

4 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設

◇ 燃料体等の取扱い施設及び貯蔵施設の概要 他

4.1 適合のための基本方針（1/6）

「実用発電用原子炉及びその付属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」第十六条並びに「実用発電用原子炉及びその付属施設の技術基準に関する規則」第二十六条、第三十四条及び第四十七条における新規制基準での追加要求事項を以下に示す。

設置許可基準規則第16条 (燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設)	技術基準規則第26条 (燃料取扱設備及び燃料貯蔵施設)	備考
発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、通常運転時に使用する燃料体又は使用済燃料（以下この条において「燃料体等」という。）の取扱施設（安全施設に係るものに限る。）を設けなければならない。 - 一 燃料体等を取り扱う能力を有するものとする。 - 二 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。 - 三 崩壊熱により燃料体等が溶融しないものとする。	通常運転時に使用する燃料体又は使用済燃料（以下この条において「燃料体等」という。）を取り扱う設備は、次に定めるところにより施設しなければならない。 - 一 燃料体等を取り扱う能力を有するものであること。 - 二 燃料体等が臨界に達するおそれがない構造であること。 - 三 崩壊熱により燃料体等が溶融しないものであること。	変更なし
—	- 四 取扱中に燃料体等が破損しないこと。 - 五 燃料体等を封入する容器は、取扱中における衝撃、熱その他の容器に加わる負荷に耐え、かつ、容易に破損しないものであること。	変更なし
四 使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。	六 前号の容器は、内部に燃料体等を入れた場合に、放射線障害を防止するため、その表面の線量当量率及びその表面から一メートルの距離における線量当量率がそれぞれ原子力規制委員会の定める線量当量率を超えないように遮蔽できるものであること。ただし、管理区域内においてのみ使用されるものについては、この限りでない。	変更なし

4.1 適合のための基本方針（2/6）

設置許可基準規則第16条 (燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設)	技術基準規則第26条 (燃料取扱設備及び燃料貯蔵施設)	備考
五 燃料体等の取扱中における燃料体等の落下を防止できるものとする。	七 燃料体等の取扱中に燃料体等を取り扱うための動力源がなくなった場合に、燃料体等を保持する構造を有する機器を設けることにより燃料体等の落下を防止できること。	変更なし
2 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、燃料体等の貯蔵施設（安全施設に属するものに限る。以下この項において同じ。）を設けなければならない。 一 燃料体等の貯蔵施設は、次に掲げるものであること。 イ 燃料体等の落下により燃料体等が破損して放射性物質の放出により公衆に放射線障害を及ぼすおそれがある場合において、放射性物質の放出による公衆への影響を低減するため、燃料貯蔵設備を格納するもの及び放射性物質の放出を低減するものとする。 ロ 燃料体等を必要に応じて貯蔵することができる容量を有するものとする。 ハ 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。	2 燃料体等を貯蔵する設備は、次に定めるところにより施設しなければならない。 五 燃料体等の落下により燃料体等が破損して放射性物質が放出されることに伴い公衆に放射線障害を及ぼすおそれがある場合、放射性物質による敷地外への影響を低減するため、燃料貯蔵設備の格納施設及び放射性物質の放出を低減する発電用原子炉施設を施設すること。 三 燃料体等を必要に応じて貯蔵することができる容量を有するものであること。 一 燃料体等が臨界に達するおそれがない構造であること。	変更なし

4.1 適合のための基本方針（3/6）

設置許可基準規則第16条 (燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設)	技術基準規則第26条 (燃料取扱設備及び燃料貯蔵施設)	備考
二 使用済燃料の貯蔵施設（使用済燃料を工場等内に貯蔵する乾式キャスク（以下「キャスク」という。）を除く。）にあっては、前号に掲げるもののほか、次に掲げるものであること。 イ 使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。 ロ 貯蔵された使用済燃料が崩壊熱により溶融しないものであって、最終ヒートシンクへ熱を輸送できる設備及びその浄化系を有するものとする。 ハ 使用済燃料貯蔵槽（安全施設に属するものに限る。以下この項及び次項において同じ。）から放射性物質を含む水があふれ、又は漏れないものであって、使用済燃料貯蔵槽から水が漏れ出した場合において水の漏れを検知することができるものとする。	四 使用済燃料その他高放射性の燃料体を貯蔵する水槽（以下「使用済燃料貯蔵槽」という。）は、次に定めるところによること。 ロ 使用済燃料その他高放射性の燃料体の放射線を遮蔽するために必要な量の水があること。 二 崩壊熱により燃料体等が溶融しないものであること。 イ 放射性物質を含む水があふれ、又は漏れない構造であること。	変更なし
—	ハ 使用済燃料その他高放射性の燃料体の被覆が著しく腐食するおそれがある場合は、これを防止すること。	変更なし
二 燃料体等の取扱中に想定される燃料体等の落下時及び重量物の落下時においてもその機能が損なわれないものとする。	二 燃料体等の取扱中に想定される燃料体等の落下時及び重量物の落下時においてもその機能が損なわれないこと。	追加要求事項

4.1 適合のための基本方針（4/6）

設置許可基準規則第16条 (燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設)	技術基準規則第26条 (燃料取扱設備及び燃料貯蔵施設)	備考
4 キャスクを設ける場合には、そのキャスクは、第二項第一号に定めるもののほか、次に掲げるものでなければならない。 - 一 使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。 - 二 使用済燃料の崩壊熱を適切に除去することができるものとする。 - 三 使用済燃料が内包する放射性物質を適切に閉じ込めることができ、かつ、その機能を適切に監視することができるものとする。	六 使用済燃料を工場等内に貯蔵する乾式キャスク（以下「キャスク」という。）は、次に定めるところによること。 □ 使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有すること。 - イ 使用済燃料が内包する放射性物質を適切に閉じ込めることができ、かつ、その機能を適切に監視すること。	変更なし
—	ハ 使用済燃料の被覆材の著しい腐食又は変形を防止できること。 ニ キャスク本体その他のキャスクを構成する部材は、使用される温度、放射線、荷重その他の条件に対し、適切な材料及び構造であること。	変更なし
—	七 取扱者以外の物がみだりに立ち入らないようにすること。	変更なし

4.1 適合のための基本方針（5/6）

設置許可基準規則第16条 (燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設)	技術基準規則第34条 (計測装置)	備考
3 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を測定できる設備を設けなければならない。 一 使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し、それを原子炉制御室に伝え、又は異常が生じた水位及び水温を自動的に制御し、並びに放射線量を自動的に抑制することができるものとする。 二 <u>外部電源が利用できない場合においても温度、水位その他の発電用原子炉施設の状態を示す事項（以下「パラメータ」という。）を監視することができるものとする。</u>	発電用原子炉施設には、次に掲げる事項を計測する装置を施設しなければならない。ただし、直接計測することが困難な場合は、当該事項を間接的に測定する装置を施設することをもって、これに代えることができる。 十四 使用済燃料その他高放射性の燃料体を貯蔵する水槽の水温及び水位 3 <u>第一項第十二号から第十四号までに掲げる事項を計測する装置（第一項第十二号に掲げる事項を計測する装置にあっては、燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備に属するものに限る。）にあっては、外部電源が喪失した場合においてもこれらの事項を計測することができるものでなければならない。</u> 4 <u>第一項第一号及び第三号から第十五号までに掲げる事項を計測する装置にあっては、計測結果を表示し、記録し、及びこれを保存することができるものでなければならない。ただし、設計基準事故時の放射性物質の濃度及び線量当量率を計測する主要な装置以外の装置であって、断続的に試料の分析を行う装置については、運転員その他の従事者が測定結果を記録し、及びこれを保存し、その記録を確認することをもって、これに代えることができる。</u>	追加要求事項

4.1 適合のための基本方針（6/6）

設置許可基準規則第16条 (燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設)	技術基準規則第47条 (警報装置等)	備考
【再掲】 3 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を測定できる設備を設けなければならない。 一 使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し、それを原子炉制御室に伝え、又は異常が生じた水位及び水温を自動的に制御し、並びに放射線量を自動的に抑制することができるものとする。	2 発電用原子炉施設には、使用済燃料貯蔵槽の水温の著しい上昇又は使用済燃料貯蔵槽の水位の著しい低下を確実に検知し、 <u>自動的に警報する装置を施設しなければならない。</u> ただし、発電用原子炉施設が、使用済燃料貯蔵槽の水温の著しい上昇又は使用済燃料貯蔵槽の水位の著しい低下に自動的に対処する機能を有している場合は、この限りでない。	追加要求事項



適合のための基本方針

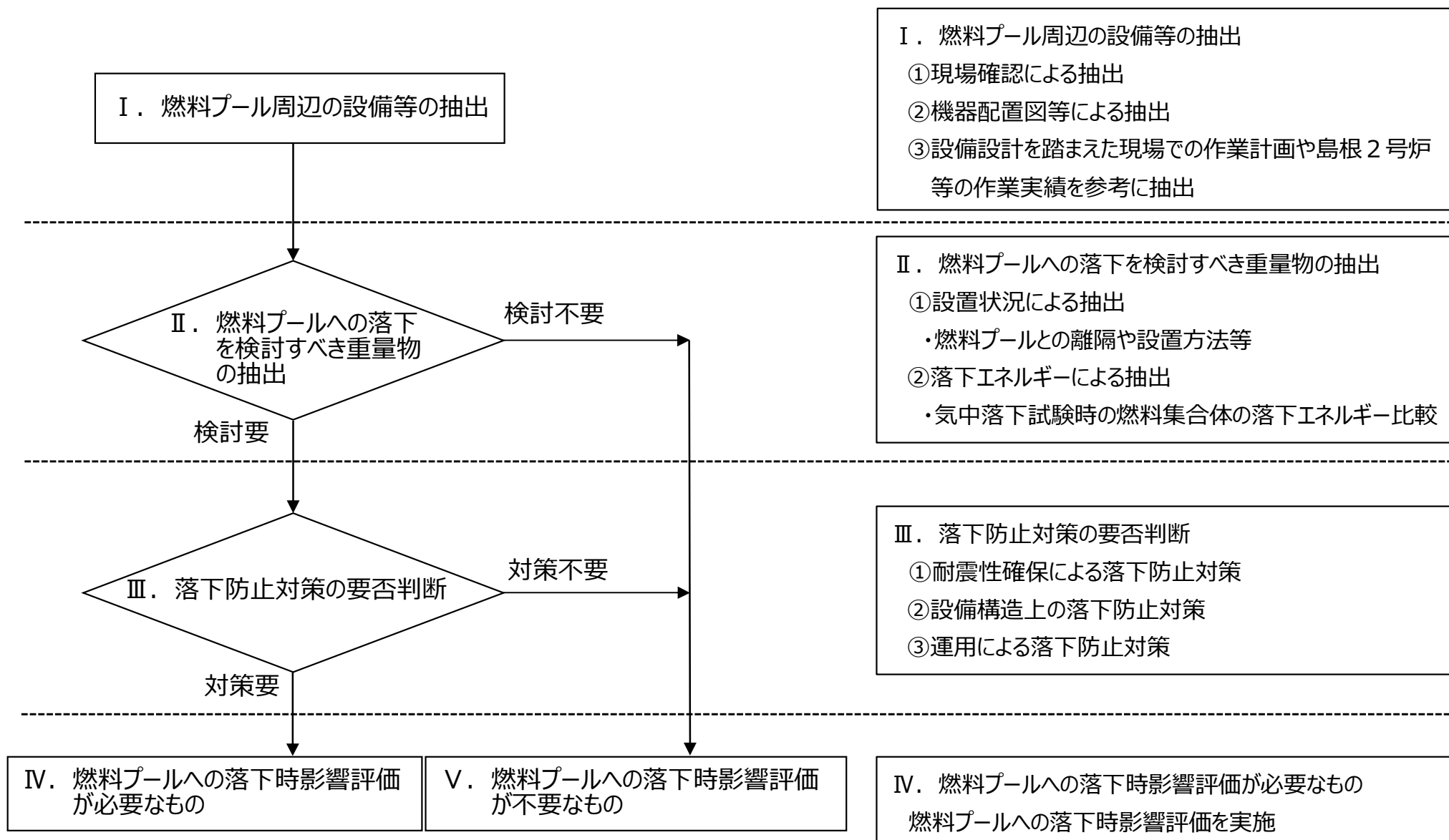
- 重量物の落下時の貯蔵施設の機能に関する規制要件が新たに追加されたため、燃料プールへの落下時影響評価が必要となる重量物を抽出するとともに、重量物の落下時においても燃料プールの機能が維持される設計とする。
- 使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を測定できる設備は、燃料プールの水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し、それを中央制御室に伝えるとともに、外部電源が使用できない場合においても非常用所内電源系からの電源供給により、燃料プールの水位及び水温並びに放射線量を監視することができる設計とする。

4.2 燃料プールへの重量物落下について

柏崎6/7号炉，女川2号炉，
島根2号炉と同様の方針

4.2.1 燃料プールへの落下時に影響評価が必要な重量物の評価フロー

- 燃料プールへの落下時影響評価が必要な重量物について，以下のフローにより網羅的に評価した。



【評価フロー I 燃料プール周辺の設備等の抽出】

①現場確認による抽出

燃料プール周辺の設備等に係る現場確認を実施し、「地震等により燃料プールに落下するおそれがあるもの」について抽出する。

【抽出基準】

燃料プール周辺の設備等について，設置位置（高さ），物量，重量，固定状況等を確認し，地震等により燃料プールへの落下物となるおそれのあるもの。

②機器配置図等による抽出

燃料プール周辺の設備等について，機器配置図や機器設計仕様書，系統設計仕様書，設置変更許可申請書の図面等を用いて抽出する。

【抽出基準】

燃料プール周辺の内挿物等現場で確認できない設備等（現時点設置されていない設備等を含む）について，機器配置図等にて物量，重量，配置状況等を確認し，燃料プールへの落下物となるおそれのあるもの。

③燃料プール周辺の設備設計を踏まえた現場での作業計画等からの抽出

燃料プール周辺の作業で，燃料取替機又は原子炉建物天井クレーンを使用して取り扱う設備等について，作業実績を参考に抽出する。

【抽出基準】

燃料プール周辺の作業において，燃料取替機又は原子炉建物天井クレーンを使用して取り扱う設備等。

なお，燃料プール周辺は，異物混入防止エリアとなっており，日常作業等における持込品については，必要最低限に制限するとともに落下防止措置を講じることから，抽出の対象外とする。

4.2 燃料プールへの重量物落下について

4.2.2 燃料プール周辺の設備等の抽出（2/2）

柏崎6/7号炉，女川2号炉，
島根2号炉と同様の方針

【評価フローⅠ 燃料プール周辺の設備等の抽出結果】

- 評価フローⅠに基づき，現場，機器配置図等による確認及び設備設計を踏まえた現場での作業計画や島根2号炉等の作業実績を参考とし，燃料プール周辺の設備等について抽出した結果を下表に示す。

燃料プール周辺の設備等の抽出結果

No.	抽出項目	主な設備等
1	原子炉建物	屋根トラス，耐震壁等，照明，クレーンガーダ
2	燃料取替機	燃料取替機
3	原子炉建物天井クレーン	原子炉建物天井クレーン
4	その他クレーン類	原子炉建物東側補助レイダウン用天井クレーン，新燃料検査台，チャンネル取扱ブーム
5	R C C V（取扱具含む）	P C Vヘッド，P C Vヘッドストロングバック
6	R P V（取扱具含む）	R P Vヘッド，スタッドテンショナ吊り架台用保管台，ヘッドスタッドラック
7	内挿物（取扱具含む）	燃料集合体，蒸気乾燥器，R I P取扱装置仮置台，シュラウドヘッド＋気水分離器
8	プール内ラック類	チャンネル貯蔵ラック，使用済燃料貯蔵ラック，R I Pインペラ・シャフト保管ラック
9	プールゲート類	燃料プールゲート（大），燃料プールゲート（小），キャスクピットゲート
10	キャスク（取扱具含む）	輸送容器（キャスク），キャスク吊具，燃料内容器，搬入容器
11	電源盤類	チャンネル着脱装置制御盤，照明電源切替盤，原子炉建物天井クレーン電源操作箱，作業用電源盤
12	フェンス・ラダー類	燃料プール廻り手摺り，原子炉ウェル廻り手摺り，工事区画用フェンス，原子炉ウェル用梯子
13	装置類	静的触媒式水素処理装置，原子炉補機冷却水系サージタンク
14	作業機材類	C R・F S同時つかみ具収納箱，除染機，スリング類収納ラック，工具類収納ラック
15	計器・カメラ・通信機器類	燃料貯蔵プール監視用カメラ，扉入口側監視カメラ，燃料プール水位・温度（S A）（T C）
16	試験・検査用機材類	模擬ウエイト
17	コンクリートプラグ・ハッチ類	原子炉ウェルシールドプラグ，コンクリートハッチカバー，燃料プールスロットプラグ
18	空調機	オペフロ用局所排気処理装置
19	その他	ブローアウトパネル，竜巻防護対策設備，原子炉建物ダクト，燃料プールスプレイ系配管，ケーブル

4.2 燃料プールへの重量物落下について

4.2.3 燃料プールへの落下を検討すべき重量物の抽出（1/2）

【評価フローⅡ 燃料プールへの落下を検討すべき重量物の抽出の考え方】

① 設置状況による抽出

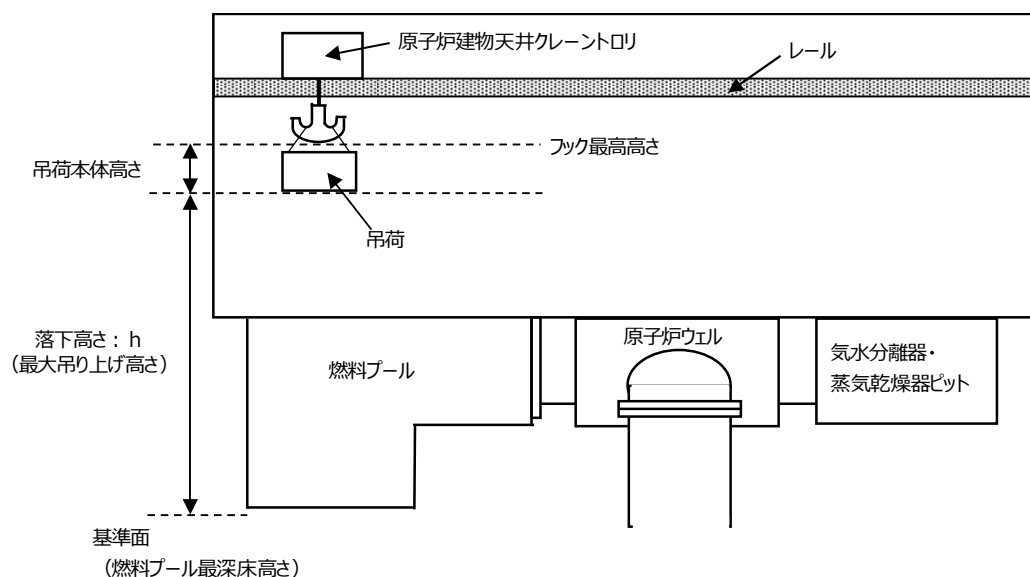
燃料プールとの離隔や設置方法等を考慮して，燃料プールに落下するおそれのある設備等を検討要，それ以外の設備等を検討不要として抽出する。

なお，燃料プールとの離隔は，燃料プールと離隔距離が確保され，かつ，手摺りにより区画された外側に設置されていることとする。

② 落下エネルギーによる抽出

「①設置状況による抽出」にて検討要となる設備等について，図に示すように落下エネルギーを算出し，気中落下試験時の燃料集合体の落下エネルギー（重量 $310\text{kg} \times$ 落下高さ $5.1\text{m} \times$ 重力加速度 $9.8\text{m/s}^2 \div 15.5\text{kJ}^*$ ）を超える重量物となる設備等を検討要，それ以外の設備等を検討不要として抽出する。

※燃料集合体の落下を想定した場合でも燃料プールライニングの健全性は確保されることから，燃料集合体と同等の落下エネルギーを選定の目安とした。燃料集合体の高さについても本試験の落下高さ未満となっている。



落下高さ概要図

（落下エネルギーの算出方法）

$$E = m \times g \times h$$

E：落下エネルギー[J]

m：質量[kg]

g：重力加速度[m/s²]

h：落下高さ[m]

4.2 燃料プールへの重量物落下について

4.2.3 燃料プールへの落下を検討すべき重量物の抽出（2/2）

柏崎6/7号炉，女川2号炉，
島根2号炉と同様の方針

【評価フローⅡ 燃料プールへの落下を検討すべき重量物の抽出結果】

燃料プールへの落下を検討すべき重量物の抽出

■：「①設置状況」により検討不要となる設備

■：「②落下エネルギー評価」により対策不要となる設備

No.	抽出項目	主な設備等
1	原子炉建物	屋根トラス，耐震壁等， 照明 ， クレーンガーダ
2	燃料取替機	燃料取替機
3	原子炉建物天井クレーン	原子炉建物天井クレーン
4	その他クレーン類	原子炉建物東側補助レイダウン用天井クレーン ， 新燃料検査台 チャンネル取扱ブーム
5	R C C V（取扱具含む）	P C Vヘッド ， P C Vヘッドストロングバック
6	R P V（取扱具含む）	R P Vヘッド ， スタッドテンショナ吊り架台用保管台 ， ヘッドスタッドラック
7	内挿物（取扱具含む）	燃料集合体 ， 蒸気乾燥器 R I P取扱装置仮置台 ， シュラウドヘッド＋気水分離器
8	プール内ラック類	チャンネル貯蔵ラック ， 使用済燃料貯蔵ラック ， R I Pインペラ・シャフト保管ラック
9	プールゲート類	燃料プールゲート（大），燃料プールゲート（小），キャスクピットゲート
10	キャスク（取扱具含む）	輸送容器（キャスク），キャスク吊具， 燃料内容器 ， 搬入容器
11	電源盤類	チャンネル着脱装置制御盤 ， 照明電源切替盤 ， 原子炉建物天井クレーン電源操作箱 ， 作業用電源盤
12	フェンス・ラダー類	燃料プール廻り手摺り ， 原子炉ウェル廻り手摺り ， 工事区画用フェンス ， 原子炉ウェル用梯子
13	装置類	静的触媒式水素処理装置 ， 原子炉補機冷却水系サージタンク
14	作業機材類	C R・F S同時つかみ具収納箱 ， 除染機 ， スリング類収納ラック ， 工具類収納ラック
15	計器・カメラ・通信機器類	燃料貯蔵プール監視用カメラ ， 扉入口側監視カメラ ， 燃料プール水位・温度（S A）（T C）
16	試験・検査用機材類	模擬ウエイト
17	コンクリートプラグ・ハッチ類	原子炉ウェルシールドプラグ ， コンクリートハッチカバー ， 燃料プールのロットプラグ
18	空調機	オペフロ用局所排気処理装置
19	その他	ブローアウトパネル ， 竜巻防護対策設備 原子炉建物ダクト ， 燃料プールのスプレイ系配管 ， ケーブル

【評価フローⅢ 落下防止対策の要否判断の考え方】

- 評価フローⅡで検討要として抽出した重量物について，燃料プールへの落下原因に応じて，落下防止対策を適切に実施する設計とする。抽出した重量物に対する落下原因及び落下防止対策の整理について以下に示す。

① 耐震性確保による落下防止対策

基準地震動 S_s に対する耐震評価により壊れて落下しないことを確認し，落下防止のために必要な構造強度を有していること，また，燃料プール周辺に常設している重量物は，落下防止のために必要な構造強度を有する設計であること。

② 設備構造上の落下防止対策

クレーンの安全機能として，フックの外れ止め，ワイヤロープ二重化，フェイル・セーフ機構等，設備構造上の落下防止措置が適切に講じられる設計であること。

③ 運用による落下防止対策

クレーン等安全規則に基づく点検，安全装置の使用，クレーンの有資格者作業等の要求事項対応による落下防止措置が適切に実施されていること。

抽出した重量物に対する落下原因及び落下防止対策の整理
(○：対象，－：対象外)

抽出した重量物	該当する落下原因（a～d）及び落下防止対策（①～③）					
	a. 地震による重量物の破損	b. 吊荷取扱装置の故障等		c. 吊荷取扱装置の誤操作		d. 吊荷取扱設備の待機位置等
	①	②	③	②	③	③
原子炉建物	○	－	－	－	－	－
燃料取替機	○	－	○	－	○	○
原子炉建物天井クレーン	○	－	○	－	○	○
その他クレーン類	○	－	－	－	－	－
内挿物（取扱具含む）	○	○	○	○	○	－
プール内ラック類	○	○	○	○	○	－
プールゲート類	○	○	○	○	○	－
キャスク（取扱具含む）	－	○	○	○	○	○
作業機材類	－	○	○	○	○	－
コンクリートプラグ・ハッチ類	－	○	○	○	○	－
その他	○	－	－	－	－	－

注）吊荷取扱設備とは，燃料取替機又は原子炉建物天井クレーンであり，吊荷取扱装置とは，吊荷取扱設備に設けている安全装置等をいう

4.2 燃料プールへの重量物落下について

4.2.5 落下防止対策の具体例（1/4）

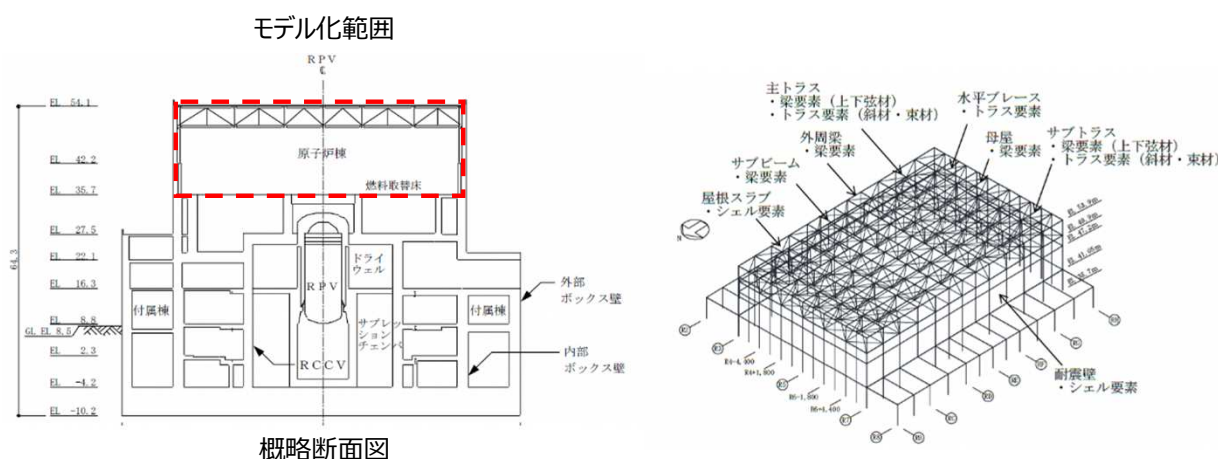
【評価フローⅢ ①耐震性確保による落下防止対策】

■ 原子炉建物（屋根トラス，屋根，壁，常設ダクト）

- 原子炉建物については，原子炉建物原子炉棟地上5階（燃料取替床）の床面（EL +35.7m）より上部の鉄筋コンクリート造の壁及び鉄骨造の屋根トラス，屋根面水平ブレース等のモデルを作成し，基準地震動 S_s に対して，燃料プールに落下しない設計とする。

■ 原子炉天井クレーン，燃料取替機

- 原子炉建物天井クレーンは，脱落防止ラグ，トロリストッパを，燃料取替機は，トロリ脱線防止ラグ，ブリッジ脱線防止ラグを設置し，想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動 S_s に対して燃料プールへの落下を防止する設計とする。
- 吊荷を取り扱う際，ワイヤロープ，フック及びブレーキは，想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動 S_s に対して燃料プールへの落下を防止する設計とする。



原子炉建物屋根評価モデル図（イメージ）



原子炉建物天井クレーン（外観）

【評価フローⅢ ②設備構造上の落下防止対策】

■ 原子炉建物天井クレーン

○駆動用電源の喪失対策

原子炉建物天井クレーンは、動力電源喪失時に自動的にブレーキがかかり、吊荷が落下するのを防止する設計とする。

○ワイヤロープ二重化対策

主巻については、ワイヤロープを二重化することで、仮にワイヤロープが1本切れた場合でも、残りのワイヤロープで重量物が落下せず、安全に保持できる構造とする。また、フックには、外れ止め金具を装備し、フックからワイヤロープが外れて重量物が落下しない設計とする。

○速度制限

原子炉建物天井クレーンは、運転室操作における各設備の運転速度制限により、誤操作等による吊荷の振れを抑制し、吊荷の落下を防止している。

○過巻防止

主巻上、補巻上、ホイスト巻上装置には、過巻防止装置（リミットスイッチ）を設けることにより、過巻による吊荷の落下を防止する設計とする。

■ 燃料取替機

○駆動電源，駆動用空気の喪失時の落下防止機能

燃料取替機は、駆動用電源喪失時に自動的にブレーキがかかる設計とする。また、燃料つかみ具の駆動用空気が喪失した場合にも、吊荷が落下するのを防止する設計とする。

○ワイヤロープ二重化対策

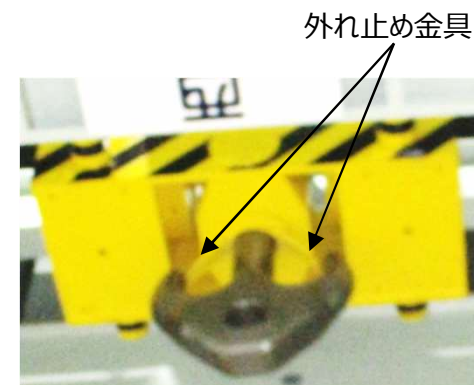
ワイヤロープを二重化することで、仮にワイヤロープが1本切れた場合でも、残りのワイヤロープで重量物が落下せず、安全に保持できる構造とする。

○速度制限

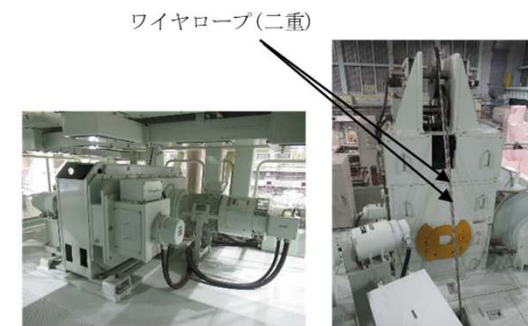
燃料取替機は、一連の燃料取替え作業の一部を自動的に行える機能を有しており、計算機システムにより、速度制限を行い、誤操作等による吊荷の振れを抑制し、吊荷の落下を防止している。

○過巻防止

燃料つかみ機，補助ホイスト及び原子炉冷却材再循環ポンプ点検用ホイスト巻上装置には、過巻防止装置（リミットスイッチ）を設けており、過巻による吊荷の落下を防止する設計とする。



主巻フック構造



巻上げ機

シーブ

燃料取替機ワイヤロープ二重化構造

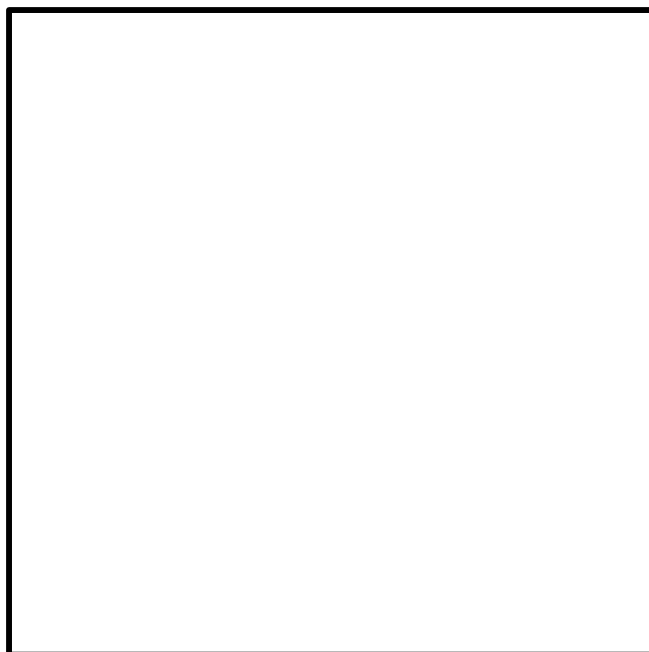
【評価フローⅢ ③運用による落下防止対策（1／2）】

■ 法令点検等による落下防止措置

- 原子炉建物天井クレーンを用いた作業時には，クレーン等安全規則に基づき，有資格者による作業前点検や玉掛け作業を実施し，クレーンや玉掛け用具の故障や不具合によって取り扱い工具などが燃料プールへ落下することを防止する。
- 燃料取替機においても，作業前点検等を実施することにより，故障や不具合によって取り扱い工具などが燃料プールへ落下することを防止する。

■ 吊荷取扱設備の待機場所等による落下防止措置

- 原子炉建物天井クレーン及び燃料取替機は，通常時，燃料プール上での待機配置を行わないこととし，燃料プール上に落下することを防止する。



原子炉建物天井クレーン待機範囲図



燃料取替機待機範囲図

本資料のうち，枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

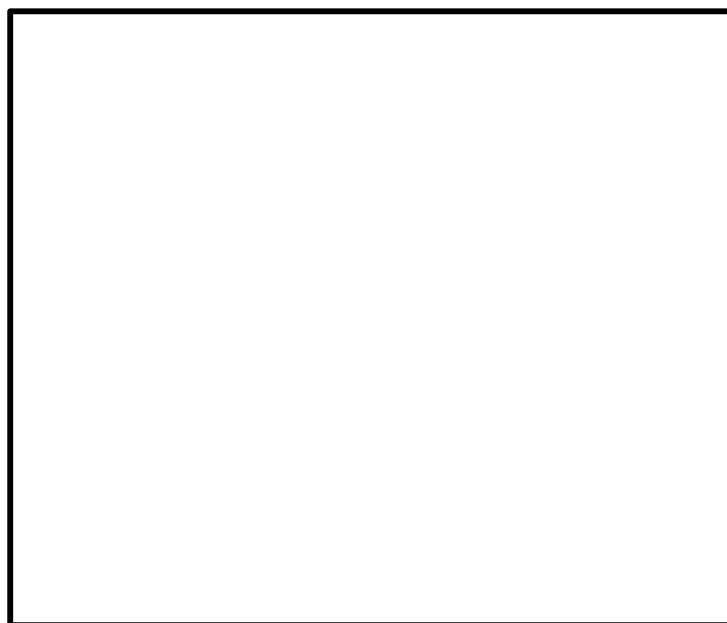
【評価フローⅢ ③運用による落下防止対策（2 / 2）】

■ 異物混入防止対策による落下防止措置

- 燃料プールは，異物混入防止エリアを設置することで，異物混入による燃料プールの損傷を未然に防止する。
- 作業員による当該エリアでの物品の持込み，持出しについては専任監視員による確認等を行い，日常作業等における持込み品を制限することで，落下防止対策を図る。

■ 原子炉建物天井クレーンのインターロックによる落下防止措置

- 原子炉建物天井クレーンを使用した吊荷作業時には，可動範囲をリミットスイッチ及びインターロックにより制限することで，吊荷等が燃料プールに落下することを防止する。

原子炉建物天井クレーンのインターロックによる
重量物移送時可動範囲とリミットスイッチ展開図原子炉建物天井クレーンのインターロックによる
キャスク移送時可動範囲とリミットスイッチ展開図

【評価結果】

- 「2.1 燃料プールへの落下時影響評価が必要な重量物の評価フロー」に基づき，落下時影響評価が必要な重量物の抽出を実施し，適切な落下防止対策が実施されることで燃料プールの機能が維持されることを確認した。
- 今後，新たに燃料プール周辺に設置する，又は取扱う設備等については，「2.1 燃料プールへの落下時影響評価が必要な重量物の評価フロー」に基づき，燃料プールへの落下時影響評価の要否判定を行い，評価が必要となったものに対しては落下時影響評価を行い，必要に応じて適切な落下防止対策を実施する。

4.3 燃料プール監視設備について

4.3.1 燃料プール監視設備の構（1/2）

柏崎6/7号炉，女川2号炉，
島根2号炉と同様の方針

- 燃料プールの水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を測定できる設備の一覧を以下に示す。

燃料プール監視設備の一覧

名称	種類	計測範囲の考え方	計測範囲	警報設定値	取付箇所	個数	耐震重要度分類
燃料プール水位	ディスプレイ式	水位が通常水位（EL35390）近傍であること。	—	水位低：通常水位－250mm（EL35140） 水位高：通常水位＋109mm（EL35499）	原子炉建物 原子炉棟地上5階	1	C
燃料プールライナドレン漏えい検出	フロート式	燃料プールライナ部からの漏えいを検知できる。	—	ドレン止め弁（EL16702） ＋648mm（EL17350）	原子炉建物 原子炉棟地上2階	1	C
燃料プール冷却浄化ポンプ入口温度	熱電対	燃料プール冷却浄化系の系統により燃料プール温度は52℃以下に維持されており，燃料プールの水が通常温度より高くなったことを検出するため，燃料プール水の運転上の制限値（65℃）に余裕を見た温度。	0～100℃	温度高：55℃	原子炉建物 原子炉棟地上3階	1	C
燃料プール温度	熱電対	燃料プール上部から使用済燃料貯蔵ラック上端近傍まで計測できる。	0～100℃	温度高：55℃	原子炉建物 原子炉棟地上5階	1	C
燃料プール水位・温度（SA）（TC）	熱電対	燃料プール上部から使用済燃料貯蔵ラック上端近傍まで計測できる。	水位：－1,000～6,710mm※1（EL27373～35083） 温度：0～150℃	水位低：6,710mm※1	原子炉建物 原子炉棟地上5階	1 （検出点8箇所）	C （SS）※2
				温度高：55℃			

※1 基準点は使用済燃料貯蔵ラック上端（EL28373）。

※2 基準地震動SSによる地震力に対して，機能を維持する設計とする。

4.3 燃料プール監視設備について

4.3.1 燃料プール監視設備の構（2/2）

柏崎6/7号炉，女川2号炉，
島根2号炉と同様の方針

燃料プール監視設備の一覧

名称	種類	計測範囲の考え方	計測範囲	警報設定値	取付箇所	個数	耐震重要度分類
燃料取替床エリア放射線モニタ	半導体式	燃料取替階の線量率区分Cの上限（線量率区分C<0.05mSv/h）の10倍を計測できる。	$10^{-4} \sim 1$ mSv/h	放射線高：10×（通常運転時のバックグラウンド）以下	原子炉建物 原子炉棟地上5階	2	C
燃料取替エリアモニタ	半導体式	燃料取扱場所の線量当量率を連続的に監視し，非常用ガス処理系を起動する設定値である通常運転時のバックグラウンドの10倍以上を計測できる。	$10^{-3} \sim 10^1$ mSv/h	高高：10×（通常運転時のバックグラウンド）以下 高：5×（通常運転時のバックグラウンド）以下	原子炉建物 原子炉棟地上5階	4	S
原子炉棟排気モニタ	半導体式	原子炉建物から放出される原子炉・タービン建物換気空調系原子炉棟排気を連続的に監視し，非常用ガス処理系を起動する設定値である通常運転時のバックグラウンドの10倍以上を計測できる。	$10^{-4} \sim 1$ mSv/h	高高：10×（通常運転時のバックグラウンド）以下 高：5×（通常運転時のバックグラウンド）以下	原子炉建物 原子炉棟地上中5階	4	S

4.3 燃料プール監視設備について

4.3.2 燃料プール監視設備の仕様（1/9）

（１）燃料プール水位

- ・燃料プールの通常補給レベルの監視及び通常水位レベル（E L .35,390mm）からの水位の異常な低下及び上昇の早期監視を行う。
- ・水位高警報については，燃料プール水位の異常な上昇によって原子炉建物原子炉棟地上 5 階へプール水が溢れるのを事前に検知する設定値を設ける。

【通常水位 + 109mm（E L .35,499mm）】

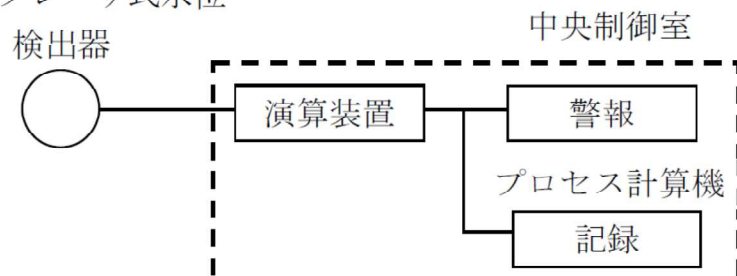
- ・水位低警報については，燃料プールライナからの漏えい等によるプール水位の異常な水位低下を早期に検知する設定値を設ける。

【通常水位 - 250mm（E L .35,140mm）】

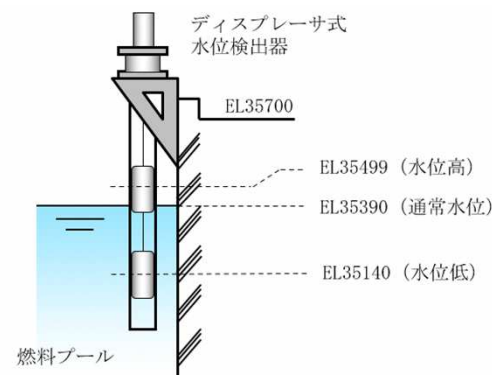
（設備仕様）

- ・個 数 ： 1 個
- ・設置場所 ： 原子炉建物原子炉棟地上 5 階
- ・警報設定値：水位高：通常水位 + 109mm（E L .35,499mm）
水位低：通常水位 - 250mm（E L .35,140mm）

ディスプレイサ式水位



燃料プール水位の概略構成図



燃料プール水位の警報設定値

4.3 燃料プール監視設備について

4.3.2 燃料プール監視設備の仕様（2/9）

柏崎6/7号炉，女川2号炉，
島根2号炉と同様の方針

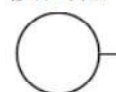
（2）燃料プールライナドレン漏えい検出

- ・燃料プールライナから漏えいがある場合，漏えいしたプール水は燃料プールライナドレン漏えい検出配管を通じドレン溜にたまる。このドレン水位を検出することで燃料プールライナからの漏えいを監視する。
- ・警報設定値については，検出器の下流側に設けたドレン止め弁からの水位により早期に漏えいを検出するよう，ドレン止め弁（E L.16,702mm）より+648mm（E L.17,350mm）の位置とする。

（設備仕様）

- ・個 数 ： 1 個
- ・設置場所 ： 原子炉建物原子炉棟地上2階
- ・警報設定値：ドレン止め弁（E L.16,702mm）より+648mm（E L.17,350mm）

フロート式水位
検出器



中央制御室

演算装置

警報

プロセス計算機

記録

燃料プール

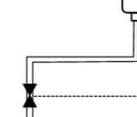


☐：フロートガラス



フロート式水位検出器

EL17350
(水位高)



EL16702
(ドレン止め弁)

燃料プールライナドレン漏えい検出の概略構成図

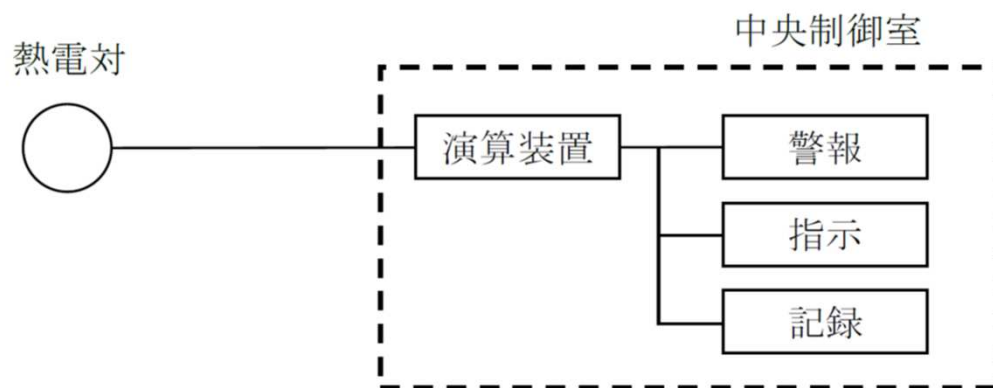
燃料プールライナドレン漏えい検出の警報設定値

(3) 燃料プール冷却浄化ポンプ入口温度

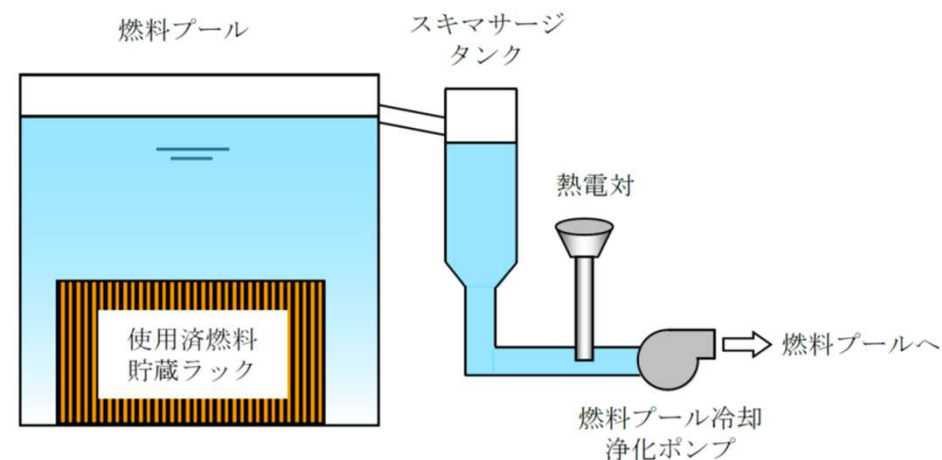
- ・燃料プール温度の異常な上昇の監視及び冷却状況の把握を行う。
- ・計測範囲については，冷却水の過熱状態を監視できるよう，0～100℃の温度計測を可能としている。
- ・警報設定値については，燃料プール水が通常温度よりも高くなったことを検出するため，プール水の運転上の制限値（65℃）に余裕を見た温度（55℃）としている。

(設備仕様)

- ・個 数 : 1 個
- ・設置場所 : 原子炉建物原子炉棟地上3階
- ・警報設定値 : 温度高 55℃



燃料プール冷却浄化ポンプ入口温度の概略構成図



燃料プール冷却浄化ポンプ入口温度の設置図

4.3 燃料プール監視設備について

4.3.2 燃料プール監視設備の仕様（4/9）

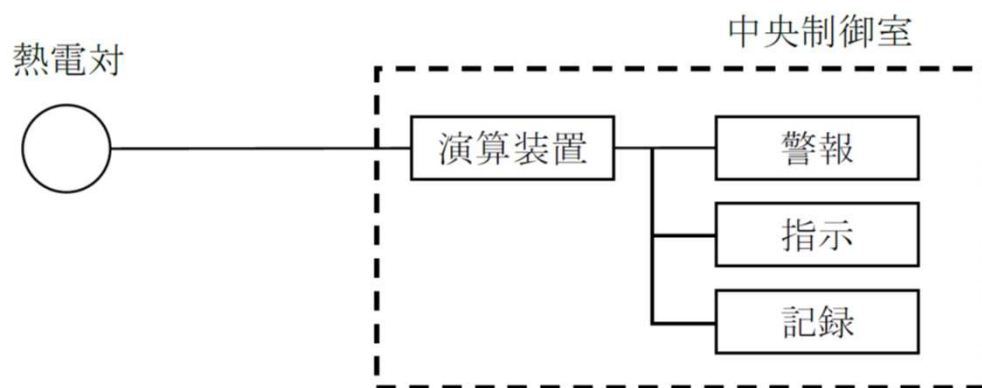
柏崎6/7号炉，女川2号炉，
島根2号炉と同様の方針

（４）燃料プール温度

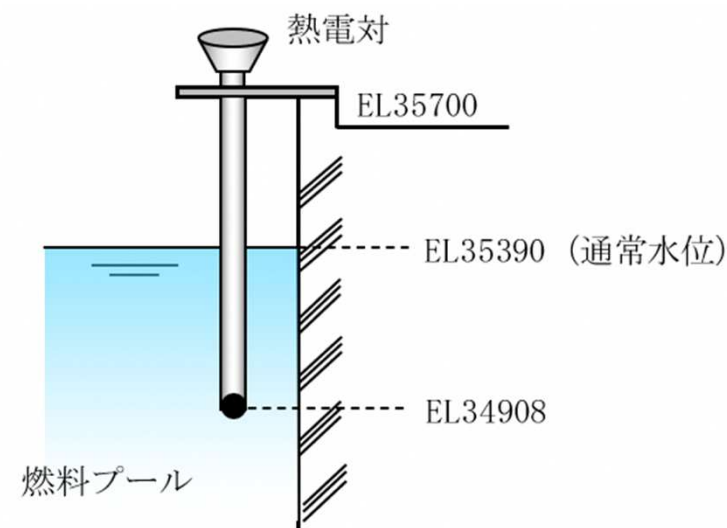
- ・燃料プール温度の異常な上昇の監視及び冷却状況の把握を行う。
- ・計測範囲については，冷却水の過熱状態を監視できるよう，0～100℃の温度計測を可能としている。
- ・警報設定値については，燃料プール水が通常温度よりも高くなったことを検出するため，プール水の運転上の制限値（65℃）に余裕を見た温度（55℃）としている。

（設備仕様）

- ・個 数 ： 1 個
- ・設置場所：原子炉建物原子炉棟 5 階
- ・警報設定値：温度高 55℃



燃料プール温度の概略構成図



燃料プール温度の設置図

4.3 燃料プール監視設備について

4.3.2 燃料プール監視設備の仕様（5/9）

（5）燃料プール水位・温度（S A）（T C）※1

- ・燃料プール水位の異常な低下並びに燃料プール温度の異常な上昇の監視及び冷却状況の把握を行う。
- ・計測範囲については，以下の設計とする。
 - 水位・・・燃料プール上部から使用済燃料貯蔵ラック上端近傍まで計測可能とする。
なお，基準地震動 S s によるスロッシングを考慮した溢水時（通常水位から約1.0m 低下）においても計測可能な範囲とする。
 - 温度・・・冷却水の過熱状態を監視できるよう，0～150℃の温度を計測可能とする。
- ・警報設定値については，以下の設計とする。
 - 水位低・・・燃料プール冷却浄化ポンプが停止した場合の水位低下を考慮し，想定していない異常な水位低下を早期に検知するため燃料プール冷却浄化ポンプが停止した場合の水位より下に設定値を設ける。
【水位低 6710mm※2（通常水位－307mm：E L .35,083mm）】
 - 温度高・・・燃料プール水が通常温度より高くなったことを検出するため，プール水の運転上の制限値（65℃）に余裕を見た温度（55℃）とする。

※1：設計基準対象施設 兼 重大事故等対処設備

※2：基準点は使用済燃料貯蔵ラック上端（E L .28,373mm）

4.3 燃料プール監視設備について

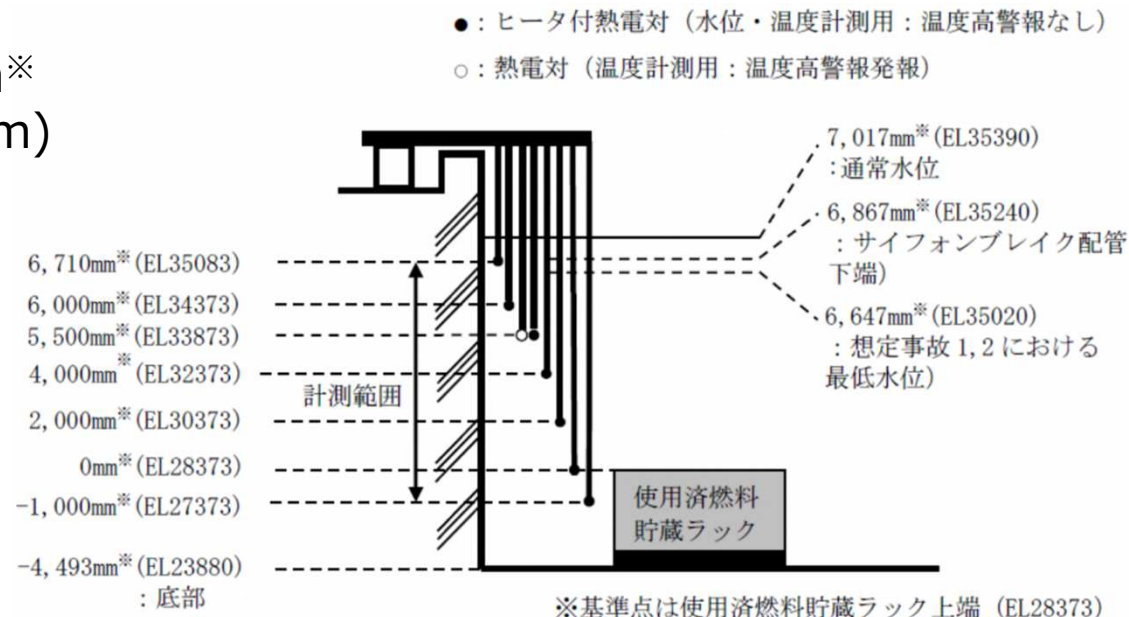
4.3.2 燃料プール監視設備の仕様（6/9）

柏崎6/7号炉，島根2号炉と
同様の方針

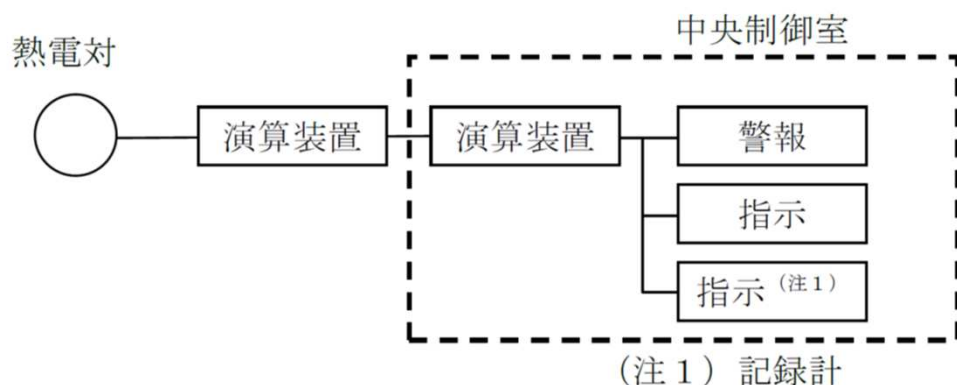
（設備仕様）

- ・計測範囲 : 【水位】-1,000 ~ 6,710mm※
(E L .27,373mm ~ E L .35,083mm)
【温度】0 ~ 150℃
- ・個 数 : 1 個（検出点 8 箇所）
- ・設置場所 : 原子炉建物原子炉棟地上 5 階
- ・警報設定値 : 水位低 6,710mm※
(通常水位 - 307mm :
E L .35,083mm)
温度高 55℃

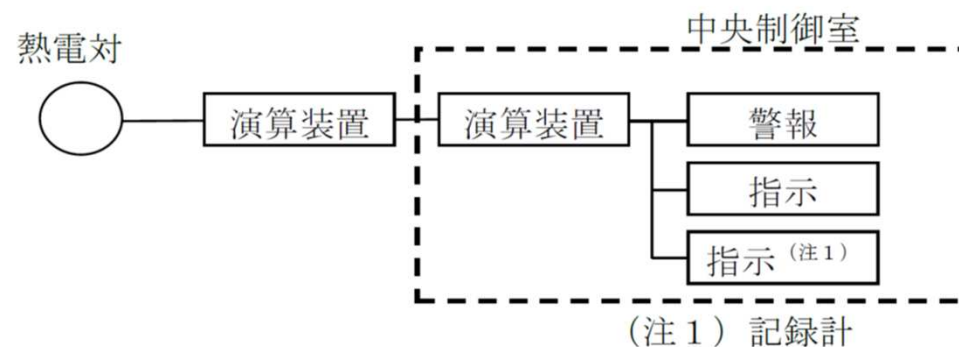
※ : 基準点は使用済燃料貯蔵ラック上端
(E L .28,373mm)



燃料プール水位・温度（S A）（T C）の設置図



燃料プール水位・温度（S A）（T C）の
概略構成図（温度）



燃料プール水位・温度（S A）（T C）の
概略構成図（水位）

4.3 燃料プール監視設備について

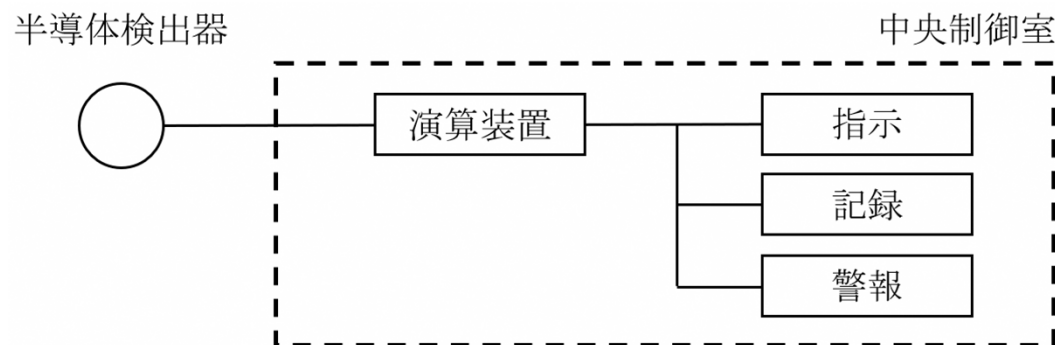
4.3.2 燃料プール監視設備の仕様（7/9）

（6）燃料取替床エリア放射線モニタ

- ・通常時及び燃料取扱事故（燃料集合体の落下）時において燃料取扱場所の線量当量率について変動する可能性のある範囲を測定し監視する。
- ・計測範囲については，計測上限値は燃料取替階の当該線量区分Cの上限値（0.05mSv/h）の10倍を計測できる設計とする。検出器は， $10^{-4} \sim 1$ mSv/hの線量当量率を計測可能とする。
- ・警報設定値については，事故等による線量当量率の上昇を検知するため，通常運転時のバックグラウンドの10倍以下とする。

（設備仕様）

- ・計測範囲 : $10^{-4} \sim 1$ mSv/h
- ・個 数 : 2 個
- ・設置場所 : 原子炉建物原子炉棟地上 5 階
- ・警報設定値 : 放射線高 $10 \times$ （通常運転時のバックグラウンド）以下



燃料取替床エリア放射線モニタの概略構成図

4.3 燃料プール監視設備について

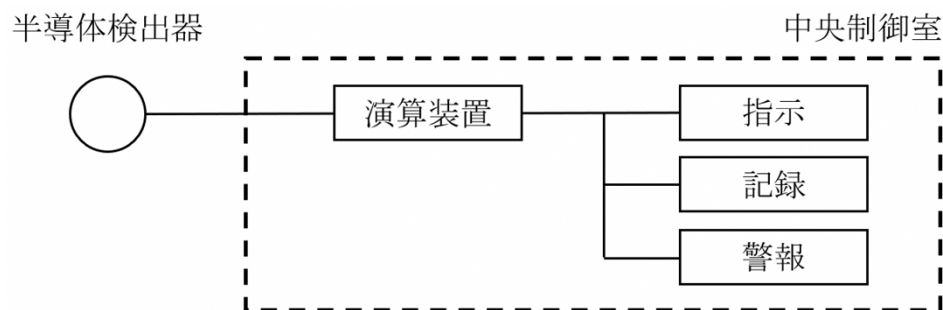
4.3.2 燃料プール監視設備の仕様（8/9）

（7）燃料取替エリアモニタ

- ・燃料取扱場所での燃料取扱事故（燃料集合体の落下）時により放出される核分裂生成物を検出し，原子炉建物の通常換気空調系を停止するとともに，非常用ガス処理系に切り替えるため，燃料取替エリアの線量当量率を監視する。
- ・計測範囲については，燃料取扱場所の線量当量率を連続的に監視し，異常な上昇を検知した場合に，原子炉建物の通常換気空調系を停止するとともに，非常用ガス処理系を起動する設定値が計測できる範囲とする。
- ・警報設定値については，事故等による線量当量率の上昇を検知するため，通常運転時のバックグラウンドの5倍以下及び10倍以下とする。

（設備仕様）

- ・計測範囲 : $10^{-3} \sim 10^1$ mSv/h
- ・個 数 : 4 個
- ・設置場所 : 原子炉建物原子炉棟地上5階
- ・警報設定値 : 高高 $10 \times$ （通常運転時のバックグラウンド）以下
高 $5 \times$ （通常運転時のバックグラウンド）以下



燃料取替エリアモニタの概略構成図

4.3 燃料プール監視設備について

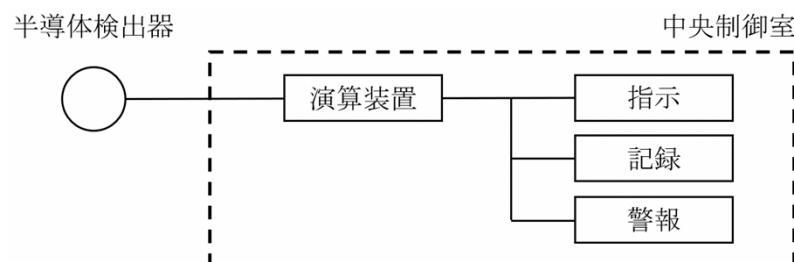
4.3.2 燃料プール監視設備の仕様（9/9）

（8）原子炉棟排気モニタ

- ・燃料取扱場所での燃料取扱事故（燃料集合体の落下）時により放出される核分裂生成物を検出し，原子炉建物の通常換気空調系を停止するとともに，非常用ガス処理系に切り替えるため，原子炉建物原子炉棟の線量当量率を監視する。
- ・計測範囲については，原子炉建物から放出される原子炉・タービン建物換気空調系原子炉棟排気を連続的に監視し，線量当量率の異常な上昇を検知した場合に，原子炉建物の通常換気空調系を停止するとともに，非常用ガス処理系を起動する設定値が計測できる範囲とする。
- ・警報設定値については，事故等による線量当量率の上昇を検知するため，通常運転時のバックグラウンドの5倍以下及び10倍以下とする。

（設備仕様）

- ・計測範囲 : $10^{-4} \sim 1\text{mSv/h}$
- ・個 数 : 4 個
- ・設置場所 : 原子炉建物原子炉棟地上中 5 階
- ・警報設定値 : 高高 $10 \times$ （通常運転時のバックグラウンド）以下
高 $5 \times$ （通常運転時のバックグラウンド）以下



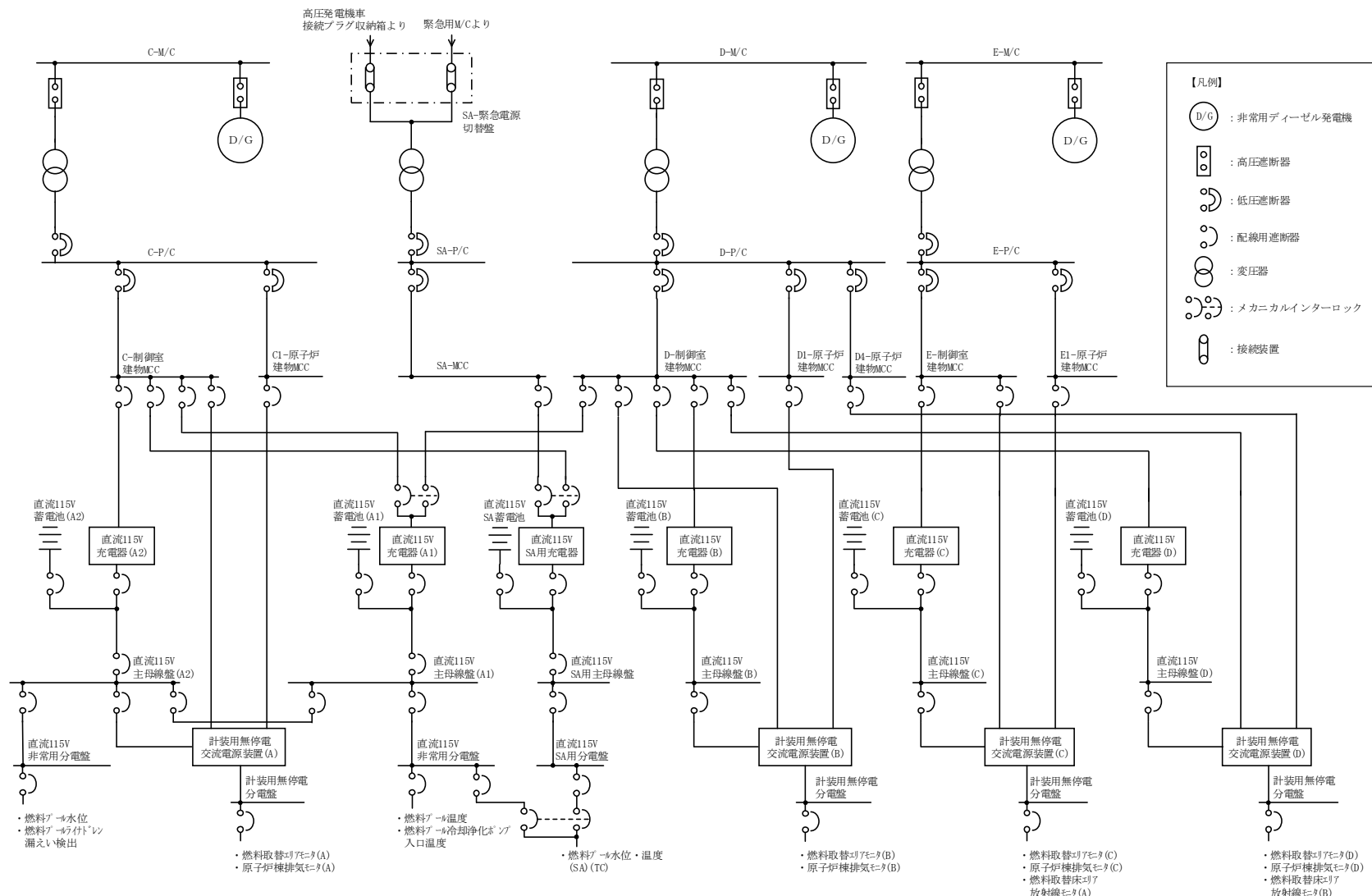
原子炉棟排気モニタの概略構成図

4.3 燃料プール監視設備について

4.3.3 電源構成

柏崎6/7号炉，女川2号炉，
島根2号炉と同様の方針

- 外部電源が利用できない場合においても，燃料プールの水位，温度及び燃料取扱場所の放射線量を監視できるよう非常用所内電源設備より受電し，計測できるようにする。

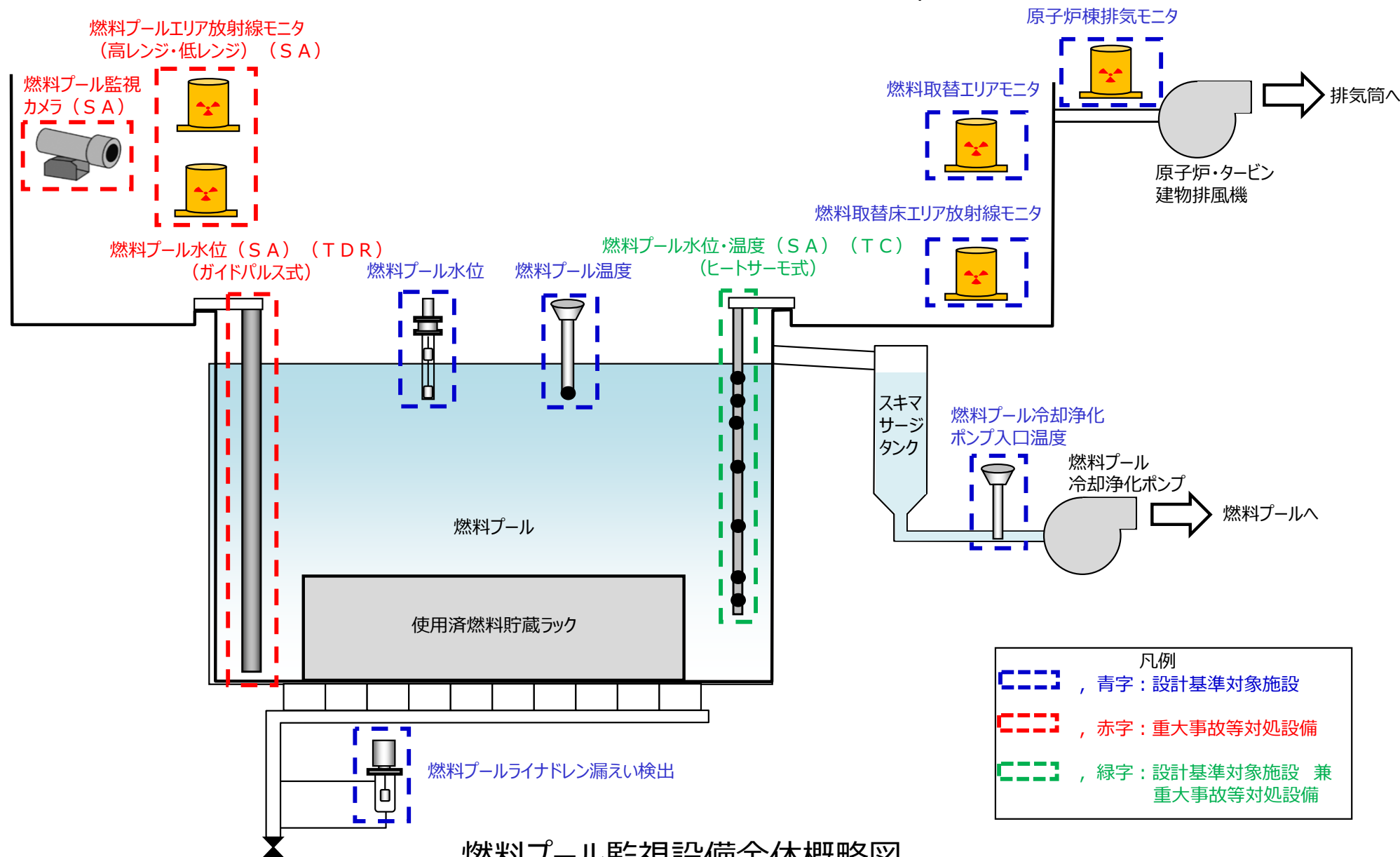


燃料プール監視設備の電源構成概略図

【参考】燃料プール監視設備 (重大事故等対処設備含む) について (1/2)

柏崎6/7号炉, 女川2号炉,
島根2号炉と同様の方針

- 重大事故等対処設備を含めた燃料プール監視設備の概略について, 以下の図に示す。



燃料プール監視設備全体概略図

【参考】燃料プール監視設備 (重大事故等対処設備含む) について (2/2)

柏崎6/7号炉, 女川2号炉,
島根2号炉と同様の方針

- 重大事故等対処設備である, 燃料プール監視設備の仕様について, 以下の表に示す。

燃料プール監視設備 (重大事故等対処設備) 仕様一覧

名称	種類	計測範囲	取付箇所	個数
燃料プール水位・温度 (S A) (T C) ※1	熱電対	水位 : -1,000~6,710mm※2 (EL27373~35083)	原子炉建物 原子炉棟地上5階	1※3
		温度 : 0~150℃		
燃料プール水位 (S A) (T D R)	ガイドパルス式 水位検出器	-4.30~7.30m※2 (EL24073~35673)	原子炉建物 原子炉棟地上5階	1
燃料プールエリア放射線モニタ (高レンジ) (S A)	電離箱	$10^1 \sim 10^8$ mSv/h	原子炉建物 原子炉棟地上5階	1
燃料プールエリア放射線モニタ (低レンジ) (S A)	電離箱	$10^{-3} \sim 10^4$ mSv/h	原子炉建物 原子炉棟地上5階	1
燃料プール監視カメラ (S A)	赤外線カメラ	—	原子炉建物 原子炉棟地上5階	1

※1 : 設計基準対象施設との兼用

※2 : 基準点は使用済燃料貯蔵ラック上端 (EL28373)

※3 : 検出点8箇所