

2024年8月20日第2回福島県廃炉安全監視協議会

作業点検および共通要因分析について

2024年8月20日

東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

1. 目次
2. 作業点検から確認された教訓
3. 4 事案に対する共通要因分析について
4. 作業点検・4 事案の共通要因分析より抽出された弱さと改善策
5. 今後の取り組みについて

2. 作業点検から確認された教訓

➤ 実績

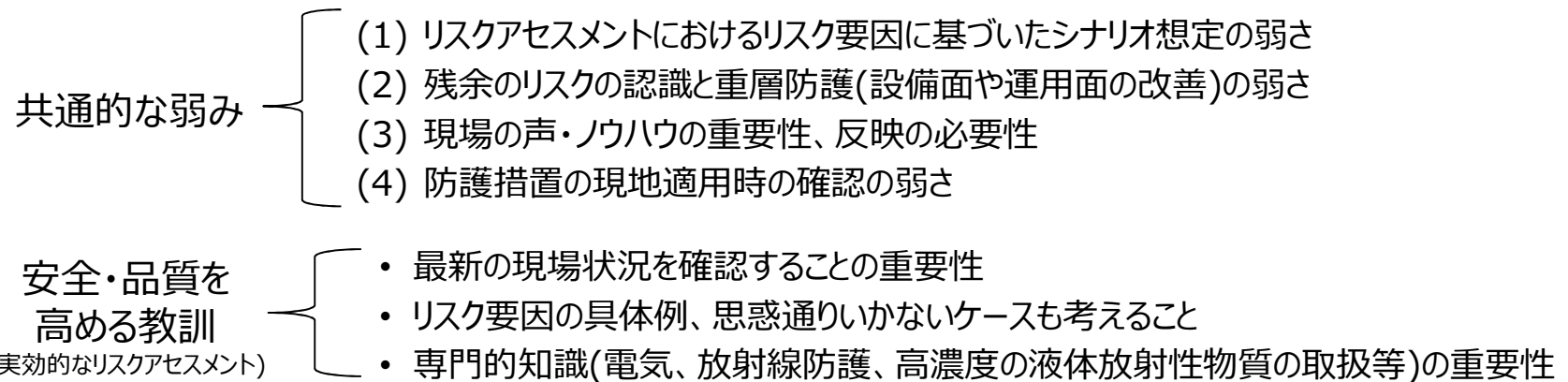
2024年6月7日に作業点検が完了した。

作業点検件数(再開件数)は995件であり、うち防護措置の改善件数は675件だった。

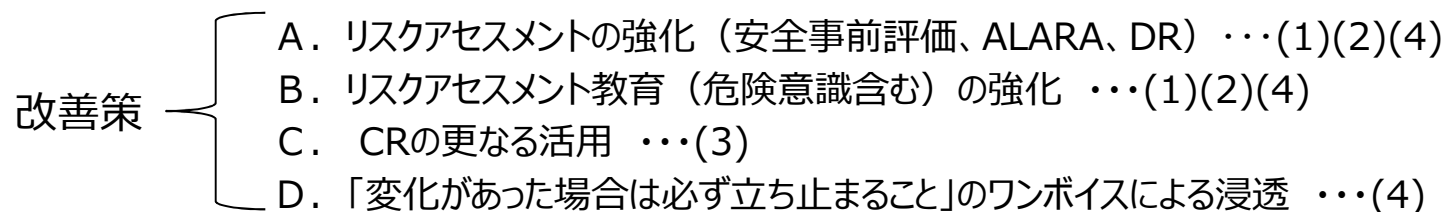
➤ 作業点検から確認された教訓と共通的な弱み、背景要因

全体的にはリスクの潰し込みをしており、重大な見直しが必要な事案は確認されなかった。

通常炉に比べ複雑化し、人への依存が高い廃炉の現場を前提に、作業点検における改善事例を俯瞰的に捉えると、次のような状態を起因とした防護措置の改善が必要だったことが確認された。



背景要因として、当社および協力企業におけるリスク要因に基づく体系的なリスクアセスメント教育が必要だった。上記を踏まえ以下改善策が必要と整理した。



3. 4 事案に対する共通要因分析について

➤ 4 事案に対する共通要因分析の実施

- 分析対象事案
 - 増設ALPS配管洗浄作業における身体汚染（2023.10月）
 - 高温焼却炉建屋からの放射性物質を含む水の漏えい（2024.2月）
 - 増設雑固体焼却設備 廃棄物貯留ピット水蒸気等の発生による火災警報発生（2024.2月）
 - 所内電源A系停止と負傷者発生（2024.4月）
- 共通要因分析の体制
 廃炉安全・品質室にて約10名の体制を組み、CAP活動として実施。

➤ 共通要因分析により確認された教訓と共通的な弱み

- リスクアセスメントの弱さが共通的な弱みとして抽出されているところ。

- | | | |
|------|---|--|
| 共通要因 | { | <ul style="list-style-type: none"> ① 人・環境に及ぼすリスクに対して設備が脆弱（設備設計/設備運用段階） ② 作業に対する、リスク因子の特定、リスクシナリオ設定及びリスク評価、安全事前評価、安全対策・防護措置の検討が不足（作業準備段階） ③ 当社・元請企業の現場実態把握、危機意識が不足（作業実行段階） |
|------|---|--|

- 上記共通要因から以下改善策が必要と整理した。

- | | | |
|-----|---|---|
| 改善策 | { | <ul style="list-style-type: none"> a. リスク管理・作業管理プロセスにおける、リスク因子の特定、リスクシナリオ設定及びリスク評価の改善 ……② b. 社内・協力企業への教育（リスク因子抽出、危険意識を高める）の強化 ……③ c. 設計段階でのリスク因子の特定、リスクシナリオ設定及びリスク評価の改善 ……① d. 脆弱性調査に基づく設備・手順書の改善 ……① |
|-----|---|---|

4. 作業点検・4事案の共通要因分析より抽出された弱さと改善策

4

通常炉に比べ複雑化し、人への依存が高い廃炉の現場である福島第一原子力発電所において廃炉を進める上で、作業点検及び4事案の共通要因分析の結果、運用・設備面・教育面の観点から弱みが抽出された為、各々の観点において改善を講じていく。

作業点検

- (1) リスクアセスメントにおけるリスク要因に基づいたシナリオ想定の弱さ
- (2) 残余のリスクの認識と重層防護(設備面や運用面の改善)の弱さ
- (3) 現場の声・ノウハウの重要性、反映の必要性
- (4) 防護措置の現地適用時の確認の弱さ

4事案の共通要因分析

- ① 人・環境に及ぼすリスクに対して設備が脆弱 (設備設計/設備運用段階)
- ② 作業に対する、リスク因子の特定、リスクシナリオ設定及びリスク評価、安全事前評価、安全対策・防護措置の検討が不足 (作業準備段階)
- ③ 当社・元請企業の現場実態把握、危機意識が不足 (作業実行段階)

改善策 (運用・設備面)

- I. リスクアセスメントの強化 (安全事前評価、ALARA、DR)
…改善策 A、a、c
- II. 脆弱性調査に基づく設備・手順書の改善
…改善策 d

改善策 (教育面)

- III. リスクアセスメント教育によるリスク因子に基づく分析手法の浸透
…改善策 B、b
- IV. 危険意識を高める安全教育の強化
…改善策 B、b
- V. CRの更なる活用
…改善策 C
- VI. 「変化があった場合は必ず立ち止まること」のワンボイスによる浸透
…改善策 D

5. 今後の取り組みについて①

- I. 抽出された教訓および弱みを、リスクアセスメント手法へ取り込み、安全事前評価、ALARA、DRの各プロセスへ反映した。引き続き事例の整備等の継続的改善を続ける。

<リスクアセスメント手法の改善点>

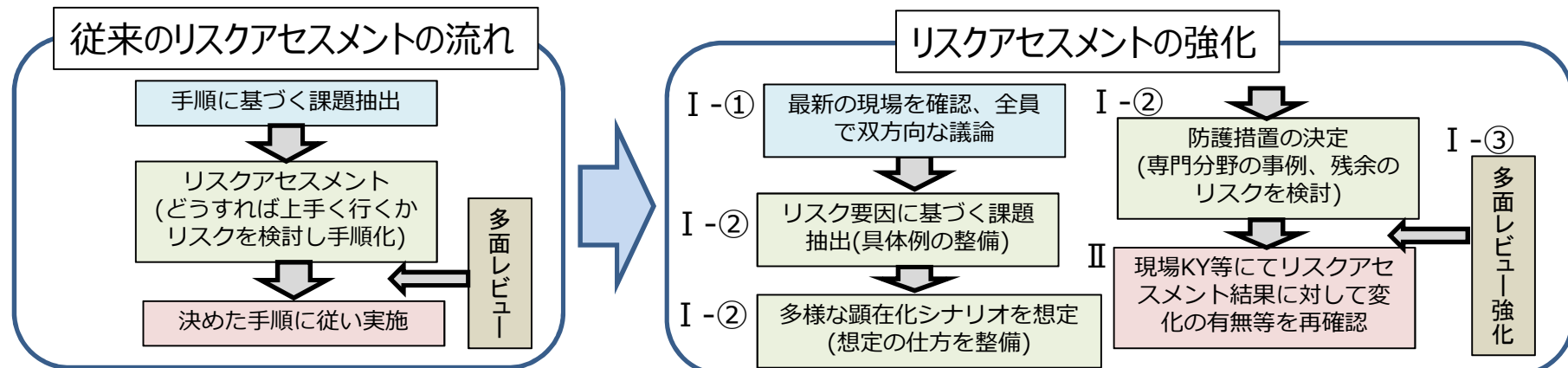
I. 計画段階の改善

- I - ① 最新の現場状況を確認、作業に携わる方全ての人で双方向で議論するリスクアセスメントを実施
- I - ② リスク要因を把握、悪影響が顕在化するシナリオを想定、防護措置を決定するというステップを明確化
議論を深めるために、リスク要因、顕在化シナリオ、防護措置の考え方の具体的な例示を整備
- I - ③ 高濃度の液体放射性物質取扱作業による身体汚染や外部環境への影響、充電部近接作業等のうち、重大な人身災害に至る作業に対して、多面的レビュー(クロスチェック)を実施
リスクアセスメントの結果は作業者全員(人を変更した場合も含む)に共有してから作業を実施する

II. 実施段階の改善

現場KY等の現場適用時に、リスクアセスメントで抽出されたリスクに対して以下の観点を確認

- ✓ リスクアセスメント時と作業時の現場に変化が無い
- ✓ 定量的な防護措置となっている
- ✓ 防護措置の実施時に、やりづらさが無い、実効性がある
- ✓ 残余のリスク→注意喚起等、人に依存した対策であれば、設備面・運用面の改善に繋げる



5. 今後の取り組みについて②

II. 脆弱性調査に基づく設備・手順書の改善

- 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し、設備・手順書を見直す。

III. リスクアセスメント教育によるリスク因子に基づく分析手法の浸透

上記プロセスを定着させるために、当社および協力企業に対して、当社主導による教育を行う。

- リスク因子に基づくリスクアセスメント手法を浸透させるために、新たな教育を行う。
- 教育の実施に際して、当社の関与を強め、まずは、7月中に当社の工事監理員および協力企業の工事担当者を対象に教育を始め、作業班長等へ順次展開していく予定
- 作業点検での改善事例等を元に、ディスカッション形式の教育（作業安全のディスカッション等）をおこなっていく。

IV. 危険意識を高める安全教育の強化

- リスクアセスメントを的確に実施するためには、「正しく危険意識をもつ」ことで、経験や成功体験だけで無く、思惑通りいかないケースについても、検討することができるようになって考えている。
- 昨年度より、当社主導にて、上記の観点で「危険意識を高める」安全教育を開始しているところ。
- 引き続き、協力企業各社へ教育を実施すると共に、継続的に改善を図っていく。

5. 今後の取り組みについて③

V. CRの更なる活用

- 通常と異なる運転状況（増設雑固体焼却設備での多量な水蒸気発生等）について、CRを起票するよう所内教育等を通じて浸透させる。
- 当社主管部門のCR起票に留まらず、企業から直接CRを起票できるプロセスを本年3月に追加より幅広い情報収集を開始したところ。
現場安全の気づき等、引き続き多くのCR起票に繋がるよう、得た情報の対策状況について、安全品質の月報・デジタルサイネージ・協力企業棟食堂での掲示等、改善の見える化を図っている。
- 引き続き、現場の意見を聞きながら改善を図っていく。
- また、発電所大の分析結果から得られた共通的な弱み（作業点検結果、四半期の振り返りから得られた教訓、社内他部門からの共通的な改善提言等）について、傾向分析CRを起票し、所内の水平展開を確実に図っていく。

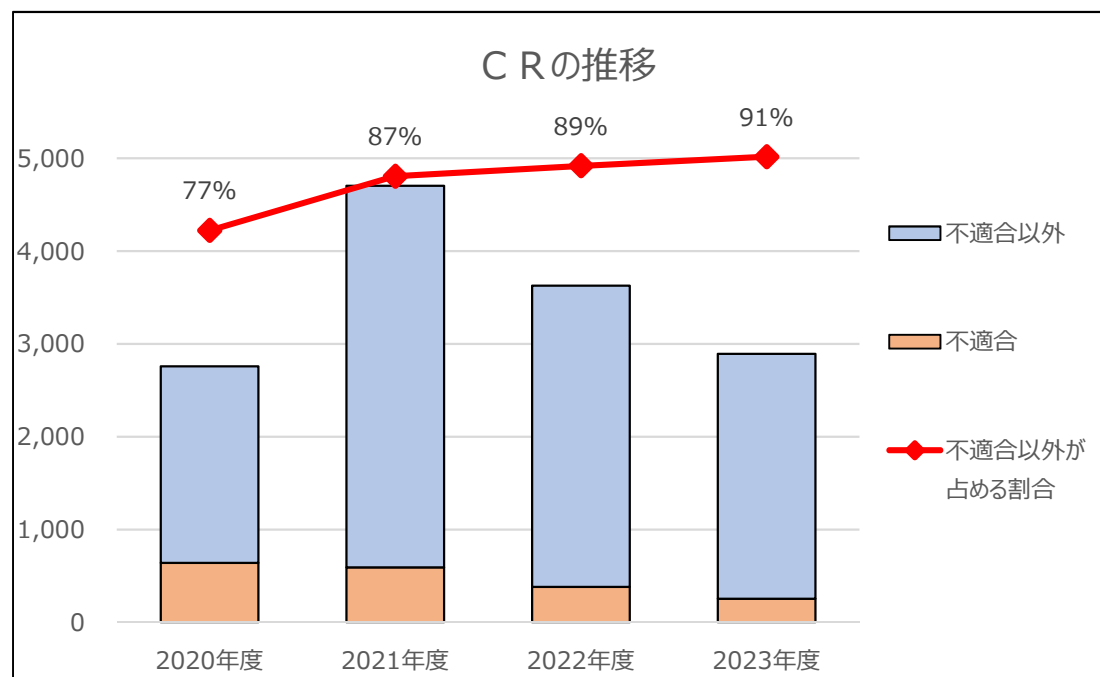
VI. 「変化があった場合は必ず立ち止まること」のワンボイスによる浸透

現場状況の変化等により、実効的な対策にならない場合は、必ず立ち止まることを繰り返し伝える。

- 現場KYの再確認にて、「現場状況が異なる等、事前に説明した防護措置が機能しない場合は立ち止まる」ことをワンボイスとして、あらゆる機会(安全事前評価、事前検討会、カウンターパート活動等)を通じて当社から発信、繰り返し伝える。

【参考】 福島第一におけるCRの活動状況

- 2020年の組織改編以降、未然防止に軸足をおいた安全・品質の強化に取り組んでおり、このなかで不適合以外についてもCRを活用し改善活動をおこなってきた。
- 不適合は2020年度以降減少している。
- 不適合以外CRについては、2019年の開始から幅広い起票・浸透活動を行い2021年には年間約4000件超えとなった。その後は、不適合と不適合以外は、ほぼ同様の比率で推移している。
- 引き続き、通常と異なる運転状態に関するCR起票等をすすめていく。



【参考】 福島第一におけるC Rの活動状況

- C R活用の重要性を社内・協力企業に浸透させるため、以下の取組みを実施している
 - ① 当社工事監理員等から、安全事前評価やTBM-KYなどの場でCR活用の意義と起票の重要性を協力企業に伝える活動を行う。
 - ② 通常や想定と異なる状態であればC Rを起票してもらうようスローガンを掲載
 - ③ 実際に起票された協力企業C Rに対して、協力企業の方々の目にとまりやすい入退域管理棟や協力企業棟・大型休憩所の食堂に掲示
 - ④ 安全・品質トピックスに『協力企業C R活動でご提案頂いた事例』として掲載し、安全衛生推進協議会で紹介
 - ⑤ 増設雑固の件を運転経験として捉え、CR活用の重要性を教訓としたOE情報を作成し、社内・協力企業へ周知

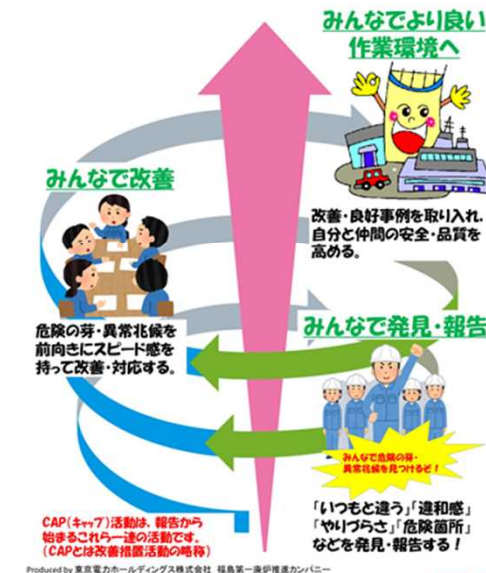
【活動状況 ①未然防止活動スローガン】

「未然防止活動スローガン」
 ~通常と異なる状態(状況)があった場合はCR起票！~

定例的な作業等でも想定と異なる状態なら起票だ！	工事報告書の要望/推奨事項など改善の情報も起票してくれよな！	多重化設備も片系喪失が発生したらまず起票だぜ！	不適合や通常とは異なる状態か迷うなら起票してくれよな！	協力企業に出た外部指摘だって起票なんだからね！
-------------------------	--------------------------------	-------------------------	-----------------------------	-------------------------

CRを積極的に起票しよう

<家族・地元・社会から廃炉を安心してもらえるように>
 みんなの思いで「危険の芽」「異常兆候」を発見報告。
 HE・災害・設備トラブルゼロの現場を作ろう！



【活動状況 ②協力企業C Rの気づき・対応状況】

入退域管理棟デジタルサイネージに掲載

皆さまから頂いた現場改善活動・良好事例

こんな状態では仮設通路として機能して
るかなあ

4号機装備交換所付近の仮設通路

仮設通路が錆や番線が切れた状態で、いつ人が通って壊れてもおかしくない箇所を発見した良好事例！
【対応状況】
当該通路を利用しなくても、別のルートでアクセスできるため、当該通路を撤去いたしました。

食堂テーブルに卓上ホルダーで掲示



【活動状況 ③安全品質トピックスでの周知】

2024年4月安全・品質トピックス

協力企業C R活動で提案頂いた事例

『現場の違和感・やりづらさ・危険箇所』などの気づきについて、4月には7件の気づきをメールで報告して頂きました。
他にも現場の気づきがありましたら、積極的に共有願います！

箱替所前の突起した単管パイプ
可燃性雑固体廃棄物焼却設備着床所前に突起した単管パイプがあり、錆き・転倒及び切斷のリスクがある。
【対応状況】
錆き・転倒防止措置のため、突起した単管パイプの切断及び表面の養生を実施しました。

安全通路の不具合
1・2号機S/Bから2号機T/B HTR室までの仮設足場材で組立られた通路が、足場板の劣化や留め金不良等により不安定な状況で錆き・転倒のリスクがある。
【対応状況】
当該通路の現場状況を確認し、現在は一時処置および安全通路の経理方法について検討しています。

構外企業バス停建屋内の床面腐食
構外企業棟西側に企業用バス停建屋の室内床面に腐食と思われる箇所があり、錆き・転倒のリスクがある。
【対応状況】
当該床面の経理方法について検討しています。

また、協力企業C R活動を始めてから2ヶ月が経ちましたので、当該活動についてご意見・ご要望等がある場合は、以下のメールアドレス（メール報告用アドレスと同様）へご連絡ください。

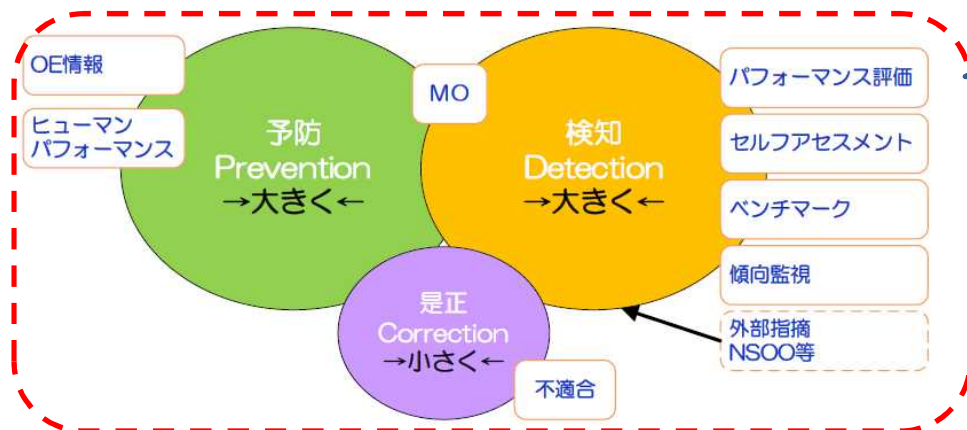
【活動状況 ④OE情報での周知】

OE情報 (JIT)		No.24-034	
【CR10109051】		発生場所	福島第一原子力発電所
件名	増設雑固体廃棄物焼却設備における貯留ピット内の水蒸気確認時のCRを発行しなかった件について	タイミング	
概要	<ul style="list-style-type: none"> 増設雑固体廃棄物焼却設備建屋の貯留ピットについては焼却待ちの伐採木チップが保管されていた。 運用開始後の2022年7月にクレーンで伐採木チップを持ち上げた際、発酵熱により水蒸気を目視にて確認したため、乾燥を目的とした表層と深層の入替操作頻度を7日毎→2日毎に変更したが、焼却設備の運転に影響がなかったことから関係者（委託運転員、委託発注箇所、設備管理箇所）との情報共有のみで留まり、予兆と捉えたCRの発行（所内へ共有）まで至らなかった。 		
原因	<ul style="list-style-type: none"> CRは、設備の状態変化（運転パラメータの変化など兆候）を是正するためのプロセスとの考えがあった。 水蒸気を確認した際、運転パラメータの変化はなかったこと、環境の変化（温度、湿度、臭い等）であると考えたこと、また伐採木チップの表層深層の入替操作による蓄熱抑制ができていたことから、設備の状態変化と捉えず、CRの発行まで至らなかった。 		
教訓	<ul style="list-style-type: none"> 水蒸気発生のような現場状態の変化・兆候を確認した場合においてもCRを発行し、所内関係各所と情報の共有を図る。 「いつもと違う」状況を確認した時点で、CRで管理を実施する。 		
ファンダメンタルズ	<関係する10トレイツ> QA.1 リスクの認識、QA.3 不明確なものへの問題視 <部門横断的なファンダメンタルズ> II.内部コミュニケーション 2.職場での解決困難な問題は、自組織だけでなく、関係箇所と速やかに共有する。 <運転員に関するファンダメンタルズ> III.保守的な姿勢 1.通常と異なる、予期せぬ状況に疑問を持ち、それが継続する前に解決する。		

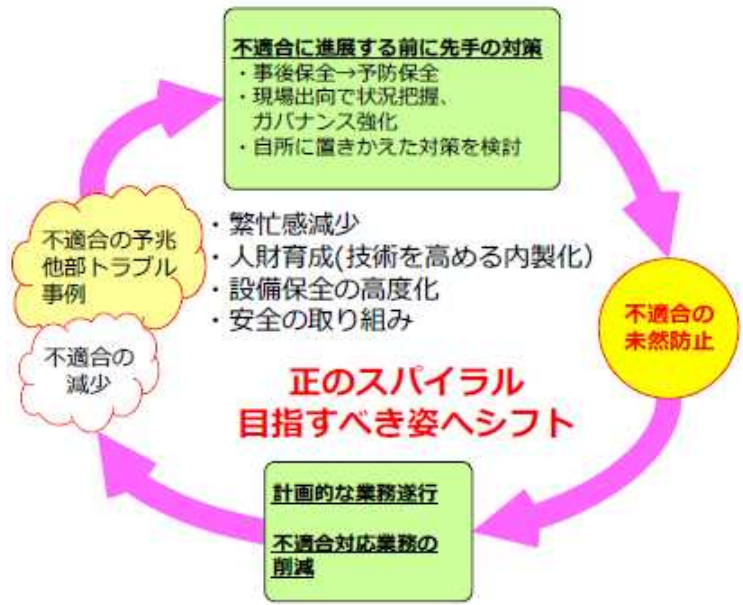
【参考】 福島第一におけるCRの活動状況

<CAP活動について>

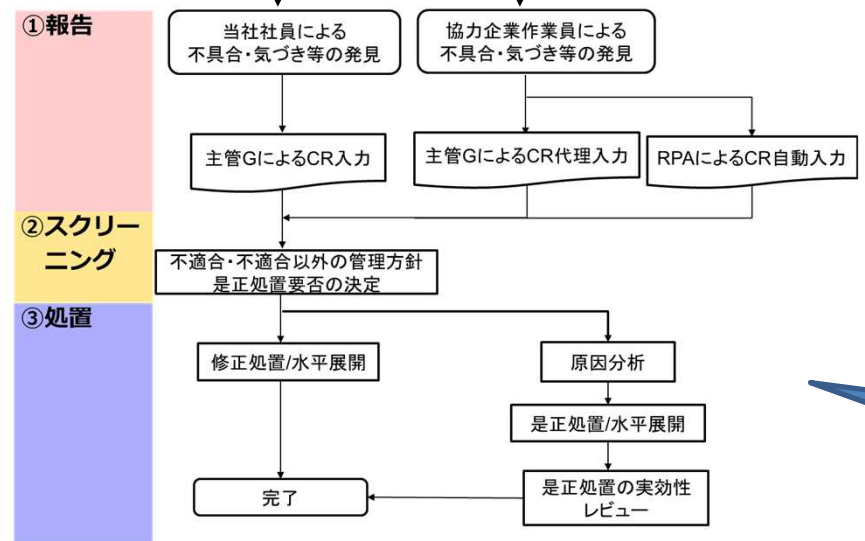
・重大な事象が発生する前に、その予兆を素早く検知・把握できるように図のようなカテゴリで情報を収集し、的確な対策を講じるようにしている。(CAPのあるべき姿)



予兆事象を検知・把握



CAPのあるべき姿



1Fにおける一元的な情報管理の仕組み

以下、2024年6月20日 技術会合資料「作業点検の結果について」より
実施方法・評価結果について抜粋

2-1. 作業点検の実施方法について ①

- 対象
 - 5月大型連休前までに実施していた全ての作業を対象
 - a. 設備の点検や工事、運転操作等の作業だけではなく1Fに関わる全ての作業を対象
 - b. 設備点検や工事等に付随する準備・片付け作業も含む
- 実施者・留意点
 - 当社および協力企業の作業員など作業に携わる全ての方が参加
 - 当社が中心となり双方向の議論となるよう取り組む
 - 主管グループのマネージャーが作業点検内容を確認。最終的にリスク要因やシナリオの見落としが無いかなどの広い視点から主管部門の部長が確認のうえ再開を判断
- 手順
 - 最新の現場状況を確認
 - リスク要因例を参照し、作業に応じてリスク要因を抽出
 - a. 放射性物質による身体汚染・被ばく → 高濃度の液体放射性物質など
 - b. 放射性物質の漏えい → 高濃度の液体放射性物質など
 - c. 充電部接触による感電 → 高圧充電部など
 - 身体汚染や外部環境への漏えいなど、回避すべき事象を念頭に顕在化シナリオを検討
 - 手順書を確認しながら、現在の防護措置が適切か、当社・協力企業で検討
 - 更に改善すべき点を、防護措置の改善内容として決定

なお、前回の技術会合時にあげた気づきを作業点検時の留意点として追加

- 実施段階（現場KY等）にて最終確認（変化、定量的か、やりづらさが無いかなどの観点で再確認）
- 充電部近接作業等、専門的な知見が必要と判断した場合は、専門部門に確認する

2-1. 作業点検の実施方法について ②

● リスク要因、顕在化シナリオ、防護措置の改善内容の具体例

例	回避すべき事象	リスク要因	悪影響(顕在化シナリオ)	現在の防護措置	防護措置の改善内容
a	放射性物質による 身体汚染、被ばく (放射線管理作業)	: 高濃度の液体放射性 物質・薬品 : 系統圧力	・ 想定しない弁操作を行い 系統圧力が上昇したら、 固縛している仮設ホース がタンクから飛び出し、 高濃度の液体放射性物質 が飛散し、身体汚染する	・ 記載無し	・ 弁操作の禁止表示 ・ 仮設ホース固縛方法の変更 ・ 作業区画の設定、アノラック の着用
b	放射性物質の環境 への漏えい (放射線管理作業)	: 高濃度の液体放射性 物質	・ 境界弁の誤操作・誤認に より高濃度の液体放射性物 質が外部環境へ漏えいする	・ 境界弁の隔離 状態を二人で 確認 (ピアチェック)	・ 運転部門で一元的に境界弁を 操作、保全部門も確認 ・ ピアチェックの方法を教育 ・ 境界弁の隔離状態確認の目的 や重要性を教育
		: 高濃度の液体放射性 物質 : 重機等	・ 重機等が、高濃度の液体 放射性物質が流れる配管 と接触し、配管が破損、 外部環境へ漏えいする	・ 記載無し	・ 重機等の作業範囲に配管が 無いことを確認
c	充電部への接触に よる感電 (充電部近接作業)	: 高圧充電部	・ 舗装面を埋設管路まで深く 掘り、電線を損傷、熱傷や 感電災害が発生	・ 舗装面の表層 のみを剥がす	・ 剥がし量を予め定める 停電作業などへの工法改善

● 期間

5月7日より開始（一部5月1日より先行実施）、6月7日に作業再開の承認を完了。

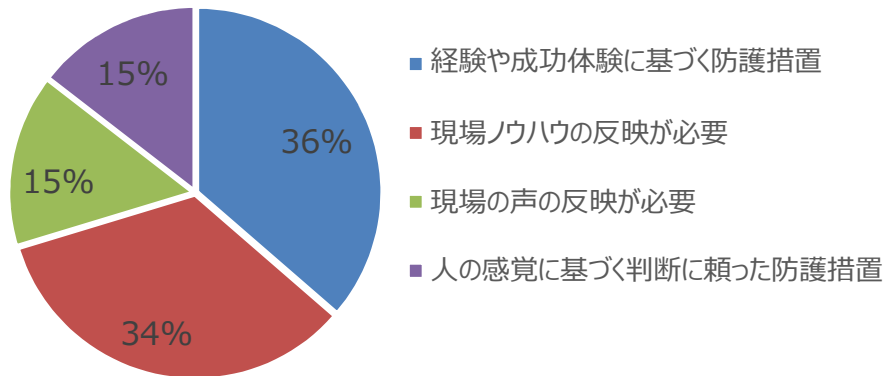
4. 今回の作業点検の評価結果 ①

作業点検結果のうち防護措置の改善を実施した作業に対して、点検結果の確認・ヒアリング等により、改善が必要となった要因、改善内容が抽出された理由という観点で評価※した。

※各主管部長への防護措置の改善事案に対してのヒアリング・アンケートを基に抽出

改善が必要となった要因

※回答は複数選択可



共通的な弱み

- (1) リスクアセスメントにおけるリスク要因に基づいたシナリオ想定弱さ
- (2) 残余のリスクの認識と重層防護(設備面・運用面での改善)弱さ
- (3) 現場の声、ノウハウの重要性、反映の必要性
- (4) 防護措置の現地適用時の確認弱さ

■ 経験や成功体験に基づく防護措置

- これで大丈夫だろう、大丈夫なはずだ、で止まっており、そこから一歩進めてうまく行かないリスクまで抽出できていなかった。リスク要因にしっかりと向き合うことが充分でなかった。

→ (1) リスクアセスメントにおけるリスク要因に基づいたシナリオ想定弱さ

- 残余のリスクまで考えた防護措置になっていなかった。

→ (2) 残余のリスクの認識と重層防護(設備面・運用面での改善)弱さ

■ 現場ノウハウの反映が必要

- 現場の暗黙知や小さな気づきは現場を確認することで出てくるものであり、それらが手順書や防護対策に結びついていなかった

→ (3) 現場の声、ノウハウの重要性、反映の必要性
(4) 防護措置の現地適用時の確認弱さ

■ 現場の声の反映が必要

- 現場の作業員への問いかけにより、より安全な現場にするための声があがった

→ (3) 現場の声、ノウハウの重要性、反映の必要性

■ 人の感覚に基づく判断に頼った防護措置

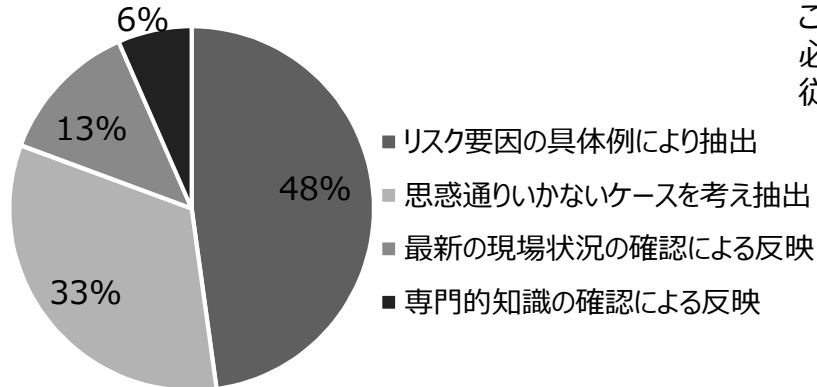
- 注意喚起等、人に依存した対策となっており、設備面・運用面での対策まで至ってなかった。

→ (2) 残余のリスクの認識と重層防護(設備面・運用面での改善)弱さ

4. 今回の作業点検の評価結果 ②

改善内容が抽出された理由

※回答は複数選択可



安全・品質を高める教訓

改善内容が抽出された理由を確認した結果、左記の理由が抽出されこれらは、安全・品質を高めるためのリスクアセスメントを実効的に行うために必要な教訓と考えている。

従って、次の観点をリスクアセスメント手法の強化策に反映することとした。

- 最新の現場状況を確認することの重要性
- リスク要因の具体例、思惑通りいかないケースも考えること
- 専門的知識（電気、放射線防護、高濃度の液体放射性物質の取扱等）の重要性

社内・協力企業数社のヒアリング結果

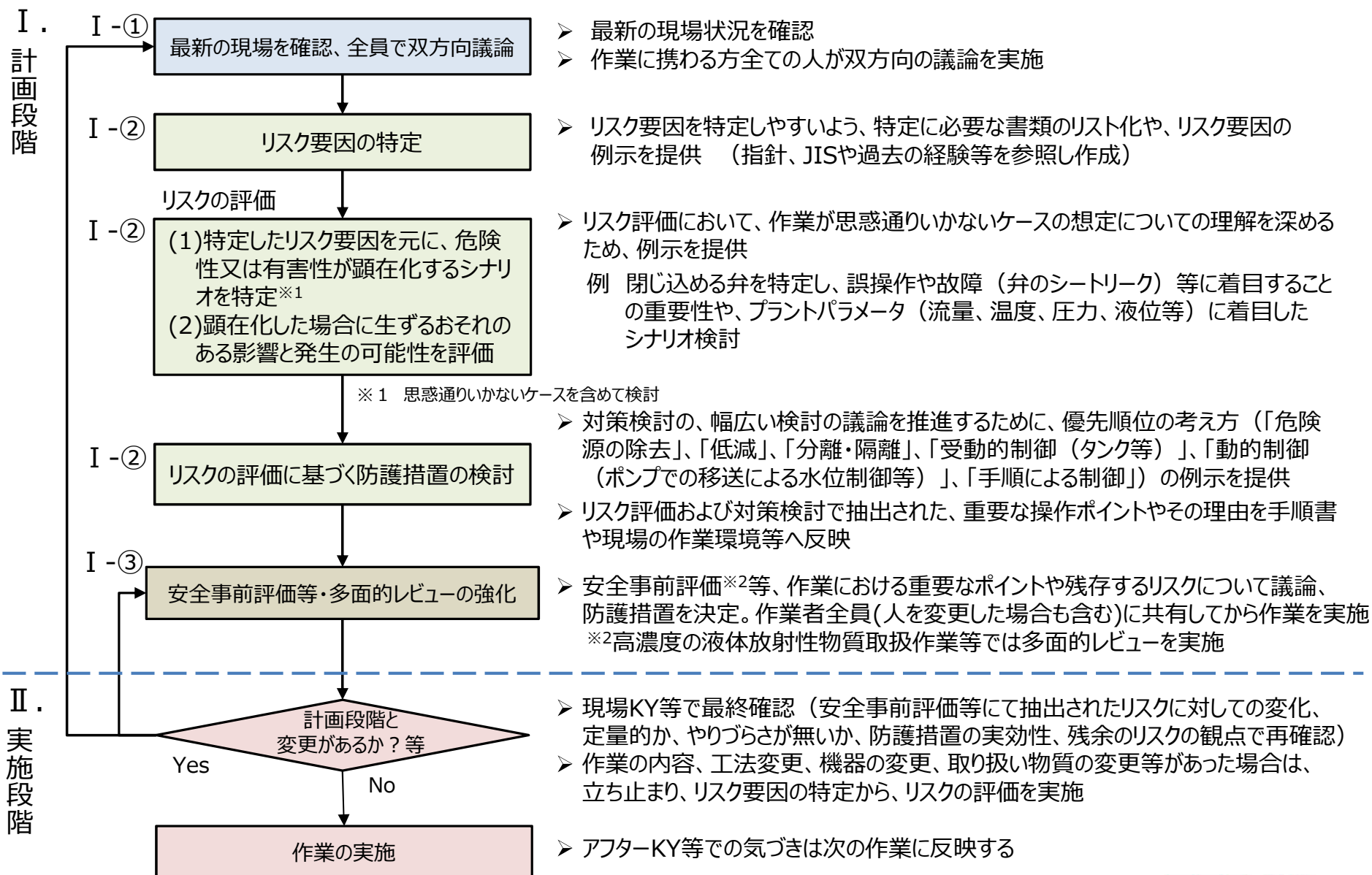
【良好】今回の作業点検の手法（リスク要因毎のリスク分析）により、多くの改善点を抽出することができた。

【課題】この手法が定着するためには、体系的なリスクアセスメント教育が必要

（具体的にリスク要因に基づき思惑通りいかないケースも考えるというリスクアセスメント手法を用いた教育は、これまでなかった）

- リスク要因に基づくシナリオを議論したことで、経験や成功体験に基づく防護措置では、思惑通りいかない事象が生じた場合、重大な事象に至るということを認識できた
- 「小さな気づき」や「より安全に作業を進めるための改善」も含め、作業に携わる全ての人がリスクを認識、継続的に向上させるためには、リスク要因、顕在化シナリオを幅広く想定できることが重要であり、たとえば、ディスカッション形式などの、具体的事例を用い、双方向の議論ができるような教育方法が必要との気づきを得た。
- 防護措置の改善結果について、実施段階で再確認することの重要性を学んだ（計画段階からの変更があるか、定量的か、やりづらさが無いか、防護措置の実効性、残余のリスクに対して重層、等）

【参考】今回のリスク分析手法の業務プロセスへの反映



【参考】各レビュープロセスの概要

- 安全事前評価
 - 当社が工事の計画段階に工事内容や実績に応じてリスク評価を確認するもの。
 - この結果を基に手順書や現場状態の改善等を行う。
 - ✓ 身体汚染事案を踏まえ、高濃度の液体放射性物質を取り扱う作業では、工事主管グループだけでなく、上位職による多面的レビューを行っている。

- ALARA会議
 - 被ばく低減対策を実施するにあたり工事内容に応じて対策が妥当であることを確認するもの。
 - この結果を基に手順書や遮へいの設置の改善等を行う。
 - ✓ 身体汚染事案を踏まえ、高濃度の液体放射性物質を取り扱う作業では、工事主管グループだけでなく、ALARA会議にて多面的レビューを行っている。

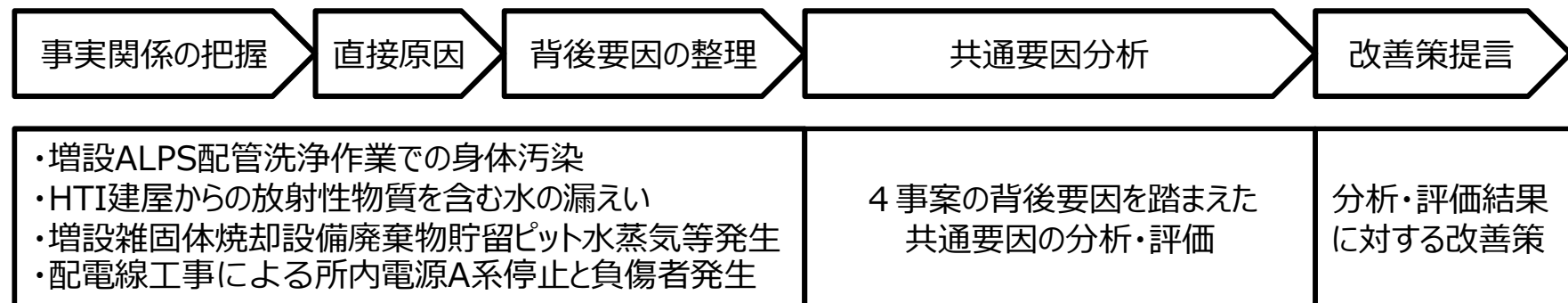
- デザインレビュー(DR)
 - 当社が設備の設計段階に工事内容や実績に応じて設計検討の妥当性を確認するもの。
 - この結果を基に設計検討や調達仕様への反映等を行う。
 - 増設雑固体焼却設備の火報発生事案を踏まえ、設計プロセスの初期段階にリスク要因に基づくリスク分析を踏まえた対応方針を明確化、後段のプロセスに確認に反映されるよう見直すこと、また、リスク要因の抽出にあたっては、社内検討の強化するため社内外の専門家を加えたプロセスを追加することとした。

以下、4事案の共通要因分析についての補足

補足 – 1.共通要因分析について

- 共通要因分析実施の経緯
 - ✓ 2023年度下期に、地元・社会の信頼喪失に繋がる重大な事案（増設ALPS配管洗浄作業での身体汚染、HTI建屋からの放射性物質を含む水の漏えい）が発生
 - ✓ 両事案は高濃度放射性流体を取り扱う作業といった類似性があるトラブル・漏えいであり、数か月間で多発していることを踏まえ、共通要因分析の実施を判断
 - ✓ また、同時期には「増設雑固体焼却設備廃棄物貯留ピット水蒸気等の発生」や2024年度に入って「配電線工事による所内電源A系停止と負傷者発生」が発生し、作業起因で重大なトラブルが続いていることに鑑み、本事案も共通要因分析の対象に追加することを判断
 - ✓ 本報告は上記事案の背後要因を整理にした上で共通要因を分析し、改善策を提言するもの

● 検討プロセス



補足－2－1. 背後要因の整理（増設ALPS配管洗浄作業での身体汚染）

直接原因	背後要因	確認した内容
排水ホースの固縛状態が不十分	薬品及び高濃度放射性物質を取り扱う作業のリスク及び設備対策の事前の検討不足	<ul style="list-style-type: none"> 硝酸を含む濃度の高い液体放射性物質を取り扱う作業のリスク抽出が不十分 洗浄廃液が飛散したラインは仮設ホース、ロープ固縛であり、設備面、管理面、防護面の安全対策が不十分
	設計段階でリスク検討不足	<ul style="list-style-type: none"> 概念検討段階でリスクの分析、設備機能の検討が十分でない 配管洗浄作業を考慮した設計になっていない
バルブ操作により配管の閉塞が起き、水圧が急激に変化	運用後の不具合・状態変化に対するリスク対応が弱い	<ul style="list-style-type: none"> 運用後の不具合・状態変化に対するリスク評価が十分でない 運用後に、運転経験を踏まえた設計の妥当性評価をしていない
	薬品及び高濃度放射性物質を取り扱う作業に対する作業安全意識が低い	<ul style="list-style-type: none"> 作業班長はTBM-KY、現場KYに参加し、その後作業現場に不在 設計担当は、洗浄廃液の発生量の増加を懸念し、当初予定になかった弁開度を閉方向に調整 作業員は、液体放射性物質を扱う作業にアノラック未着用 放射線管理員は、液体放射性物質を扱う作業員にアノラック着用を指示せず
高濃度汚染水を扱う作業に対して防護装備が不十分	元請企業の現場実態把握が不十分	<ul style="list-style-type: none"> 工事担当者は、防護指示書と現場実態（班長不在、液体放射性物質を扱う作業の防護装備不備）の相違を指摘せず
	当社の現場実態把握が不十分	<ul style="list-style-type: none"> 当社作業主管Gは、防護指示書の現場履行状況の確認が不十分

補足 – 2-2. 背後要因の整理 (HTI建屋からの放射性物質を含む水の漏えい)

直接原因	背後要因	確認した内容
現場状態と一致した手順書となっていなかった	PTW作成・審査段階での手順書の検討・評価不足	<ul style="list-style-type: none"> 保全部門は、ドレン弁が「閉」であるものとして作業を開始する手順書を作成し、配管フラッシング作業を計画し、運転部門は系統構成弁の安全処置にタグ札を発行せずし手順書管理とすることを許可 運転部門は、「開」状態で注意札による管理を行っているドレン弁が「閉」確認から作業開始することに気づかず、フラッシング作業を含めた弁修理工事PTWを承認
	当社・元請企業による作業リスクの共有不足	<ul style="list-style-type: none"> 元請企業は、安全事前評価で確認した「バイパスの吸着塔は水素ベント対策で弁が「開」の場合があるので注意すること」を操作する作業員に伝達せず 当社は、元請企業への注意喚起が、「取扱対象が高濃度汚染水であるという意識をもって作業すること」のみ
弁の状態確認は弁番号と手順書の一致確認に留まり、当該弁が閉状態でないことを見落とし	作業計画・実施段階の現場実態把握・共有の不足	<ul style="list-style-type: none"> 保全部門は、SARRY運転状態における弁開閉状態を前提に手順書を作成 運転部門は、現場状態と手順書が異なっていることに気づかず、当該弁が「開」であることを保全部門に伝えられず、系統構成責任箇所である保全部門は、系統構成未実施のまま現場作業を実施 元請企業は、当該弁が閉状態であると思いこみ、弁開閉状態の確認が不十分
	系統構成の管理不備	<ul style="list-style-type: none"> 高線量下作業はバウンダリに係る系統構成の操作を運転部門から保全部門に依頼することができ、運転部門は当該操作を保全部門に依頼している認識であったが、保全部門には系統構成を実施する責任があるとの認識がなかった
	作業手順の遵守不備	<ul style="list-style-type: none"> 作業員は、手順書に記載されたドレン弁「閉」確認を行わず、現場と手順書の弁番号が一致していることの確認にとどまり、運転部門が設置した注意札も見落とし
配管内凝縮水を建屋内に、水素ガスを建屋外に排出するため、ベント配管とドレン配管を繋げ、建屋外壁にベント口を設置した設備構成	設計段階の系外放出リスクの検討不足	<ul style="list-style-type: none"> SARRY吸着塔の水素パージは、ドレン弁とベントラインを介して建屋外に導かれる設計であり、ドレン弁開によりベント系統内ヘドレン水が回り込むリスクを考慮せず
	運用後の設計変更段階の系外放出リスクの検討不足	<ul style="list-style-type: none"> 過去のベントラインからの漏えい事象の再発防止対策「ベントラインへのバイパスドレンラインの設置」が、ドレン弁開によりベント系統内ヘドレン水が回り込むリスクを考慮していなかったため、今回の事象の際に機能せず

補足－2－3. 事案概要・直接原因（増設雑固体焼却設備廃棄物貯留ピット水蒸気等の発生）

直接原因	背後要因	確認した内容
伐採木チップの発酵熱による水蒸気発生等のリスクに対する対策が十分でなかった	引継共有不足によるリスク管理不備	<ul style="list-style-type: none"> • P J 部門ではチップの発酵熱による水蒸気発生等のリスクや対策について十分な引継ぎがされず、基本設計以降は管理、検討がされなかった • P J 部門では設備仕様の詳細や運用に関するマニュアル又は手順書などにリスクと対策を反映せず、運転部門に情報共有がなされなかった。
長期貯留を抑制する計画に対して運転実績に基づく計画の見直しが出来なかった	設計段階の火災リスクの検討不足	<ul style="list-style-type: none"> • 放射性物質による汚染のおそれがある伐採木チップ等の可燃物を対象とした大型焼却炉の設置は初めてだったが、発酵熱による水蒸気発生等のリスクを基本設計以降考慮していなかった。 • 類似設備（雑固体廃棄物焼却設備）の設置経験があったことから、外部専門家のレビューを受け設計上の見落としが無いか確認することが出来なかった。 • 過去の消防指導、屋外チップ火災事例などの知見を屋外保管に限定されたものにとらえ、増設焼却炉の設備設計及び運用上の対策に至らなかった。 • 設計・工事委託企業は、燃料の伐採木チップの長期貯留の実績が無いことから、伐採木チップの発酵熱による水蒸気発生等のハザードを認識していなかった。
伐採木チップ発酵熱による水蒸気発生時に異常兆候と捉えることが出来ず、リスク管理の機会を逸した	リスクを踏まえた運転計画作成不備	<ul style="list-style-type: none"> • 概念検討での火災リスクがプロジェクト部門内で適切に引継がれず、計画的に伐採木チップの受入・貯留量を管理し、伐採木チップの長期貯留による火災発生リスクを回避するための要領を定めることができなかった。
	運転実績に基づく受入・貯留量管理不備	<ul style="list-style-type: none"> • 運用開始以降、増設焼却炉で焼却灰の目詰まり等の故障が度々発生し、月間焼却計画どおりに焼却できない状況が頻発しており、運転部門は、受入れた伐採木チップを燃やし尽くせないまま、新たな伐採木チップを受け入れ、伐採木チップを大量に貯留する状態が常態化していた。
	異常兆候の共有・報告不足	<ul style="list-style-type: none"> • 運用開始当初より、水蒸気発生を確認していたが、表層深層の入替操作により緩和したことから、蓄熱の抑制ができていたため、設備管理箇所であったプロジェクト部門及び運転部門は、CR（コンデション・レポート）の発行をしなかった。 • 水蒸気発生事象発生の日までピット内からは連日の水蒸気発生が見られており、通常と異なる刺激臭も確認されたが、この段階でもピットへの伐採木チップの受入は行われており（硫化水素の発生も確認）この状況下でも、異常の兆候としてのCRの起票は行われなかった。

補足－2-4.背後要因の整理（配電線工事による所内電源A系停止と負傷災害）

直接原因	背後要因	確認した内容
現場の変化があった時に、立ち止まらずに作業を実施した	現場変化時のリスク抽出不足	<ul style="list-style-type: none"> 工事監理員は、事前現場確認において、コア抜き2孔及び管路立上げが施工されていないことが判明したが、上位職と十分な共有をせず、仕様書の変更、再度の安全事前評価等を実施しなかった 工事担当者は、コア抜きする事を前提に、コンクリート舗装面（表層）の剥がし作業だけであれば、隣接する埋設ケーブルの詳細なルート、深さ等を確認しなくてもケーブル損傷に至るリスクはないと考え、工事監理員もケーブル損傷に至るリスクはないものと安易に判断し、工事担当者へ作業許可
【所内電源A系停止/負傷災害】 コンクリート舗装面（表層）の剥がし作業（充電部近接作業）に対する作業員への具体的な安全指示の未実施	急な体制変更時のリスク・注意事項の共有不足	<ul style="list-style-type: none"> 当日、班長は急遽、体調不良により代務者へ変更になったが、元請工事担当者、当社工事監理員は、代務した班長にリスク・注意事項の共有が不足
	固定概念・思い込みによる現場安全管理不遵守	<ul style="list-style-type: none"> 作業員は、表層には既設埋設物が埋設されていないものと思い込み、コンクリート舗装面（表層）の剥がし作業中、パチパチ音や砂埃のような煙に違和感を感じ一旦立ち止まったが、工事担当者に報告せず、煙が止まって上から覗きこんだところ、火花が発生し負傷
	設計段階のリスク検討不足	<ul style="list-style-type: none"> 干渉が見込まれる関連工事間との調整が出来ておらず、工事実施段階で発生するリスク抽出が不足していた

補足－2-5.共通要因分析結果

1Fの特殊性である、損壊設備、廃炉のための新規設備、特殊作業環境（高線量・敷地全体が管理区域）に対して、下記の共通要因を特定

共通要因①：【設備設計段階/設備運用段階】 人・環境に及ぼすリスクに対して設備が脆弱

共通要因②：【作業準備段階】 作業に対する、危険因子の特定、リスクシナリオ設定及びリスク評価、安全事前評価、安全対策・防護措置の検討が不足

共通要因③：【作業実行段階】 当社・元請企業の現場実態把握、危機意識が不足

事 案	背後要因
増設ALPS配管洗浄作業での 身体汚染	<ul style="list-style-type: none"> 設計段階/運用段階（不具合・状態変化）のリスク検討不足 薬品及び高濃度放射性物質取扱作業のリスク及び設備対策の事前検討不足 薬品及び高濃度放射性物質取扱作業に対する作業安全意識が低い 当社・元請企業の現場実態把握が不十分
HTI建屋からの放射性物質を 含む水の漏えい	<ul style="list-style-type: none"> 設計段階/運用後の設計変更段階の系外放出リスクの検討不足 PTW作成・審査段階での手順書の検討・評価不足 当社・元請企業による作業リスクの共有不足 作業計画・実施段階の現場実態把握・共有の不足 系統構成の管理不備 作業手順の遵守不備
増設雑固体焼却設備廃棄物貯留ピット水 蒸気等の発生	<ul style="list-style-type: none"> 設計段階の火災リスクの検討不足 リスクを踏まえた運転計画作成不備 運転実績に基づく受入・貯留量管理不備 引継共有不足によるリスク管理不備 異常兆候の共有・報告不足
配電線工事による所内電源A系停止 と負傷災害	<ul style="list-style-type: none"> 設計段階のリスク検討不足 現場変化時のリスク抽出不足 急な体制変更時のリスク・注意事項の共有不足 固定概念・思い込みによる現場安全管理不遵守