

東海第二発電所

内部火災について

平成29年7月14日
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、は商業機密又は核物質防護上の観点から公開できません。

目 次

1. 目 的
2. 火災防護に関する基本方針
3. 先行プラントとの主な相違点
4. 安全機能を有する構築物, 系統及び機器等の選定
5. 火災区域・区画設定の考え方
6. 火災発生防止

7. 火災の感知, 消火

- (1) 火災感知設備の概要
- (2) 消火設備の概要

別途ご説明

8. 火災の影響軽減

- (1) 系統分離
- (2) 内部火災影響評価

9. 格納容器内の火災防護

1. 目的

基本事項

新規制基準により「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則」第八条及び「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」第十一条で火災防護対策が示され、「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」に適合することを要求

新規制基準の“「発生防止」「感知・消火」「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”を踏まえ、適合性確保に必要な火災防護対策を実施

1. 火災発生防止

火災源となる可燃物の持込管理，不燃性材料の使用及び発火性，引火性物質の漏えい防止の措置等，を講じてきたが，新規制基準への適合性を現場確認も含め確認し，対策としてポンプの油漏えい拡大防止，水素の発生のおそれのある蓄電池室に水素漏えい検出器を設置，絶縁油を内包しない遮断器へ変更等火災発生防止の強化実施

2. 火災の感知，消火

火災発生時に早期に感知し，適確に消火活動が行えるよう火災感知器及び消火設備を設置するとともに初期消火体制を組んできたが，確実な早期感知，早期消火の観点から異なる感知器の設置，消火困難箇所への自動消火設備の設置等の対策強化実施

3. 火災の影響軽減

火災の影響軽減の更なる強化として，火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルに対して隔壁等による分離と合わせ火災感知器及び自動消火設備の設置により火災による影響を軽減するとともに，内部火災影響評価により火災によっても原子炉が安全に停止できることを確認

2. 火災防護に関する基本方針

【基本方針】

- ◆ 設計基準対象施設は、火災により発電用原子炉施設の安全性を損なうことがないように、火災防護対策を講じる設計とする。
- ◆ 火災防護対策を講じる設計を行うに当たり、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、系統及び機器を設置する区域を火災区域及び火災区画に、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器を設置する区域を火災区域に設定する。
- ◆ 設定する火災区域及び火災区画に対して、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た火災防護対策を講じる設計とする。

【火災区域及び火災区画の設定】

- ◆ 原子炉建屋、タービン建屋、廃棄物処理建屋、原子炉複合建屋の火災区域は、耐火壁によって囲まれ、他の区域と分離されている区域を、「安全機能を有する構築物、系統及び機器」において選定する機器等の配置も考慮し、火災区域(火災区画)として設定する。
- ◆ 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、系統及び機器を設置する火災区域は、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁として、設計上必要なコンクリート壁厚である150mm以上の壁厚を有するコンクリート耐火壁又は火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を有することを確認した耐火壁(貫通部シール、防火扉、防火ダンパ含む)により他の区域と分離するように設定する。

【安全機能を有する構築物、系統及び機器】

- ◆ 発電用原子炉施設は、火災によりその安全性が脅かされることがないように、適切に火災防護対策を施す設計とし、対象は重要度分類のクラス1、クラス2、クラス3に属する構築物、系統及び機器とする。
- ◆ その上で、火災防護対象設備は、発電用原子炉施設内において火災が発生した場合においても、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための構築物、系統及び機器、および放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器とする。
- ◆ その他の設計基準対象施設は、消防法、建築基準法、日本電気協会電気技術規程・指針に基づき設備等に応じた火災防護対策を講じる設計とする。

3. 先行BWRプラントとの主な相違点について

(1/2)

◆ 先行BWRプラント(柏崎刈羽原子力発電所6, 7号機)との主な相違点について以下に整理した

項 目		先行BWRプラントとの主な相違点
火災区域・区画の設定	—	<ul style="list-style-type: none"> 設定の考え方は先行BWRプラントと同様だが配置等の違いから以下の相違あり【主な区域, 区画について】 ◆ ケーブル処理室 : 先行は安全区分毎に区画分離されているが, 東海第二は配置上の制限からケーブル処理室は1つの区域であるため, 安全区分毎の影響軽減対策で対応 ◆ 電気室(充電器室): 先行は安全区分毎に区画分離されているが, 東海第二も電気室内に3時間耐火壁を追設し, 同様な区画分離を実施 ◆ 格納容器 : 先行, 東海第二ともに格納容器内は1区域
火災防護対象機器の選定	—	<ul style="list-style-type: none"> 選定の考え方は先行BWRプラントと同様
火災の発生防止	発火性又は引火性物質を内包する設備の火災発生防止	<ul style="list-style-type: none"> 発生防止の考え方は, 先行BWRプラントと同様
	可燃性の蒸気又は可燃性の粉体の対策	<ul style="list-style-type: none"> 対策の考え方は, 先行BWRプラントと同様
	発火源への対策	<ul style="list-style-type: none"> 対策の考え方は, 先行BWRプラントと同様
	水素対策	<ul style="list-style-type: none"> 対策の考え方は, 先行BWRプラントと同様
	放射線分解による発生, 蓄積する水素の燃焼対策	<ul style="list-style-type: none"> 対策の考え方は, 先行BWRプラントと同様
	過電流による過熱防止対策	<ul style="list-style-type: none"> 対策の考え方は, 先行BWRプラントと同様
不燃性材料又は難燃性材料の使用	<ul style="list-style-type: none"> 東海第二は, 建設時に敷設したケーブルが非難燃ケーブルである。このため, 取替あたって安全上の課題があり, 代替措置により安全上の課題を回避でき, かつ, 仕上がり状態で発火リスクの有意な差がない場合には代替措置を採用 代替措置のない核計装ケーブルのうち, 電線管内に敷設されていない原子炉圧力容器下部(ペDESTAL部)の露出範囲がABWRに比べて長い 	

3. 先行BWRプラントとの主な相違点について

(2/2)

項 目		先行BWRプラントとの主な相違点
火災の発生防止	落雷, 地震等の自然災害対策	• 対策の考え方は, 先行BWRプラントと同様
	安全機能を有する構造物, 系統及び機器の耐震設計	• 対応の考え方は, 先行BWRプラントと同様
格納容器内の火災防護	火災の発生防止	• 発生防止の考え方は, 先行BWRプラント同様。なお, ペDESTAL部の核計装ケーブルの相違点は「不燃性材料又は難燃性材料の使用」に記載のとおり
	火災の感知	• 対応の考え方は, 先行BWRプラントと同様
	火災の消火	• 対応の考え方は, 先行BWRプラントと同様
	火災の影響軽減	• 対応の考え方は, 先行BWRプラントと同様

4. 安全機能を有する構築物, 系統及び機器等の選定

(1/5)

(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機器等の選定

- ◆ 「発電用軽水炉型原子力施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」(以下, 「重要度分類審査指針」) に基づき, 発電用原子炉施設において火災が発生した場合に, 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し, 維持するために必要な機能を抽出
- ◆ 抽出された機能に該当する系統を重要度分類審査指針, 重要度分類指針(JEAC)等を参考に抽出
- ◆ 抽出された系統から系統図, 単線結線図等により, 原子炉の安全停止に必要なポンプ, 電動機, 弁, 計器等, およびこれらに関連する電源盤, 制御盤, ケーブル等を抽出

原子炉の安全停止に必要な機能の抽出(13機能)	安全停止に必要な機能を達成するための系統(20系統)
原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ
過剰反応度の印加防止機能	制御棒カップリング
炉心形状の維持機能	炉心支持構造物
	燃料集合体(燃料を除く)
原子炉の緊急停止機能	原子炉停止系(制御棒及び制御棒駆動系(スクラム機能))
未臨界維持機能	原子炉停止系(制御棒による系, ほう酸水注入系)
原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	逃がし安全弁(安全弁機能)
原子炉停止後の除熱機能	自動減圧系, 逃がし安全弁(手動逃がし機能)
	原子炉隔離時冷却系
	残留熱除去系(停止時冷却モード)
	高圧炉心スプレイ系

4. 安全機能を有する構築物, 系統及び機器の選定

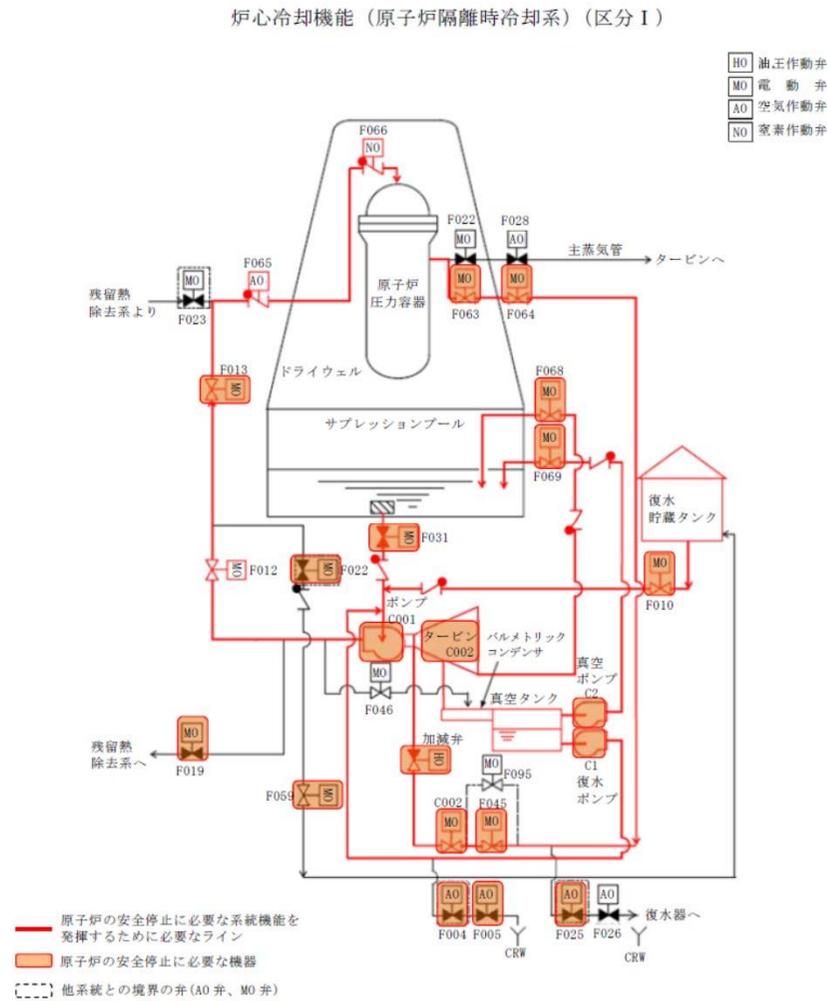
(2/5)

原子炉の安全停止に必要な機能の抽出(13機能)	安全停止に必要な機能を達成するための系統(20系統)
炉心冷却機能	低圧炉心スプレイ系
	高圧炉心スプレイ系
	残留熱除去系(低圧注水モード)
	自動減圧系
安全上重要な関連機能	非常用換気空調系(中央制御室換気空調系)
	残留熱除去系海水系
	非常用ディーゼル発電機海水系
	非常用所内電源系(非常用ディーゼル含む)
	直流電源系
安全弁及び逃がし安全弁の吹き止まり機能	逃がし安全弁(吹き止まり機能に関連する部分)
制御室外からの安全停止機能	制御室外原子炉停止装置
事故時のプラント状態の把握機能	事故時監視計器の一部(計装制御系)
工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	安全保護系

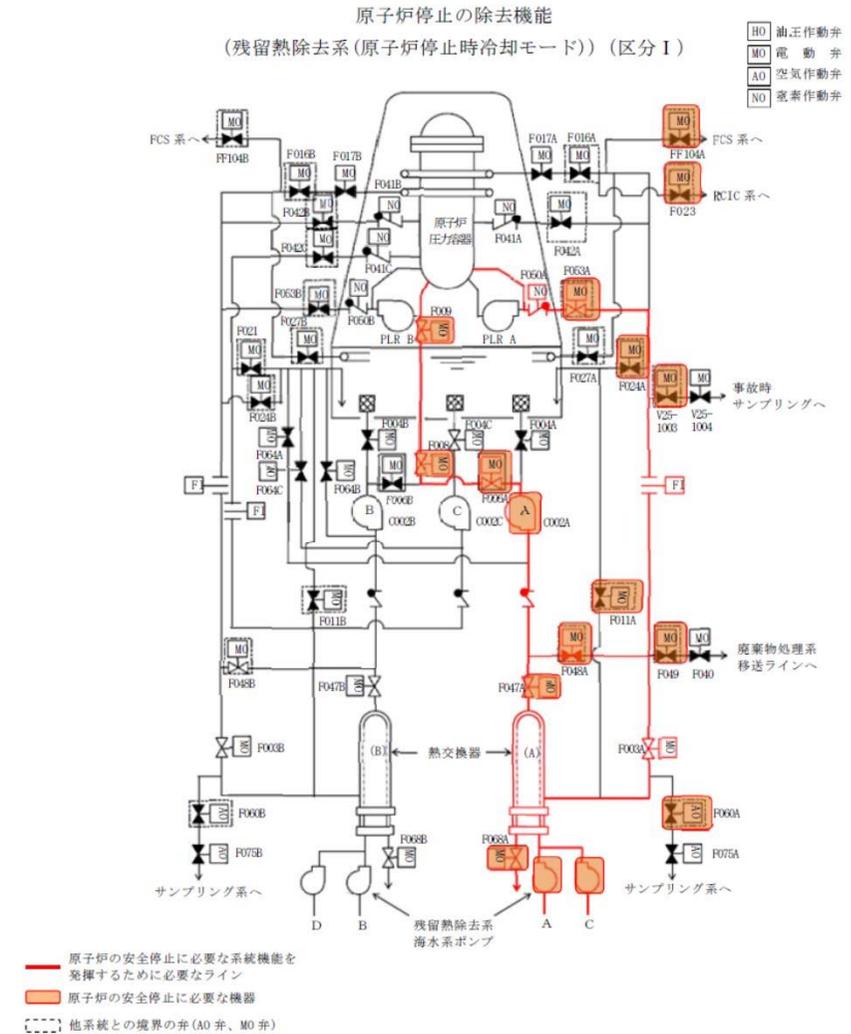
4. 安全機能を有する構築物, 系統及び機器の選定

(4/5)

安全機能を有する構築物, 系統及び機器の選定結果の例



第4図 原子炉隔離時冷却系



第5図 残留熱除去系(その1)

4. 安全機能を有する構築物, 系統及び機器の選定

(5/5)

(2) 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する機器等の選定

- ◆ 「発電用軽水炉型原子力施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」(以下, 「重要度分類審査指針」)に基づき, 発電用原子炉施設において火災が発生した場合に, 放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能を抽出
- ◆ 抽出した機能に該当する系統を重要度分類審査指針, 重要度分類指針(JEAC)等を参考に抽出
- ◆ 抽出された系統から系統図, 単線結線図等により, 放射性物質の貯蔵, 閉じ込めに必要なポンプ, 電動機, 弁, 計器等, およびこれらに関連する電源盤, 制御盤, ケーブル等を抽出

放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能の抽出 (5機能)	放射性物質の貯蔵等に必要な機能を達成するための系統 (16系統)
放射性物質の閉じ込め機能, 放射線の遮蔽及び放出低減機能	・原子炉格納容器
	・原子炉建屋
	・原子炉格納容器隔離弁
	・原子炉格納容器スプレイ冷却系
	・非常用ガス処理系
	・非常用再循環ガス処理系
	・可燃性ガス濃度制御系
原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって, 放射性物質を貯蔵する機能	<ul style="list-style-type: none"> ・放射性廃棄物処理施設(放射能インベントリの大きいもの) ・使用済燃料プール(使用済燃料貯蔵ラック含む) ・使用済燃料乾式貯蔵容器
燃料プール水の補給機能	・非常用補給水系
放射性物質放出の防止機能	・放射性気体廃棄物処理系の隔離弁
	・排気筒
	・燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系
放射性物質の貯蔵機能	・サプレッション・プール水排水系
	・復水貯蔵タンク
	・放射性廃棄物処理施設(放射能インベントリが小さいもの)

5. 火災区域・区画設定の考え方

(1/4)

安全機能を有する構築物, 系統及び機器※について, 下記の要領で火災区域, 区画を設定

※機器については, タンク, 熱交換器, 配管, 弁等を含む

(1) 火災区域

火災区域は耐火壁で囲まれ, 他の区域と分離されている建屋内の区域であり, 下記により設定

- ① 建屋ごとに, 耐火壁により囲われた区域を火災区域として設定
- ② 系統分離されて配置されている場合には, それを考慮して火災区域を設定
- ③ 3時間以上の耐火能力を有する, 耐火壁(コンクリート厚さ150mm以上)によって他の火災区域から分離

(2) 火災区画

火災区画は, 火災区域を細分化したものであって, 耐火壁, 離隔距離, 固定式消設備等により分離された火災防護上の区画であり, 下記により設定

- ① 火災区域を分割し, 火災区画を設定する。火災区画は全周囲を耐火壁で囲まれている必要は必ずしもなく, 隔壁や扉の配置状況を目安に設定
- ② 火災区画の範囲は, 原子炉の安全停止に係わる系統分離等に応じて設定

	安全区分Ⅰ	安全区分Ⅱ	安全区分Ⅲ
高温停止	原子炉隔離時冷却系 自動減圧系(A) 低圧注水系(A)／低圧炉心スプレイ系	自動減圧系(B) 低圧注水系(B)／低圧注水系(C)	高圧炉心スプレイ系
冷温停止	残留熱除去系(A) 残留熱除去系海水系(A)	残留熱除去系(B) 残留熱除去系海水系(B)	—
電源	非常用ディーゼル発電機(C)系 直流電源(A)系	非常用ディーゼル発電機(D)系 直流電源(B)系	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機系 直流電源(HPCS)系

区分Ⅰと区分Ⅱ, Ⅲの境界を3時間以上の耐火能力を有する耐火壁等で分離

◆ 具体的な火災区域・区画の設定の考え方

(1)火災区域の設定

◆ 「原子炉の安全停止に必要な機器等」に選定された機器が設置されている建屋内の区域について、以下のように火災区域を設定する。

a.原子炉の安全停止に必要な機器等が設置されている建屋について、火災区域として設定する。また、放射性物質の貯蔵等における建屋についても火災区域として設定

b.原子炉の安全停止に必要な機器等について、系統分離されて配置されている場合には、それを考慮して火災区域を設定。特に、単一の火災(任意の一つの火災区域で発生する火災)によって、多重化された原子炉の安全停止機能が喪失することのないよう、安全区分Ⅰと安全区分Ⅱ、Ⅲに属する機器等を設置するエリアは、3時間耐火に設計上必要なコンクリート壁厚である150mm以上の壁厚を有することを確認した耐火壁(貫通部シール, 防火扉, 防火ダンパ)により分離するよう、火災区域を設定

c.格納容器は、安全停止に必要な機器が設置されており、安全区分Ⅰ、Ⅱ、Ⅲに属する機器等が存在するが、格納容器の特性を考慮した火災防護対策を行うことから、火災区域として設定

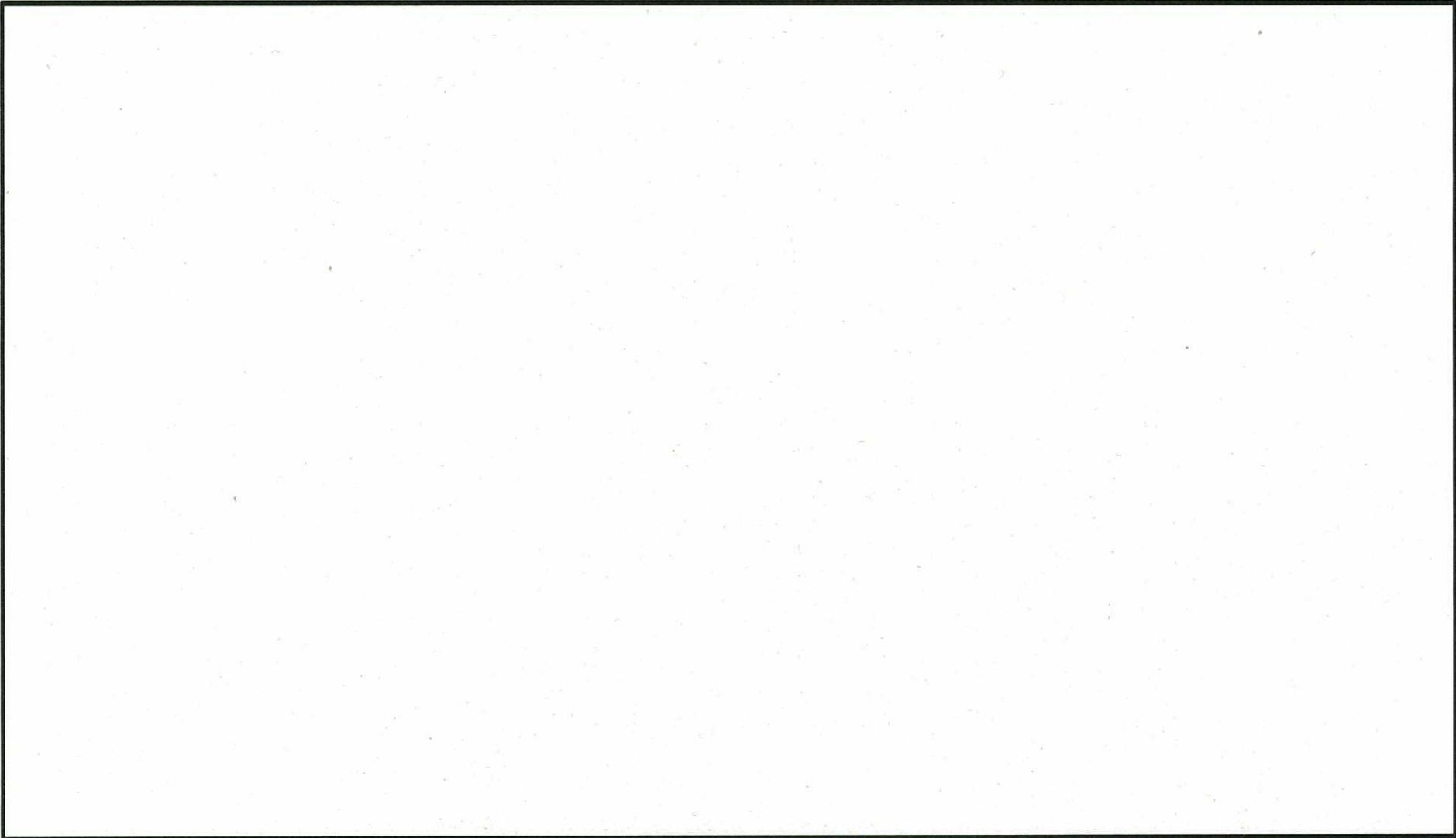
(2)火災区画の設定

(1)で設定した火災区域について、間取り、機器の配置等の確認を行い、系統分離等の観点から総合的に勘案し、更に細分化し、火災区画として設定

5. 火災区域・区画設定の考え方

(3/4)

- ◆ 基本的な考え方に従って、火災防護区域・区画を設定
- ◆ 3時間耐火壁の設置による区画分離(原子炉建屋地下1階)を例示



【特徴的な火災区域・区画について】

- ◆ 以下のエリアは、異なる安全区分に属する機器等が設置されているが、機器等が密集しており、安全区分毎に3時間以上の耐火能力を有する耐火壁等の設置による区分分離は困難
- ◆ このため1つの火災区域として設定し、エリアの特徴を踏まえて火災の影響軽減を実施

(1) 中央制御室 ⇒ 別途、「火災の感知・消火」「火災の影響軽減」にてご説明

- ◆ 中央制御盤内に複数の安全区分の機器が設置されている場合は、実証試験結果に基づく離隔距離等による分離対策、高感度煙感知器等の設置による早期の火災感知、常駐する運転員による早期の消火活動にて対応
- ◆ 中央制御室床下のケーブルは、安全区分毎に分けられたコンクリート製のケーブルピットに敷設し分離。ピットには、固有の信号を発する異なる種類の煙感知器と光ファイバ式熱感知設備を組合わせて設置。なお、消火は、運転員が常駐していることを踏まえ、粉末消火器または二酸化炭素消火器で行う設計
- ◆ なお、1つの制御盤の機能がすべて喪失したと仮定しても、他の制御盤での運転操作により、原子炉の安全停止が可能。また、制御室外原子炉停止装置による原子炉の安全停止も可能

(2) 格納容器 ⇒ 「9. 格納容器内の火災防護」にてご説明

(3) ケーブル処理室 ⇒ 別途、「火災の感知・消火」「火災の影響軽減」にてご説明

- ◆ 「火災防護に係る審査基準」の「2.3 火災の影響軽減」(2)c.に従った影響軽減(系統分離)を実施
「c. 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。」
⇒ 「1時間の耐火性能が確認されたケーブルトレイラッピング」+ 「自動消火設備(全域)」
また、複合体内には、光ファイバ温度監視装置+ハロゲン化物消火設備を設置

6. 火災発生防止

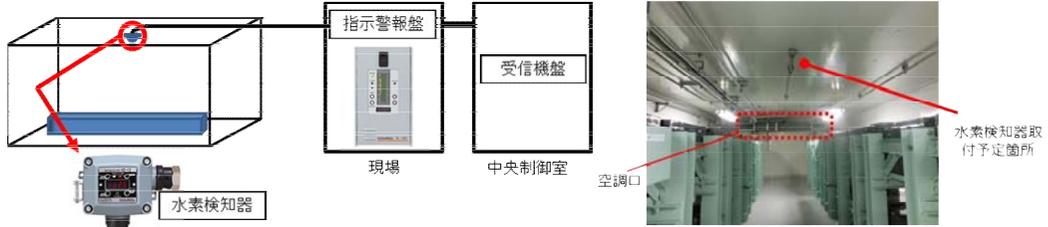
(1/4)

- ◆ 火災発生防止にあたっては、「火災防護対策」、「不燃性材料又は難燃性材料の使用」及び「落雷、地震等の自然現象に係る対策」等を考慮した設計とする

審査基準の要求項目		設計方針(基本的な考え方)
発火性又は引火性物質を内包する設備の火災発生防止	漏えい防止・拡大防止	<ul style="list-style-type: none"> 火災区域内に設置している潤滑油、燃料油を内包する機器は、溶接構造・シール構造の採用により漏えいを防止。また、堰等を設置し、漏えいした潤滑油の拡大防止 発火性又は引火性の気体として水素を内包する機器は、ベローズ弁及び溶接構造等を採用し漏えいを防止
	配置上の考慮	<ul style="list-style-type: none"> 油や水素内包機器と原子炉施設の安全機能を有する機器は壁等の設置により配置上の考慮を行う設計
	換気	<ul style="list-style-type: none"> 発火性又は引火性物質を内包する設備のある火災区域の建屋等は、空調機器による機械換気を実施 例: バッテリー室換気系送風機、排風機等 海水ポンプエリア(屋外)は自然換気
	防爆	<ul style="list-style-type: none"> 潤滑油や燃料油を内包する機器については、溶接構造やシール構造による漏えい防止や堰等の設置による拡大防止 潤滑油の引火点は設置するエリアの室内温度、機器運転温度よりも高く、可燃性蒸気となることはない。また、燃料油を内包する設備が設置されるエリアについても換気されるため可燃性蒸気が滞留することはない。 水素については、溶接構造等による漏えい防止策を実施するとともに機械換気を実施。また、水素ポンベについては使用時を除き元弁を閉とする運用 「原子力発電工作物に係る電気設備の技術基準を定める省令」により、必要な電気設備には接地を実施
	貯蔵	<ul style="list-style-type: none"> 必要な量に制限して貯蔵 (例: 非常用ディーゼルを7日間連続運転できる量等)

6. 火災発生防止

(2/4)

審査基準の要求項目		設計方針(基本的な考え方)
可燃性の蒸気又は可燃性の粉体の対策	—	<ul style="list-style-type: none"> 「防爆」に示す通り可燃性の蒸気を発生するおそれはない 塗料等の有機溶剤は、社内規程により、必要量のみの持ち込みに制限 可燃性粉塵及び静電気が滞まるおそれのある設備は設置しない
発火源への対策	—	<ul style="list-style-type: none"> 火花発生のおそれのあるブラシが設置されている設備(直流電動機等)では、ブラシは金属製の本体内に収納され火花が外部に出ない構造 最高使用温度が60℃を超える系統は、保温材で覆うことにより、可燃性物質との接触防止や潤滑油等の可燃物の過熱防止を行う設計
水素対策	—	<ul style="list-style-type: none"> 「漏えいの防止, 拡大防止(換気)」に示すような対策を実施 蓄電池を設置する火災区域は、水素の漏えいを検知できるように水素濃度検出器を設置し、中央制御室に警報を発する設計  <p>The diagram illustrates the hydrogen detection system. On the left, a schematic shows a hydrogen detector (水素検知器) connected to a local indicator and alarm panel (指示警報盤) at the site (現場). This panel is further connected to a receiver panel (受信機盤) in the central control room (中央制御室). On the right, a photograph shows the physical installation of the hydrogen detector (水素検知器取付位置) near an air conditioning outlet (空調口) in a room with server racks.</p>
放射線分解による発生, 蓄積する水素の燃焼対策	—	<ul style="list-style-type: none"> 審査指針で示された火力原子力発電技術協会「ガイドライン」に従った水素対策実施
過電流による過熱防止対策	—	<ul style="list-style-type: none"> 電気系統は、保護継電器, 遮断器を設置し過電流に過熱防止対策を実施

6. 火災発生防止

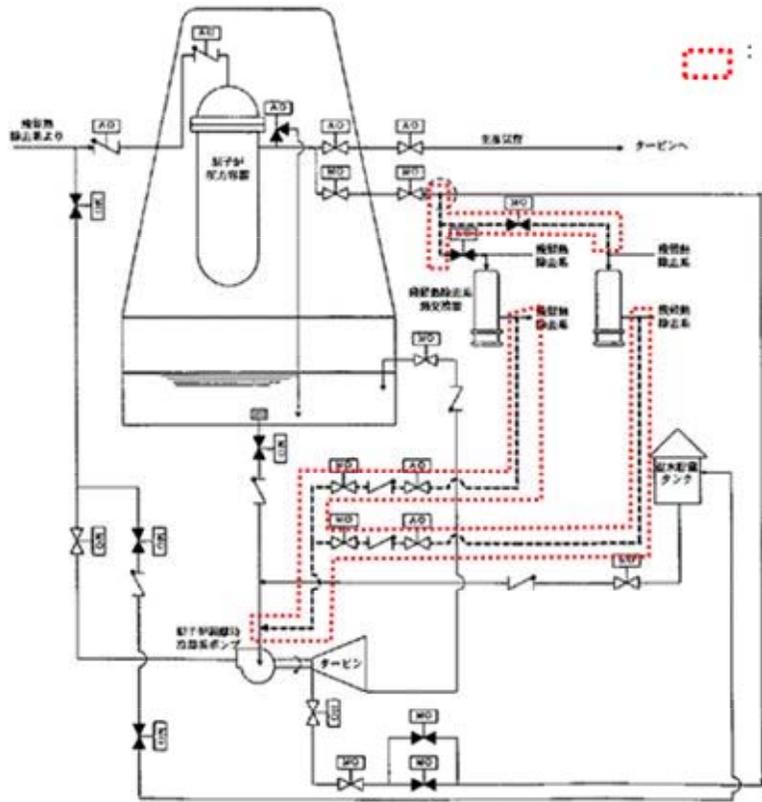
(3/4)

審査基準の要求項目		設計方針(基本的な考え方)
不燃性材料又は難燃性材料の使用	主要な構造材料	<ul style="list-style-type: none"> • 主要構造材は金属, コンクリート等の不燃材を使用 • なお, 配管パッキンや金属に覆われたポンプや弁等の潤滑油(グリース)及び金属に覆われた機器内部の電気配線は, 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または難燃性材料ではない材料を使用する設計
	変圧器及び遮断器に対する絶縁油	<ul style="list-style-type: none"> • 火災区域内の変圧器及び遮断器は絶縁油を内包していないものを使用する設計
	難燃ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> • 建設時に敷設された非難燃ケーブルについては, 防火シートによる代替措置を実施 • 核計装ケーブル及び放射線モニター用ケーブルは, 耐延焼性を確認するIEEE383垂直トレイ燃焼試験の要求を満足しないため, 以下を実施 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 専用電線管に収納するとともに, 電線管端部は酸素供給防止を目的として難燃性の耐熱シール材を処置することにより延焼を抑制 ✓ しかしながら, 原子炉圧力容器下部における核計装ケーブルは, 一部が露出された設計(格納容器内の火災防護にて別途説明)
	換気装置フィルタ	<ul style="list-style-type: none"> • 日本空気清浄協会「空気清浄装置用ろ材燃焼性試験方法指針(JACA No.11A)」を満足する難燃性が確認されたものを使用(チャコールフィルタ除く)
	保温材	<ul style="list-style-type: none"> • 建設省告示又は建築基準法に基づく不燃材を使用
	建屋内装材	<ul style="list-style-type: none"> • 建築基準法に基づく不燃材又は消防法に基づく認定品を使用
落雷, 地震等の自然災害対策	—	<ul style="list-style-type: none"> • 建築基準法に基づく避雷設備を設置
安全機能を有する構築物, 系統及び機器の耐震設計	—	<ul style="list-style-type: none"> • 設置許可基準規則の解釈に従い設計

6. 火災発生防止

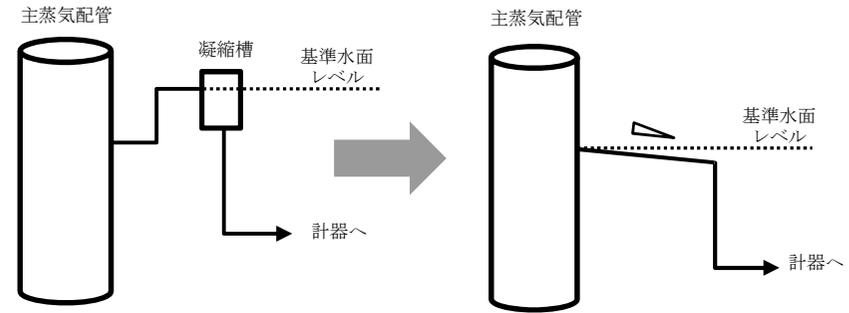
(4/4)

(5) 放射線分解により発生、蓄積する水素の燃焼対策



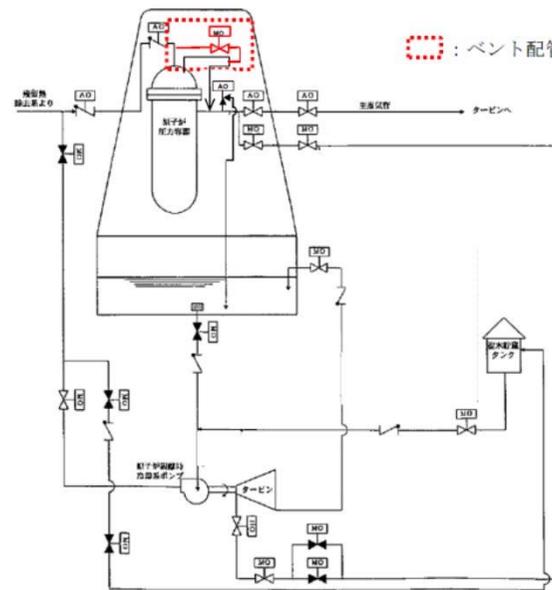
- ◆ 類似事象が発生する可能性がある余熱除去系の蒸気凝縮モード配管を撤去

浜岡1号機余熱除去系配管破断の対応

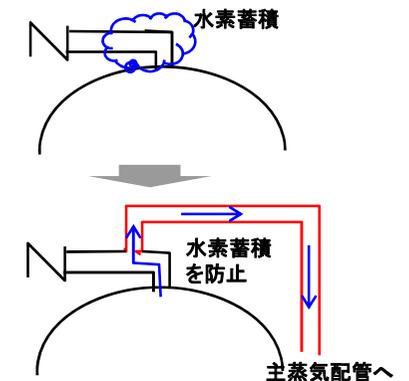


- ◆ 水素が蓄積する可能性がある凝縮槽撤去
- ◆ 蓄積を防止するための配管勾配

計装配管の対応例



- ◆ 原子炉圧力容器頂部スプレイ配管に水素が蓄積する可能性があるため、当該配管と頂部ベント配管を接続し、水素の滞留を防止



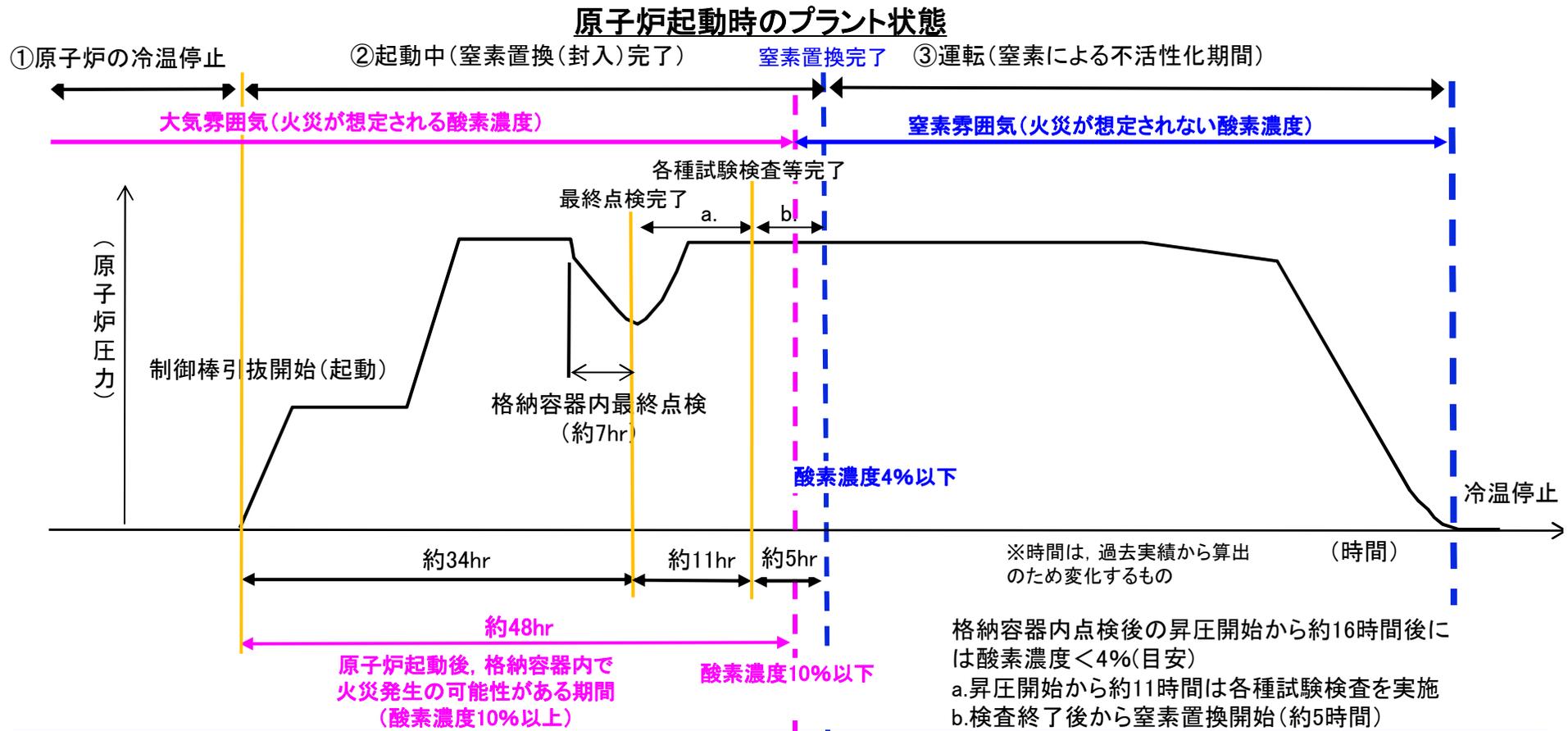
ベント配管設置の対応例

9. 格納容器内の火災防護

(1/17)

(1) 格納容器の特徴 (火災防護の観点)

- ◆ BWRでは、プラント運転中は、格納容器内には窒素が封入され、雰囲気が大気状態となることから、火災の発生は想定されない
- ◆ 窒素が封入されていない期間のほとんどは、原子炉が冷温停止に達している期間であるが、わずかな期間ではあるものの原子炉が冷温停止に到達していない期間もあることを踏まえて火災防護対策を実施する

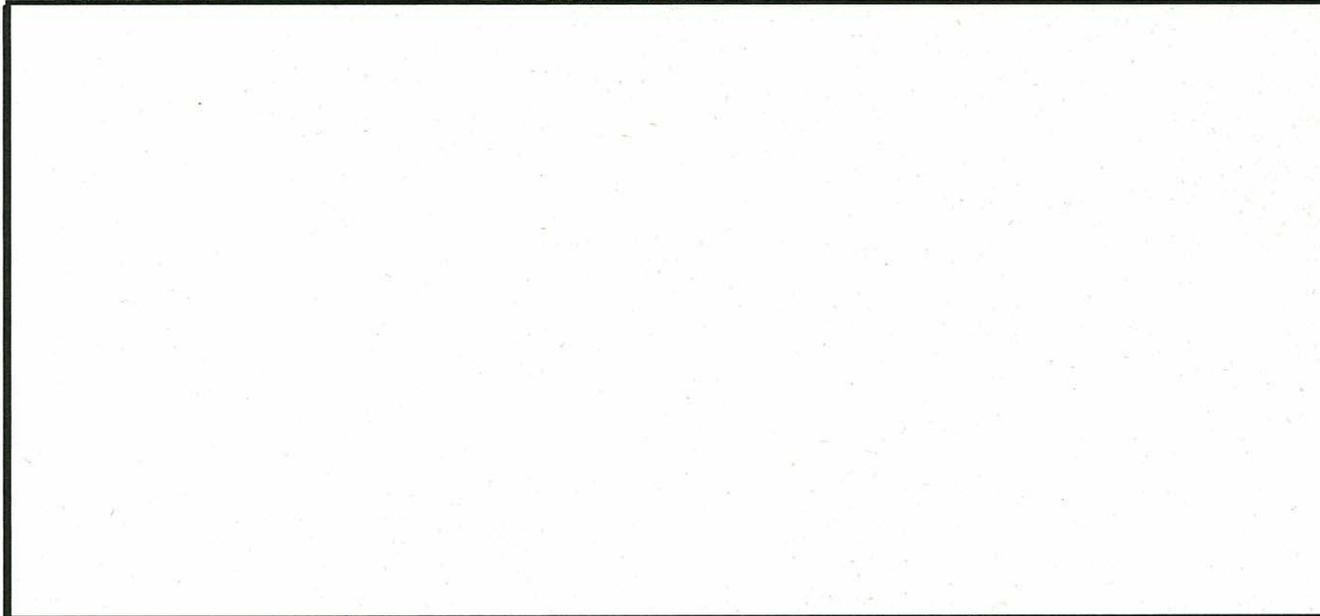


(1) 火災の発生防止

格納容器内の火災発生防止対策として、下記対応を実施

- ◆格納容器内の火災防護対象ケーブルは、核計装ケーブルを除き、難燃ケーブルを使用し電線管内に敷設。なお、ペDESTAL内の核計装ケーブルは露出。
- ◆格納容器内の油内包機器のうち、原子炉再循環ポンプモータ及び主蒸気隔離弁用に新たな堰等を設置し漏えい拡大を防止（現在のペDESTAL内の油サンプルはMCCI/FCI対応として撤去）
- ◆窒素雰囲気がない定期検査中及び窒素置換が完了までの期間は、可燃物量の持ち込みを制限

【核計装ケーブルの延焼防止対策】



判定基準	・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出ししないこと。	良
試験結果		合格

- ◆核計装ケーブルの周囲に可燃物はない
- ◆核計装ケーブルの電流は数mAの微弱電流であり過電流発火の可能性は小さい
- ◆電線管両端は、電線管外部からの酸素供給防止を目的として、難燃性のSFエコシールで処理し延焼を防止
- ◆運転中は窒素雰囲気であり、火災は想定されない
- ◆定検中は酸素雰囲気であるが、原子炉圧力容器下部の通常作業で溶接等の火災が想定される作業はなく、作業する場合には、消火器を配備するとともに監視人を配置
- ◆ペDESTALは、高線量区域であり、人の立ち入りも制限

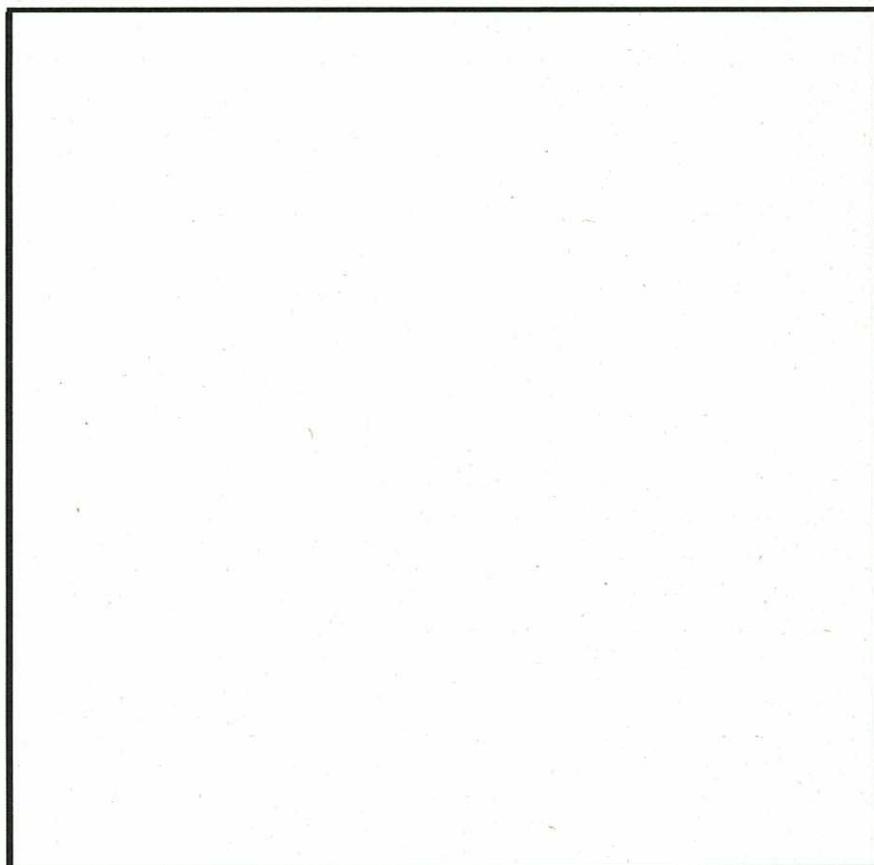


原子炉の状態にかかわらず、火災発生の可能性は小さい

9. 格納容器内の火災防護

(4/17)

【油内包設備：原子炉再循環系流量調整弁，原子炉再循環ポンプ電動機，主蒸気内側隔離弁】



機器名称	潤滑油引火点	最高使用温度	内包量(L)	堰容量(L)
原子炉再循環系流量制御弁(A,B)	254℃	171℃	約450/台	(A)約1000 (B)約770
原子炉再循環ポンプ用電動機(A,B)	250℃		約620/台	—※
主蒸気内側隔離弁(A~D)	204℃		約9/台	

※堰等を設置し漏えい拡大防止（現在油サンプはMCCI/FCI対応として撤去）

- ・ 機器は漏えいを防止するため溶接又はシール構造
- ・ 油が漏えいしても拡大しないように堰等を設置
- ・ 潤滑油は引火点が最高使用温度より高いものを使用
- ・ 周囲に可燃物なし
- ・ 原子炉運転中は火災の発生しない窒素雰囲気
- ・ 定期検査中は当該機器は電源を切る運用であり，試運転時には要員を配置し火災発生防止を徹底

(2) 火災の感知・消火

格納容器内の火災の感知・消火として、下記対応を実施

①火災感知設備

- ◆格納容器内での火災を早期感知し、安全機能を有する構築物、系統及び機器への影響を限定するために、火災感知器を設置
- ◆火災感知器は、早期に火災を感知するため、火災感知器の取付面高さ、火災感知器を設置する周囲の温度、湿度及び空気流等の環境条件を考慮し、火災時に炎が生じる前の発煙段階から感知できるアナログ式の「煙感知器」を設置
- ◆「固有の信号を発する異なる種類の火災感知器」の設置要求を満足するため、アナログ式の「熱感知器」を設置

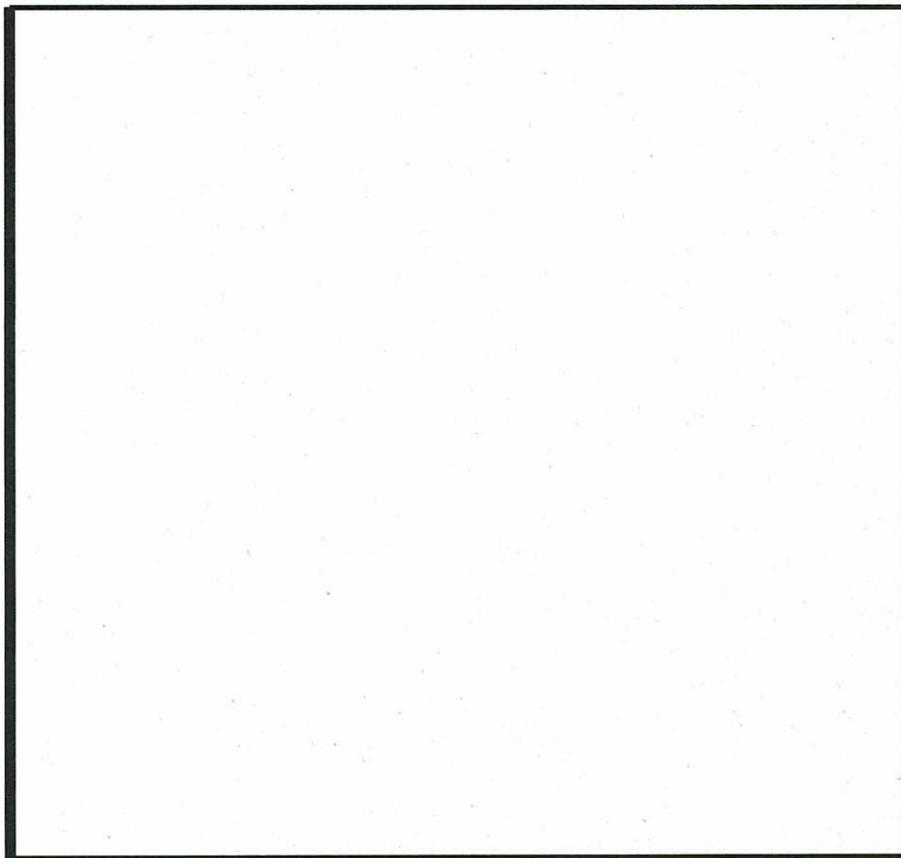


原子炉運転中、火災感知器は、格納容器内の温度及び放射線の影響による故障※の可能性有



火災感知設備は、原子炉起動時の窒素置換完了後(火災が想定されない状態)、回路を隔離し誤動作防止を図る運用とし、原子炉停止後(窒素パージ後)に速やかに復旧(感知器は取替)
(原子炉起動時、格納容器閉鎖から窒素置換完了までの期間の感知器による火災感知機能の強化)

※: アナログ式火災感知器は電子部品を内蔵していることから、約100Gyの積算照射線量にて故障する可能性有
出典:「半導体部品を使用した火災感知器の耐放射線性能について」、TR10241, 能美防災(株) 平成11年2月



格納容器内の火災感知器の設置場所

火災感知設備

◆ 型式:アナログ式熱感知器及び煙感知器

煙感知器 感度:煙濃度10%

熱感知器 感度:温度70~80℃

◆ 配置位置:

・消防法施行規則第23条に基づき設置

・火災発生の可能性がある油内包設備(主蒸気内側隔離弁, 原子炉再循環ポンプ電動機, 原子炉再循環系流量制御弁)の配置を考慮し, それらの上部近傍に配置

◆ 運用上の留意事項

・格納容器内は, 原子炉運転中, 窒素により不活性化しており火災は発生しないが, 原子炉運転中の格納容器内は閉鎖した状態で長期間にわたり高温, 高線量の環境となり火災感知器が故障し, 誤動作するおそれがあるため, 窒素置換完了後に中央制御室の受信機にて作動信号を除外

・原子炉停止後(窒素パージ後)に速やかに感知器を取替えて復旧

② 消火設備

<消火器>

◆ 冷温停止中

- ・消防法により消火能力を満足する消火器を、火災防護対象機器並びに火災源から消防法施行規則に定めるところの20m以内の距離(格納容器内)に配置
- ・溶接等火災を発生させるおそれのある作業を実施する場合には、別途、必要な消火器を準備するとともに監視人を配置

◆ 原子炉の起動中

- ・格納容器内は高温となり、消火器の使用温度(-30°C~40°C)を超える可能性があることから、原子炉起動前に格納容器内に設置した消火器を撤去し、格納容器内の窒素置換作業が完了するまでの間は、消火器を所員用エアロック近傍(格納容器外)に設置

◆ 消火器配備本数

- ・消防法施行令、消防施行規則に従い配備

	床面積 (m ²)	必要な消火器の能力単位 (施行令別表第一(十五)項)	電気火災に適応する消火器 (施行規則第六条第四項)	重大事故等対処設備 の独立性確保のため の本数	合計 (予備)
格納容器	527	2単位 (10型粉末消火器1本相当)	6	1	8 (1)

※:床面積400m²毎に1能力単位を有する消火器が必要。また、電気火災に対しては、100m²毎に1本の消火器の設置が必要。このため、要求本数の多い電気火災を念頭にSA対応として1本、これに予備1本を含め合計8本以上の消火器を配備

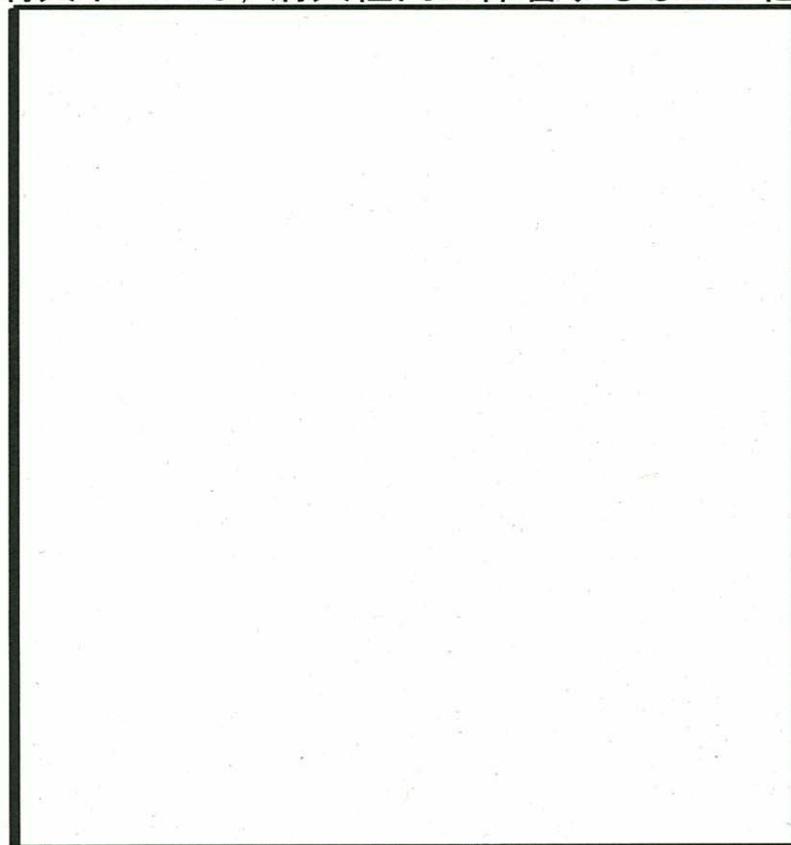
9. 格納容器内の火災防護

(8/17)

② 消火設備

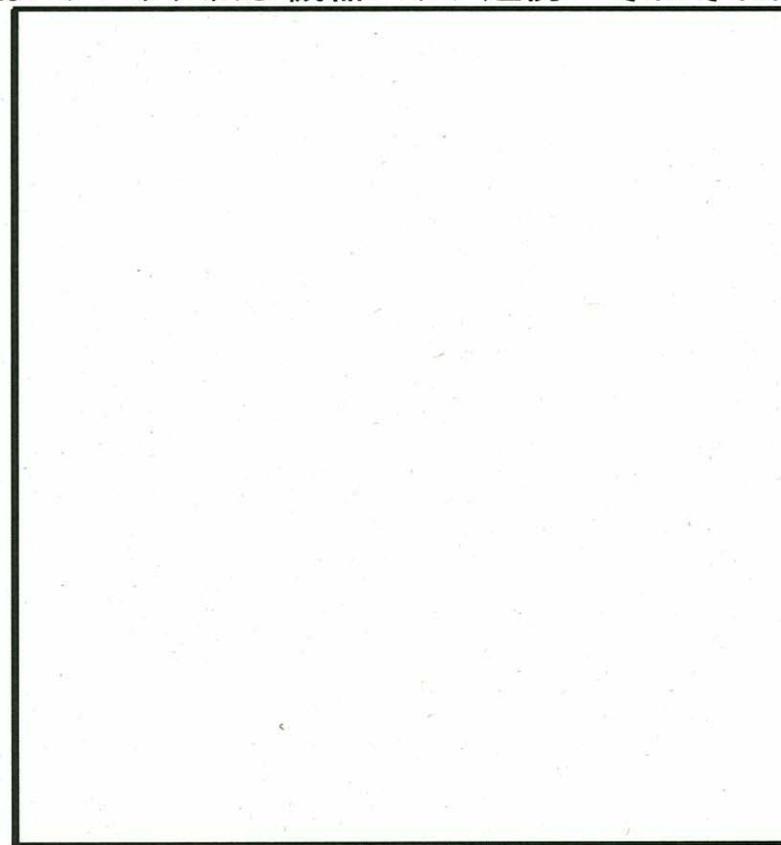
<消火栓>

- ◆格納容器入口近傍の消火栓の使用を考慮し、格納容器の入口となる所員用エアロック及び機器ハッチから最も遠い位置にある火災源まで届く消火ホースを配備
- ◆消火ホースは、消火栓内に保管するものの他、所員用エアロック及び機器ハッチ近傍にそれぞれ配備



(EL 14.00)

No.9消火栓～MSIVまで約47m



(EL 14.00)

No.10消火栓～PLR(A)/FCV(A)まで約71m

No.10消火栓～PLR(B)/FCV(B)まで約71m

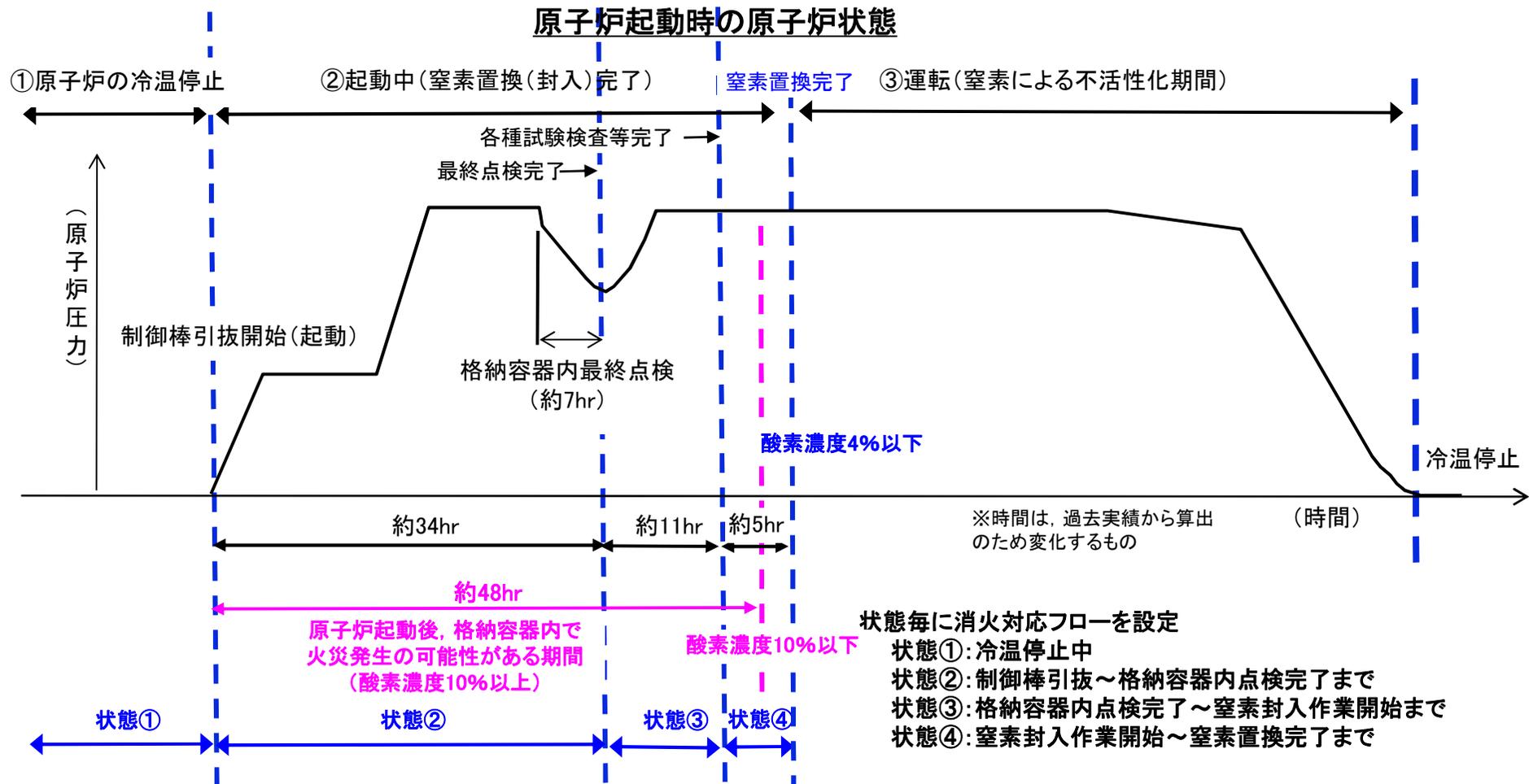
..... :EL+17m — :EL+14m

9. 格納容器内の火災防護

(9/17)

【消火活動】

○原子炉状態に応じて消火対応フローを検討（運転中は窒素封入状態で火災は想定されず）



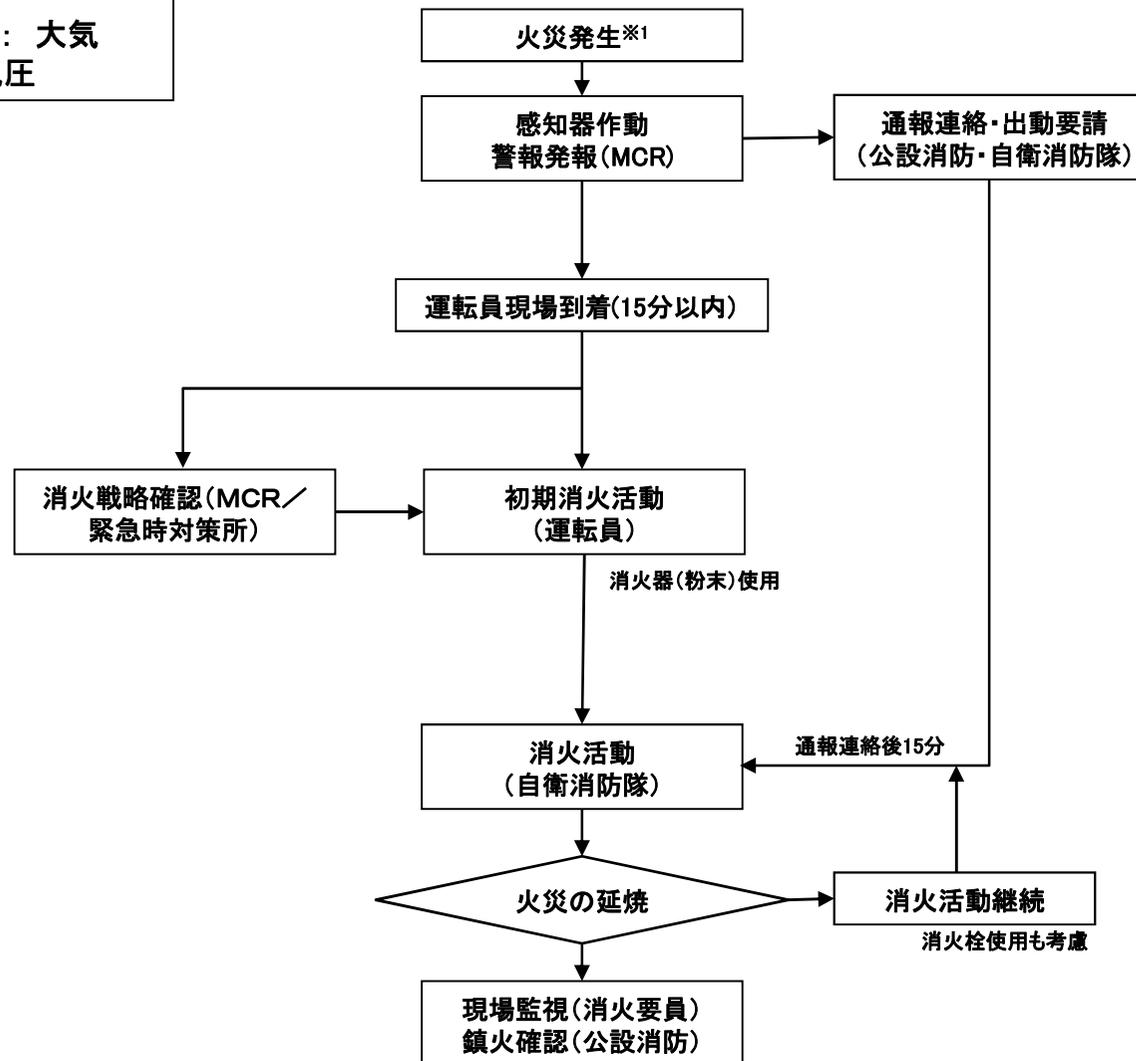
9. 格納容器内の火災防護

(10/17)

【消火活動 (冷温停止中)】

格納容器: 開放
格納容器内雰囲気: 大気
原子炉圧力: 大気圧

※1: 作業に伴う火災は, 作業員が初期消火を実施

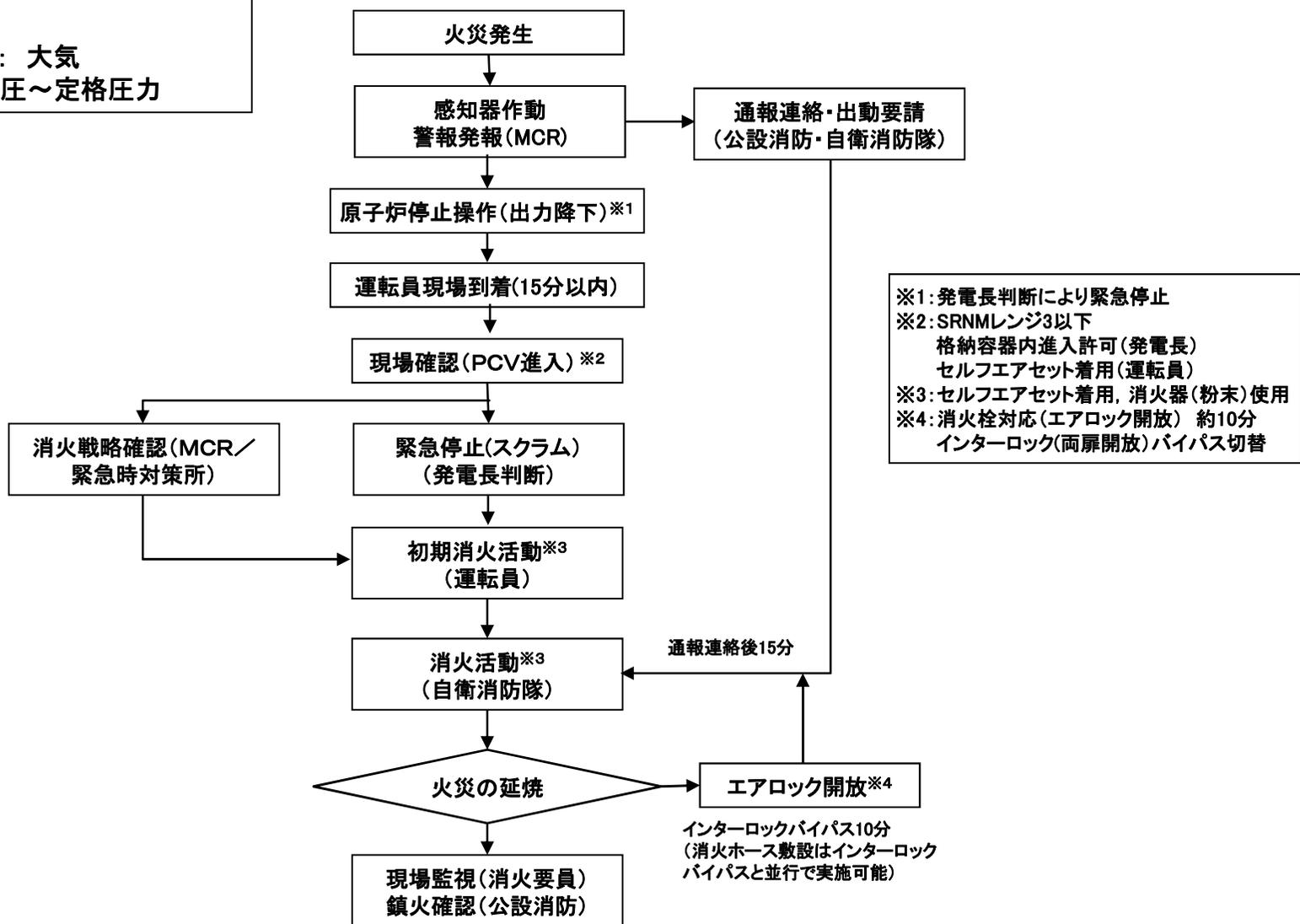


9. 格納容器内の火災防護

(11/17)

【消火活動 原子炉起動中（制御棒引抜～格納容器内点検完了まで）】

格納容器：閉鎖
 格納容器内雰囲気：大気
 原子炉出力：大気圧～定格圧力



※1: 発電長判断により緊急停止
 ※2: SRNMLレンジ3以下
 格納容器内進入許可(発電長)
 セルフエアセット着用(運転員)
 ※3: セルフエアセット着用, 消火器(粉末)使用
 ※4: 消火栓対応(エアロック開放) 約10分
 インターロック(両扉開放)バイパス切替

通報連絡後15分

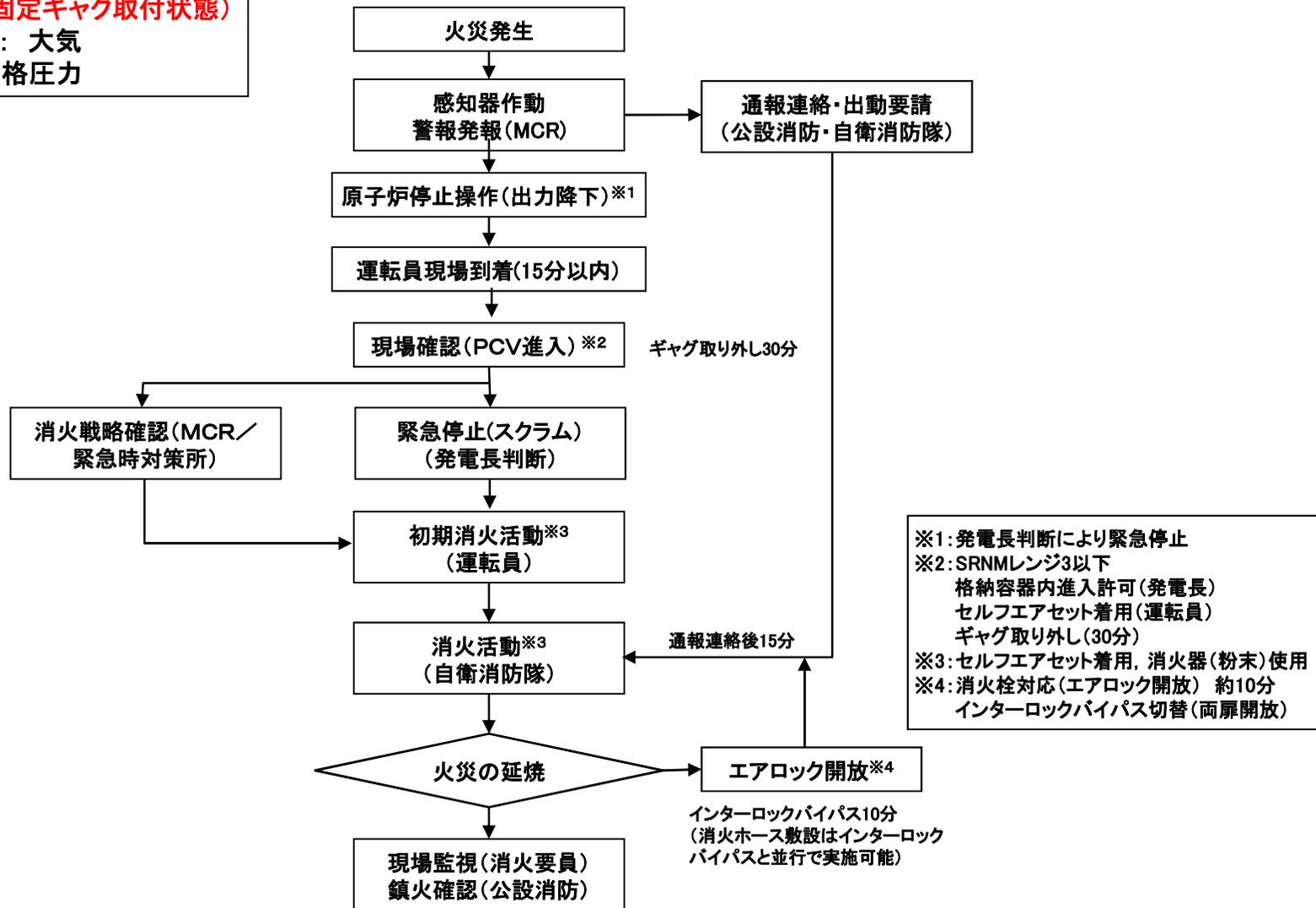
インターロックバイパス10分
 (消火ホース敷設はインターロック
 バイパスと並行で実施可能)

9. 格納容器内の火災防護

(12/17)

【消火活動 原子炉起動中（格納容器内点検完了～窒素封入作業開始まで）】

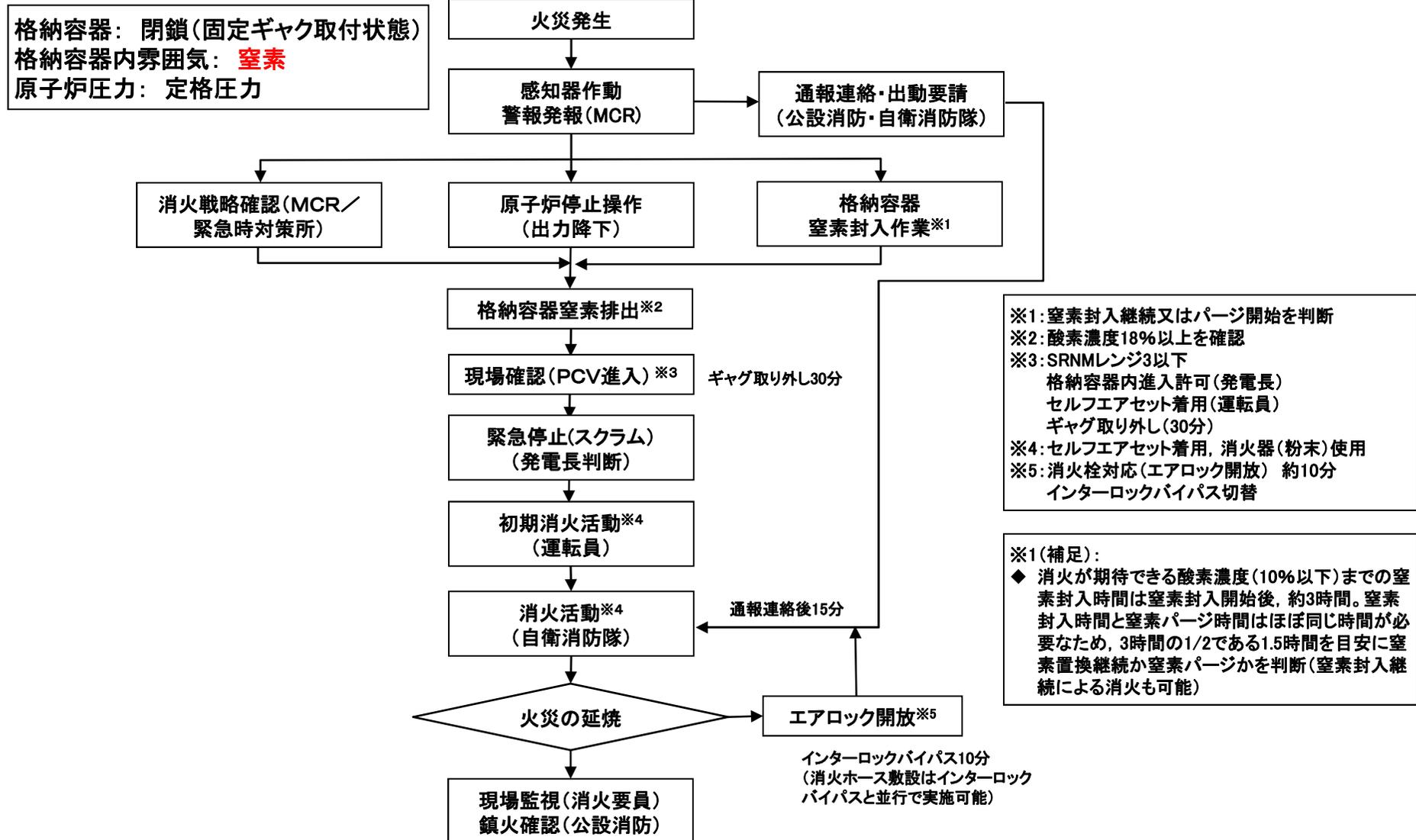
格納容器：閉鎖(固定ギャグ取付状態)
 格納容器内雰囲気：大気
 原子炉圧力：～定格圧力



9. 格納容器内の火災防護

(13/17)

【消火活動 原子炉起動中（窒素封入作業開始～窒素置換完了まで）】



火災の影響軽減

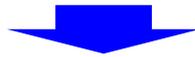
- 格納容器内の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについては、「2.3 火災の影響軽減」で要求される火災の影響軽減対策が必要
- 一方、東海第二の格納容器(Mark II型)は出力に対して比較的小さく、格納容器内には機器等が密集しており、3時間の耐火性能をもつ耐火壁設置や離隔距離6mの確保は困難
- 「2.3 火災の影響軽減」への適合性を以下に評価

火災防護審査基準「2. 基本事項」

「安全機能を有する構築物、系統及び機器を火災から防護することを目的とし、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、系統及び機器が設置される火災区域及び区画に対して、火災の発生防止、感知・消火及び影響軽減対策を講じること。」



火災の影響軽減対策の本来の目的は、
「火災が発生しても原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持する」こと



格納容器内の火災に対し、原子炉の高温停止及び低温停止の達成及び維持が可能であることを示すことができれば、火災防護審査基準の「2.3火災の影響軽減」の要求に適合していることと同等であると判断可能



保守的な評価として、火災による格納容器内の安全機能の全喪失を仮定した評価を行い、原子炉の高温停止及び低温停止の達成及び維持が、運転員の操作と相まって、可能であることを確認する

格納容器内火災による影響の想定

(1) 火災発生想定期間

原子炉起動中において、窒素置換されていない「制御棒引抜」から「窒素置換完了」までの期間
(通常運転中は、格納容器は窒素置換されているため火災は想定されない)

(2) 火災源

油内包機器である原子炉再循環系流量制御弁、原子炉再循環ポンプ電動機及び主蒸気内側隔離弁のうち、主蒸気系の隔離が想定されるMSIV 1台の火災（火災影響により4台全て閉止を想定）

(3) その他

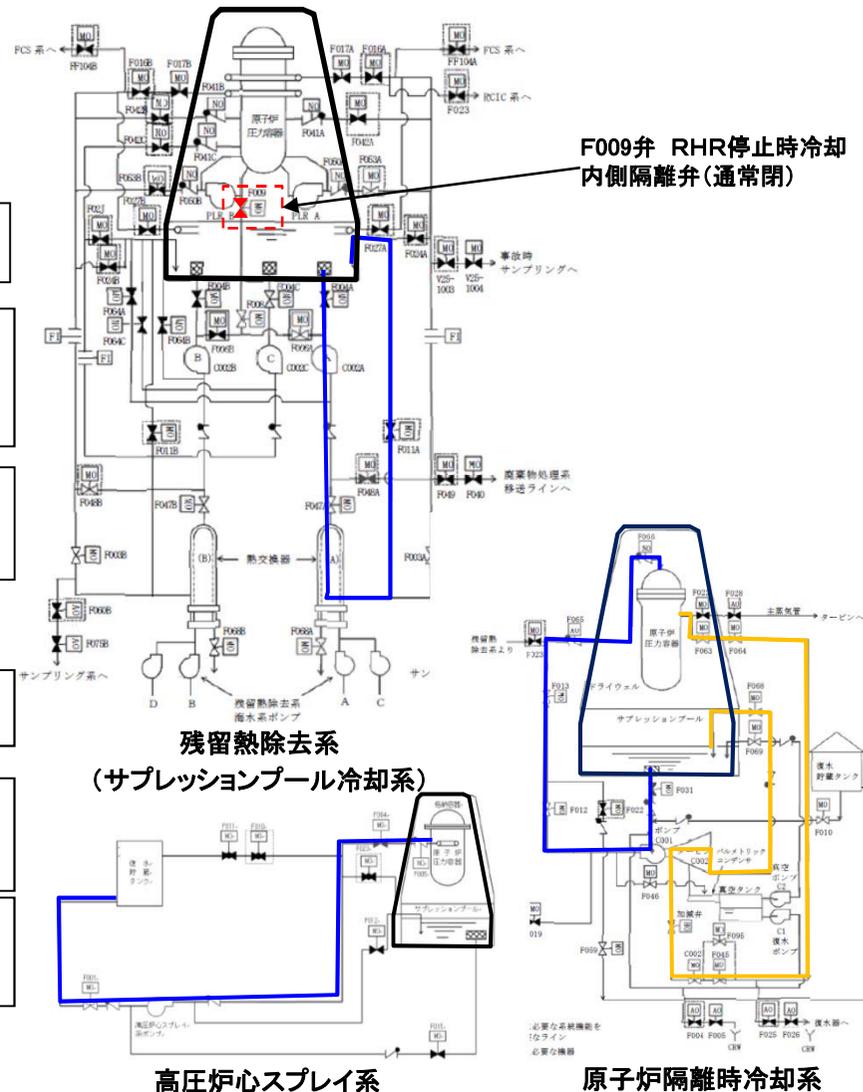
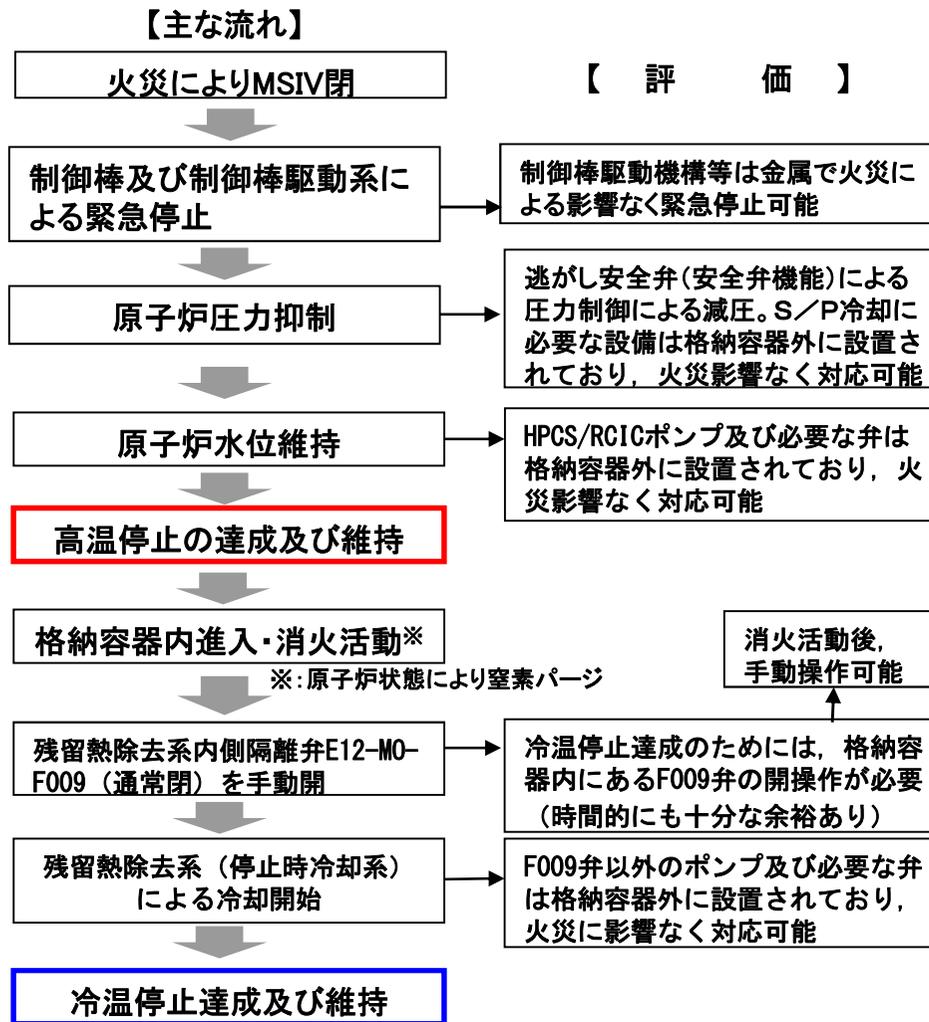
- ・ 空気作動弁は、制御ケーブル断線によるフェイルセーフ動作を想定
- ・ 電動弁は、ケーブルが断線し作動できないが火災発生時の開度を維持
- ・ 監視計器については、同一パラメータを監視する複数の計器が分散配置されているため、火災発生直後は全監視計器が同時に機能喪失するとは想定しないが、「火災が経過時間とともに進展すること」を考慮し、火災の進展に伴い監視計器全てが機能喪失と想定

9. 格納容器内の火災防護

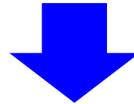
(16/17)

【格納容器内火災に対する影響軽減対策への適合(保守的評価)】

◆ 格納容器内で火災が発生した場合も、原子炉の高温停止及び低温停止の達成及び維持が運転員の操作と相まって達成可能であることを確認



格納容器の火災に対し、原子炉の高温停止及び低温停止の達成及び維持が可能であることを示すことができれば、「2.3 火災の影響軽減」の要求に適合していることと同等であると判断可能



保守的に、火災による格納容器内の安全機能の完全喪失を仮定した評価を行い、原子炉の高温停止及び低温停止の達成及び維持は、運転員の操作と相まって、可能であることを確認



格納容器内は、「2.3 火災の影響軽減」の要求に適合

【高温停止・低温停止の達成及び低温停止の維持】

○原子炉の高温停止

火災の影響を受けても、制御棒は全挿入されるため、高温停止の達成は可能

○原子炉の高温停止の維持

格納容器外(火災の影響を受けない)に設置される「高圧炉心スプレイ系」と「原子炉隔離時冷却系」を用いた注水と、逃がし安全弁による減圧機能と「残留熱除去系(サプレッションプール冷却系)」によるサプレッションプール冷却により、高温停止の維持は可能

○原子炉の低温停止への移行

火災鎮火後、残留熱除去システムをインサービスするために、格納容器内の電動弁を手動操作することで低温停止移行可能