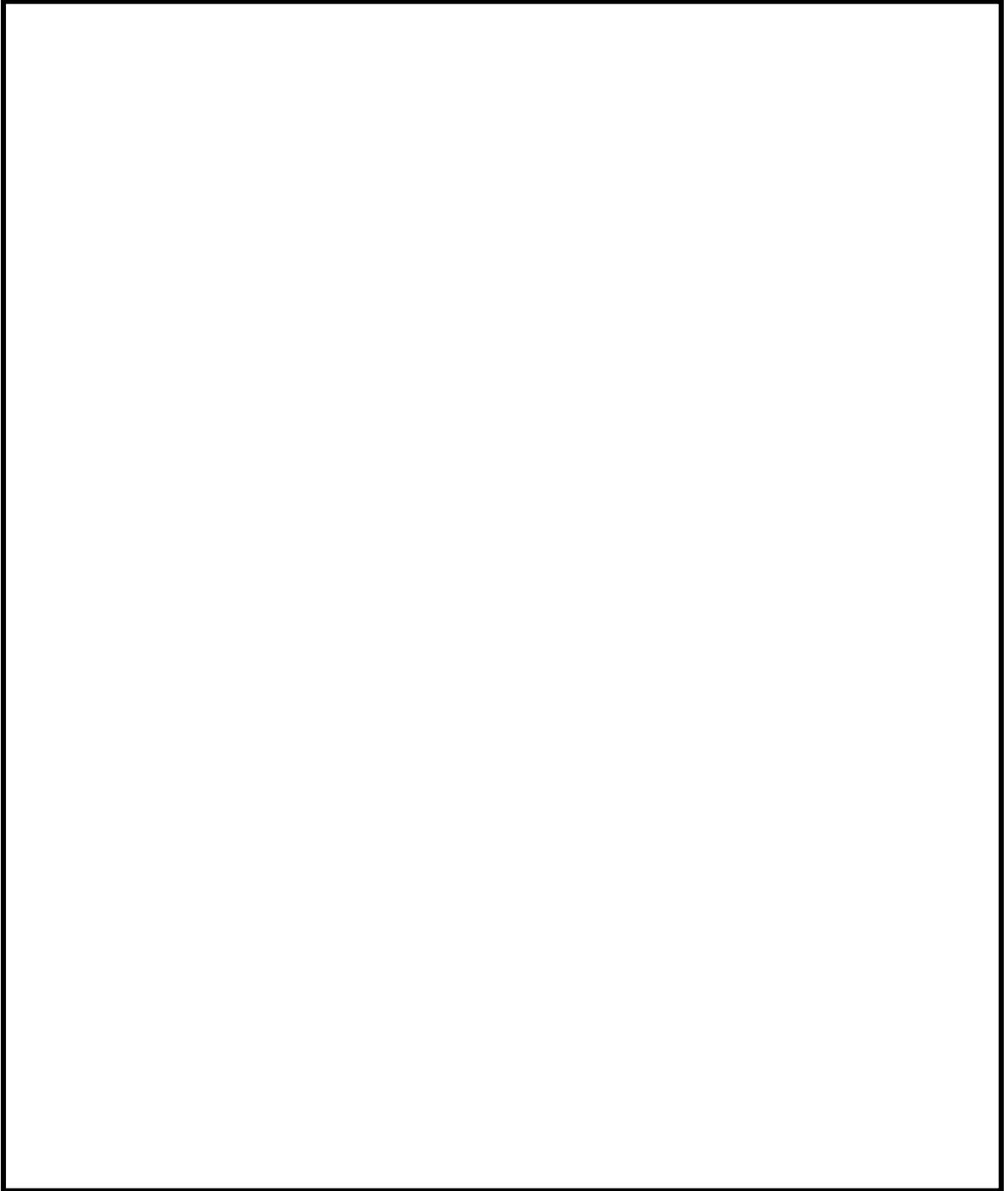
第 3-5-5-7-1 図 各脱塩塔室の空気の流れ（平面図①）

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。



第 3-5-5-7-2 図 各脱塩塔室の空気の流れ（平面図②）

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。

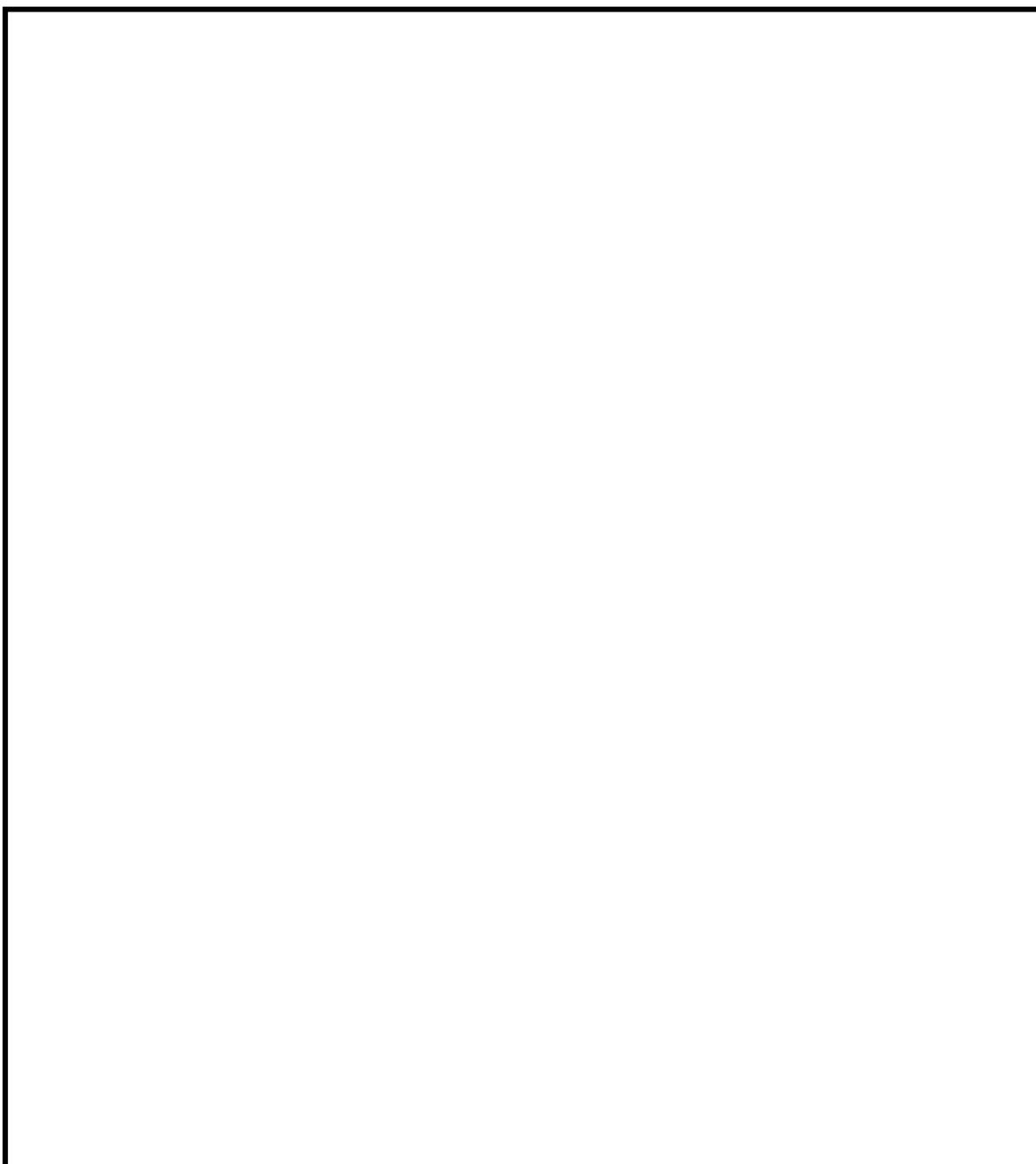


第 3-5-5-7-3 図 各脱塩塔室の空気の流れ（断面図）

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。

#### ハ. 設置する感知器

各脱塩塔室については、室内全域が放射線量の高い場所となっており、補足説明資料 3・11 のとおり、部屋内の換気による空気の流れを考慮し、エリア内とほぼ同じ煙濃度及び温度となる放射線量が比較的低い合流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ことで、それぞれ保安水準②を確保する設計とする。配置の詳細については第 3・5・5・7・4 図に示す。



第 3・5・5・7・4 図 各脱塩塔室の感知器配置図

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。

ニ. 選定理由

補足説明資料 3・11 のとおり。

ホ. 火災発生時の影響及び対応

火災区画「」の一部である当該エリアの隣接するエリアには、原子炉の安全停止に必要な機器等として、充てんライン流量伝送器が設置されている。隣接エリアには火災防護上重要な機器等である水素再結合ガス圧縮装置及びほう酸回収装置が存在する。

当該エリアには、金属製の各脱塩塔（樹脂は容器内において水に浸かった状態で保管されているため、発火源になることはない）及び照明しかないため火災荷重も低く、等価火災時間も最大 20 秒と火災発生及び延焼の可能性は低い。

当該エリア内で万一火災が発生した場合には、エリアは床面、壁、天井をコンクリート壁で仕切られている状況を踏まえた補足説明資料 3・11 の評価に基づき、放射線量が比較的低い排気ダクト内にアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を設置することで火災を早期に感知し、火災の状況確認及び初期消火活動を実施することが可能となる。

ヘ. 技術基準規則への適合について

火災区画「」のうち各脱塩塔エリアは、補足説明資料 3・11 のとおり、同一火災区画内であるダクト部にて早期に感知することが可能であり、既工認から設計に変更のない消火活動に繋げることで火災区画内に火災の影響を限定することができるため、技術基準規則に照らして十分な保安水準が確保できていると評価する。

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。

### 3・6 海水ポンプ室の火災感知器設計について

本資料は、海水ポンプ室に設置する火災感知器の設計について説明する。

火災防護審査基準に照らして、火災区域、区画の設定において、高浜 3 号機及び高浜 4 号機の海水ポンプ室は 1 つの火災区画として設定している。

#### 3・6・1 海水ポンプ室の概要

海水ポンプ室は、火災防護上重要な機器である海水ポンプが設置される屋外エリアである。

なお、海水ポンプ室は屋外であり、消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象外であり、今回のバックフィットの対象ではない。

#### 3・6・2 海水ポンプ室の火災感知器設計

エリアの環境条件及び設備の設置状況等をもとに火災感知器の設計の考え方について説明する。

なお、当該設計は再稼働時の既工認（高浜発電所第 3 号機：平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号、高浜発電所第 4 号機：平成 27 年 10 月 9 日付け原規規発第 1510091 号にて認可）から変更はない。

##### (1) 火災感知器の設計

屋外の環境条件等を踏まえた火災感知器の選定結果を第 3・6・1 表に示す。第 3・6・1 表のとおり、海水ポンプ室においては、火災による煙は周囲に拡散し、煙感知器による火災感知は困難であることを踏まえ、アナログ式でない防水型の炎感知器、アナログ式の熱感知器（防水型）、アナログ式でない熱感知器（防水型）又は熱サーモカメラから異なる 2 種類を選定することが可能であることから、1 種類目はアナログ式でない防水型の炎感知器を選定し、2 種類目は火災発生時に熱が滞留する場所があることから、アナログ式の熱感知器（防水型）を選定する。

##### (2) 火災感知器の選定理由及び設置方法

海水ポンプ室は屋外の火災区画であり、消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象外であり、バックフィットの対象ではない。従って、異なる 2 種類の火災感知器を早期に火災を感知できるよう設置する設計とする。

1 種類目のアナログ式でない防水型の炎感知器は、発火源となり得る設備である海水ポンプに対して設置し、2 種類目のアナログ式の熱感知器（防水型）は、火災の発生が

想定される発火源であり、火災発生時に熱が滞留する場所である海水ポンプモータ下部の油内包部位近傍に設置する設計とする。

なお、発火源となり得る設備とは、火花を発生する可能性のある設備及び高温の設備が対象であり、海水ポンプが該当する。

また、これらの火災感知器は火災防護審査基準における「2.3 火災の影響軽減」で設置している二酸化炭素消火設備の自動作動用感知器とは別に独立して設置するものであり、「2.3 火災の影響軽減」の設計に影響を与えるものではない。

海水ポンプ室の火災感知器設置概要図を第 3-6-1 図、火災感知器配置図を第 3-6-2 図に示す。

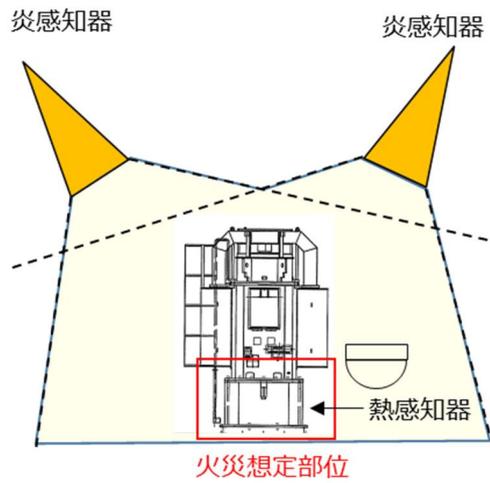
なお、アナログ式でない防水型の炎感知器の感知性能については、火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令 17 条の 8（炎感知器の感知性能）に基づき確認を行い、消防法施行規則に基づく炎感知器と同等の性能であることを確認している。（詳細は補足説明資料 1-3 を参照）

第3・6・1表 海水ポンプ室における感知器の選定

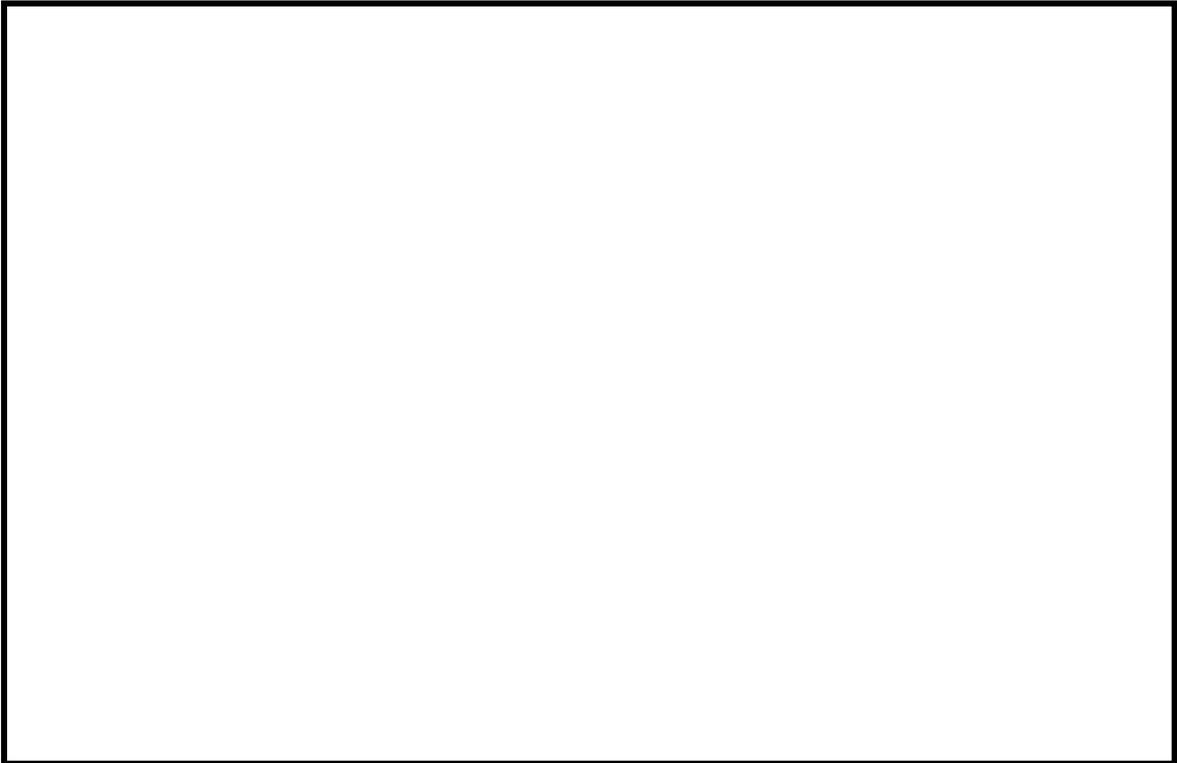
感知方式		熱感知方式				煙感知方式				炎感知方式	
火災感知器種類	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	光ファイバーケーブル	差動分布型熱感知器 (熱電対式、空気管式)	熱サーモカメラ	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	空気吸引式の熱感知器	空気吸引式の煙感知器 (非音響型)	光電分離型熱感知器 (非音響型)	アナログ式でない炎感知器
設置条件 (取付面の考慮) 取付面の考慮、温度、湿度、防塵の考慮、防塵性能の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	△	△	△	△	○	△	△	△	△	△	○
誤作動の防止	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
感度性の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
電圧の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
監視	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
現場施工性 (設置性の確保に必要な施工の施工性)	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△
各感知方式で使用する火災感知器	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△

○：選定可能 △：条件付きで選定可能 ×：選定することが適切でない

※：熱が滞留する場所がある場合は、環境条件及び現場施工性を考慮して、アナログ式の熱感知器（防水型）を他の熱感知方式の火災感知器より優先使用



第 3-6-1 図 海水ポンプ室の火災感知器設置概要図



第 3-6-2 図 海水ポンプ室の火災感知器配置図

以上

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。

### 3-7 空冷式非常用発電装置エリアの火災感知器設計について

本資料は、空冷式非常用発電装置エリアに設置する火災感知器の設計について説明する。

火災防護審査基準に照らして、火災区域、区画の設定において、高浜3号機及び高浜4号機の空冷式非常用発電装置エリアは、各号機の空冷式非常用発電装置2台に対して1つの屋外の火災区域を設定している。

#### 3-7-1 空冷式非常用発電装置エリアの概要

空冷式非常用発電装置エリアは、空冷式非常用発電装置が設置される屋外エリアである。

空冷式非常用発電装置は、中間建屋内のディーゼル発電機に対して、屋外の適切な離隔距離を持った位置に設置することで位置的分散を図る設計としており、火災区域は「危険物の規制に関する政令」によって要求される保有空地の幅を参考に、各空冷式非常用発電装置の周囲3mの範囲で設定している。

なお、空冷式非常用発電装置エリアは屋外であり、消防法施行規則第23条第4項の適用対象外であり、今回のバックフィットの対象ではない。

#### 3-7-2 空冷式非常用発電装置エリアの火災感知器設計

エリアの環境条件及び設備の設置状況等をもとに火災感知器の選定、設計の考え方について説明する。

なお、当該設計は再稼働時の既工認（高浜発電所第3号機：平成27年8月4日付け原規規発第1508041号、高浜発電所第4号機：平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可）から変更はない。

##### (1) 火災感知器の選定

屋外の環境条件等を踏まえた火災感知器の選定結果を第3-7-1表に示す。第3-7-1表のとおり、空冷式非常用発電装置エリアにおいては、火災による煙は周囲に拡散し、煙感知器による火災感知は困難であることを踏まえ、アナログ式でない防水型の炎感知器及びアナログ式の熱感知器（防水型）、アナログ式でない熱感知器（防水型）又は熱サーモカメラから異なる2種類を選定することが可能であることから、1種類目はアナログ式でない防水型の炎感知器を選定し、2種類目は火災発生時に熱が滞留する場所を特定できないことから、エリア全体を監視できる熱サーモカメラを選定する。

##### (2) 火災感知器の選定理由及び設置方法

空冷式非常用発電装置エリアは屋外の火災区画であり、消防法施行規則第23条第4

項の適用対象外であり、バックフィットの対象ではない。従って、異なる 2 種類の火災感知器を早期に火災を感知できるよう設置する設計とする。

1 種類目のアナログ式でない防水型の炎感知器及び 2 種類目の熱サーモカメラを発火源となり得る設備である空冷式非常用発電装置に対して設置する設計とする。

なお、発火源となり得る設備とは、火花を発生する可能性のある設備及び高温の設備が対象であり、空冷式非常用発電装置が該当する。

空冷式非常用発電装置エリアの火災感知器配置図を第 3・7・1 図に示す。

なお、アナログ式でない防水型の炎感知器及び熱サーモカメラの感知性能については、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 15 条の 3（熱アナログ式スポット型感知器の感知性能）又は省令 17 条の 8（炎感知器の感知性能）に基づき確認を行い、消防法施行規則に基づく熱アナログ式スポット型感知器又は炎感知器と同等の性能であることを確認している。（詳細は補足説明資料 1・3 を参照）

第3-7-1表 空冷式非常用発電装置エリアにおける感知器の選定

感知方式	熱感知方式					煙感知方式					炎感知方式
	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	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)	熱サーモカメラ	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	空気吸引式の熱感知器	光電分離型熱感知器 (非蓄積型)	アナログ式でない炎感知器	
火災感知器種類	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
環境条件の考慮 (防塵の防止)	△	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
取付面高、温度、湿度、空気流速の考慮 (感知性能の確保)	△	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○
誤作動の防止	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
検漏性の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
電源の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
監視	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
現場施工性 (検漏性の確保に必要な工の成立性)	○	○	△	△	△	○	○	○	○	○	△
評価	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (施工可能な場合に限る)	△ (施工可能な場合に限る)	△ (条件付きで選定可能)	△ (条件付きで選定可能)	△ (条件付きで選定可能)	△ (施工可能な場合に限る)

○：選定可能 △：条件付きで選定可能 ×：選定することが適切でない

※：熱が滞留する場所がない場合は、環境条件及び現場施工性を考慮して、熱サーモカメラを他の熱感知方式の火災感知器より優先使用



第 3-7-1 図 空冷式非常用発電装置エリアの火災感知器配置図

以 上

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。

### 3-8 使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアの火災感知器設計について

本資料は、原子炉周辺建屋の使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアに設置する火災感知器の設計について説明する。

火災防護審査基準における火災区域、区画の設定において、高浜3号機及び高浜4号機それぞれの使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアは1つの火災区画として設定しているものであるが、今回、火災感知器の設計にあたって、使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリア内の環境条件を考慮し、この火災区画を分割し、エリア毎に設計する。

#### 3-8-1 使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアの概要

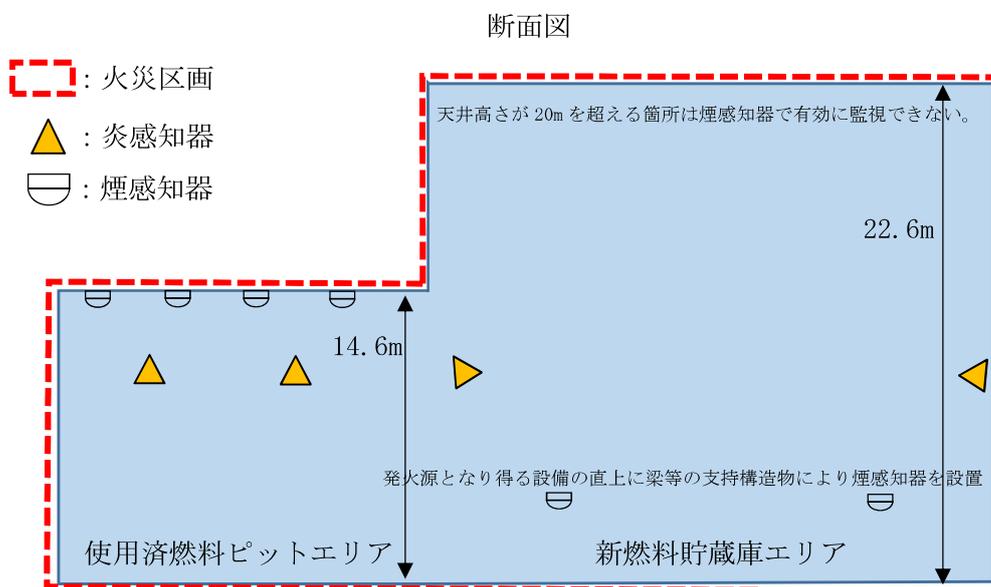
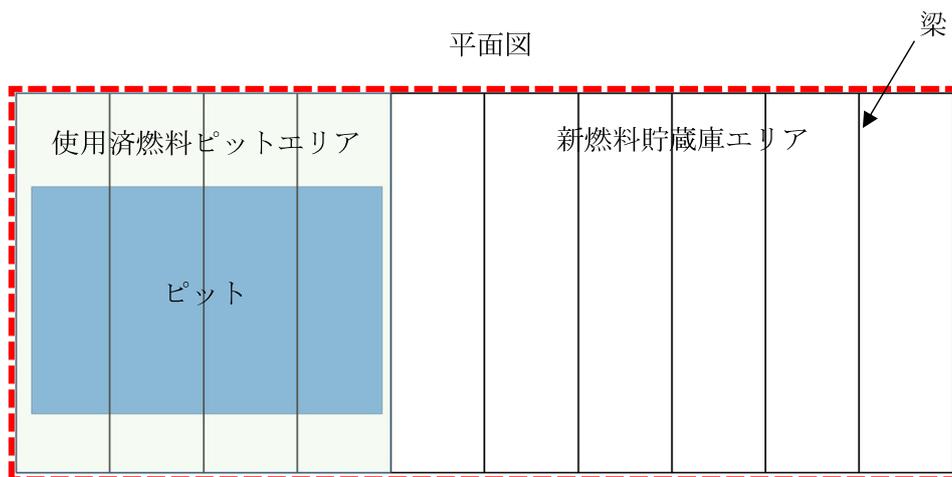
使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアは、燃料取扱設備である使用済燃料ピットクレーンや使用済燃料貯蔵設備である使用済燃料貯蔵槽、新燃料貯蔵設備である新燃料貯蔵庫、燃料体の輸送容器を取り扱うキャスクトレーラエリアを有する火災区画である。また、火災防護上重要な機器等は、A及びB使用済燃料ピット、新燃料貯蔵庫である。

当該火災区画については、約半分のエリアがほう酸水で満たされた使用済燃料ピットエリアであり、残り半分のエリアは新燃料貯蔵庫やキャナルが存在する新燃料貯蔵庫エリアとなっている。

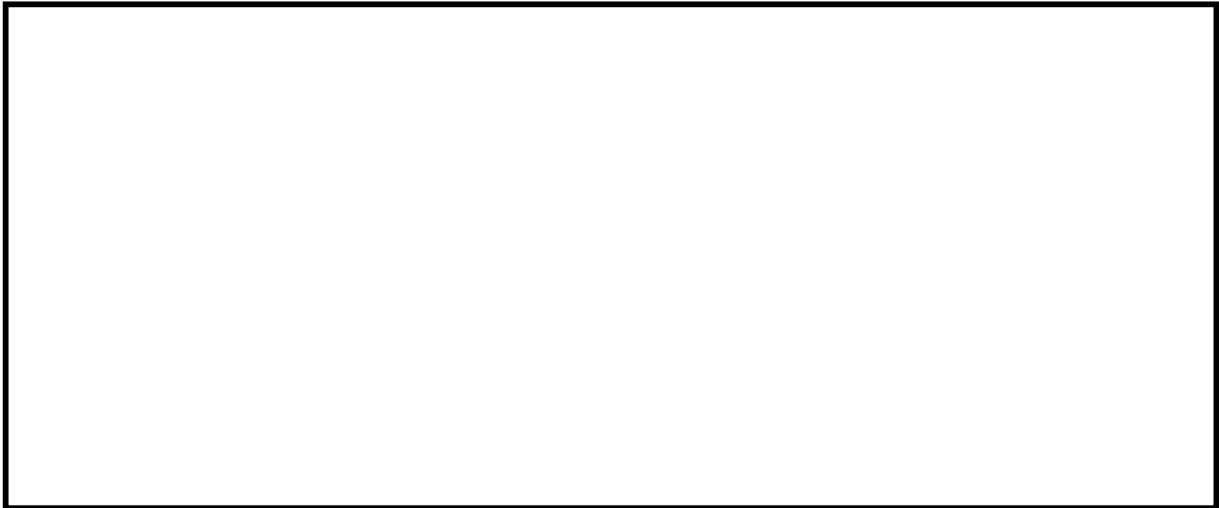
また、天井高さはオペレーティングフロアを床面として、使用済燃料ピットエリア側が8m以上20m未満の14.6mであり、新燃料貯蔵庫エリア側が20m以上の22.6mであることから、第3-8-1図及び第3-8-2図に示す使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアの概要図及び現場状況のとおり、大きく2つのエリアに区別することができる。

なお、使用済燃料ピットエリアにおける使用済燃料ピット水面、及び新燃料貯蔵庫エリアにおける新燃料貯蔵庫他ピット床面は、第3-8-2図の通り、オペレーティングフロアよりエレベーションが下であるが、水張りしているピットの水面又は水張りしていないピットの床面から天井高さを算出したとしても、使用済燃料ピットエリアは天井高さが8m以上20m未満、新燃料貯蔵庫エリアは天井高さが20m以上で変更はなく、感知器設計に影響はない。

- ① 使用済燃料ピットエリア：消防法施行規則通りに感知器が設置可能な一般エリア
- ② 新燃料貯蔵庫エリア：高天井エリア



第3-8-1図 使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアの概要図



使用済燃料ピットエリア



新燃料貯蔵庫エリア

主要設備：a 燃料取扱建屋クレーン電源盤 b 管理区域照明変圧器 c 新燃料ラック  
d 新燃料エレベータ e 燃料外観検査装置（水中テレビ装置）  
f 燃料移送装置



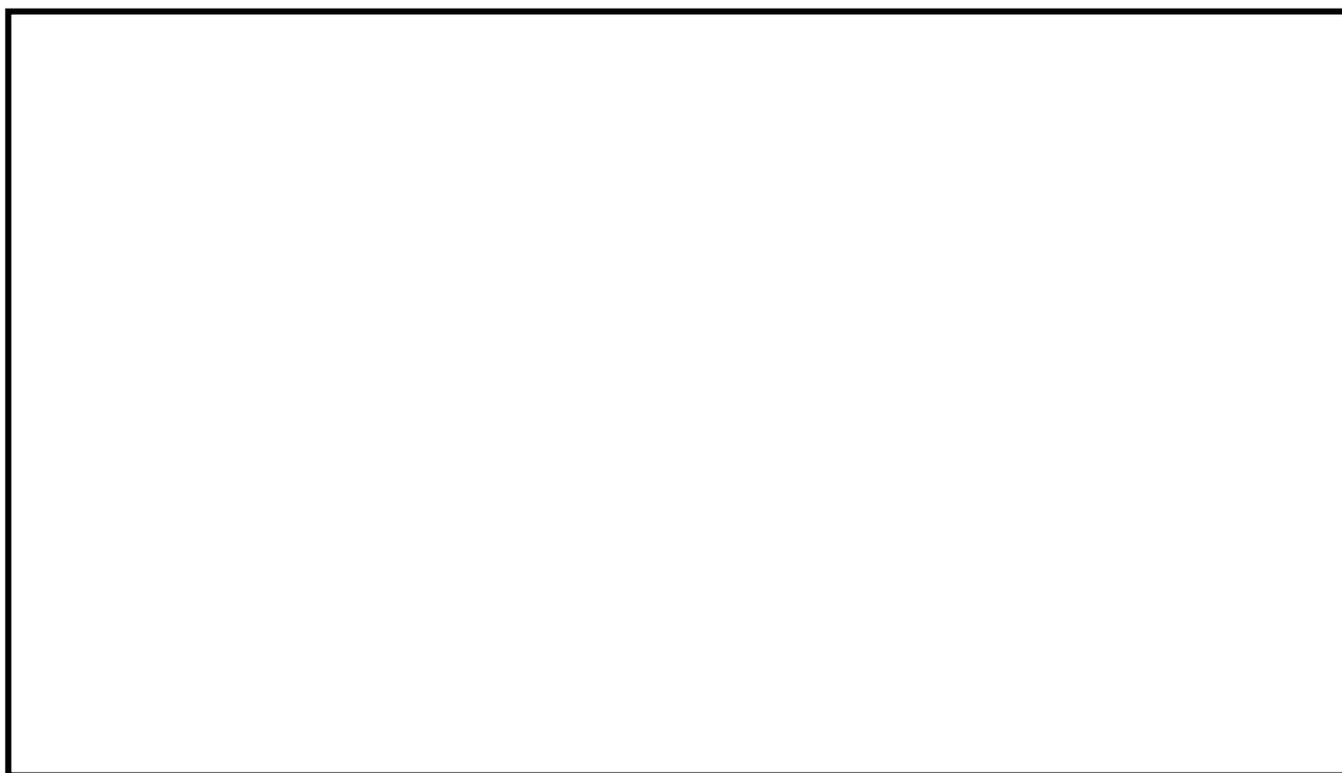
第 3-9-2 図 使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアの現場状況（1/2）

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。

⊙:アナログ式でない炎感知器



平面図



A-A'断面

第 3-8-2 図 使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアの現場状況 (2/2)

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。

### 3・8・2 使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリアの火災感知器設計

3・8・1 項で大別した①、②それぞれのエリアについて、そのエリア内の環境条件をもとにそれぞれの火災感知器の選定、設計の考え方について説明する。

#### (1) 使用済燃料ピットエリア

使用済燃料ピットエリアは、一般エリアとして火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により感知器を設置できるため、天井高さを考慮し、アナログ式の煙感知器とアナログ式でない炎感知器を設置する設計とする。

#### (2) 新燃料貯蔵庫エリア

##### イ. 火災感知器の選定

高天井エリアの環境条件等を踏まえた火災感知器の選定結果を第 3・8・1 表に示す。第 3・8・1 表のとおり、高天井エリアにおいては、様々な火災感知器が使用可能であるが、新燃料貯蔵庫エリアの現場施工性を考慮して、1 種類目はアナログ式でない炎感知器を選定し、2 種類目はアナログ式の煙感知器を選定する。

##### ロ. 火災感知器の選定理由及び設置方法

新燃料貯蔵庫は天井高さが床面から 20m 以上のエリアであり、炎感知器の設置は可能であるが、煙感知器と熱感知器は取付面の高さが消防法施行規則で規定される高さ以上のため、消防法施行規則第 23 条第 4 項第一号イにより設置することが適切ではないため、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法又は保安水準①を確保できる方法で設置することが困難である。

また、新燃料貯蔵庫エリアのうち、新燃料貯蔵ピットは蓋で覆われており、かつ、ピット内に障害物となる新燃料ラックが設置されているため、障害物により有効に火災の発生を感知できないことから、炎感知器についても火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法又は保安水準①を確保できる方法で設置することが困難である。なお、新燃料貯蔵ピットの蓋は開閉することから、火災感知器の設置に適していない。

従って、1 種類目のアナログ式でない炎感知器は、障害物等により有効に火災の発生を感知できない場所の表面を網羅的に監視できるように設置する設計とし、エリア内の床面、ピットの水面及び床面に対して消防法施行規則どおりに設置した上で、障害物となる新燃料ラック設置場所の上面を網羅的に監視できるように設置する設計とする。2 種類目のアナログ式の煙感知器は、当該エリア内の火災を感知できる可能性が高い場所に設置するとともに、火災により発生した煙が流れ込む同一火災区画内の隣接エリアに設置する火災感知器を兼用する設計とし、当該エリア内において、火災が発生する可能性が高い発火源となり得る設備の直上に第 3・9・3 図のように支持鋼材（グレーチングのような開口部はない）を使用して設置するとともに、隣接火災区

画に煙が流出する可能性がある開口部より高い場所に設置する煙感知器を兼用する設計とする。なお、兼用する煙感知器は、同一火災区画内の隣接エリアである使用済燃料ピットエリアの煙感知器とし、より早期に火災を感知できるよう、自主設置としてアナログ式の熱感知器を発火源となり得る設備の直上に設置する。兼用する煙感知器と開口部との高さ方向の位置関係を第 3・9・4 図に示す。

新燃料貯蔵庫エリアを含む火災区画には、原子炉の安全停止に必要な機器等は設置されていないが、放射性物質を貯蔵する機器等及び重大事故等対処施設は設置されている。放射性物質が漏えいした場合でも、建屋をバウンダリとした当該火災区画外にある廃液処理系統及び換気空調系統により管理区域外への放射性物質の放出を防止することが可能である。また、重大事故等対処施設が当該エリア内にはないこと、並びに重大事故等対処施設が設置されている同一火災区画内の隣接エリアは火災感知器を消防法施行規則どおりに設置する設計としていることから、同一火災区画内において重大事故等の対処に必要な機能を確保することが可能である。

上記を踏まえ、当該エリアで発生した火災を同一火災区画内に設置する感知器でもれなく確実に感知することにより、既工認から設計に変更のない初期消火活動につながり、同一火災区画内において設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにすることができる。また、同一火災区画内に火災の影響を限定することで、同一火災区画外の設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにすることができることから、保安水準②を確保できていると評価する。

なお、発火源となり得る設備とは、火花を発生する可能性のある設備及び高温の設備が対象であり、燃料取扱建屋クレーン電源盤及び管理区域照明変圧器が該当する。

上記の設備以外で当該エリアに設置している主要な設備は、第 3・8・2 図に示すとおり、新燃料ラック、新燃料エレベータ、燃料外観検査装置（水中テレビ装置）、燃料移送装置及び燃料取扱建屋クレーンがあるが、以下のとおり発火源ではない整理としている。

新燃料ラックは不燃物に該当し、新燃料エレベータ、燃料外観検査装置（水中テレビ装置）及び燃料移送装置は使用時以外は電源断としているため、使用時以外は火花を発生する可能性のある設備及び高温の設備に該当しないことから発火源とはならず、使用時は発火源となり得るが作業責任者及び作業者が配置されているため、万一火災が発生したとしても早期に発見が可能である。また、燃料取扱建屋クレーン本体は同エリア上部の天井付近に設置されているが、使用時以外は電源断としているため、使用時以外は火花を発生する可能性のある設備及び高温の設備に該当しないことから発火源とはならず、使用時は発火源となり得るが作業責任者及びクレーン操作者等が配置されているため、万一火災が発生したとしても、早期に発見が可能である。