

2022年8月12日

**川内原子力発電所第1号機及び第2号機並びに玄海原子力発電所第3号機及び第4号機  
設計及び工事の計画の認可申請(火災防護審査基準の改正に伴う基本設計方針の変更)に係る確認事項**

No.	日付	確認事項	説明資料	備考
1	7月13日ヒアリング	GN補足P49の方法の検定品でない感知器について性能の保証について、追記すること	説明資料1を用いて説明する。	
2	7月13日ヒアリング	水蒸気多量のエリアを一般エリアとする理由を補足に追加すること	説明資料2-1を用いて説明する。	
3	7月13日ヒアリング	補足に具体的な感知器の設置状況をわかるように説明すること	説明資料2-2を用いて説明する。	今回の説明資料ではサンプルとして一例を示しております。他の図にも追加、反映していきます。
4	7月13日ヒアリング	補足の通し、P108の(b)イについて先行プラントの説明を反映すること	説明資料2-3を用いて説明する。	
5	3月14日ヒアリング	火災感知設備の追設に伴い、非常用ディーゼル発電機の電源容量は確保できているか説明すること。また各発電所において追設する火災感知器の個数を示すこと。	説明資料3を用いて説明する。	

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

No.	日付	確認事項	説明資料	備考
6	8月5日ヒアリング	感知器は消防法の検定品との認識のため、同等品としては「感知器」という言葉はふさわしくないように思える。用語の定義をわかるように記載すること	説明資料4を用いて説明する。	説明資料では一例を示しております。 今後、他の資料にも追加、反映していきます
7	8月5日ヒアリング	基本設計方針で「火災感知設備」と「火災感知器」の関係性わかるような定義も追加すること。またその他紛らわしい用語があれば、定義すること。図等を用いて関係性を明確にすること。		
8	8月5日ヒアリング	6ページのシンプル配管室の設計と3ページの表と整合していないため整合を取ること	説明資料5を用いて説明する。	
		以下、余白		

九州電力株式会社

川内原子力発電所  
1号機及び2号機

設計及び工事計画認可申請書  
補足説明資料  
**【火災感知器追設工事】**

## 目 次

補足説明資料 1 設計及び工事計画認可申請書における適用条文等の整理について

補足説明資料 2 設計及び工事計画認可申請書に添付する書類の整理について

補足説明資料 3 工事の方法に関する補足説明資料

補足説明資料 4 本設計及び工事計画認可申請の申請範囲について

補足説明資料 5 火災感知器の性能に係るもの

補足説明資料 5-1 アナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器及び非アナログ式熱感知器について

補足説明資料 5-2 非アナログ式の防爆型煙感知器、非アナログ式の防爆型熱感知器及び非アナログ式の防爆型炎感知器について

補足説明資料 5-3 光ファイバケーブル熱感知器及び高感度煙感知器について

補足説明資料 5-4 感知器と同等の機能を有する機器の環境性能について

補足説明資料 6 火災感知器の設計管理に係るもの

補足説明資料 6-1 火災感知器の配置設計における消防設備士の確認項目について

補足説明資料 6-2 火災感知器の配置設計における九州電力と協力会社の責任分担及び消防設備士関与の品質プロセスについて

補足説明資料 7. エリアの特性に応じた火災感知器の設計に係るもの

補足説明資料 7-1 火災感知器の設計について

補足説明資料 7-2 建屋内の火災感知器の設計について

補足説明資料 7-3 設備の設置状況を考慮した火災感知器の設計について

補足説明資料 7-4 建屋外の火災感知器の設計について

補足説明資料 7-5 十分な保安水準を確保した火災感知器設計整理表

補足説明資料 8. 火災受信機盤の機能について

参考資料 1 感知区域の定義について

参考資料 2 火災区域又は火災区画の火災感知器の設置個数について

参考資料 3 火災区域又は火災区画の火災感知器の配置図について

## 補足説明資料 5-2

非アナログ式の防爆型煙感知器、非アナログ式の防爆型熱感知器及び非アナログ式の防爆型炎感知器について

(2) 消防法の検定について

非アナログ式の防爆型炎感知器は、消防法で定められた検定品ではないものの、製造メーカーにて実施している社内試験結果を踏まえて、消防法（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 17 条の 8（炎感知器の公称監視距離の区分、感度及び視野角））に定められる感知性能と同等の感知性能を有していることを確認した上で設置する。製造メーカーにて実施している社内試験結果を第 5-2-1 表に示す。

第 5-2-1 表

感知区分	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 17 条の 8 に定めている感知性能	製造メーカーにて実施している社内試験を踏まえた感知性能	当社の確認事項
屋内型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・感知器から水平距離で公称監視距離の 1.2 倍離れた箇所において、1 辺 33cm の燃焼皿でノルマルヘプタンを燃焼させ、30 秒以内に火災信号を発信すること。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・感知器から水平距離で公称監視距離の 1.2 倍離れた箇所において、1 辺 33cm の燃焼皿でノルマルヘプタンを燃焼させ、30 秒以内に火災信号を発信することを確認している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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 17 条の 8 に規定される作動試験に基づいた試験を実施し、同等の感知性能を有していることを確認している。</li> </ul>
屋外型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・感知器から水平距離で公称監視距離の 1.4 倍離れた箇所において、1 辺 70cm の燃焼皿でノルマルヘプタンを燃焼させ、30 秒以内に火災信号を発信すること。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・感知器から水平距離で公称監視距離の 1.4 倍離れた箇所において、1 辺 33cm の燃焼皿でノルマルヘプタンを燃焼させ、30 秒以内に火災信号を発信することを確認している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・メーカにて実施した試験と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 17 条の 8 に規定される作動試験を比較し、燃焼皿の寸法が異なるものの、燃焼皿が小さいほど発生する熱量が小さく、火災の感知が遅延するため、より保守的に作動試験を実施していることから、同等以上の感知性能を有していることを確認している。</li> </ul>

## 補足説明資料 7-2

建屋内の火災感知器の設計について

## 2. 建屋内の火災感知器の設計

### 2.1 一般エリア

異なる感知方式の火災感知器のそれぞれを消防法施行規則第23条第4項又は消防法施行規則等と同等以上 の方法により設置可能な感知区画（以下「一般エリア」という。）は、早期に火災を感知できるよう異なる感知方式の火災感知器のそれぞれを消防法施行規則第23条第4項又は消防法施行規則等と同等以上 の方法により設置する設計とする。

異なる感知方式の火災感知器として、一般エリアの環境条件及び火災感知器の設置方法を踏まえ、アナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器、非アナログ式の炎感知器、非アナログ式の防爆型の煙感知器、非アナログ式の防爆型の熱感知器又は非アナログ式の防爆型の炎感知器から、異なる感知方式を組み合わせて火災感知器を設置し、誤作動の防止の方策を講じる設計とする。

一般エリアの火災感知器の組合せを第7-2-1表に示す。

なお、一般エリアのうち中央制御室及び海水管トレーニングは、異なる感知方式の火災感知器のそれぞれを消防法施行規則第23条第4項により設置する設計に加えて、設備の設置状況を踏まえ火災感知器を設置する設計とする。設備の設置状況を考慮した火災感知器の設計については、補足説明資料7-3に示す。

また、一般的にシャワー室は水蒸気が大量に充満する部屋であるが、ホットシャワー室は身体除染を行う部屋であり、使用時の水量が少なく、室内に水蒸気が充満することはないため、一般エリアに分類する。なお、コールドシャワー室は火災区域及び火災区画外に設置されている。

第7-2-1表 固有の信号を発する異なる感知方式の組合せ

火災感知器の設置場所		火災感知器の型式		
一般 エ リ ア	感知器の取付面高さが8m未満	アナログ式の 煙感知器*	アナログ式の 熱感知器	非アナログ式の 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	火災時に生じる熱を 感知できる熱感知器 を設置	炎が発する赤外線を 感知する炎感知器を 設置	
	感知器の取付面高さが8m未満 のうち、発火性又は引火性の雰 囲気を形成するおそれのある 場所 〔万が一の水素濃度の上昇や燃 料の気化を想定〕	非アナログ式の 防爆型の煙感知器*	非アナログ式の 防爆型の熱感知器	火災時に生じる熱を感知できる 防爆型の熱感知器を設置
一般 エ リ ア	感知器の取付面高さが8m以上 20m未満 〔火災によって生じる熱が高所 の取付面において希薄となる ことを想定〕	アナログ式の 煙感知器	非アナログ式の 炎感知器	炎が発する赤外線を感知する炎 感知器を設置
	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			

\*: 火炎を形成しない状態の無炎火災を考慮し、アナログ式の煙感知器又は非アナログ式の防爆型の煙感知器を異なる感知器方式の火災感知器の一つとして設置する設計を基本とする。

## (1) 燃料取扱設備エリア（使用済燃料ピットを除く）

## a. 環境条件を踏まえた火災感知器設計の制約

燃料取扱設備エリア（使用済燃料ピットを除く）（以下「燃料取扱設備エリア」という。）の高天井エリアは、火災によって生じる煙及び熱が高所の取付面において希薄となることが想定され、取付面における煙濃度や温度の上昇の監視が消防法施行規則第23条第4項第一号イのとおり適切ではなく、非アナログ式の炎感知器以外の火災感知器を消防法施行規則第23条第4項又は消防法施行規則等と同等以上 の方法により設置することができない。

## b. 十分な保安水準を確保した設計の概要

## (a) 火災感知器の設置方法

燃料取扱設備エリア内で確実に火災を感知する設計として、非アナログ式の炎感知器を消防法施行規則第23条第4項により設置しエリア全体を網羅的に監視したうえで、高天井エリアに隣接する感知区画の消防法施行規則第23条第4項により設置するアナログ式の煙感知器を兼用し、異なる感知方式の火災感知器によって当該感知区画内の火災を感知することで、十分な保安水準を確保した設計とする。

## (b) 十分な保安水準の達成について

燃料取扱設備エリアの高天井エリアは、火災区画である燃料取扱設備エリアの感知区画の一つであり、取付面高さ20m以上の感知区画である。

当該感知区画には、放射性物質の貯蔵等の機器等及び重大事故等対処施設が設置されている。また、当該感知区画を含め燃料取扱設備エリアには、放射性物質の貯蔵等の機器等及び重大事故等対処施設が設置されている。

燃料取扱設備エリアの設備の設置状況を踏まえ、燃料取扱設備エリア内で確実に火災を感知し消火活動を行うことにより、以下のとおり十分な保安水準の確保を達成できる。

イ 燃料取扱設備エリア内に火災の影響を限定することで、燃料取扱設備エリア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。

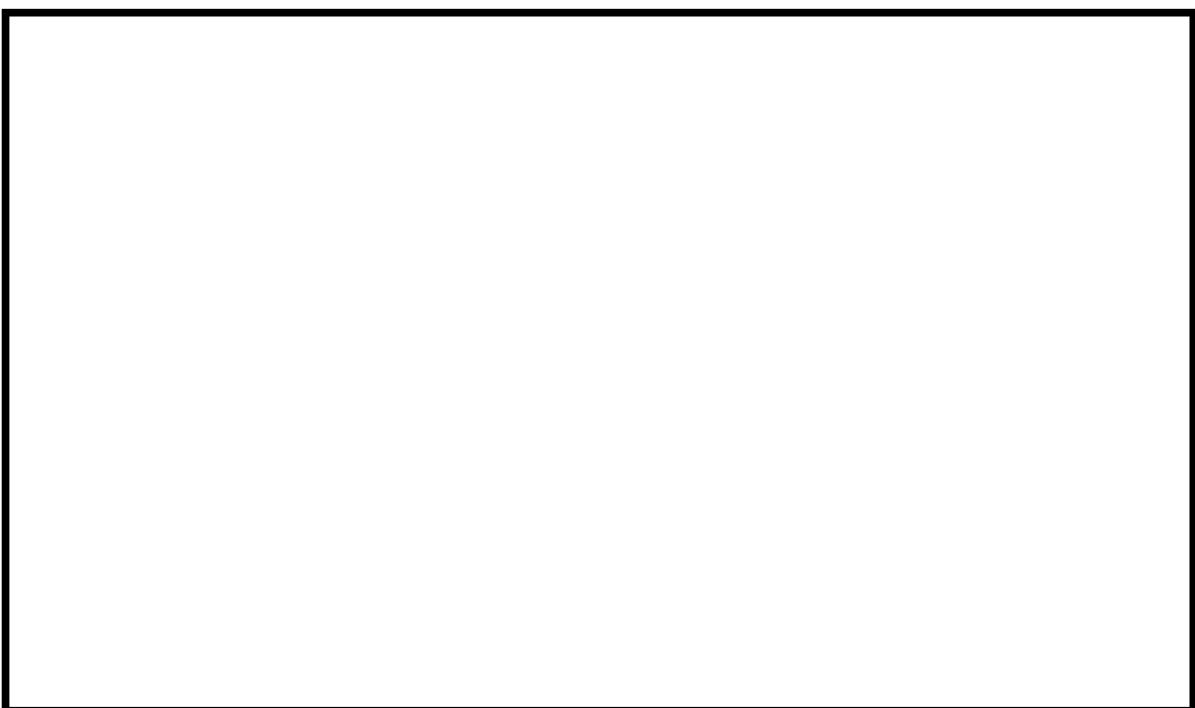
- 燃料取扱設備エリア内の設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が以下の理由によって火災により損なわれない。
  - (イ) 放射性物質が漏えいした場合においても燃料取扱設備エリア外にある廃液処理系統及び換気空調系統により放射線管理区域外への放射性物質の放出が防止できる。
  - (ロ) 当該感知区画内で火災が発生した場合においても、重大事故等対処施設の設置状況及び消防法施行規則第23条第4項により設置する非アナログ式の炎感知器による火災監視を踏まえ、重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能を損なわない。



第7-2-1図 燃料取扱設備エリアの高天井エリア（平面図）  
に対する火災感知器の設計



第 7-2-2 図 燃料取扱設備エリアの高天井エリア (A-A 断面図)



第 7-2-3 図 燃料取扱設備エリアの高天井エリア (B-B 断面図)

(2) 使用済燃料ピット水タンク室（川内2号機のみ）

a. 環境条件を踏まえた火災感知器設計の制約

使用済燃料ピット水タンク室は、火災によって生じる煙及び熱が高所の取付面において希薄となることが想定され、取付面における煙濃度や温度の上昇の監視が消防法施行規則第23条第4項第一号イのとおり適切ではなく、非アナログ式の炎感知器以外の火災感知器を消防法施行規則第23条第4項又は消防法施行規則等と同等以上 の方法により設置することができない。

b. 十分な保安水準を確保した設計の概要

(a) 火災感知器の設置方法

使用済燃料ピット水タンク室内で確実に火災を感知する設計として、非アナログ式の炎感知器を消防法施行規則第23条第4項により設置しエリア全体を網羅的に監視したうえで、火災によって発生した煙が天井面に滞留した後、沈降していく性質を踏まえ、隣接する火災区域又は火災区画への煙の流出が懸念される箇所よりも高く、且つ、保守点検に支障のない使用済燃料ピット水タンク室の箇所にアナログ式の煙感知器を設置し、異なる感知方式の火災感知器によって当該感知区画内の火災を感知することで、十分な保安水準を確保した設計とする。

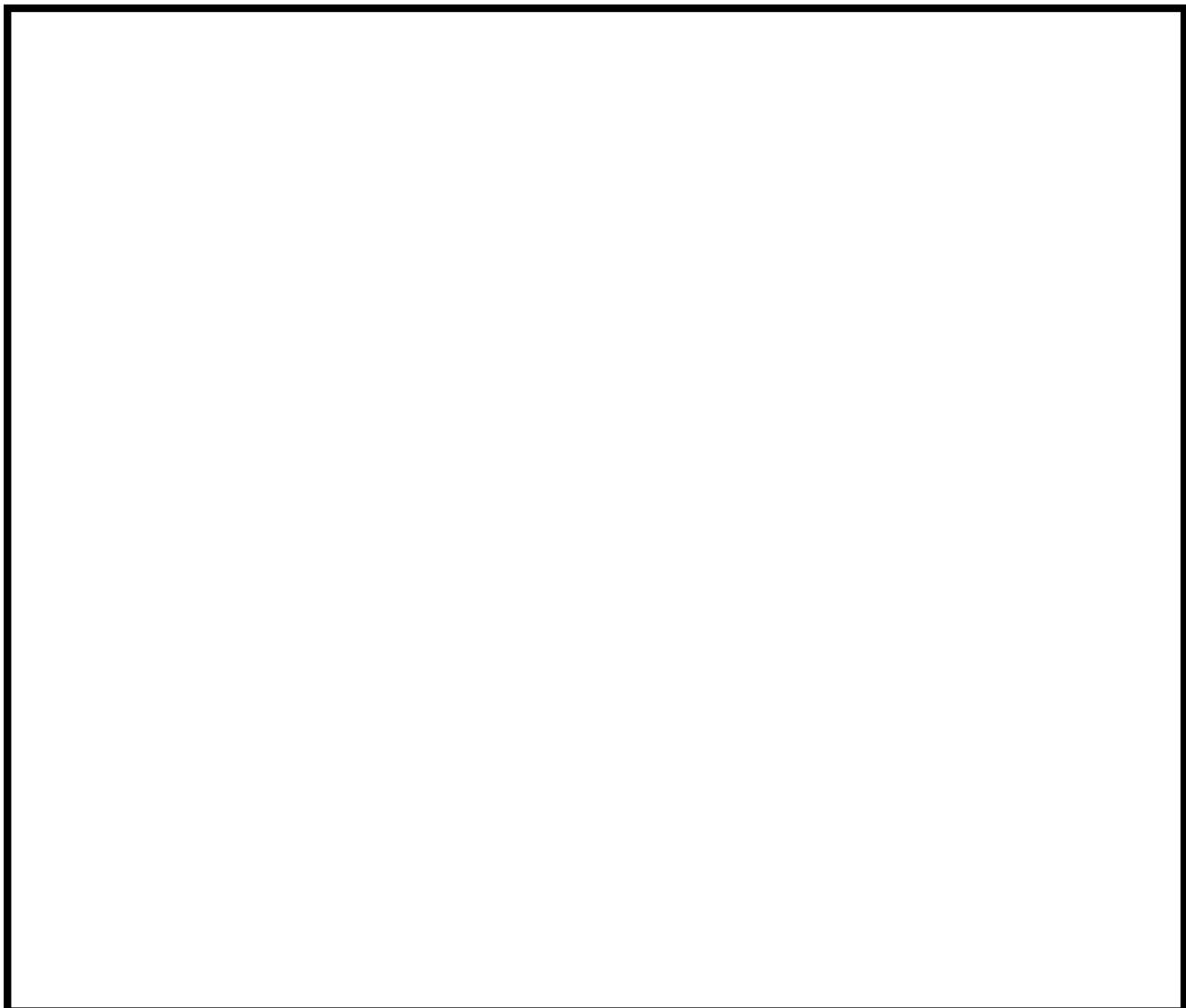
(b) 十分な保安水準の達成について

使用済燃料ピット水タンク室は、火災区画を一つの感知区画としており、隣接する火災区画と狭隘な開口によって接続される取付面高さ20m以上の感知区画である。

使用済燃料ピット水タンク室は、原子炉の安全停止に必要な機器等、放射性物質の貯蔵等の機器等及び重大事故等対処施設は設置されていない。

使用済燃料ピット水タンク室の設備の設置状況を踏まえ、使用済燃料ピットタンク室内で確実に火災を感知し消火活動を行うことにより、以下のとおり十分な保安水準の確保を達成できる。

イ 使用済燃料ピット水タンク室内に火災の影響を限定することで、使用済燃料ピット水タンク室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。



第7-2-4図 使用済燃料ピット水タンク室（平面図）  
に対する火災感知器の設計



第7-2-5図 使用済燃料ピット水タンク室（断面図）

## (2) 高天井エリア

### a. オペレーティングフロア

#### (a) 環境条件を踏まえた火災感知器設計の制約

オペレーティングフロアは、火災によって生じる煙及び熱が高所の取付面において希薄となることが想定され、取付面における煙濃度や温度の上昇の監視が消防法施行規則第 23 条第 4 項第二号のとおり適切ではなく、非アナログ式の防爆型の炎感知器以外の火災感知器を消防法施行規則第 23 条第 4 項又は消防法施行規則等と同等以上 の方法により設置することができない。

#### (b) 火災の感知に係る設計要件①を満足する設計の概要

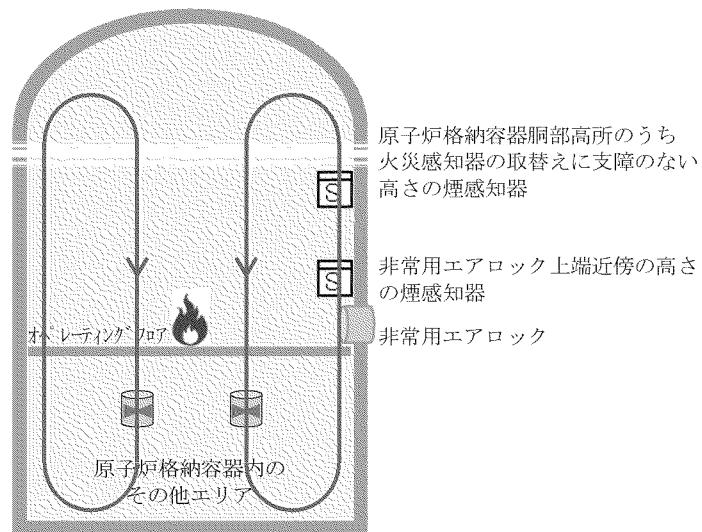
##### イ 火災感知器の設置方法

原子炉格納容器内で確実に火災を感知する設計として、非アナログ式の防爆型の炎感知器を消防法施行規則等と同等以上 の方法により設置しエリア全体を網羅的に監視したうえで、換気空調設備の運転状態に応じた原子炉格納容器内の空気の流れ及び火災の規模に応じた煙の流動を踏まえ、隣接する火災区域又は火災区画への煙の流出が懸念される箇所よりも高く、且つ、保守点検に支障のない箇所に非アナログ式の防爆型の煙感知器を設置し、異なる感知方式の火災感知器によって当該感知区画内の火災を感知することで、火災の感知に係る設計要件①を満足する設計とする。以下に非アナログ式の防爆型の煙感知器の設置に係る設計について詳細を示す。

##### (イ) 換気空調設備の運転状態に応じた原子炉格納容器内の空気の流れを踏まえた設計

###### I 格納容器再循環ファン運転時

格納容器再循環ファン運転時は、オペレーティングフロアでの火災によって発生した煙又は他感知区画からオペレーティングフロアに流れ込む煙は、格納容器再循環ファンによって原子炉格納容器内を循環するため、火災の継続とともに原子炉格納容器全体の煙濃度が均一に高まる。そのため、隣接する火災区域又は火災区画への煙の流出が懸念される箇所よりも高い箇所に設置する非アナログ式の防爆型の煙感知器により、原子炉格納容器内において確実に感知可能であり、火災の感知に係る設計要件①を満足する。



第7-2-11図 格納容器再循環ファン運転時における煙の流動

## II 格納容器再循環ファン停止時

格納容器再循環ファン停止時は、当該ファンによる煙濃度の均一化が見込めないことから、火災の熱によって発生する上昇気流等による煙の流動を踏まえた設計が必要となる。

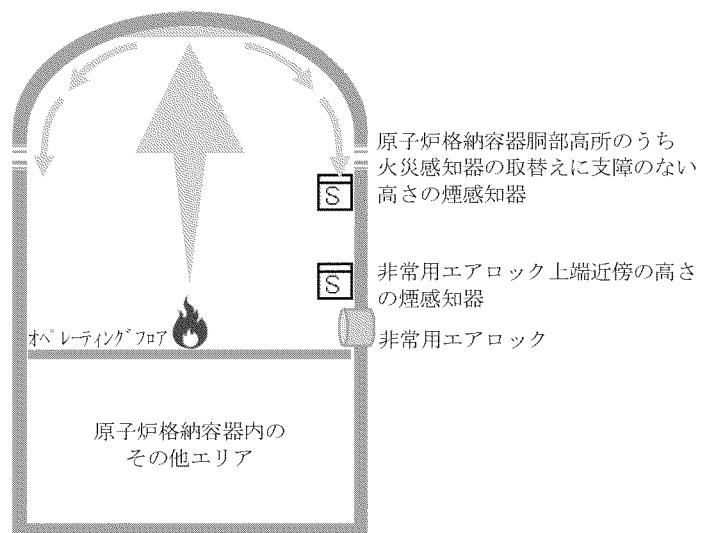
### (ロ) 格納容器再循環ファン停止時における火災の規模に応じた煙の流動を踏まえた設計

オペレーティングフロアにおける火災について、火災の規模に応じて3つに分類し、それぞれの煙の流動を踏まえ、以下のとおり火災によって発生した煙を感知する。

#### I 大規模な火災

大規模な火災では、火災の熱によって発生する上昇気流により原子炉格納容器頂部まで煙が上昇し、その後、原子炉格納容器内壁により冷却され、周囲の空気との密度差による自然対流で原子炉格納容器内壁に沿って煙が下降することを想定する。

隣接する火災区域又は火災区画への煙の流出が懸念される箇所よりも高い箇所（原子炉格納容器脇部高所のうち火災感知器の取替えに支障のない高さ）に設置する非アナログ式の防爆型の煙感知器は、大規模な火災における煙の流路に設置するため、原子炉格納容器内において確実に感知可能であり、火災の感知に係る設計要件①を満足する。

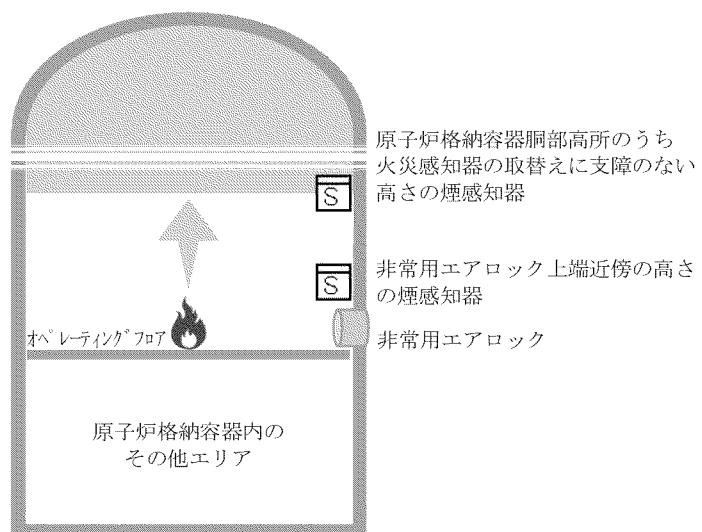


第7-2-12図 大規模な火災時における煙の流動

## II 中規模な火災

中規模な火災では、火災の熱によって発生する上昇気流により原子炉格納容器頂部まで煙が上昇し、頂部において平衡状態となり、その後、頂部に溜まる煙の層が時間経過とともに厚くなることを想定する。

原子炉格納容器頂部から煙の層が厚くなっていくことから、隣接する火災区域又は火災区画への煙の流出が懸念される箇所よりも高い箇所（原子炉格納容器胴部高所のうち火災感知器の取替えに支障のない高さ）に設置する非アナログ式の防爆型の煙感知器により原子炉格納容器内において確実に感知可能であり、火災の感知に係る設計要件①を満足する。

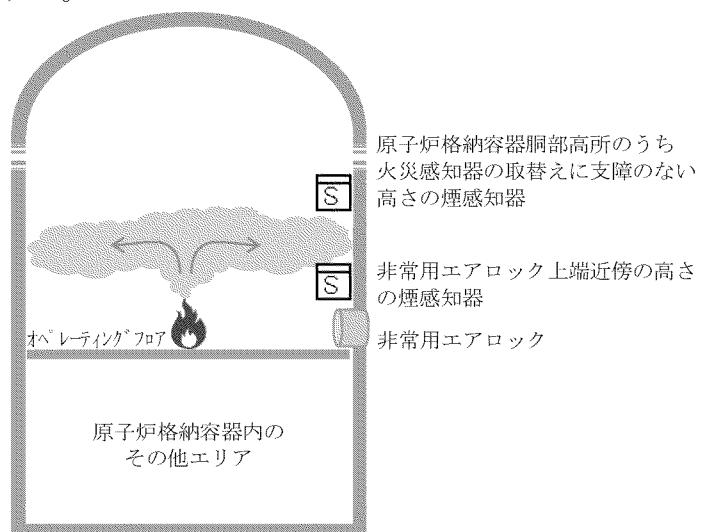


第7-2-13図 中規模な火災における煙の流動

### III 小規模な火災

小規模な火災では、火災の熱によって発生する上昇気流が周囲の空気に熱を奪われ、上昇力を失い、煙が頂部まで上昇する前に水平方向に拡散する流れが優位となることを想定する。

水平方向に拡散した煙は原子炉格納容器胴部で滞留することから、隣接する火災区域又は火災区画への煙の流出が懸念される箇所よりも高い箇所（非常用エアロック上端近傍の高さ）に設置する非アナログ式の防爆型の煙感知器により原子炉格納容器内において確実に感知可能であり、火災の感知に係る設計要件①を満足する。



第7-2-14図 中規模な火災における煙の流動

#### (ハ) 原子炉格納容器の健全性

火災発生時における原子炉格納容器の健全性を確認するため、火災力学ツールFDTs (Fire Dynamics Tools) により原子炉格納容器頂部の温度を評価し、原子炉格納容器の設計基準事故時における最高使用温度と比較を行う。

オペレーティングフロアでの火災発生時における原子炉格納容器頂部の温度評価は以下の条件により行う。

空間体積：オペレーティングフロアより上部の原子炉格納容器胴部の体積

火 灾 源：オペレーティングフロアに設置される設備のうち  
火災荷重が最も大きい火災源である電気盤  
(HRR : 232kW(NUREG/CR-6850 表F-1よりHRRを設定))

換 気：格納容器給排気ファンによる強制換気

温度評価の結果、火災発生から1時間後の原子炉格納容器頂部の温度は約56°Cとなった。評価結果を別紙7-3に示す。

原子炉格納容器頂部の温度評価結果が原子炉格納容器の設計基準事故時における最高使用温度127°Cを超過しないことから、原子炉格納容器の健全性を確認した。

## (二) 火災感知器の設置場所について

オペレーティングフロアにおいて隣接する火災区域又は火災区域への煙の流出が懸念される箇所として非常用エアロックが該当し、非常用エアロックの上端よりも高い位置に非アナログ式の防爆型の煙感知器を設置する。格納容器再循環ファン停止時における大規模又は中規模の火災の場合、これらの火災における煙の流動を鑑みると原子炉格納容器頂部が最も早く煙による火災の感知が可能であるが、故障に伴う火災感知器取替え時における労働安全及び作業性確保の観点から、原子炉格納容器胴部高所のうち火災感知器の取替えに支障のない箇所に非アナログ式の防爆型の煙感知器を設置する。

換気空調設備の運転状態に応じた原子炉格納容器内の空気の流れ及び火災の規模に応じた煙の流動を踏まえた非アナログ式の防爆型の煙感知器の設置高さを表7-2-5に示す。

第7-2-5表 非アナログ式の防爆型の煙感知器の設置高さ

再循環ファン 運転状態	火災の規模	設置高さ
運転中	—	<ul style="list-style-type: none"><li>・非常用エアロック上端近傍の高さ</li><li>・原子炉格納容器胴部高所のうち火災感知器の取替えに支障のない高さ</li></ul>
停止中	大規模	<ul style="list-style-type: none"><li>・原子炉格納容器胴部高所のうち火災感知器の取替えに支障のない高さ</li></ul>
	中規模	<ul style="list-style-type: none"><li>・原子炉格納容器胴部高所のうち火災感知器の取替えに支障のない高さ</li></ul>
	小規模	<ul style="list-style-type: none"><li>・非常用エアロック上端近傍の高さ</li></ul>

## 火災力学ツール FDTs による原子炉格納容器頂部温度評価



**CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE  
IN A ROOM FIRE  
WITH FORCED VENTILATION  
COMPARTMENT WITH THERMALLY THICK/THIN BOUNDARIES**

Version 1805.1  
(SI Units)

The following calculations estimate the hot gas layer temperature and smoke layer height in enclosure fire.

Parameters in **YELLOW CELLS** are Entered by the User.

Parameters in **GREEN CELLS** are Automatically Selected from the DROP DOWN MENU for the Material Selected.

All subsequent output values are calculated by the spreadsheet and based on values specified in the input parameters. This spreadsheet is protected and secure to avoid errors due to a wrong entry in a cell(s). The chapter in the NUREG should be read before an analysis is made.

Project / Inspection

Title:

川内1号機 C/Vオペレーションフロアの高温ガス温度評価 (EL+13.3~EL+51.7m)  
可燃物：電気盤(232kW) 排気・格納容器排気ファン(1100m<sup>3</sup>/min ×2台)

### INPUT PARAMETERS

#### COMPARTMENT INFORMATION

Compartment Width (w <sub>c</sub> )	35.40 m
Compartment Length (l <sub>c</sub> )	35.40 m
Compartment Height (h <sub>c</sub> )	38.40 m

Interior Lining Thickness (δ) 15.00 cm

#### AMBIENT CONDITIONS

Ambient Air Temperature (T <sub>a</sub> )	49.00 °C
Specific Heat of Air (c <sub>a</sub> )	1.00 kJ/kg-K

Ambient Air Density (ρ<sub>a</sub>) 1.10 kg/m<sup>3</sup>

#### THERMAL PROPERTIES OF COMPARTMENT ENCLOSING SURFACES

Interior Lining Thermal Inertia (k <sub>p</sub> )	2.9 (kW/m <sup>2</sup> -K) <sup>2</sup> -sec
Interior Lining Thermal Conductivity (k)	0.0016 kW/m-K
Interior Lining Specific Heat (c <sub>p</sub> )	0.75 kJ/kg-K
Interior Lining Density (ρ)	2400 kg/m <sup>3</sup>

Note: Air density will automatically correct with Ambient Air Temperature (T<sub>a</sub>) Input

#### THERMAL PROPERTIES FOR COMMON INTERIOR LINING MATERIALS

Material	k <sub>p</sub> (kW/m <sup>2</sup> -K) <sup>2</sup> -sec	k (kW/m-K)	c (kJ/kg-K)	ρ (kg/m <sup>3</sup> )	Select Material
Aluminum (pure)	500	0.206	0.895	2710	Concrete
Steel (0.5% Carbon)	197	0.054	0.465	7850	Scroll to desired material then Click on selection
Concrete	2.9	0.0016	0.75	2400	
Brick	1.7	0.0008	0.8	2600	
Glass, Plate	1.6	0.00076	0.8	2710	
Brick/Concrete Block	1.2	0.00073	0.84	1900	
Gypsum Board	0.18	0.00017	1.1	960	
Plywood	0.16	0.00012	2.5	540	
Fiber Insulation Board	0.16	0.00053	1.25	240	
Chipboard	0.15	0.00015	1.25	800	
Aerated Concrete	0.12	0.00026	0.96	500	
Plasterboard	0.12	0.00016	0.84	950	
Calcium Silicate Board	0.098	0.00013	1.12	700	
Alumina Silicate Block	0.036	0.00014	1	260	
Glass Fiber Insulation	0.0018	0.000037	0.8	60	
Expanded Polystyrene	0.001	0.000034	1.5	20	
User Specified Value	Enter Value	Enter Value	Enter Value	Enter Value	

Reference: Kline, L., J. Mika, Principles of Smoke Management, 2002 Page 270.

#### COMPARTMENT MASS VENTILATION FLOW RATE

Forced Ventilation Flow Rate (m) 36.67 m<sup>3</sup>/sec

#### FIRE SPECIFICATIONS

Fire Heat Release Rate (Q) 232.00 kW

## METHOD OF FOOTE, PAGNI, AND ALVARES (FPA)

Reference: NFPA Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd Edition, 2003, Page 3-177

$$\Delta T_g/T_a = 0.63(Q/(mc_a T_a))^{0.72}(h_k A_T/(mc_a))^{-0.36}$$

Where

$\Delta T_g = T_g - T_a$  = upper layer gas temperature rise above ambient (K)  
 $T_a$  = ambient air temperature (K)  
 $Q$  = heat release rate of the fire (kW)  
 $m$  = compartment mass ventilation flow rate (kg/sec)  
 $c_a$  = specific heat of air (kJ/kg-K)  
 $h_k$  = convective heat transfer coefficient (kW/m<sup>2</sup>-K)  
 $A_T$  = total area of the compartment enclosing surface boundaries (m<sup>2</sup>)

### Thermal Penetration Time Calculation

$$t_p = (\rho c_p/k) (\delta/2)^2$$

Where

$t_p$  = thermal penetration time (sec)  
 $\rho$  = interior lining density (kg/m<sup>3</sup>)  
 $c_p$  = interior lining specific heat (kJ/kg-K)  
 $k$  = interior lining thermal conductivity (kW/m-K)  
 $\delta$  = interior lining thickness (m)

$$t_p = 6328.13 \text{ sec}$$

### Heat Transfer Coefficient Calculation

$$h_k = \sqrt{(kpc/t)} \quad \text{for } t < t_p \quad \text{or} \quad (k/\delta) \quad \text{for } t > t_p$$

Where

$h_k$  = heat transfer coefficient (kW/m<sup>2</sup>-K)  
 $kpc$  = interior construction thermal inertia (kW/m<sup>2</sup>-K)<sup>0.5</sup>-sec  
(a thermal property of material responsible for the rate of temperature rise)  
 $t$  = time after ignition (sec)  
See table below for results

### Area of Compartment Enclosing Surface Boundaries

$$A_T = 2(w_c \times l_c) + 2(h_c \times w_c) + 2(h_c \times l_c)$$

Where

$A_T$  = total area of the compartment enclosing surface boundaries (m<sup>2</sup>)  
 $w_c$  = compartment width (m)  
 $l_c$  = compartment length (m)  
 $h_c$  = compartment height (m)

$$A_T = 7943.76 \text{ m}^2$$

### Compartment Hot Gas Layer Temperature With Forced Ventilation

$$\Delta T_g/T_a = 0.63(Q/(mc_p T_a))^{0.72}(h_k A_T/(mc_p))^{-0.36}$$

$$\Delta T_g = T_g - T_a$$

$$T_g = \Delta T_g + T_a$$

Time After Ignition (t) (min)	h <sub>k</sub> (kW/m <sup>2</sup> -K)	ΔT <sub>g</sub> /T <sub>a</sub>	ΔT <sub>g</sub> (K)	T <sub>g</sub> (K)	T <sub>g</sub> (°C)	T <sub>g</sub> (°F)
(sec)						
0 0	-	-	-	322.00	49.00	120.20
1 60	0.22	0.01	2.88	324.88	51.88	125.39
2 120	0.16	0.01	3.27	325.27	52.27	126.08
3 180	0.13	0.01	3.51	325.51	52.51	126.53
4 240	0.11	0.01	3.70	325.70	52.70	126.86
5 300	0.10	0.01	3.85	325.85	52.85	127.14
10 600	0.07	0.01	4.37	326.37	53.37	128.06
15 900	0.06	0.01	4.70	326.70	53.70	128.65
20 1200	0.05	0.02	4.95	326.95	53.95	129.10
25 1500	0.04	0.02	5.15	327.15	54.15	129.47
30 1800	0.04	0.02	5.32	327.32	54.32	129.78
35 2100	0.04	0.02	5.47	327.47	54.47	130.04
40 2400	0.03	0.02	5.60	327.60	54.60	130.28
45 2700	0.03	0.02	5.72	327.72	54.72	130.50
50 3000	0.03	0.02	5.83	327.83	54.83	130.70
55 3300	0.03	0.02	5.93	327.93	54.93	130.88
60 3600	0.03	0.02	6.03	328.03	55.03	131.05

## 川内原子力発電所第1号機及び第2号機並びに玄海原子力発電所第3号機及び第4号機設計及び工事の計画の認可申請（火災防護審査基準の改正に伴う基本設計方針の変更）に係る確認事項

3月14日ヒアリングのコメント回答について

### 【確認事項】

火災感知設備の追設に伴い、非常用ディーゼル発電機の電源容量は確保できているか説明すること。また各発電所において追設する火災感知器の個数を示すこと。

### 【コメント回答】

各プラントの非常用ディーゼル発電機の電源容量、要求される負荷容量（火災BF対応前）、電源容量の余裕、火災BFを踏まえた消費電力増加量及び火災感知器の追設台数を以下の表に示す。

下表より、ディーゼル発電機容量から負荷容量を差し引いた数値が火災BF対応前における電源容量の余裕である。電源容量の余裕に比べて、火災BFを踏まえた消費電力増加量は十分小さいため、非常用ディーゼル発電機は火災感知器の追設対応後においても十分な容量を有している。

表：ディーゼル発電機容量、負荷容量及び火災BFを踏まえた消費電力増加量等について

	川内1号	川内2号	玄海3号	玄海4号
ディーゼル発電機容量	5700kW	5700kW	7100kW	7100kW
負荷容量	5310kW	5260kW	6877kW	6976kW
電源容量の余裕	390kW	440kW	223kW	124kW
火災BFを踏まえた 消費電力増加量	0.83kW	0.83kW	4.04kW	4.1kW
火災感知器の追設台数	1669台	1073台	1726台	815台

# 火災感知設備のうち感知器等に係る用語の定義

## 火災感知設備

火災の感知を行い、警報等を行う設備であり、火災感知器や火災受信機盤(又は火災報知盤)等で構成する。

## 火災感知器

火災感知設備のうち「感知器」及び「検知装置(感知器と同等の機能を有する機器)」を合わせて火災感知器という。

### 感知器

火災により生じる熱、煙又は炎を利用して火災の発生を感知し、火災信号等を発信するものであり、且つ、消防法に定められる型式適合検定に合格したもの(=検定品)。

- ・アナログ式の煙感知器
- ・アナログ式の熱感知器
- ・非アナログ式の炎感知器
- ・非アナログ式の防爆型の煙感知器
- ・非アナログ式の防爆型の熱感知器

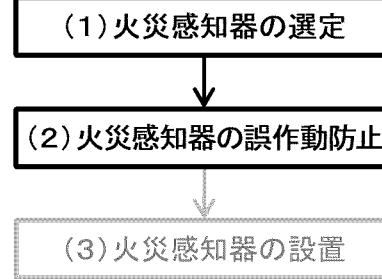
### 検知装置 (感知器と同等の機能を有する機器)

感知器と同等の機能を有するが、検定品ではないもの。

- ・検定品ではない高感度煙感知器  
(「高感度煙検知装置」という。)
- ・光ファイバケーブル熱検知装置
- ・非アナログ式の防爆型の炎検知装置

# 火災感知器の設計フロー -火災感知器の選定と誤作動防止-

## 設計フロー概略



## (1) 火災感知器の選定

			感知器 [検定品]			検知装置(感知器と同等の機能を有する機器) [未検定品]		
			煙	熱	炎	煙	熱	炎
取付面高さ			20m未満※1	8m未満※1	制限なし	20m未満	8m未満	制限なし
基本 基 本 以 外	基 本	アナロ グ式	アナログ式の 煙感知器	アナログ式の 熱感知器	—	—	—	—
		非ア ナロ グ式	—	—	非アナログ式 の炎感知器	—	—	—
		—※2	非アナログ式 の防爆型の 煙感知器	非アナログ式 の防爆型の 熱感知器	—	高感度 煙検知装置	—	—
	環境 条件	放射線 影響			—	—	—	—
		発火性 引火性			—	—	—	非アナログ式 の防爆型の 炎検知装置
	屋外 環境	—			—	—	—	—
設備の 設置状況			—	—	—	高感度 煙検知装置	光ファイバ ケーブル 熱検知装置	—

※ 1 取付面高さが基準値以上となる感知区画において、消防法施行規則に依らず煙感知器又は熱感知器を設置する場合がある。

※ 2 放射線影響により感知器等の故障が懸念され、消防法施行規則等による煙感知器の設置が困難な感知区画において、感知区画内の故障の懸念がない場所に部分的に非アナログ式の防爆型の煙感知器を設置する場合がある。

## (2) 火災感知器の誤作動防止

上記で選定した火災感知器について、それぞれ誤作動防止の方策を講じる。