

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 漏えいの原因と対策について

< 参考資料 >
平成25年12月6日
東京電力株式会社

[概要]

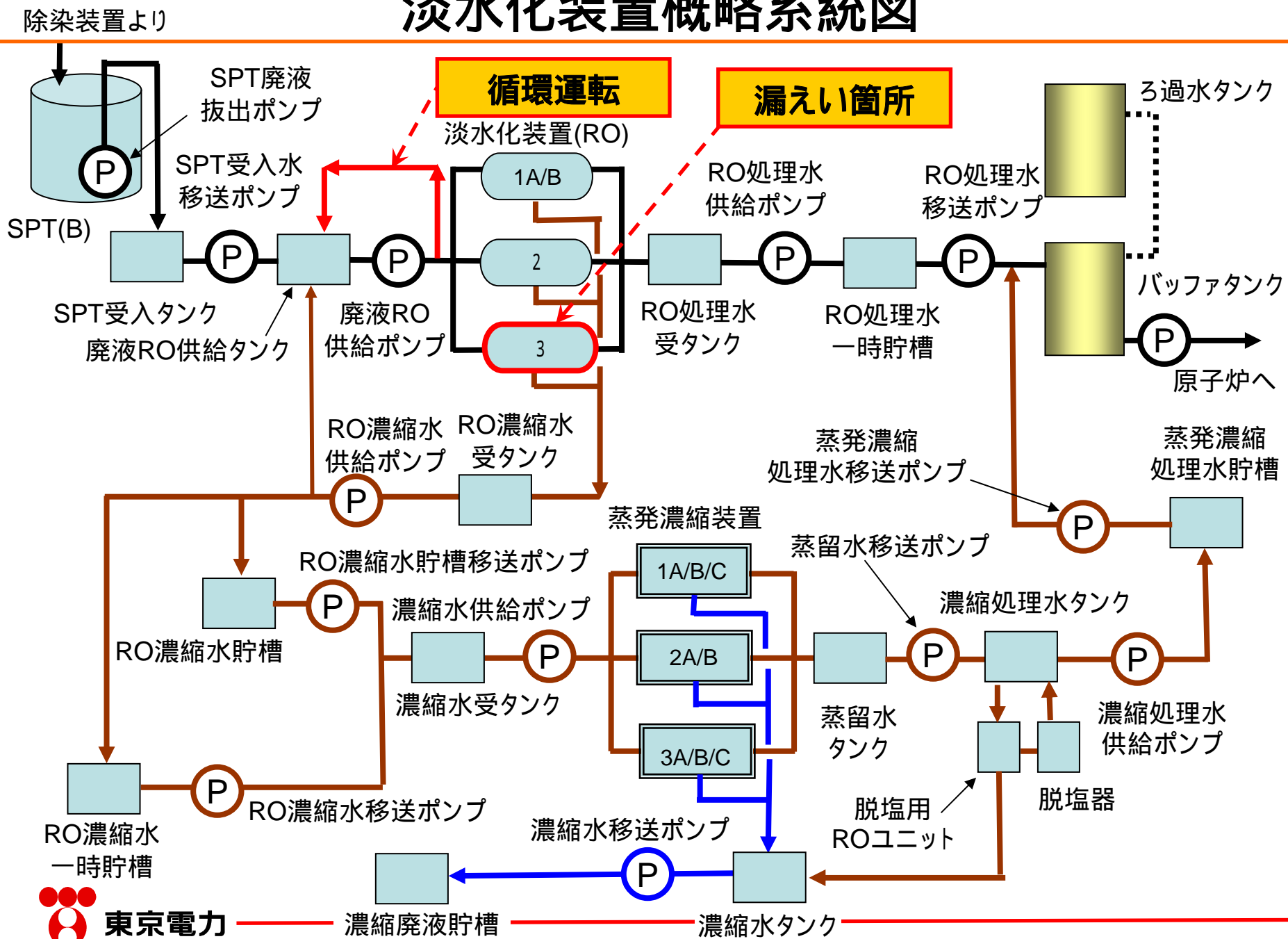
- 日時:平成25年10月9日 9時35分頃
- 場所:淡水化装置(RO-3)ジャバラハウス内
- 漏えい発生箇所:RO-3入口配管接続(カムロック)部
- 状況:
 - 09:35頃 PE管化工事に係る作業のうち耐圧ホース撤去作業をしていたところ作業員が誤って本来の対象とは別の箇所のホース接続カムロック部を外してしまったため漏えいが発生。
 - 09:48 漏えい検知器が発報
 - 09:55 当社社員がジャバラハウス内を確認した所、床面に水溜まりを発見
循環運転中の上流側ポンプ(廃液RO供給ポンプ)を手動停止
 - 10:15頃 RO-3入口弁「閉」
 - 10:45頃 ホース接続カムロック部を復旧
 - 10:50 漏えい停止を確認
 - 17:15 水漏れ停止作業にあたった11名の作業員の内、6名に身体汚染(顔面汚染なし)が確認されたため、除染後に退構
 - 10月9日～10月15日 ジャバラハウス内の漏えい水回収、除染を実施
 - 10月11日 カムロック部の復旧状態の確認、漏えい確認を実施後、RO3-1,2の運転を再開
- 漏えい量:約11m³(確定値*)、堰外への漏えいなし。



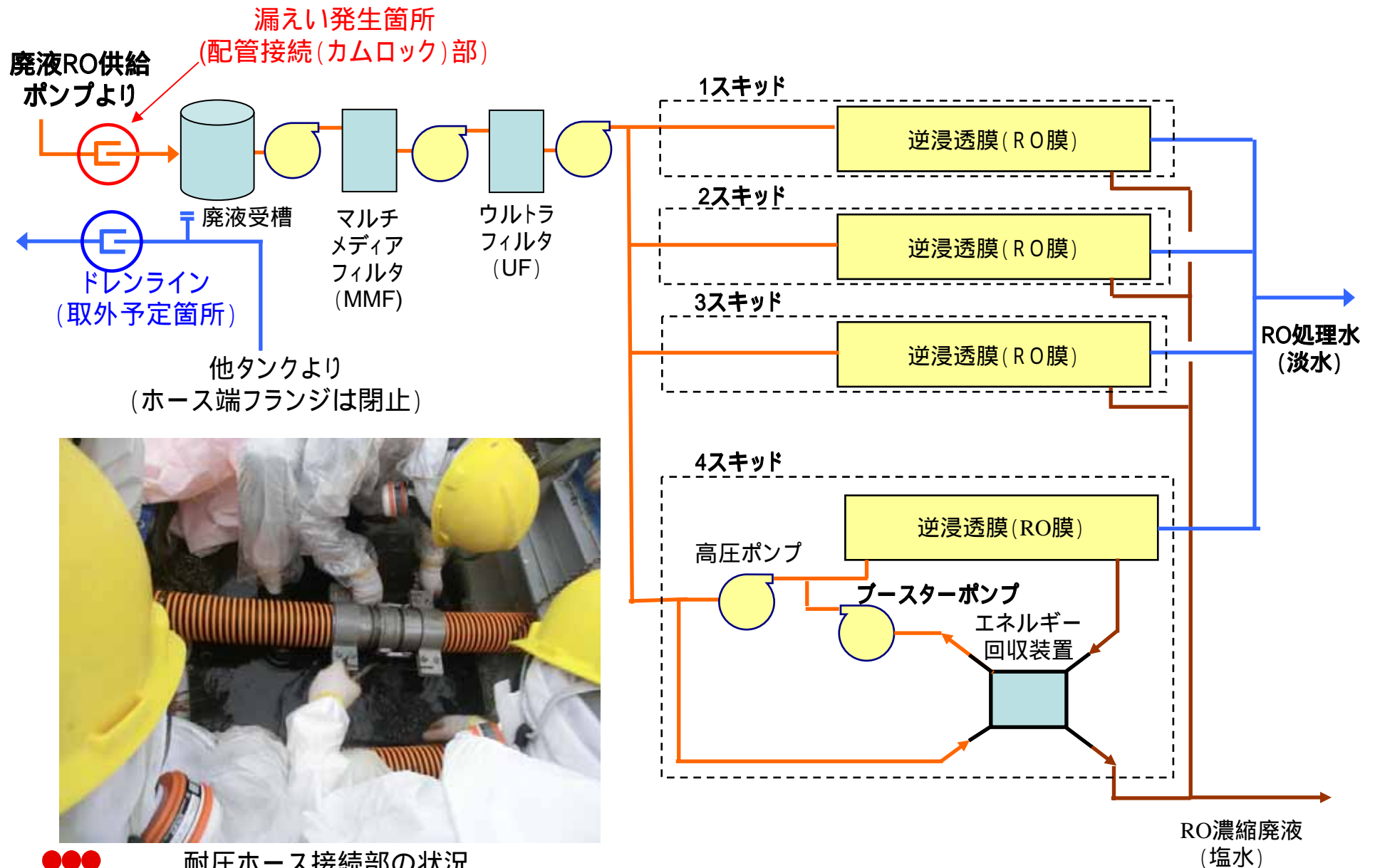
*:漏えい発生当日(10月9日)は暫定値 約7m³としていたが、漏えい水回収終了後10月11日に確定。

東京電力

淡水化装置概略系統図



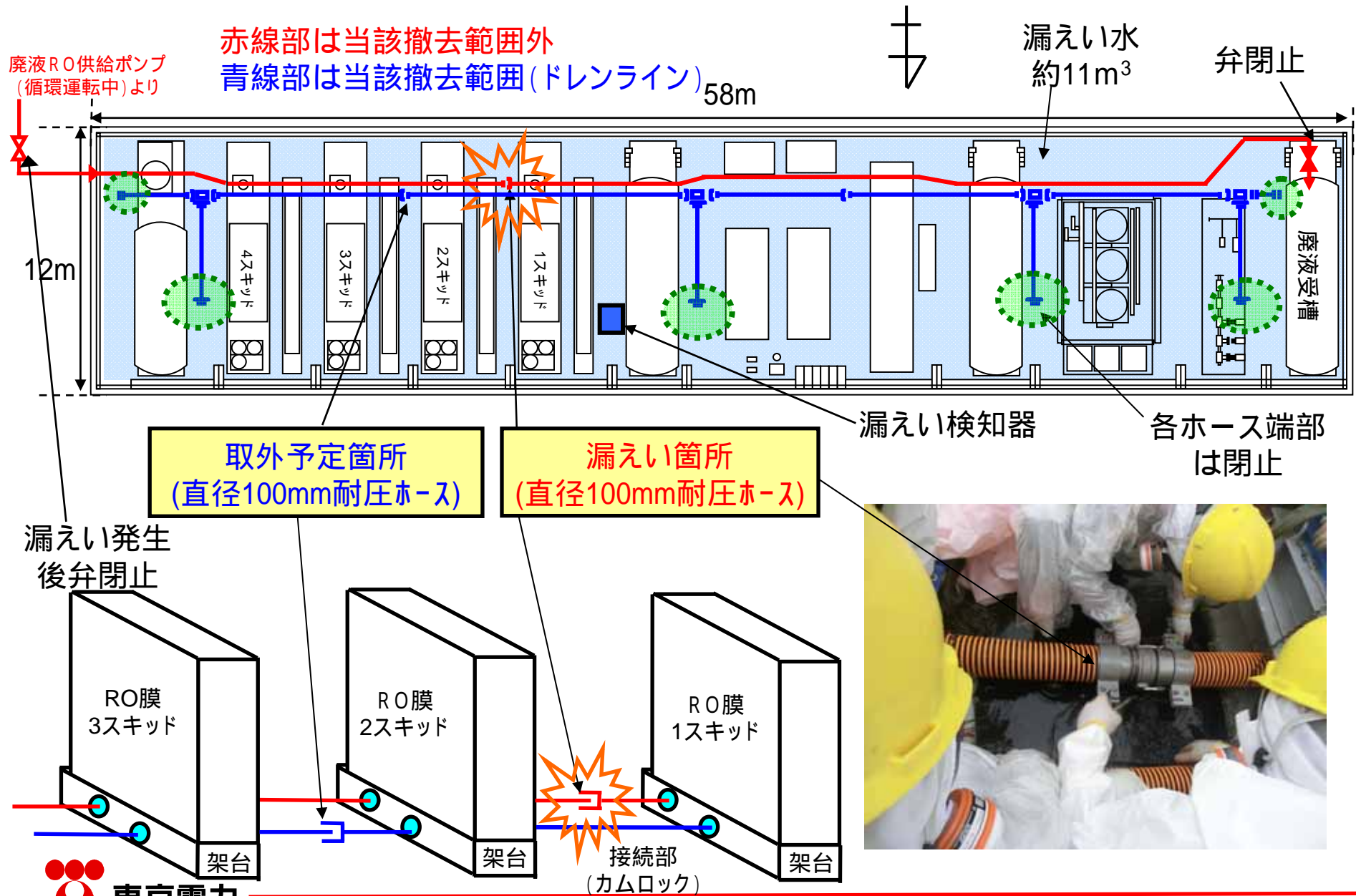
RO-3ジャバラハウスの構成及び漏えい箇所



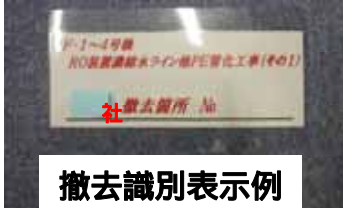
耐圧ホース接続部の状況



RO-3ジャバラハウス現場状況



■ 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と対策

	原因分析結果	対策
直接原因	<p>< 取り外し対象の識別標示不備と誤認識 > 取り外し対象のカムロックに識別標示がなかった。 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>< 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>(1) 調達における識別標示に係る要求事項の明確化 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、当社工事監理員が確認する旨を、工事共通仕様書または工事追加仕様書に記載する。 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する。</p> <p>(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する。</p> <p>(3) 安全事前評価の実施要否と運用の明確化 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う。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する。</p> <p>(4) 安全処置審査を行う仕組みの構築 当社は、運転部門に移管されていない設備を所管するグループにおいて、作業許可書が適切に運用される仕組み(体制含む)を構築する。</p>
背後要因	<p>< 識別標示の不備 > 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を流用できると考えた。 工事担当者Aは、個々のカムロックには識別が無かったが、識別標示がされている同一ラインをたどっていけば取り外し対象のカムロックを確認できると考えた。 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>< 当該カムロックのラインに対する安全処置不十分 > 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。 当社主管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。</p> <p>< 安全事前評価の実施が不十分 > 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。</p>	 <p>撤去識別表示例</p>

■ 身体汚染発生における原因分析結果と対策

	原因分析結果	対策
直接原因	<p>< 汚染防止対策の不足 > 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れいした際に、直ぐにその場から待避しなかった。 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。</p> <p>< 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。</p>	<p>当社は、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、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する。</p> <p>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。</p> <p>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>
背後要因	<p>< 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、止水作業を行った。</p> <p>< 脱衣方法の不備 > 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、汚染水が付着した場合の拭き取りを行うとの指導を受けていなかったため、拭き取りを行わなかった。 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。</p>	

■ 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と対策

	原因分析結果	対策
直接原因	<p>< 緊急時の連絡体制の不備 ></p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>運転管理担当者は、ジャバラハウス内の床面に水溜まりを確認した後、初期対応を優先してしまったことから復旧班長に連絡しなかった。</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する。</p> <p>(2) 当社は、定期的に行う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。</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>
背景要因	<p>< 緊急時の連絡体制の不備 ></p> <p>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。</p> <p>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、急速、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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>運転管理担当者は、現場確認、漏えい停止方法の検討、供給元である廃液供給入口弁の閉操作等の初期対応を優先したことから復旧班長に連絡できなかった。</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する。</p>

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。

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。

