

柏崎刈羽原子力発電所第7号機
工事計画認可審査における主な説明事項
(火災感知器の配置)

TEPCO

2020年5月27日
東京電力ホールディングス株式会社

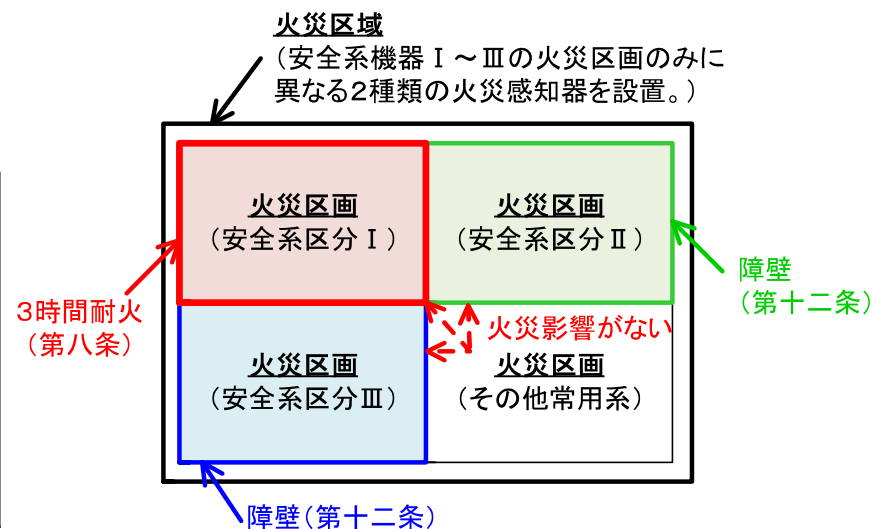
1. 火災防護審査基準の火災感知器の配置に係る要求事項
2. 柏崎刈羽原子力発電所7号機の火災感知器の配置
 - (1) 区分分離に係る設計方針
 - (2) 火災感知器の配置に係る設計方針
 - (3) 火災感知器の設置を除外する火災区画
 - (4) 空気流に対する設計方針
 - (5) 火災感知器の配置に係る基準適合状況
3. 火災防護審査基準改正に伴う火災感知器の配置に係る追加要求事項
4. 異なる2種類の火災感知器を設置しない区画からの火災影響
 - (1) 異なる2種類の火災感知器を設置しない区画からの火災影響評価
 - (2) 事業者の自主保安としての対策

1. 火災防護審査基準の火災感知器の配置に係る要求事項

- 火災防護審査基準には、従前より、異なる2種類の火災感知器の配置について、各火災区域への設置要求がある。（安全系機器を設置する火災区画は、その他の常用系機器を設置する火災区画からの火災影響を受けないよう設計する必要があるため。）
- 火災感知器の設置に際しては空気流を考慮する必要がある。（安全系機器を設置する火災区画の火災により発生する煙・熱が、その他の常用系機器を設置する火災区画に流出することで、火災感知器の感知性に影響を与えてはならない。）
- 柏崎刈羽原子力発電所7号機における異なる2種類の火災感知器の配置は、設置許可基準規則 第八条及び第十二条に基づき、安全系機器を設置する火災区画がその他常用系機器等を設置する火災区画の火災影響を受けないよう分離対策を図った上で、安全系機器を設置する火災区画のみとし、その他常用系機器等を設置する火災区画は消防法等に従って火災感知器を配置する設計としている。また、空気流についても考慮した設計である。

上記設計の妥当性について次ページ以降で説明する。

火災防護審査基準 (抜粋)
2.2 火災の感知・消火
2.2.1 (1) 火災感知設備
④ 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に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。

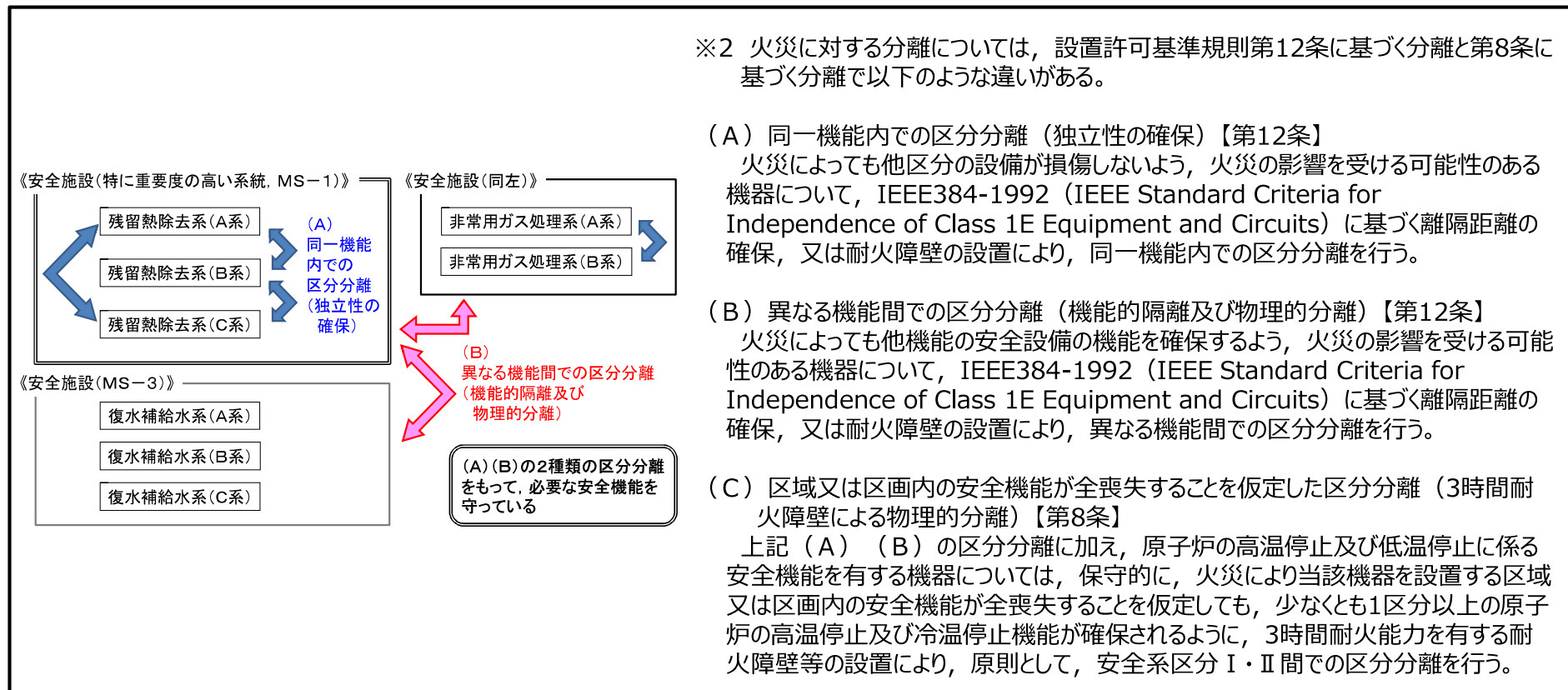


柏崎刈羽原子力発電所7号機的设计概念

2. 柏崎刈羽原子力発電所7号機の火災感知器の配置 (1/4)

(1) 区分分離に係る設計方針

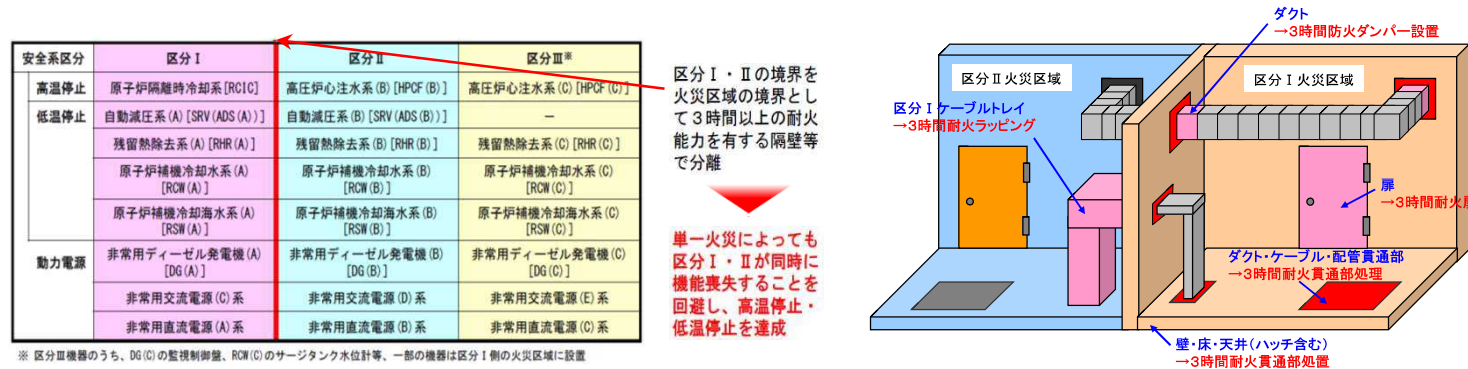
- [設置許可基準規則 第十二条 \(安全施設\) への適合のため](#), 安全施設の独立性を脅かすおそれのある火災等に対して安全機能が喪失しないよう, [距離又は耐火障壁により, 安全系区分 I ~ III およびその他常用系等を分離](#)。
- [設置許可基準規則 第八条 \(火災による損傷の防止\) 並びに火災防護審査基準への適合のため](#), いかなる火災に対しても安全機能が喪失しないよう, [3時間耐火障壁により, 安全系区分 I・II 間を分離](#)。
- 以下, 設置許可まとめ資料「12条: 安全施設」から抜粋。



2. 柏崎刈羽原子力発電所7号機の火災感知器の配置 (2/4)

(2)火災感知器の配置に係る設計方針

- 各建屋からの放射性物質の漏えいを防止するために建屋外壁を「火災区域」と設定。
- いかなる火災に対しても「原子炉の高温停止・低温停止」が達成できるように、安全系区分ⅠとⅡの間を火災区域の境界（3時間耐火）として「区分Ⅰ火災区域」と「区分Ⅱ火災区域（区分Ⅰ以外の火災区域）」を設定して個々の特徴に応じて感知・消火方針を設定。
- 各部屋単位を「火災区画」として、原子炉の安全停止に必要な機器が存在する火災区画に異なる2種類の火災感知器を設置。
- 原子炉の安全停止に必要な機器が存在しない火災区画は、安全系機器への火災による波及影響が生じないように、設置許可基準規則第十二条に基づく設計配慮を行った上で、消防法等に基づく火災感知器を設置。



2. 柏崎刈羽原子力発電所7号機の火災感知器の配置 (3/4)

(3)火災感知器の設置を除外する火災区画

- 柏崎刈羽原子力発電所7号機では、原則として、安全系機器を設置する火災区画には異なる2種類の火災感知器を設置する方針である。ただし、以下に記載する火災区画は、火災の影響を受けるおそれがないと考えられることから、異なる2種類の火災感知器を設置しない設計とする。また、常用系機器のみが存在する火災区画は、当該区画で火災が発生しても、安全機能に影響がないことから、以下と同様に異なる2種類の火災感知器を設置しない設計とする (p)。

設置変更許可申請書 添付資料八 (抜粋)

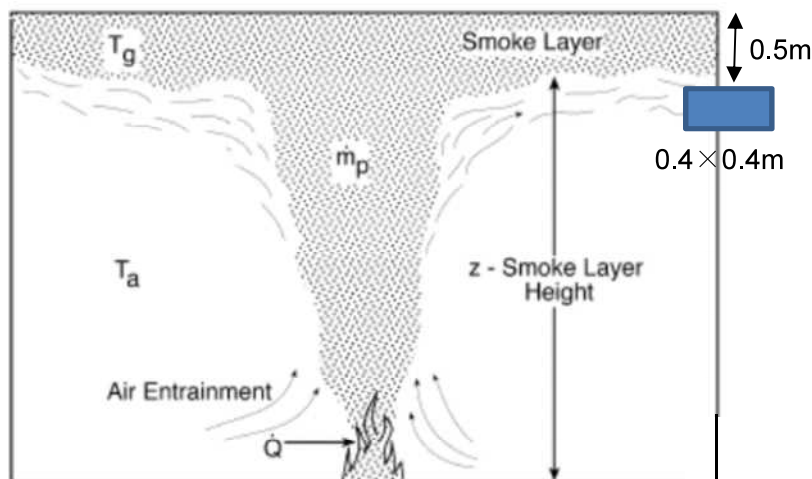
以下に示す火災区域又は火災区画は、火災の影響を受けるおそれが考えにくいことから、火災感知器を設置しない、若しくは消防法又は建築基準法に基づく火災感知器を設置する設計とする。(以下、詳細内容は省略)

- h. 格納容器機器搬出入用ハッチ室 i. 給気処理装置室, 冷却器コイル室及び排気ルーバ室 j. 排気管室 k. フィルタ室
- l. 使用済燃料プール, 復水貯蔵槽, 使用済樹脂槽
- m. 不燃性材料であるコンクリート又は金属により構成された火災防護対象機器のみを設けた火災区域又は火災区画
- n. フェイルセーフ設計の火災防護対象機器のみが設置された火災区域又は火災区画 o. 気体廃棄物処理設備エリア排気モニタ検出器設置区画

2. 柏崎刈羽原子力発電所7号機の火災感知器の配置 (4/4)

(4) 空気流に対する設計方針

- 「空気流」の影響に対しては、消防法施行規則に則り、火災感知器を給・排気口から適切な離隔距離を取って設置することとしている。
- 火災発生時には、発生区画の内圧が上昇し、エアバランスが崩れる可能性もあるが、米国NRCの火災解析ツール（FDTs）を用いた簡易評価の結果では、火災発生区画の天井部に速やかに煙が溜まる様子が確認されている。その後、貫通孔から煙が流出することを踏まえると、隣接区画の火災感知器が、火災発生区画の火災感知器より先に動作することは考えにくい。また、仮に安全系機器を設置する火災区画で火災が発生した場合、貫通孔から煙が流出したとしても、当該区画に設置された異なる2種類の火災感知器が動作しないということは考えられない。



・貫通孔を想定し開口設定
・煙が到達した時点で流出

Time (min)	ρ_0 (kg/m ³)	Constant (k) (kJ/m ³ -K)	Smoke Layer Height z (m)	Smoke Layer Height z (ft)	
0	1.18	0.064	8.00	26.25	
1	0.75	0.101	7.50	24.61	CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT
2	0.72	0.105	7.50	24.61	CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT
3	0.70	0.108	7.50	24.61	CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT
4	0.69	0.110	7.50	24.61	CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT
5	0.68	0.112	7.50	24.61	CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT
10	0.64	0.118	7.50	24.61	CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT
15	0.62	0.122	7.50	24.61	CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT
20	0.61	0.125	7.50	24.61	CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT
25	0.60	0.127	7.50	24.61	CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT
30	0.59	0.129	7.50	24.61	CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT
35	0.58	0.130	7.50	24.61	CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT
40	0.58	0.132	7.50	24.61	CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT
45	0.57	0.133	7.50	24.61	CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT
50	0.56	0.135	7.50	24.61	CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT
55	0.56	0.136	7.50	24.61	CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT
60	0.56	0.137	7.50	24.61	CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT

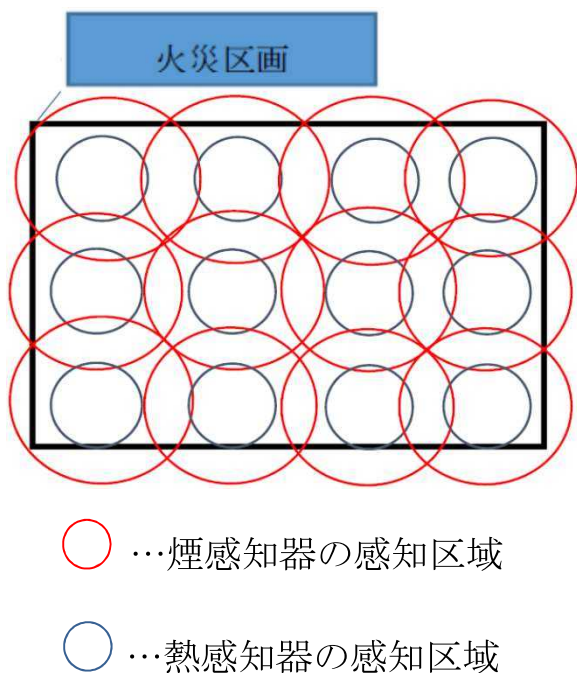
(5) 火災感知器の配置に係る基準適合状況

- 柏崎刈羽原子力発電所7号機の火災感知器の配置は、安全系機器がその他常用系機器等の火災影響を受けないよう配慮するとともに、空気流についても考慮しており、火災防護審査基準に適合している。

3. 火災防護審査基準改正に伴う火災感知器の配置に係る追加要求事項

- 平成30年1月四半期に実施された他社原子力発電所の保安検査において、火災区画として設定されたエリアの異なる2種類の火災感知器（煙・熱感知器）のうち、熱感知器の配置が消防法に準拠しておらず、必要数に満たない例が確認された。このような背景を踏まえ、平成31年2月13日に火災防護審査基準が改正され、異なる2種類の火災感知器の配置について、消防法に準拠すること等が追加要求となった。
- 柏崎刈羽原子力発電所7号機における異なる2種類の火災感知器の配置については、当初より、消防法に準拠することとしており、改正後の火災防護審査基準にも適合する。

<火災感知器の配置の不備例>



改正後の火災防護審査基準（抜粋）	改正前の火災防護審査基準（抜粋）
<p>2.2 火災の感知・消火</p> <p>2.2.1 (1) 火災感知設備</p> <p>① 各火災区域における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し、早期に火災を感知できるよう固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等（感知器及びこれと同等の機能を有する機器をいう。以下同じ。）をそれぞれ設置すること。また、その設置に当たっては、感知器等の誤作動を防止するための方策を講ずること。</p> <p>② <u>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。</u></p>	<p>2.2 火災の感知・消火</p> <p>2.2.1 (1) 火災感知設備</p> <p>① 各火災区域における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し、早期に火災を感知できる場所に設置すること。</p> <p>② <u>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又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ずること。</u></p>

4. 異なる2種類の火災感知器を設置しない区画からの火災影響

(1)異なる2種類の火災感知器を設置しない区画からの火災影響評価

- ・ 現設計方針においても、異なる2種類の火災感知器を設置しない火災区画（常用系機器等が設置される火災区画）については、火災区画内の機器に火災の発生防止対策がとられていると共に、3時間耐火相当の厚み（123mm）を有する耐火壁（コンクリート壁）で構成された境界（耐火壁，離隔距離等）が設定されており、火災が発生しても、異なる2種類の火災感知器を設置する火災区画（安全系Ⅱ・Ⅲ機器が設置される火災区画）へ影響が生じるおそれは考えにくい。

(2)事業者の自主保安としての対策

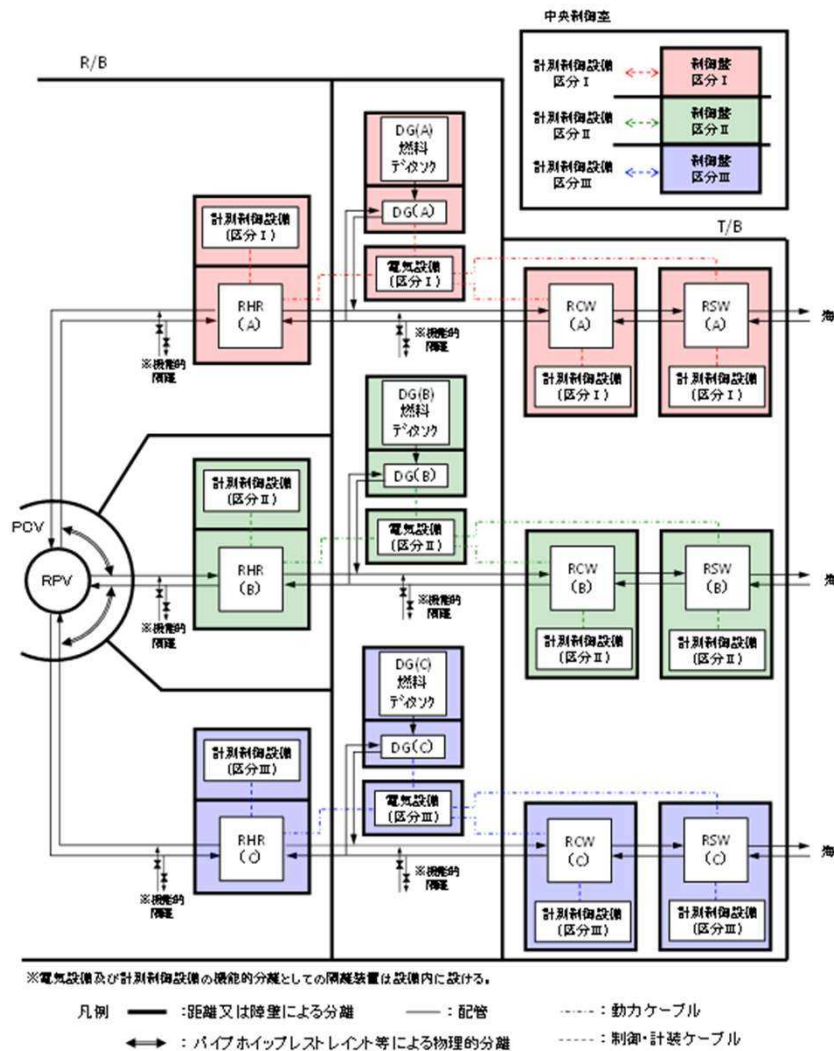
- ・ 仮に、区画内全ての可燃物が燃焼し、大規模な火災に発展した場合を想定すると、各火災区画のエアバランスがくずれ、貫通孔から熱・煙が流出入することにより、安全機能に悪影響を及ぼす可能性もあることから、事業者の自主保安として対策を行う。
- ・ 具体的には、常用系機器等を設置する隣接区画の可燃物量を踏まえ、その等価火災時間が0.1時間（※）を超える区画との境界にある貫通孔の耐火処理（防火区画相当）を実施する。（別途、工事物量を精査し、計画的に実施。）

（※）区画内に内包する全ての可燃物が燃焼したとしても、大規模な火災に発展するおそれはないと考えられる可燃物量として、等価火災時間0.1時間をひとつの目安とした。

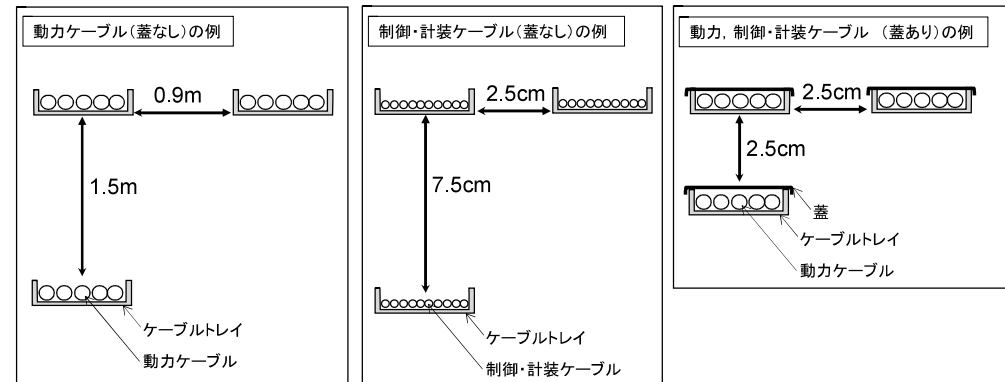


以下，参考資料

「設置許可基準規則 第十二条」に適合させるための設計方針



＜RHR（原子炉停止時冷却モード）主要設備 分離設計概念図＞

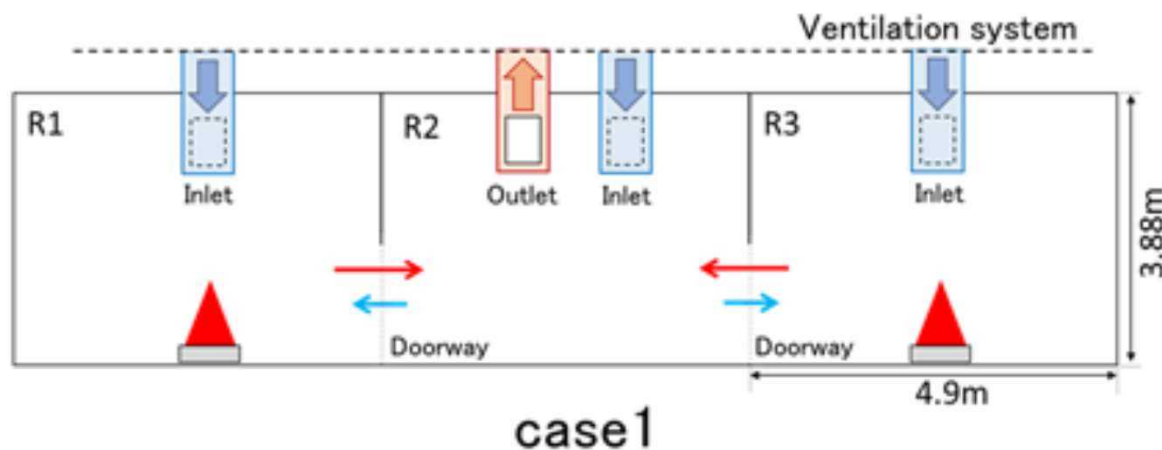


＜ケーブルの分離：IEEE384基準＞



枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

＜補機分離：耐火障壁（コンクリート壁）＞



<火災解析条件>

- 評価区画
幅4.9m×奥行5.9m×高さ3.88m, 3部屋
- ドア開口
幅0.79m×高さ2.1m
- 火源
面積0.5m², 高さ0.35m, 最大発熱速度: 435kW
- 換気条件
給気側1200m³/h, 排気側3600m³/h

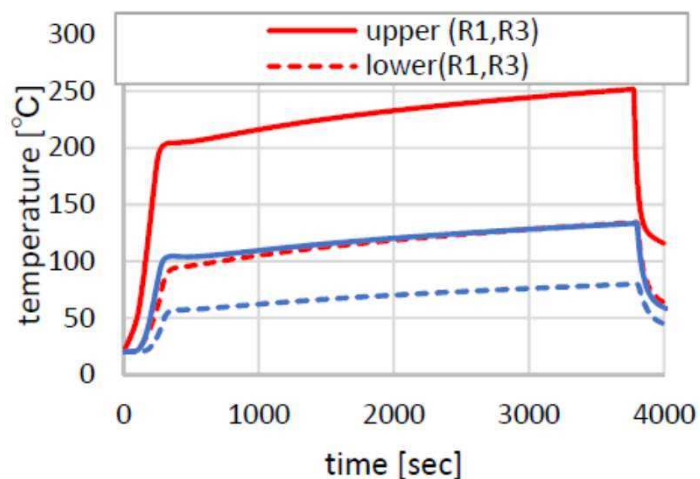


図3 区画内ゾーン温度の時間変化 (case 1)

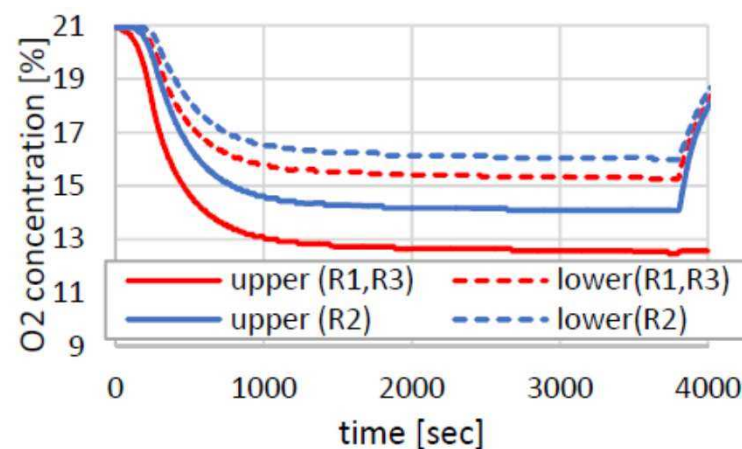


図4 区画内ゾーン酸素濃度の時間変化 (case 1)

出典：BRI2002を用いた複数火源条件下の火災性状に関する研究（（一財）電力中央研究所）

消防法に基づく火災感知器の配置設計例

- 火災区画C-B2F-097号機C/B計測制御電源区域 (A) 送風機室の基本情報
 - 床面積 111m²
 - 天井高さ 5150mm
- 煙感知器の設置条件：消防法施行規則第23条第4項3口の規定により、煙感知器は天井より0.6m以上突出している場合は個別の区画とし、それぞれの床面積から煙感知器の必要個数を求める。
 火災区画C-B2F-09は梁の高さが0.6m以上の梁により床面積を4つに区画。
 9 m², 38 m²(21 m²+17 m²), 34 m²(17 m²+17 m²), 30 m²(16 m²+14 m²)
 消防法施行規則第23条第4項7ホの規定により、天井高さから、それぞれの床面積に必要な煙感知器の設置個数を算出（天井高さ4m以上～20m以下の場合・・・床面積75 m²ごとに煙感知器を1個設置）。
 9 m²・・・1個, 38 m²・・・1個, 34 m²・・・1個, 30 m²・・・1個
火災区画C-B2F-09に必要な煙感知器はそれぞれの区画に1個ずつ設置し、合計4個の煙感知器を設置する。
- 熱感知器の設置条件
 消防法施行規則第23条第4項3口の規定により、熱感知器は天井より0.4m以上突出している場合は個別の区画とし、それぞれの床面積から熱感知器の必要個数を求める。
 火災区画C-B2F-09は梁の高さが0.4m以上の梁により床面積を7つ区画。
 9m², 21m², 17m², 17m², 17m², 16m², 14m²
 消防法施行規則第23条第4項3口の規定により、天井高さから、それぞれの床面積に必要な熱感知器の設置個数を算出（天井高さ4m以上～8m以下の場合・・・床面積35m²ごとに熱感知器（特殊）を1個設置）。
 9 m²・・・1個, 21 m²・・・1個, 17 m²・・・1個, 17 m²・・・1個, 17 m²・・・1個, 16 m²・・・1個, 14 m²・・・1個
火災区画C-B2F-09に必要な熱感知器はそれぞれの区画に1個ずつ設置し、合計7個の熱感知器を設置する。

