

福島第二原子力発電所で発生した不適合事象の調査結果について
(平成 23 年東北地方太平洋沖地震前発生分)

平成 25 年 3 月 27 日
東京電力株式会社
福島第二原子力発電所

このたび、平成 23 年東北地方太平洋沖地震(平成 23 年 3 月 11 日)以前に福島第二原子力発電所で発生し、公表基準*に基づき公表した不適合事象(計 4 件)について、調査結果を別紙のとおり取りまとめましたのでお知らせします。

- 1 号機使用済燃料プールのキャスク置き場内における異物の調査結果について
- 2 号機における主復水器真空度検出器の不具合に係る調査結果について
- 4 号機使用済燃料プールの水位低下に係る調査結果について
- 1 号機チャコール建屋におけるけが人の発生に係る調査結果について

以 上

*** 公表基準**

当社は、原子力発電所で発生した不適合事象の公表基準を策定し、平成 15 年 11 月より、プレス発表やホームページ等を通じて「全ての不適合事象の速やかな公表」を実施しています。

http://www.tepco.co.jp/nu/f2-np/incomp/images/0805ki_ju.pdf

○1号機使用済燃料プールのキャスク置き場内における異物の調査結果について

1. 事象の発生状況

運転中の1号機において、平成22年11月16日より、使用済制御棒等を使用済燃料プールからサイトバンカ建屋*¹へ運び出す準備のため、水中カメラで使用済燃料プールのキャスク*²置き場内の確認作業をしていたところ、同日午後3時30分、協力企業作業員がナットらしきものを発見しました。

翌11月17日午前9時30分に当社へ連絡があり、同日午前11時1分、キャスク置き場内にナットらしきものがあることを当社社員が確認しました。

その後、同日午後5時頃までに、ナット1個（直径約1.8cm、厚さ約0.8cm）とワッシャー1枚（直径約1cm、厚さ約0.1cm）を回収しました。

また、水中カメラによる確認の結果、キャスク置き場内に他の異物はありませんでした。

（平成22年11月18日お知らせ済み・公表区分Ⅲ）

2. 調査結果

調査の結果、以下のことがわかりました。

- ・使用済燃料プールについては、平成16年4月以降、異物混入防止対策*³を強化していること。
- ・平成16年4月以降において、キャスク置き場周辺作業で使用した機器・装置等で、同様なナットやワッシャーを使用した実績がないこと。
- ・平成16年4月以降において、キャスク置き場における作業に使用した機器・装置等で、同様なナットを使用しているものの、作業関係者からの聞き取りの結果、過去に落下や脱落の事実がなかったこと。
また、現場調査で当該ナットの落下や脱落がないことを確認したこと。
- ・平成16年4月以降において、キャスク置き場上を通過する燃料取替機*⁴で、同様なナットやワッシャーを使用しているものの、過去に当該部品が脱落したとの報告記録はないこと。
また、現場調査でナットやワッシャーの脱落がないことを確認したこと。

3. 推定原因

当該異物が混入した経路や時期を特定するまでには至りませんでした。平成16年4月以降、使用済燃料プールでの異物混入防止対策を強化していること、また、キャスク置き場周辺にて同様なナットやワッシャーを使用した実績がなく、キャスク置き場における作業に使用した機器・装置等およびキャスク置き場上を通過する燃料取替機からの脱落も確認されなかったことから、当該異物は異物混入防止対策を強化した平成16年4月以前にキャスク置き場へ混入したものと推定しました。

4. 対策

引き続き、異物混入防止対策を徹底してまいります。

以上

*** 1 サイトバンカ建屋**

燃料集合体の収納容器（チャンネルボックス）や制御棒等の放射性廃棄物を貯蔵・保管するための施設。プール方式を採用している。

*** 2 キャスク**

使用済燃料等を運び出すための容器。

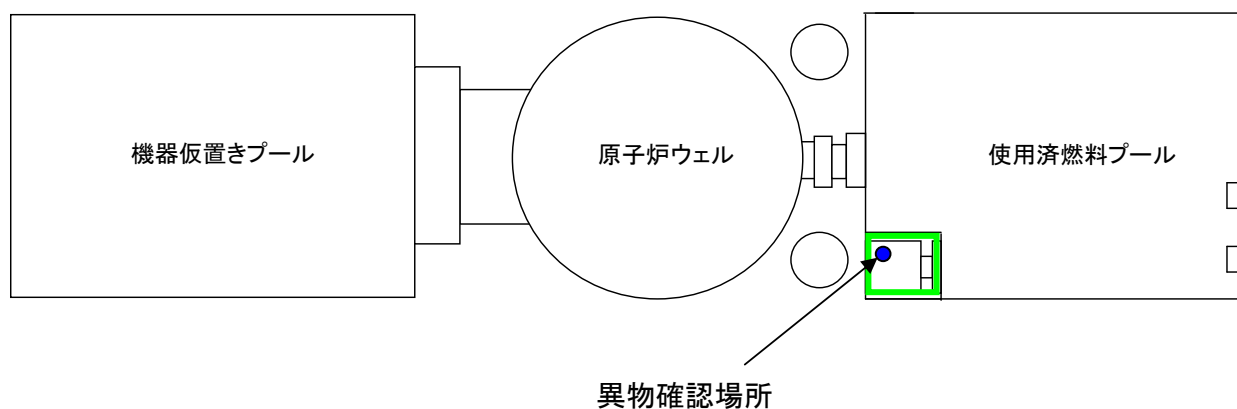
*** 3 異物混入防止対策**

持込物品の制限や員数管理を行うとともに、専任監視員を配置するなどして、原子炉等への異物混入を防止する取り組み。

*** 4 燃料取替機**

原子炉への燃料集合体等の装荷、取り出しおよび原子炉から使用済燃料プール間における移送、受け渡しを行うための装置。

原子炉建屋 6階 平面図



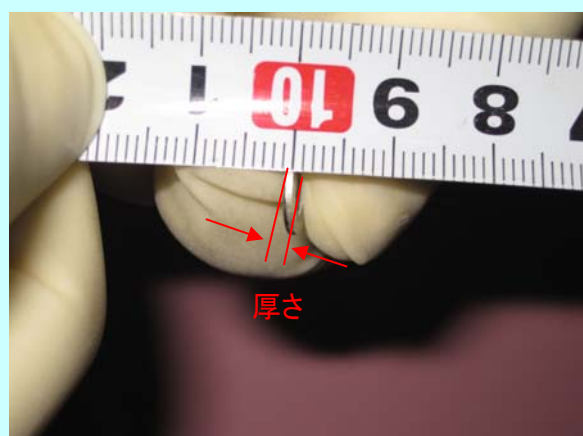
回収されたナット

- ① ナット:1個 (直径:約1.8cm, 厚さ:0.8cm)



回収されたワッシャー

- ② ワッシャー:1個 (直径:約1cm, 厚さ:0.1cm)



1号機 使用済燃料プールのキャスク置き場内において回収された異物

○2号機における主復水器真空度検出器の不具合に係る調査結果について

1. 事象の発生状況

平成22年12月18日、定格熱出力一定運転中の2号機において、運転員がプラントデータの確認を行っていたところ、同日午後4時43分頃、主復水器^{*1}真空度検出器^{*2}（全部で4つ）の指示値の1つが他の3つの指示値と相違していることを確認しました。

このため、主復水器真空度検出器の過去の指示値や現場の検出器等の状態を調査したところ、同検出器の1つが正常に動作していない可能性があることから、同日午後7時、保安規定^{*3}に定める「運転上の制限」^{*4}を満足していないと判断しました。

なお、主復水器の真空度の計測結果から真空度に異常はなく、主復水器真空度検出器の他の3つの指示値も正常であることから、プラントの運転継続に問題がないことを確認しました。

また、他の3つと指示値が相違している当該検出器を交換したところ、正常に動作することを確認したことから、同年12月19日午後5時40分、保安規定で定める運転上の制限を満足している状態に復帰しました。本事象による外部への放射能の影響はありません。

（平成22年12月19日お知らせ済み・公表区分Ⅱ）

2. 調査結果

調査の結果、以下のことがわかりました。

- ・当該検出器が設置されている計装ラック、および当該検出器等の外観に異常がないこと。
- ・当該検出器の出力信号の値が、前回の定期検査（平成22年3月6日～平成22年7月2日）時に実施した点検校正時の出力基準値より高いこと。
- ・工場で各種調査を行なったところ、当該検出器内部に封入された液体（以下、封入液^{*5}）のガス分析において、封入液より水素が検出されたこと。なお、その他の調査では異常は確認されなかった。
- ・当該検出器のダイヤフラム^{*6}は、型式の異なるその他の検出器と比較すると、小径で薄く、封入液の量も少ないため、水素透過の影響を受けやすいものだったこと。

3. 推定原因

調査結果より、当該検出器の不具合の原因について、以下のとおり推定しました。

- ・真空度を検出する配管内の流体に含まれる水素（水素原子）が、徐々に当該検出器のダイヤフラムから封入液室側へと透過し、封入液室内で再び水素分子となり蓄積された。
- ・封入液中に溶解していた水素分子が気泡化し、封入液室内で溜まることで、封入液室の内圧が上昇し、当該検出器の出力信号の値が増加した。

4. 対策

当該検出器については、同型の予備品と交換し、指示値が他の3つの指示値とほぼ同じであることを確認しました。

同型の検出器については、今後、計画的に交換^{*7}することとします。なお、交換時には、水素を透過しにくい改良品の採用を検討します。

*** 1 主復水器**

タービンを回した蒸気を海水により冷却し水に戻す装置。(A)、(B)、(C)の3つの主復水器がある。

*** 2 真空度検出器**

主復水器の真空度を検出する計器。主復水器の真空度が低下した場合、同検出器からの信号で主蒸気の流れを遮断するために弁を閉じるしくみとなっており、主復水器(A)、(B)に各2つ、合計4つ設置されている。

*** 3 保安規定**

原子炉等規制法第37条第1項の規定に基づき、原子炉設置者が原子力発電所の安全運転を行ううえで遵守すべき基本的事項(運転管理・燃料管理・放射線管理・緊急時の処置など)を定めたもので、国の認可を受けている。

主復水器真空度検出器については、保安規定第27条において、4台の検出器全てが正常に動作することが求められている。

*** 4 運転上の制限**

保安規定では原子炉の運転に関し、多重の安全機能を確保するために必要な動作可能機器等の台数や原子炉の状態ごとに遵守すべき温度・圧力などの制限が定められており、これを運転上の制限という。保安規定に定められている機器等に不具合が生じ、一時的に運転上の制限を満足しない状態が発生した場合は、同制限からの逸脱を宣言し、予め定められた時間内に修理などの対応を行うことが求められている。

*** 5 封入液**

ダイアフラムの加圧を半導体複合センサへ伝える媒体(仲立ち)のことであり、シリコングリスが使用されている。

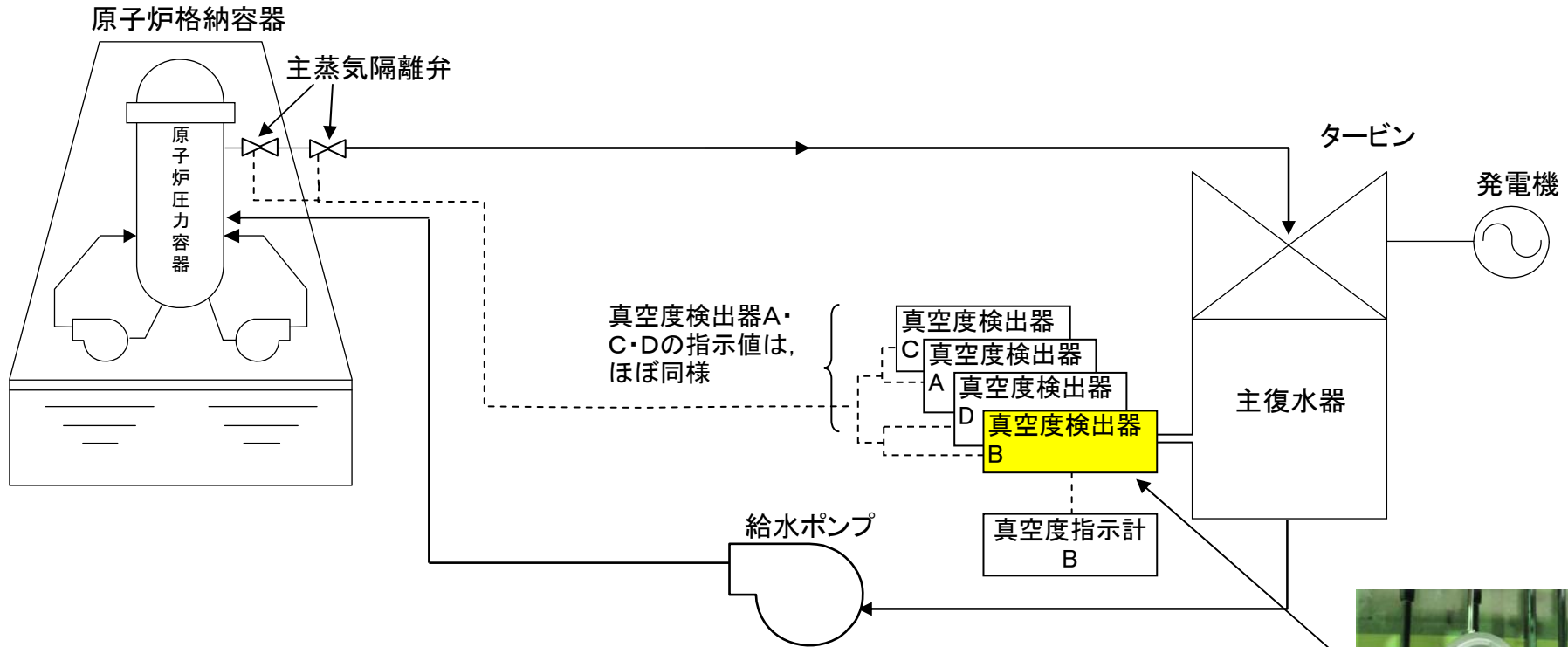
*** 6 ダイアフラム**

薄い金属製の板(隔膜)で、復水器真空度検出配管からの真空度を、検出器内部の封入液に伝える。

*** 7 計画的に交換**

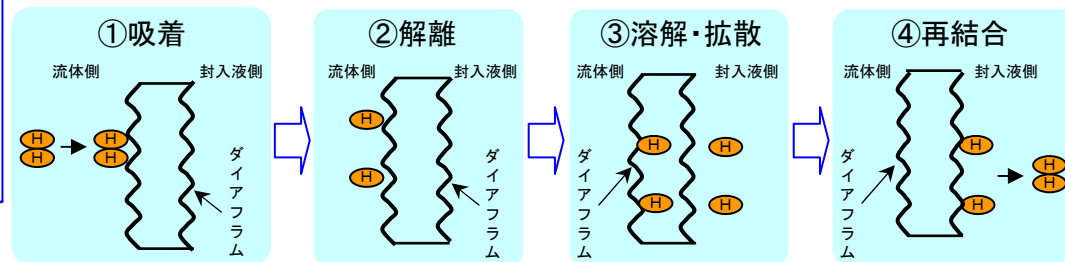
主復水器真空度検出器は、プラントの長期停止に伴う保管対象設備となっていることから、当面は現状で保管する。

系統概略図

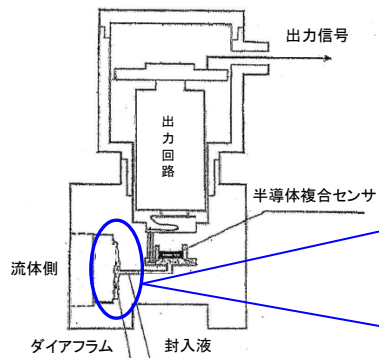


指示値の相違が確認された検出器

水素透過のメカニズム



水素分子から解離した水素原子がダイアフラムを透過し、封入液内で再び水素分子となり蓄積される。封入液中に溶解していた水素分子が気泡化し留まることにより封入液室の内圧が上昇し、当該検出器の出力信号の値が増加した。



当該検出器概略構造図

○4号機使用済燃料プールの水位低下に係る調査結果について

1. 事象の発生状況

平成22年12月25日、定期検査で停止中の4号機において、原子炉ウェル^{*1}の水抜き作業を実施していたところ、午後11時47分、使用済燃料プールの水位^{*2}が低下したことを示す警報が発生しました。

ただちに現場を確認したところ、同プールの水位が原子炉ウェルの水抜き作業前に確認したときよりも約3cm低下していることを確認しました。このため、同プールの水位が通常水位にないことから、12月26日午前0時30分、保安規定^{*3}に定める「運転上の制限」^{*4}を満足していないと判断しました。

その後、当該プールの水位はさらに約1cm低下しましたが、水の補給を行い通常の水位に戻したことから、同日午後3時47分、保安規定で定める運転上の制限を満足している状態に復帰しました。

これによる外部への放射能の影響はありません。

(平成22年12月26日お知らせ済み・公表区分Ⅱ)

2. 調査結果

調査の結果、以下のことがわかりました。

- ・使用済燃料プール水（以下、プール水）のプールゲート^{*5}間への漏えいの有無を確認したところ、漏えいは確認されなかったこと。
- ・同プールの壁面および溶接部からの漏えいの有無を確認したところ、漏えいは確認されなかったこと。
- ・プール水の温度を確認したところ水温は安定（約34度）しており、プール水の蒸発はなかったこと。
- ・プール水は、通常、燃料プール冷却浄化系^{*6}で循環運転をしており、今回の原子炉ウェルの水抜き作業前は、同プールの水位に変化がなく、系統からの漏えいは確認されていないこと。
- ・今回、原子炉ウェルの水抜き作業を中止後、燃料プール冷却浄化系の循環運転を行ったところ、同プールの水位が通常状態に回復し、警報が復帰したこと。さらに、燃料プール冷却浄化系の循環運転を停止して同プールの水位変動を確認したところ、調整堰を超えてスキマサージタンク^{*7}への流れ込みと、調整堰とスキマサージタンク開口部の間からスキマサージタンクへのプール水の流れこみによって水位が低下し、その後スキマサージタンク開口部下端位置で安定したこと。
- ・同プールの水位低下量とスキマサージタンクの水位増加量がほぼ同量であること。

(平成23年1月20日お知らせ済み)

- ・使用済燃料プール水位の低下を示す警報の設定は、燃料プール冷却浄化系循環運転時の水位低下を考慮したものであり、スキマサージタンク開口部下端位置よりも約4cm高い位置に設定されていたこと。
- ・使用済燃料プール散水出口弁^{*8}（F013A, F013B）および使用済燃料プール入口逆止弁^{*9}（F014A, F014B）の点検を実施したところ、異常はなく、プール水が逆流してサプレッションプール^{*10}側へ流出したのではないことを確認したこと。

3. 推定原因

調査結果から、使用済燃料プールの水位が低下したことを示す警報が発生した原因を以下のとおり推定しました。

- ・当該警報の設定は、燃料プール冷却浄化系の運転中を前提としており、警報設定点がスキマサージタンクの開口部下端より約4 cm 高い位置であったため、燃料プール冷却浄化系の循環運転の停止に伴って燃料プール水が徐々にスキマサージタンクに流入した結果、燃料プール水位が低下して警報の発生に至った。

4. 対策

燃料プール冷却浄化系の循環運転を停止した状態でも燃料プールの水位低下を確実に監視できるよう、使用済燃料プールの水位が低下したことを示す警報設定点をスキマサージタンク開口部下端付近の適正な位置に変更します。

以 上

* 1 原子炉ウェル

原子炉圧力容器および原子炉格納容器の蓋を設置している空間で、定期検査中はこの空間を満水状態にし燃料交換などを行う。

* 2 使用済燃料プールの水位

使用済燃料プールの水位を一定に保つためプール水をスキマサージタンクにオーバーフローさせている水位。

* 3 保安規定

原子炉等規制法第37条第1項の規定に基づき、原子炉設置者が原子力発電所の安全運転を行ううえで遵守すべき基本的事項（運転管理・燃料管理・放射線管理・緊急時の処置など）を定めたもので、国の認可をうけている。

* 4 運転上の制限

保安規定では原子炉の運転に関し、「運転上の制限」や「運転上の制限を満足しない場合に要求される措置」等が定められており、運転上の制限を満足しない場合には、要求される措置に基づき対応することになっている。

使用済燃料プール水位については、保安規定第55条において、速やかに以下の内容を確認することが求められている。

- ① 使用済燃料プールの水位を維持するための注水手段が確保されていることを確認する。
- ② 使用済燃料プール内での照射された燃料に係る作業を中止する。
- ③ 原子炉建屋大物機器搬入口及び原子炉建屋原子炉棟の二重扉において、少なくとも1つの閉鎖状態を確保するための措置を開始する。
- ④ 原子炉建屋給排気隔離弁機能を確保するための措置を開始する。
- ⑤ 非常用ガス処理系1系列を動作可能な状態とするための措置を開始する。

*** 5 プールゲート**

使用済燃料プールと原子炉ウェルを仕切るためのゲート。

*** 6 燃料プール冷却浄化系**

使用済燃料プール水を冷却および浄化する系統。

*** 7 スキマサージタンク**

スキマサージタンクとは、使用済燃料プール水を閉ループで循環しながら冷却するため同プール水のオーバーフロー水を受けるタンクであり、定期検査中においても原子炉ウェル満水、プールゲート開放となった状態では使用済燃料プールに加え、原子炉ウェルからのオーバーフロー水も受けている。

*** 8 使用済燃料プール散水出口弁**

使用済燃料プール水を冷却・循環させるための弁の一つで、同プールへ水を供給する入口の弁。なお、原子炉ウェルの水抜き作業時は、サブプレッションプールへの水の流れをつくるため、本弁は閉にする。

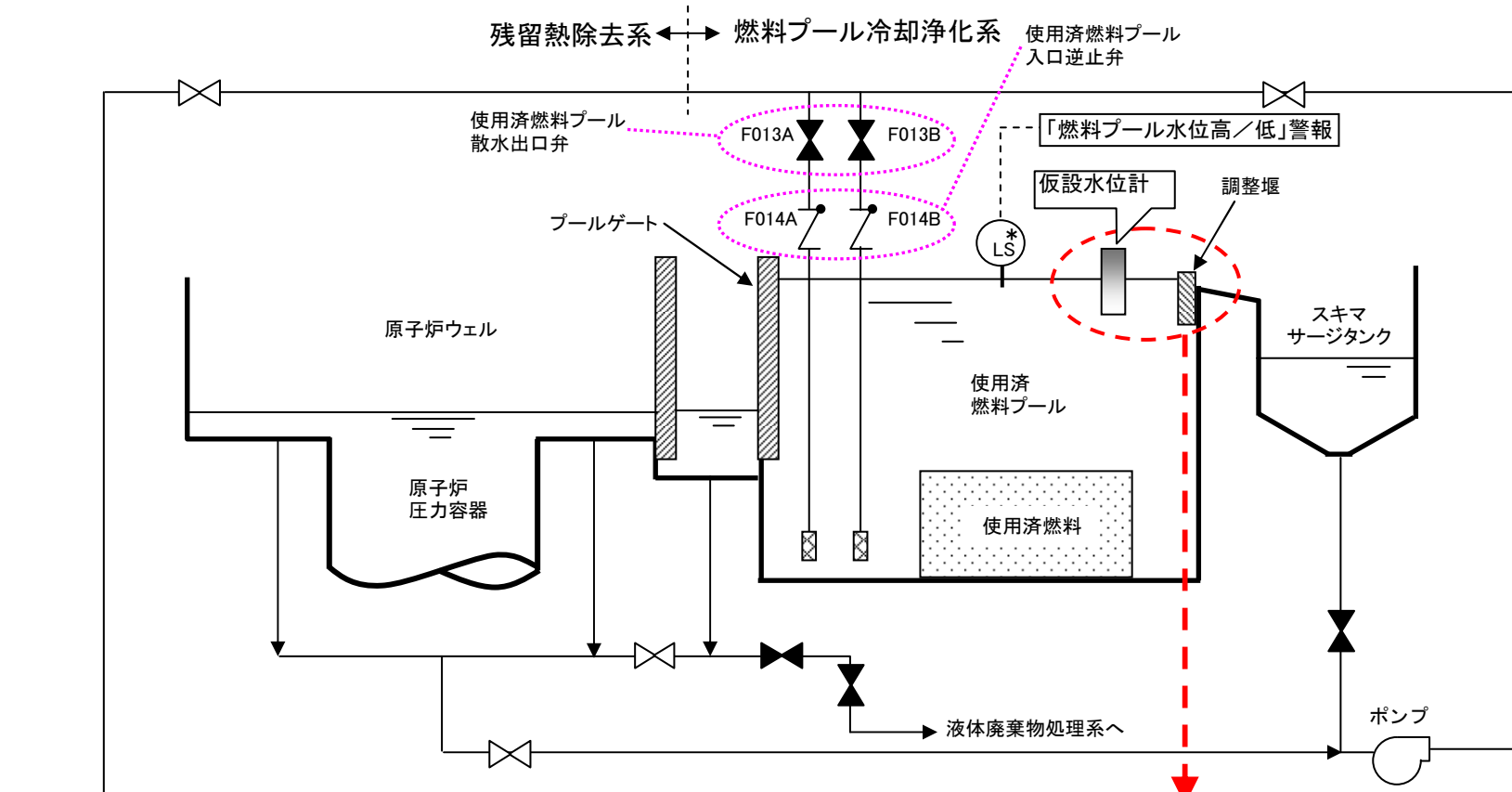
*** 9 使用済燃料プール入口逆止弁**

使用済燃料プール水を冷却・循環させるための弁の一つで、同プールからの水の逆流を防ぐ弁。

*** 10 サプレッションプール**

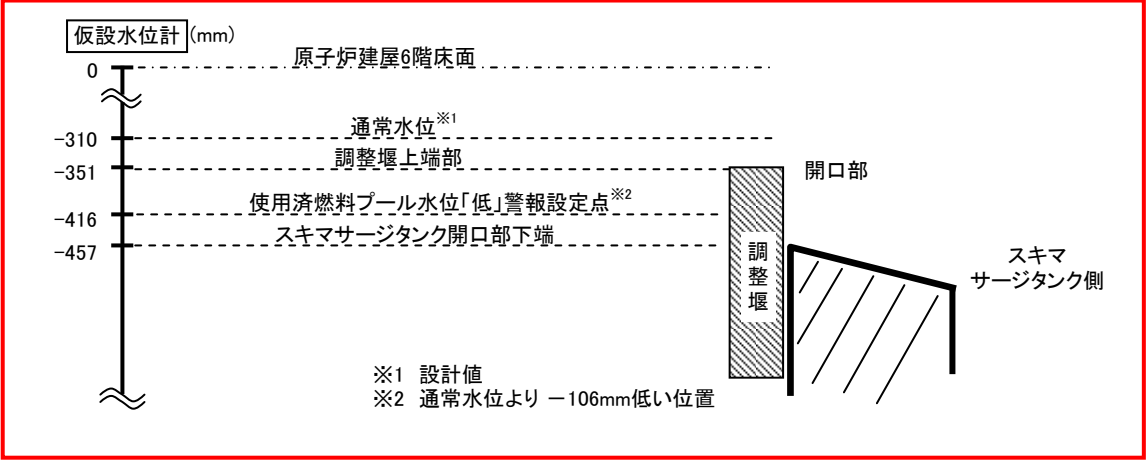
原子炉格納容器の下部にあり、原子炉格納容器内圧力が蒸気等で上昇した場合にその蒸気を圧力抑制室内に導いて冷却することで原子炉格納容器内の圧力を低下させる設備。また、原子炉冷却材喪失事故時の非常用炉心冷却系の水源として水を貯蔵する役割もある。

系統概略図



[弁の開度について]
 ◀▶: 全閉 ▶◀: 調整開 ◀▶: 全開

* LS: レベルスイッチ
 使用済燃料プールの水位を監視するもの



○1号機チャコール建屋におけるけが人の発生に係る調査結果について

1. 事象の発生状況

平成23年1月10日、定格熱出力一定運転中の1号機において、チャコール建屋^{*1}2階（管理区域^{*2}）を巡視点検中の当社社員1名が、原子炉再循環ポンプMGセット^{*3}の潤滑油ポンプを点検するために、付近にある潤滑油配管（直径：約0.3メートル、床面から同配管上部までの高さ：約1メートル）の上に上がっていたところ、同日午後4時28分頃、同配管から落下し顔面左ほほを負傷したため、業務車で病院へ搬送しました。その後の診察の結果、「左下顎骨骨折」と診断されました。当該社員の身体に放射性物質の付着はありません。（平成23年1月11日お知らせ済み・公表区分Ⅲ）

2. 調査結果

調査の結果、以下のことが確認されました。

- ・負傷した当該社員は、潤滑油ポンプを巡視点検するために、原子炉再循環ポンプMGセットの点検架台の手摺りの隙間から潤滑油配管の支持具（サポート）に移動し、サポートから潤滑油配管に踏み出した際に配管上ですべて落下したこと。
- ・潤滑油ポンプの周辺は、配管や機器に囲まれた場所であり、潤滑油ポンプを巡視点検するためには、配管を何度かまたぐ必要があったが、当該社員は点検架台の手摺りの隙間から潤滑油配管上へ移動していたこと。
- ・当該社員は、これまでも潤滑油ポンプの巡視点検を行うため潤滑油配管上を移動しながら巡視点検を行っており、特に危険だとの認識をもっていなかったこと。

3. 推定原因

調査結果より、当該社員が負傷した原因を以下のとおり推定しました。

- ・潤滑油ポンプの巡視点検は、原子炉再循環ポンプMGセットの点検架台を降りて、ポンプ周辺にある配管を何度かまたいで行なう必要があったが、当該社員は、原子炉再循環ポンプMGセットの点検架台の手摺りの隙間から潤滑油配管の上を移動するルートで点検を行っており、当該ルートで点検することについて不安全行為であるとの認識がなかった。
- ・このため、当該社員は、同配管の上に上がり、潤滑油ポンプを点検しようとして配管を移動した際、落下・負傷した。

4. 対策

原因をふまえ、以下の再発防止対策を講じました。

- ・原子炉再循環ポンプMGセット点検架台手摺りから潤滑油配管への移動を禁止する注意

喚起表示を行った。

- ・巡視点検を行なう当社社員に対して、機器等の点検に際し配管の上に乗ったり移動するといった不安全行為を行わないよう周知した。
- ・巡視点検前に行っている危険予知活動の項目に、人身安全に関する不安全行為防止の再確認を追加した。

以 上

*** 1 チャコール建屋**

原子炉から発生する放射性希ガスを、気体廃棄物処理系に設置された活性炭フィルタで吸着することにより、放射能を減衰させる装置などを収納する建屋。

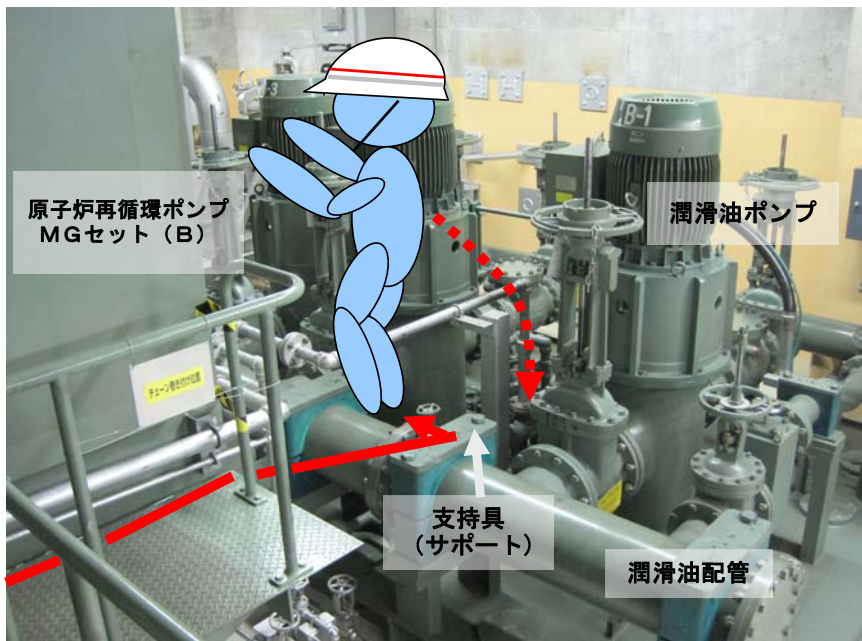
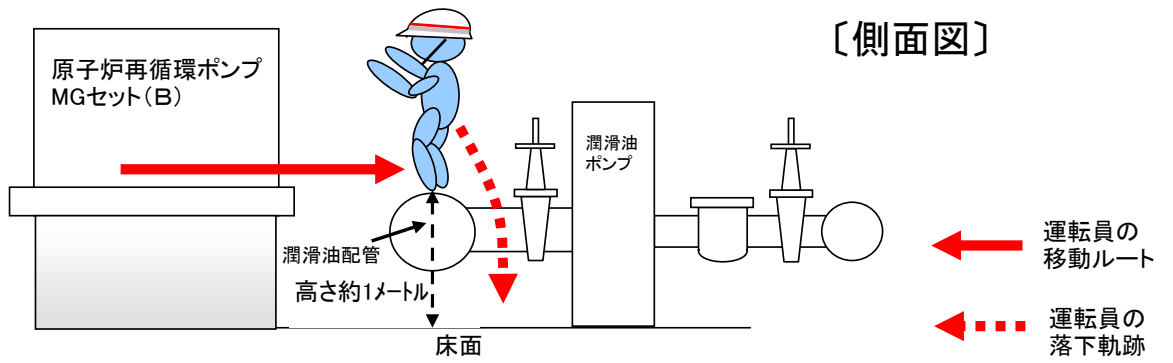
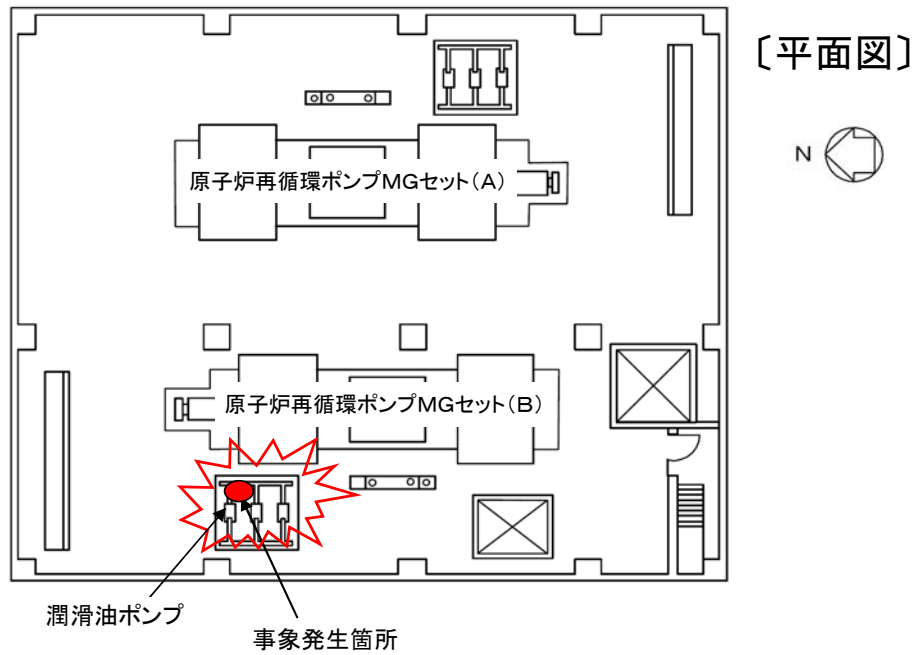
*** 2 管理区域**

放射線による無用な被ばくを防止するため、また、放射性物質による放射能汚染の拡大防止をはかるために管理を必要とする区域。

*** 3 原子炉再循環ポンプMGセット**

原子炉冷却材再循環ポンプの電源の周波数を変える装置。同ポンプは電源の周波数を変えることにより、ポンプ速度を変化させ流量制御を行っている。

1号機 チャコール建屋 2階



1号機チャコール建屋におけるけが人の発生状況図