

高浜発電所 3、4号機

大飯発電所 3、4号機

設計及び工事計画認可申請書 補足説明資料

2023年 6月28日

関西電力株式会社

本資料のうち枠囲みの範囲は、機密に係る事項ですので公開することはできません。

1. 目 的	3
2. 概 要	4
3. 設計条件および仕様	8
4. 試験・検査	16
5. 日常点検	17
6. 「工事の方法」の該当箇所について	18
7. 当社同種検出器据付状況	22
8. 設計及び工事計画認可申請書に添付する書類の整理について	23
9. 設計及び工事計画認可申請における適用条文等の整理について	27
10. 本申請における基本設計方針を踏まえた設置許可添付書類八の記載の適正化について	34

1. 目的

放射線管理施設プロセスモニタリング設備のうち高感度型主蒸気管モニタについて、製造メーカー（富士電機）からの修理、修繕対応が終了したことから、設備改造を実施する。

2. 概要

(1) 高感度型主蒸気管モニタの設置経緯・目的

高感度型主蒸気管モニタは、美浜 2 号機の蒸気発生器細管微小漏えい時において、細管破損の進行が速く、プラント停止操作が間に合わなかったことを踏まえ、検知能力の向上と破損した蒸気発生器の特定の迅速化を目的に設置したものである。

プラント停止操作が間に合わなかったのは、以下の要因から蒸気発生器細管漏えいの判断が遅れたことが原因である。

- ▶ 既設モニタ（蒸気発生器ブローダウン水モニタおよび復水器空気抽出器ガスモニタ）は指示の揺らぎが大きく、信頼性が乏しかったこと。
- ▶ 既設モニタは検出器までの距離等の関係上、微小漏えいを検知するのに時間がかかったこと。

これらの要因に対する対策として、微小漏えいにおける検知能力に優れた高感度型主蒸気管モニタを追設することで、以下を実現している。

- ▶ 微小漏えいの早期検知（既設モニタより早く微小漏えいの検知が可能となる。）
- ▶ 既設モニタ指示と組み合わせることによる総合的な信頼性の向上

その結果、微小漏えいに対する検知能力を向上させ、蒸気発生器細管漏えいを判断するまでの時間を短縮し、プラント停止操作の判断を迅速化できるものと評価している。

また、既設モニタにおいては、各蒸気発生器からの合流点以降でモニタリングを行っているため、破損した蒸気発生器の特定にも時間を要している。このため、蒸気発生器出口の主蒸気管毎に高感度型主蒸気管モニタを設置することにより、破損した蒸気発生器の特定についても迅速化を図っている。

(2) 蒸気発生器細管漏えい監視装置について

蒸気発生器細管漏えい監視装置は、高感度型主蒸気管モニタ、復水器空気抽出器ガスモニタ、蒸気発生器ブローダウン水モニタの 3 種とされている。

また、蒸気発生器細管に漏えいが発生したと判断した場合、プラント停止操作を行う。

（保安規定 48 条）

(3) 改造に伴う影響評価について

今回の改造にあたって検出器の種類が変更となるが、高感度型主蒸気管モニタの設置目的は微小漏えいに対する検知能力の向上、既設モニタとの組み合わせによる信頼性の向上および破損した蒸気発生器特定の迅速化である。

これに対しては、後述の影響評価（3. 設計条件および仕様 (5) 検出器性能の評価結果について）のとおり当該モニタの応答時間は多少遅れるものの、既設モニタよりも迅速に検知できる範囲の中での遅れであるため、設置目的を十分に達成できる範囲の改造であると評価しており、保安規定 48 条における漏えい判断に対しての影響は無い。

(4) 漏えい事象判断について

漏えい事象は、保安規定 15 条に定める運転管理に関する社内標準（警報時操作所則）に基づき判断する。

a. 高感度型主蒸気管モニタの計数率注意警報（BG 値 2 倍）の発信

以下の操作を行う。

(a). 関連パラメータの監視強化を行い、関連パラメータに有意な変化があれば S/G 漏えいと判断する。

<関連パラメータ>

- ・蒸気発生器ブローダウン水モニタの指示上昇
- ・復水器空気抽出器ガスモニタ指示上昇
- ・加圧器水位・圧力の低下
- ・充てん水流量の上昇
- ・体積制御タンク水位の低下

(b). (a) と並行して蒸気発生器 2 次側のサンプリングを行い S/G 漏えいを判断する。

(c). (a) (b) より蒸気発生器細管漏えいと判断すれば、事故時操作所則「蒸気発生器細管小漏えい」に移行しプラント停止操作（事象収束へ向けた操作）を行う。

b. 高感度型主蒸気管モニタの計数率高警報（BG 値 3 倍）の発信

以下の操作を行う。

(a). 関連パラメータの監視強化を行い、関連パラメータに有意な変化があれば S/G 漏えいと判断する。（a 項と同様）

(b). (a) と並行して、遮蔽体を挿入し、計器指示の動きにより蒸気発生器漏えいを判断する。

(c). (a) (b) より蒸気発生器細管漏えいと判断すれば、事故時操作所則「蒸気発生器細管小漏えい」に移行しプラント停止操作（事象収束へ向けた操作）を行う。

計数率高警報（BG 値 3 倍）発信時には、関連パラメータによる漏えいの判断に加えて、モニタ検出部に設置されている鉛遮蔽体を運転員が挿入することで、高感度型主蒸気管モニタ単体での漏えい判断を可能としている。

なお鉛遮蔽体については、1 次冷却材が主蒸気管内に残留していることを考慮し、放射線防護対策を行ったうえで操作を行うものと想定している。

(5) 蒸気発生器細管漏えい監視装置における監視対象核種について

監視対象核種は、高感度型主蒸気管モニタ開発段階の調査結果によって、N¹⁶、N¹³、F¹⁸、N¹⁷、Si³¹、C¹¹、Na²⁴、Ar⁴¹、FP/CP の 9 種類であることが判明した。これらの核種から、半減期、放出エネルギーを考慮に入れた場合、冷却材中の支配的監視対象は N¹⁶、N¹³、F¹⁸ となった。

N¹⁶ は短半減期、高エネルギーγ線であり、なおかつ 2 次系中ではガス状になると考えられている為、蒸気発生器での漏えいが発生した場合、蒸気発生器内では蒸気側に移行する。よって、主蒸気配管にて測定することが望ましいことから、高感度型主蒸気管モニタにて N¹⁶ を検出する。

N¹³は蒸気中に N¹⁶ 及び微量の希ガスとともに存在するが、低エネルギーβ・γ線の放射体であることから、直接検出器サンプラ内にガスを取り込んで測定が可能な復水器空気抽出器ガスモニタにて検知する。

F¹⁸は2次系器内水中に存在すると考えられている為、蒸気発生器ブローダウン水モニタにて検知する。

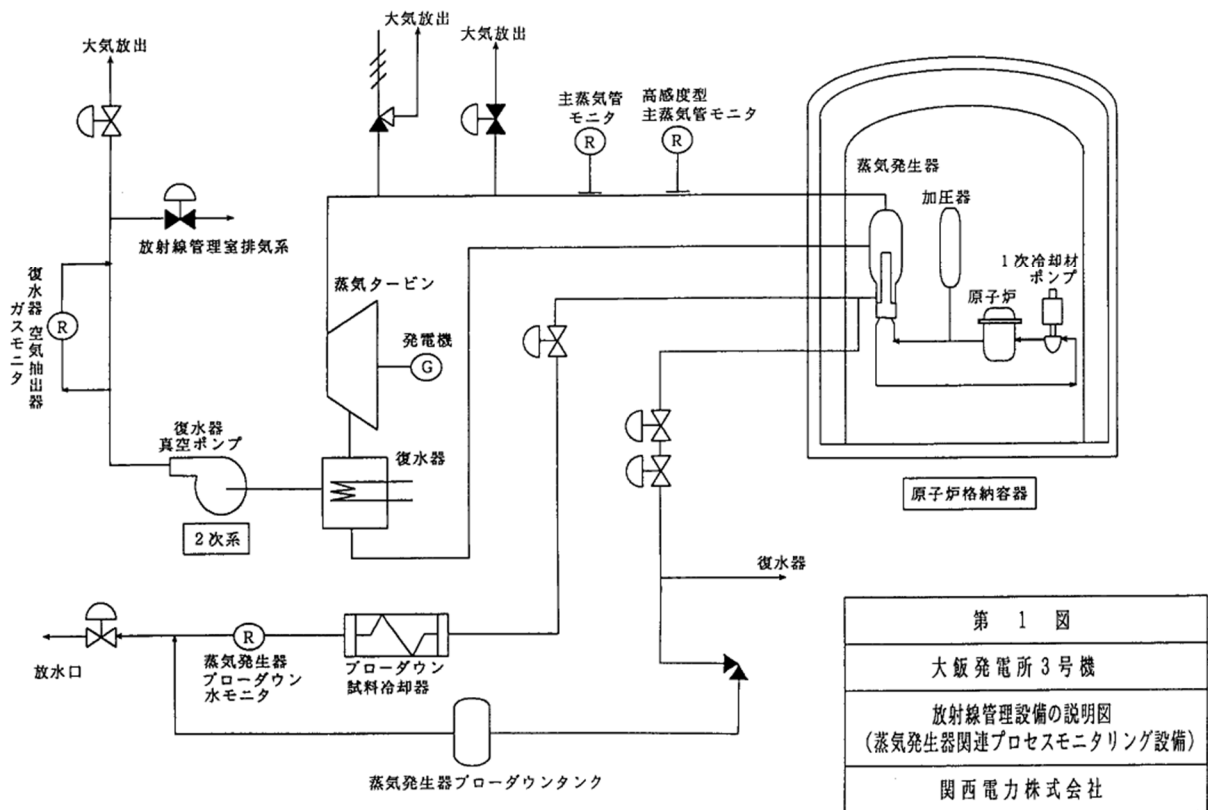
以上3つのモニタにて監視対象核種を監視することで、漏えい監視を実施している。

(6) 改造工事概要

高感度型主蒸気管モニタは、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、蒸気発生器の出口における2次冷却材中の放射性物質の濃度を計測し、蒸気発生器細管漏えいを早期に検知すべく主蒸気管での放射線量を測定する装置である。

今回、検出器に使用している結晶体の種類を [] から [] に変更する。

【高感度型主蒸気管モニタ 主蒸気系統図 (代表：大飯)】



3. 設計条件および仕様

(1) 高感度型主蒸気管モニタの種類・構造・特徴・用途

a. 高感度型主蒸気管モニタの種類・構造・特徴・用途

(a)

[Redacted]

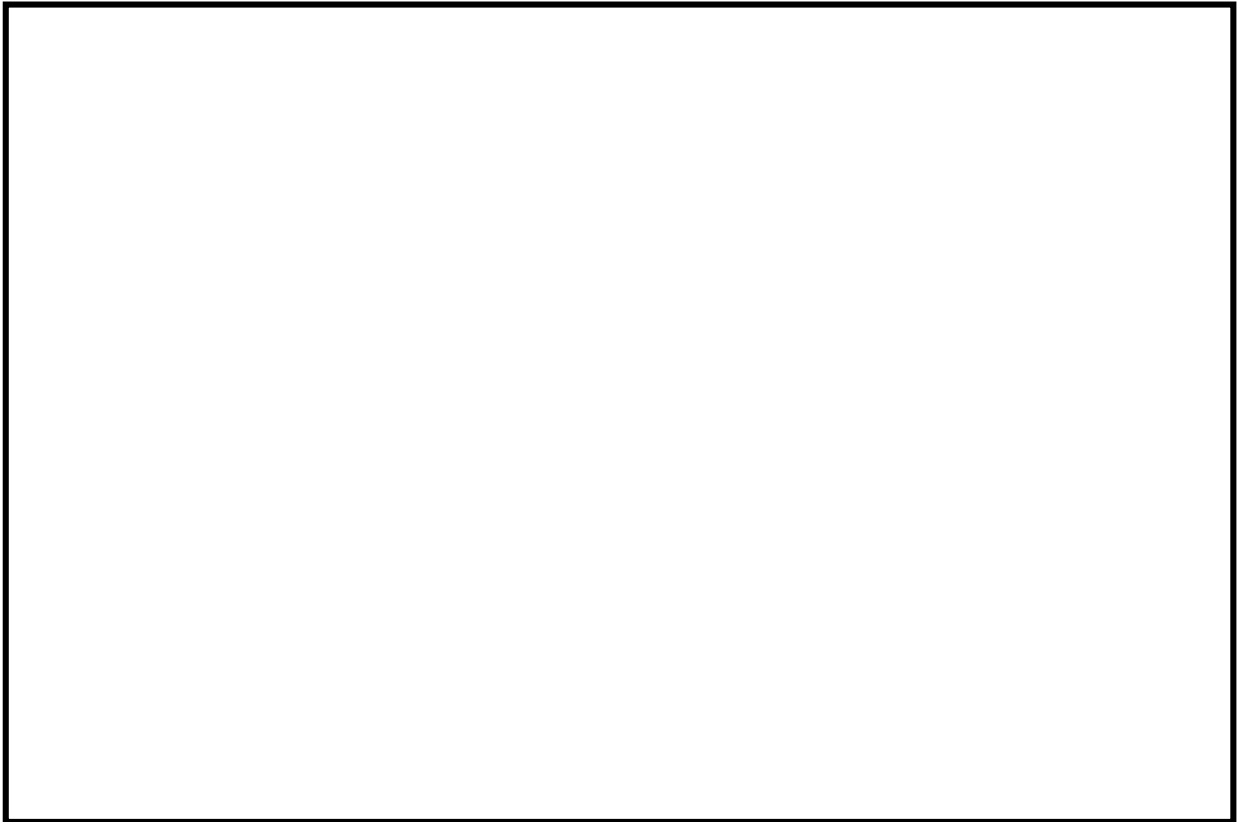
[Redacted]

[Redacted]

高感度主蒸気管モニタは測定対象を γ 線と設定しており [Redacted] を採用している。

なお、大飯3号機における現状の機器据付状態は以下のとおり。

【高感度型主蒸気管モニタ 据付状態写真（代表：大飯3号機）】



(2) 高感度型主蒸気管モニタの設計条件

a. 計測対象核種とその妥当性

(a)対象核種：N¹⁶

設置目的が蒸気発生器細管漏えいの検知であり、本来は主蒸気管に存在しない1次冷却材中のN¹⁶は高エネルギーのγ線を放出するため、N¹⁶の高エネルギーγ線を選択的に測定する。測定対象のエネルギー領域のバックグラウンドが極めて低く、漏えい検知能力を高くすることが出来る。

(b)対象核種：希ガス (Xe¹³⁵, Kr⁸⁵,Kr⁸⁷) 及び Ar⁴¹

主蒸気管モニタが事故時の放出放射能評価の方策として既に設置されているが、測定下限を広げる目的で希ガス (Xe¹³⁵, Kr⁸⁵,Kr⁸⁷) 及び Ar⁴¹の低エネルギーγ線を測定する。1次冷却材中に存在する核種であり、被ばく評価時重要となる主要な核種である。

b. 計測範囲とその妥当性

(a)高エネルギー領域 (4.5MeV～7.0MeV)

計測範囲：1cpm～10⁶cpm

計測単位：測定がパルス計測であることから計数率 (cpm) を採用している。

計測下限：バックグラウンド計数率の最低値が [] であり、この値を下回る値として設定する。

計測上限：漏えい時に指示上昇が確認できればよく、上限はバックグラウンドレベルより少なくとも [] (具体的には [] 以上) 上回る値として設定する。

(a)低エネルギー領域 (0.2MeV～2.2MeV)

計測範囲：1n Sv/h～10⁵n Sv/h

計測単位：低エネルギー領域は、事故時の放射能監視強化の方策として主蒸気管モニタの測定下限を広げる目的で設置するものであり測定レンジが連続するように設計されている。高エネルギー領域同様、検出器から発信される信号はパルス信号であるが、前述を踏まえ、主蒸気管モニタと同じ測定単位 (Sv/h) に換算している。

計測下限：バックグラウンド [] の放射線レベルを下回る値として設定する。

計測上限：高感度型主蒸気管モニタと同じ目的で設置されている主蒸気管モニタの計測下限値 5×10⁴nSv/h より大きく設定することで測定レンジの連続性 (オーバーラップ) を有する。

(3) 検出器の選定根拠

高感度型主蒸気管モニタは計測対象が主蒸気である。従って、温度が非常に高い事から検出器が直接主蒸気に接する方式は難しい。よって、主蒸気管を覆っている保温材の外に検出器を配置する検出方式としている。

検出対象核種としては主蒸気中の

- ・高エネルギー領域：N¹⁶
- ・低エネルギー領域：希ガス（Xe¹³⁵, Kr⁸⁵, Kr⁸⁷）及び Ar⁴¹

と設定しており、上記核種はβ線及びγ線を放出する核種である。

この内、β線は主蒸気配管で減衰することから検出対象をγ線としている。



(4) 改造前後における検出器比較結果について

また、今回の改造に伴い



型式が変更となることから、改造前後における検出器の仕様を下表に示す。

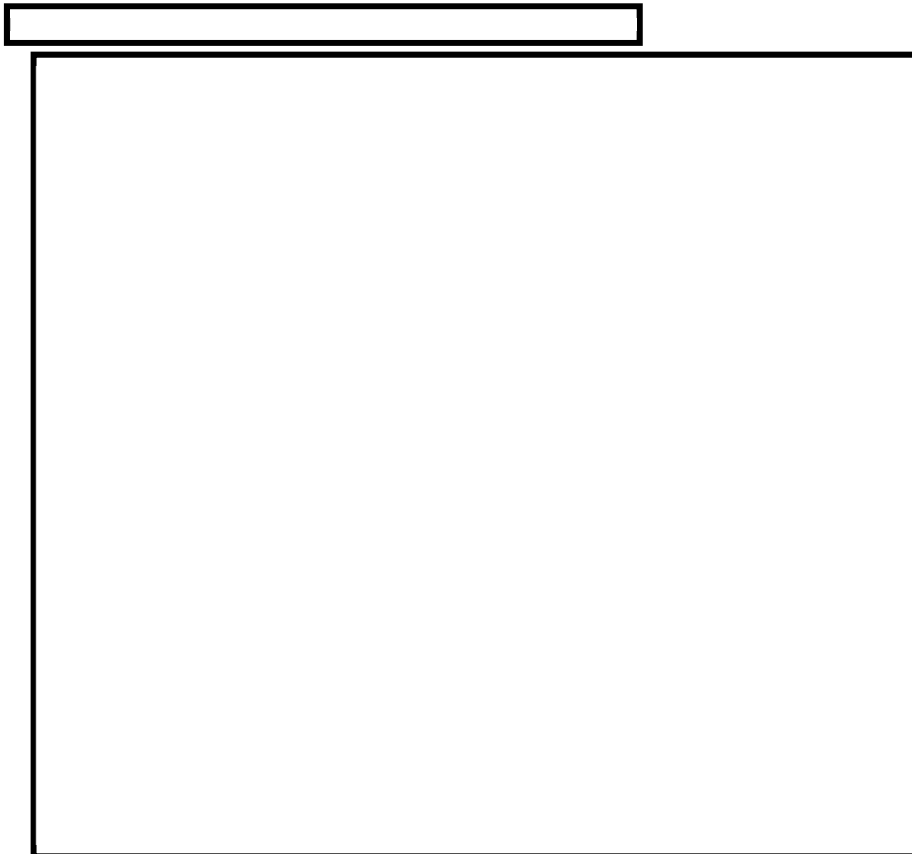
【仕様比較表】

No.	項目	検出器の種類	
		改造前	改造後
1	測定対象線種		
2	測定領域		
3	測定範囲		
4	検出効率		
5	耐環境性（温度）	（温度）0~100℃ （圧力）大気圧 （湿度）20~95%RH （放射線）30mGy/h 以下	（温度）0~100℃ （圧力）大気圧 （湿度）100%RH （放射線）30mGy/h 以下
6	信号と信号処理		

(5)検出器性能の評価結果について

高感度型主蒸気管モニタは蒸気発生器細管漏えいを早期に検知することを目的として0.1ℓ/hの漏えい量を検知できる能力を有していることを開発目標としている。なお、開発目標の0.1ℓ/hについては、高感度型主蒸気管モニタの使用実績が豊富なフランスにおける測定下限0.1ℓ/hを踏襲したものである。

0.1ℓ/hの漏えい量が発生した際のモニタ設置個所に対する主蒸気管中N16濃度の推定は下記の通り、半減期を考慮し算出される。

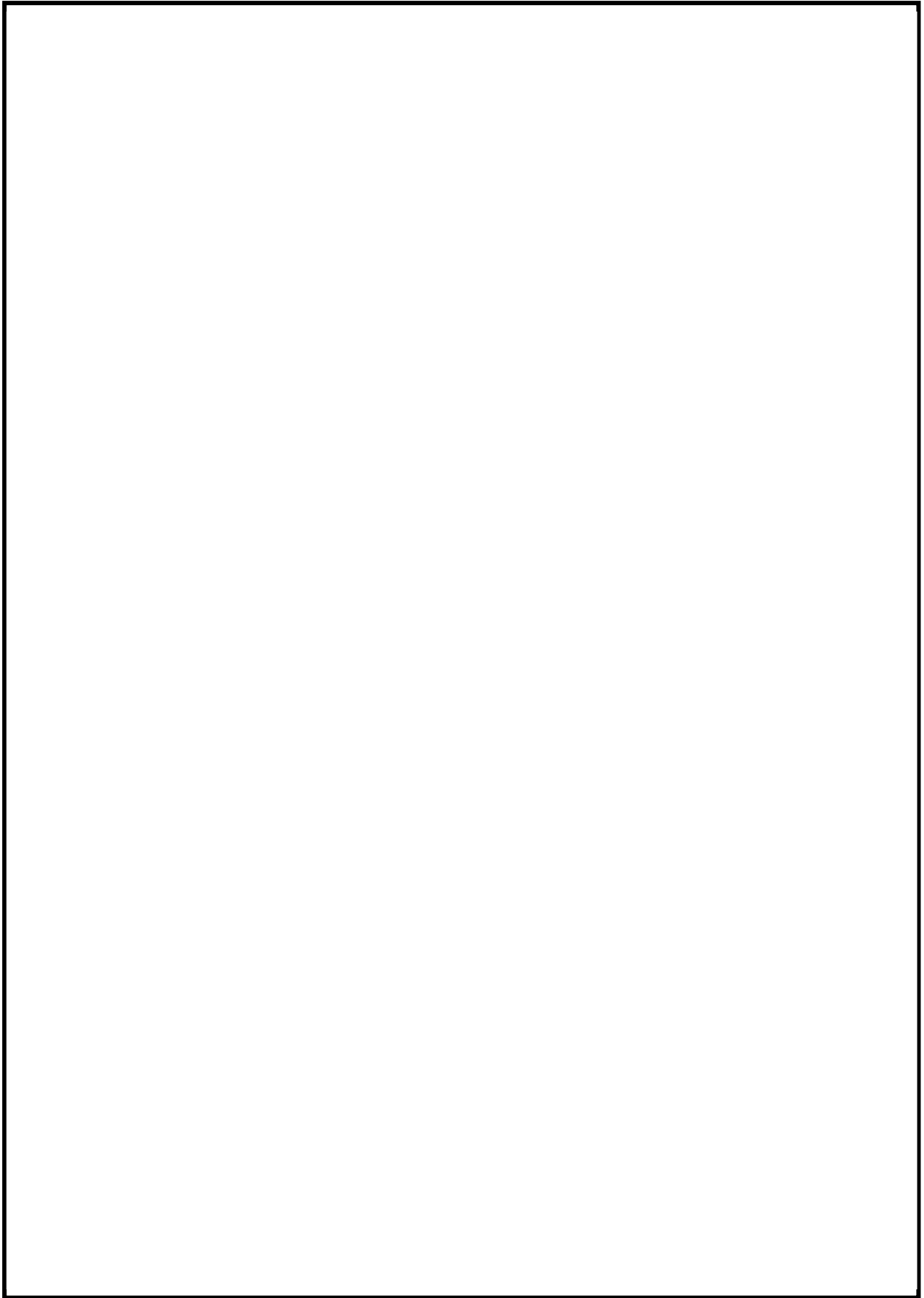


以上の計算結果より、推定される濃度は [redacted] となる。

算定された濃度は各検出器の検出効率を乗じることで計数率に換算できる。



となり [redacted] 検出器において算出された計数率が計測範囲内であることから、0.1 ℓ/hについて検出が可能である。なお、密封線源を用いた性能試験においても同濃度（0.1 ℓ/hの漏えい量を想定した濃度）に対して検出可能であることを確認している。



(6) 検出効率の比較結果について

検出効率が異なることで、同じ濃度の放射性物質に対する計測結果に差が生じる事になる。
〔(5) 検出器性能の評価結果について〕参照

計測結果はばらつきが生じるため、信号処理部（放射線監視盤）にて標準偏差を設定し、計測結果が設定された標準偏差範囲内に収まる為に必要な計測時間を設ける処理が行われている。ここで計測される計数率が小さいほど、ばらつきが大きくなることから、計測時間が長くなる。

0.1ℓ/hの漏えい量を想定した場合、に比べて応答速度が遅くなると評価されている。

しかしながら、事故時における細管漏えいの判断は、高感度型主蒸気管モニタだけで判断するのではなく、後続で検知する復水器空気抽出器ガスモニタ、蒸気発生器ブローダウン水モニタの指示の上昇および関連パラメータの指示をもって、総合的に判断するものである。（2. 概要（3）漏えい事象判断について 参照）

0.1ℓ/hの漏えい量に対する各検出器（モニタ）の応答時間は以下の通り評価しており、高感度型主蒸気管モニタの応答速度差によって生じる遅れは、関連するモニタの漏えい検知時間にて包括できるものであり、判断時間について影響が無いと評価している。（対応操作前の早期の注意喚起は可能なため、影響はない。）

<input type="text"/>	
モニタ名称	応答時間
高感度型主蒸気管モニタ	<input type="text"/>
復水器空気抽出器ガスモニタ	
蒸気発生器ブローダウン水モニタ	

また、高感度型主蒸気管モニタに遮蔽体を挿入することで、単体での漏えい判断も可能であるが、現場までの移動時間、遮蔽体の挿入操作時間を考慮すると、想定では関連パラメータの指示上昇が遮蔽体の挿入操作による指示変化よりも早く兆候として表れる。

そのため、遮蔽体の挿入は関連パラメータの故障事態等を想定したものであり、応答速度に対する影響はほとんど与えないものと評価する。

なお、蒸気発生器細管漏えい時には、プラント停止操作後、1次冷却材が蒸気発生器2次側に漏えいすることを防ぐため、1次冷却材系統と破損蒸気発生器との均圧操作を行い、漏えい量を抑制する操作が必要になる。（均圧操作が遅れ、蒸気発生器水位（狭域）が「SG水位異常高トリップ」警報値の75%に到達し、蒸気発生器の満水を回避できない場合は、安全注入信号を手動で発信させる手順となっている。）

そのため後段の操作を踏まえると漏えいを早期に判断し、プラント停止操作を行う必要があるが、0.1ℓ/hの漏えい量を想定した場合、検出器改造前後の応答速度差によって生じる想定漏えい量は程度であり、これは蒸気発生器の2次側容量である（代表して大飯3号機を想定）に対して約0.000001%と、非常に僅かな量であることから、応答速度の差に対する運転員の対応操作への影響は無いものと判断しており、改造前後における検出効率の差による、漏えい検知能力への影響は無いものと評価している。

(7)環境条件に対する確認

安全機能を有する機器としての高感度型主蒸気管モニタが想定される環境条件等のうち a.～c.について、確認方法を下表にて補足する。

【14 条 環境条件に対する設計結果確認表】

説明書記載 設計要求		確認方法
2.1	環境条件等については、技術基準規則第 14 条第 2 項に基づき、安全機能を有する機器としての高感度型主蒸気管モニタが想定される環境条件において、その機能を発揮できる設計とする。	
環境条件等	a. 環境圧力	確認の方法としては、環境圧力を再現した試験環境下において機器が機能することを確認した実証試験等によるものとする。
	b. 環境温度及び湿度による影響	環境温度に対する確認の方法としては、環境温度と機器の最高使用温度の比較によるものとする。
		湿度に対する確認の方法としては、環境湿度と機器仕様の比較によるものとする。
c. 放射線による影響	確認の方法としては、環境放射線を再現した試験環境下において機器が機能することを確認した実証試験等によるものとする。	検出器は開発段階において環境条件に適合していることを実証試験により確認されていることから、機器仕様との比較により適合を確認する。

4. 試験・検査

(1)技術基準等要求事項と検査関連の整理について

項目	使用前事業者検査（機能又は性能に係る検査）		
	特性検査		機能・性能検査
	線源校正検査※ ¹	設定値確認検査※ ²	計測範囲確認検査※ ¹
技術基準との対応	第十五条2項	第十五条2項	
準拠する規格	JEAG4606 (原子力発電所放射線モニタリング指針)	—	
実施要領	校正装置によって、標準線源（密封線源）をもちいた線源校正を実施し、検出効率が変化していない事を確認する。	放射線監視盤に対し模擬入力装置よりテスト信号を入力し、中央制御室に警報が発信することを確認する。	放射線監視盤に対し模擬入力装置よりテスト信号を入力し、要目表に記載の計測範囲を有していることを表示器及び記録計の表示にて確認する。

※1 特性検査又は機能・性能検査が可能なように、検出器及び放射線監視盤（表示器及び記録計含む）は校正が可能な設計とする。

※2 特性検査が可能なように、放射線監視盤（表示器及び記録計含む）は設定値確認ができる設計とする。

(2)線源校正試験について

a. 線源校正試験（1次校正）※

N¹⁶核種の校正試験は模擬主蒸気配管内に密封線源 を多数配置して体積線源として、その体積線源に対する検出器の応答値を計測する。その後、 線源及び 線源についても N¹⁶線源と同様に模擬主蒸気配管内にそれぞれの線源を多数配置して体積線源として、検出器の応答値を測定する。

また2次校正及び定期校正では体積線源を用いて校正試験をすることは難しいため、点線源 及び にて線源校正試験を行い、体積線源との相関性を求める。

b. 線源校正試験（2次校正）※

1次校正と同様に、点線源による線源校正試験を実施し、判定基準内であることを確認する。（点線源はN¹⁶線源に最もエネルギーとして近い 線源を用いる）

c. 線源校正検査（定期校正）

2次校正と同様に、点線源による線源校正試験を実施し、判定基準内であることを確認する。（点線源はN¹⁶線源に最もエネルギーとして近い 線源を用いる）

※改造後の高感度型主蒸気モニタに用いる検出器は使用実績があり、既に1次校正及び2次校正が完了している。

5. 日常点検

放射線監視装置の日常点検として、放射線監視装置の通常値（バックグラウンド（BG）値）の推移確認とチェック線源照射によるチェックソース値の推移確認を実施し、検出器異常の兆候を監視する。点検頻度はバックグラウンド値測定を1回/1ヶ月、チェックソース値測定を1回/3ヶ月とし、これらの推移確認の結果、異常の兆候が認められた場合は、細密点検として波形観測・分解能測定を実施する。

（点検内容・頻度の根拠）

JEAG4606（原子力発電所放射線モニタリング指針）

6. 「工事の方法」の該当箇所について

項目	対象 要否	当該箇所の補足説明
1. 工事の手順		
図1（工事の手順と使用前事業者検査のフロー（燃料体を除く））	○	今回の高感度型主蒸気管モニタの改造工事については、検査は発電所で実施する。 今回の申請対象機器に関して、技術上の基準※に適合しているか確認する為「構造、強度又は漏えいに係る検査」と「機能又は性能に係る検査」を実施する。 ※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
図2（主要な耐圧部の溶接部に係る工事の手順と使用前事業者検査フロー）	—	耐圧部の溶接に係る工事が発生しないため対象外。
図3（工事の手順と使用前事業者検査のフロー（燃料体））	—	燃料体に係る工事が発生しないため対象外。
2. 使用前事業者検査の方法		
2.1.1 構造、強度又は漏えいに係る検査		
材料検査	—	要目表対象に係る検査が発生しないため対象外。
寸法検査	—	
外観検査	○	要目表対象に係る検査が発生するため対象。
組立て及び据付け状態を確認する検査(据付検査)	○	
状態確認検査	○	技術基準 14 条,15 条に係る検査が発生するため対象。
耐圧検査	—	耐圧、漏えいに係る検査が発生しないため対象外。
漏えい検査	—	
原子炉格納施設が直接設置される基盤の状態を確認する検査	—	CV 施設が直接設置される対象がないため対象外。
建物・構築物の構造を確認する検査	—	建物・構築物の構造を確認する検査が発生しないため対象外。
2.1.2 主要な耐圧部の溶接部に係る検査		
2.1.3 燃料体に係る検査		
	—	燃料体に係る検査が発生しないため対象外。

2.2 機能又は性能に係る検査		
2.2.1 燃料体を挿入できる段階の検査	—	当該段階に関する検査が発生しないため対象外。
2.2.2 臨界反応操作を開始できる段階の検査	—	当該段階に関する検査が発生しないため対象外。
2.2.3 工事完了時の検査	○	線源校正検査、機能・性能検査を当該段階に実施するため対象。（その他工事の完了を確認するために必要な検査。）
2.3 基本設計方針検査	—	基本設計方針の変更がないため対象外。
2.4 品質マネジメントシステムに係る検査	○	今回の工事計画に示すプロセスの通り実施していることを確認するため、「品質マネジメントシステムに係る検査」を実施する。
3. 工事上の留意事項		
3.1 設置又は変更の工事に係る工事上の留意事項		
a. 設置又は変更の工事を行う発電用原子炉施設の機器等について、周辺資機材、他の発電用原子炉施設及び環境条件からの悪影響や劣化等を受けないよう、隔離、作業環境維持、異物侵入防止対策等の必要な措置を講じる。	○	工事における一般的な留意事項であるため、該当する。
b. 工事にあたっては、既設の安全上重要な機器等へ悪影響を与えないよう、現場状況、作業環境及び作業条件を把握し、作業に潜在する危険性又は有害性や工事用資機材から想定される影響を確認するとともに、隔離、火災防護、溢水防護、異物侵入防止対策、作業管理等の必要な措置を講じる。	○	
c. 設置又は変更の工事を行う発電用原子炉施設の機器等について、必要に応じて、供用後の施設管理のための重要なデータを採取する。	○	
d. プラントの状況に応じて、検査・試験、試運転等の各段階における工程を管理する。	○	

<p>e. 設置又は変更の工事を行う発電用原子炉施設の機器等について、供用開始後に必要な機能性能を発揮できるよう製造から供用開始までの間、維持する。</p>	<p>○</p>	
<p>f. 放射性廃棄物の発生量低減に努めるとともに、その種類に応じて保管及び処理を行う。</p>	<p>○</p>	
<p>g. 現場状況、作業環境及び作業条件を把握し、放射線業務従事者に対して防護具の着用や作業時間管理等適切な被ばく低減措置と、被ばく線量管理を行う。また、公衆の放射線防護のため、気体及び液体廃棄物の放出管理については、周辺監視区域外の空気中・水中の放射性物質濃度が「線量限度等を定める告示」に定める値を超えないようにするとともに、放出管理目標値を超えないように努める。</p>	<p>○</p>	
<p>h. 修理の方法は、基本的に「図1 工事の手順と使用前事業者検査のフロー（燃料体を除く）」の手順により行うこととし、機器等の全部又は一部について、撤去、切断、切削又は取外しを行い、据付、溶接又は取付け、若しくは同等の方法により、同等仕様又は性能・強度が改善されたものに取替を行う等、機器等の機能維持又は回復を行う。また、機器等の一部撤去、一部撤去の既設端部について閉止板の取付け、蒸気発生器、熱交換器又は冷却器の伝熱管への閉止栓取付け若しくは同等の方法により適切な処置を実施する。</p>	<p>—</p>	<p>今回の工事計画において修理は実施しないため、該当しない。</p>

i. 特別な工法を採用する場合の施工方法は、技術基準に適合するよう、安全性及び信頼性について必要に応じ検証等により十分確認された方法により実施する。	—	今回の工事計画は、特別な工法は採用しないため、該当しない。
3.2 燃料体の加工に係る工事上の留意事項	—	燃料体の加工に係る作業が無いため対象外。

7. 当社同種検出器据付状況

高感度型主蒸気管モニタとして を採用している当社プラントは以下の通りであり、今回、高浜3，4号機及び大飯3，4号機も同型式を採用する。

(採用プラント)

- ・美浜1号機
- ・美浜2号機
- ・美浜3号機
- ・大飯1号機
- ・大飯2号機

8. 設計及び工事計画認可申請書に添付する書類の整理について

1. 概要

今回、高浜発電所第3、4号機、大飯発電所3、4号機の放射線管理施設のうち高感度型主蒸気管モニタの改造を実施することから、工事計画の手続きを行う。

本資料では、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく当該工事計画の手続きを行うにあたり、設計及び工事計画認可申請書に添付する書類について整理する。

また、併せて「電気事業法」に基づく工事計画の手続きの要否についても整理する。

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」に基づく設計及び工事計画認可申請書に添付する書類の整理について

設計及び工事計画認可申請書に添付すべき書類は、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」の別表第二の上覧に記載される種類に応じて、下欄に記載される添付書類及び当該申請に係る設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書を添付する必要があるが、別表第二では「認可の申請又は届出に係る工事の内容に関係あるものに限る。」との規定があるため、本申請範囲である「放射線管理施設」に要求される添付書類の要否の検討を行った。検討結果を表1に示す。

3. 「電気事業法」に基づく工事計画の手続きの要否について

「電気事業法」に基づく工事計画の手続きは、「原子力発電工作物の保安に関する命令」の別表第一に規定されている。

今回改造する高感度型主蒸気管モニタについては、放射線管理施設に係る設備であり、「原子力発電工作物の保安に関する命令」の別表第一に規定する工事計画の事前届出を要するものに該当する。

表1 「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく設計及び工事計画認可申請において要求される添付書類及び本申請における添付の要否の検討結果

実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二添付書類	添付の要否 (○・×)	理由
各発電用原子炉施設に共通		
送電関係一覧図	×	送電関係設備の変更はないため不要。
急傾斜地崩壊危険区域内において行う制限工事に係る場合は、当該区域内の急傾斜地の崩壊の防止措置に関する説明書	×	急傾斜地崩壊危険区域内での工事ではないため不要。
工場又は事業所の概要を明示した地形図	×	発電所の概要を明示した地形図に変更はないため不要。
主要設備の配置の状況を明示した平面図及び断面図	×	主要設備の配置の変更はないため不要。
単線結線図	×	単線結線図の変更はないため不要。
新技術の内容を十分に説明した書類	×	新技術の採用はないため不要。
発電用原子炉施設の熱精算図	×	発電用原子炉施設の熱精算に影響を与えないため不要。
熱出力計算書	×	原子炉の熱出力に影響を与えないため不要。
発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書	○	変更する機器が設置許可との整合性に影響がないことを説明するため添付する。
排気中及び排水中の放射性物質の濃度に関する説明書	×	放射性物質監視施設ではあるが、排気及び排水中の放射性物質の濃度に関連しないため不要。
人が常時勤務し、又は頻繁に出入する工場又は事業所内の場所における線量に関する説明書	×	線量管理の変更はないため不要。
発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書	×	発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書に関する記載に影響を与えないため不要。
排水監視設備及び放射性物質を含む排水を安全に処理する設備の配置の概要を明示した図面	×	排水監視設備及び放射性物質を含む排水を安全に処理する設備の変更はないため不要。
取水口及び放水口に関する説明書	×	取水口及び放水口の変更はないため不要。
設備別記載事項の設定根拠に関する説明書	○	検出器型式が変更となることから設定根拠の説明が必要なため添付する。
環境測定装置の構造図及び取付箇所を明示した図面	×	環境測定装置の変更はないため不要。
クラス1機器及び炉心支持構造物の応力腐食割れ対策に関する説明書	×	クラス1機器及び炉心支持構造物の変更はないため不要。
安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書	○	高感度主蒸気管モニタは安全設備及び重大事故対処設備に該当しないが「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 14条2項」において規定される安全機能を有する機器に該当し、環境条件、試験・検査性について説明が必要なため添付する。
発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書	×	当該設備は火災防護対象設備ではなく、火災防護区内に設置されていないため不要。(当該設備に対する位置的变化はない)
発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書	×	当該設備は防護対象設備でなく、溢水源でもないため不要。(当該設備に対する位置的变化はない)

実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二添付書類	添付の要否 (○・×)	理由
発電用原子炉施設の蒸気タービン、ポンプ等 の損壊に伴う飛散物による損傷防護に関する 説明書	×	蒸気タービン、ポンプ等の回転機器の変更はないため不要。
通信連絡設備に関する説明書及び取付箇所を 明示した図面	×	通信連絡設備の変更はないため不要。
安全避難通路に関する説明書及び安全避難通 路を明示した図面	×	安全避難通路の変更はないため不要。
非常用照明に関する説明書及び取付箇所を明 示した図面	×	非常用照明の変更はないため不要。

実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二添付書類	添付の要否 (○・×)	理由
放射線管理施設		
放射線管理施設に係る機器（放射線管理用計測装置を除く。）の配置を明示した図面及び系統図	×	当該設備は放射線管理用計測装置であるため不要
放射線管理用計測装置の構成に関する説明書	○	本工事計画において、検出器型式が変更となることから、添付する。
放射線管理用計測装置の系統図及び検出器の取付箇所を明示した図面並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する説明書	○	本工事計画において、検出器型式が変更となることから、検出器の取付箇所を明示した図面並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する説明書について添付する。
管理区域の出入管理設備及び環境試料分析装置に関する説明書	×	出入管理設備及び環境試料分析装置の変更はないため不要。
耐震性に関する説明書（支持構造物を含めて記載すること。）	○	本工事計画において、検出器型式が変更となることから、添付する。（Cクラス）
強度に関する説明書（支持構造物を含めて記載すること。）	×	強度要求が求められる設備ではないため不要。
構造図	○	本工事計画において、検出器型式が変更となることから、添付する。
生体遮蔽装置の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書	×	生体遮蔽装置ではないため、不要。
中央制御室及び緊急時制御室の居住性に関する説明書	×	中央制御室及び緊急時制御室に設置する設備ではないため、不要。
「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」（第九条）		
設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書	○	本工事計画における設計及び工事に係る品質管理の方法等を説明するため添付する。

9. 設計及び工事計画認可申請における適用条文等の整理について

1. 概要

今回、高浜発電所第3、4号機、大飯発電所3、4号機の高感度型主蒸気管モニタの改造を実施することから、工事計画の手続きを行う。

本資料では、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく当該手続きを行うにあたり、申請対象が適用を受ける「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」の条文について整理するとともに、適合性の確認が必要となる条文を明確にするものである。

整理結果は表2に示す。

なお、高感度型主蒸気管モニタは重大事故等対処設備ではないため、49条以降は適用を受けない。

表中の記号については以下の通り。

○：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文

△：適用条文であるが、既に適合性が確認されている条文、又は工事計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文

×：適用を受けない条文

表2 適用条文の整理結果 (1/6)

技術基準規則	適用要否 判断	理由
設計基準対象施設		
第4条 設計基準対象施設の 地盤	△	<p>【第4条第1項】</p> <p>平成27年8月4日付認可の工事計画原規規発第1508041号及び平成27年10月9日付認可の工事計画原規規発第1510091号、平成29年8月25日付認可の工事計画原規規発第1708254号及び原規規発第1708255号(以下、「既工事計画」という)において適合性が確認されており、本工事は、対象設備の設置地盤を変更する、また影響を与える工事ではなく、既工事計画において確認された設計に対し、改造前後で状態に変更がないことから審査対象条文とならない。</p>
第5条 地震による損傷の防 止	○	<p>【第5条第1項】</p> <p>放射線管理設備(プロセスモニタリング設備)は耐震評価を行う必要があることから、対象とする。</p>
第6条 津波による損傷の防 止	△	<p>【第6条第1項】</p> <p>既工事計画において、津波防護対象設備は「重要度分類のクラス1及びクラス2に属する設備並びに重大事故等対処施設及び可搬型重大事故等対処設備とする。(以下「津波防護対象設備」という。)</p> <p>また、津波が地震の随件事象であることを踏まえ耐震Sクラスの施設も津波防護対象設備とする。」と設定されている。</p> <p>高感度型主蒸気管モニタはクラス3機器であり、重大事故等対処施設に該当せず、耐震Sクラス施設でもない事から、津波防護対象外としている。</p> <p>今回の改造に伴い設計に変更が無く、既工事計画において確認された設計に対し、改造前後で状態に変更がないことから審査対象条文とならない。</p>
第7条 外部からの衝撃によ る損傷の防止	△	<p>【第7条第1項、2項、3項】</p> <p>既工事計画において、防護対象設備は「クラス1及びクラス2に属する施設である。但し、クラス3に属する施設は、その損傷によりクラス1及びクラス2に属する施設の安全機能に波及的影響を及ぼす可能性を、クラス1及びクラス2に属する施設の防護設計において考慮する。」と設定されている。</p> <p>高感度型主蒸気管モニタはクラス3機器であり、機能喪失によってクラス1及び2に属する施設の安全機能に波及的影響を及ぼす可能性が無い事から、防護対象外としている。</p> <p>今回の改造に伴い設計に変更が無く、既工事計画において確認された設計に対し、改造前後で状態に変更がないことから審査対象条文とならない。</p>

表2 適用条文の整理結果 (2/6)

技術基準規則	適用要否 判断	理由
第8条 立ち入りの防止	△	<p>【第8条第1項、2項、3項】</p> <p>放射線管理設備の申請対象のプロセスモニタリング設備は、立ち入りの防止が図られた建屋内に設置されており、設置位置の変更は無いことから、既工事計画において確認された設計に対し、改造前後で状態に変更がなく審査対象条文とならない。</p>
第9条 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	△	<p>【第9条第1項】</p> <p>放射線管理設備の申請対象のプロセスモニタリング設備は、人の不法な侵入・アクセス等の防止が図られた区域内に設置されており、設置位置の変更は無いことから、既工事計画において確認された設計に対し、改造前後で状態に変更がなく審査対象条文とならない。</p>
第10条 急傾斜地の崩壊の防止	△	<p>【第10条第1項】</p> <p>急傾斜地の崩壊の防止に対する要求であり、急傾斜地崩壊危険区域に指定された箇所がないことから、審査対象条文とならない。</p>
第11条 火災による損傷の防止	△	<p>【第11条第1項】</p> <p>既工事計画において、火災防護対象設備は「設計基準対象施設における火災防護を行う機器等は、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生を防止し、又はこれらの拡大を防止するために必要となるものである設計基準対象施設のうち、原子炉の安全停止に必要な機器等並びに放射性物質を貯蔵する機器等とする。また、原子炉の安全停止に必要な機器等と放射性物質を貯蔵する機器等を火災防護上重要な機器等とする」と設定されている。</p> <p>高感度型主蒸気管モニタは、原子炉の安全停止に必要な機器及び放射性物質を貯蔵する機器ではない事から防護対象外としている。</p> <p>今回の改造に伴い設計に変更が無く、既工事計画において確認された設計に対し、改造前後で状態に変更がないことから審査対象条文とならない。</p>

表2 適用条文の整理結果 (3/6)

技術基準規則	適用要否 判断	理由
<p>第12条 発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止</p>	<p>△</p>	<p>【第12条第1項】 既工事計画において、溢水防護対象設備は「溢水から防護すべき設備として、重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その安全機能を維持するために必要な設備並びに使用済燃料ピットの冷却機能及び使用済燃料ピットへの給水機能を維持するために必要な設備である防護対象設備を設定する。また、重大事故等対処設備についても溢水から防護すべき設備として設定する。」、「重要度の特に高い安全機能を有する系統がその安全機能を損なうおそれのない設計とするために必要な設備として、運転状態にある場合は、原子炉を高温停止でき、引き続き低温停止及び放射性物質の閉じ込め機能を維持するために必要な設備、また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持するために必要な設備を防護対象設備として抽出すると設定されている。 高感度型主蒸気管モニタは、これらの機能を有していない事から防護対象外としている。 今回の改造に伴い設計に変更が無く、既工事計画において確認された設計に対し、改造前後で状態に変更がないことから審査対象条文とならない。</p>
<p>第13条 安全避難通路等</p>	<p>△</p>	<p>【第13条第1項】 放射線管理設備の申請対象のプロセスモニタリング設備は、安全避難通路等が設定されていない場所に設置されており、設置位置の変更は無いことから、既工事計画において確認された設計に対し、改造前後で状態に変更がなく審査対象条文とならない。</p>
<p>第14条 安全設備</p>	<p>○</p>	<p>【第14条第2項】 放射線管理設備（プロセスモニタリング設備）は、安全設備（安全機能を有する機器）の機能への適合性を示す必要があることから、対象とする。</p>
<p>第15条 設計基準対象施設の機能</p>	<p>○</p>	<p>【第15条第2項】 放射線管理設備（プロセスモニタリング設備）は、設計基準対象施設の機能への適合性を示す必要があることから、対象とする。</p>
<p>第16条 全交流動力電源喪失対策設備</p>	<p>×</p>	<p>本条文の適用を受ける設備はない。</p>

表2 適用条文の整理結果 (4/6)

技術基準規則	適用要否 判断	理由
第17条 材料及び構造	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第18条 使用中の亀裂等による破壊の防止	×	原本条文の適用を受ける設備はない。
第19条 流体振動等による損傷の防止	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第20条 安全弁等	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第21条 耐圧試験等	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第22条 監視試験片	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第23条 炉心等	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第24条 熱遮蔽材	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第25条 一次冷却材	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第26条 燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第27条 原子炉冷却材圧力バウンダリ	×	本条文の適用を受ける設備はない。

表 2 適用条文の整理結果 (5/6)

技術基準規則	適用要否 判断	理由
第 28 条 原子炉冷却材圧力バ ウンダリの隔離装置 等	○	【第 28 条第 2 項】 放射線管理設備（プロセスモニタリング設備）は、原子炉冷却材圧力バ ウンダリからの原子炉冷却材の漏えいを検出する機能への適合性を示す 必要があることから、対象とする。
第 29 条 一次冷却材処理装置	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第 30 条 逆止め弁	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第 31 条 蒸気タービン	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第 32 条 非常用炉心冷却設備	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第 33 条 循環設備等	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第 34 条 計測装置	○	【第 34 条第 1 項、4 項】 放射線管理設備（プロセスモニタリング設備）は、検出器型式の変更に 伴い設計基準対象施設の機能への適合性を示す必要があることから、対 象とする。
第 35 条 安全保護装置	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第 36 条 反応度制御系統及び 原 子炉停止系統	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第 37 条 制御材駆動装置	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第 38 条 原子炉制御室等	×	本条文の適用を受ける設備はない。

表2 適用条文の整理結果 (6/6)

技術基準規則	適用要否 判断	理由
第39条 廃棄物処理設備等	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第40条 廃棄物貯蔵設備等	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第41条 放射性物質による汚 染の防止	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第42条 生体遮蔽等	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第43条 換気設備	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第44条 原子炉格納施設	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第45条 保安電源設備	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第46条 緊急時対策所	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第47条 警報装置等	×	本条文の適用を受ける設備はない。
第48条 準用	×	本条文の適用を受ける設備はない。

10. 本申請における基本設計方針を踏まえた設置許可添付書類八の記載の適正化について

「資料1 発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書」にて、本申請における設計及び工事計画認可申請（以下、本申請という。）発電用原子炉設置変更許可申請書（高浜発電所：令和4年12月21日付け原規規発第2212211号、大飯発電所：令和3年5月19日付け原規規発第2105197号までに許可された発電用原子炉設置変更許可申請書）の本文記載事項に整合していることを示しているが、添付書類八記載事項については、本申請における基本設計方針の記載事項を踏まえ、一部記載を適正化すべき箇所があるため、今後の対応方針について説明するものである。

（1）設置許可添付書類八における記載適正化の内容

原子炉冷却材圧力バウンダリからの原子炉冷却材の漏えいを検出する装置の内、1次冷却材の蒸気発生器1次側より2次側への漏えいを検出する装置については、蒸気発生器ブローダウン水モニタ、復水器空気抽出器ガスモニタ及び高感度型主蒸気管モニタであり、主蒸気管モニタは蒸気発生器伝熱管破損時に主蒸気逃がし弁、主蒸気安全弁から放出される蒸気中の放射性物質の濃度の監視を行う目的で設置されたモニタであるため、1次冷却材の2次側への漏えいを検出する装置ではない事から適正化を実施する。適正化内容を添付-1に例示する。

なお、設置許可添付書類八の記載の適正化は、設置許可申請書の本文記載事項に影響を及ぼすものではない。

（2）本申請に基づき設置許可添付書類八を適正化する妥当性

設置許可の本文では、「原子炉冷却材圧力バウンダリからの原子炉冷却材の漏えいを検出する装置を有する設計とする。」という基本設計方針、添付書類八では各漏えい事象に対応する設備に関する設計方針の概要を記載し、本申請では各漏えい事象に対応する設備に関する詳細設計の方針を記載している。

また、設計及び工事計画の認可に当たっては、法第43条の3の9第3項において設置（変更）許可を受けたところによると定められており、本申請では、設置許可本文に記載している原子炉冷却材圧力バウンダリからの原子炉冷却材の漏えいを検出する装置を有する設計とするという基本設計方針に変更はないことから、設置許可添付書類八の一部記載を本申請による詳細設計の方針に合わせて適正化することは妥当である。

（3）今後の対応方針

設置許可添付書類八の該当箇所の記載については、今後、添付書類八を含む申請を行う際に、併せて記載の適正化を実施することとする。

本申請における基本設計方針を踏まえた設置許可添付書類八の記載の適正化について（高浜 3、4 号機）前後比較表

変 更 前	変 更 後	備 考
<p>5. 原子炉冷却系統施設</p> <p>5.1 1次冷却設備</p> <p>5.1.1 通常運転時等</p> <p>5.1.1.5 主要設備</p> <p>5.1.1.5.8 漏えい監視設備</p> <p>原子炉冷却材圧力バウンダリから原子炉格納容器内及び2次冷却系への漏えいに対する監視設備として、格納容器ガスモニタ、格納容器じんあいモニタ、凝縮液量測定装置、格納容器サンプル水位上昇率測定装置、蒸気発生器ブローダウン水モニタ、復水器空気抽出器ガスモニタ、主蒸気管モニタ及び高感度型主蒸気管モニタを設ける。</p> <p><中略></p> <p>(2) 2次冷却系への漏えいに対する監視設備</p> <p>1次冷却材の蒸気発生器1次側より2次側への漏えいは、蒸気発生器ブローダウン水モニタ、復水器空気抽出器ガスモニタ、主蒸気管モニタ及び高感度型主蒸気管モニタで放射性物質の濃度を測定することにより早期に検知する。</p>	<p>5. 原子炉冷却系統施設</p> <p>5.1 1次冷却設備</p> <p>5.1.1 通常運転時等</p> <p>5.1.1.5 主要設備</p> <p>5.1.1.5.8 漏えい監視設備</p> <p>原子炉冷却材圧力バウンダリから原子炉格納容器内及び2次冷却系への漏えいに対する監視設備として、格納容器ガスモニタ、格納容器じんあいモニタ、凝縮液量測定装置、格納容器サンプル水位上昇率測定装置、蒸気発生器ブローダウン水モニタ、復水器空気抽出器ガスモニタ、高感度型主蒸気管モニタを設ける。</p> <p><中略></p> <p>(2) 2次冷却系への漏えいに対する監視設備</p> <p>1次冷却材の蒸気発生器1次側より2次側への漏えいは、蒸気発生器ブローダウン水モニタ、復水器空気抽出器ガスモニタ、高感度型主蒸気管モニタで放射性物質の濃度を測定することにより早期に検知する。</p>	<p>記載の適正化</p>

本申請における基本設計方針を踏まえた設置許可添付書類八の記載の適正化について（大飯3、4号機）前後比較表

変 更 前	変 更 後	備 考
<p>5. 原子炉冷却系統施設</p> <p>5.1 1次冷却設備</p> <p>5.1.1 通常運転時等</p> <p>5.1.1.5 主要設備</p> <p>5.1.1.5.8 漏えい監視設備</p> <p>原子炉冷却材圧力バウンダリから原子炉格納容器内及び2次冷却系への漏えいに対する監視設備として、格納容器ガスモニタ、格納容器じんあいモニタ、凝縮液量測定装置、格納容器サンプ水位上昇率測定装置及び炉内計装用シンプル配管室ドレンピット漏えい検出装置並びに蒸気発生器ブローダウン水モニタ、復水器空気抽出器ガスモニタ及び主蒸気管モニタを設ける。</p> <p><中略></p> <p>(2) 2次冷却系への漏えいに対する監視設備</p> <p>1次冷却材の蒸気発生器1次側より2次側への漏えいは、蒸気発生器ブローダウン水モニタ、復水器空気抽出器ガスモニタ及び主蒸気管モニタで、放射能を測定することにより早期に検知する。</p>	<p>5. 原子炉冷却系統施設</p> <p>5.1 1次冷却設備</p> <p>5.1.1 通常運転時等</p> <p>5.1.1.5 主要設備</p> <p>5.1.1.5.8 漏えい監視設備</p> <p>原子炉冷却材圧力バウンダリから原子炉格納容器内及び2次冷却系への漏えいに対する監視設備として、格納容器ガスモニタ、格納容器じんあいモニタ、凝縮液量測定装置、格納容器サンプ水位上昇率測定装置及び炉内計装用シンプル配管室ドレンピット漏えい検出装置並びに蒸気発生器ブローダウン水モニタ、復水器空気抽出器ガスモニタ及び高感度型主蒸気管モニタを設ける。</p> <p><中略></p> <p>(2) 2次冷却系への漏えいに対する監視設備</p> <p>1次冷却材の蒸気発生器1次側より2次側への漏えいは、蒸気発生器ブローダウン水モニタ、復水器空気抽出器ガスモニタ及び高感度型蒸気管モニタで、放射能を測定することにより早期に検知する。</p>	<p>記載の適正化</p>