

発電用原子炉施設故障等報告書

平成26年10月31日

東京電力株式会社

件名	福島第一原子力発電所 汚染水処理設備淡水化装置（逆浸透膜装置）RO-3からの漏えいについて
事象発生の日時	平成25年10月9日11時10分 （福島第一規則第18条第12号に該当すると判断した日時）
事象発生の場所	福島第一原子力発電所
事象発生の発電用原子炉施設名	汚染水処理設備等 淡水化装置（逆浸透膜装置） RO-3
事象の状況	<p>1. 事象発生時の状況</p> <p>平成25年10月9日9時35分頃、淡水化装置（逆浸透膜装置）（以下、「RO装置」という。）の3号（以下、「RO-3」という。）が設置されている建屋（以下、「ジャバラハウス」という。）において、信頼性向上対策の一環として、RO-3の耐圧ホースをポリエチレン配管（以下、「PE管」という。）へ交換する工事（以下、「PE管化工事」という。）を行っていたところ、協力企業A社の作業員が取り外した耐圧ホースの接続部（以下、「カムロック」という。）より水が漏えいしたとの報告が、同日10時01分頃に福島第一原子力発電所免震重要棟緊急時対策本部にいる復旧班長へなされた。一方、同日9時48分、水処理設備制御室にてジャバラハウス内の漏えいを検知する警報が発生したため、RO装置の運転管理を担当する当社社員（以下、「運転管理担当者」という。）がジャバラハウス内を確認したところ、同日9時55分、床面に水溜まりがあることを確認した。</p> <p>また、水処理設備制御室に常駐している委託運転員が、監視カメラにてジャバラハウス内の床面に水溜まりがあることを確認したことから、同日9時55分に循環運転中のRO装置へ汚染水を供給する廃液供給ポンプを手動停止した。</p> <p>RO装置の運転管理担当者が、現場にてPE管化工事を行っていた協力企業A社の作業員に状況を確認した結果、本来、RO-3からのドレン水を排水する耐圧ホースのカムロックを取り外すべきところ、誤ってRO-3へ汚染水を供給する耐圧ホースのカムロックを取り外したことを確認したことから、同日10時15分頃に廃液供給ポンプ出口側にあるRO-3汚染水入口弁を閉操作した。</p> <p>その後、同日10時45分頃に誤って取り外したカムロックを接続し直して、同日10時50分に漏えいが停止したことを確認した。</p> <p>漏えい状況について確認したところ、漏えい水はジャバラハウス内の全域（約60m×約12m）まで漏えいは拡大していたが、ジャバラハウスに設置された二重の堰（内側堰の高さ約15cm、外側堰の高さ約30cm）のうち、内側の堰内に留まっており、ジャバラハウスの外へ拡大していないことを確認した。なお、漏えいした水についてはRO装置処理前の水であり、平成25年8月13日に採取したRO装置処理前の水の放射能濃度（平成25年10月4日公表）において、全ベータが約$3.7 \times 10^4 \text{Bq/cm}^3$であった。</p> <p>本事象については、漏えいした水がジャバラハウスに設置した堰の外には拡大していないものの、堰内での漏えい範囲及び8月13日に採取したRO装置処理前の水の分析結果から、漏えいした水の放射エネルギーが、福島第一規則第18条第12号「発電用原子炉施設の故障その他の不測の事態が生じたことにより、核燃料物質等（気体状のものを除く）が管理区域内で漏えいしたとき」のその他漏えいの程度が軽微なときの目安値として定められている全ベータで$1 \times 10^{10} \text{Bq}$を超えていることが明らかことから、同日11時10分に福島第一規則第18条第12号に該当すると判断した。</p> <p>その後、漏えいした水の放射能濃度を分析した結果、全ベータが$3.4 \times 10^4 \text{Bq/cm}^3$であることを確認した。ジャバラハウスに設置した堰内に溜まった水については、10月9日16時頃から10月11日13時頃にかけて廃液供給タンクや吸着マット等に回収し、その回収結果から漏えい量は約11m^3であると判断した。また、PE管化工事に従事していた協力企業A社の作業員11名のうち6名について、作業後に身体汚染検査を実施したところ、首から下の部位で身体汚染が確認された。</p> <p>身体汚染が確認された協力企業A社の作業員6名については、除染を行った後に退城した。なお、協力企業A社の作業員11名の事象発生日における電子式線量計（以下、「APD」という。）の実績は、ガンマ線量で最大0.48mSv、ベータ線量で最大1.2mSvであった。</p> <p>誤って取り外したカムロックについては復旧及び健全性確認を行い、その後、10月11日15時46分にRO-3を起動し、運転時の圧力による通水確認を行った結果、漏えい等の異常がないことを確認したことから、RO-3による処理を再開した。</p> <p>また、漏えいのあったジャバラハウス全域については、10月10日から10月15日にかけて除染を行った。なお、本事象において、モニタリングポストの指示値に有意な変動はなかった。</p>

事 象 の 状 況

2. 状況調査結果

2-1. 事象発生当日（10月9日）の作業状況調査

PE管化工事を行っていた作業員が、誤って撤去対象ではない耐圧ホースのカムロックを取り外したことにより漏えいが発生したことから、事象発生当日に協力企業A社で実施したPE管化工事の作業状況について調査した。

(1) 作業前打ち合わせ時の状況（協力企業A社）

事象発生当日は、協力企業A社控室にてRO-3の耐圧ホースの撤去作業（以下、「当該作業」という。）に関わる工事担当者A、作業班長B、作業員C・D全員で、作業前の打ち合わせを行った。

この際、工事担当者Aは、作業内容の説明と注意事項（隔離状況や対象機器の確認等）及びカムロック取り外し方法について説明した。

(2) 作業開始前の状況（協力企業A社）

- a. 10月9日8時10分より工事担当者Aは、現場にて作業班長B、作業員C・Dに対し、当該作業に関する説明を行った。
- b. 工事担当者Aは、協力企業B社により既に端部が系統から切り離され閉止されている撤去対象の耐圧ホース（以下、「撤去対象ホース」という。）と並行して撤去対象外の耐圧ホースが敷設されていることを事前に確認していたことから、二本の耐圧ホースを挟んで作業班長B、作業員C・Dと向かい合った状態で、自分から見て手前側が撤去対象ホースであることを説明した。
- c. 工事担当者Aは、ジャバラハウス内東側に設置されている処理水槽スキッドとRO-3のNo. 4スキッドとの間で、撤去対象ホースの残水を水抜き後、撤去対象ホースに沿って取り外し対象のカムロックを外していくよう作業班長B、作業員C・Dへ指示した。
- d. 工事担当者Aは、撤去対象ホースには、別の工事件名でPE管化工事を請け負っている協力企業B社が、自社と協力企業A社による耐圧ホースの撤去範囲を明確化する目的で、撤去対象ラインの複数箇所にて識別標示をしていること、ただし、カムロックの全てには識別標示がされていないことを作業班長B、作業員C・Dへ説明した。
- e. 工事担当者Aは、協力企業B社により既に撤去対象ラインの端部が系統から切り離され閉止されている状態の撤去対象ホースを外す簡単な作業であり、現場で作業班長B、作業員C・Dに対して、撤去対象ホースを説明していることから、撤去対象ラインを間違えることはないと考えた。

(3) 作業開始から事象発生前までの作業状況

- a. 工事担当者A、作業班長B、作業員C・Dは、10月9日8時30分より、撤去対象ホース内にある残水を抜くため、既に端部が閉止されているカムロックの閉止栓を再度取り外し、残水を養生シートに受け仮設水中ポンプにて水抜き（約40L）を実施した。
- b. 作業班長Bは、水抜き作業中に撤去対象ホース及び取り外し対象のカムロックの場所と個数を確認した。
この際、ジャバラハウス内の南側を通過して、約12m離れた位置に取り外し予定のカムロックが1箇所あることを確認した。
- c. 工事担当者A、作業班長B、作業員C・Dは、水抜き作業後、カムロック3箇所の取り外し作業を行った。その後、工事担当者Aは、ジャバラハウス内の西側で作業している別の作業状況を確認するため、その場から離れた。さらに、ジャバラハウス内の西側で作業していた作業員のAPDが鳴動したため、免震重要棟まで同行した。
- d. 作業班長B、作業員C・Dは、次の作業場所へ移動する際、ジャバラハウス内の南側は障害物があり工事用の資材を持って移動できないことから、北側通路を通過して移動を開始した。
- e. 作業班長B、作業員C・Dは、北側通路から次の作業場所へ移動する際、障害物が少なく工事用の資材を持って移動できるRO-3のNo. 1スキッドとNo. 2スキッドの間にある通路を通った。
この際、前方にカムロック（以下、「当該カムロック」という。）が見えたことから、当該カムロックを取り外し対象のカムロックと思い込んだ。
- f. 作業班長Bは、当該カムロックを確認し識別標示はないが、水抜き作業中に事前確認した際、撤去対象ライン上にあるカムロックは1箇所だけであったことから、当該カムロックが取り外し対象のカムロックであると認識した。

(4) 漏えい発生時の状況

- a. 作業班長B、作業員C・Dは、RO-3のNo. 1スキッドとNo. 2スキッドの間にある当該カムロックを取り外し対象のカムロックと思い込み、取り外し作業を開始したところ、10月9日9時35分頃に漏えいが発生した。
作業班長B、作業員C・Dは、漏えいを止めるために当該カムロックの復旧作業を試みるとともに、別の作業に従事していた作業員に応援を求めた。
- b. 工事担当者Aは、別の作業確認を実施後、東側に戻ろうとした際、ジャバラハウス内に水が溜まっているのに気づいたことから、東側で作業していた場所へ移動し、当該カムロックより水が漏えいしていることを確認した。
- c. 作業員E・Fは、ジャバラハウス内や周辺で別の作業に従事していたが、工事担当者A、作業班長B、作業員C・Dの応援に駆けつけて、水の漏えいを止めるために当該カムロックの復旧を試みたが、廃液供給ポンプが循環運転中であったことから、水圧により、当該カムロックの復旧作業はできなかった。
また、作業員E・Fの他に別の作業に従事していた作業員G・H・I・J・Kも応援に駆けつけ、北側通路付近で待機した。

- d. 委託運転員は、同日9時55分に廃液供給ポンプを手動で停止した。
- e. 運転管理担当者は、同日10時15分頃にRO-3汚染水入口弁を閉操作したことにより、RO-3に汚染水を供給するラインの水圧はなくなった。
- f. 作業班長B、作業員C・Dは、同日10時30分頃に当該カムロックを仮復旧した。
- g. 仮復旧した当該カムロックから微少漏えいが継続したため、同日10時45分頃、一旦当該カムロックを取り外してパッキンを挿入し、当該カムロックを本復旧した結果、同日10時50分に漏えいが停止したことを確認した。

2-2. PE管化工事に係る状況調査

PE管工事については、協力企業A社と協力企業B社の2社で工事を行っていたことから、PE管工事に関わる工事契約状況や事前検討などの状況について調査した。

(1) 協力企業A社及びB社との工事契約状況

PE管化工事は、RO装置の信頼性向上対策の一環として、協力企業2社と別々の工事件名で契約し、RO装置全系統の耐圧ホースをPE管へ交換する工事であった。

a. PE管化工事の契約範囲

①当社と協力企業A社は、7月3日に、PE管工事のうち、RO-1及びRO-2について契約を結んだ。なお、この契約には、RO-1及びRO-2の耐圧ホースを撤去する作業が含まれていた。

②当社と協力企業B社は、8月23日に、PE管工事のうちRO-3のPE管敷設について契約を結んだ。なお、施工範囲について検討しドレンラインの耐圧ホースの切り離し後の撤去作業については、協力企業A社にて別途実施することとした。

③当社と協力企業A社は、10月2日に、PE管工事のうち、RO-3の耐圧ホースを撤去する作業について、7月3日の工事契約内容に追加して契約を結んだ。

b. RO-3の耐圧ホースの撤去に係わる作業内容

協力企業2社によるRO-3の耐圧ホースの撤去に関わる作業内容は、以下の通りであった。

①協力企業A社：既に端部が系統から切り離され閉止されている耐圧ホースのカムロックの取り外し、水抜き、耐圧ホースの撤去（当該作業）

②協力企業B社：RO-3に接続されている耐圧ホースの系統切り離し、閉止栓取り付け（以下、「切り離し作業」という。）

なお、作業工程としては、協力企業B社による切り離し作業後に、協力企業A社にて当該作業を行い、その後、主に協力企業B社でPE管工事を行う予定であった。

(2) PE管化工事に係る事前検討状況

PE管工事にあたっては、事前に作業手順や作業内容に応じたリスク評価等の事前検討を行っていた。

a. PE管化工事の前検査状況

当社は、協力企業A社が実施するRO-3のPE管工事の中で行われる「RO-3ユニット内の前置ろ過装置（マルチメディアフィルタ：以下、「MMF」という。）周りの遮蔽材取り付け及びラックの設置」に対し、以下の項目について安全事前評価を実施した。

①作業中の設備への接触による損傷（漏えい）に対するリスク

②被ばく線量に対するリスク

③人身安全に対するリスク

なお、当該作業については上記の内容と当該作業における作業内容、作業環境、リスク評価項目の内容が同等であること、また、協力企業B社による耐圧ホースの切り離し作業後に行う作業であり、事前に協力企業B社によって、自社と協力企業A社との撤去対象範囲を明確化する目的で識別標示がしてあることから、安全事前評価を改めて行う必要はないと判断した。

b. 耐圧ホースの撤去作業における識別標示の必要性

耐圧ホースの撤去作業については、過去に周知された不適合事例において、識別不足が原因で発生した不適合事例は、当社工事監理員及び協力企業A社の工事担当者Aに周知されており、識別標示の必要性について認識していた。

なお、協力企業への周知が必要な不適合事象については、定期的に開催する当社と協力企業との会議の場において、当社から協力企業に対して不適合事例の情報提供を行っていた。

また、協力企業では、協力企業内における会議の場などで関係者へ周知していることを確認した。

(3) 当社工事監理員における当該作業の準備状況

a. 当社、協力企業A社、協力企業B社の3社は、PE管工事の契約後、9月26日に、PE管工事における耐圧ホースの撤去範囲について現場調査を実施した。

b. 当社工事監理員は、協力企業B社が9月30日から10月1日にかけて、RO-3の耐圧ホースの切り離し作業を実施したことを確認した。

c. 当社工事監理員は、RO-3のPE管工事における撤去対象範囲については、協力企業B社により既に系統から切り離され閉止されており、耐圧ホース内は残水程度であること、また、協力企業B社が実施した識別標示により、撤去対象範囲の識別がされており、これ以上追加する必要はないと考えた。

d. 当社工事監理員は、10月2日に、PE管工事の中で実施した安全事前評価において抽出した機器への誤接触等によるRO-3の機器損傷や漏えいリスクを考慮し、運転管理担当部門にRO-3の停止処置を依頼した。

事象の状況

事象の状況

- e. 当社工事監理員は、10月3日に、工事担当者Aに対して、耐圧ホースの撤去範囲について、図面に明示した資料を説明のうえ引き渡した。
- (4) 協力企業A社における当該作業の準備状況
 - a. 工事担当者Aは、10月4日に、10月8日から撤去する予定の対象範囲については、協力企業B社により既に端部が系統から切り離され閉止されていることを現場で確認した。
 - b. 工事担当者Aは、協力企業B社にて、協力企業A社による耐圧ホースの撤去範囲を明確化する目的で、撤去対象ホースに識別標示がされていることを確認していたことから、撤去作業を行うにあたり、協力企業B社で実施した識別標示が流用できると判断した。
 - c. 工事担当者Aは、取り外し対象のカムロック2箇所には、識別標示が無いことを確認していたが、当該作業時に作業員へ説明すれば良いと考えた。

2-3. 身体汚染に係わる状況調査

本事象において、当該カムロックの復旧作業に従事した協力企業A社の作業員6名に身体汚染が発生したことから、身体汚染に係わる状況について調査した。

- (1) 事象発生日の装備状況
 - a. 工事担当者Aを除く作業員5名は、防水用スーツ（以下、「アノラック」という。）を装備しており、そのうち2名（作業員C・E）が長靴、残りの3名（作業班長B、作業員D・F）が短靴を装備していた。
 - b. 工事担当者Aは、現場にて作業の指示等を行う立場であり、直接作業に従事しないことからカバーオールと短靴の装備であった。
- (2) 漏えい発生時及び当該カムロックの復旧作業時における状況
 - a. アノラックを装備していた作業員5名は、当該カムロックを取り外した際に汚染水が飛散したこと、及び当該カムロックの復旧作業を行う中でジャバラハウス内の床面に溜まった汚染水が飛散したことにより、アノラック表面に汚染水が付着するとともに、アノラックや長靴、短靴の隙間から汚染が侵入したものと考えられた。
 - b. 工事担当者Aは、当該カムロックの復旧作業を行っているエリアに接近した際、床の水溜まりの跳ね水が履いていた短靴の隙間から汚染が侵入したものと考えられた。
- (3) 装備脱衣時における状況
 - a. アノラックを装備していた作業員5名は、当該カムロックの復旧作業を終えた後に北側通路で待機していた応援者の補助を受けながら、ジャバラハウスの東側出入口付近でアノラックを脱衣した。
なお、放射線管理員は、作業員5名がアノラックを脱衣する際には、現場に到着していたが、作業靴に汚染が侵入した作業員の靴を脱がせる対応を行っていた。
 - b. アノラックを装備していた作業員5名は、アノラックを脱衣する際に表面に付着した汚染水の拭き取り等を行っていなかったことから、脱衣時においてもアノラックや長靴、短靴の隙間から汚染が侵入した可能性が考えられた。
 - c. PE管化工事に従事していた協力企業A社の作業員11名は、一旦、協力企業A社の事務所に移動し、協力企業A社の放射線管理員による身体汚染検査を実施したところ、当該カムロックの復旧作業に従事した作業員6名が身体汚染していることを確認した。
- (4) 放射線防護指示書による装備の指示状況
 - a. 管理区域（管理対象区域を含む）での現場作業を行う場合には、作業時における安全上の防護装備、作業安全項目等に関して、協力企業が作業前に放射線防護指示書を作成し、当社の確認を受けた後に作業を実施することとなっている。
 - b. 当該作業の放射線防護指示書について確認したところ、協力企業の放射線管理責任者は、当該作業は既に端部が系統から切り離され閉止されている耐圧ホース内の残水処理と撤去作業であり、残水については養生シートで受けることになっていたことから、汚染水が身体に触れる可能性は少ないと判断し、アノラック着用を指示してはいなかった。
 - c. 作業班長Bは、工事担当者Aと、作業当日に実施した作業前の打ち合わせにおいて、仮設ポンプで耐圧ホース内の水を抜く際に、耐圧ホース内の残水が飛散し身体に付着する可能性を考慮して、念のためアノラックを着用するよう作業員に指示した。ただし、可能性としては飛沫程度であると考え、アノラックをビニールテープ等で養生するなどの侵入防止措置までは指示しなかった。

2-4. 漏えい発生後の連絡状況調査

漏えい等の不具合が発生した場合には、現場から速やかに復旧班長へ連絡することとなっているが、本事象においては、漏えい発生から復旧班長への連絡までに時間を要したことから、連絡状況について調査した。

(1) 協力企業A社からの連絡状況

工事担当者Aは、ジャバラハウス内の通信状態が悪くPHSが使用できなかったことから、ジャバラハウスの外で作業していた同社の別の工事担当者（以下、「工事担当者B」という。）を介して、同社の工事責任者へ漏えいが発生したことを連絡した。

同社の工事責任者は、漏えい発生の連絡を受けて、その状況を10時01分頃に復旧班長へ連絡した。

なお、漏えい発生に関する復旧班長への連絡は、同社工事責任者からの連絡が第一報であった。

<p>事象の状況</p>	<p>(2) 水処理設備制御室からの連絡状況 水処理設備制御室の委託運転員は、漏えい検知器の警報が発生したことを確認し、水処理設備部の運転管理担当者へ連絡したが、復旧班長へは連絡しなかった。</p> <p>(3) 運転管理担当者からの連絡状況 水処理設備制御室の委託運転員より連絡を受けた運転管理担当者は、実施していた現場パトロールを中断し、ジャバラハウス内へ移動した。 その後、当該カムロックからの漏えいを確認し、漏えい発生等における初動対応（漏えい状況の確認、漏えい停止方法の検討、弁の開操作など）を優先したことからその間に復旧班長への連絡は行わなかった。</p> <p>2-5. 廃液供給ポンプの運転状況調査 廃液供給ポンプが循環運転中であったことにより、漏えい発生時にRO-3へ汚染水を供給するラインに水圧がかかり、当該カムロックの復旧作業に時間を要して、漏えい量が拡大する一因となったことから、廃液供給ポンプの運転状況について調査した。</p> <p>(1) 廃液供給ポンプを循環運転していた状況 事象発生当日は、RO-3の耐圧ホースの撤去作業を行うことから、作業中の機器への接触等による損傷（漏えい）に対するリスクを考慮し、事前にRO-3を停止した。 ただし、廃液供給ポンプについては、待機状態となっているRO-1またはRO-2の運転に備え、循環運転としていた。</p> <p>(2) 廃液供給ポンプ停止までの状況 水処理設備制御室の委託運転員は、10月9日9時48分に漏えい検知器の警報が発生したことから、運転管理担当者に連絡するとともに、RO-3の状況を確認していた。 その後、監視カメラにてジャバラハウス内の床面に水溜まりがあることを確認したことから、同日9時55分に循環運転中であった廃液供給ポンプを手動停止した。</p>
<p>事象の原因</p>	<p>原因分析結果 「2. 状況調査結果」で確認した事実をもとに、関係者への聞き取り調査等から得られた情報を整理し、今回の事象の発生抑制の観点からルール違反している事項、通常とは異なるやり方を行っている事項、第三者から見て問題となる事項を問題点として、直接原因及び背後要因を抽出した。</p> <p>1. 当該カムロックからの漏えい発生における原因分析結果</p> <p>(1) 直接原因</p> <p>a. 取り外し対象の識別標示不備と誤認識</p> <p>①取り外し対象のカムロックに識別標示がなかった。 ②作業班長Bは、当該カムロックを、取り外し対象のカムロックと思い込み取り外した。</p> <p>b. 当該カムロックのラインに対する安全処置不十分 廃液移送ラインがインサービス（加圧）されていた。</p> <p>(2) 背後要因</p> <p>a. 識別標示の不備 取り外し対象のカムロックに識別標示がされていなかったこと、また、当該カムロックを取り外し対象と思い込んだ背景について、当社工事監理員及び協力企業A社へ聞き取りを行った。</p> <p>①当社工事監理員は、協力企業A社が実施する当該作業において、協力企業B社が耐圧ホースの撤去範囲を明確化する目的で実施した識別標示が、取り外し対象のカムロックにはついていなかったものの、取り外し対象ラインにはついていていたことから、標示を流用できると考えた。 ②工事担当者Aは、二本の耐圧ホースが並行し、且つROスキッドが障害となり現場全体を視認できず、ラインを誤認識し易い状況であったが、識別標示がされている同一ラインをたどっていけば識別標示がない取り外し対象のカムロックについても確認できると考えた。 ③作業班長Bは、事前に取り外し対象のカムロックを確認していたものの、RO装置スキッドナンバーの表示が小さく見づらかったために、RO装置スキッドと取り外し対象のカムロックの位置関係を正確に把握していなかった。</p> <p>b. 当該カムロックのラインに対する安全処置不十分 隣接する耐圧ホースの隔離に関する安全処置を実施していなかった背景について、当社工事監理員への聞き取りを行った。</p> <p>①当社工事監理員は、当該作業では取り外し対象のラインに識別標示がされていたことから、取外し対象のカムロックの間違いによるリスクは想定しなかったため、隣接する耐圧ホースについて隔離の必要性については検討せず、設備安全・設備保護等の観点からRO-3の停止のみを運転管理部門に依頼した。 ②当社主管グループでは、作業許可書（以下、「PTW※」という。）の運用を行う仕組みが無かったため、同グループの工事監理員が作成した安全処置が十分に審査されていなかった。 ※PTW：Permit To Work の略→設備保全箇所が、設備の保全作業等を実施するために、作業実施期間、及び設備安全の確保と作業安全に関する安全処置について、設備管理箇所に対して、これを申請し、設備管理箇所は設備及び作業に関する安全処置内容を審査し、安全処置を実施（確保）した上で、当該作業の実施の許可を得るために発行する文書。</p>

事象の原因

- c. 安全事前評価の実施が不十分（直接原因に対する共通の背後要因）
- ① 当社主管グループメンバーは、当該作業に関する安全事前評価について、重要設備等の近傍における作業であること、また3H※作業（初めて、変化、久しぶり）であることを認識していたが、RO-3を停止することで作業エリア周辺の重要な設備・機器（ここでは隣接の耐圧ホース）に影響を与えるリスクを排除できると考えたため、実施しなかった。
※3H作業とは、福島第一原子力発電所の安全事前評価において、人身安全、設備安全ならびに原子力安全の確保に万全を期する目的で、福島第一特有のミスや失敗を起こしやすい状況を簡潔にまとめた標語。以下に主な作業または状況のことを指す。
 - 初めて（はじめて）：他発電所等で実績のある作業であっても、福島第一環境下で初めて行う作業
 - 変化（へんか）：作業エリア周辺の重要な設備・機器に対して状態を変化させるおそれのある作業
 - 久しぶり（ひさしぶり）：福島第一環境下の同一作業であっても、前回作業から一定期間が経過した久しぶりを行う作業
 - ② 当社主管グループのマネージャーは、RO-3に関わる作業の安全事前評価は、「RO-3ユニット内のMMF周りの遮蔽材取り付け及びラックの設置」において実施しており、近傍の重要設備への誤接触等のリスクについては評価していたこと、また当社工事監理員より、現場を確認したところ識別標示が十分であるとの報告を受けていたため、改めて実施する必要はないと判断した。
2. 身体汚染発生における原因分析結果
- (1) 直接原因
 - a. 汚染防止対策の不足
 - ① 作業班長B及び作業員C・Dは、当該カムロックから汚染水が漏えいした際に、直ぐにその場から待避しなかった。
 - ② 作業班長B及び作業員C・D・E・Fは、装備が不十分のまま止水作業を行った。
 - b. 脱衣方法の不備
アノラック外側に付着した汚染水を拭き取らずに脱衣した。
 - (2) 背後要因
 - a. 汚染防止対策の不足
協力企業A社は、汚染水の漏えいが発生した際に、漏えいの拡大防止を最優先と考え、汚染水を扱う作業として定められた装備をしない状況で、止水作業を行った。
 - b. 脱衣方法の不備
 - ① 脱衣を補助した作業員は、作業班長B及び作業員C・D・E・Fのアノラックを脱衣させる際に、本来実施すべき汚染水が付着した場合の拭き取りを行わなかった。
 - ② 放射線管理員は、作業靴に汚染が侵入した作業員の靴を脱がせる対応を行っており、脱衣を補助した作業員がアノラックの汚染水を拭き取るだろうと思い、アノラック表面に付着した汚染水の拭き取りを指示しなかった。
3. 漏えい発生後の復旧班長への連絡が遅くなったことにおける原因分析結果
- (1) 直接原因
 - a. 緊急時の連絡体制の不備
 - ① 作業班長B及び作業員C・Dは、事象発生当時、当該カムロックを外した際、漏えいによる影響が大きくなるよう当該カムロックの復旧を優先したことから復旧班長に連絡しなかった。
 - ② 工事担当者Aは、漏えいしたエリアがPHSの通話圏外であったため、復旧班長に自ら直接連絡することができなかった。
 - ③ 委託運転員は、漏えい検知警報の発報を確認したが、直接、復旧班長に連絡しなかった。
 - (2) 背後要因
 - a. 緊急時の連絡体制の不備
 - ① 作業班長B及び作業員C・Dは、緊急時の連絡は工事担当者Aが連絡をするものと思っていた。
 - ② 工事担当者Aは、PHSを所持していたが、漏えいが発生したエリアが通話圏外であったため、急遽、ジャバラハウス外で携帯電話を所持していた工事担当者Bに、工事責任者から復旧班長へ連絡してもらうよう依頼した。協力企業A社では、緊急時の連絡体制（発見者が復旧班長に連絡）は周知されていたが、徹底されず、社内への連絡が優先された。
 - ③ 工事担当者Aは、ジャバラハウス近傍にはPHS通話可能エリアが存在したが、この情報については知らなかった。
 - ④ 当社は、ジャバラハウス近傍におけるPHS通話可能エリアについて、社員向けに周知は行っていたが、協力企業への周知は十分に行っていなかった。
 - ⑤ 当社は、委託運転員に対して、「事故・火災・人身災害発生時の連絡体制」（発見者が復旧班長に連絡）について周知していた。しかし、運用としては運転管理担当者経由で復旧班長に連絡することとなっていた。

保護装置の種類 及び動作状況	なし
放射能の影響	なし
被害者	<p>身体汚染に関する評価結果</p> <p>1. 身体汚染の状況 身体汚染が確認された6名について、汚染部位は首より下（あごの下・手・足）であり、頭部を含む顔面に汚染は確認されなかったが、念のため、ホールボディカウンタを受検し、内部被ばくが無いことを確認した。</p> <p>2. 被ばく線量の評価 (1) 身体汚染が確認された6名について、協力企業A社にて被ばく線量評価を実施した結果、1年間の実効線量、5年間の累積実効線量、等価線量（眼の水晶体及び皮膚）ともに、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関して必要な事項を定める告示」第5条で定める線量限度を超えていないことを確認した。 (2) 身体汚染が確認された6名については、事象発生当日に汚染部位の除染が完了した後に発電所構内より退城した。 (3) 身体汚染が確認された6名のうち1名については、事象発生当日に退城基準（13000cpm）以下まで除染できたものの、その範囲内で比較的高い汚染部位（12400cpm）があったことから、念のため、協力企業A社にて測定を継続した。 その後、汚染部位の除染を行い、10月24日に退城基準を十分に下回る値（7500cpm）であることを確認したことから、念のため、協力企業A社は10月24日までの期間を汚染による皮膚等価線量の評価対象期間とした。 なお、皮膚等価線量の評価後に医師による診察を実施したが、皮膚の異常は確認されなかった。</p>
他に及ぼした 障 害	なし
復旧の日時	10月11日15時46分（RO-3を起動した日時）
再発防止対策	<p>対策</p> <p>原因分析結果により明らかにされた直接原因及び背後要因に対して、以下の対策を実施した。</p> <p>1. 当該カムロックからの漏えい発生における対策 (1) 調達における識別標示に係る要求事項の明確化 a. 当社は、改造工事等で重要系統のケーブルや配管等の取り外し・取り付けを行う場合は、対象の明確化及び対象の誤認防止の観点から、識別標示を確実にし、当社工事監理員が、取り外し・取り付け対象に識別標示がされていることを確認する旨を、工事追加仕様書に記載した。 b. 当社は、元請け企業に対して、調達要求に基づき、識別標示に関する要求事項及び識別標示を作業工程における品質管理上のホールドポイントとして位置づけ、当社工事監理員の確認を受けることを施工要領書に記載するよう依頼した。 (2) 当社は、RO装置の見やすい箇所に、各スキッド番号の識別（スキッドナンバーの掲示）を行うとともに、識別表示の文字を大きくした。 (3) 安全事前評価の実施要否と運用の明確化 a. 当社は、福島第一安全事前評価ガイド（以下、「評価ガイド」という。）に基づく安全事前評価の実施要否及び評価上のランクの考え方について、3H（初めて、変化、久しぶり）の観点での確にリスクが抽出されるよう、評価ガイドの見直しを行った。 なお、具体的には、一連の作業において、3Hの都度リスクの抽出を行うことや安全事前評価の実施要否及びランク選定の判断材料として、安全事前評価の実施例を評価ガイドに記載した。 b. 当社は、安全事前評価にて抽出されたリスクが、作業時に低減されるように仕組みとして評価ガイドに記載した。具体的には、当社の設備所管グループが作成するPTWの安全処置等の検討に的確に反映されるようにするため、作業に必要な安全処置について図面、現場調査等を基に検討を行うことや、安全事前評価で抽出されたリスクを、元請企業が行う事前検討会やTBM-KYにおいて当社と協力企業で共有し、リスク低減対策を実施するようにした。 (4) 安全処置審査を行う仕組みの構築 当社は、抽出されたリスクを安全処置に十分に反映できるよう、運転部門に移管されていない設備を運用・管理する全てのグループにおいて、PTWが適切に運用される仕組み（工事監理部門で作成・審査した安全処置を運転部門が審査を行うこと）を構築した。</p> <p>2. 身体汚染発生における対策 (1) 当社は、定期的開催する当社と協力企業との会議の場において、協力企業に対して次の事項を依頼するとともに、当社社員に対し、社内イントラ等にて周知した。 a. 漏えい事象が発生した際、漏えい発生前の装備では身体汚染が発生する可能性がある場合には、汚染防止の観点から、一旦、漏えい発生場所から離れること。また、止水等の復旧作業の際は、適切な防護装備を着用したうえで作業を行うこと。 b. 汚染水が付着した作業員のアノラックを脱衣する場合において、放射線管理員は放射線管理補助員等に対して、汚染水を拭き取るなどの適切な脱衣手順について指導すること。</p>

<p>再発防止対策</p>	<p>3. 漏えい発生後の復旧班長への連絡が遅くなったことにおける対策</p> <p>(1) 社内関係者に、事故・火災等が発生した場合には「事故・火災・人身災害発生時の連絡体制」に基づき速やかに復旧班長に連絡するよう、社内イントラ等を通じて再周知した。</p> <p>(2) 当社は、定期的に開催する当社と協力企業との会議の場において、協力企業に対して次の事項を依頼した。</p> <p>a. 工事共通仕様書にて当社が要求している「発電所で定められた連絡先」が「事故・火災・人身災害発生時の連絡体制」であることを再周知すること。</p> <p>b. 施工要領書に「事故・火災・人身災害発生時の連絡体制」に基づき、協力企業にて作成した役割分担を明確にした連絡体制を添付すること。</p> <p>c. 緊急時連絡体制を常に維持するべく通信手段（PHSまたは携帯電話）を確保すること、また、役割分担にて定められた者が現場を離れる際は、代務者を指名して常に連絡体制を維持すること。</p> <p>(3) 当社は、PHS及び携帯電話の通話可能エリアについてマップを整備するとともにその内容について社内イントラ等を通じて当社社員及び協力企業に周知した。</p>
---------------	--

福島第一原子力発電所
汚染水処理設備淡水化装置（逆浸透膜装置）
RO-3からの漏えいについて

平成25年12月 提出

平成26年10月 補正

東京電力株式会社

はじめに

平成 25 年 10 月 9 日、福島第一原子力発電所構内の RO-3 ジャバラハウス内において、信頼性向上対策の一環として、RO-3 の PE 管化工事を行っていたところ、協力企業の作業員が誤って取り外したカムロックから水の漏えいが発生した。

その後、RO 装置へ汚染水を供給する廃液供給ポンプを手動停止するとともに、廃液供給ポンプ出口側にある弁を閉操作した。また、誤って取り外したカムロックを接続し直し、漏えいが停止したことを確認した。

本事象については、漏えいした水の放射エネルギーが、漏えいの程度が軽微なときの目安値として定められている全ベータで $1 \times 10^{10} \text{Bq}$ を超えていることが明らかことから、福島第一規則第 18 条の規定に基づく事故報告に該当すると判断するとともに、応急対策を実施した。

これらの内容等については、原管発官 25 第 460 号（10 月 18 日付け）にて原子力規制委員会に報告を行っている。

また、誤って取り外したカムロックからの漏えいに関する調査等を行い原因が分析できたこと、それらに対する対策の立案ができたことから、これらの内容等について原管発官 25 第 590 号（12 月 6 日付け）にて原子力規制委員会に報告を行っている。

今回の報告書は、12 月 6 日報告後に実施した原子力規制庁への報告内容の説明を踏まえて、原因分析、対策等について追記・修正等を行い、補正として報告するものである。

目次

1. 件名	1
2. 事象発生の日時	1
3. 事象発生の発電用原子炉施設	1
4. 事象発生時の状況	1
5. 状況調査結果	2
5-1. 事象発生当日（10月9日）の作業状況調査	2
5-2. PE管化工事に係わる状況調査	4
5-3. 身体汚染に係わる状況調査	6
5-4. 漏えい発生後の連絡状況調査	7
5-5. 廃液供給ポンプの運転状況調査	8
6. 身体汚染に関する評価結果	8
7. 原因分析結果	9
7-1. 当該カムロックからの漏えい発生における原因分析結果	9
7-2. 身体汚染発生における原因分析結果	10
7-3. 漏えい発生後の復旧班長への連絡が遅くなったことにおける原因分析結果	11
8. 対策	12
8-1. 当該カムロックからの漏えい発生における対策	12
8-2. 身体汚染発生における対策	12
8-3. 漏えい発生後の復旧班長への連絡が遅くなったことにおける対策	13
9. 添付資料	13

1. 件名
福島第一原子力発電所
汚染水処理設備淡水化装置（逆浸透膜装置）RO-3からの漏えいについて

2. 事象発生の日時
平成25年10月 9日11時10分
（福島第一規則第18条第12号に該当すると判断した日時）

3. 事象発生の発電用原子炉施設
汚染水処理設備等 淡水化装置（逆浸透膜装置） RO-3

4. 事象発生時の状況
平成25年10月9日9時35分頃、淡水化装置（逆浸透膜装置）（以下、「RO装置」という。）の3号（以下、「RO-3」という。）が設置されている建屋（以下、「ジャバラハウス」という。）において、信頼性向上対策の一環として、RO-3の耐圧ホースをポリエチレン配管（以下、「PE管」という。）へ交換する工事（以下、「PE管化工事」という。）を行っていたところ、協力企業A社の作業員が取り外した耐圧ホースの接続部（以下、「カムロック」という。）より水が漏えいしたとの報告が、同日10時01分頃に福島第一原子力発電所免震重要棟緊急時対策本部にいる復旧班長へなされた。

一方、同日9時48分、水処理設備制御室にてジャバラハウス内の漏えいを検知する警報が発生したため、RO装置の運転管理を担当する当社社員（以下、「運転管理担当者」という。）がジャバラハウス内を確認したところ、同日9時55分、床面に水溜まりがあることを確認した。

また、水処理設備制御室に常駐している委託運転員が、監視カメラにてジャバラハウス内の床面に水溜まりがあることを確認したことから、同日9時55分に循環運転中のRO装置へ汚染水を供給する廃液供給ポンプを手動停止した。

RO装置の運転管理担当者が、現場にてPE管化工事を行っていた協力企業A社の作業員に状況を確認した結果、本来、RO-3からのドレン水を排水する耐圧ホースのカムロックを取り外すべきところ、誤ってRO-3へ汚染水を供給する耐圧ホースのカムロックを取り外したことを確認したことから、同日10時15分頃に廃液供給ポンプ出口側にあるRO-3汚染水入口弁を閉操作した。

その後、同日10時45分頃に誤って取り外したカムロックを接続し直して、同日10時50分に漏えいが停止したことを確認した。

漏えい状況について確認したところ、漏えい水はジャバラハウス内の全域（約60m×約12m）まで漏えいは拡大していたが、ジャバラハウスに設置された二重の堰（内側堰の高さ約15cm、外側堰の高さ約30cm）のうち、内側の堰内に留まっており、ジャバラハウスの外へ拡大していないことを確認した。

なお、漏えいした水についてはRO装置処理前の水であり、平成25年8月13日に採取したRO装置処理前の水の放射能濃度（平成25年10月4日公表）において、全ベータが約 $3.7 \times 10^4 \text{Bq/cm}^3$ であった。

本事象については、漏えいした水がジャバラハウスに設置した堰の外には拡大していないものの、堰内での漏えい範囲及び8月13日に採取したRO装置処理前の水の分析結果から、漏えいした水の放射エネルギーが、福島第一規則第18条第12号「発電用原子炉施設の故障その他の不測の事態が生じたことにより、核燃料物質等（気体状のものを除

く)が管理区域内で漏えいしたとき」のその他漏えいの程度が軽微なときの目安値として定められている全ベータで $1 \times 10^{10} \text{Bq}$ を超えていることが明らかことから、同日 11時10分に福島第一規則第18条第12号に該当すると判断した。

その後、漏えいした水の放射能濃度を分析した結果、全ベータが $3.4 \times 10^4 \text{Bq/cm}^3$ であることを確認した。

ジャバラハウスに設置した堰内に溜まった水については、10月9日16時頃から10月11日13時頃にかけて廃液供給タンクや吸着マット等に回収し、その回収結果から漏えい量は約 11m^3 であると判断した。

また、PE管化工事に従事していた協力企業A社の作業員11名のうち6名について、作業後に身体汚染検査を実施したところ、首から下の部位で身体汚染が確認された。

身体汚染が確認された協力企業A社の作業員6名については、除染を行った後に退域した。なお、協力企業A社の作業員11名の事象発生当日における電子式線量計(以下、「APD」という。)の実績は、ガンマ線量で最大 0.48mSv 、ベータ線量で最大 1.2mSv であった。

誤って取り外したカムロックについては復旧及び健全性確認を行い、その後、10月11日15時46分にRO-3を起動し、運転時の圧力による通水確認を行った結果、漏えい等の異常がないことを確認したことから、RO-3による処理を再開した。

また、漏えいのあったジャバラハウス全域については、10月10日から10月15日にかけて除染を行った。

なお、本事象において、モニタリングポストの指示値に有意な変動はなかった。

(添付資料-1、2、3、4、5)

5. 状況調査結果

5-1. 事象発生当日(10月9日)の作業状況調査

PE管化工事を行っていた作業員が、誤って撤去対象ではない耐圧ホースのカムロックを取り外したことにより漏えいが発生したことから、事象発生当日に協力企業A社で実施したPE管化工事の作業状況について調査した。

(1) 作業前打ち合わせ時の状況(協力企業A社)

事象発生当日は、協力企業A社控室にてRO-3の耐圧ホースの撤去作業(以下、「当該作業」という。)に関わる工事担当者A、作業班長B、作業員C・D全員で、作業前の打ち合わせを行った。

この際、工事担当者Aは、作業内容の説明と注意事項(隔離状況や対象機器の確認等)及びカムロック取り外し方法について説明した。

(2) 作業開始前の状況(協力企業A社)

a. 10月9日8時10分より工事担当者Aは、現場にて作業班長B、作業員C・Dに対し、当該作業に関する説明を行った。

b. 工事担当者Aは、協力企業B社により既に端部が系統から切り離され閉止されている撤去対象の耐圧ホース(以下、「撤去対象ホース」という。)と並行して撤去対象外の耐圧ホースが敷設されていることを事前に確認していたことから、二本の耐圧ホースを挟んで作業班長B、作業員C・Dと向かい合った状態で、自分から見て手前側が撤去対象ホースであることを説明した。

- c. 工事担当者Aは、ジャバラハウス内東側に設置されている処理水槽スキッドとRO-3のNo. 4スキッドとの間で、撤去対象ホースの残水を水抜き後、撤去対象ホースに沿って取り外し対象のカムロックを外していくよう作業班長B、作業員C・Dへ指示した。
- d. 工事担当者Aは、撤去対象ホースには、別の工事件名でPE管化工事を請け負っている協力企業B社が、自社と協力企業A社による耐圧ホースの撤去範囲を明確化する目的で、撤去対象ラインの複数箇所に識別標示をしていること、ただし、カムロックの全てには識別標示がされていないことを作業班長B、作業員C・Dへ説明した。
- e. 工事担当者Aは、協力企業B社により既に撤去対象ラインの端部が系統から切り離され閉止されている状態の撤去対象ホースを外す簡単な作業であり、現場で作業班長B、作業員C・Dに対して、撤去対象ホースを説明していることから、撤去対象ラインを間違えることはないと考えた。

(3) 作業開始から事象発生前までの作業状況

- a. 工事担当者A、作業班長B、作業員C・Dは、10月9日8時30分より、撤去対象ホース内にある残水を抜くため、既に端部が閉止されているカムロックの閉止栓を再度取り外し、残水を養生シートに受け仮設水中ポンプにて水抜き（約40L）を実施した。
- b. 作業班長Bは、水抜き作業中に撤去対象ホース及び取り外し対象のカムロックの場所と個数を確認した。
この際、ジャバラハウス内の南側を通過して、約12m離れた位置に取り外し予定のカムロックが1箇所あることを確認した。
- c. 工事担当者A、作業班長B、作業員C・Dは、水抜き作業後、カムロック3箇所の取り外し作業を行った。その後、工事担当者Aは、ジャバラハウス内の西側で作業している別の作業状況を確認するため、その場から離れた。さらに、ジャバラハウス内の西側で作業していた作業員のAPDが鳴動したため、免震重要棟まで同行した。
- d. 作業班長B、作業員C・Dは、次の作業場所へ移動する際、ジャバラハウス内の南側は障害物があり工事用の資材を持って移動できないことから、北側通路を通過して移動を開始した。
- e. 作業班長B、作業員C・Dは、北側通路から次の作業場所へ移動する際、障害物が少なく工事用の資材を持って移動できるRO-3のNo. 1スキッドとNo. 2スキッドの間にある通路を通った。
この際、前方にカムロック（以下、「当該カムロック」という。）が見えたことから、当該カムロックを取り外し対象のカムロックと思い込んだ。
- f. 作業班長Bは、当該カムロックを確認し識別標示はないが、水抜き作業中に事前確認した際、撤去対象ライン上にあるカムロックは1箇所だけであったことから、当

該カムロックが取り外し対象のカムロックであると認識した。

(4) 漏えい発生時の状況

- a. 作業班長B、作業員C・Dは、RO-3のNo. 1スキッドとNo. 2スキッドの間にある当該カムロックを取り外し対象のカムロックと思い込み、取り外し作業を開始したところ、10月9日9時35分頃に漏えいが発生した。
作業班長B、作業員C・Dは、漏えいを止めるために当該カムロックの復旧作業を試みるとともに、別の作業に従事していた作業員に応援を求めた。
- b. 工事担当者Aは、別の作業確認を実施後、東側に戻ろうとした際、ジャバラハウス内に水が溜まっているのに気づいたことから、東側で作業していた場所へ移動し、当該カムロックより水が漏えいしていることを確認した。
- c. 作業員E・Fは、ジャバラハウス内や周辺で別の作業に従事していたが、工事担当者A、作業班長B、作業員C・Dの応援に駆けつけて、水の漏えいを止めるために当該カムロックの復旧を試みたが、廃液供給ポンプが循環運転中であったことから、水圧により、当該カムロックの復旧作業はできなかった。
また、作業員E・Fの他に別の作業に従事していた作業員G・H・I・J・Kも応援に駆けつけ、北側通路付近で待機した。
- d. 委託運転員は、同日9時55分に廃液供給ポンプを手動で停止した。
- e. 運転管理担当者は、同日10時15分頃にRO-3汚染水入口弁を閉操作したことにより、RO-3に汚染水を供給するラインの水圧はなくなった。
- f. 作業班長B、作業員C・Dは、同日10時30分頃に当該カムロックを仮復旧した。
- g. 仮復旧した当該カムロックから微少漏えいが継続したため、同日10時45分頃、一旦当該カムロックを取り外してパッキンを挿入し、当該カムロックを本復旧した結果、同日10時50分に漏えいが停止したことを確認した。

(添付資料-6、7)

5-2. PE管化工事に係わる状況調査

PE管化工事については、協力企業A社と協力企業B社の2社で工事を行っていたことから、PE管化工事に関わる工事契約状況や事前検討などの状況について調査した。

(1) 協力企業A社及びB社との工事契約状況

PE管化工事は、RO装置の信頼性向上対策の一環として、協力企業2社と別々の工事件名で契約し、RO装置全系統の耐圧ホースをPE管へ交換する工事であった。

a. PE管化工事の契約範囲

- ①当社と協力企業A社は、7月3日に、PE管化工事のうち、RO-1及びRO-2について契約を結んだ。なお、この契約には、RO-1及びRO-2の耐圧ホースを撤去する作業が含まれていた。

- ②当社と協力企業B社は、8月23日に、PE管化工事のうちRO-3のPE管敷設について契約を結んだ。なお、施工範囲について検討しドレンラインの耐圧ホースの切り離し後の撤去作業については、協力企業A社にて別途実施することとした。
- ③当社と協力企業A社は、10月2日に、PE管化工事のうち、RO-3の耐圧ホースを撤去する作業について、7月3日の工事契約内容に追加して契約を結んだ。

b. RO-3の耐圧ホースの撤去に係わる作業内容

協力企業2社によるRO-3の耐圧ホースの撤去に関わる作業内容は、以下の通りであった。

- ①協力企業A社：既に端部が系統から切り離され閉止されている耐圧ホースのカムロックの取り外し、水抜き、耐圧ホースの撤去（当該作業）
- ②協力企業B社：RO-3に接続されている耐圧ホースの系統切り離し、閉止栓取り付け（以下、「切り離し作業」という。）
なお、作業工程としては、協力企業B社による切り離し作業後に、協力企業A社にて当該作業を行い、その後、主に協力企業B社でPE管化工事を行う予定であった。

(2) PE管化工事に係る事前検討状況

PE管化工事にあたっては、事前に作業手順や作業内容に応じたリスク評価等の事前検討を行っていた。

a. PE管化工事の前記検討状況

当社は、協力企業A社が実施するRO-3のPE管化工事の中で行われる「RO-3ユニット内の前置ろ過装置（マルチメディアフィルタ：以下、「MMF」という。）周りの遮蔽材取り付け及びラックの設置」に対し、以下の項目について安全事前評価を実施した。

- ①作業中の設備への接触による損傷（漏えい）に対するリスク
- ②被ばく線量に対するリスク
- ③人身安全に対するリスク

なお、当該作業については上記の内容と当該作業における作業内容、作業環境、リスク評価項目の内容が同等であること、また、協力企業B社による耐圧ホースの切り離し作業後に行う作業であり、事前に協力企業B社によって、自社と協力企業A社との撤去対象範囲を明確化する目的で識別標示がしてあることから、安全事前評価を改めて行う必要はないと判断した。

b. 耐圧ホースの撤去作業における識別標示の必要性

耐圧ホースの撤去作業については、過去に周知された不適合事例において、識別不足が原因で発生した不適合事例は、当社工事監理員及び協力企業A社の工事担当者Aに周知されており、識別標示の必要性について認識していた。

なお、協力企業への周知が必要な不適合事象については、定期的に関催する当社と協力企業との会議の場において、当社から協力企業に対して不適合事例の情報提供を行っていた。

また、協力企業では、協力企業内における会議の場などで関係者へ周知していることを確認した。

(3) 当社工事監理員における当該作業の準備状況

- a. 当社、協力企業A社、協力企業B社の3社は、PE管化工事の契約後、9月26日に、PE管化工事における耐圧ホースの撤去範囲について現場調査を実施した。
- b. 当社工事監理員は、協力企業B社が9月30日から10月1日にかけて、RO-3の耐圧ホースの切り離し作業を実施したことを確認した。
- c. 当社工事監理員は、RO-3のPE管化工事における撤去対象範囲については、協力企業B社により既に系統から切り離され閉止されており、耐圧ホース内は残水程度であること、また、協力企業B社が実施した識別標示により、撤去対象範囲の識別がされており、これ以上追加する必要はないと考えた。
- d. 当社工事監理員は、10月2日に、PE管化工事の中で実施した安全事前評価において抽出した機器への誤接触等によるRO-3の機器損傷や漏えいリスクを考慮し、運転管理担当部門にRO-3の停止処置を依頼した。
- e. 当社工事監理員は、10月3日に、工事担当者Aに対して、耐圧ホースの撤去範囲について、図面に明示した資料を説明のうえ引き渡した。

(4) 協力企業A社における当該作業の準備状況

- a. 工事担当者Aは、10月4日に、10月8日から撤去する予定の対象範囲については、協力企業B社により既に端部が系統から切り離され閉止されていることを現場で確認した。
- b. 工事担当者Aは、協力企業B社にて、協力企業A社による耐圧ホースの撤去範囲を明確化する目的で、撤去対象ホースに識別標示がされていることを確認していたことから、撤去作業を行うにあたり、協力企業B社で実施した識別標示が流用できると判断した。
- c. 工事担当者Aは、取り外し対象のカムロック2箇所には、識別標示が無いことを確認していたが、当該作業時に作業員へ説明すれば良いと考えた。

5-3. 身体汚染に係わる状況調査

本事象において、当該カムロックの復旧作業に従事した協力企業A社の作業員6名に身体汚染が発生したことから、身体汚染に係わる状況について調査した。

(1) 事象発生当日の装備状況

- a. 工事担当者Aを除く作業員5名は、防水用スーツ（以下、「アノラック」という。）を装備しており、そのうち2名（作業員C・E）が長靴、残りの3名（作業班長B、作業員D・F）が短靴を装備していた。
- b. 工事担当者Aは、現場にて作業の指示等を行う立場であり、直接作業に従事しないことからカバーオールと短靴の装備であった。

(2) 漏えい発生時及び当該カムロックの復旧作業時における状況

- a. アノラックを装備していた作業員5名は、当該カムロックを取り外した際に汚染水が飛散したこと、及び当該カムロックの復旧作業を行う中でジャバラハウス内の床

面に溜まった汚染水が飛散したことにより、アノラック表面に汚染水が付着するとともに、アノラックや長靴、短靴の隙間から汚染が侵入したものと考えられた。

- b. 工事担当者Aは、当該カムロックの復旧作業を行っているエリアに接近した際、床の水溜まりの跳ね水が履いていた短靴の隙間から汚染が侵入したものと考えられた。

(3) 装備脱衣時における状況

- a. アノラックを装備していた作業員5名は、当該カムロックの復旧作業を終えた後に北側通路で待機していた応援者の補助を受けながら、ジャバラハウスの東側出入口付近でアノラックを脱衣した。

なお、放射線管理員は、作業員5名がアノラックを脱衣する際には、現場に到着していたが、作業靴に汚染が侵入した作業員の靴を脱がせる対応を行っていた。

- b. アノラックを装備していた作業員5名は、アノラックを脱衣する際に表面に付着した汚染水の拭き取り等を行っていなかったことから、脱衣時においてもアノラックや長靴、短靴の隙間から汚染が侵入した可能性が考えられた。

- c. PE管化工事に従事していた協力企業A社の作業員11名は、一旦、協力企業A社の事務所に移動し、協力企業A社の放射線管理員による身体汚染検査を実施したところ、当該カムロックの復旧作業に従事した作業員6名が身体汚染していることを確認した。

(4) 放射線防護指示書による装備の指示状況

- a. 管理区域（管理対象区域を含む）での現場作業を行う場合には、作業時における安全上の防護装備、作業安全項目等に関して、協力企業が作業前に放射線防護指示書を作成し、当社の確認を受けた後に作業を実施することとなっている。

- b. 当該作業の放射線防護指示書について確認したところ、協力企業の放射線管理責任者は、当該作業は既に端部が系統から切り離され閉止されている耐圧ホース内の残水処理と撤去作業であり、残水については養生シートで受けることになっていたことから、汚染水が身体に触れる可能性は少ないと判断し、アノラック着用を指示してはいなかった。

- c. 作業班長Bは、工事担当者Aと、作業当日に実施した作業前の打ち合わせにおいて、仮設ポンプで耐圧ホース内の水を抜く際に、耐圧ホース内の残水が飛散し身体に付着する可能性を考慮して、念のためアノラックを着用するよう作業員に指示した。ただし、可能性としては飛沫程度であると考え、アノラックをビニールテープ等で養生するなどの侵入防止措置までは指示しなかった。

5-4. 漏えい発生後の連絡状況調査

漏えい等の不具合が発生した場合には、現場から速やかに復旧班長へ連絡することとなっているが、本事象においては、漏えい発生から復旧班長への連絡までに時間を要したことから、連絡状況について調査した。

(1) 協力企業A社からの連絡状況

工事担当者Aは、ジャバラハウス内の通信状態が悪くPHSが使用できなかった

ことから、ジャバラハウスの外で作業していた同社の別の工事担当者（以下、「工事担当者B」という。）を介して、同社の工事責任者へ漏えいが発生したことを連絡した。

同社の工事責任者は、漏えい発生連絡を受けて、その状況を10時01分頃に復旧班長へ連絡した。

なお、漏えい発生に関する復旧班長への連絡は、同社工事責任者からの連絡が第一報であった。

(2) 水処理設備制御室からの連絡状況

水処理設備制御室の委託運転員は、漏えい検知器の警報が発生したことを確認し、水処理設備部の運転管理担当者へ連絡したが、復旧班長へは連絡しなかった。

(3) 運転管理担当者からの連絡状況

水処理設備制御室の委託運転員より連絡を受けた運転管理担当者は、実施していた現場パトロールを中断し、ジャバラハウス内へ移動した。

その後、当該カムロックからの漏えいを確認し、漏えい発生等における初動対応（漏えい状況の確認、漏えい停止方法の検討、弁の閉操作など）を優先したことからその間に復旧班長への連絡は行わなかった。

5-5. 廃液供給ポンプの運転状況調査

廃液供給ポンプが循環運転中であったことにより、漏えい発生時にRO-3へ汚染水を供給するラインに水圧がかかり、当該カムロックの復旧作業に時間を要して、漏えい量が拡大する一因となったことから、廃液供給ポンプの運転状況について調査した。

(1) 廃液供給ポンプを循環運転していた状況

事象発生当日は、RO-3の耐圧ホースの撤去作業を行うことから、作業中の機器への接触等による損傷（漏えい）に対するリスクを考慮し、事前にRO-3を停止した。

ただし、廃液供給ポンプについては、待機状態となっているRO-1またはRO-2の運転に備え、循環運転としていた。

(2) 廃液供給ポンプ停止までの状況

水処理設備制御室の委託運転員は、10月9日9時48分に漏えい検知器の警報が発生したことから、運転管理担当者に連絡するとともに、RO-3の状況を確認していた。

その後、監視カメラにてジャバラハウス内の床面に水溜まりがあることを確認したことから、同日9時55分に循環運転中であった廃液供給ポンプを手動停止した。

6. 身体汚染に関する評価結果

(1) 身体汚染の状況

身体汚染が確認された6名について、汚染部位は首より下（あごの下・手・足）であり、頭部を含む顔面に汚染は確認されなかったが、念のため、ホールボディカウンタを受検し、内部被ばくが無いことを確認した。

(2) 被ばく線量の評価

- a. 身体汚染が確認された6名について、協力企業A社にて被ばく線量評価を実施した結果、1年間の実効線量、5年間の累積実効線量、等価線量（眼の水晶体及び皮膚）とともに、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関して必要な事項を定める告示」第5条で定める線量限度を超えていないことを確認した。
- b. 身体汚染が確認された6名については、事象発生当日に汚染部位の除染が完了した後、発電所構内より退域した。
- c. 身体汚染が確認された6名のうち1名については、事象発生当日に退域基準（13000cpm）以下まで除染できたものの、その範囲内で比較的高い汚染部位（12400cpm）があったことから、念のため、協力企業A社にて測定を継続した。その後、汚染部位の除染を行い、10月24日に退域基準を十分に下回る値（7500cpm）であることを確認したことから、念のため、協力企業A社は10月24日までの期間を汚染による皮膚等価線量の評価対象期間とした。
なお、皮膚等価線量の評価後に医師による診察を実施したが、皮膚の異常は確認されなかった。

（添付資料－8）

7. 原因分析結果

「5. 状況調査結果」で確認した事実をもとに、関係者への聞き取り調査等から得られた情報を整理し、今回の事象の発生抑制の観点からルール違反している事項、通常とは異なるやり方を行っている事項、第三者から見て問題となる事項を問題点として、直接原因及び背後要因を抽出した。

7-1. 当該カムロックからの漏えい発生における原因分析結果

(1) 直接原因

- a. 取り外し対象の識別標示不備と誤認識
 - ①取り外し対象のカムロックに識別標示がなかった。
 - ②作業班長Bは、当該カムロックを、取り外し対象のカムロックと思い込み取り外した。
- b. 当該カムロックのラインに対する安全処置不十分
廃液移送ラインがインサービス（加圧）されていた。

(2) 背後要因

- a. 識別標示の不備
取り外し対象のカムロックに識別標示がされていなかったこと、また、当該カムロックを取り外し対象と思い込んだ背景について、当社工事監理員及び協力企業A社へ聞き取りを行った。
 - ①当社工事監理員は、協力企業A社が実施する当該作業において、協力企業B社が耐圧ホースの撤去範囲を明確化する目的で実施した識別標示が、取り外し対象のカムロックにはついていなかったものの、取り外し対象ラインにはついていたことから、標示を流用できると考えた。

- ②工事担当者 A は、二本の耐圧ホースが並行し、且つROスキッドが障害となり現場全体を視認できず、ラインを誤認識し易い状況であったが、識別標示がされている同一ラインをたどっていけば識別標示がない取り外し対象のカムロックについても確認できると考えた。
- ③作業班長 B は、事前に取り外し対象のカムロックを確認していたものの、RO装置スキッドナンバーの表示が小さく見つらなかったために、RO装置スキッドと取り外し対象のカムロックの位置関係を正確に把握していなかった。

b. 当該カムロックのラインに対する安全処置不十分

隣接する耐圧ホースの隔離に関する安全処置を実施していなかった背景について、当社工事監理員への聞き取りを行った。

- ①当社工事監理員は、当該作業では取り外し対象のラインに識別標示がされていたことから、取外し対象のカムロックの間違いによるリスクは想定しなかったため、隣接する耐圧ホースについて隔離の必要性については検討せず、設備安全・設備保護等の観点からRO-3の停止のみを運転管理部門に依頼した。
- ②当社主管グループでは、作業許可書（以下、「PTW*」という。）の運用を行う仕組みが無かったため、同グループの工事監理員が作成した安全処置が十分に審査されていなかった。

※ PTW: Permit To Work の略→設備保全箇所が、設備の保全作業等を実施するために、作業実施期間、及び設備安全の確保と作業安全に関する安全処置について、設備管理箇所に対して、これを申請し、設備管理箇所は設備及び作業に関する安全処置内容を審査し、安全処置を実施（確保）した上で、当該作業の実施の許可を得るために発行する文書。

c. 安全事前評価の実施が不十分（直接原因に対する共通の背後要因）

- ①当社主管グループメンバーは、当該作業に関する安全事前評価について、重要設備等の近傍における作業であること、また3H*作業（初めて、変化、久しぶり）であることを認識していたが、RO-3を停止することで作業エリア周辺の重要な設備・機器（ここでは隣接の耐圧ホース）に影響を与えるリスクを排除できると考えたため、実施しなかった。

※ 3H作業とは、福島第一原子力発電所の安全事前評価において、人身安全、設備安全ならびに原子力安全の確保に万全を期する目的で、福島第一特有のミスや失敗を起こしやすい状況を簡潔にまとめた標語。以下に主な作業または状況のことを指す。

- 初めて（はじめて）：他発電所等で実績のある作業であっても、福島第一環境下で初めて行う作業
- 変化（へんか）：作業エリア周辺の重要な設備・機器に対して状態を変化させるおそれのある作業
- 久しぶり（ひさしぶり）：福島第一環境下の同一作業であっても、前回作業から一定期間が経過した久しぶりを行う作業

- ②当社主管グループのマネージャーは、RO-3に関わる作業の安全事前評価は、「RO-3ユニット内のMMF周りの遮蔽材取り付け及びラックの設置」において実施しており、近傍の重要設備への誤接触等のリスクについては評価していたこと、また当社工事監理員より、現場を確認したところ識別標示が十分であるとの報告を受けていたため、改めて実施する必要はないと判断した。

（添付資料－9）

7-2. 身体汚染発生における原因分析結果

(1) 直接原因

a. 汚染防止対策の不足

- ①作業班長 B 及び作業員 C・D は、当該カムロックから汚染水が漏えいした際に、直ぐにその場から待避しなかった。
- ②作業班長 B 及び作業員 C・D・E・F は、装備が不十分のまま止水作業を行った。

b. 脱衣方法の不備
アノラック外側に付着した汚染水を拭き取らずに脱衣した。

(2) 背後要因

a. 汚染防止対策の不足

協力企業 A 社は、汚染水の漏えいが発生した際に、漏えいの拡大防止を最優先と考え、汚染水を扱う作業として定められた装備をしない状況で、止水作業を行った。

b. 脱衣方法の不備

- ①脱衣を補助した作業員は、作業班長 B 及び作業員 C・D・E・F のアノラックを脱衣させる際に、本来実施すべき汚染水が付着した場合の拭き取りを行わなかった。
- ②放射線管理員は、作業靴に汚染が侵入した作業員の靴を脱がせる対応を行っており、脱衣を補助した作業員がアノラックの汚染水を拭き取るだろうと思い、アノラック表面に付着した汚染水の拭き取りを指示しなかった。

(添付資料-10)

7-3. 漏えい発生後の復旧班長への連絡が遅くなったことにおける原因分析結果

(1) 直接原因

a. 緊急時の連絡体制の不備

- ①作業班長 B 及び作業員 C・D は、事象発生当時、当該カムロックを外した際、漏えいによる影響が大きくなるよう当該カムロックの復旧を優先したことから復旧班長に連絡しなかった。
- ②工事担当者 A は、漏えいしたエリアが PHS の通話圏外であったため、復旧班長に自ら直接連絡することができなかった。
- ③委託運転員は、漏えい検知警報の発報を確認したが、直接、復旧班長に連絡しなかった。

(2) 背後要因

a. 緊急時の連絡体制の不備

- ①作業班長 B 及び作業員 C・D は、緊急時の連絡は工事担当者 A が連絡をするものと思っていた。
- ②工事担当者 A は、PHS を所持していたが、漏えいが発生したエリアが通話圏外であったため、急遽、ジャバラハウス外で携帯電話を所持していた工事担当者 B に、工事責任者から復旧班長へ連絡してもらうよう依頼した。協力企業 A 社では、緊急時の連絡体制（発見者が復旧班長に連絡）は周知されていたが、徹底されず、社内への連絡が優先された。
- ③工事担当者 A は、ジャバラハウス近傍には PHS 通話可能エリアが存在したが、この情報については知らなかった。
- ④当社は、ジャバラハウス近傍における PHS 通話可能エリアについて、社員向けに周知は行っていたが、協力企業への周知は十分に行っていなかった。
- ⑤当社は、委託運転員に対して、「事故・火災・人身災害発生時の連絡体制」（発見

者が復旧班長に連絡)について周知していた。しかし、運用としては運転管理担当者経由で復旧班長に連絡することとなっていた。

(添付資料-11、12)

8. 対策

原因分析結果により明らかにされた直接原因及び背後要因に対して、以下の対策を実施した。

8-1. 当該カムロックからの漏えい発生における対策

(1) 調達における識別標示に係る要求事項の明確化

- a. 当社は、改造工事等で重要系統のケーブルや配管等の取り外し・取り付けを行う場合は、対象の明確化及び対象の誤認防止の観点から、識別標示を確実にを行い、当社工事監理員が、取り外し・取り付け対象に識別標示がされていることを確認する旨を、工事追加仕様書に記載した。
- b. 当社は、元請け企業に対して、調達要求に基づき、識別標示に関する要求事項及び識別標示を作業工程における品質管理上のホールドポイントとして位置づけ、当社工事監理員の確認を受けることを施工要領書に記載するよう依頼した。

(2) 当社は、RO装置の見やすい箇所に、各スキッド番号の識別（スキッドナンバーの掲示）を行うとともに、識別表示の文字を大きくした。

(3) 安全事前評価の実施要否と運用の明確化

- a. 当社は、福島第一安全事前評価ガイド（以下、「評価ガイド」という。）に基づく安全事前評価の実施要否及び評価上のランクの考え方について、3H（初めて、変化、久しぶり）の観点で的確にリスクが抽出されるよう、評価ガイドの見直しを行った。
なお、具体的には、一連の作業において、3Hの都度リスクの抽出を行うことや安全事前評価の実施要否及びランク選定の判断材料として、安全事前評価の実施例を評価ガイドに記載した。
- b. 当社は、安全事前評価にて抽出されたリスクが、作業時に低減されるように仕組みとして評価ガイドに記載した。具体的には、当社の設備所管グループが作成するPTWの安全処置等の検討に的確に反映されるようにするため、作業に必要な安全処置について図面、現場調査等を基に検討を行うことや、安全事前評価で抽出されたリスクを、元請企業が行う事前検討会やTBM-KYにおいて当社と協力企業で共有し、リスク低減対策を実施するようにした。

(4) 安全処置審査を行う仕組みの構築

当社は、抽出されたリスクを安全処置に十分に反映できるよう、運転部門に移管されていない設備を運用・管理する全てのグループにおいて、PTWが適切に運用される仕組み（工事監理部門で作成・審査した安全処置を運転部門が審査を行うこと）を構築した。

8-2. 身体汚染発生における対策

- (1) 当社は、定期的を開催する当社と協力企業との会議の場において、協力企業に対して次の事項を依頼するとともに、当社社員に対し、社内イントラ等にて周知した。
 - a. 漏えい事象が発生した際、漏えい発生前の装備では身体汚染が発生する可能性がある場合には、汚染防止の観点から、一旦、漏えい発生場所から離れること。また、止水等の復旧作業の際は、適切な防護装備を着用したうえで作業を行うこと。
 - b. 汚染水が付着した作業員のアノラックを脱衣する場合において、放射線管理員は放射線管理補助員等に対して、汚染水を拭き取るなどの適切な脱衣手順について指導すること。

8-3. 漏えい発生後の復旧班長への連絡が遅くなったことにおける対策

- (1) 社内関係者に、事故・火災等が発生した場合には「事故・火災・人身災害発生時の連絡体制」に基づき速やかに復旧班長に連絡するよう、社内イントラ等を通じて再周知した。
- (2) 当社は、定期的を開催する当社と協力企業との会議の場において、協力企業に対して次の事項を依頼した。
 - a. 工事共通仕様書にて当社が要求している「発電所で定められた連絡先」が「事故・火災・人身災害発生時の連絡体制」であることを再周知すること。
 - b. 施工要領書に「事故・火災・人身災害発生時の連絡体制」に基づき、協力企業にて作成した役割分担を明確にした連絡体制を添付すること。
 - c. 緊急時連絡体制を常に維持するべく通信手段（PHSまたは携帯電話）を確保すること、また、役割分担にて定められた者が現場を離れる際は、代務者を指名して常に連絡体制を維持すること。
- (3) 当社は、PHS及び携帯電話の通話可能エリアについてマップを整備するとともにその内容について社内イントラ等を通じて当社社員及び協力企業に周知した。

9. 添付資料

- 添付資料-1 RO-3からの漏えいに係わる時系列
- 添付資料-2 淡水化装置概略系統図
- 添付資料-3 RO-3ジャバラハウス内の漏えい状況及び漏えい量
- 添付資料-4 協力企業作業員の線量実績及び汚染状況
- 添付資料-5 ジャバラハウス内の除染結果
- 添付資料-6 PE管化工事の耐圧ホース撤去作業におけるカムロック取外し状況
- 添付資料-7 漏えい発生前後の現場作業状況及び配置状況
- 添付資料-8 身体汚染者の等価線量評価結果
- 添付資料-9 当該カムロックからの漏えい発生における背後要因図
- 添付資料-10 身体汚染発生における背後要因図
- 添付資料-11 漏えい発生後の復旧班長への連絡が遅くなったことにおける背後要因図
- 添付資料-12 漏えい発生後の復旧班長への連絡状況

以 上

RO-3からの漏えいに係わる時系列

平成25年10月 9日

- 7:15～ 協力企業控室にてTBM-KYを実施
- 8:10～ 現場にて現場KY及び作業内容の説明を実施
(工事担当者1名、作業班長1名、作業員2名)
- 8:30～ ジャバラハウス内にて作業開始(作業班長1名、作業員2名)
- 9:35頃 PE管化工事で取り外す予定の耐圧ホースとは別の耐圧ホースのカムロックを誤って外したため、漏えいが発生
誤って取り外したカムロックの復旧作業を開始
※当該作業に従事していた3名に加え、当該作業の工事担当者1名及び別の作業に従事していた作業員2名が応援に駆けつけ復旧作業を実施。他に5名の作業員も応援に駆けつけたが現場付近で待機。
- 9:48 水処理設備制御室にいる委託運転員が、ジャバラハウス内の漏えいを検知する警報が発生したことを確認し、当社社員(水処理設備の運転管理担当者)へ連絡
- 9:51 現場付近にいた別の工事担当者(同一協力企業)が、当該作業の工事担当者より依頼を受け、協力企業控室にいる工事責任者へ漏えいが発生した旨を連絡
- 9:55 当社社員が現場へ出向し、ジャバラハウス内の床面に水溜まりがあることを確認
- 9:55 委託運転員が監視カメラにてジャバラハウス内で漏えいがあることを確認し、循環運転中の廃液供給ポンプを手動停止
- 10:01頃 工事責任者から復旧班長(緊急時対策本部)へ連絡
復旧班長から工事責任者へ、漏えい状況(量と範囲)を確認するとともに、安全を最優先のうえ、可能であれば漏えいを止めることを依頼
- 10:15頃 当社社員が廃液供給ポンプ出口側にあるRO-3汚染水入口弁を閉操作
- 10:45頃 誤って取り外したカムロックを復旧
- 10:50 漏えいが停止したことを確認
- 17:15 カムロックの復旧作業に従事していた作業員6名が身体汚染(顔面汚染はなし)していることを確認したが、除染を行い最終的に発電所構内より退構

平成25年10月11日

- 15:46 RO-3を起動して運転時の圧力による通水確認を行い、漏えい等の異常がないことを確認した後、RO-3による処理を再開

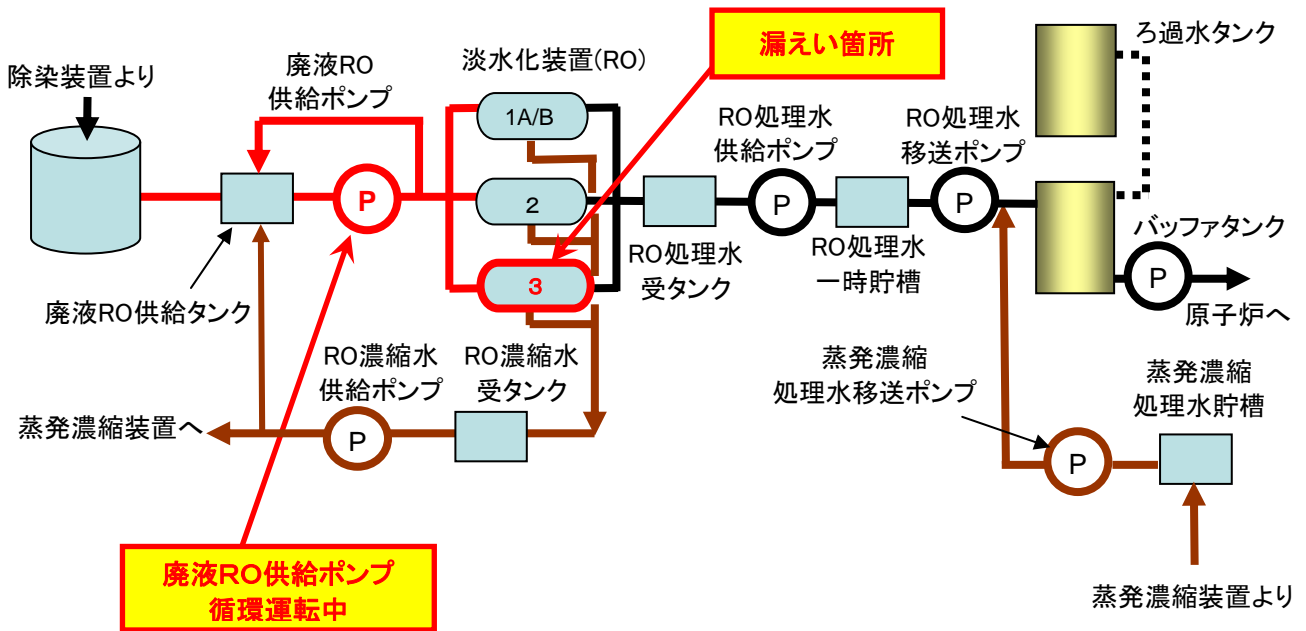
平成25年10月9日16時頃～10月11日13時頃

漏えいした(ジャバラハウスに設置した堰内に溜まっている)水の回収作業を実施

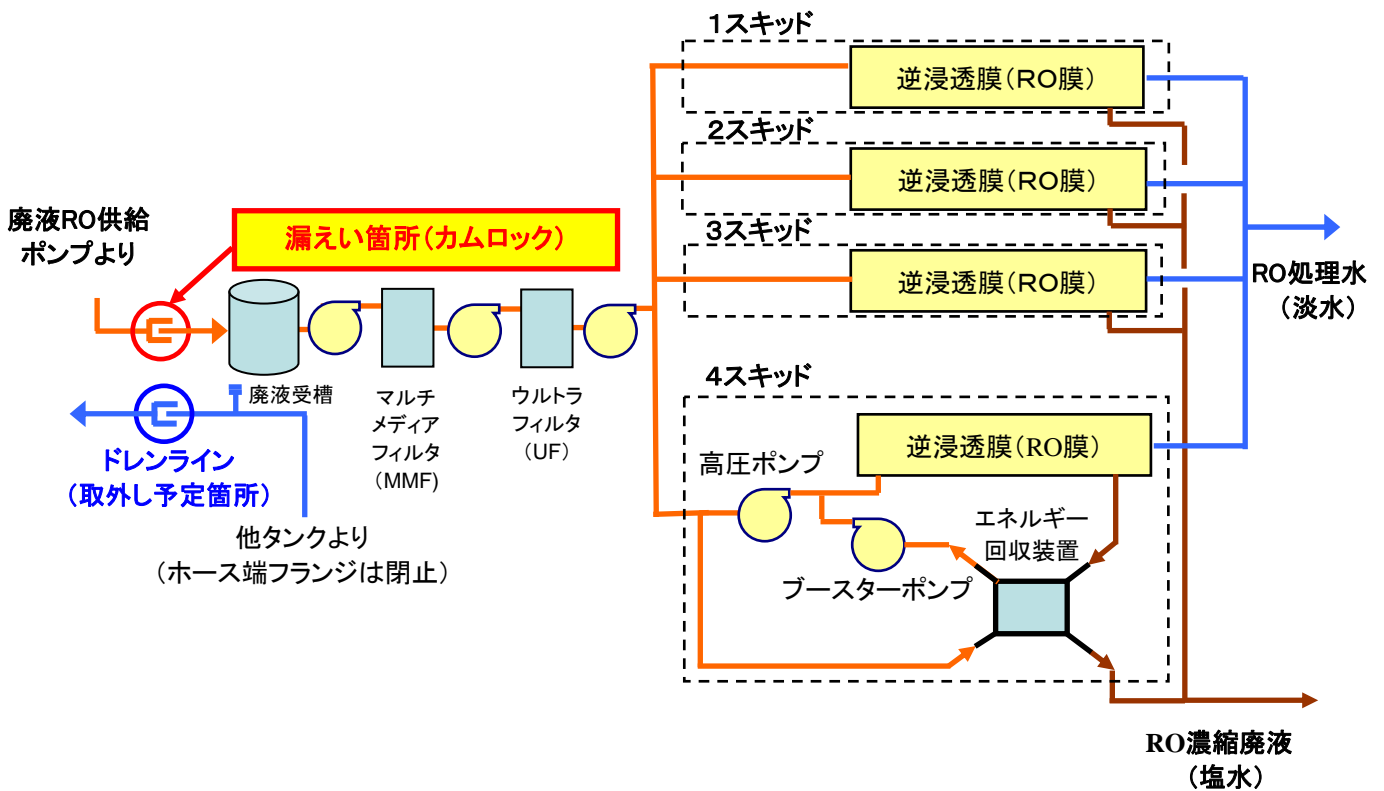
平成25年10月10日～10月15日

ジャバラハウス内全域の除染を実施

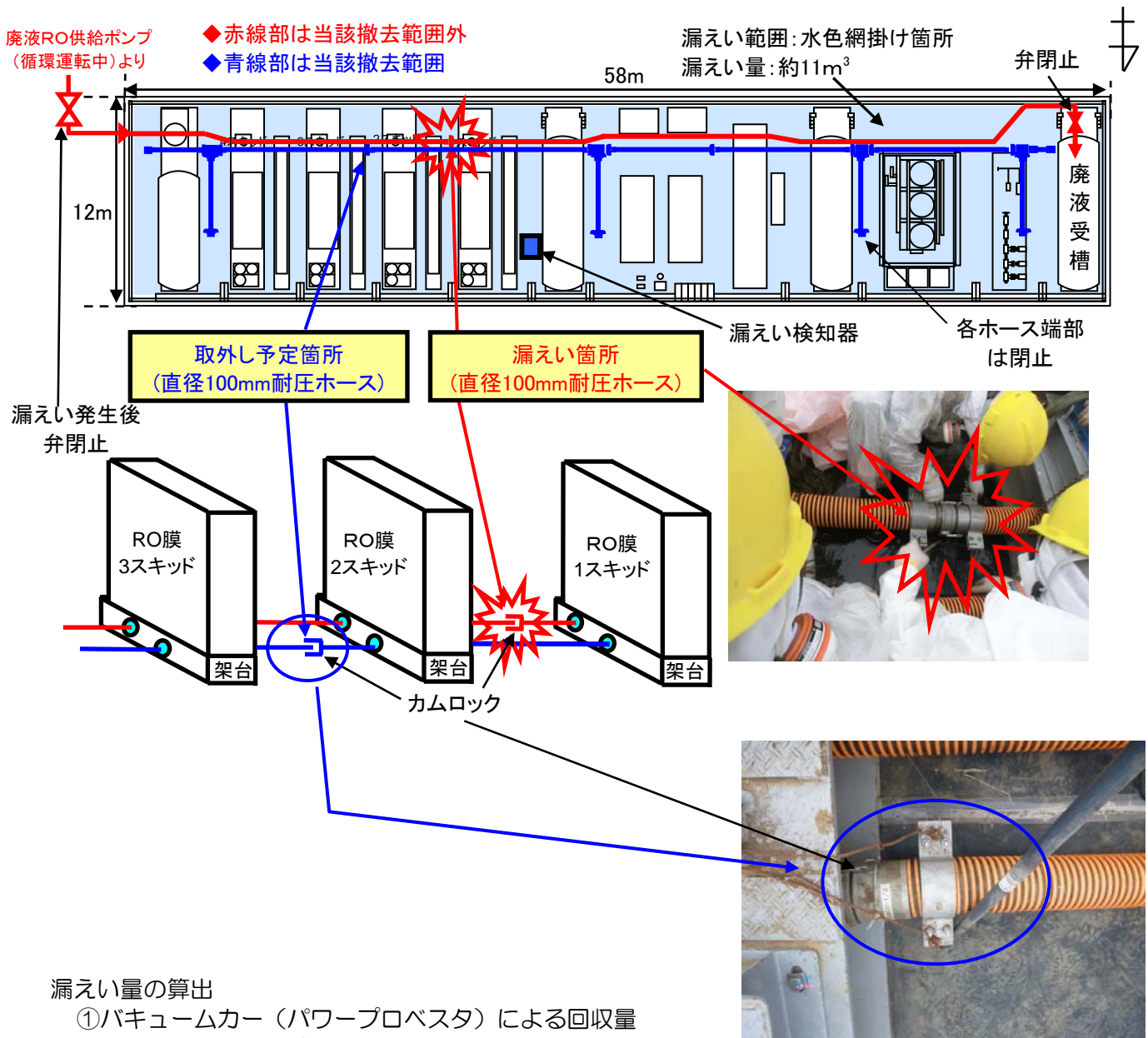
淡水化装置概略系統図



RO-3ジャバラハウス内の構成



RO-3ジャバラハウス内の漏えい状況および漏えい量



漏えい量の算出

- ①バキュームカー (パワープロベスタ) による回収量
 - ・ 1回目: 5.0m³ (10月 9日 18時 15分回収分)
 - ・ 2回目: 3.0m³ (10月 9日 20時 30分回収分)
 - ・ 3回目: 2.3m³ (10月 10日 19時 43分回収分)
 - ・ 合計: 10.3m³

- ②残水分の回収量
 - ・ バケツ等による仮設タンクへの回収量: 0.4m³
 - ・ 吸着マットや紙ウエス等による回収量: 0.4m³
 - ・ 合計: 0.8m³

③回収量合計

①10.3m³+②0.8m³=11.1m³
 漏えい量=約 11m³

協力企業作業員の線量実績および汚染状況

協力企業 作業員	作業時の装備 (全面マスク、ゴム手袋 2枚、軍手は全員着用)		線量実績 (APD値)		身体汚染 (除染前)			除染状況 (除染後)	
			ガンマ線量	ベータ線量	有無	汚染部位	測定値	汚染部位	測定値
工事担当者A	カバーオール	短靴	0.30 mSv	0.2 mSv	有	左足かかと	90kcpm	左足かかと	<4Bq/cm ² *1
作業班長B	アノラック	短靴	0.15 mSv	1.2 mSv	有	下腹部 —	25kcpm —	— 左上腕	— 2.8kcpm
作業員C	アノラック	長靴	0.15 mSv	0.7 mSv	有	尻 —	10kcpm —	尻 左足ふくらはぎ	0.9kcpm 2.0kcpm
作業員D	アノラック	短靴	0.12 mSv	0.6 mSv	有	右足裏	4kcpm	右足裏	0.9kcpm
作業員E (応援者*2)	アノラック	長靴	0.42 mSv	0.7 mSv	有	左足太もも 腹部	18kcpm 4kcpm	左足太もも 腹部	1.0kcpm 1.0kcpm
作業員F (応援者*2)	アノラック	短靴	0.12 mSv	0.2 mSv	有	右足裏 左足裏	40kcpm 60kcpm	右足裏 左足裏	11.0kcpm 12.4kcpm
作業員G (応援者*2)	アノラック	短靴	0.19 mSv	0.0 mSv	無	—	—	—	—
作業員H (応援者*2)	アノラック	短靴	0.47 mSv	0.0 mSv	無	—	—	—	—
作業員I (応援者*2)	アノラック	短靴	0.48 mSv	0.0 mSv	無	—	—	—	—
作業員J (応援者*2)	アノラック	短靴	0.31 mSv	0.0 mSv	無	—	—	—	—
作業員K (応援者*2)	アノラック	短靴	0.47 mSv	0.0 mSv	無	—	—	—	—

※1：体表面モニタにより退出

※2：別の作業に従事していた作業員

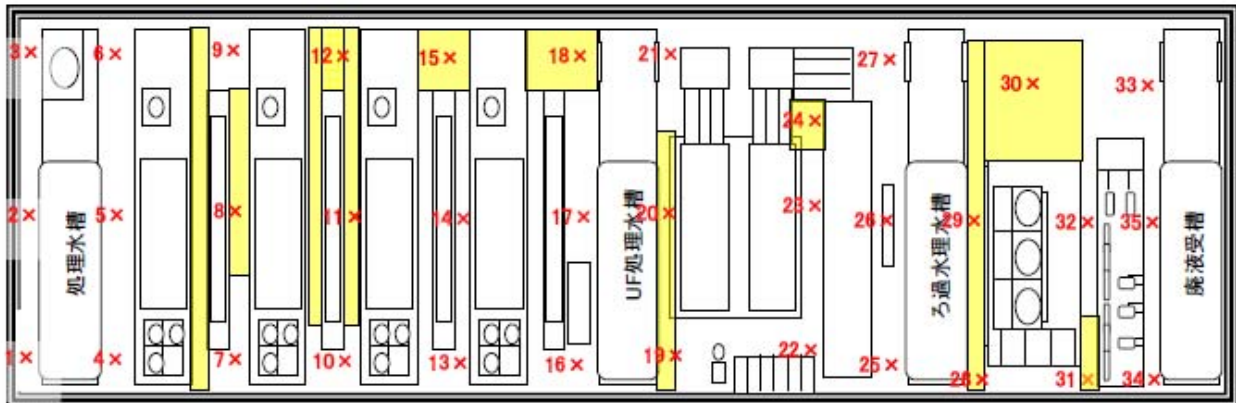
ジャバラハウス内の除染結果

放射線管理記録

作業件名	1F-1~4号機 RO装置濃縮水ライン他PE管化工事				測定項目	<input checked="" type="checkbox"/> γ <input type="checkbox"/> スミヤ <input type="checkbox"/> ダスト <input checked="" type="checkbox"/> β
測定場所	Cエリア RO-3蛇腹ハウス 室 I17				測定者	
作業内容 (測定目的)	水回収、除染				測定器	1F-ICW-46 1F-ICWBL-23
測定日時	除染前:平成25年10月10日 20:00 除染後:平成25年10月15日 9:00				区域区分	線量-1, 2, 3 汚染-A, B1, B2, C, D
件名 コード	RWA 番号	B130HM	電気 出力	— MW	原子炉 停止後	— 日
					防護装備	一般作業服・A, B1, B2, C ゴム手袋・(タイベック) タイラック (アラック) (上) (下)・マスク(全面・フット)

× : 空間線量当量率 (mSv/h) ・ : 表面線量当量率 (mSv/h) ○ : スミヤポイント (Bq/cm²) △ : ダストポイント (Bq/cm³) ※ハウス内、長靴履き替え

【RO-3】新設蛇腹ハウス



■ : ゴムマット追加敷設箇所

測定記録は、別紙-1.2 参照

別紙-1

単位: mSv/h

測定ポイント	測定項目	床表面 (除染前/除染後)	床上1.2m (除染前/除染後)	備考
1	γ線量率	0.08/0.11	0.03/0.03	
	β線量率	2.22/2.19	0.27/0.07	
2	γ線量率	0.10/0.09	0.04/0.03	
	β線量率	1.40/1.41	0.16/0.07	
3	γ線量率	0.25/0.19	0.06/0.05	
	β線量率	3.25/3.81	0.24/0.15	
4	γ線量率	0.20/0.07	0.03/0.02	拭き取り除染実施
	β線量率	5.80/1.53	0.47/0.38	
5	γ線量率	0.26/0.10	0.03/0.03	拭き取り除染実施
	β線量率	6.74/1.30	0.47/0.27	
6	γ線量率	0.27/0.07	0.025/0.03	拭き取り除染実施
	β線量率	5.23/1.93	0.575/0.47	
7	γ線量率	0.30/0.15	0.03/0.02	ゴムマット追加敷設
	β線量率	7.70/0.05	0.47/0.18	
8	γ線量率	0.18/0.025	0.015/0.02	ゴムマット追加敷設
	β線量率	6.32/0.475	0.385/0.18	
9	γ線量率	0.35/0.15	0.04/0.06	ゴムマット追加敷設
	β線量率	6.65/4.35	0.76/0.74	
10	γ線量率	0.08/0.10	0.03/0.025	
	β線量率	2.02/2.00	0.47/0.575	
11	γ線量率	0.35/0.025	0.03/0.015	ゴムマット追加敷設
	β線量率	9.65/0.475	0.97/0.385	
12	γ線量率	0.08/0.12	0.04/0.04	
	β線量率	1.42/2.18	0.96/0.56	
13	γ線量率	0.09/0.08	0.03/0.03	
	β線量率	2.31/2.32	0.67/0.97	
14	γ線量率	0.16/0.09	0.03/0.02	
	β線量率	3.34/2.11	0.67/0.38	
15	γ線量率	0.30/0.30	0.08/0.06	ゴムマット追加敷設
	β線量率	6.70/0.30	1.92/0.44	
16	γ線量率	0.15/0.07	0.08/0.07	
	β線量率	2.35/1.63	0.52/0.63	
17	γ線量率	0.05/0.05	0.11/0.05	
	β線量率	1.25/1.55	0.19/0.25	
18	γ線量率	0.30/0.04	0.10/0.07	ゴムマット追加敷設
	β線量率	6.20/0.16	1.00/0.33	
19	γ線量率	0.35/0.13	0.20/0.28	ゴムマット追加敷設
	β線量率	16.65/1.47	0.60/1.02	
20	γ線量率	0.45/0.15	0.85/0.35	ゴムマット追加敷設
	β線量率	4.55/0.15	0.65/0.05	
21	γ線量率	0.25/0.25	0.20/0.17	
	β線量率	0.55/1.05	0.40/0.83	
22	γ線量率	0.50/0.30	0.50/0.35	
	β線量率	2.50/0.90	0.70/0.55	
23	γ線量率	0.80/0.75	0.80/0.70	
	β線量率	0.80/0.95	0.60/0.30	
24	γ線量率	0.40/0.25	0.60/0.20	ゴムマット追加敷設
	β線量率	4.60/0.25	1.40/0.60	

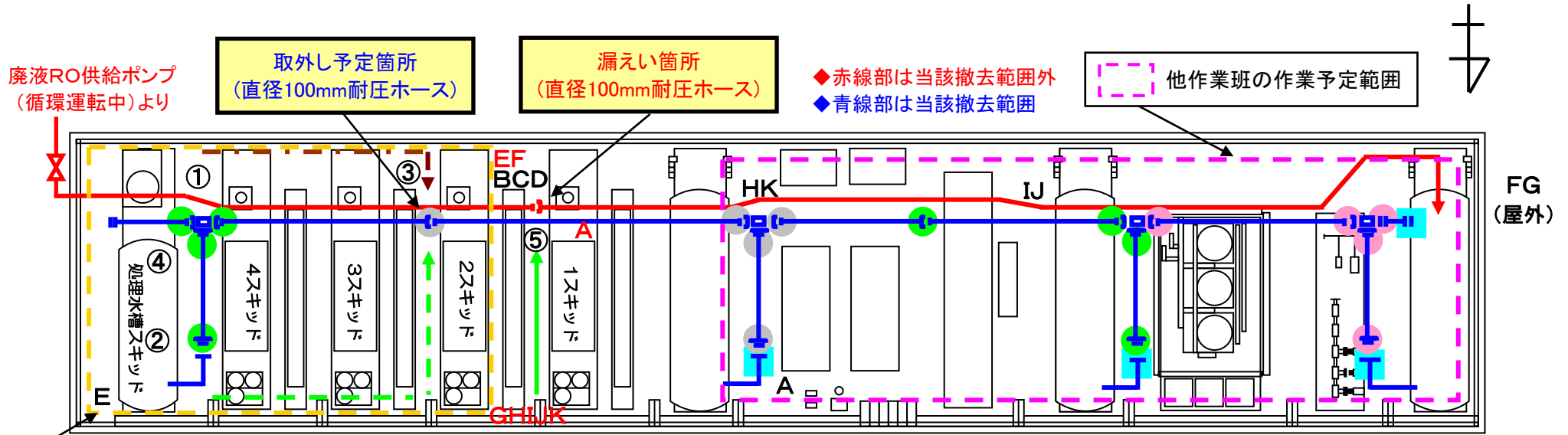
PE管化工事の耐圧ホース撤去作業におけるカムロック取外し状況



撤去識別表示例(〇〇社撤去ライン)

- : 9/30, 10/1別企業にて取外し・閉止済み
- ➡ : 撤去識別表示の取付けあり
- ➡ : 撤去識別表示の取付けなし(2箇所)
- : 10/8取外し済(5箇所)
- : 10/9取外し済(8箇所)
- : 残りの取外し予定箇所(5箇所)

漏えい発生前後の現場作業状況および配置状況

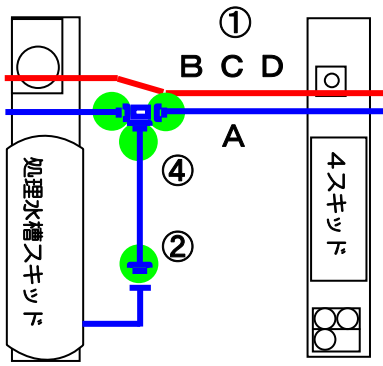


22

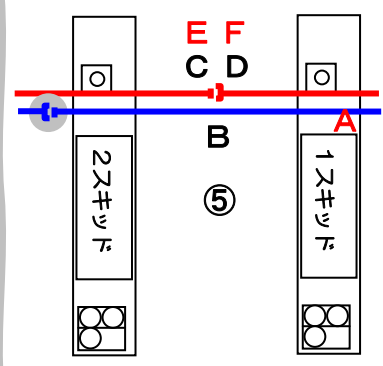
当該作業班の作業予定範囲

漏えい発生時の配置状況
 A: 工事担当者 B: 作業班長
 C~D: 作業員 E~K: 応援者
 (赤字は漏えい発生後の配置状況)

- ① 現場KYを実施後、工事担当者Aから作業班長B、作業員C・Dに撤去対象の耐圧ホース、取外し対象カムロックの説明を実施。
- ② 仮設ポンプにより撤去対象ホース内残水の水抜き作業を実施。
- ③ 作業班長Bが、離れた場所にある取り外し対象カムロック1箇所を確認。
- ④ カムロック3箇所の取外し作業を実施。作業終了後、作業班長B、作業員C・Dは北側通路を通過して次の作業場所（漏えい発生箇所）に移動したが、工事担当者Aは別の作業状況を確認するために別行動。
- ⑤ カムロックの取外し作業を開始したところ、漏えいが発生。漏えい発生後、工事担当者A、応援者（他班の作業員）E・Fは復旧作業を応援。また、応援者G~Kは漏えい箇所の北側通路で待機。



現場KY時 (作業前) の配置状況



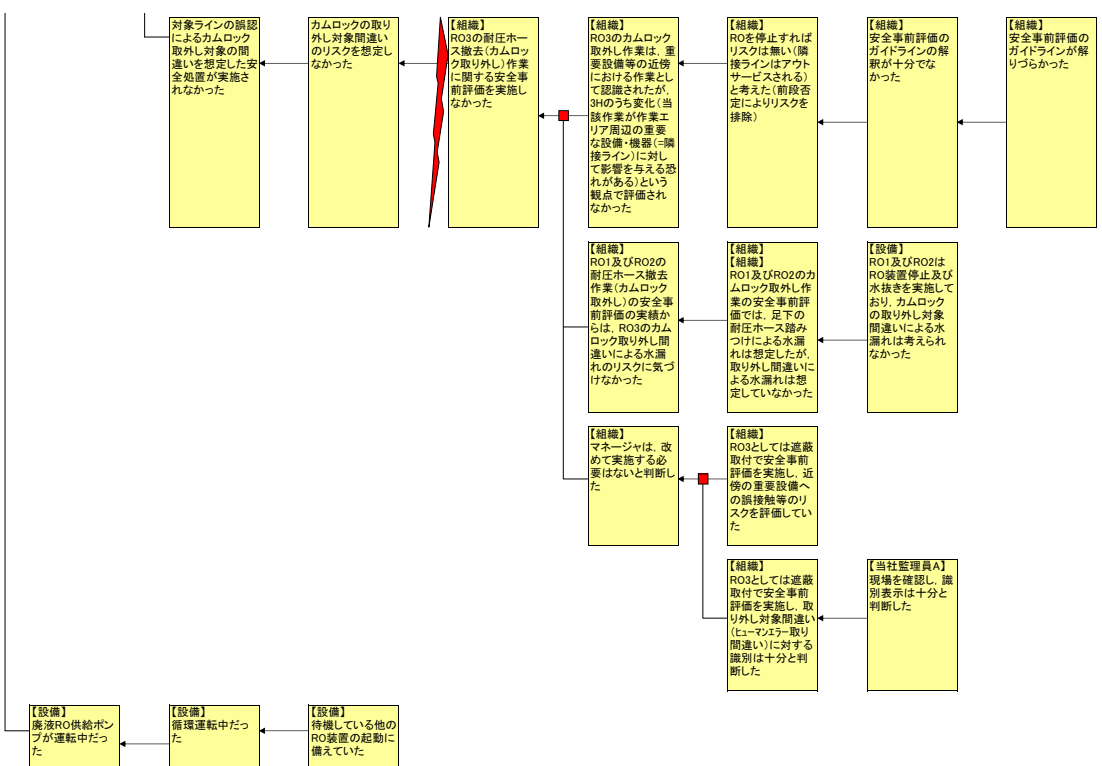
漏えい発生後の配置状況詳細




身体汚染者の等価線量評価結果

協力企業 作業員	最大汚染 部位	作業当日の線量実績 (APD)		汚染による 皮膚 等価線量 (mSv)	当日の作業線量 (mSv)			平成25年度線量状況 (mSv)			5年間 の累積 実効線量 (mSv)	
		ガンマ 線量 (mSv)	ベータ 線量 (mSv)		実効線量	等価線量 (皮膚)	等価線量 (水晶体)	実効線量	等価線量 (皮膚)	等価線量 (水晶体)		
工事担当者A	左足 かかと	0.30	0.2	4.8	0.35	5.3	0.5	9.13	20.0	11.1	14.02	
作業班長B	下腹部	0.15	1.2	1.1	0.18	2.5	1.4	10.81	25.1	22.8	49.35	
作業員C	尻	0.15	0.7	0.5	0.16	1.4	0.9	2.55	3.8	3.3	3.51	
作業員D	右足裏	0.12	0.6	0.1	0.13	0.8	0.7	10.28	20.6	18.5	46.27	
作業員E (応援者※1)	左足 太もも	0.42	0.7	0.8	0.44	1.9	1.1	4.83	8.5	5.5	8.45	
作業員F (応援者※1)	左足裏	0.12	0.2	46.7※2	0.18	5.5	0.3	2.93	50.0	2.6	31.28	
								告示線量限度 (mSv)	50	500	150	100

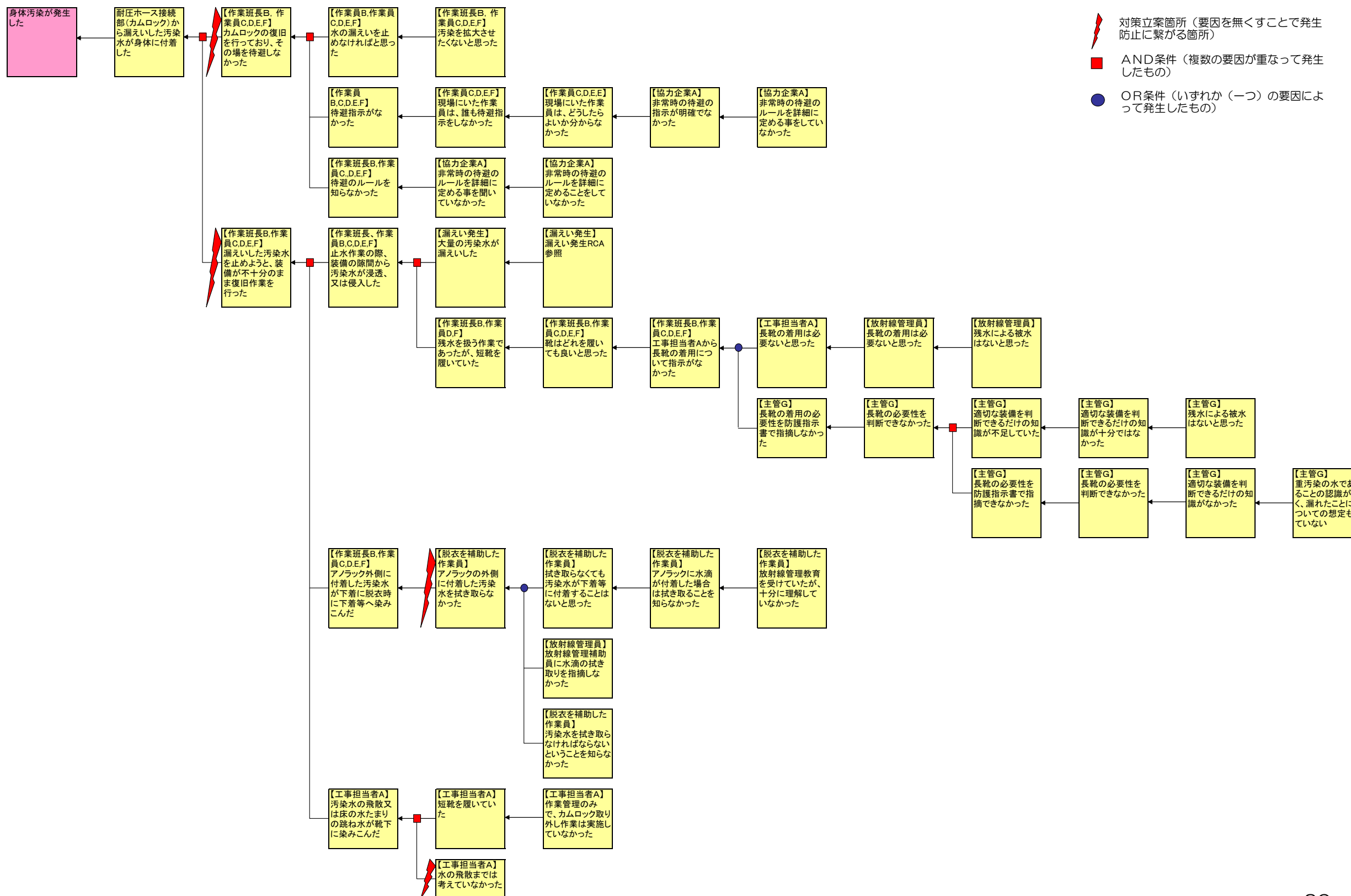
※1：別の作業に従事していた作業員

※2：事象発生当日の退域時に足のつめの部分が12400cpmであったことから、念のため、協力企業A社にて退域基準(13000cpm)を十分に下回る7500cpmになるまで線量評価を行い、これを汚染による皮膚等価線量とした。なお、皮膚等価線量は、電離放射線障害防止規則に基づき評価している。

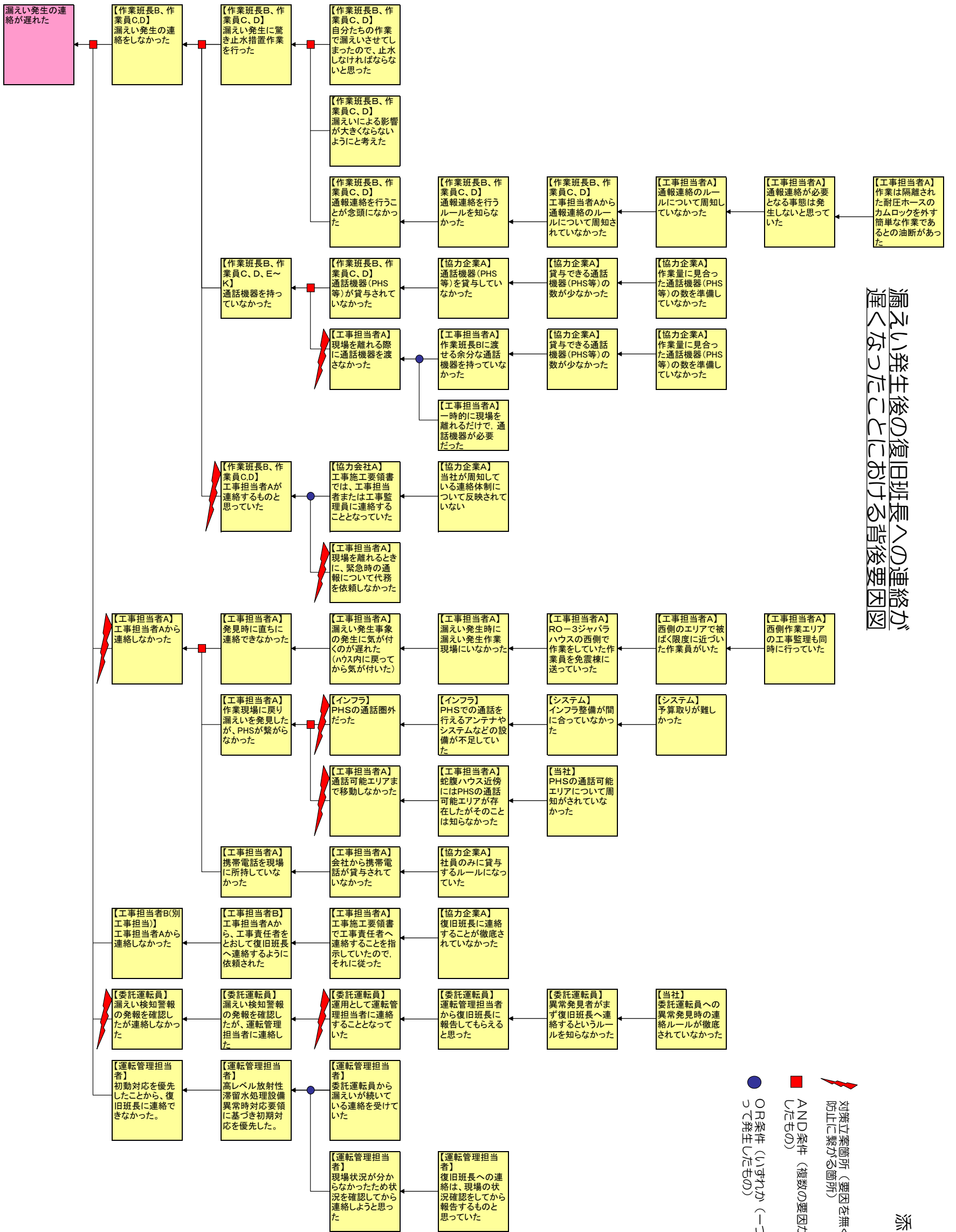


-  対策立案箇所 (要因を無くすことで発生防止に繋がる箇所)
-  AND条件 (複数の要因が重なって発生したものの)
-  OR条件 (いずれか(一つ)の要因によって発生したものの)

身体汚染発生における背後要因



(問題点)

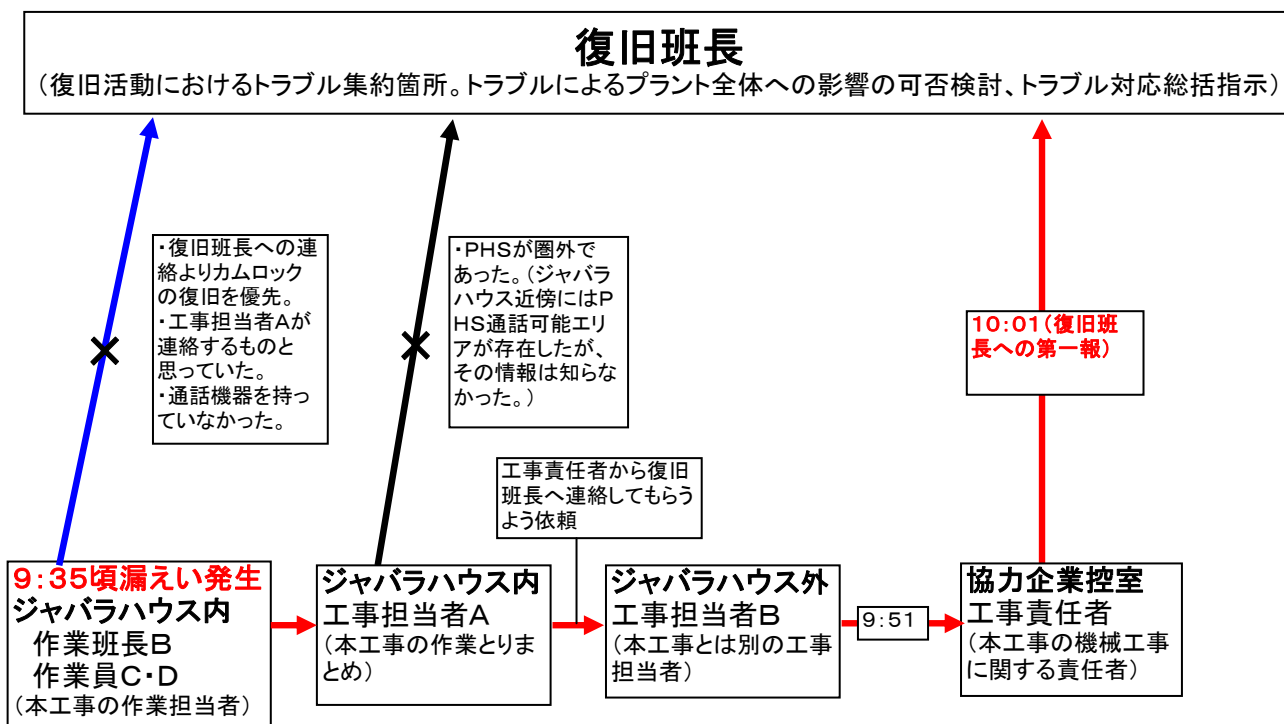


漏えい発生後の復旧班長への連絡が遅くなったことにおける背後要因図

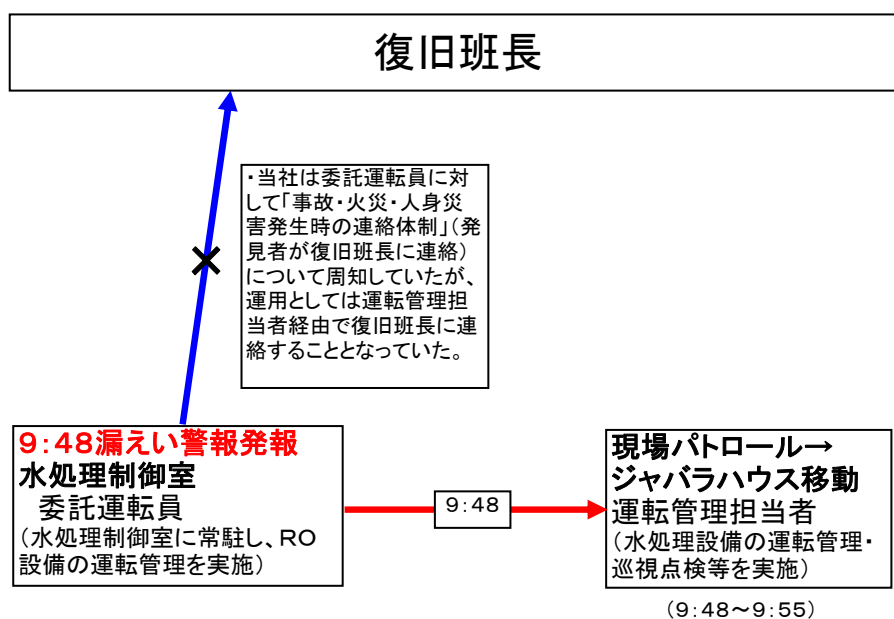
添付資料-1-1

漏えい発生後の復旧班長への連絡状況

1. 協力企業側の連絡状況



2. 水処理制御室と当社の連絡状況



青矢印: 発見者が復旧班長へ第一報とのルールに則った場合の連絡ルート

黒矢印: 各担当者において本来連絡すべきだったルート

赤矢印: 各担当者において当日連絡したルート