

高温焼却炉建屋からの放射性物質を含む水の漏えいに関する対策の進捗状況

2024年6月27日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. 高温焼却炉建屋からの漏えい事案を踏まえた対策の実施状況（1/2）

- 高温焼却炉建屋からの放射性物質を含む水の漏えい事案を踏まえた対策として、当社の管理面の対策は、2/13から順次開始し実施継続中
- 協力企業への対応は、2/13から順次開始しており、1巡目の教育を終えている。継続して実施していく

項目	実施事項（対策）	状況
当社の 管理面 の対策	当社保全部門は、設備図書を確認するだけでなく、現場状況をタイムリーに把握し、手順書を作成し、当社運転部門へ作業前の系統構成※ ¹ を依頼する	2/13から順次開始済（以降継続）
	当社運転部門は、作業前の系統構成を一元的に実施し、当社保全部門へ引き継ぐ	2/13から順次開始済（以降継続）
	当社保全部門は、当社運転部門が行った系統構成を、作業前に確認する	2/13から順次開始済（以降継続）
協力企 業への 対応	【当該企業】当該事例を元に事例検討を継続的に実施し、基本動作の徹底の重要性を習得させる	2/14から実施し、2/22に完了 （1巡目）（以降継続）
	【当該企業】設備操作を実施する作業員全てに対してHPT※ ² の教育を直ちに実施する	2/13から実施し、3/15に完了 （1巡目）（以降継続）
	【当該企業】当該企業の事業所長自らのパトロール等にて、基本動作の実施状況や作業責任者・作業班長の指揮・指導状況について、監督・指導する	2/14から実施し、3/26に完了 （1巡目）（以降継続）
	【当社】当該企業に対して、設備操作を行うに当たっての目的・操作の心得（設備操作・状態確認の重要性）を継続的に教育し浸透を図る	3/8から実施し、3/13に完了 （1巡目）（以降継続）
	【当社】水平展開として、高い濃度の液体放射性物質を取り扱う設備の操作（汚染水処理設備、ALPS等）を行う企業に対しても同様の教育を行う	3/18から実施し、3/29に完了 （1巡目）（以降継続）
	【当社】今回のような思い込みの排除をするため、当社が講師となって、所員・協力企業向けに実施中の「安全文化（さらなる安全向上を目指して）」研修を加速して展開する	2/21当該企業に対して実施 （以降継続）

※¹ 系統構成：作業に当たり作業対象範囲を系統から切り離すために境界弁を閉める等の安全処置のこと

※² HPT：ヒューマンパフォーマンスツール。指差呼称、操作前の立ち止まりなど、ヒューマンエラーを起こさないような基本動作のふるまい、手法

1. 高温焼却炉建屋からの漏えい事案を踏まえた対策の実施状況 (2/2)

- 設備面の対策は、SARRY、SARRY II のベント口の改造が完了
- 当社の組織面の対策は、実施計画変更が認可され、7/1より水処理センターを新設

項目	実施事項 (対策)	状況
設備面の対策	建屋外に直接開放している現状のベント口については、今回のような事案が起きても、建屋内の管理された区域に排出する構造に変更し、水素滞留防止のための建屋換気口を追設する	SARRY、SARRY II 4/26設備改造完了
当社の組織面の対策	<p>廃炉の着実な進捗に必要な敷地確保のため、長期にわたるALPS処理水放出を安全・着実かつ計画的・合理的に進めていく必要がある。一層の安全・品質を高めた管理体制の構築に向け、ALPS処理水プログラム部を含む、滞留水の汲み上げからALPS処理水の海洋放出に至る一連の水処理プロセスに関わる組織を再編し、水処理センターを新設する</p> <p>同センター設置により、保全作業を担う組織と、設備設計を担う組織を統合し、両組織がより綿密に連携することを可能とし、本事案のような系外漏えいの防止や、増設ALPSにおける身体汚染事案のような作業員の計画外放射線被ばくの防止等、現場設備の改善・強化に資する</p> <p>さらに、同センター内に、これまでの通常の原子力発電所の設備・運用には存在しない水処理設備に特化した「水処理安全品質担当」を配置し、「安全意識や具体的なふるまい」「安全管理の体制」「設備や業務に潜むリスクの抽出と対策の検討及び実施状況」等を確認し、指導・助言する</p> <p>このような取り組みで、水処理プロセスの安全と品質を継続的に高めていく</p>	7/1より運用予定

- 2/15に提示した対策に加えて、以下の対策を実施している。当社の管理面の対策である運転部門による作業前の系統構成を一元的に実施することに包括されるが、注意札^{※1}の現場での見落としがあり、適切な系統構成がなされなかったことから、注意札を管理している運転部門の管理面の改善を図る

項目	実施事項 (対策)	状況
注意札の管理面の対策	運転部門は、PTW ^{※2} 審査段階において、注意札を図面に落とし込んだものと保全部門からのPTW申請内容を照合し、干渉有無を確認する	2/15から順次開始済 (以降継続)
	<p>運転部門は、注意札とPTW作業における系統の境界となる弁とを確実にチェックするため、保全部門が使用する手順書を基に定めた系統の境界となる弁についてPTWタグ(操作札)管理を行う</p> <p>運転部門は、干渉を確認した場合には注意札の復旧が可能であることを確認したうえで、注意札を復旧して当該手順書を基に定めた系統の境界となる弁のPTWタグに付け替える</p>	3/23から順次開始済 (以降継続)

※1 注意札：点検に伴う隔離等ではなく、通常の運用において機器の隔離や通常状態と異なる操作を実施する場合に用いる札

※2 PTW：作業票(Permit To Work)。保全部門が運転部門に対し、設備の保全作業等の実施を申請し、設備及び作業に関する安全処置を確保した上で、当該作業の実施の許可を得るために発行する文書

【参考】 <協力企業への対応> 教育関連の実績

	対策内容	実績
当該企業の対策	事例検討による基本動作徹底の重要性教育	<ul style="list-style-type: none"> 2/14～2/22に完了（1巡目）※以降継続 当該企業社員、協力企業の全社員：1006人
	設備操作を行う作業員全てへのHPT教育	<ul style="list-style-type: none"> 2/13～3/15に完了（1巡目）※以降継続 当該企業社員、協力企業の設備操作者+MO※¹実施者：330人
	事業所長自らのパトロール等による監督・指導	<ul style="list-style-type: none"> 2/14～3/26に完了（1巡目）※以降継続 3/26時点稼働工事件名：全60件
当社の対策	（当該企業へ）設備操作を行うに当たっての目的・操作の心得（設備操作・状態確認の重要性）教育	<ul style="list-style-type: none"> 3/8～3/13に完了（1巡目）※以降継続 当該企業社員、協力企業の設備操作者+MO実施者：330人 その他受講希望者：223人
	（水平展開）高い濃度の液体放射性物質を取り扱う設備の操作を行う企業へ同様に教育	<ul style="list-style-type: none"> 3/18～3/29に完了（1巡目）※以降継続 当初計画5社分完了、追加4社分を5/13に完了
	思い込み排除のための所員・協力企業向け「安全文化（さらなる安全向上を目指して）」研修	<ul style="list-style-type: none"> 2/21当該企業に対して実施 ※以降継続 工事担当者：20人



HPT座学



心得教育



HPT実技

さらなる安全向上を目指して

本日の研修について



<研修内容>

- Part 1…作業安全について
- Part 2…危険に関する態度
- Part 3…ディスカッション
- Part 4…感じたことを発信することの重要性
- Part 5…作業関係者から意見を出してもらい、全向上につなげるためのヒント
- Part 6…**行動宣言**

研修の最後に全員に『行動宣言』をして頂きます。下記を意図して研修を受講願います。

- ① 本日の研修での気づきは？
- ② 今後どのように意識・行動すべきと感じたか？



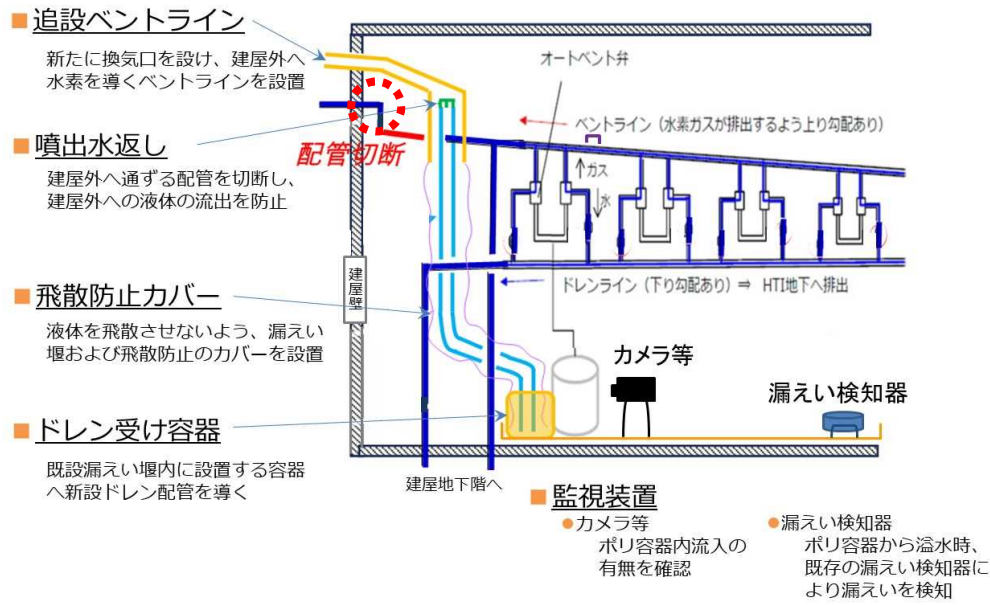
※1 MO：マネジメントオブザベーション。現場の状況（作業実施状況等）を一定時間留まって観察し助言することにより、現場の改善につなげる活動

【参考】 <設備面の対策> 設備の改造状況

	対策前	対策後
第二セシウム 吸着装置 (SARRY)		
第三セシウム 吸着装置 (SARRY II)		

【凡例】
 : 屋外への貫通部を示す

【改造の概要】



2. 経済産業大臣の指示事項に対する対応状況

- 増設ALPSにおける身体汚染の事案、高温焼却炉建屋からの水の漏えいの事案を踏まえ、2024年2月21日に経済産業大臣より、単なる個別のヒューマンエラーとして対処するだけでなく、経営上の課題として重く受け止め、更なる安全性向上のための対策に取り組み、他産業の例や外部専門家の意見を取り入れつつ、以下の2点に取り組むよう指示を受けている
 - 高い放射線リスクにつながるヒューマンエラーが発生するような共通の要因がないか、徹底的な分析をすること
 - DXを活用したハードウェアやシステムの導入に躊躇なく投資すること
- 現在、下表のとおり背後要因の深堀やエラー発生につながる箇所の特定を進めている

項目	実施事項	状況	完了予定
<実施事項A> 背後要因の深堀	社長直轄の原子力安全監視室（NSOO）が独自に原因分析を実施するとともに、福島第一廃炉推進カンパニー（廃炉C）が行う再発防止対策について実効性評価を行う（外部有識者の所見も反映）	再発防止対策の実効性を確認中	2024.8末 目途
<実施事項B> エラーの発生につながる箇所の特定	単一のHEによる「環境への影響」や「身体汚染・内部被ばく」などを発生させる可能性のある設備に対し、手順書や現場実態を確認の上、エラーにつながる箇所を特定する 優先順位 1 高濃度の放射性物質を取り扱う設備に対する確認（滞留水移送設備, SARRY, RO, ALPS等） 優先順位 2 直接環境に放出する設備に対する確認（液体：ALPS放出設備, SD, 雨水処理設備等）（気体：ガス管理設備, 焼却設備, 減容処理設備等）	調査計画を策定し、確認中	2024.8末 目途
<実施事項C> 重層的な対策の立案	<実施事項B>で抽出した箇所に対し、ソフトウェア、ハードウェア両面から重層的な対策計画を策定し、可能な対策から順次実施する	（実施事項Bを実施中）	（2024.12末 目途で対策 計画策定）

<実施事項A> NSOOによる再発防止対策の実効性評価（中間報告）

原子力安全監視室（NSOO）は、廃炉Cが行う対策について、関係者からの聞き取りを行い、外部有識者の所見を伺いながら、実効性の評価を実施しているところ

NSOOは、2月15日に当社が公表した各対策について、発電所、協力企業において、速やかに展開・実施されていることを確認し、現時点での主な気づきは下記の通り

- ✓ 当社管理面の対策において、「当社運転部門が作業前の系統構成を一元的に実施」を行っているが、本対応に伴う運転部門の被ばく量の増加や作業工程の調整への考慮が必要
- ✓ 新たな教育を始めたばかりであり、安全にかかる基本動作の浸透・定着を図るためには、教育訓練を継続することが必要であり、訓練の結果に対する現場でのフィードバックやコーチングを継続することが必要

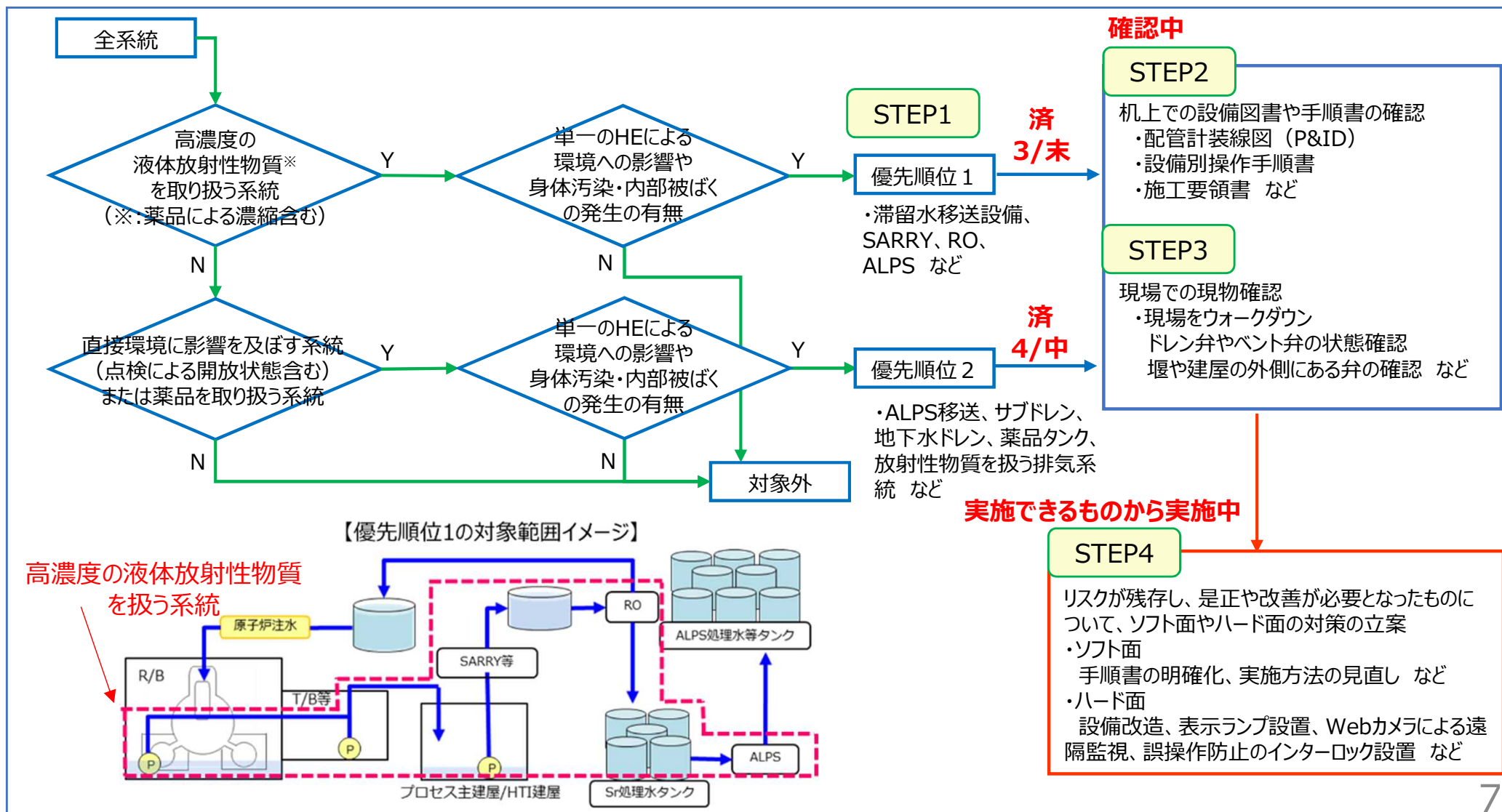


- ✓ 運転部門の被ばく量や業務負荷の低減を図るための方策について、引き続き、検討する
- ✓ 協力企業への教育訓練については継続して実施し、マネジメントオブザベーション等を通じて現場でのふるまいを確認し、改善を図っていく。また、他産業での安全教育の受講を通し、他産業での取り組みを学び、安全性の向上に努めていく

<実施事項B/C> エラーの発生につながる箇所特定と対策

現在、高濃度の液体放射性物質を取り扱う設備を最優先に（優先順位 1）、設備や手順書が、現在の環境/リスクに適したものとなっているか、安全性が担保されているか以下の手順で確認中

- ✓ STEP1：対象システムの抽出及び優先システムの選定 《選定済み》
 - ✓ STEP2：設備図書/手順書（机上）での確認 《確認中》
 - ✓ STEP3：現場・現物の確認 《確認中》
 - ✓ STEP4：対策計画の策定（ソフト対策・ハード対策）《並行して検討中》【12月末日途】
- 優先順位 1 優先順位 2
【6月末日途】 【8月末日途】



○HE（ヒューマンエラー）の分析

現在の組織体制となった2020年度以降の現場でのHEの内、環境影響等の恐れのあるHE事案（＝誤操作による開放端から漏えいに至った事案など、操作・作業段階のHE）を抽出し、特徴を整理した。その結果、以下の観点からのエラー要因をさぐった

○運用・管理面の観点

- 手順で、系統構成上重要な対象設備（弁・スイッチ類）が明確か
- 手順で、系統構成上重要な対象設備（弁・スイッチ類）がどのような状態にすべきか明確か、あわせて、操作者や確認者の役割分担が明確か、当該操作や確認の重要性やエラーを起こした場合の影響を理解しているか

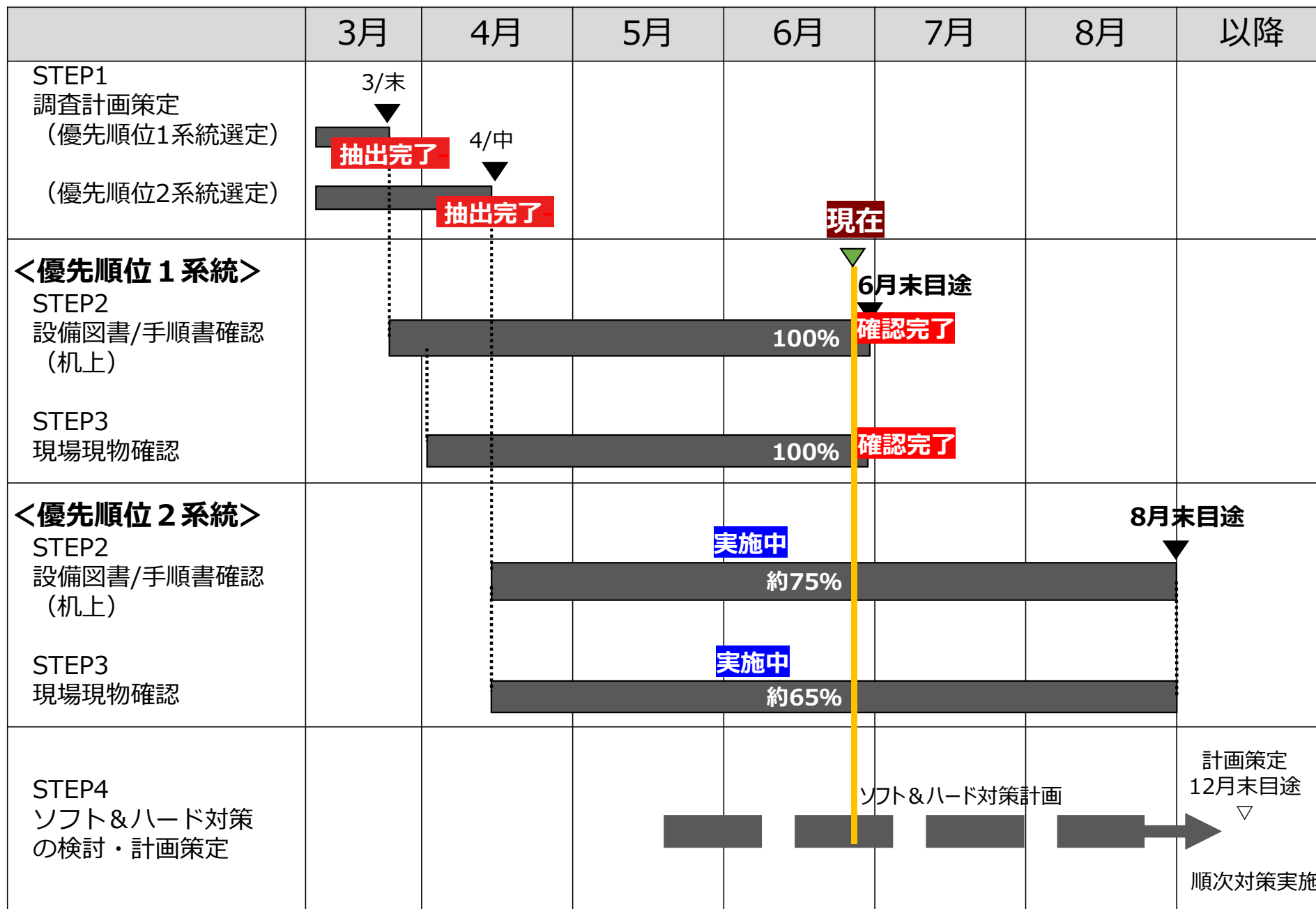
○設備面の観点

- 環境に直接開放されている状態の設備
（例）ドレン弁等を誤って開放、堰や建屋外へ直接漏えいする可能性のある設備など
- 作業により開放端が生じる設備
（例）仮設タンクとの取り合いで、ポンプ運転による仮設配管の加圧状態や調整弁の閉塞で脈動した場合、この開放箇所から漏えいする可能性のある設備など
- ワンアクションで誤操作に繋がる設備
（例）バウンダリや機能喪失に係わる機器(弁・スイッチ類)に対して、設備保護が無かったり、インターロックが無かったり、多重化されていない設備など
- 状態の視認性、識別が悪い設備（誤認識する可能性のある設備）

○補足

- 本調査は、単一のHEによる「環境への影響」や「身体汚染・内部被ばく」等のリスクに対して、手順書や設備、現場実態を確認の上、リスク要因となるものを把握し、手順書の改訂や、設備改造の計画を立案する。
- なお、5月から実施している作業点検についても、様々なリスク要因を抽出して作業手順等を見直すという基本的な実施方針は本調査と同様だが、4月の停電の事案等を踏まえて、点検対象となる作業等を拡大して対応している。

<実施事項B/C> 進捗状況



■ 高濃度放射性液体取扱作業（優先順位1）における机上及び現場調査結果の概要

○ 運転側での確認

- ✓ 1～4号機の設備（1号機SFP一次系設備、3号機PCV取水設備）
操作手順書や設備図書（P&ID）が明確であり、設備の系統構成において単一のHEで系統外漏えいの恐れのある箇所は確認されなかった
また、現場確認においてもドレン弁等に開放端はなく、系統外漏えいに至る恐れのある箇所は確認されなかった
- ✓ 水処理設備（滞留水移送設備、汚染水処理設備等）
ベント弁やドレン弁、サンプリング弁が**開放端**となっており、今後、閉止キャップの取り付け等が必要
ただし、現場が高線量雰囲気、かつ当該箇所には線量低減策の鉛遮蔽が実施されている箇所が多く、現物確認やその後のハード対策検討に時間を要す

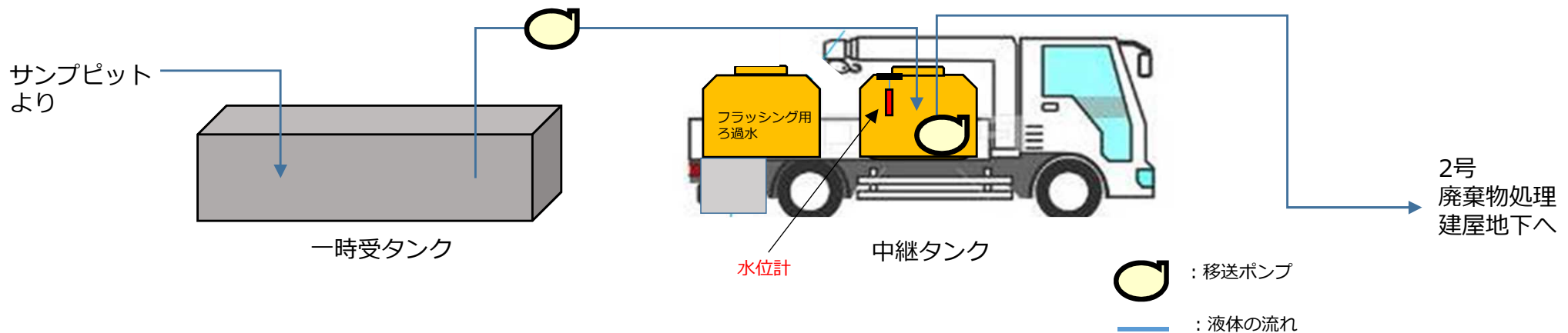
○ 保全側での確認

- ✓ 施工要領（作業手順書）
施工要領書において、単一のHEで系外漏えいや身体汚染に繋がる恐れのある箇所を確認した結果、手順の追記や明確化が必要な箇所を確認した
- ✓ 設備の状況
作業における対象設備を確認し、HEによる影響を考慮し、配管の**開放端**へ**閉止キャップ**の取り付け、**水位計や監視カメラの設置**による対策を検討

■ 高濃度放射性液体取扱作業（優先順位1）における改善例

作業内容：1-2号スタックサンプル内包水について、移送ラインを構築し2号廃棄物処理建屋地下へ移送するもの

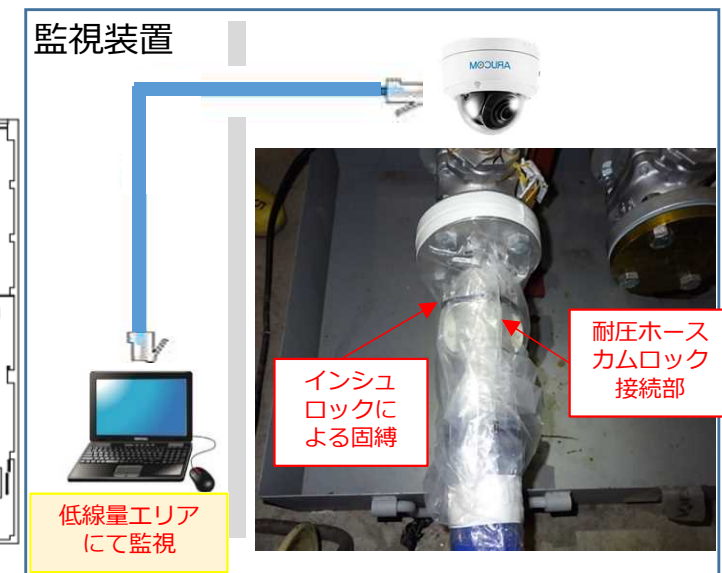
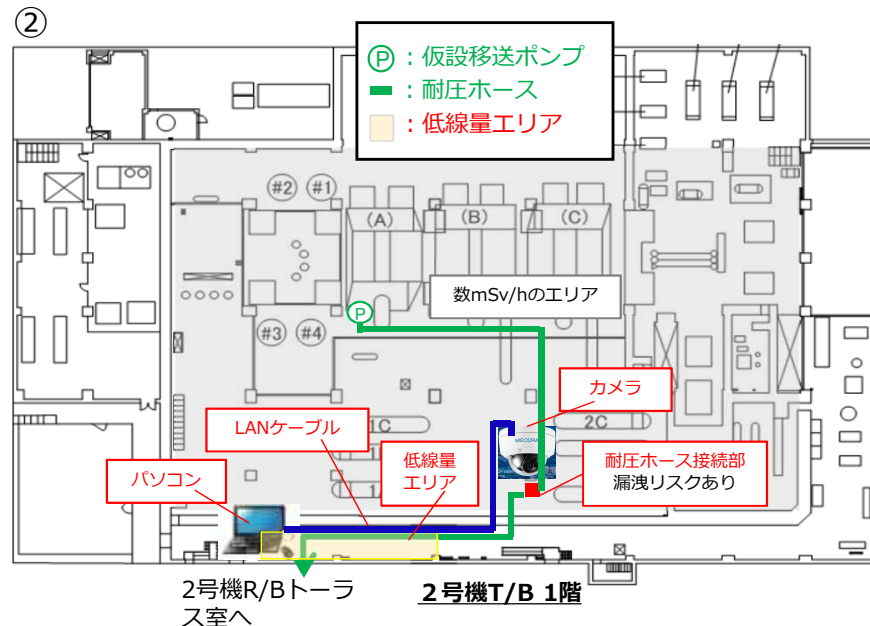
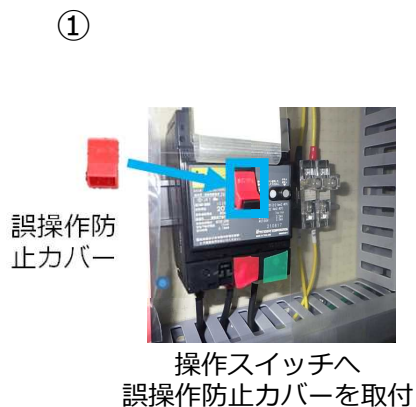
	想定されるリスク	リスクシナリオ	対策前の手順	対策	対策立案内容
①	高濃度放射性液体の系外漏えい	一時受タンクから中継タンクへ高濃度放射性液体が移送し続け、中継タンクから系外漏えいする	タンク受入時間を測定し、開始より一定時間毎にポンプ操作者へ排水ポンプ停止を指示	ハード対策	・受入時間管理に加え、中継タンクに 水位計を設置し、規定水位でアラーム を発報する対策
②	高濃度放射性液体による被ばく	中継タンクの水位確認の際に、タンク上部から中を覗き込み被ばくする	中継タンク上部より水位を目視確認	ソフト対策	中継タンク水位確認は、ポンプ運転時間管理および 水位計による監視



■ 高濃度放射性液体取扱作業（優先順位1）における改善例

作業内容：建屋内で排水できない孤立エリアに対し、仮設移送ポンプを設置し本設滞留水移送ポンプが設置されているエリアへ排水を実施するもの

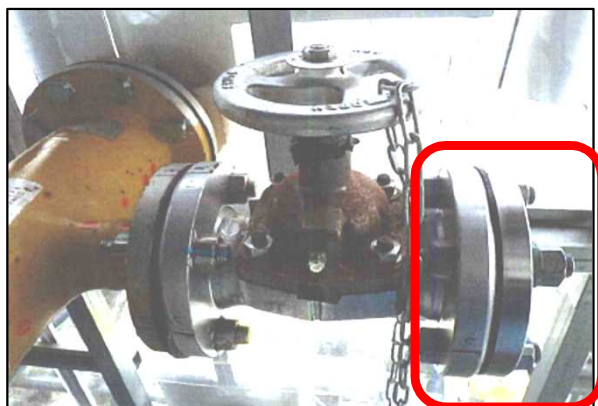
	想定されるリスク	リスクシナリオ	対策前	対策	対策立案内容
①	高濃度放射性液体の系統外への漏えい	誤操作によりポンプが起動し、系統外へ漏えいする	<ul style="list-style-type: none"> 機器番号による識別標示 漏えい検知器設置 	ハード対策	ポンプ起動スイッチへの誤操作防止カバーの取付
②	高濃度放射性液体による身体汚染および被ばく	耐圧ホースカムロック接続部の接続不良により、滞留水が飛散し、身体が汚染する	<ul style="list-style-type: none"> 耐圧ホースカムロック接続部のインシュロックによる固縛 飛散防止養生 	ハード対策	監視装置 による漏えいの早期発見



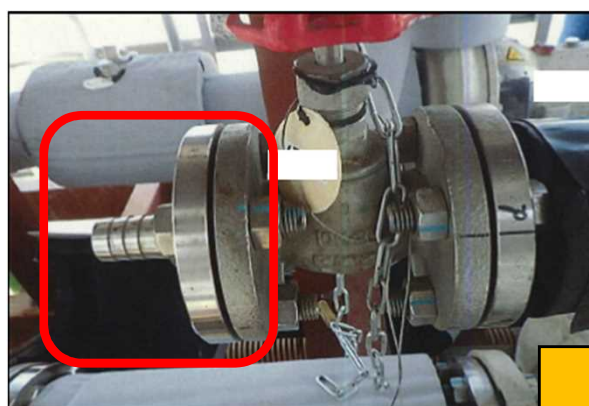
■ 高濃度放射性液体取扱作業（優先順位1）における改善例

作業内容：1～4号機で移送ポンプ他の点検を行うもの

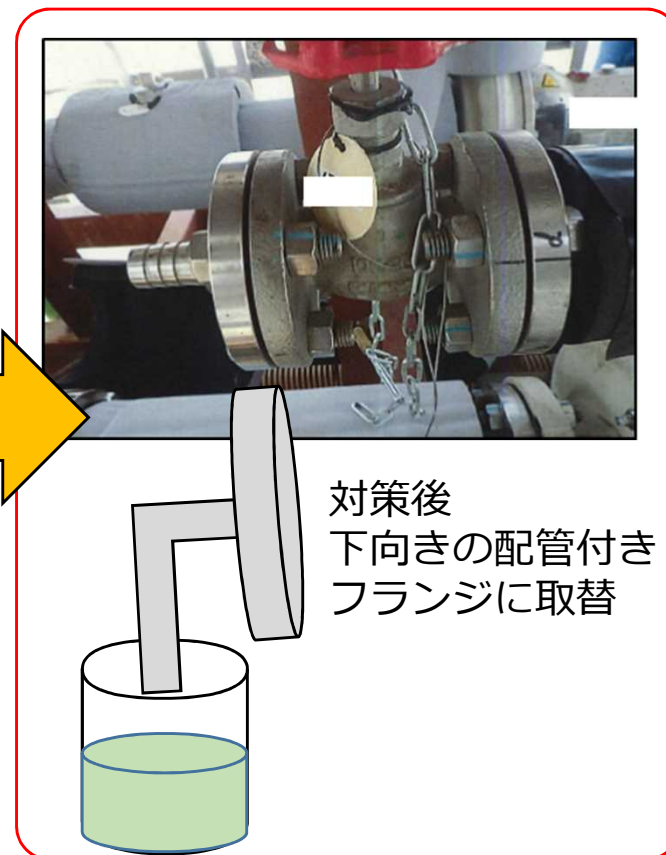
想定されるリスク	リスクシナリオ	対策前	対策	対策立案内容
高濃度の放射性液体による身体汚染および被ばく	ポンプ試運転前のエア抜き時、ベント配管から勢いよく内包水が噴き出し身体汚染する	シートによる飛散防止養生を行い、弁から直接ビニール袋にて水を受け、ペール缶に収納	ハード対策	・下向きの配管を付けたフランジに取り替え、容器に受けられるようにする（飛散防止対策）



対策前 ケース1
閉止フランジを外し
袋養生しエア抜き



対策前 ケース2
ノズルの先を袋養生し
エア抜き

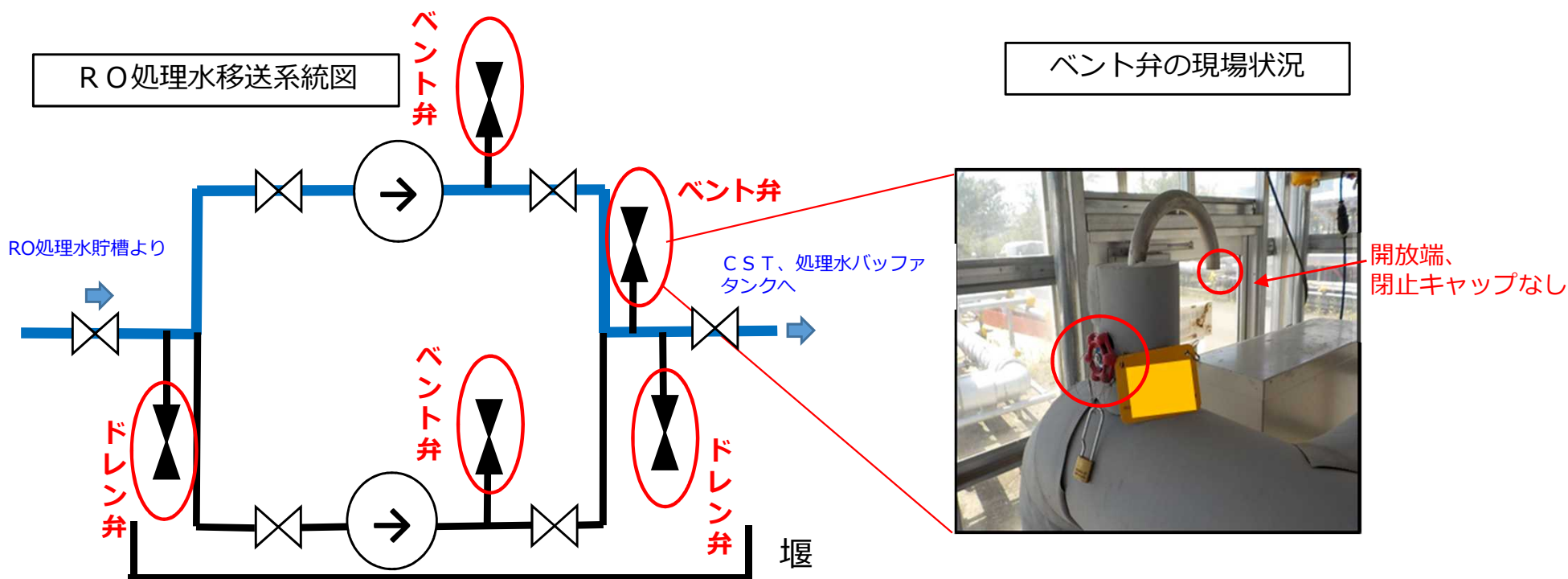


対策後
下向きの配管付き
フランジに取替

■ 高濃度放射性液体取扱作業（優先順位1）における改善例

作業内容：巡視点検及び作業関連による弁近傍への接近するもの

想定されるリスク	リスクシナリオ	対策前の状態	対策	対策立案内容
高濃度放射性液体の系外漏えい	狭隘のハウス内(容量の比較的小さい堰)に設置されているベント弁やドレン弁への誤接触により系外漏えいする	ベント弁やドレン弁の下流が開放端になっている 容量の比較的小さい堰に設置されている	ハード対策	詳細はSTEP4にて検討



設置されている堰は、受容量が小さい。

■ 高濃度放射性液体取扱作業（優先順位1）における改善例

作業内容：1-2号機のスタックサンプ内包水について、サンプリングラインを構築し採水を行うもの

	想定されるリスク	リスクシナリオ	対策前の手順	対策	対策立案内容
①	高濃度放射性液体の系外漏えい	系統構成ミスによる系外漏えい	弁操作時のピアチェック、3 Wayコミュニケーション、手順書で操作実施前後に印をつける行為（プレースキープ）の実施	ソフト対策	弁操作時は左記に加え、 指差し呼称 による確認を実施
		サンプリング弁への誤接触による系外漏えい	- 弁開放端への袋養生	ハード対策	サンプリング弁は インシュロック により固縛 操作直前に取り外す運用とする 弁開放端に 閉止キャップの取り付け (弁シートパスによる系外漏えい防止)
②	高濃度放射性液体による身体汚染	サンプリング容器から放射性液体があふれ出し身体に付着する	別の建屋で作業するポンプ操作者との連絡手段（トランシーバー）を確保	ソフト対策	異常発生時の対応を手順書に明記 (トランシーバーで連絡し即座にポンプを停止させる)

