

## 関西電力株式会社美浜発電所 3号機における 火災防護の不備に関する検査結果

令和4年7月 22 日  
原子力規制庁

### 1. 趣旨

本議題は、令和3年度から検査継続案件となっていた関西電力株式会社美浜発電所3号機における火災防護の不備に関する原子力規制検査<sup>1</sup>の結果について報告するものである。

### 2. 検査指摘事項の概要

令和3年10月18日から実施した関西電力株式会社美浜発電所3号機における火災防護(3年)チーム検査において、補助給水に係る次に掲げる設備に対する火災防護対策について、事業者が必要な設計評価もせずに、認可された工事計画のとおり施工していないことがわかった。

- ①タービン動補助給水ポンプの現地盤並びにA系及びB系の電動補助給水ポンプの起動盤(以下「制御盤」という。)
- ②B系電動補助給水ポンプの動力ケーブル収納電線管(以下「電線管」という。)

### 3. 評価結果

本事案について、令和4年7月11日に「重要度評価・規制措置会合(SERP)」を実施し、以下のとおり、重要度及び深刻度の評価を行った。

重要度: 緑

深刻度: SLIV(通知なし)

### 4. 評価内容(詳細は別紙1のとおり)

#### (1) 重要度

「原子力安全に係る重要度評価に関するガイド」の「附属書5 火災防護に関する重要度評価ガイド」に基づき本事案の安全に係る重要度の評価を行った。

#### ① 制御盤

3系統ある補助給水が全て機能喪失する可能性が最も高くなる火災の発生条件として、3台のうち中央に位置する制御盤で火災が発生することを仮定し、両隣に位置する制御盤の性能維持に影響が及ぶかどうかを火災伝播評価解析により確認したところ、

<sup>1</sup> 令和3年度第3四半期及び第4四半期で継続案件として報告した「美浜発電所3号機 電動補助給水ポンプエリアにおける補助給水機能に係る電線管等の系統分離の不備」である。

両隣の制御盤の表面温度は設計温度以下となり、機能喪失する可能性は低い。

## ② 電線管

動力ケーブル収納電線管に耐火処置がされていないが、電動補助給水ポンプエリアには、煙感知器及び熱感知器が設置され、更にA系及びB系の電動補助給水ポンプには局所ハロン消火設備が設置されている。

以上のことから、制御盤(①)及び電線管(②)に係る検査指摘事項に対する重要度を「緑」と判定した。

## (2) 深刻度

①制御盤、②電線管とも、深刻度評価において考慮する「規制活動への影響」等の要素は確認されていないこと及び事業者が是正処置等を実施していることから、検査指摘事項の重要度評価の結果を踏まえ、深刻度は「SLIV(通知なし)」と判定した。

美浜発電所3号機 工事計画に従った評価・施工の不備による補助給水機能に対する不十分な火災防護対策に関する評価書

件名	美浜発電所3号機 工事計画に従った評価・施工の不備による補助給水機能に対する不十分な火災防護対策
監視領域(小分類)	拡大防止・影響緩和
検査指摘事項等の重要度／深刻度	緑／SLIV(通知なし)
概要	<p>令和3年10月18日から実施した関西電力株式会社美浜発電所3号機に対する第3四半期火災防護(3年)チーム検査の際に、原子力検査官(以下「検査官」という。)が、電動補助給水ポンプエリアにおいて、補助給水機能に係る一部の設備に対する火災防護が不十分であることを確認した。</p> <p>タービン動補助給水ポンプの現地盤並びにA系及びB系の電動補助給水ポンプの起動盤(以下「制御盤」という。)は、これらの制御盤に火災が発生した場合には補助給水ポンプを運転制御できない場合があるにもかかわらず、そのことが評価されず、約0.6mの間隔で横並び一列に設置された制御盤の内部に火災感知設備及び自動消火設備が設置されていない。</p> <p>また、B系電動補助給水ポンプの動力ケーブルを収納している電線管が、A系電動補助給水ポンプの電動機の約1.4m上部を通過しており、A系電動機の火災時にB系電線管内の動力ケーブルを焼損する可能性がある。同エリアに敷設されている原子炉の高温停止または低温停止に影響を及ぼす可能性のある火災防護対象機器を駆動若しくは制御するケーブル(以下「火災防護対象ケーブル※1」という。)を格納しているケーブルトレイは、A系を1時間耐火シートで被覆することでB系から分離していたものの、火災防護対象ケーブルを格納している電線管は、1時間耐火シート等で被覆されておらずA系及びB系との系統分離は認められなかった。</p> <p>以上のことは、これらの制御盤や電線管について、事業者が認可された工事計画に従って、「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「審査基準」という。)の「火災防護対象ケーブル」としての評価していなかったためである。</p> <p>事業者は、現場の電線管の配置確認や図面等による制御盤等の機能確認を適切に行えば、工事計画どおりに評価・施工を行うことができたことから、パフォーマンス劣化に該当する。</p> <p>「検査気付き事項のスクリーニングに関するガイド」では、「拡大防止・影響緩和」の監視領域の「外的要因に対する防護」の属性に関係付けられ、監視領域の目的に悪影響を及ぼすことから、検査指摘事項に該当す</p>

	<p>る。</p> <p>「附属書5 火災防護に関する安全重要度評価ガイド」に従い、重要度評価を行った結果、この検査指摘事項により、3系統の補助給水ポンプの機能喪失に至る可能性は低く、重要度は「緑」と判断した。</p> <p>深刻度評価については、「原子力規制検査における規制措置に関するガイド」に基づき評価を行った結果、不正や規制活動への影響等はなく、また事業者は是正処置等を実施していることから「SLIV（通知なし）」と判断する。</p> <p>※1 審査基準 1.2 用語の定義(14)では、「火災防護対象ケーブル」を「火災防護対象機器を駆動若しくは制御するケーブル(電気盤や制御盤を含む。)をいう。」としている。</p>
<p>事象の説明</p>	<p>令和3年 10 月 18 日から実施した関西電力株式会社美浜発電所3号機に対する第3四半期火災防護(3年)チーム検査に際し、検査官が電動補助給水ポンプエリアにおいて、補助給水機能に係る一部の設備に対する火災防護が不十分であることを確認した。</p> <p>① 制御盤</p> <p>検査官は、A系及びB系電動補助給水ポンプ並びにタービン動補助給水ポンプの制御盤3台が、同じエリアで約 0.6mの間隔で横並び一列に設置されており、制御盤内に火災感知設備及び自動消火設備が設置されていないことを確認した。</p> <p>事業者からは、「中央制御室から現場の制御盤を介さずにポンプを起動できることを理由に、同一機能を有するものが複数あるとして、これらの制御盤を審査基準の火災防護対象ケーブルから除外している。」との説明があった。なお、事業者は、A系及びB系電動補助給水ポンプ並びにタービン動補助給水ポンプは審査基準の火災防護対象機器として選定している。</p> <p>その後、検査官が、補助給水機能に係る制御系統を図面等により確認したところ、補助給水ポンプに電源を投入するためのメタクラ遮断器の投入スイッチは、制御盤及び中央制御室の両方に設置されているが、ポンプの運転制御に必要な制御回路は、制御盤にしか設置されておらず、「同一機能を有するものが複数ある」とはいえないことが判明した。</p> <p>この事実を事業者に指摘したところ、事業者より検査の過程で、「制御盤内は低電圧制御回路のみ収納されており、想定される火災はケーブル1本に限定される程度のものであり、この程度の火災であれば制御盤内の制御回路は機能喪失しないとして、制御盤は火災防護対象ケーブルに該当しない。」との説明があった。</p> <p>事業者は、検査官の指摘を受け、安全性向上の観点から、制御盤の間2箇所に耐火シート(1時間耐火)を設置するとともに制御盤3台全ての盤内に自動消火設備(感知機能付き)を設置した。</p>

	<p>② 電線管</p> <p>検査官は、B系電動補助給水ポンプの動力ケーブルを収納している電線管がA系電動補助給水ポンプの電動機の約 1.4m 上部を通過していることを確認した。そのため、事業者に対して、A系電動機の火災発生時の影響評価の結果を尋ねたところ、当該電線管について審査基準の「火災防護対象ケーブル」として火災による影響評価はなされておらず、改めて評価がなされた結果、その火災高さが約 2.1m と評価され、B系電動補助給水ポンプの動力ケーブルを収納している電線管が火炎に晒され、当該電線管内の動力ケーブルが焼損する可能性があることを確認した。当該電線管は、火災防護対象ケーブルである動力ケーブルを格納しているものの、1時間耐火シート等で被覆されておらずA系及びB系との系統分離は認められなかった。</p> <p>事業者は、検査官からの指摘を受け、当該電線管について1時間耐火機能を持っていないため審査基準に抵触していると判断し、是正処置として火災影響範囲(ZOI: Zone of Influence)部分に耐火シートを設置するとともに、この他にも同様な箇所がないか検討を行い、6火災区画 14 箇所についても同様な対策を行った。</p>
重要度評価	<p>[パフォーマンス劣化]</p> <p>事業者は、認可された工事計画の火災防護設備の基本設計方針(3)火災の影響軽減(a)火災防護対象機器等の系統分離対策 口. 1時間耐火障壁、火災感知設備及び自動消火設備において、「火災防護対象機器等は、想定される火災に対して1時間の耐火能力を有する隔壁の設置によって、互いに相違する系列間の系統分離を行う設計とする。隔壁は、材料、寸法を設計するための火災耐久試験により1時間の耐火性能を有する設計とする。(中略)火災感知設備は、自動消火設備の誤動作防止を配慮した感知器の作動により自動消火設備を動作する設計とする。」と記載しており、これは、審査基準 2.3.1(2)c.の「互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間が1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離されており、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること」を反映している。</p> <p>① 制御盤</p> <p>制御盤については、認可された工事計画によれば、審査基準の「火災防護対象ケーブル」として評価した上で、適切な火災防護対策を講じる必要があるが「火災防護対象ケーブル」としての必要な評価がなされていない。</p>

## ② 電線管

電線管については、審査基準の「火災防護対象ケーブル」として火災による影響評価がなされていなかったことから、認可された工事計画のとおり、1時間耐火壁等による系統分離がなされていない。

上記の制御盤(①)と電線管(②)は、事業者が、既設設備に対する保安規定第3条 7.3.4(設計・開発のレビュー)(1)a.「設計・開発の結果が、要求事項を満たせるかどうか評価する」※2に基づく必要な設計評価をしなかったことから、審査基準 2.3.1(2)c.を満足することに失敗している。

事業者は、火災防護対象ケーブルの選定プロセスの過程で図面等による制御盤の機能確認や現場の電線管の配置確認を適切に行えば、工事計画のとおり評価・施工が実施できたはずであることから、これらの対策を行うことは、事業者にとって合理的に予測可能であり、予防措置を講じることが可能であったことから、制御盤(①)及び電線管(②)は、共にパフォーマンス劣化に該当する。

※2 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第43条の3の5第2項第十一号及び原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則を反映する以前の保安規定条文

### [スクリーニング]

#### ① 制御盤

事業者は、制御盤について必要な火災防護に係る設計評価をしていないことにより、制御盤で火災が発生した場合に補助給水機能への影響を把握できていなかった。

#### ② 電線管

電線管に対して1時間耐火壁等で系統分離がなされていないと、A系電動補助給水ポンプの火災発生時にB系の電動補助給水ポンプが機能喪失するおそれがある。

本事象は、「検査気付き事項のスクリーニングに関するガイド」の「拡大防止・影響緩和」の監視領域(小分類)の「外的要因に対する防護」の属性に関係付けられ、当該監視領域(小分類)の目的に悪影響を及ぼすことから、制御盤(①)及び電線管(②)は、共に検査指摘事項に該当する。

### [重要度評価]

本検査指摘事項の重要度を評価するため、「原子力安全に係る重要度評価に関するガイド」の「附属書5 火災防護に関する重要度評価ガイド」に従い、重要度評価を行った。(添付1参照)

### ① 制御盤

制御盤については、ステップ 1.2 では、表1. 指摘事項の区分「1.4.6 局所的なケーブル又は機器の防護」を適用し、ステップ 1.3 では劣化評価指針「3. 火災の閉じ込めと局所的なケーブル又は機器の防護」の「難燃性及び非難燃性板又はブランケット」を用いて、もともと施工されていない場所が 38cm<sup>2</sup>を超えることから「高劣化」と判断した。「ステップ 1.4.6 局所的なケーブル又は機器の防護」の 1.4.6-A 質問に対しては、制御盤に対する火災防護対策が何もなくないことから、適切な火災の自動感知及び消火設備によって防護されているとは言えず、回答は No となり次の質問に進む。1.4.6-B 質問についても、制御盤に自動火災感知設備及び耐火被覆が無いことから、Noとなり、フェーズ2評価に進んだ。

フェーズ2評価では、本検査指摘事項が影響軽減に関することから、4.3(2)のとおり図3に基づき実施した。本検査指摘事項については、各制御盤に1時間耐火壁等の火災影響軽減対策が無いことから、3台の制御盤が全て機能喪失することを前提に△CDFを評価した結果、白以上となり、図5の詳細評価に進んだ。(フェーズ2評価自体は添付2参照)

詳細評価では、区画情報等から解析条件を設定し、詳細火災伝播解析コード(FDS)にて制御盤の周辺の温度分布を評価した。隣接の制御盤表面の最大温度は 47°C、42°Cとなった。また、解析で得られる温度上昇分に対する精度 (15%以内<sup>2</sup>)を考慮した場合にはそれぞれ最大 50°C、44°Cとなり、盤の設計温度(49°C)を僅かに超えたが、隣接の制御盤は厚さが  の鉄板の筐体で覆われていることを考慮すれば、B系電動補助給水ポンプの制御盤で火災が発生したとしてもA系電動補助給水ポンプ及びタービン動補助給水ポンプの制御盤が機能を喪失する可能性は低いと考えられる。

□: 枠組みの範囲は商業機密に係る情報として公開しない

### ② 電線管(添付3参照)

電線管については、ステップ 1.3 までは制御盤と同様である。さらに、「ステップ 1.4.6 局所的なケーブル又は機器の防護」に対して、電動補助給水ポンプエリアは、煙感知器及び熱感知器が設置され、更に電動補助給水ポンプには局所ハロン消火設備が設置され防護されていることから、1.4.6-A 質問の回答が Yes となり、「緑」に分類される。

以上のことから、これらの案件により、それぞれタービン動補助給水ポンプ及び3系統の補助給水ポンプの機能喪失に至る可能性は低く、制御盤(①)及び電線管(②)の重要度は、共に「緑」と判断した。

<sup>2</sup> 解析は、米国国立標準技術研究所が開発した Fire Dynamics Simulator(FDS)で行った。このコードを検証した NUREG-1824 Volume 7 ではガス温度評価の場合、解析で得られる温度上昇分に対する精度は 15%以内としている。

<p>深刻度評価</p>	<p>[深刻度評価]</p> <p>本検査指摘事項は、認可された工事計画において反映している審査基準 2.3.1(2)c.を満足していないことから「原子力規制検査における規制措置に関するガイド」に基づき評価を行った。</p> <p>① 制御盤</p> <p>深刻度評価において考慮する「規制活動への影響」等の要素は確認されていないことから、検査指摘事項の重要度評価の結果を踏まえ、深刻度は「SLIV」と判断する。</p> <p>事業者は、検査官からの指摘を受け、安全性向上の観点から、制御盤の間2箇所耐火シート(1時間耐火)を設置するとともに制御盤3台全ての盤内に自動消火設備(感知機能付き)を設置した。</p> <p>② 電線管</p> <p>深刻度評価において考慮する「規制活動への影響」等の要素は確認されていないことから、検査指摘事項の重要度評価の結果を踏まえ、深刻度は「SLIV」と判断する。</p> <p>事業者は、検査官からの指摘を受け、本検査指摘事項に対する是正処置として、火災影響範囲(ZOI)部分に耐火シートを設置するとともに、他にも同様な箇所がないか所定の検討を行い、6火災区画 14 箇所についても同様な対策を行った。</p> <p>事業者は、既に是正処置等を実施していることから、同ガイド「3.3(2)」の要件を満足するため、制御盤(①)及び電線管(②)は、共に違反等の通知は実施しない。</p>
--------------	--

GI0007\_原子力安全に係る重要度評価に関するガイド  
附属書5 火災防護に関する重要度評価ガイド (抜粋)

火災防護に関する安全重要度評価(フェーズ1)

ステップ 1.2: 検査指摘事項の区分を指定

以下の表に定める指針を用い、検査指摘事項を最も適した指摘事項区分に分類する。検査指摘事項は1つの区分にのみ分類することができる。

(略)

表1 火災防護における検査指摘事項の区分

指摘事項の区分	各区分において適用される要素
(略)	(略)
1.4.6 局所的なケーブル又は機器の防護	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ケーブル、トレイ又は機器の火災・熱防護用の物理障壁</li> <li>・ ケーブルの防火シート等</li> <li>・ 機器・ケーブル防護用の放射熱遮蔽</li> </ul>
(略)	(略)

ステップ 1.3 劣化評価指針

(略)

3 火災の閉じ込めと局所的なケーブル又は機器の防護

(略)

難燃性及び非難燃性板又はブランケット(ミネラルウール又はセラミック繊維など):

・低劣化

○バリア材厚さの10%未満について、喪失又はもともと施工されていない

○直径12mm以下の貫通亀裂

○材料の圧縮

・高劣化

○バリア材の設計厚さの10%以上を紛失、又はもともと施工されていない場所が38cm<sup>2</sup>を超える

○直径12mmより大きい貫通亀裂

○15cm未満のラップに入る大型金属製断面サポート又は大型断面ケーブル

○試験又は評価がされていないバリア構成

(略)

ステップ 1.4: 検査指摘事項区分に設定された定性的なスクリーニング質問

(略)

ステップ 1.4.6: 局所的なケーブル又は機器の防護

1.4.6-A 質問:劣化が確認された耐火被覆されているケーブル、ケーブルトレイ又は機器のある区域は、適切な火災の自動感知及び消火設備によって防護されているか。

○Yes—緑に分類し、これ以上解析は必要ない。

○No—次の質問へ。

1.4.6-B 質問:劣化が確認された耐火被覆されているケーブル、ケーブルトレイ又は機器のある区域は、標的に被害が及ぶ前に消火できる適切な自動火災報知設備及び耐火被覆によって防護されているか。

○Yes—緑に分類し、これ以上解析は必要ない。

○No—フェーズ2へ。

#### 4. 火災防護に関する安全重要度評価(フェーズ2)

##### 4.1 概要

安全重要度評価において、火災 PRA が活用できるまでの間、火災の影響評価を事業者が作成した内部事象レベル1PRA の情報を用いて、定量的に評価する。

##### 4.2 定量評価の位置付け

火災及び火災防護設備を評価対象とする。つまり、火災により起因事象が発生し、又は発生する可能性が高くなった事象、及び火災の拡大防止の機能が劣化した事象を対象とする。

##### 4.3 火災に関する事象のフェーズ2評価(定量評価)

###### (1)火災の原因及び痕跡を発見した場合の評価フロー

フェーズ2評価における火災の原因及び痕跡を発見した場合の評価フローを図2に示す。本全体概念フローに示すように、まず個別事象の分類を行い、事象ごとに評価を実施する。

###### (2)火災の検知設備又は火災の影響軽減設備の劣化を発見した場合の評価フロー

火災の検知設備又は火災の影響軽減設備の劣化を現場で発見した場合、以下のフローで火災の影響を評価する。図3に火災の検知設備又は火災の影響軽減設備の劣化を発見した場合の評価フローを示す。

###### (3)複数の区画まで火災が影響を及ぼした場合の評価

複数の区画まで火災が影響を及ぼした場合の評価フローを図4に示す。

###### (4)詳細評価

簡易評価において基準との比較により白以上と判断された事象、又は詳細な火災伝播解析が必要な事象については、詳細評価を実施する。詳細評価の評価フローを図5に示す。

(5)簡易火災影響評価ツールによる火災影響評価

米国 NRC(アメリカ合衆国原子力規制委員会)で開発された簡易火災影響評価ツール(FDT<sup>s</sup>(Fire Dynamics Tools))を用いた火災影響を実施する。以下の FDT<sup>s</sup> の入力データ例を図6に、計算結果例を図7に示す。

(6)詳細火災伝播解析コードによる火災影響評価

米国 NIST(アメリカ国立標準技術研究所)で開発された詳細火災伝播解析コード(FDS)を用いた火災伝播解析を実施する。以下の FDS の解析結果モデル図を図8に、解析結果例を図9に示す。ただし、本詳細解析モデルの作成には、詳細な設計条件が必要となる。

フェーズ2評価フロー図\* (抜粋)

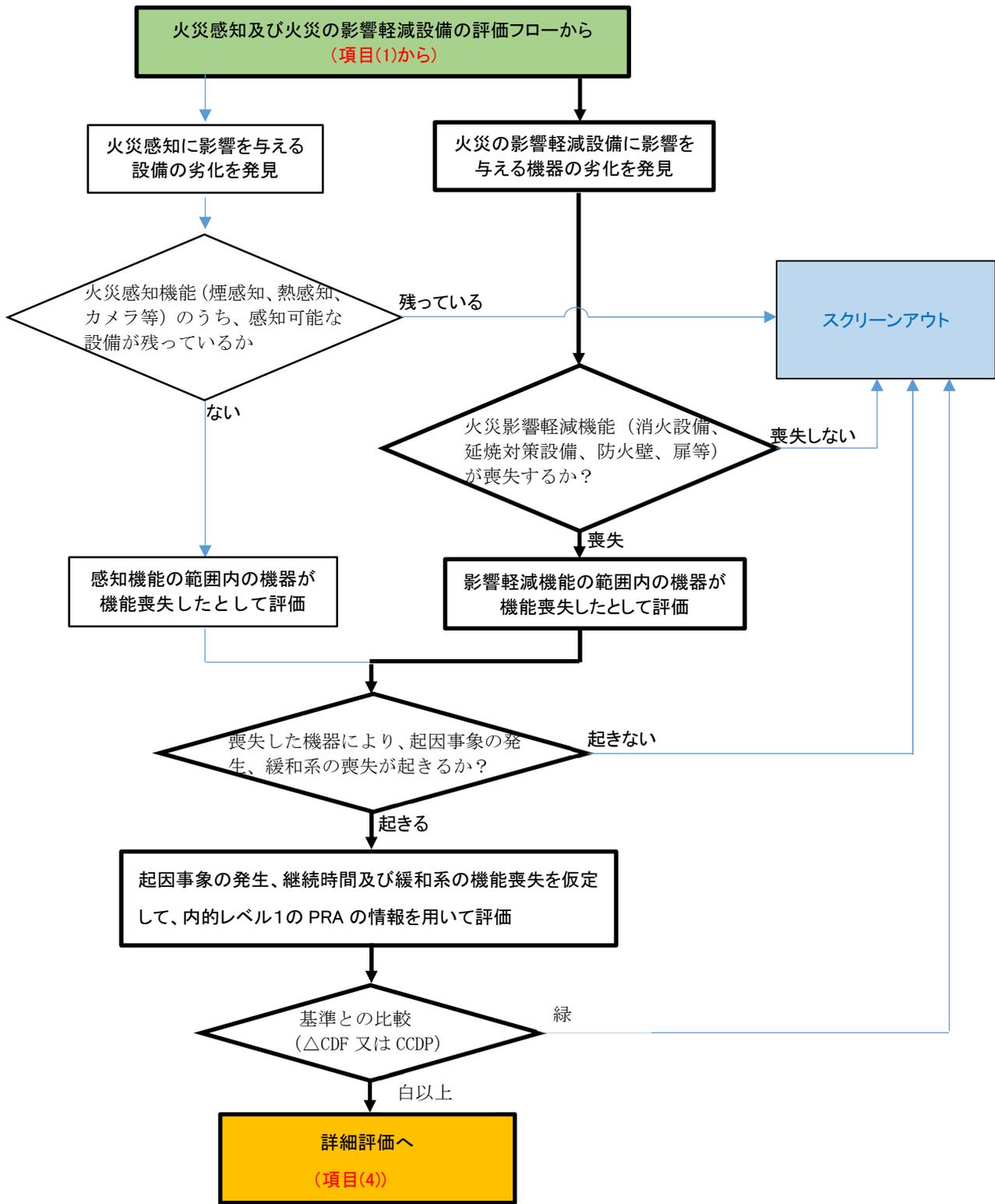


図3 火災の検知設備又は火災の影響軽減設備の劣化を発見した場合の評価フロー

\* :GI0007\_附属書5 火災防護に関する重要度評価ガイドを基に加筆

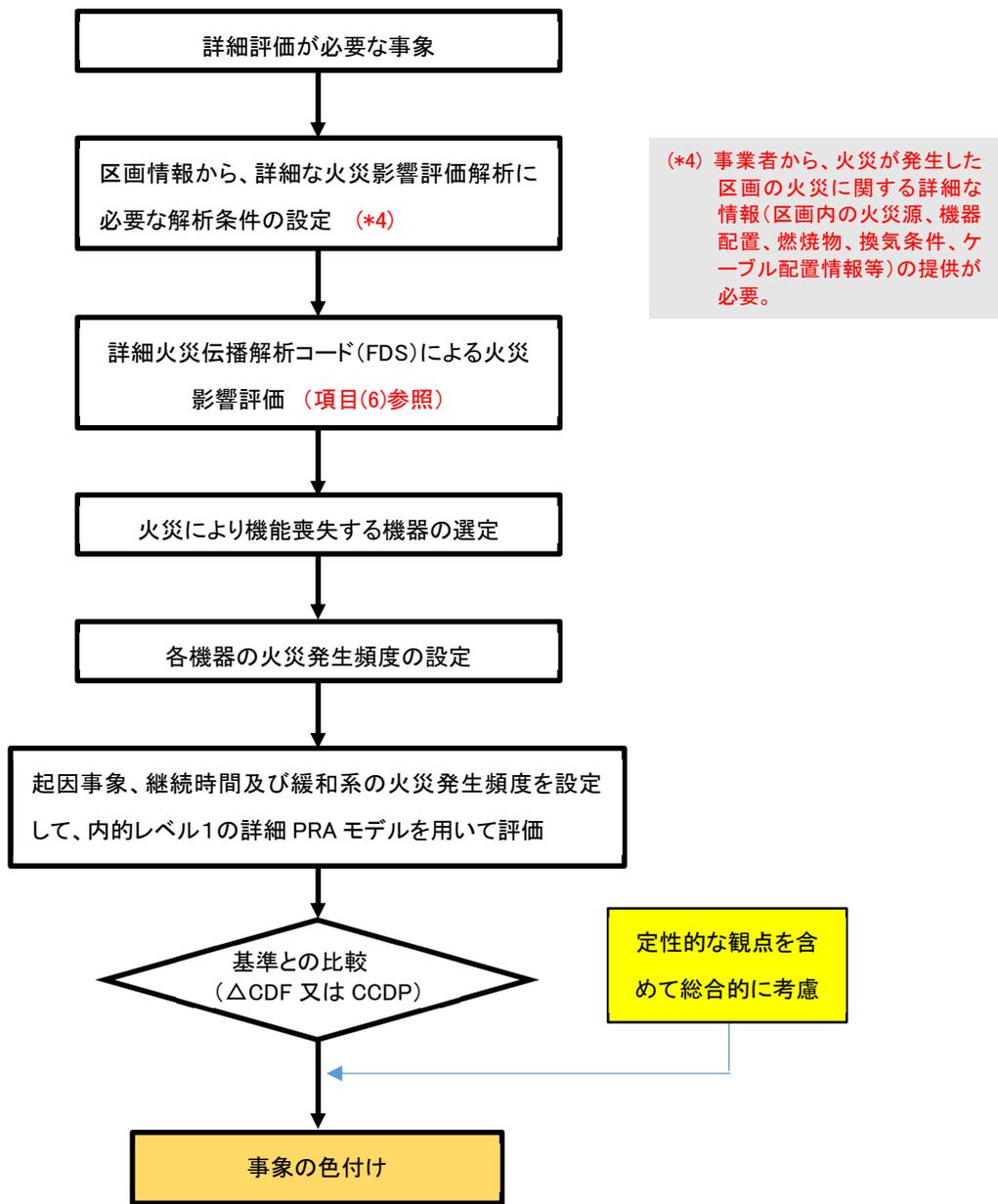


図5 詳細評価の評価フロー

## 制御盤の火災防護に関する重要度評価フェーズ2以降の評価結果について

### 1. ガイドに基づくフェーズ2評価フローについて

「火災防護に関する重要度評価ガイド」のフェーズ2の評価は 4.3(2)「火災の検知設備又は火災の影響軽減設備の劣化を発見した場合の評価フロー」のとおり、図3、図5に基づき評価を行う。

図3では、各制御盤内に火災影響軽減対策が無いことから、3台の制御盤が全て機能喪失すると想定する。さらに継続時間を考慮した上で起因事象の発生を仮定して、内的レベル1のPRAの情報を用いて評価する。

美浜3号機の内的レベル1PRAモデルの適切性確認は未実施であるが、モデル自体は事業者より入手していたことから、暫定的にこのモデルを使って評価した上で、必要に応じ感度解析を行い、最終的な判断を行うこととする。

補助給水ポンプエリアでの火災を想定した場合、即座にはプラントの運転に影響を与えないが、火勢が強く運転継続が困難な場合、事業者の手順書では手動トリップを行う手順となっている。そこでリスク評価上は手動トリップを起因事象として、補助給水ポンプ3台が使えない場合の条件付き炉心損傷確率を計算した結果、 $4.9 \times 10^{-3}$ を得た。

継続時間は、当該プラントが2021/6/23に起動し10/23に定検を開始したため、約4ヶ月(0.33年)となることから $\Delta$ CDFは

$$0.33 \times 4.9 \times 10^{-3} = 1.6 \times 10^{-3} > 1 \times 10^{-6} \text{ (白)}$$

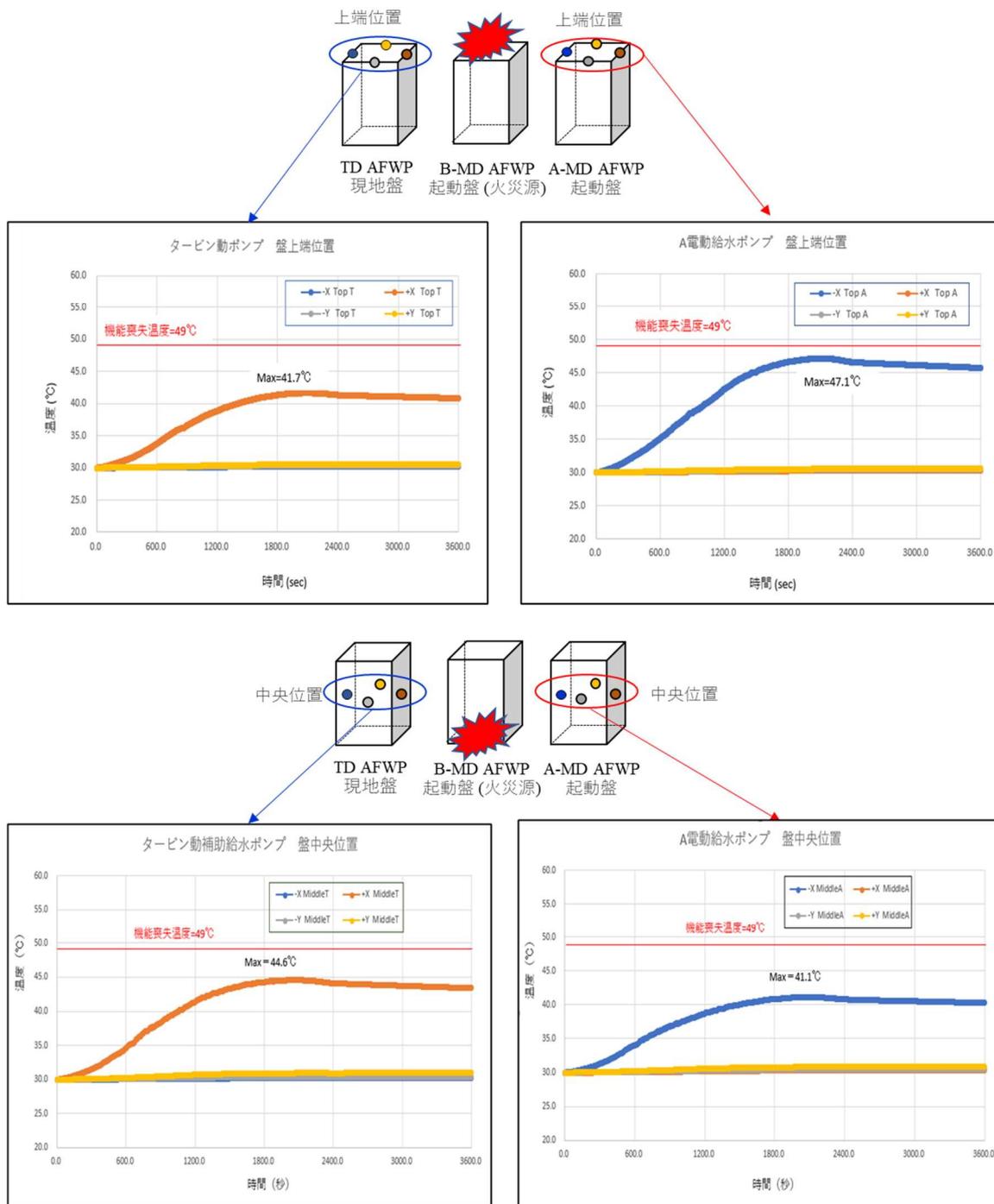
白以上の結果が得られたことから、図5のとおりFDS (Fire Dynamics Simulator)コードによる火災伝播解析(詳細評価)に進む。

### 2. 火災伝播解析

補助給水ポンプエリア内の制御盤の位置は別添1、FDS解析の条件は別添2のとおりである。このうち結果に影響を与える熱放出割合(Heat Release Rate: HRR)については、B系電動補助給水ポンプ(以下「B-MD AFWP」という。)起動盤の体積(1.99m<sup>3</sup>)と盤内の物量から、NUREG-2178Vol.1<sup>3</sup>に基づき400kWとした。NUREG-2178では低電圧の電気盤の熱放出割合を盤内の構成部材の物量によって「very low」、「low」、「default」に3分類し、very lowとlowは写真で例示している。今回のB-MD AFWP起動盤は現場確認の結果、lowとして例示されたものよりもやや多いと判断し、defaultの400kWを採用した。(別添3)なお、当該制御

<sup>3</sup> Refining And Characterizing Heat Release Rates From Electrical Enclosures During Fire (RACHELLE-FIRE) Volume 1: Peak Heat Release Rates and Effect of Obstructed Plume (April 2016)

盤の内部に格納されているものは低電圧の制御回路のみであり、制御盤内部で火災が発生したとしても周辺に延焼し、大規模な火災に発展するおそれはないと思われる。



B-MD AFWP 起動盤上部での火災を想定した場合の周辺温度分布を FDS で解析した結果、A-MD AFWP 起動盤及び TD-AFWP 現場盤の上部位置の最高温度はそれぞれ 47°C、42°Cとなった。また、B-MD AFWP 起動盤下部での火災を想定した場合の隣接制御盤の中央位置での最高温度は 45°C、41°Cとなった。

これらを当該制御盤の設計温度 49°Cと比較すると、補助給水系統が全て機能喪失する

可能性は低いと考えられる。(解析の精度(15%以内<sup>4</sup>)を考慮した場合にはそれぞれ最大50°C、44°Cとなり、49°Cを僅かに超える解析結果となるが、隣接の制御盤は厚さが  の鉄板の筐体で覆われていることを考慮すれば、B系電動補助給水ポンプの制御盤で火災が発生したとしてもA系電動補助給水ポンプ及びタービン動補助給水ポンプの制御盤が機能を喪失する可能性は低いと考えられる。)

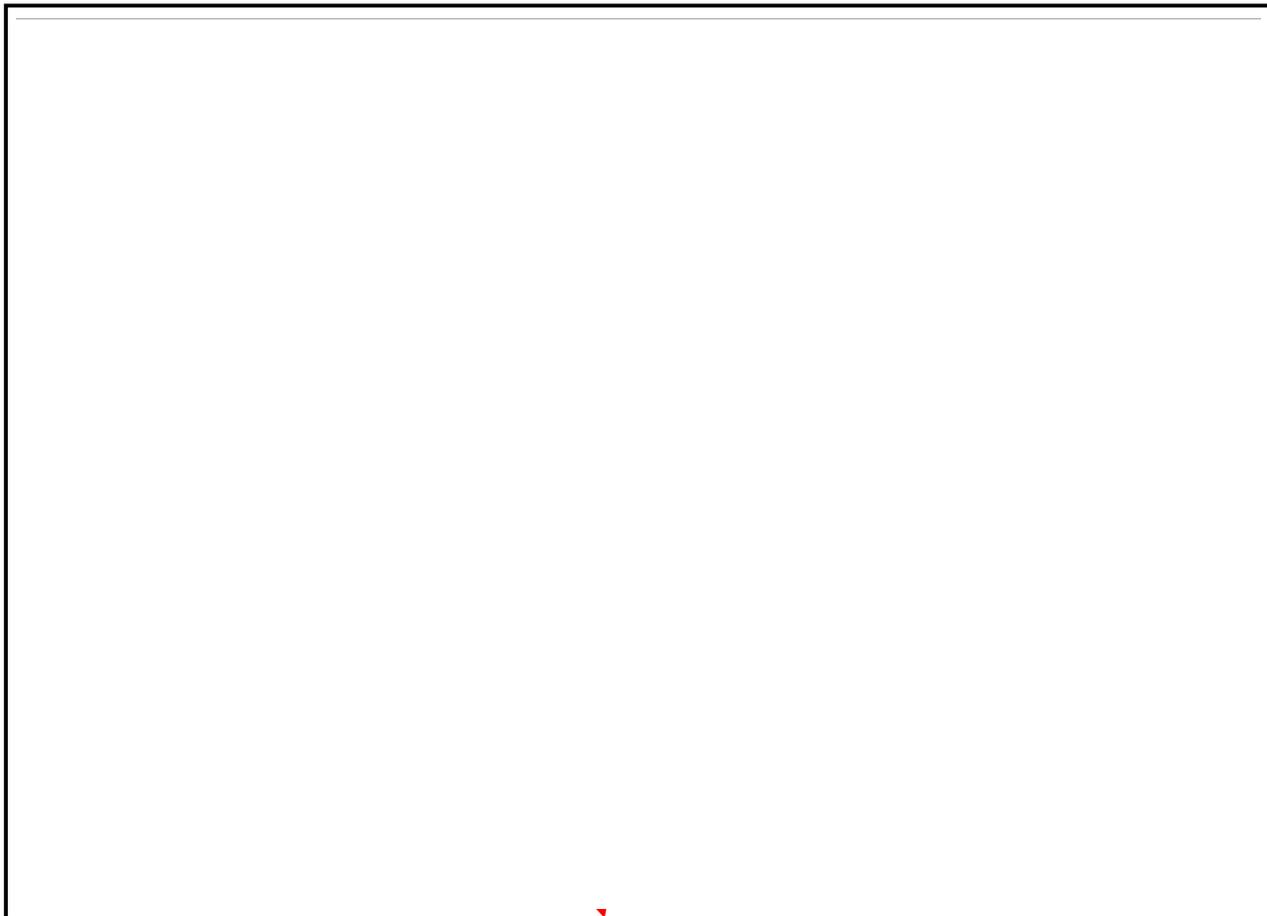
□: 枠組みの範囲は商業機密に係る情報として公開しない

### 3. 火災に係るリスク( $\Delta$ CDF)評価

本パフォーマンス劣化により、火災防護審査基準で要求されている火災の影響軽減策が無くとも火災が隣接盤に影響しない結果が得られた。このことから、本パフォーマンス劣化に基づく炉心損傷頻度の変化はないことから、 $\Delta$ CDF は0となり、緑と判断される。

---

<sup>4</sup> 解析は、米国国立標準技術研究所が開発した Fire Dynamics Simulator(FDS)で行った。このコードを検証した NUREG-1824 Volume 7 ではガス温度評価の場合、解析で得られる温度上昇分に対する精度は 15%以内としている。

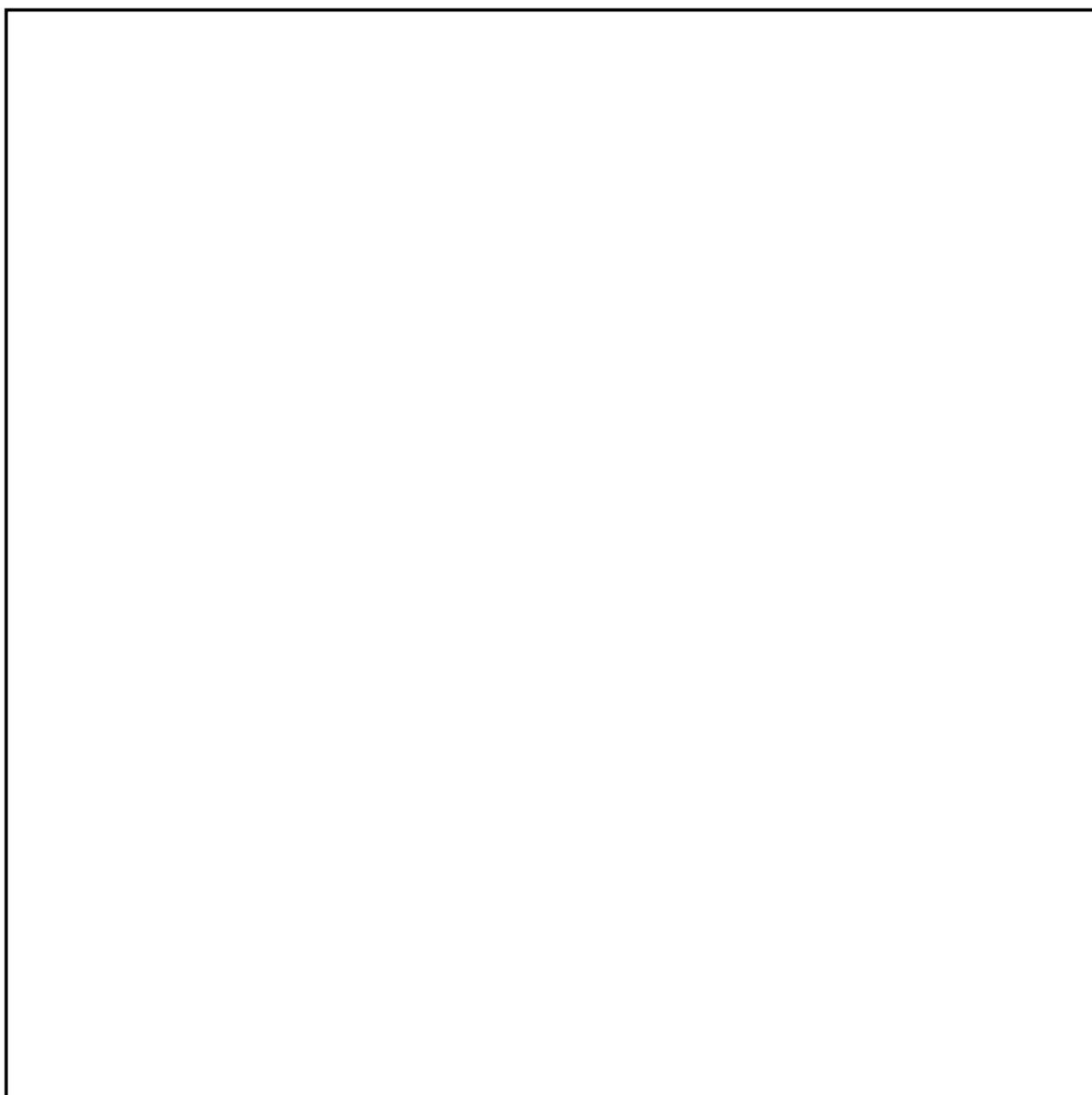


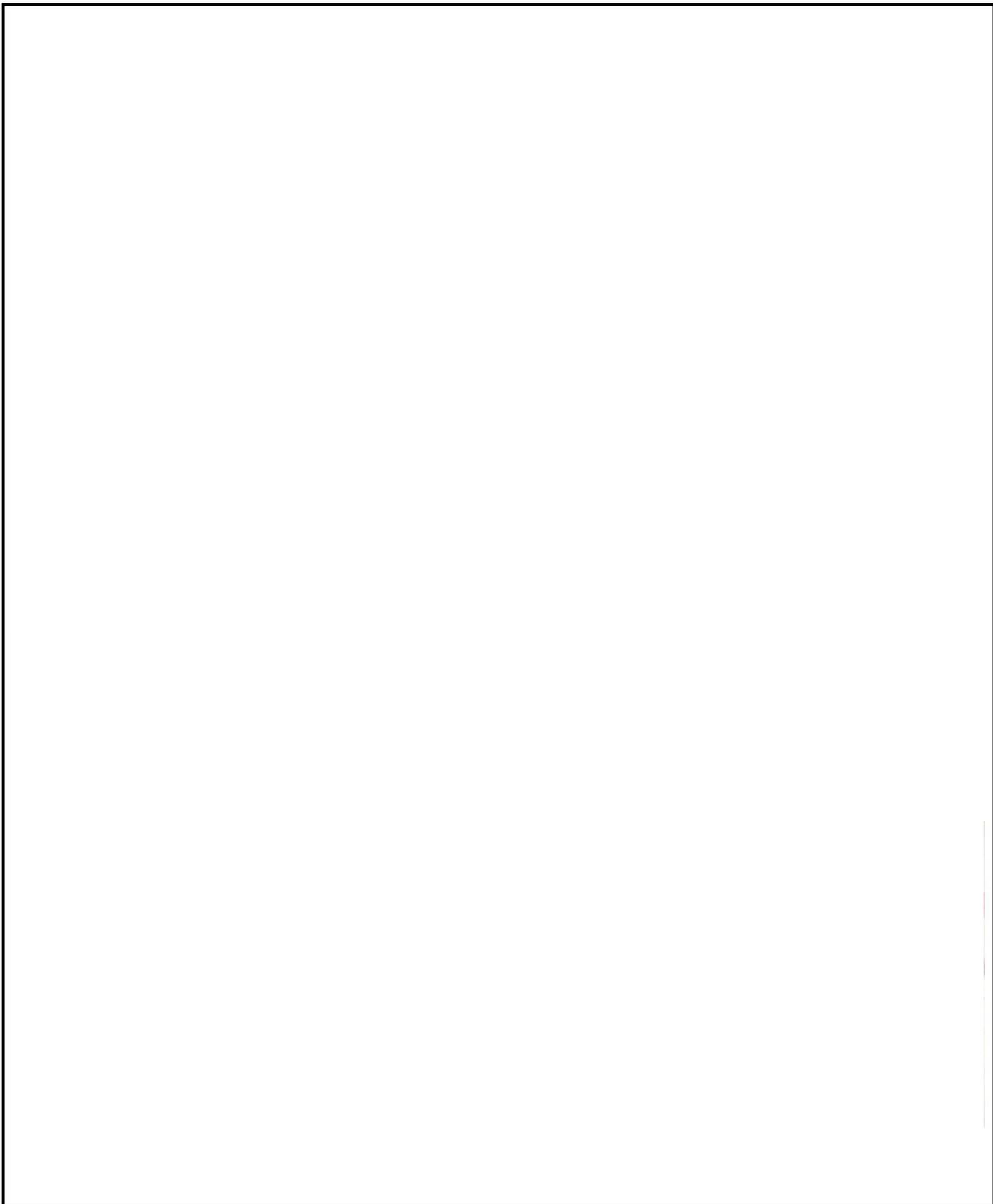
耐火処理されていない制御盤(右からA系電動補助給水ポンプ起動盤、B系電動補助給水ポンプ起動盤、タービン動補助給水ポンプ現地盤)が横並びで設置されている。

□: 枠組みの範囲は核物質防護に係る機密情報として公開しない

FDSの主な解析条件等：

- ① 解析精度を確保するため、FDS では 10cm のメッシュで補助給水ポンプ室全体をモデル化。ただし計算速度確保のため、一部 20cm メッシュも採用。
- ② 当該室の換気空調系は、運転を想定する。天井のグレーチング(3m×3m)は、上部の部屋と通気しているが、保守的な温度評価とするため、これをモデル化しない。
- ③ 当該室内の初期温度は 30°Cとする。
- ④ 熱放出割合の時間変化は、火災発生後、720 秒でピークに達し、1200 秒まで継続後、2340 秒で 0 になると想定。(NUREG/CR6850 に基づく。)
- ⑤ 制御盤の設計温度である 49°Cを判断基準とする。

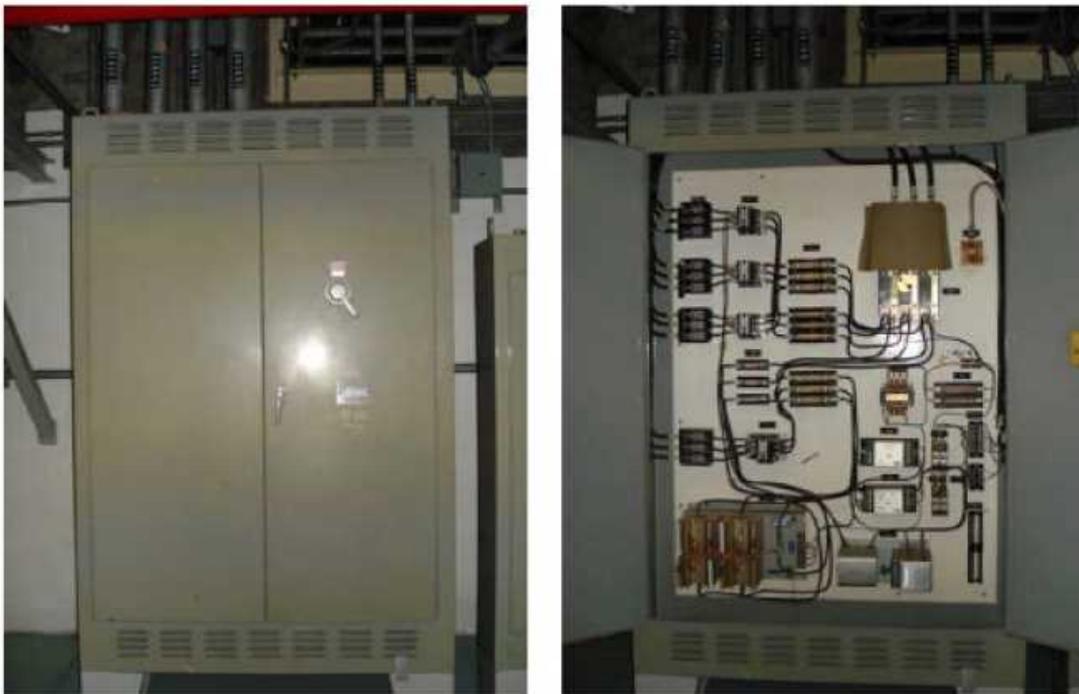




NUREG-2178 における例示写真



“Very Low”



“Low”

NUREG-2178 Table 4-2

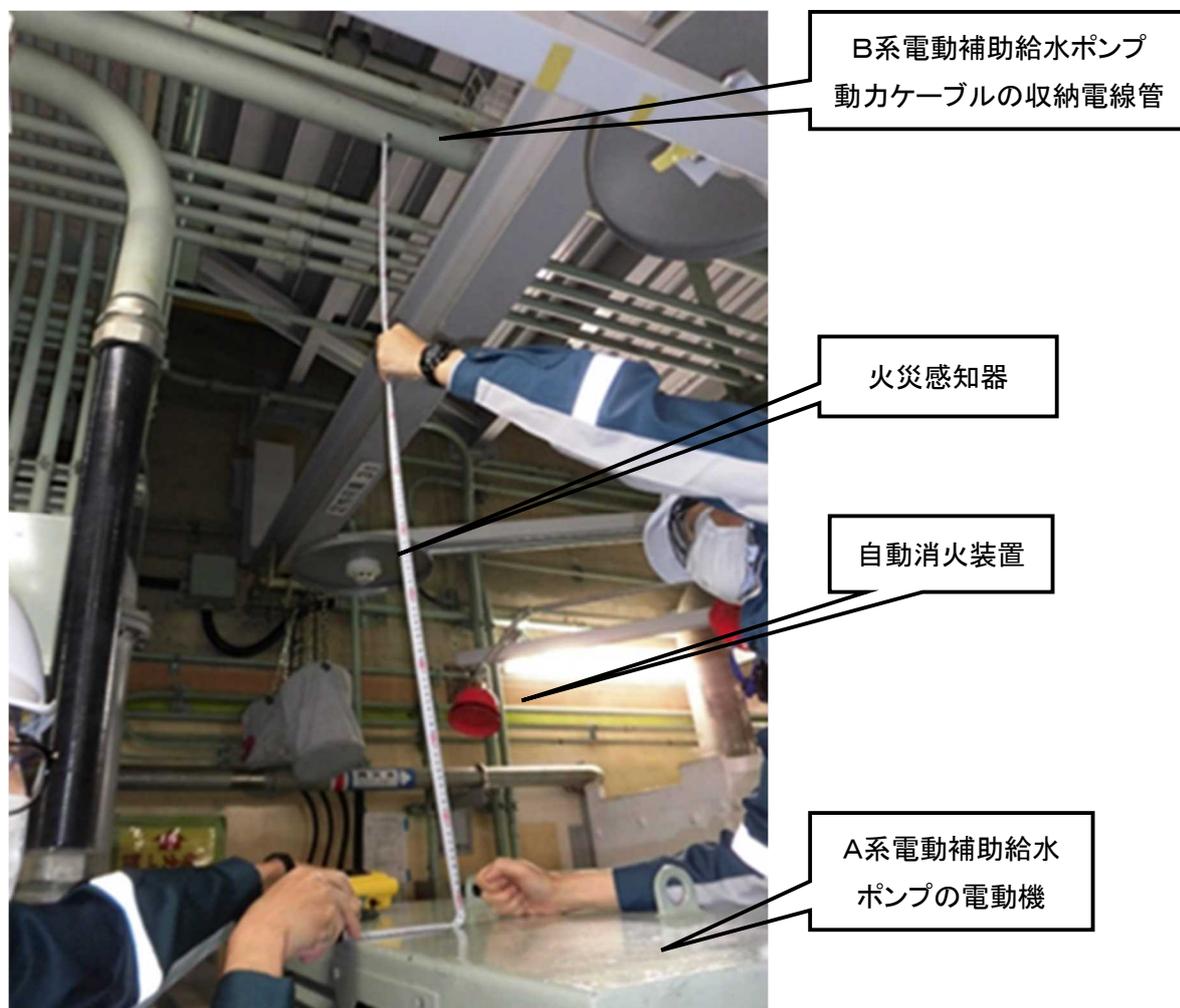
Peak Heat Release Rate Distributions for Classification Group 4 (All Other) Electrical Enclosures

Enclosure Class/Function Group	Enclosure Ventilation (Open or Closed Doors)	Fuel Type* (TS/QTP/SIS or TP Cables)	Gamma Distribution Characteristics											
			(a) Default				(b) Low Fuel Loading				(c) Very Low Fuel Loading			
			Alpha	Beta	75 <sup>th</sup> Percentile (kW)	98 <sup>th</sup> Percentile (kW)	Alpha	Beta	75 <sup>th</sup> Percentile (kW)	98 <sup>th</sup> Percentile (kW)	Alpha	Beta	75 <sup>th</sup> Percentile (kW)	98 <sup>th</sup> Percentile (kW)
4a – Large Enclosures >1.42 m <sup>3</sup> (>50 ft <sup>3</sup> )	Closed	TS/QTP/SIS	0.23	223	50	400	0.23	111	25	200	0.38	32	15	75
	Closed	TP	0.52	145	100	400	0.52	73	50	200	0.88	21	25	75
	Open	TS/QTP/SIS	0.26	365	100	700	0.26	182	50	350	0.38	32	15	75
	Open	TP	0.38	428	200	1000	0.38	214	100	500	0.88	21	25	75
4b – Medium Enclosures ≤1.42 m <sup>3</sup> (50 ft <sup>3</sup> ) and > 0.34 m <sup>3</sup> (12 ft <sup>3</sup> )	Closed	TS/QTP/SIS	0.23	111	25	200	0.27	51	15	100	0.88	12	15	45
	Closed	TP	0.52	73	50	200	0.52	36	25	100	0.88	12	15	45
	Open	TS/QTP/SIS	0.23	182	40	325	0.19	92	15	150	0.88	12	15	45
	Open	TP	0.51	119	80	325	0.30	72	25	150	0.88	12	15	45
4c – Small Enclosures ≤ 0.34 m <sup>3</sup> (12 ft <sup>3</sup> )	Not Applicable	All	0.88	12	15	45	The fuel load characterization approach is not applicable to small enclosures.							

**Notes:**

- Sub-categories **Column (b)**: Low Fuel Loading and **Column (c)**: Very Low Fuel Loading require opening enclosure doors to assess the internal configuration consistent with the discussions in Section 3 of this report.
- See Section 3.2.1 for a discussion of the open versus closed electrical enclosure configurations.

\* Per Sections 1.3 and 2.2.2, qualified TP cables (QTP - cables that have been tested and passed the IEEE-383 vertical flame spread test) and SIS wire are included in the same groups as are the TS fuel type groups.



B系電動補助給水ポンプの動力ケーブル収納電線管がA系電動補助給水ポンプの電動機の約 1.4m 上部を通過している。火災感知器と自動消火装置は設置されている。