



JY-138-7

第8条（火災による損傷の防止）に係る説明書
「一般火災に対する火災防護対策」

2022年5月20日

日本原子力研究開発機構 大洗研究所
高速実験炉部

火災防護対象機器に対する火災防護対策の基本的な考え方

【火災による損傷の防止の基本方針（第8条）】

- 原子炉施設は、想定される火災によっても、原子炉を停止でき、放射性物質の閉じ込め機能を維持できるように、また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できるように、さらに、使用済燃料貯蔵設備の水冷却池においては、使用済燃料の冠水を確保し、冷却機能を維持できるように設計する。
- 原子炉施設は、安全機能の重要度分類がクラス1、2、3に属する構築物、系統及び機器に対して、適切な火災防護対策を講じる設計とする。

火災防護対象機器
安全機能の重要度分類がクラス1、2、3に属する構築物、系統及び機器

- 原子炉の安全停止に係る機器等
- 放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る機器等
- 使用済燃料の冠水等に係る機器等

該当しない。

該当する。

【火災区域の設定】

- 火災防護対象機器の配置等を考慮して火災区域又は火災区画を設定

【火災防護対策】

- 『火災防護基準』^[1]を参考に、「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」を必要に応じて組み合わせた火災防護対策を講じる。火災防護対策の組合わせについては、火災防護対象機器ごとに、以下の観点を考慮する。

- i) 環境条件から火災が発生しない。
- ii) 不燃性材料で構成されている。
- iii) フェイルセーフ設計のため、機能に影響を及ぼさない。
- iv) 代替手段により機能を達成できる。

i) ~ iv) のいずれにも該当しない。

① 『火災防護基準』に基づく「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て対策

③ 『消防法』又は『建築基準法』に基づき対策

※：周囲の雰囲気や窒素雰囲気等で火災の発生するおそれがないか、不燃性材料で構成され火災により機能を喪失するおそれがなく、火災によって影響を受けないものであるため、『消防法』又は『建築基準法』に基づき対策を講じるものとする。

いずれかに該当

いずれかに該当

② 『消防法』又は『建築基準法』に基づく対策に加えて、『火災防護基準』に基づく「火災の感知及び消火」を考慮して対策

※：フェイルセーフ設計であるが、代替手段により機能を確保できるものであるが、火災により影響を受けること等に鑑み、当該機器等からの火災の発生を迅速に感知して、速やかに原子炉を停止できるよう『火災防護基準』に基づく「火災の感知及び消火」の対策を講じるものとする。

[1] 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、平成25年6月19日 原子力規制委員会決定
[2] 女川原子力発電所2号炉に係る新規基準適合性審査の視点及び確認事項（令和2年3月27日時点、原子力規制部 新規基準適合性チーム）

【炉心損傷防止措置及び格納容器破損防止措置に係る資機材の設計方針（第53条）】

- 炉心損傷防止措置及び格納容器破損防止措置に係る資機材に対して、適切な火災防護対策を講じる設計とする。

火災防護対象機器
炉心損傷防止措置及び格納容器破損防止措置に係る資機材

【火災区域の設定】

- 火災防護対象機器の配置等を考慮して火災区域又は火災区画を設定

【火災防護対策】

- 『火災防護基準』^[1]を参考に、「火災の発生防止」並びに「火災の感知及び消火」を必要に応じて組み合わせた火災防護対策を講じる。火災防護対策の組合わせについては、火災防護対象機器ごとに以下の観点を考慮する。

- i) 可搬式の機器である。
- ii) 事象発生前から動作し、かつ、事象発生後も引き続き動作する。
- iii) 環境条件から火災が発生しない。
- iv) 不燃性材料で構成されている。
- v) フェイルセーフ設計のため、機能に影響を及ぼさない。
- vi) 代替手段により機能を達成できる。

可搬式の機器については、配置を考慮することにより対応

該当

いずれかに該当

③ 『消防法』又は『建築基準法』に基づき対策

i) ~ vi) のいずれにも該当しない。

① 『火災防護基準』に基づく「火災の発生防止」並びに「火災の感知及び消火」のそれぞれを考慮して対策

② 『消防法』又は『建築基準法』に基づく対策に加えて、『火災防護基準』に基づく「火災の感知及び消火」を考慮して対策

※：ii) について、ii) に該当する機器は、常時運転状態を監視しており、火災によって当該機器が停止した場合には、それを感知して原子炉を停止し、その後の崩壊熱は不燃性材料で構成される原子炉冷却材バウンダリ等による自然循環により除熱が可能であり、高い信頼度で原子炉を安全に停止できるが、当該機器からの火災の発生を迅速に感知して、速やかに原子炉を停止できるよう『火災防護基準』に基づく「火災の感知及び消火」の対策を講じるものとする。

『消防法』又は『建築基準法』に基づき講じる主な火災防護対策を以下に示す。



【火災の発生防止】

- 『消防法』に基づき防火管理（火気・可燃物・危険物）を行う。
- 『建築基準法』に基づき建物の内装制限を行う。

【火災の感知及び消火】

- 『消防法』に基づき火災感知設備及び消火設備を設ける。
 - ＞ 火災感知器は、取付面高さ等を考慮して設置場所ごとに適した型式を選定する。
 - ※：原子炉附属建物の地下1階の使用済燃料等に付着したナトリウムを洗浄するための燃料洗浄槽を設置する「燃料洗浄機器室」については、常時、放射線量が高く火災感知器の設置、保守点検が困難である。当該室については、主要構造部が耐火構造となっており、また、設置される機器についても不燃性材料で構成され、火災の発生するおそれがないため、火災感知器を設置しない設計とする。
 - ＞ 本原子炉施設では、冷却材にナトリウムを用いることを考慮し、基本的に水を用いた消火設備を用いない。

【火災の影響軽減】

- 『建築基準法』に基づき防火壁、防火区画を設ける。

『火災防護基準』に基づく火災防護対策
(「火災の発生防止」並びに「火災の感知及び消火」)
※：「火災の影響軽減」及び火災の影響評価については、別途提示

火災の発生防止を目的に、以下の対策を講じる。



- (1) 発火性物質又は引火性物質への対策
- (2) 可燃性の蒸気又は可燃性の微粉への対策
- (3) 発火源への対策
- (4) 水素漏えいへの対策
- (5) 過電流による過熱防止対策
- (6) 不燃性材料又は難燃性材料の使用
- (7) 自然現象による火災の発生防止

発火性物質又は引火性物質（液体）による火災の発生防止を目的に以下の対策を講じる。



① 漏えい防止、拡大防止

- ・『火災防護基準』に基づく「火災の発生防止」を考慮する火災防護対象機器を設置している火災区域内の発火性物質又は引火性物質である燃料油（重油）、潤滑油及びアルコールを内包する設備は、ベローズシール、パッキン、Oリング等を用いることにより漏えいを防止する。
- ・万一の漏えいに備え、発火性物質又は引火性物質の保有量に応じて、堰を設けて、漏えいした発火性物質又は引火性物質の拡大を防止する。

② 配置上の考慮

- ・発火性物質又は引火性物質の火災により『火災防護基準』に基づく「火災の発生防止」を考慮する火災防護対象機器の機能が損なわれないように、壁等の設置又は離隔を行う。

③ 換気

- ・発火性物質又は引火性物質を内包する設備等が設置される建物等には、基本的に、空調換気設備を設け、機械換気を行う。なお、屋外にあっては自然換気とする。

④ 防爆

- ・『火災防護基準』に基づく「火災の発生防止」を考慮する火災防護対象機器を設置している火災区域のうち、『工場電気設備防爆指針』で要求される爆発性雰囲気に至るおそれのある火災区域にあっては、防爆型の電気・計装品を使用するとともに、必要な電気設備に接地を施す。なお、燃料油（重油）及び潤滑油にあっては、引火点が室内温度や機器運転温度に比べて高く、可燃性の蒸気となることはない。

⑤ 貯蔵

- ・『火災防護基準』に基づく「火災の発生防止」を考慮する火災防護対象機器を設置している火災区域内の発火性物質又は引火性物質を内包する設備におけるこれらの保有量は、運転に必要な量に留める。

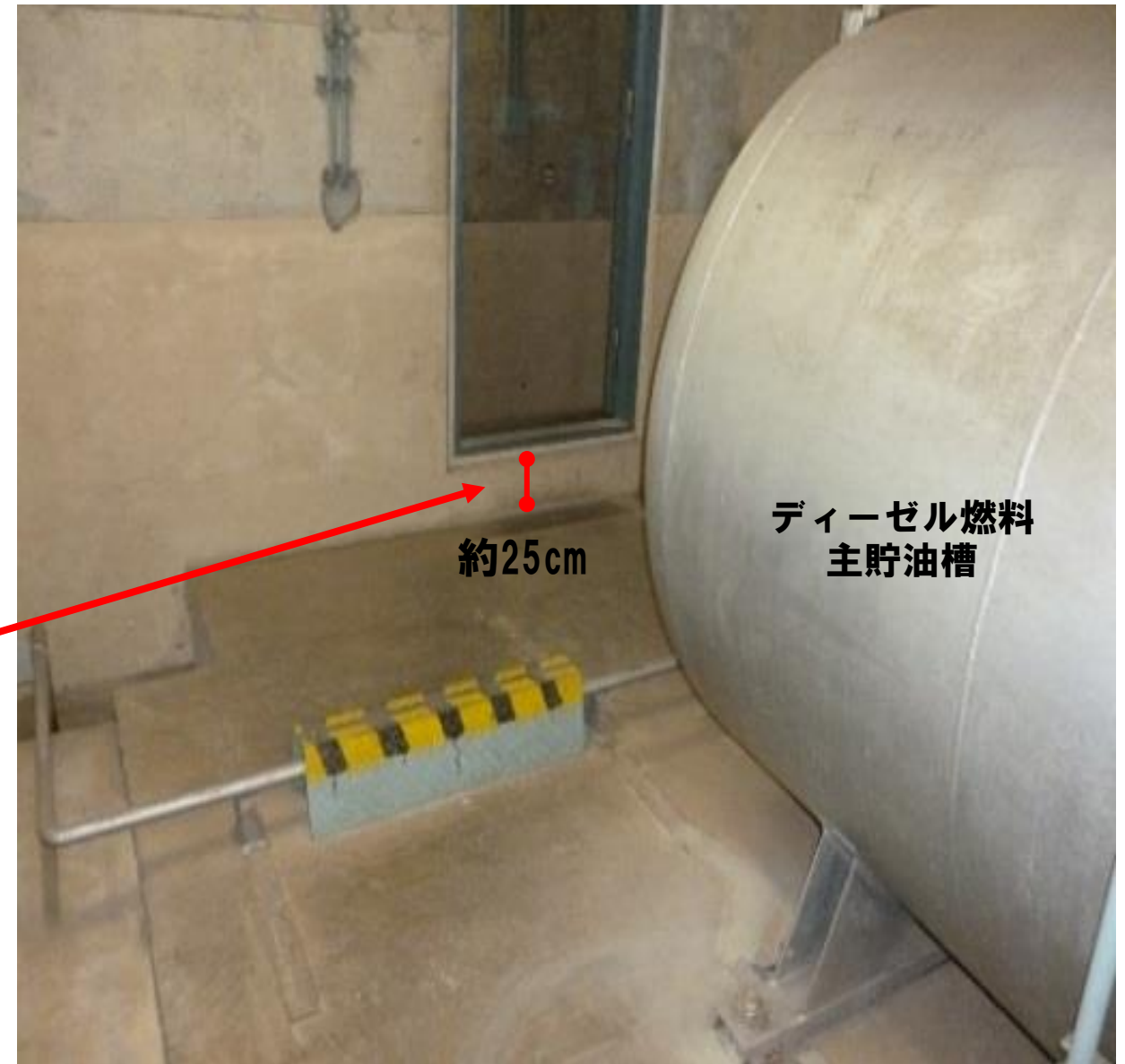
(1) 発火性物質又は引火性物質への対策 (2/2)
-発火性物質又は引火性物質の拡大防止対策の一例-

- 発火性物質又は引火性物質（液体）を内包する設備からの万一の漏えいに備え、発火性物質又は引火性物質（液体）の保有量に応じて*1堰を設けることにより、漏えいの拡大を防止する。

燃料油の漏えいが拡大しないように入口
ドア部に約25cmの段差を有する構造

〔 燃料タンク内の保有量：6m³
堰の容積：7.8m³ 〕

*1：漏えいした燃料油又は潤滑油が隣接する火災区域又は火災区画に拡大するおそれがある場合に堰を設けるものとする。



拡大防止対策の一例
(ディーゼル燃料主貯油槽)

- 可燃性の蒸気又は可燃性の微粉の発生のおそれがある場合には、換気、通風又は拡散の措置により、可燃性の蒸気又は可燃性の微粉の滞留を防止する。
- 「工場電気設備防爆指針」で要求される爆発性雰囲気に至るおそれのある火災区域又は火災区画における電気・計装品は防爆型とする。また、着火源となるような静電気が溜まるおそれのある設備を設置する場合には、静電気を除去する装置を設ける。

※：以下より、原子炉施設は、防爆型を必要とする電気・計装品を要しない。

- > 発火性物質及び引火性物質（液体）のうち、燃料油及び潤滑油にあつては、万一の漏えいが発生した場合にあつても、これらの引火点は、室内温度や機器運転温度に比べて高く、可燃性の蒸気となることはない。
- > 火災区域又は火災区画に、可燃性粉じん（微細な固体粒子であつて公称粒子径が500 μm以下のものであり、大気中に浮遊し、自重によって大気から分離して堆積し、空気中で燃焼又は白熱し、及び大気圧・常温において空気との爆発性混合物を形成することがあるもの）を発生させるものを有しないため、可燃性の微粉により、爆発性雰囲気に至ることはない。

- ・火花を発生するおそれのある設備は、基本的に、金属製の筐体に収納することにより、設備の外部で火花が発生することを防止する。
- ・高温の設備にあっては、高温部分を保温材で被覆し、可燃性物質との接触や過熱を防止する。

※：設計上の最高運転温度が60℃を超える設備について、保温材で被覆し、可燃性物質との接触や可燃性物質の過熱を防止



配管の周囲に保温材を設置
(最外被覆には、金属ケーシングを使用)

一例：1次主冷却系の配管



配管の周囲に保温材を設置
(最外被覆には、金属ケーシングを使用)

一例：2次主冷却系の配管

- ・蓄電池を設置する火災区域にあつては、蓄電池から発生する水素が滞留することがないように換気設備（換気扇）を設けるとともに、水素の検知器を設置し、水素濃度が警報設定値（燃焼限界濃度の1/4以下）に達した場合には、中央制御室に警報を発するものとする。換気設備（換気扇）は、外部電源喪失時に機能を喪失しないように、非常用電源設備より給電する。
 - ・換気設備（換気扇）が何らかの異常により停止した場合には、中央制御室に警報を発するものとするとともに、可搬式局所排気装置を配備し、水素濃度が2vol%に達するまでに可搬式局所排気装置による換気運転によって、水素濃度が燃焼限界濃度を超えないようにする。
 - ・蓄電池を設置する火災区域にあつては、直流開閉装置やインバーターを設置しない。
- ※：ナトリウム冷却高速中性子型炉である本原子炉施設にあつては、放射線分解等により、水素が発生、蓄積し、その急速な燃焼によって、原子炉施設の安全性を損なうおそれがある設備を有しない。

(4) 水素漏えいへの対策 (2/4)

- 交流無停電電源系及び直流無停電電源系の蓄電池が設置される火災区域には、蓄電池から発生する水素が滞留することがないように、換気設備（換気扇）を設ける。なお、当該設備は、社団法人電池工業会「蓄電池室に関する設計指針」（SBA G 0603-2001）に基づき、必要な換気容量を有したものとし、また、外部電源喪失時には、非常用電源設備より給電することにより運転を継続できるものとする。

必要換気量等評価結果

項目	原子炉附属建物中2階 (A-603室)	原子炉附属建物2階 (A-708室)
セル数 (-) [n]	CS-800形：106セル／CS-1800形：54セル	CS-800形：106セル／CS-1800形：54セル
水素ガス発生に費やされる過充電電流 (0.1CnAを使用) (A) [i]	CS-800形：80／CS-1800形：180	
必要換気量 (m ³ /h) [V]	1,005	1,005
換気設備（換気扇）の換気量 (m ³ /h)	1,450	1,450

→換気設備（換気扇）の換気量＞必要換気量：十分な換気量を有する。

必要換気量計算式： $V = t \times g \times s \times n \times i \times (1 - a)$

V：必要換気量 (m³/h)

t：希釈率 (96/4=24：水素と空気の混合ガスの燃焼限界値より求めた値) (-)

g：水素発生量 (約 0.46×10^{-3} at 25°C・1気圧) (m³/セル/A/h)

s：安全係数 (5) (-)

n：蓄電池（セル）の個数 (-)

i：水素ガス発生に費やされる過充電電流 (0.1CnAを使用) (A)

※ Cn：n時間率定格電流 (Ah) の数値で鉛蓄電池では10時間率を使用

a：密閉反応効率 (0：ペント形蓄電池の場合) (-)

蓄電池



換気設備（換気扇）

原子炉附属建物2階 (A-708室)





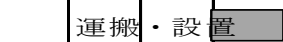
(4) 水素漏えいへの対策 (3/4)

- ・ 万一、換気設備（換気扇）が停止した場合の可搬式局所排気装置による換気運転は、30分を目安に実施するものとする。換気設備（換気扇）停止時において、水素濃度が2vol%（燃焼限界濃度の下限値4vol%に安全余裕を見込んだものとして設定）に到達するまでの時間は、50分以上である。

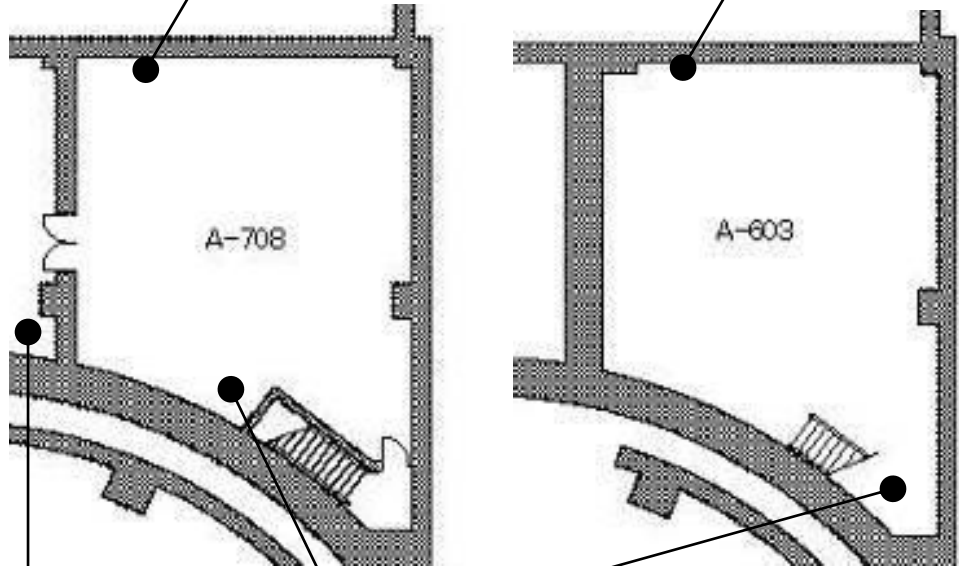
換気設備（換気扇）の必要換気量の評価結果

項目	原子炉附属建物中2階（A-603室）	原子炉附属建物2階（A-708室）
蓄電池水素発生量（m ³ /セル/A/h）	0.46×10 ⁻³	
セル数（-）	CS-800形：106セル／CS-1800形：54セル	CS-800形：106セル／CS-1800形：54セル
水素ガス発生に費やされる過充電電流（0.1CnAを使用）（A）	CS-800形：80／CS-1800形：180	
室内水素発生量（m ³ /h）	8.4	8.4
室内体積（m ³ ）	350	600
水素濃度上昇率（%/h）	2.4	1.4
水素濃度2vol%に達する時間（min）	50	85

対応時の役割分担等

必要な要員と作業項目			経過時間（分）			備考
			10	20	30	
手順の項目	要員（名） （作業に必要な要員数）	手順の内容	▼異常事象発生（換気設備の停止） ▼換気設備停止の検知			
	当直長	・ 対応指揮				
状況判断	運転員A	1 ・ 換気設備停止の判断				・ 中央制御室において、換気設備停止に係る警報の発報により判断する。 ・ 換気設備停止後、交流無停電電源系及び直流無停電電源系の蓄電池が設置される火災区画に移動する。 ・ 換気設備の停止及び当該エリアの水素濃度を確認する。
	運転員B、C	2 ・ 換気設備停止の確認 ・ エリア水素濃度の確認				
代替換気措置	運転員B、C	2 ・ 可搬式局所排気装置の運搬 ・ 可搬式局所排気装置の設置 ・ 可搬式局所排気装置の運転及び監視	 			・ A-708室の収納箱から、可搬式局所排気装置及び接続ホースを取出し、接続位置まで運搬する。 ・ 接続ホースを換気設備の所定の位置に接続する。 ・ 可搬式局所排気装置を運転するとともに、水素濃度の異常な上昇がないことを確認する。

可搬式
局所排気装置
接続位置



可搬式局所排気装置
接続ホース
コードリール
収納箱



水素濃度監視盤



可搬式局所排気装置接続時の状況



接続用アダプタ



接続用アダプタとフレキシブルダクトの接続状態



可搬式局所排気装置
(壁コンセントより電源取得)
※ 非常用電源系より給電

- ・ 動力ケーブルについて、保護継電器、遮断器、ヒューズの組合わせ等により、故障回路を早期に遮断し、地絡や短絡に起因するケーブルの過熱及び焼損を防止する。



※：電源盤に対する高エネルギーアーク損傷（HEAF：High Energy Arcing Fault）については、第20回 技術情報検討会（2016年7月11日）において決定された対応方針を受け、電源盤を設置する部屋は、耐火壁等により隔離し、火災の拡大を防止できる構造であるため、電源盤でHEAFによる火災が発生したとしても、安全機能を確保するために必要な機器等を防護することが可能であることを報告（2016年9月15日）している。

(6) 不燃性材料又は難燃性材料の使用 (1/7)
-不燃性材料又は難燃性材料の使用に係る基本的な考え方-

火災の発生防止を目的に、不燃性材料又は難燃性材料の使用*1について以下の対策を講じる。



- ① 主要な構造材に対する不燃性材料の使用
- ② 変圧器及び遮断器に対する絶縁油等の内包
- ③ 難燃ケーブルの使用
- ④ 換気設備のフィルタに対する不燃性材料又は難燃性材料の使用
- ⑤ 保温材に対する不燃性材料の使用
- ⑥ 建物内装材に対する不燃性材料の使用

*1：不燃性又は難燃性の材料が使用できない場合は、不燃性材料又は難燃性材料と同等の性能を有する代替材料を使用する、又は、代替材料の使用が技術上困難な場合には、金属製の盤や電線管への格納等により、他の安全機能を有する構築物、系統及び機器において火災が発生することを防止するための措置を講ずる。

(6) 不燃性材料又は難燃性材料の使用 (2/7)

-① 主要な構造材に対する不燃性材料の使用-

- ・『火災防護基準』に基づき「火災の発生防止」を考慮する火災防護対象機器のうち、機器、配管、ダクト、トレイ、電線管、盤の筐体、及びこれらの支持構造物の主要な構造材は、基本的に、不燃性材料（金属材料又はコンクリート等）を使用する。
- ・ただし、金属に覆われた狭隘部に設置し直接火炎にさらされることのないパッキン類や金属に覆われたポンプ及び弁等の駆動部の潤滑油並びに機器躯体内部の電気配線は、発火した場合でも他の安全機能を有する機器等に延焼しないことから、不燃性材料又は難燃性材料ではない材料を使用できるものとする。

【不燃性材料又は難燃性材料を使用しない場合の一例】

- ・ 1次主循環ポンプ等の駆動部の潤滑油
- ・ 1次主循環ポンプ等の機器躯体内部の電気配線
- ・ 非常用ディーゼル発電機の冷却水系等に用いるパッキン

(6) 不燃性材料又は難燃性材料の使用 (3/7)
-② 変圧器及び遮断器に対する絶縁油等の内包-

- ・『火災防護基準』に基づく「火災の発生防止」を考慮する火災防護対象機器を設置している建物内の火災区域の変圧器及び遮断器は、絶縁油等の可燃性物質を内包していないものを使用する。

【変圧器】

- ・絶縁油を内包していない乾式タイプを使用

※：火災防護対象機器を設置する建物（原子炉建物、原子炉附属建物及び主冷却機建物）と20m以上の距離に設置される受電エリアの商用系主変圧器では、絶縁油を内包したものを使用しているが、これ以外は、全て乾式タイプを使用している。また、受電エリアには、『火災防護基準』に基づく「火災の発生防止」を考慮する火災防護対象機器を有しない。

【遮断器】

- ・絶縁油を内包していないVCB（Vacuum Circuit Breaker：真空遮断器）又はACB（Air Circuit Breaker：気中遮断器）を使用



変圧器（トランス）の一例

-③ 難燃ケーブルの使用 (1/2) -

- ・『火災防護基準』に基づく「火災の発生防止」を考慮する火災防護対象機器に使用するケーブルは、基本的に、米国電気電子工学会 (IEEE) 規格383等の垂直トレイ燃焼試験及びUL垂直燃焼試験に合格する難燃ケーブルを使用する。
- ・ただし、既設の非難燃ケーブルのうち、核計装等において耐ノイズ性を確保するため、又は既設ケーブルのうち、取替えが困難であるもの等、難燃ケーブルの使用が困難な場合にあっては、難燃ケーブルと同等の難燃性能を達成できる代替措置 (専用の電線管への敷設、複合体の使用又は耐火バスダクトの使用) を適用する。

【難燃ケーブルの使用又は代替措置を適用する火災防護対象機器の一例*1】

- ・ 1次主循環ポンプポニーモータ (関連する補機類を含む。)
- ・ 1次補助冷却系電磁ポンプ (BDBA資機材) *2
- ・ 後備炉停止系用論理回路 (BDBA資機材)
- ・ 核計装 (線形出力系 : 3ch、起動系 : 2ch)
- ・ 格納容器内高線量エリアモニタ

*1 : 代替措置を適用する範囲については、詳細設計にて提示する。

*2 : 格納容器 (床下) は、原子炉運転中窒素雰囲気で維持しており、火災の発生するおそれがないことから、格納容器 (床下) 以外に敷設するケーブルを対象とする。

-③ 難燃ケーブルの使用 (2/2) -

【代替措置の難燃性能*1】

a. 電線管等の使用

- ・対象のケーブルを専用の電線管内に敷設するとともに、電線管の両端の開口部を電線管外部からの酸素供給停止を目的に、熱膨張性及び耐火性を有したシール材で閉塞させる。これにより、電線管内は、外気から容易に酸素の供給がない閉塞した状態となり、ケーブルに火災が発生してもケーブルの燃焼に必要な酸素が不足し燃焼の維持ができなくなるため、すぐに自己消火し、ケーブルは延焼しせず、難燃ケーブルと同等の耐延焼性を確保することが可能である。

b. 複合体（ケーブル及びケーブルトレイを防火シートで覆い、その状態を維持するため、結束ベルトで固定したもの）の使用

- ・実用発電用原子炉において、適用実績のあるものと同等のものを使用することにより、難燃ケーブルと同等の耐延焼性を確保することが可能である。

c. 耐火バスダクトの使用

- ・主要な構造材に不燃性材料を用いているため、難燃ケーブルと同等の耐延焼性を確保することが可能である。

*1：詳細設計において適用する代替措置の難燃性能について示す。

(6) 不燃性材料又は難燃性材料の使用 (6/7)

-④ 換気設備のフィルタに対する不燃性材料又は難燃性材料の使用-

- 『火災防護基準』に基づく「火災の発生防止」を考慮する火災防護対象機器に使用するフィルタには、チャコールフィルタを除き、『JIS L1091（繊維製品の燃焼性試験方法）』又は『JACA No. 11A-2003（空気清浄装置用ろ材燃焼性試験方法指針）』を満足する難燃性材料を使用する。

フィルタの種類		材質	性能
中央制御室 換気空調設備	プレフィルタ	グラスファイバ（ガラス繊維）	難燃性
	HEPAフィルタ	グラスファイバ（ガラス繊維）	難燃性
	給気*1フィルタ	不織布	難燃性
非常用ディーゼル冷却塔		ポリエステル/モダアクリル	難燃性

HEPAフィルタ（High Efficiency Particulate Air Filter）

*1：バグフィルタ、中性能粒子フィルタ等の空調内の異物を除去するためのフィルタの総称として使用

-⑤ 保温材に対する不燃性材料の使用／⑥ 建物内装材に対する不燃性材料の使用-

⑤ 保温材に対する不燃性材料の使用

- ・『火災防護基準』に基づく「火災の発生防止」を考慮する火災防護対象機器に使用する保温材には、ロックウールやグラスウール又はけい酸カルシウム等の不燃性材料を使用する。

⑥ 建物内装材に対する不燃性材料の使用

- ・『火災防護基準』に基づく「火災の発生防止」を考慮する火災防護対象機器が設置される火災区域の主要な建物内装材には、不燃性材料（けい酸カルシウム等の『平成12年建設省告示第1400号』に定められたもの*1又は『建築基準法』で不燃性材料として定められたもの）を使用する。
- ・ただし、管理区域の壁、床にあっては、耐放射線性、除染性及び耐腐食性の確保を目的に、『旧建設省告示第1231号』第2試験に基づく難燃性が確認されたコーティング剤（エポキシ樹脂等）を使用する場合がある。
- ・中央制御室に床カーペットを敷く場合には、『消防法施行令』第4条の3に基づく防災性能を有するものを使用する。

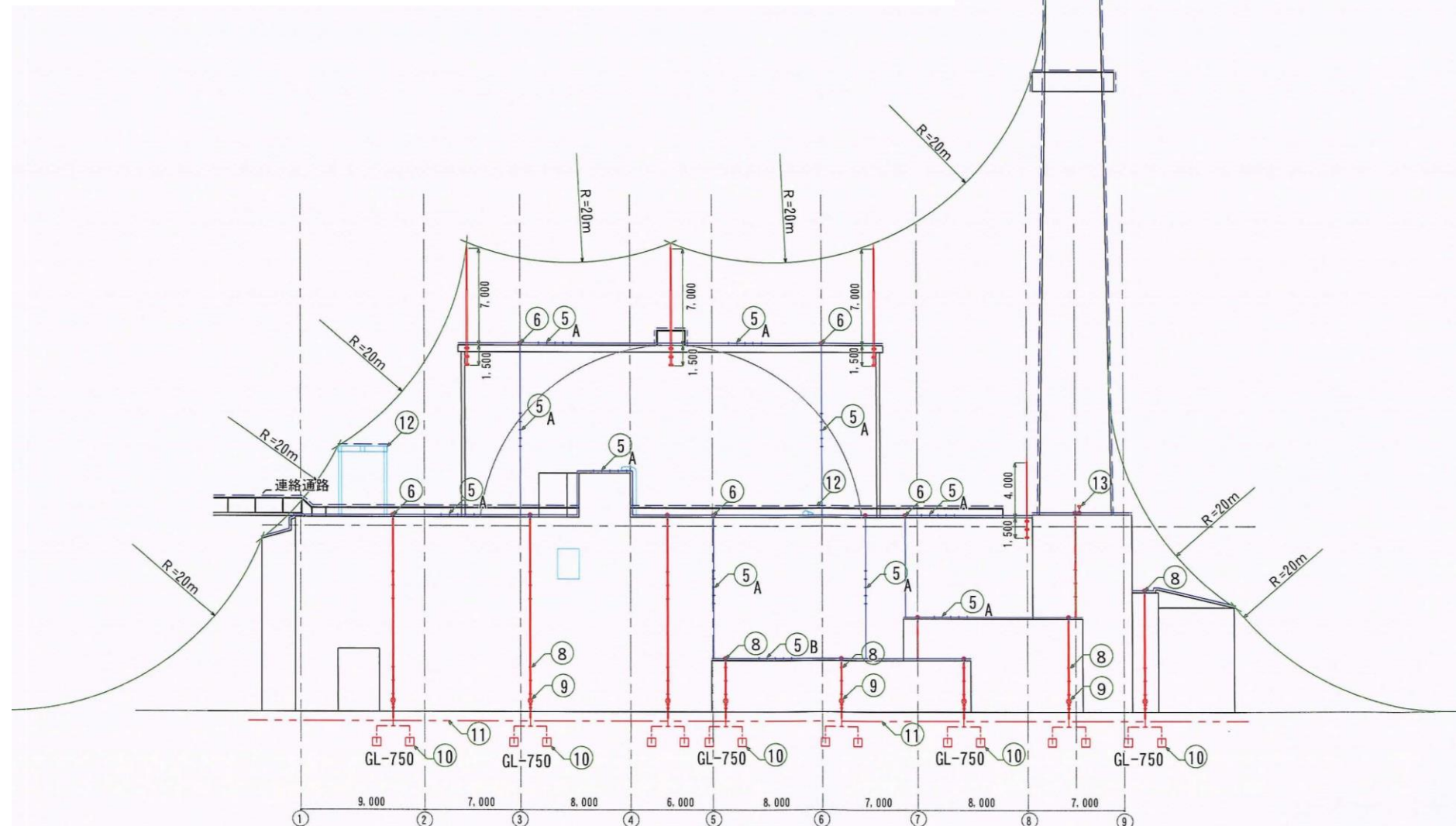
【管理区域の床、壁に使用するコーティング剤に対する考え方】

- ・管理区域の床、壁に使用するコーティング剤は、不燃性材料であるコンクリートに塗布されるものであり、当該コーティング剤が発火した場合にあっても、他の安全機能を有する構築物、系統及び機器において火災を生じさせる可能性は小さい。

*1：コンクリート、れんが、瓦、陶磁器質タイル、繊維強化セメント板、ガラス繊維混入セメント板（厚さ：3mm以上）、繊維混入ケイ酸カルシウム板（厚さ：5mm以上）、鉄鋼、アルミニウム、金属板、ガラス、モルタル、しっくい、石、せっこうボード（厚さ：12mm以上（ボード用原紙の厚さが0.6mm以下のものに限る。））、ロックウール、グラスウール板

- ・ 落雷による火災の発生防止対策として、原子炉施設には、避雷設備を設ける。また、安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その耐震重要度分類に応じて、十分な支持性能をもつ地盤に設置し、自らが破壊又は倒壊することによる火災の発生を防止する。

※：「常陽」の避雷設備については、2003年にJIS A 4201-1992『建築物等の避雷設備（避雷針）』から改正されたJIS A 4201-2003『建築物等の雷保護』に適合するものに更新する。



避雷設備の設置イメージ

火災の早期感知を目的に以下の対策を講じる。



- (1) 火災感知器及び受信機（以下「防災監視盤」という。）からなる火災感知設備を設ける。火災感知設備は、火災感知器が作動した場合に中央制御室に警報を発し、かつ、火災感知器の設置場所を一つずつ特定することにより、火災の発生場所が特定できるものとする。火災感知設備は、外部電源喪失時に、その機能を喪失することがないように、非常用電源設備より給電する。火災感知設備は、機能に異常がないことを確認するため、自動試験及び遠隔試験を実施する。
- (2) 火災感知器は、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（炎が生じる前に発煙する等）を考慮して型式を選定する。火災感知器は、基本的に、平常時の状況（温度、煙の濃度）を監視し、かつ、火災現象（急激な温度や煙の濃度の上昇）を把握することができるアナログ式の火災感知器を使用する。『火災防護基準』に基づく「火災の感知及び消火」を考慮する火災防護対象機器を設置する火災区域内には、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火災感知器又は同等の機能を有する機器を組み合わせて設置する（原則として、アナログ式の「煙感知器」及びアナログ式の「熱感知器」を使用）。

- 『火災防護基準』に基づき「火災の感知及び消火」を考慮する火災防護対象機器を配置する火災区域における火災感知器は、アナログ式*1の煙感知器（光電アナログ式スポット型感知器）及び熱感知器（熱アナログ式スポット型感知器）を使用することを基本とする。

主な設置場所：ディーゼル発電機室、中央制御室、主循環ポンプ上蓋室

- 取付面高さ等の環境条件からアナログ式の煙感知器や熱感知器の使用ができない火災区域にあつては、以下の火災感知器を使用する。なお、以下については、今後の詳細設計において、見直し等を実施する場合がある。

a. 原子炉建物（操作室及び炉上部ピット）

天井まで20m以上の高さを有し、煙感知器や熱感知器の取付面高さに係る適用範囲を超えるため、炎感知器（赤外線方式：非アナログ式）及び熱感知カメラ（赤外線方式：アナログ式）を使用

※：一部、天井まで20m未満のエリアについては、アナログ式の煙感知器を使用

b. 原子炉附属建物（蓄電池室）

蓄電池の充電時に水素が発生するおそれがあり、万一の水素濃度の上昇を考慮し、防爆型の煙感知器（光電式スポット型感知器）及び熱感知器（定温式スポット型感知器）を使用

※：一般的に防爆型の感知器は、非アナログ式しか製造されていない。

c. 主冷却機建物（ディーゼル燃料主貯油槽）

気化した燃料油（重油）による万一の爆発を考慮し、防爆型の煙感知器（光電式スポット型感知器）及び熱感知器（定温式スポット型感知器）を使用

※：一般的に防爆型の感知器は、非アナログ式しか製造されていない。

d. 主冷却機建物（屋上）

屋外であり、煙や熱が拡散するため、炎感知器（赤外線方式：非アナログ式）及び熱感知カメラ（赤外線方式：アナログ式）を使用

e. 原子炉附属建物（1次冷却系現場制御室、補助冷却系（2次側）機器室他）

天井まで8m以上の高さを有し、熱感知器の取付面高さに係る適用範囲を超えるため、アナログ式の煙感知器（光電アナログ式スポット型煙感知器）及び熱感知カメラ（赤外線方式：アナログ式）を使用

*1：アナログ式とは、「平常時の状況（温度や煙の濃度）を監視し、かつ、火災現象（急激な温度や煙の濃度の上昇）の火災情報信号を連続的に送信し受信機にて把握することができるもの」と定義する。非アナログ式とは、「平常時の状況（温度や煙の濃度）を監視することはできないが、火災現象（急激な温度や煙の濃度の上昇）を把握することができるもの」と定義する。

火災感知器の種類			火災感知器の設置の考え方	
			取付け面高さ	設置個数当たりの床面積
煙感知器	光電式スポット型	1種及び2種	4m未満*1	150m ² *1
			4m以上20m未満*1	75m ² *1
		3種	4m未満*1	50m ² *1
	光電アナログ式スポット型	/	4m未満*1、*2	150m ² *1、*2
			4m以上20m未満*1、*2	75m ² *1、*2
			4m未満*1、*2	50m ² *1、*2
熱感知器	定温式スポット型	特種	4m未満*3	70m ² *3
			4m以上8m未満*3	35m ² *3
		1種	4m未満*3	60m ² *3
			4m以上8m未満*3	30m ² *3
	2種	4m未満*3	20m ² *3	
		熱アナログ式スポット型	/	4m未満*2、*3
4m以上8m未満*2、*3	35m ² *2、*3			
炎感知器	赤外線方式	公称監視距離 最大60m以内	監視範囲に死角がないように設置	
熱感知カメラ	サーモグラフィカメラ	30m以内	監視範囲に死角がないように設置	

*1：消防法施行規則第23条第4項

*2：消防法施行規則第23条第7項

*3：消防法施行規則第23条第3項（主要構造部を耐火構造とした防火対象物又はその部分）

煙感知器（光電アナログ式スポット型感知器）及び 熱感知器（熱アナログ式スポット型感知器）の概要

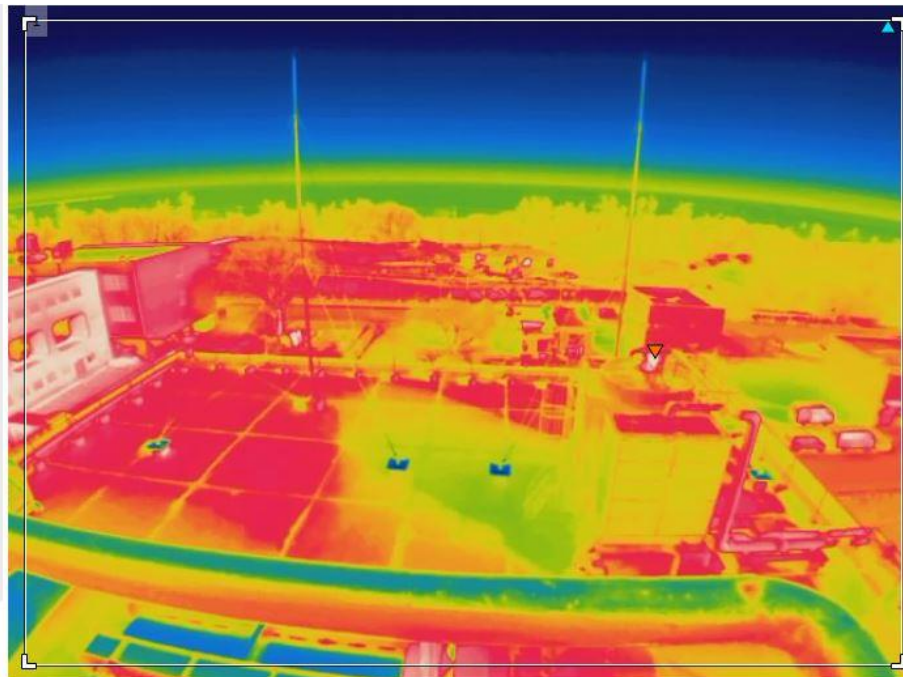
【煙感知器（光電アナログ式スポット型）の概要】

- ・煙感知器（光電アナログ式スポット型）は、発光素子（発光ダイオード）、受光素子（フォトダイオード）プリント基板から構成される。感知器内部の検煙部には、発光素子と受光素子が配置されており、検煙部に流入した煙の粒子に発光素子から発せられた光が反射し、受光素子に届く散乱光（反射光）の受光量から煙濃度を判定する。
- ・煙感知器（光電アナログ式スポット型）は、『消防法』第21条の第2項の規定に基づく『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（以下「感知器等規格省令」という。）』第17条の1（光電式スポット型感知器の公称蓄積時間の区分及び感度）に定められる感知性能を有したものを使用する。

【熱感知器（熱アナログ式スポット型感知器）】

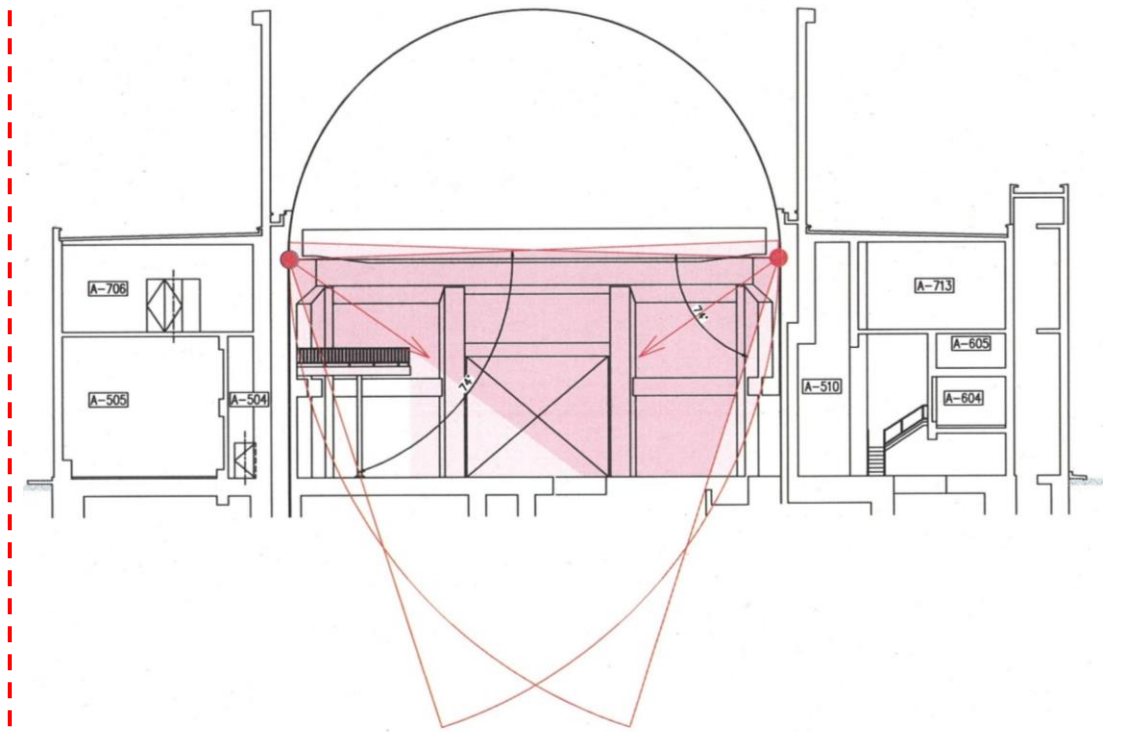
- ・熱感知器（熱アナログ式スポット型感知器）は、サーミスタ、プリント基板から構成される。感知器内部の検出部には、感熱素子であるサーミスタが配置される。サーミスタは温度変化により抵抗値が変化する素子であり、火災により感知器の周囲温度が上昇するとサーミスタの抵抗値が減少することから、抵抗値から周囲温度を判定する。
- ・熱感知器（熱アナログ式スポット型感知器）は、『感知器等規格省令』第15条の3（熱アナログ式スポット型感知器の公称感知温度範囲、連続応答性及び感度）に定められる感知性能を有したものを使用する。

- ・ 熱感知カメラは、物体から発する赤外線の波長を温度信号とし、また、温度が高くなると赤外線が強くなる特徴を利用し、その強さを色別して温度マップとし、温度マップを画像に映し、一定の温度に達すると警報を発する火災感知器である。熱感知カメラの感知原理は、赤外線による熱監視である。なお、感知する対象が熱であることから、炎感知器とは異なる種類の感知器と考える。
- ・ 熱感知カメラは、平常時の温度状況を監視し、かつ急激な温度上昇を把握することができる熱アナログ式スポット型感知器の感知性能を有することを、『感知器等規格省令』の試験に準じて確認する。また、監視距離については、熱感知器には基準がないため、『感知器等規格省令』において、監視距離の定めのある炎感知器の感知性能を参考に確認する。
- ・ 天井が高く、煙感知器や熱感知器を適用することができない場所（格納容器（床上）等）や屋外で使用する。

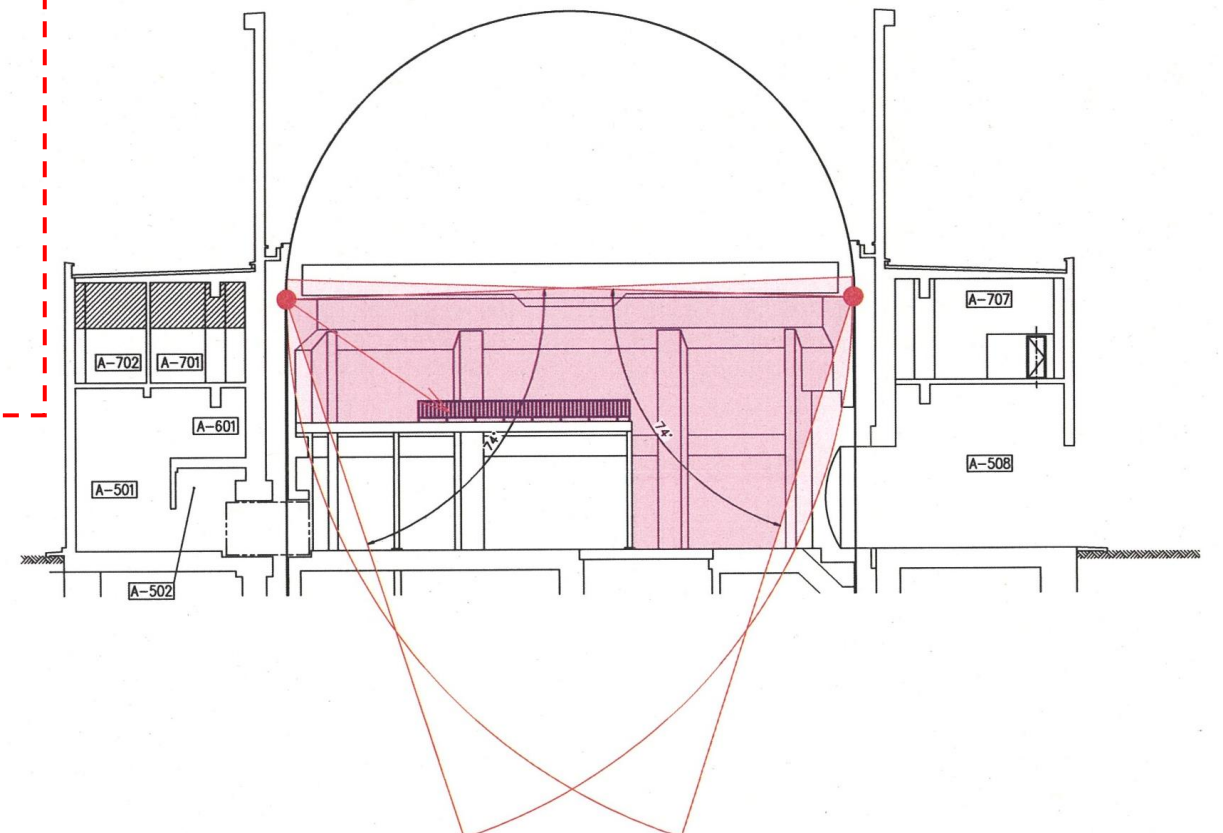


温度マップイメージ
(主冷却機建物屋上(ディーゼル冷却塔))

【設置場所：格納容器（床上）】



A-A断面



B-B断面

核物質防護情報（管理情報）が含まれているため
公開できません。

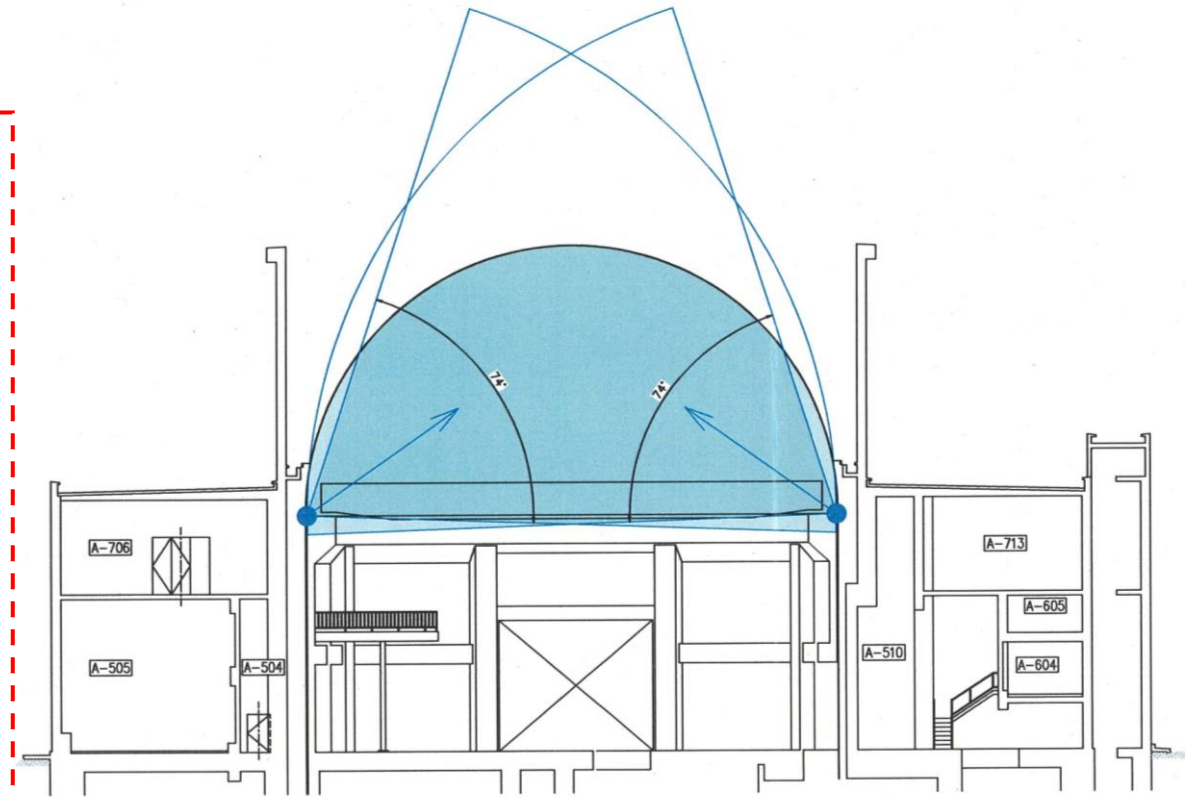
●：下方監視用熱感知カメラ（8台） ①～⑧

※：今後の詳細設計において、見直し等を実施する場合がある。

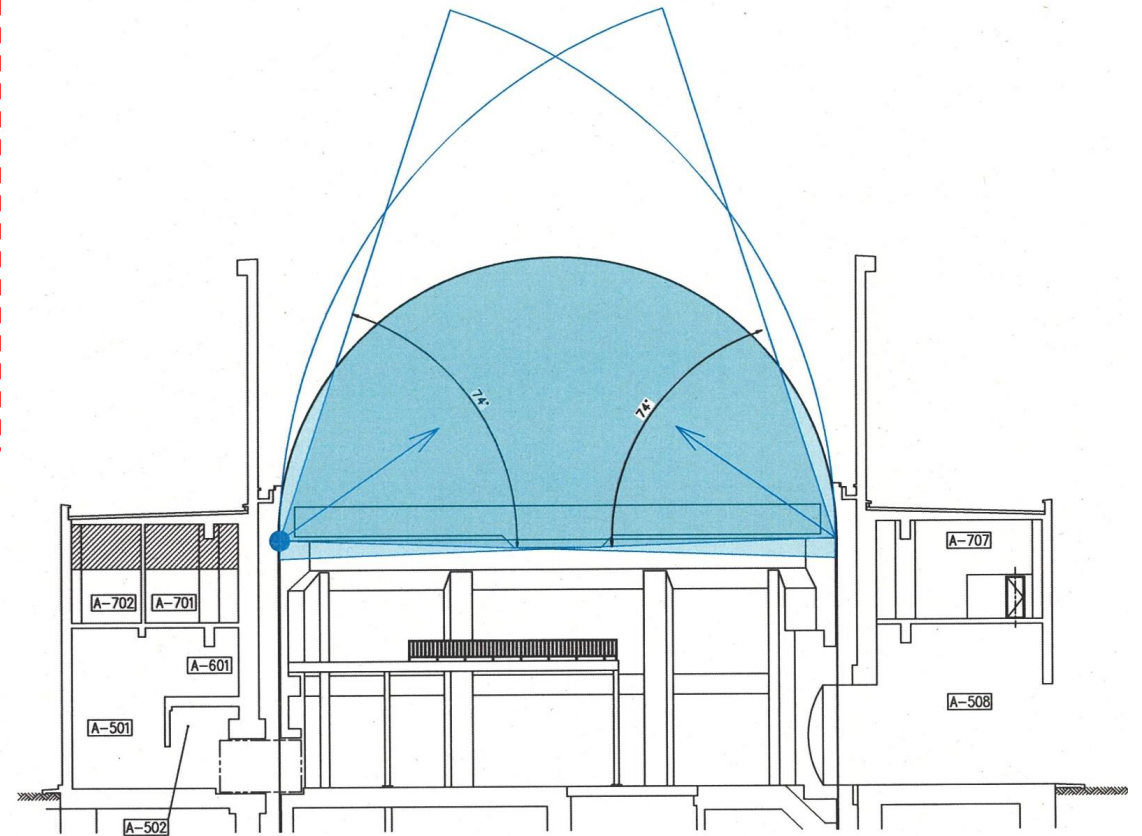
【設置場所：格納容器（床上）】

核物質防護情報（管理情報）が含まれているため
公開できません。

●：上方方向監視用熱感知カメラ（4台） ⑨～⑫



A-A断面



B-B断面

※：今後の詳細設計において、見直し等を実施する場合がある。

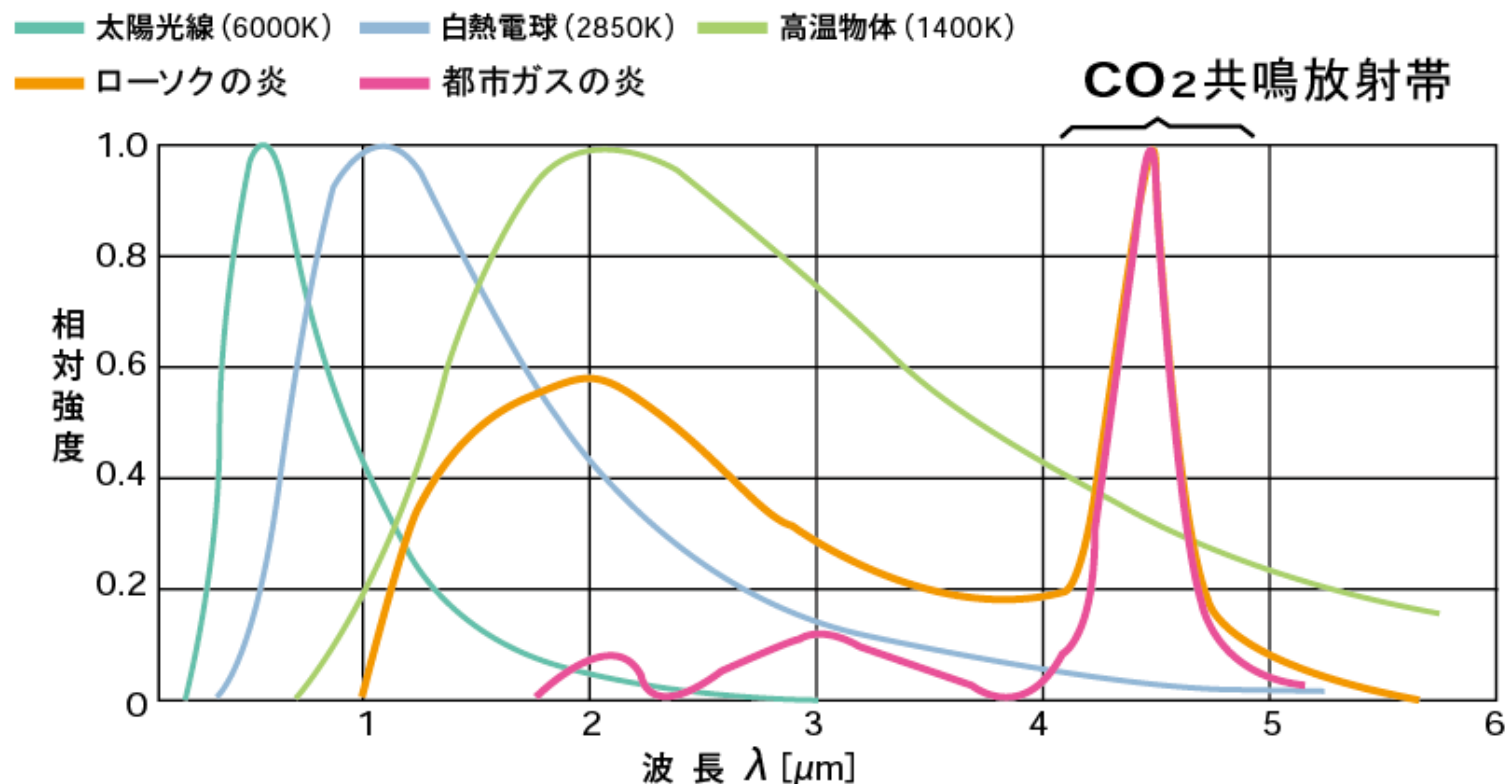
- 防爆型の煙感知器（光電式スポット型感知器：非アナログ式）は、発光回路で一定時間ごとに発光素子（LED）に対して電流を流し発光させ、発光した光は、レンズを通して防爆容器外部へ照射される。煙がチャンバー内に流入すると、その光を煙に反射して散乱光を生じる。この散乱光を、レンズを通して受光素子（PD）が検知し、電気信号に変換し、受光回路でこれを検出する。受光回路で検出した信号は、マイコン（不揮発性メモリ警報回路）で測定され、一定のレベルを超えると火災信号を防災監視盤へ送信する。
- 防爆型の煙感知器（光電式スポット型感知器：非アナログ式）は、『感知器等規格省令』第17条（光電式スポット型感知器の公称蓄積時間の区分及び感度）に定められる感知性能を有するものを使用する。
- 防爆型の煙感知器（光電式スポット型感知器：非アナログ式）は、誤作動を防止する観点で、設置する区域に誤作動の要因となる蒸気を生じる設備を有しないものとする。
- 蓄電池の充電時に発生する水素、漏えいした燃料油（重油）の気化により、感知器作動時の万一の爆発を考慮し、これらを設置する区域で使用する。

- **防爆型の熱感知器（定温式スポット型感知器：非アナログ式）は、サーミスタを用いて熱を検出し、周囲温度が一定以上になった時に防災監視盤へ火災信号を発する。サーミスタは、温度変化により抵抗値が変化する素子で、一定周期で電流を流してサーミスタの両端にかかる電圧を測定し、温度検出回路にて変換した電圧値を内部制御回路に送り、制御回路にて一定時間内での温度上昇を測定し、温度上昇率が設定値を超えた場合に火災と判断し、防災監視盤に火災信号を発する。防爆型の熱感知器（定温式スポット型感知器：非アナログ式）は、内部の電気回路に可燃性ガスなどが侵入し、爆発が生じて、爆発による火災が外部の可燃性ガス等に引火しないように全閉の構造となっているため、防爆性能（耐圧防爆構造）を有する。**
- **防爆型の熱感知器（定温式スポット型感知器：非アナログ式）は、『感知器等規格省令』第14条（定温式感知器の公称作動温度の区分及び感度）に定められる感知性能を有するものを使用する。**
- **防爆型の熱感知器（定温式スポット型感知器：非アナログ式）は、誤作動を防止する観点で、作動温度が周囲温度よりも高いものを選定する。**
- **蓄電池の充電時に発生する水素、漏えいした燃料油（重油）の気化により、感知器作動時の万一の爆発を考慮し、これらを設置する区域で使用する。**

炎感知器（赤外線方式：非アナログ式）の概要

- ・ 炎感知器には、赤外線を感知する方式と紫外線を感知する方式の2種類があるが、炎特有の性質を検出*1することで誤作動が少ない赤外線方式の炎感知器を使用する。
- ・ 炎感知器は、『感知器等規格省令』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を有するものを使用する。
- ・ 炎感知器は、非アナログ式ではあるが、平常時から炎の波長の有無を連続監視し、火災現象（急激な環境変化）を把握できることから、アナログ式と同等の機能を有する。
- ・ 天井が高く、煙感知器や熱感知器を適用することができない場所（格納容器（床上）等）や屋外で使用する。

*1：火災時の炎には、多量の炭酸ガスから共鳴放射される波長4.4 μm にピークを持つ赤外線が多く含まれ、1~15Hzの範囲で、ちらつきながら放射される現象がある。これは、一般の高温物体からの放射エネルギーの相対強度とは大きく異なり、物質の燃焼時のみに現れる現象（CO₂共鳴放射）と呼ばれる。赤外線方式では、この「CO₂共鳴放射」と「ちらつき」を監視。



- ・ 中央制御室に設置される防災監視盤は、火災感知器（熱感知カメラを除く。）が作動した場合に警報を発し、かつ火災感知器の設置場所を一つずつ特定することにより、火災の発生場所が特定できるものとする。
- ・ 熱感知カメラについては、熱感知カメラ用の受信機を新たに設置する。熱感知カメラの設置場所を一つずつ特定することはできないが、熱感知カメラの監視画像の確認により火災源の特定ができるものとする。
- ・ 火災の発生していない平常時には、中央制御室内の巡視点検により、火災の発生のないこと、火災感知器に異常がないことを確認する。



防災監視盤



アドレス等表示部

火災感知器のアドレス管理により、発生場所の特定が可能

※：火災感知器を交換、新設等するため、受信機（防災監視盤）を追設する。

- 火災感知器は、機能に異常がないことを確認するため、自動試験及び遠隔試験*1を実施する。
- 試験機能のない火災感知器は、機能に異常がないことを確認するため、消防法施行規則第31条の6に基づき、6ヵ月に1度の機器点検及び1年に1回の総合点検時に、煙等の火災を模擬した試験を実施する。

*1：『消防法（昭和23年法律第186号）』第21条の2第2項の規定に基づく、『中継器に係る技術上の規格を定める省令（昭和56年自治省令第18号）』第2条第12号に規定する自動試験機能又は同条第13号に規定する遠隔試験機能

<p>自動試験機能：</p>	<p>火災報知設備に係る機能が適正に維持されていることを自動的に確認することができる装置による火災報知設備に係る試験機能</p>
<p>遠隔試験機能：</p>	<p>感知器に係る機能が適正に維持されていることを、当該感知器の設置場所から離れた位置において確認することができる装置による試験機能</p>

火災の消火を目的に以下の対策を講じる。



- (1) 火災により、原子炉施設の安全性が損なわれないように、以下の消火設備を設ける。なお、これらの消火設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても、原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものとする。また、火災が発生した場合は、速やかに初期消火活動を行うとともに、大洗研究所通報連絡系統に従って通報し、火災の消火、拡大の防止のための活動を行う。
 - (i) 可搬式消火器／(ii) 固定式消火設備／(iii) 消火用ホース類
- (2) 本原子炉施設では、ナトリウムを取り扱うことを考慮し、基本的に、水を用いた消火設備を使用しない。ただし、ナトリウムを取り扱わない第一使用済燃料貯蔵建物及び第二使用済燃料貯蔵建物には、屋内消火ポンプ式消火栓を配備する。
- (3) 可搬式消火器の配置は、火災防護対象機器に対して、火災の火炎及び熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体、断線、爆発等による二次的影響が悪影響を及ぼさないものとする。中央制御室には、可搬式消火器（ABC消火器及び二酸化炭素消火器）を配置し、常駐する運転員により、火災の早期発見・早期消火に対応できるものとする。
- (4) 火災時に火勢が強い、煙の充満、放射線の影響等により、運転員等による消火が困難なことが想定される場所においては、固定式消火設備（ハロン消火設備）を設置し、遠隔操作による消火活動を可能とする。
- (5) 消火設備は、火災区域における可燃性物質の性状を踏まえ、想定される火災の性質に応じた十分な容量の消火剤を備える。
- (6) 消火設備は、地震等の自然現象によっても、機能、性能が維持されるようにする。

- 可搬式消火器（ABC消火器）を使用することを基本とする。中央制御室にあっては、一部に、二酸化炭素消火器も配置する。



- 火災時に火勢が強い、煙の充満、放射線の影響等により運転員等による消火が困難なことが想定される場所において、固定式消火設備（ハロン消火設備）を設置する。

【設置箇所】 ディーゼル発電機室／ディーゼル燃料主貯油槽室／貯油槽室／アルコール廃液タンク室



その他の火災区域に設置する消火設備

- 可搬式消火器（ABC消火器）を使用することを基本とする。ナトリウムを取り扱わない第一使用済燃料貯蔵建物及び第二使用済燃料貯蔵建物には、屋内消火ポンプ式消火栓を配備する。

- 水を用いた消火設備を有しないため、消火設備の破損、誤作動又は誤操作により、火災防護対象機器の安全機能を喪失することはない。
- 固定式消火設備（ハロン消火設備）にあつては、基本的に、消火設備の破損、誤作動又は誤操作に対して、設備及び人体に無害である。ディーゼル発電機の万一の火災に対応するものにあつては、火災感知器の作動を使用条件とし、運転員等による手動起動を原則とし、誤作動又は誤操作に起因するディーゼル発電機の停止*1を防止する。運転員等は、作業員等の人がないこと、また、当該火災区域の給排気が停止されていること、及び扉が閉鎖されていることを確認した上で、固定式消火設備（ハロン消火設備）を作動させる。

*1：給排気の停止により、過給機からの空気の取り込みの不足に伴って不完全燃焼が生じることを懸念

- **可搬式消火器と固定式消火設備（ハロン消火設備）は、消火剤の性状より、凍結するおそれはなく、凍結防止対策を必要としない。また、建物内に設置又は配置されるものであり、風水害に対して消火設備の性能が著しく阻害されることはない。さらに、屋外と連結する消火配管を有しないため、地盤変位対策を必要としない。**
- **固定式消火設備（ハロン消火設備）が、地震等の自然現象により、使用できない場合にあっては、可搬式消火器により、自衛消防隊及び公設消防が到着するまでの消火活動を行う。**

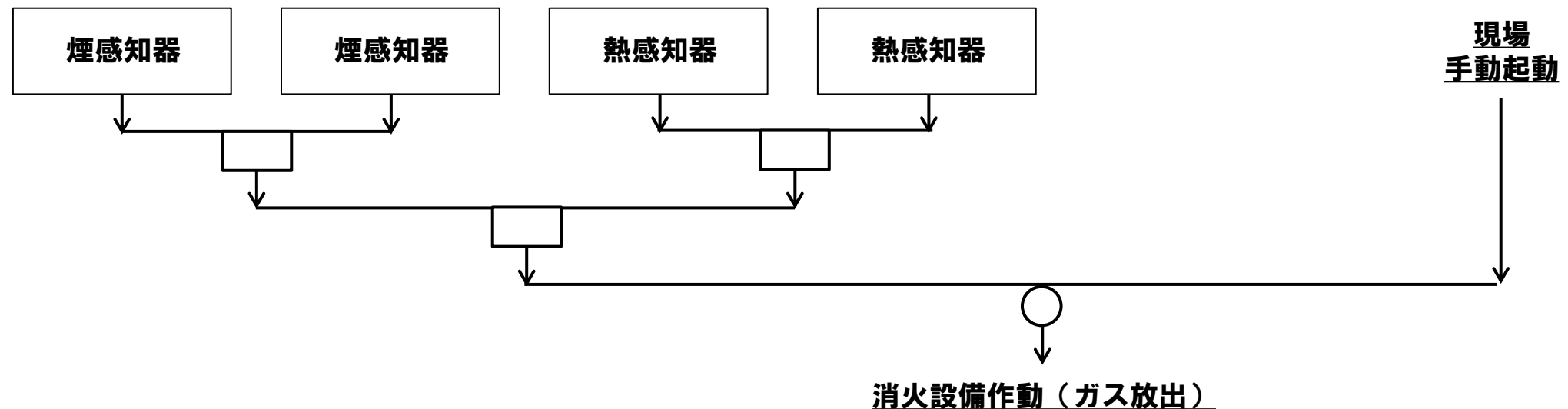
【設置箇所】 ディーゼル発電機室／ディーゼル燃料主貯油槽室／貯油槽室／アルコール廃液タンク室

【主な仕様】

項目		仕様等
消火剤	種類	ハロン1301 ※ 一臭化三フッ化メタン：CF ₃ Br
	特徴	設備及び人体に対して無害*1
	消火原理	燃焼連鎖反応を抑制することで消火（負触媒効果）
消火設備	適用規格	消防法その他関係法令
	火災感知	複数の火災感知器の作動信号
	放出方式	自動起動、現場での手動起動
	電源	非常用電源系に接続／蓄電池を制御盤内に設置

【動作原理】 一例：ディーゼル燃料主貯油槽室

※ 万一、自動起動に失敗した場合であっても、感知器の作動により中央制御室に警報が発せられるため、運転員が火災の発生を確認した場合には、手動起動により、早期消火に対応できる。



*1：誤作動した場合であっても、当該濃度は約5%であり、ハロン1301の無毒性最高濃度（NOAEL：人が消火剤に曝された時に何の観察もできない濃度）と同等であり、また、有害な酸素濃度の低下を生じさせるものではなく、人体への影響はない。沸点が低い（-58℃）ため、人体に直接接触した場合、凍傷の危険があるが、放出ノズルを高所に設置することで、当該リスクを回避することができる。消火後に発生するガスには、フッ化水素（HF）、フッ化カルボニル（COF₂）、臭化水素（HBr）等の有毒なものがあるが、消火後の入域時には、防護服を着用し、ガス濃度を確認するため、人体への影響はない。設備にあつては、ハロン1301及び消火後に発生するガスの揮発性が高いこと、及び電気絶縁性が大きいことの特徴から、その影響は小さい。

【要件】

- ・ 消防法施行規則第20条第3号：

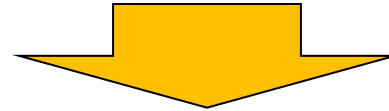
全域放出方式のハロン消火設備の消火剤の量は区画体積 1m^3 当たりで 0.32kg 以上*¹

→ 消火剤密度を $0.16\text{kg}/\text{m}^3$ とした場合、濃度約 5% *²以上に相当

*¹：区画に開口部があり、自動閉鎖装置を設けない場合には、開口部面積 1m^2 当たりハロン1301を 2.4kg 追加

*²：*n*-ヘプタンを用いたカップバーナー法により算出された消炎濃度^[1]は 3.4% であり、濃度 5% で十分に消火可能

- ・ 消防予第6号（昭和51年5月22日）「ハロン1301を使用するハロゲン化物消火設備の取扱いについて」：
濃度 10% 以下



【一例】 ディーゼル燃料主貯油槽室（S-127又はS-128）

- ・ ①部屋の体積×②算出係数+③部屋開口部の面積×④算出係数より、 67.3kg 以上を確保

→ 50kg /本のボンベ2本を準備

※：①体積： 203.8m^3 、②算出係数*³： $0.33\text{kg}/\text{m}^3$ 、③開口部面積： 0m^2 、④算出係数： $2.4\text{kg}/\text{m}^2$

*³：既設設備の計算書の値を使用

[1] 消防庁「日本消防検定協会ハロン代替消火剤の安全基準の確立に係る調査検討報告書」（平成12年3月）

- 固定式消火設備（ハロン消火設備）を必要とする火災区域以外にあっては、可燃物を少なく管理すること（火災荷重を低く抑制）、金属筐体や金属被覆の可とう電線管に収納されていることで、万一の火災時にあっても他の機器での火災の発生が防止できること、又は使用時以外は通電しない運用としていることから、火災が発生するおそれは小さく、また、万一の火災時にあっても、煙の発生は抑制されることから、消火活動が阻害されることはなく、可搬式消火器を用いた消火活動により対応できる。
- 可搬式消火器の設置にあっては、以下の事項を遵守する。
 - 通行又は避難に支障がなく、必要時にすぐに持ち出せる場所に設置する。
 - 200m²ごとに1本以上を設置する。電気設備がある場合には、100m²ごとに1本以上を設置する。
 - 各防火対象物・部分から歩行距離20m以下（大型消火器は30m以下）になるよう設置し、各階ごとに設置する。
 - 床面からの高さ1.5m以下に設置し、「消火器」の標識を見やすい位置に付ける。
 - 地震や振動で消火器が転倒、落下しないように設置する。
 - 高温・多湿場所は避け、消火薬剤が凍結、変質又は噴出するおそれの小さいところに設置する。
 - ※ 消火器に表示されている「使用温度範囲」内の場所に設置する。
 - ※ 高温や湿気の多い場所、日光・潮風・雨・風雪等に直接さらされる場所、腐食ガスの発生する場所等に設置する場合は、格納箱に収納するなどの防護を行う。
 - 6か月に1回以上は外形を点検する。



[化学消防車]

項目	仕様
タンク容量 消火剤量	1500ℓ 300ℓ
放水量	約2.89m ³ /min
吸水量	約1500ℓ/min
放水ホース	34本×20m
吸水高さ	9m
筒先	13本
揚水ホース	2本
薬液	界面活性剤
台数	1台



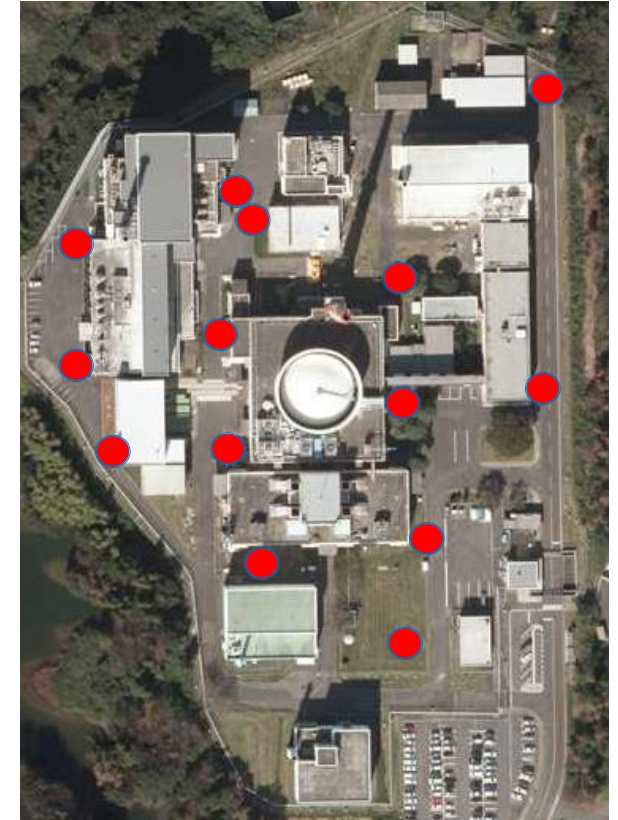
[可搬型消防ポンプ]

項目	仕様
放水量	約1.00m ³ /min
放水ホース	4本×20m
吸水高さ	9m
筒先	各1本
揚水ホース	各1本
台数	2台



[屋外消火栓]

項目	個数他
所内全域	99ヶ所
施設周辺	14ヶ所
放水ホース	2本×20m



● : 屋外消火栓

・ **自衛消防隊の定期的な消防活動訓練**

訓練頻度：2回/月

訓練項目：消防車等を用いての操作訓練、放水訓練、初動対応 等



化学消防車による消防活動



可搬型消防ポンプを用いた消防活動



放水訓練

※ 防火服及び半面マスク等を常備

空気呼吸器



消火服（空気呼吸器を着用）



懐中電灯及びヘッドライト
(乾電池式又は充電式)



LEDランタン
(乾電池式又は充電式)



項目	員数 (保管場所：中央制御室出入口付近)
懐中電灯	7個
ヘッドライト	7個
LEDランタン	8個