

泊発電所3号炉審査資料	
資料番号	資料1
提出年月日	2022年12月20日

# 泊発電所3号炉 重大事故等対策の有効性評価

## 「想定事故1, 2」

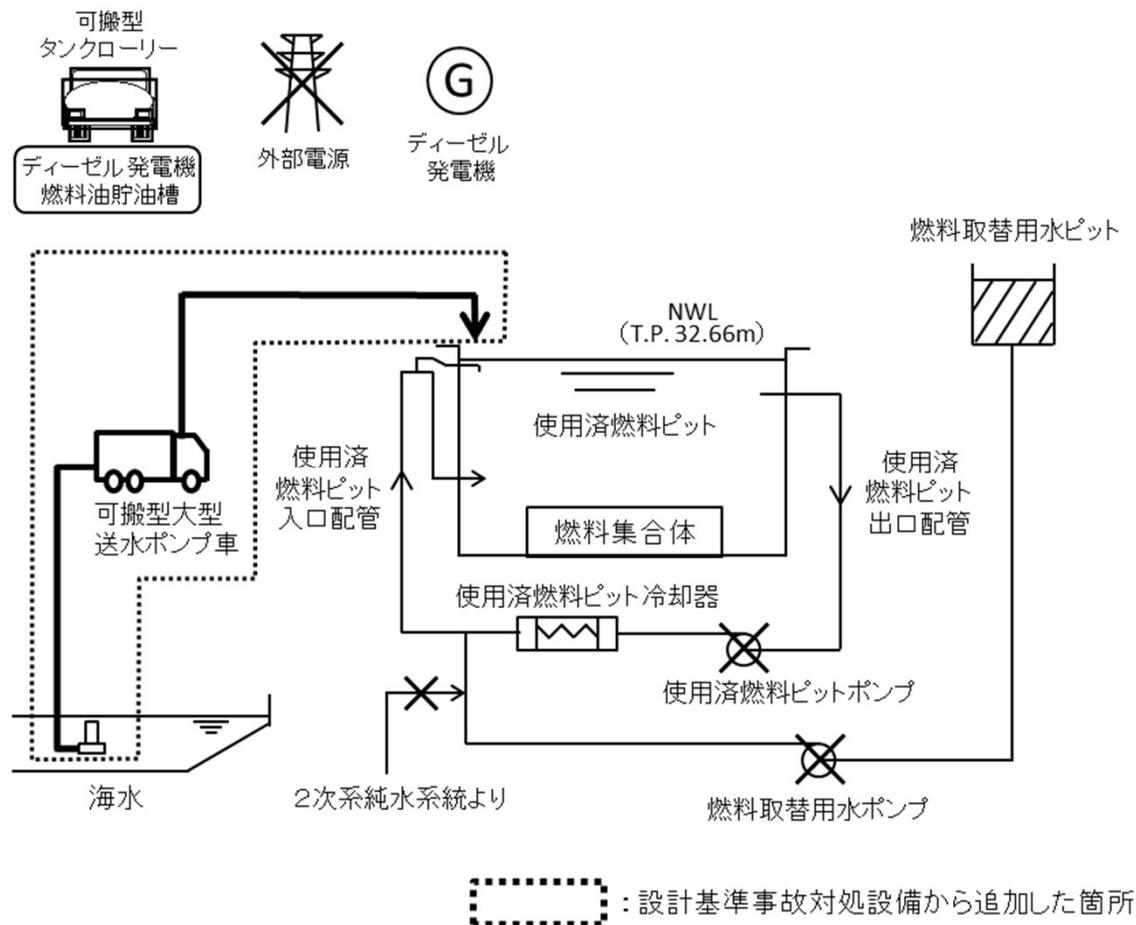
2022年 12月 20日

北海道電力株式会社

本資料中の[〇〇]は、当該記載の抜粋元として、  
まとめ資料のページ番号を示している。

# 想定事故1の概要

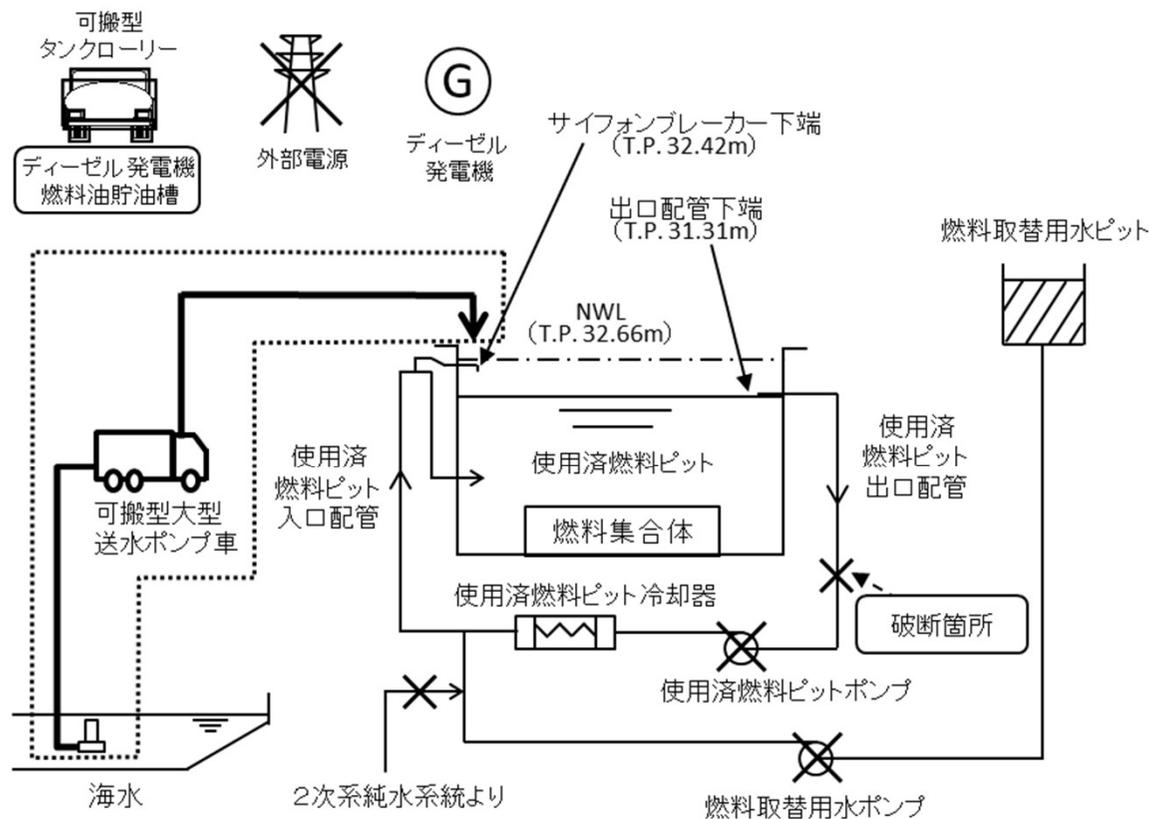
想定する事故 [7.3.1-1]	特徴 [7.3.1-1]	結論 [7.3.1-16~17]
使用済燃料ピットの冷却機能又は注水機能が喪失することにより、使用済燃料ピット内の水の温度が上昇し、蒸発により水位が低下する事故	使用済燃料ピットの冷却機能及び注水機能が喪失することを想定する。このため、使用済燃料ピット水温が徐々に上昇し、やがて沸騰して蒸発することによって使用済燃料ピット水位が緩慢に低下することから、緩和措置がとられない場合には、使用済燃料ピット水位の低下により燃料が露出し、燃料損傷に至る。	可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水により、使用済燃料ピット水位を回復し維持することができることから、放射線の遮蔽が維持され、かつ、燃料損傷することはない。その結果、燃料有効長頂部が冠水、放射線の遮蔽が維持される水位の確保及び未臨界を維持できることから、評価項目を満足している。



「想定事故1」の重大事故等対策の概略系統図 [7.3.1-21]

# 想定事故2の概要

想定する事故 [7.3.2-1]	特徴 [7.3.2-1]	結論 [7.3.2-15~16]
サイフォン現象等により使用済燃料ピット内の水の小規模な喪失が発生し、使用済燃料ピットの水位が低下する事故	使用済燃料ピットの冷却系の配管破断によるサイフォン現象等により使用済燃料ピット内の水の小規模な漏えいが発生するとともに、使用済燃料ピット注水機能が喪失することを想定する。このため、緩和措置がとられない場合には、燃料は露出し、燃料損傷に至る。	可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水により、使用済燃料ピット水位を回復し維持することができることから、放射線の遮蔽が維持され、かつ、燃料損傷することはない。その結果、燃料有効長頂部が冠水、放射線の遮蔽が維持される水位の確保及び未臨界を維持できることから、評価項目を満足している。



 : 設計基準事故対処設備から追加した箇所

「想定事故2」の重大事故等対策の概略系統図 [7.3.1-20]

# 1. 主要評価条件（1 / 4）

## 「想定事故1」の主要評価条件（1 / 2） [7.3.1-19]

項目	主要評価条件	条件設定の考え方	
初期条件	使用済燃料ピット崩壊熱	11.508MW	核分裂生成物が多く使用済燃料ピット崩壊熱が高めとなるように、原子炉の運転停止後に取り出された全炉心分の燃料と過去に取り出された燃料（1，2号炉分含む。）を合わせて、使用済燃料ピット貯蔵容量満杯に保管した状態を設定。なお、ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料の使用も考慮したものとしている。使用済燃料ピット崩壊熱の計算に当たっては、核分裂生成物については日本原子力学会推奨値、アクチニドについては ORIGEN2 を用いて算出。
	事象発生前使用済燃料ピット水温（初期水温）	40℃	使用済燃料ピット水温の実測値に基づき、標準的な温度として設定。
	事象発生前使用済燃料ピット水位（初期水位）	NWL (燃料頂部より 7.62m)	使用済燃料ピット水位の実運用に基づき、標準的な水位として設定。
	使用済燃料ピットに隣接するピットの状態	Aピット，Bピット， 燃料検査ピット及び 燃料取替チャンネル接続	<u>燃料取出直後の状態に基づき設定するが、水温 100℃まで上昇する時間の評価は、Bピットのみを考慮し設定。また、水量は使用済燃料、ラック等の体積を除いて算出。</u>
事故条件	安全機能の喪失に対する仮定	使用済燃料ピット冷却機能及び注水機能喪失	使用済燃料ピット冷却機能及び注水機能として <b>使用済燃料ピット冷却系及び使用済燃料ピット補給水系の機能を喪失するものとして設定。</b>
	外部電源	外部電源なし	外部電源の有無は事象進展に影響しないことから、資源の観点で厳しい外部電源なしを設定。

# 1. 主要評価条件 (2 / 4)

## 「想定事故 1」の主要評価条件 (2 / 2) [7.3.1-20]

	項目	主要評価条件	条件設定の考え方
重大事故等対策に 関連する機器条件	放射線の遮蔽が 維持される最低水位	NWL-3.3m	使用済燃料ピット中央水面の線量率が燃料取替時の遮蔽設計基準値(0.15mSv/h)となる水位である燃料頂部から約4.25m (NWL-3.37m) より、安全側に設定。
	可搬型大型送水ポンプ車の 使用済燃料ピットへの 注水流量	47m <sup>3</sup> /h	崩壊熱による蒸発水量に対して燃料損傷防止が可能な流量を上回る注水流量として設定。
重大事故等対策に 関連する操作条件	可搬型大型送水ポンプ車による 使用済燃料ピットへの 注水操作	<u>事象発生の6.6時間</u>	<u>可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水準備操作は、災害対策要員の移動、注水準備に必要な時間等を考慮して、事象発生5.7時間までに完了するが、使用済燃料ピットへの注水操作は使用済燃料ピットの水温が100℃に到達することにより使用済燃料ピット水位が低下し始める事象発生約6.6時間後を設定。</u>

# 1. 主要評価条件 (3 / 4)

## 「想定事故2」の主要評価条件 (1 / 2) [7.3.2-18]

	項目	主要評価条件	条件設定の考え方
初期条件	使用済燃料ピット崩壊熱	11.508MW	核分裂生成物が多く使用済燃料ピット崩壊熱が高めとなるように、原子炉の運転停止後に取り出された全炉心分の燃料と過去に取り出された燃料（1，2号炉分含む。）を合わせて、使用済燃料ピット貯蔵容量満杯に保管した状態を設定。なお、ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料の使用も考慮したものとしている。使用済燃料ピット崩壊熱の計算に当たっては、核分裂生成物については日本原子力学会推奨値、アクチニドについては ORIGEN2 を用いて算出。
	事象発生前使用済燃料ピット水温（初期水温）	40℃	使用済燃料ピット水温の実測値に基づき、標準的な温度として設定。
	使用済燃料ピットに隣接するピットの状態	Aピット，Bピット，燃料検査ピット及び燃料取替チャンネル接続	燃料取出直後の状態に基づき設定するが、水温が100℃まで上昇する時間の評価は、Bピットのみを考慮し設定。また、水量は使用済燃料，ラック等の体積を除いて算出。
事故条件	冷却系配管の破断によって想定される初期水位	NWL-1.35m (燃料頂部より 6.27m)	<u>冷却系配管破断時に使用済燃料ピットの水位が最も低くなる可能性のある使用済燃料ピット出口配管の破断による流出を想定。評価においては、使用済燃料ピット入口配管に設置されているサイフォンブレーカの効果を考慮。</u>
	安全機能の喪失に対する仮定	使用済燃料ピット冷却機能及び注水機能喪失	使用済燃料ピット冷却機能及び注水機能として使用済燃料ピット冷却系及び使用済燃料ピット補給水系の機能を喪失するものとして設定。
	外部電源	外部電源なし	外部電源の有無は事象進展に影響しないことから、資源の観点で厳しい外部電源なしを設定。

# 1. 主要評価条件 (4 / 4)

## 「想定事故2」の主要評価条件 (2 / 2) [7.3.2-19]

	項目	主要評価条件	条件設定の考え方
重大事故等対策に 関連する機器条件	放射線の遮蔽が維持される最低水位	冷却系配管の破断によって想定される初期水位-2.0m	使用済燃料ピット中央水面の線量率が燃料取替時の遮蔽設計基準値 (0.15mSv/h) となる水位である燃料頂部から 4.25m (NWL-3.37m) と、冷却系配管の破断によって想定される初期水位である燃料頂部から 6.27m (NWL-1.35m) の差 2.02m より、安全側に設定。
	可搬型大型送水ポンプ車の使用済燃料ピットへの注水流量	47m <sup>3</sup> /h	崩壊熱による蒸発水量に対して燃料損傷防止が可能な流量を上回る注水流量として設定。
重大事故等対策に 関連する操作条件	可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水操作	事象発生後 5.8 時間後	可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水準備操作は、災害対策要員の移動、注水準備に必要な時間等を考慮して、事象発生 5.7 時間までに完了するが、使用済燃料ピットへの注水操作は使用済燃料ピットの水温が 100℃に到達することにより使用済燃料ピット水位が低下し始める事象発生後 5.8 時間後を設定。

### 「想定事故 1」の評価結果 [7.3.1-25]

(使用済燃料ピット保有水高さと遮蔽機能について)

燃料頂部より約4.25m水位を有していれば、使用済燃料ピット中央水面の線量率が燃料取替時の燃料取扱建屋内の遮蔽設計基準値 (0.15mSv/h) 以下となるため、許容水位低下量は約3.37mとなるが、安全側に3.3mとして評価を行う。

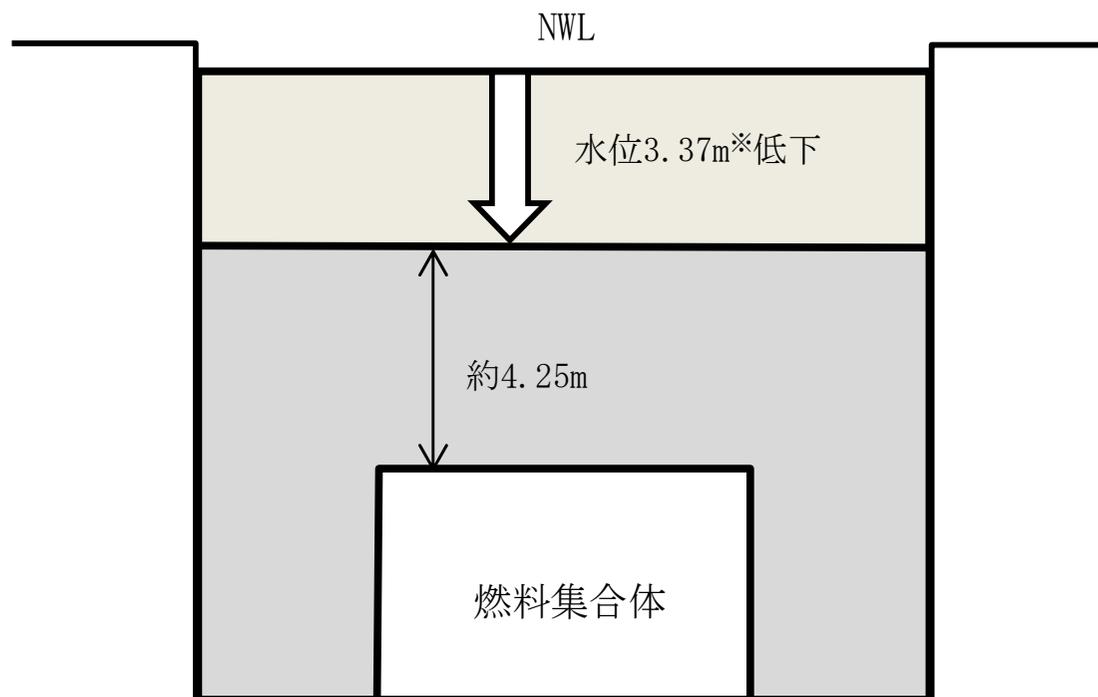


図 使用済燃料ピット水位概略図

## 2. 評価結果 (2 / 4)

(評価結果：SFP水の許容水位到達時間) [7.3.1-25]

	評価結果
① 3.3m <sup>*</sup> 分の評価水量 (m <sup>3</sup> )	
Aピット	約210m <sup>3</sup>
Bピット	約310m <sup>3</sup>
A, Bピット間	約5m <sup>3</sup>
燃料取替チャンネル	約45m <sup>3</sup>
燃料検査ピット	約60m <sup>3</sup>
合計	約630m <sup>3</sup>
② 崩壊熱による保有水蒸発水量	約19.16m <sup>3</sup> /h
③ 3.3m水位低下時間 (①/②)	約32.8時間
④ 水温100℃までの時間	約6.6時間
合計 (③+④)	約1.6日

※使用済燃料ピット中央水面の線量率が燃料取替時の遮蔽設計基準値 (0.15mSv/h) 以下となるための許容水位低下量は約3.37mであり、評価に使用する水位低下量を保守的に3.3mとした。

(評価結果まとめ)

以上より、約1.6日が事象発生から水位が3.3m低下するのに要する時間である。

事故を検知し、可搬型大型送水ポンプ車による注水を開始できる時間は、事象発生後の5.7時間後であることから、水位が3.3m低下する事象発生後の約1.6日後に対して十分な時間余裕がある。使用済燃料ピット崩壊熱に蒸発水量を上回る容量の可搬型大型送水ポンプ車を整備していることから、使用済燃料ピット水位を回復させ維持することができる。

使用済燃料ピットは純水で満たされた状態においても未臨界性を確保できる設計としており、水位が維持されている場合において沸騰状態となった場合でも、使用済燃料ピット保有水の密度低下により反応度は負側となるため、使用済燃料ピットの未臨界は維持される。

## 「想定事故2」の評価結果 [7.3.2-24]

(使用済燃料ピット保有水高さと遮蔽機能について)

使用済燃料ピット入口配管にはサイフンブレーカを設置しているため、使用済燃料ピット水位がサイフンブレーカ下端まで低下すれば入口配管に生じるサイフン効果は解除される。

そのため、使用済燃料ピット冷却配管に破断が生じた場合、使用済燃料ピット出口配管高さに水位が到達すれば冷却材の流出は停止する。漏えい停止後の水位と使用済燃料ピット中央水面の線量率が燃料取替時の遮蔽基準値 (0.15mSv/h) に相当する水位との差は2.02mとなるため、2.0mとして評価を行う。

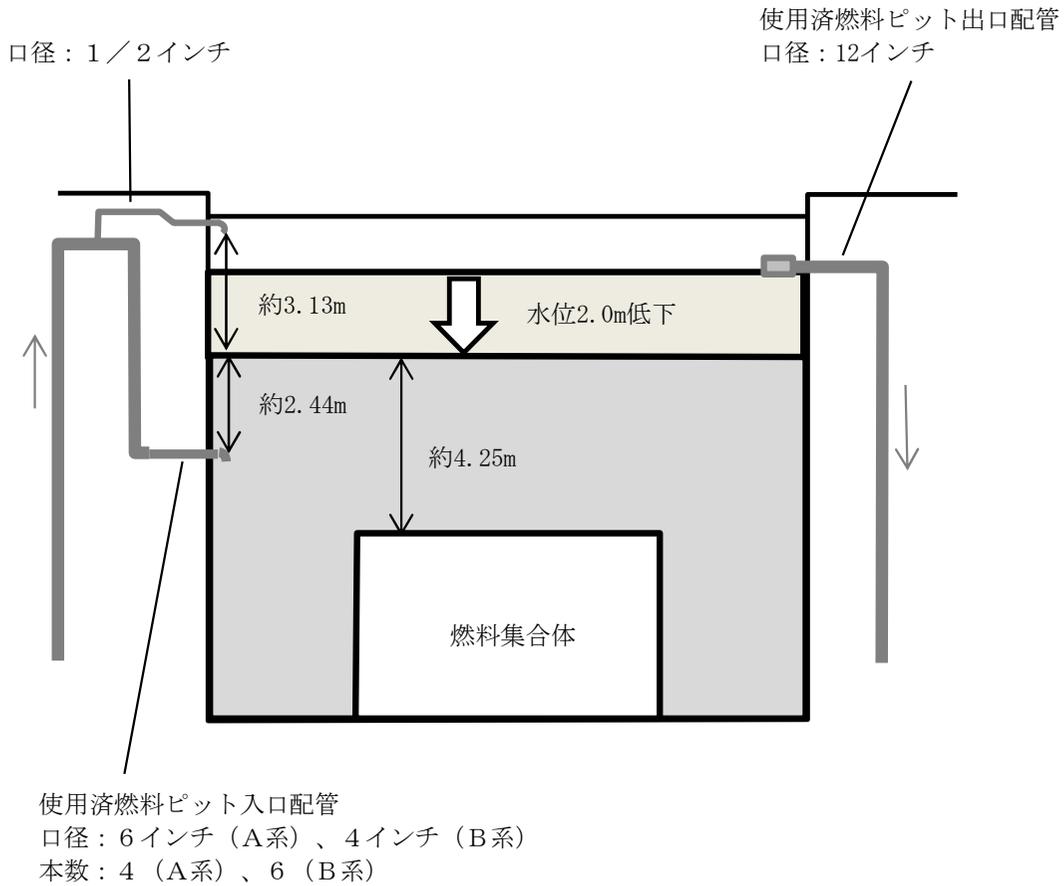


図 使用済燃料ピット水位概略図

## 2. 評価結果（4 / 4）

（評価結果： SFP水の許容水位到達時間） [7. 3. 2-24]

	評価結果
① 2.0m分の評価水量 (m <sup>3</sup> )	
Aピット	約120m <sup>3</sup>
Bピット	約180m <sup>3</sup>
A, Bピット間	約3m <sup>3</sup>
燃料取替キャナル	約23m <sup>3</sup>
燃料検査ピット	約36m <sup>3</sup>
合計	約362m <sup>3</sup>
② 崩壊熱による保有水蒸発水量	約19.16m <sup>3</sup> /h
③ 2.0m水位低下時間 (①/②)	約18.8時間
④ 水温100℃までの時間	約5.8時間
合計 (③+④)	約1.0日

（評価結果まとめ）

以上より、約1.0日が事象発生から水位が2.0m低下するのに要する時間である。

事故を検知し、可搬型大型送水ポンプ車による注水を開始できる時間は、事象発生の5.7時間後であることから、水位が2.0m低下する事象発生の約1.0日後に対して十分な時間余裕がある。使用済燃料ピット崩壊熱に蒸発水量を上回る容量の可搬型大型送水ポンプ車を整備していることから、使用済燃料ピット水位を回復させ維持することができる。

使用済燃料ピットは純水冠水状態においても未臨界性を確保できる設計であり、水位が維持されている場合において沸騰状態となった場合でも、使用済燃料ピット保有水の密度低下により反応度は負側となるため、使用済燃料ピットの未臨界は維持される。

#### これまでの評価

- 燃料取扱棟内に設置されているSA設備は高温及び高湿度の環境での使用にも耐えられる設計であるものの、従前の手順では注水開始がAピット沸騰後となっていた

#### 作業性向上の観点

- 作業性向上の観点から、可能な限り蒸気環境下での作業を避けるため、SFP沸騰前（蒸気発生前）にSFP注水準備が完了可能な運用を検討した

#### 有効性評価ベースでの検討

- 作業手順の見直し（要員数の変更など）
- 評価条件の見直し（実運用との整合を考慮）

#### 評価条件の妥当性

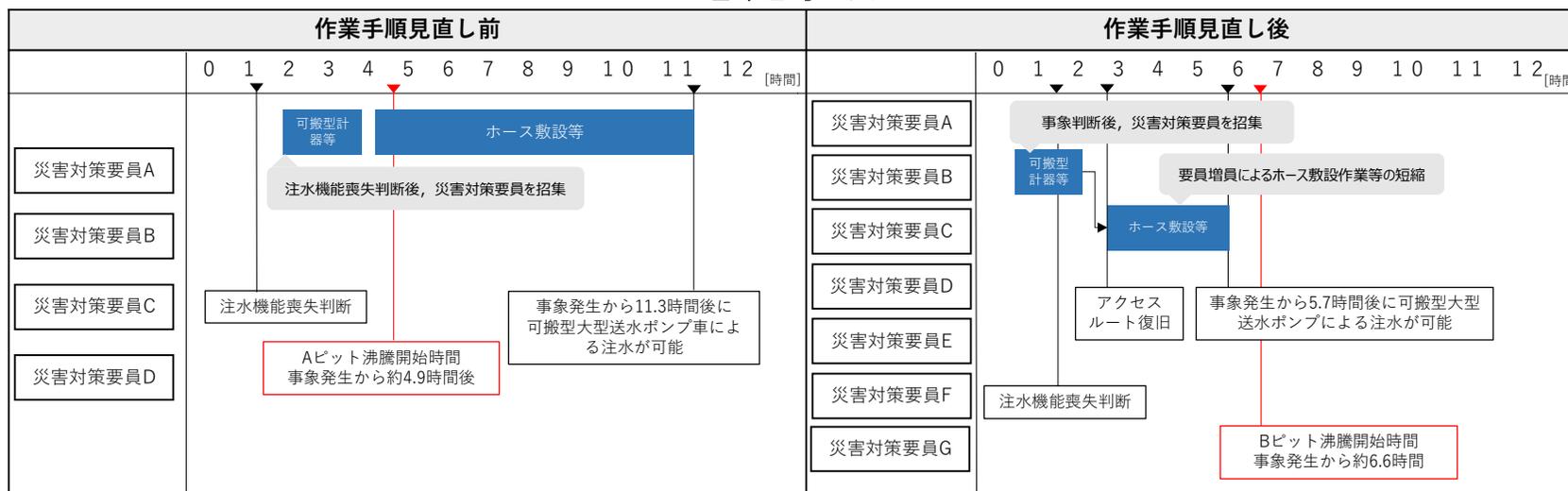
- 実運用では、原子炉に近いBピットに取り出し直後の崩壊熱の高い燃料が貯蔵されるため、実運用に即した評価条件を採用した

有効性評価に見直し後の手順およびBピットの沸騰開始時間の評価を反映



- 作業手順見直し後は、SFP沸騰開始前に注水可能であることを確認している。
  - 注水機能喪失判断を待たず、事象判断後に災害対策要員を招集する
  - 作業手順の見直し、災害対策要員の増員によりホース敷設作業等の作業時間短縮を図る

## 想定事故1



## 想定事故2

