

原子力発電所における火災感知器の設置に関する 技術基準適合の考え方について

平成30年10月30日

北	海	道	電	力	株	式	会	社
東	北	電	力	株	式	会	社	
東	京	電	力	ホ	ー	ル	デ	ィ
中	部	電	力	株	式	会	社	
北	陸	電	力	株	式	会	社	
関	西	電	力	株	式	会	社	
中	国	電	力	株	式	会	社	
四	国	電	力	株	式	会	社	
九	州	電	力	株	式	会	社	
日	本	原	子	力	発	電	株	式
電	源	開	発	株	式	会	社	
日	本	原	燃	株	式	会	社	

平成30年9月12日の第29回原子力規制委員会にて、

火災区域又は火災区画においては、火災防護対象となる構造物、系統及び機器以外にも可燃物が存在しうることに鑑みれば、固有の信号を発する異なる種類の感知器又は感知器と同等の機能を有する機器は、火災防護対象機器等の周辺のみではなく、火災区域又は火災区画の全域に適切に網羅するように設置されることが必要であり、それぞれが消防法令の設置要件と同等の要件に基づいて設置する等について、従来の規定に加えて求める必要がある。

火災防護審査基準においては、煙の多く出る「無炎火災」と煙がほとんどでない「有炎火災」の両方に対応できるよう複数の感知器（例：熱感知器と煙感知器）又は同等の機能を有する機器を組み合わせ、早期の火災感知及び消火のために設置することを求めているが、その設置方法の詳細について規定していない。

との見解が示された。

以上について、これまでの事業者の考え方と審査実績を説明する。

1. 異なる火災感知器の設置設計について

(1) 異なる火災感知器の設計フロー

(2) 異なる火災感知器の設置に関する基準適合の考え方

(3) 炉規法上の要求範囲の整理

[整理Ⅰ] 炉規法上の防護対象（熱感知器の監視対象）

[整理Ⅱ] 炉規法（火災防護審査基準）上の使命期間

[整理Ⅲ] 熱感知器の監視不要範囲の管理

2. 可燃物管理について

(1) 持込可燃物管理の概要

(2) 持込可燃物管理業務の概要

(3) 火災現象の種類に応じた早期感知について

(4) 持込可燃物管理の実例

3. 火災感知器の設置に係る審査実績

4. 結論

1.(1)異なる火災感知器の設計フロー

○火災防護審査基準

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。

(安全機能を有する構築物、系統及び機器とは、以下の火災防護対象機器等と同義である)

①火災防護対象機器等の選定※
 対象〔・原子炉の安全停止機能（SA機能含）
 ・放射性物質の貯蔵・閉じ込め

※火災防護審査基準2.2.1及び用語の定義

火災区画の設定

・①で対象とした機器を含む火災区画を設定

火災区画内の異なる感知器配置設計

火災区画内の異なる火災感知器の監視対象

①火災防護対象機器等

②火災源(①に影響を与えられられる火災源)

➡ ①及び②の火災を監視する位置に設置

<整理Ⅱ>

火災防護審査基準のまえがきにおいて、
 停止時は火災防護審査基準上対象外。

<整理Ⅰ>

安全機能を有する機器等に対する火災の影響を限定するために早期感知することが、火災感知器に係る規制要求であり、これを満たすために、事業者は①火災防護対象機器等及び②当該機器等に影響を与える可能性がある火災源（ポンプ、盤等）を対象に、異なる種類の感知器を設置し、当該範囲を監視している。

<整理Ⅲ>

熱感知の範囲外については、保安規定に基づき定めた火災防護計画及び社内標準で定めた可燃物管理及び煙感知器にて火災監視を行っている。

③熱感知器の監視不要範囲

(火災防護審査基準により追設した異なる感知器の範囲外)

➡ 可燃物管理（及び煙感知器）で対応

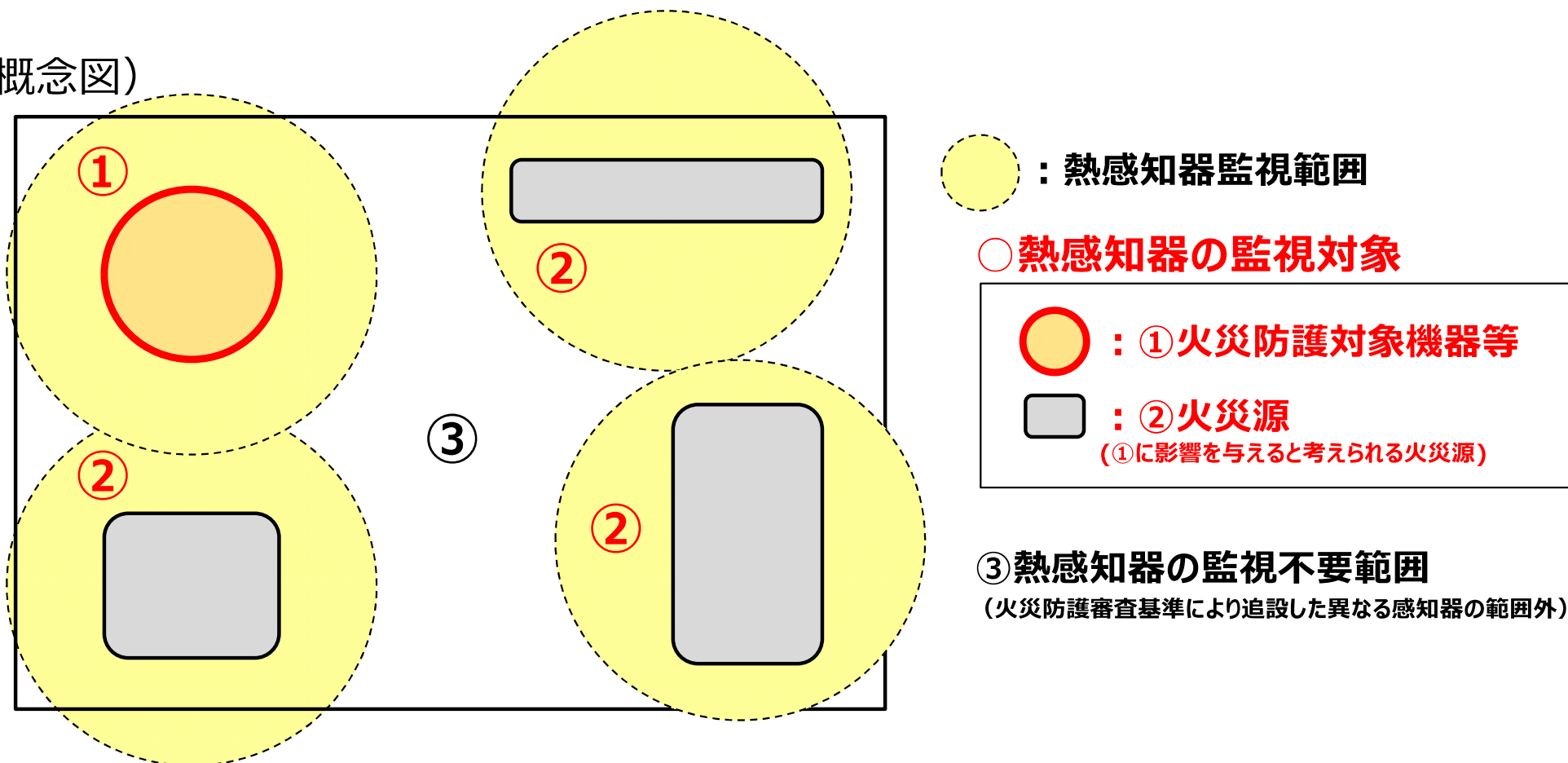
1.(2)異なる火災感知器の設置に関する基準適合の考え方

- 感知器は異なる種類を組み合わせる要求に対し、従来から全域に設置している煙感知器に加え追加設置する熱感知器は、①火災防護対象機器等および②火災源を対象に設置（下図参照）
⇒基準適合の考え方は認可実績あり。 ➡ 13 14

[整理 I]

- ③は煙感知に加え、保安規定に基づき、持込可燃物管理を実施。

(概念図)



○なお、上図は炉規法上の設置の考え方であり、消防法上は別途、煙感知器を設置することにより適合している。

1.(3)炉規法上の要求範囲の整理

防護対象	使命期間 [整理Ⅱ]	対応 [整理Ⅲ]		
		①火災防護対象機器等	②火災源	③熱感知器の監視不要範囲
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／関連重大事故等対処施設	安全機能要求あり (運転時)	煙＋熱感知他	煙＋熱感知他	煙感知 ＋ 可燃物管理
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／関連重大事故等対処施設	運転時 停止時	煙＋熱感知他	煙＋熱感知他	煙感知 ＋ 可燃物管理

○火災防護審査基準

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

- 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場所に設置すること。
- ② 火災を早期に感知できるよう固有の信号を発する異なる種類の感知器または同等の機能を有する機器を組合せて設置すること。また、その設置にあたっては、感知器等の誤作動を防止するための方策を講じること。

※安全機能：原子炉の停止、冷却、環境への放射性物質の放出抑制を確保するための機能をいう。（基準中の「用語の定義」より）

➡ 安全機能を有する機器等に対する火災の影響を限定するために早期感知することが、火災感知器に係る規制要求であり、これを満たすために事業者は、火災防護対象機器等及び当該機器等に影響を与える可能性がある火災源（ポンプ、盤等）を対象に、異なる種類の感知器を設置し、当該範囲を監視している。

○火災防護審査基準

1. まえがき

人為的な火災や定期検査時に持ち込まれる可燃性物質による火災、又は溶接作業等により発生する可能性がある火災等については、管理に係る事項であることから、本基準の対象外としている。

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じること。

- 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
- 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



- 1. まえがきにおいて、停止時は火災防護審査基準上対象外。
- 2. (1)①は、運転時に要求される機能である。（停止時は対象外）

1.(3)[整理Ⅲ] 熱感知器の監視不要範囲の管理

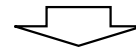
○火災防護審査基準

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開できません。

2. 基本事項

- (2) 火災防護対策並びに火災防護対策を実施するために必要な手順、機器及び職員の体制を含めた **火災防護計画**を策定すること。

○保安規定（例：関西電力）



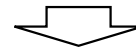
1. 2 火 災（3号炉および4号炉ならびに外部遮蔽壁保管庫）

安全・防災室長は、火災発生時における原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備として、次の1. 2. 1項から1. 2. 5項を含む**火災防護計画**を策定し、所長の承認を得る。また、各課（室）長は、火災防護計画に基づき、火災発生時における原子炉施設の保全のための活動を行うために必要な体制および手順の整備を実施する。

1. 2. 5 手順書の整備

r. 火災予防活動（**可燃物管理**）

○火災防護計画（例：関西電力）



- ➡ 熱感知の範囲外については、保安規定に基づき定めた火災防護計画及び社内標準で定めた可燃物管理及び従来より全域に設置している煙感知器にて火災監視を行っている。
（これらは保安検査で監視いただいている事項）

2.(1)持込可燃物管理の概要 (例：関西電力)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開できません。

○基本方針

- (1) 原則として、可燃物を持ち込まない。
- (2) 可燃物の持ち込みが必要な場合は、持ち込み量が必要最少量となるよう計画する。
- (3) 持ち込まれた可燃物は、可燃物の物性、数量、保管期間および保管先の状況などを確認し、適切に保管管理する。
(例：危険物は施錠できる金属製容器に保管する)
- (4) 不要となった持込可燃物は、速やかに持出す等、適切に処置する。

○可燃物の管理方針

- 管理対象期間：原子炉の運転モードに応じ、原子炉の停止、冷却機能を有する機器の機能が要求される期間
- 停止機器の設置状態に応じ、火災区画を下記に分類して、管理。

なお、持込可燃物の保管が必要な場合は以下に示すa,b以外のエリアへの保管を基本とする。

a.保管禁止エリア：運転中は持込可燃物の保管を禁止とする。

→原子炉の安全停止、冷却機能を有する機器（安全系機器）が設置されているエリア。

b.保管制限エリア：持込可燃物を保管する場合に低減方策※を行う

→放射性物質の貯蔵・閉じ込めの機能を有する機器、安全系のケーブルトレイ、S A 機器が設置されているエリア

※火災による影響低減方策：金属製容器収納、不燃シート養生等。
なお、安全系ケーブルトレイ下や制御盤近傍には保管しない。
(本方策は運転モード外においても実施)

- 保管する場合はエリアの等価火災時間を評価し、保管の可否を判断

2.(2)持込可燃物管理業務の概要 (例：関西電力)

可燃物の持ち込み、保管の判断に係る業務プロセスは社内標準「現場資機材管理所則」に規定している。その概要は以下の通り。

○承認プロセス

可燃物の持ち込み、保管が必要な場合は、以下に示す承認プロセスを経由する必要がある。

1. 申請者は、作業に伴う可燃物持ち込み及び保管の必要性が発生する都度、支援ツールである「原子力火災荷重管理システム」にて、保管の期間、可燃物の種類、量を入力する。
2. 申請者は入力結果を確定し、作業担当課（室）長及び関連課（室）長の審査を受ける。
3. その審査結果を踏まえ、火災防護業務の一元管理を担う安全・防災室長の許可を得る。

○支援ツールの活用

可燃物の持ち込み、保管の審査及び管理をより円滑かつ確実に行うために、支援ツールとして「原子力火災荷重管理システム」を導入し、運用している。その機能概要は以下の通り。

- ・可燃物の種類別発熱量のデータベース。
- ・各火災区画内の可燃物保管状況のデータベース化。
- ・恒設機器、保管可燃物の発生熱量から、保管制限エリアの火災荷重（等価火災時間）の自動積算。
- ・算出火災荷重に基づく、可燃物保管を行った場合の隣接火災区画への影響評価自動計算。
- ・社内各PCからアクセス可能であり、データ共有が行われている。



- 持込、保管可燃物を必要最小限の物品に限定するため、上記の承認プロセスを経ないと保管できない運用としている。
- なお、運用の円滑化、確実化のために支援ツールを導入している。

持込、保管可燃物により想定される火災現象は次項に示す。

2.(3)火災現象の種類に応じた早期感知について

○火災の発生、進展と感知器の選定

火災は、建築物内等の可燃物が着火することにより発生するもので、火災の初期には煙りながら燃え大量の煙が出ます。そして、時間の経過とともに炎を出して燃えさかるようになり、この頃になると周囲の温度も急激に上昇します。このような火災現象を早期に感知して、火災に対して適切に対応することが重要であり、その火災を自動的に感知するための機器が感知器です。

(日本消防検定協会HPより引用)

この火災現象の種類に応じた火災感知性能を評価するための火災の試験方法（Test-Fire:TF）が欧州規格EN54に規定されている。

○火災試験を踏まえた早期感知優位性の検討（試験の種類、結果：EN54より引用）

	試験の種類	試験結果（火災の特徴）	試験結果を踏まえた早期感知優位性
TF1	木材発炎火災	高濃度の煙と温度上昇を伴う炎が発生する。	煙
TF2	木材くん焼火災	煙って白煙が発生する。（無炎）	煙
TF3	綿灯芯くん焼火災	煙って白煙が発生する。（無炎）	煙
TF4	ポリウレタン発炎火災	煙と共に一酸化炭素が発生する。火災時の温度上昇率はわずかである。	煙
TF5	n－ヘプタン発炎火災	温度上昇率の高い炎を発生させる。（煙も発生するが、熱が優位）	熱
TF6	アルコール火災	温度上昇率の高い炎が発生する。煙の発生は少ない。	熱

発電所の恒設設備（①火災防護対象機器等、②火災源を含む）でTF5,6に該当するものはなく、点検作業時に使用する「有機溶剤（洗浄剤）、工業用アルコール」のみが該当

- 発電所内の可燃物から想定される火災の大半は煙が発生する火災であり、早期感知においては煙感知器が優位なケースがほとんどである。
- 煙がほとんどでない有炎火災を発生させるTF5,6に該当する物品は厳格な可燃物管理を行っており、原則持ち出しとした上で、仮に保管が発生した場合は金属製容器等に収納し、火災の発生を防止している。

2.(4)持込可燃物管理の実例 (例：関西電力)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開できません。

3.火災感知器の設置に係る審査実績（例：四国電力）

○設置変更許可における火災感知器の設置に係る基本方針を以下に示す。

- ・火災の感知については、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対して、火災の影響を限定し、早期の火災感知を行うための火災感知設備を設置する設計とする。
- ・火災感知設備の火災感知器は、環境条件等を考慮し、火災感知器を設置する火災区域又は火災区画の安全機能を有する機器の種類に応じ、火災を早期に感知できるよう、異なる種類の感知器を組み合わせで設置する設計とする。
- ・固有の信号を発する異なる種類の火災感知器は、火災を早期に感知し、火災の影響を限定するため、火災源が火災時に原子炉の安全停止に必要な機器等に影響を与えられ場所に設置する。
- ・想定火災源としては、火災発生防止対策を講じている油内包補機、電気盤、ケーブル等の火災を想定することとし、それらの火災源の設置場所を踏まえ、「固有の信号を発する異なる種類の火災感知設備」を設置し、火災の早期感知を図る。
- ・火災感知設備設置の組み合わせ
火災感知設備の異なる種類の感知器の組合せは、原則、以下のとおりとしている。
 - (a) 油内包機器、電気盤等：煙感知器＋熱感知器
 - (b) ケーブルトレイ等：煙感知器＋光ファイバ 温度監視装置

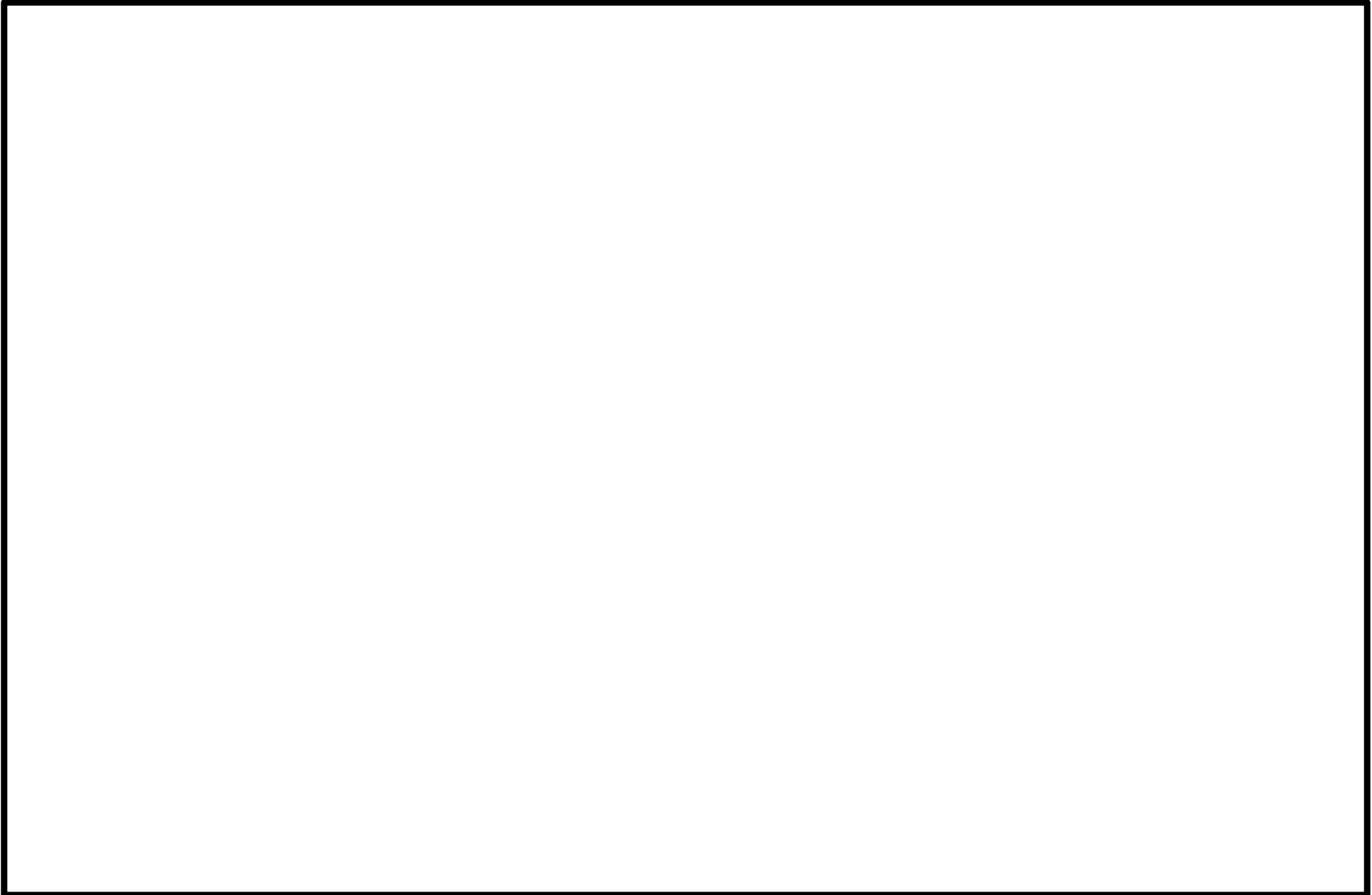
なお、工事計画においても同様の説明を実施。

3.火災感知器の設置に係る審査実績

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開できません。

14

○火災感知器の配置例を以下に示す。(工認補足説明資料抜粋)



○規制委員会より（再掲）

火災区域又は火災区画においては、火災防護対象となる構築物、系統及び機器以外にも可燃物が存在しうることに鑑みれば、固有の信号を発する異なる種類の感知器又は感知器と同等の機能を有する機器は、火災防護対象機器等の周辺のみではなく、火災区域又は火災区画の全域に適切に網羅するよう設置されることが必要であり、それぞれが消防法令の設置要件と同等の要件に基づいて設置する等について、従来の規定に加えて求める必要がある。

火災防護審査基準においては、煙の多く出る「無炎火災」と煙がほとんどでない「有炎火災」の両方に対応できるよう複数の感知器（例：熱感知器と煙感知器）又は同等の機能を有する機器を組み合わせ、早期の火災感知及び消火のために設置することを求めているが、その設置方法の詳細について規定していない。

○事業者の主張

規制委員会で示された見解に対し、

1. 煙感知器が火災区域又は区画全域に従来から設置されている。
2. 火災防護対象機器等及び火災源が設置される箇所を監視対象として、炉規法で異なる種類の感知器を追加設置している。
3. 2. 以外のエリアについてはほとんどの火災においては 1. の煙感知器が早期感知で優位であることに加えて、一部の有炎火災を発生させる物品を含め持込保管される可燃物については最小限とした上で、以下の可燃物管理を実施している。

（可燃物管理例）

- ・ 可燃物の金属製容器への保管
- ・ 可燃物の不燃シートによる保管
- ・ 有炎火災（熱感知器が早期感知で優位となる火災）を発生させうる有機溶剤等は原則作業中のみの持込であり、保管量は少量であると共に厳重な保管を実施している。

規制基準が求める、安全機能を有する機器等に対する火災影響の限定のため、従来より設置されている煙感知器に加え、火災防護対象機器等の機能に影響を与える火災を感知できる場所に炉規法に基づく異なる感知器を設置している。異なる感知器の監視不要範囲については可燃物管理を実施している。このため、異なる種類の感知器の更なる追設は不要と考える。