

「福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所及び柏崎刈羽  
原子力発電所の放射性廃棄物処理系排水管の誤接続について」  
に対する根本原因と再発防止対策について

平成 22 年 7 月

東京電力株式会社

## 1. 目的・概要

当社福島第二原子力発電所において、ストームドレン（以下、SDという。）系ファンネルに誤って放射性廃棄物进行处理する配管が接続されていたこと、および柏崎刈羽原子力発電所においても誤接続事象が確認されたことを受け、当社原子力発電所において非放射性廃棄物进行处理するファンネルに対する、放射性廃棄物进行处理する配管の誤接続の有無の調査を実施したところ、以下の計30件の誤接続箇所（「技術基準」の不適合）が確認された。（平成22年2月2日報告書：「当社原子力発電所の放射性廃棄物処理系配管の誤接続に関する調査結果について」参照）

- ・ 福島第一原子力発電所（以下、福島第一）：5箇所
- ・ 福島第二原子力発電所（以下、福島第二）：21箇所
- ・ 柏崎刈羽原子力発電所（以下、柏崎刈羽）：4箇所

また、上記30箇所のうちの17箇所、および誤接続ではないものの、福島第二3号機において廃棄物処理補機冷却系サージタンクを經由してトリチウムを放出した事象を含め、計18箇所についてトリチウムを含む放射性液体廃棄物が保安規定に定められた放出経路と異なる箇所から放出されたこと（「保安規定」の不適合）が確認された。

以上を踏まえ、上記「技術基準」の不適合、および「保安規定」の不適合の両者について、根本的な原因究明を行い、再発防止対策を策定した。

## 2. 実施期間

自：平成22年2月 5日

至：平成22年7月 28日

## 3. 実施体制

根本原因の分析は、中立性を確保するために、今回の誤接続・誤放出事象に直接的な関わりのない本店の原子力品質・安全部が主体となり、同様に、今回の誤接続・誤放出事象に直接的な関わりのない各発電所の品質・安全部と連携して実施した。

分析チームリーダー（原子力品質・安全部）および分析員（原子力品質・安全部、品質・安全部）については、それぞれ分析チームリーダー、分析チーム員の認定資格を有する者とし、これらのメンバーで根本原因の分析を行うと共に、運転管理部門・保全部門・放射線管理部門を技術専門家として加え、分析に際してのサポートを行う体制とした。（図1：根本原因分析の実施体制）

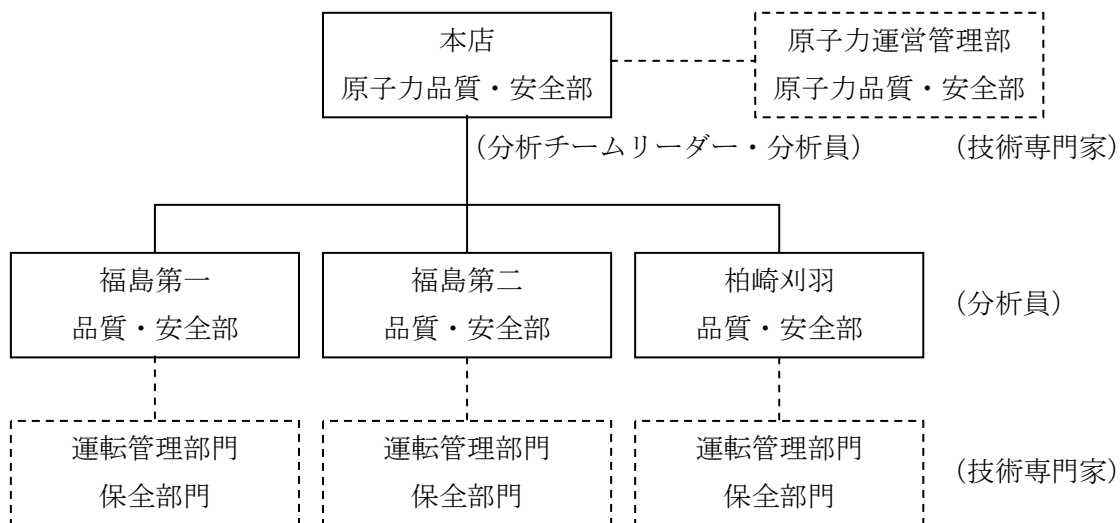


図 1 : 根本原因分析の実施体制

#### 4. 根本原因分析の実施

今回の誤接続・誤放出事象は、建設時も含めた施工時に誤接続が行われたことと、その後の日常管理の中で誤接続の状態を検知できなかったことが重畳して発生したことから、これらの2つの視点から根本原因の分析および再発防止対策の検討を行った。根本原因分析の概略フローを図2に示す。

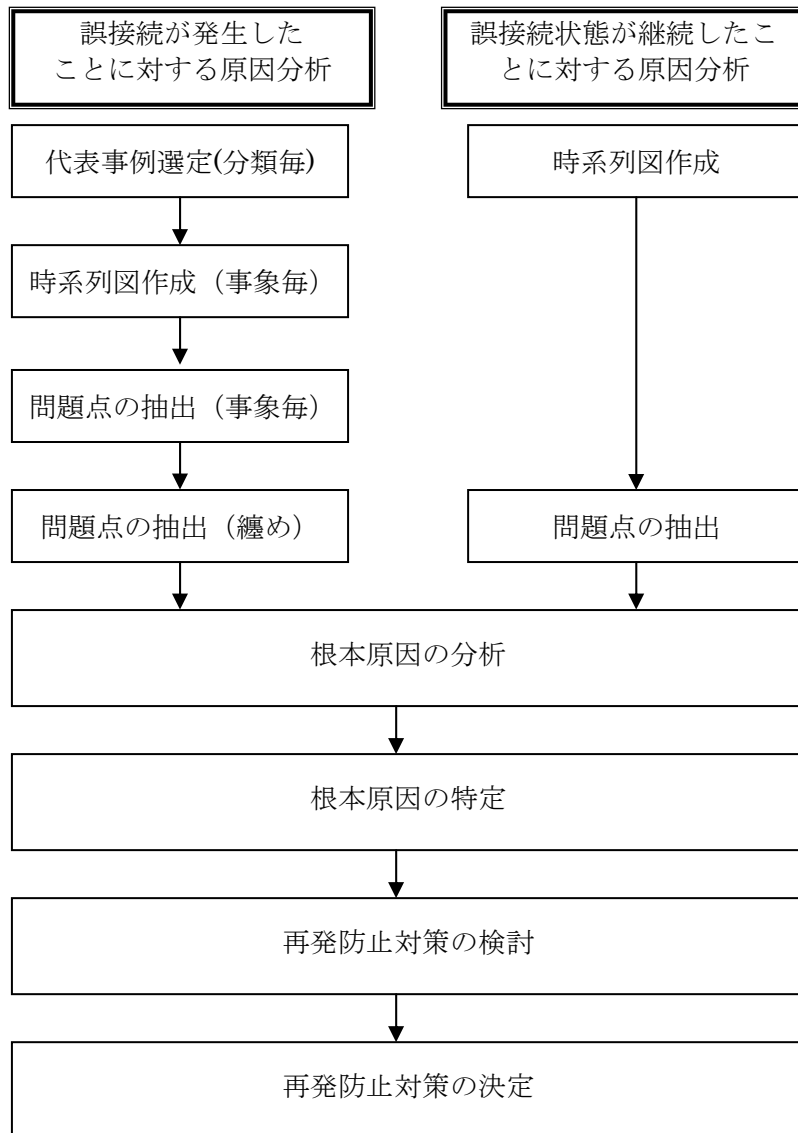


図2：根本原因分析の概略フロー

#### 4. 1 代表事例の選定

根本原因分析の実施に際しては、誤接続・誤放出事象について、事象の類似性に着目した分類を行った上で代表事例を抽出した。事象の分類にあたっては、直接的な原因による分類に加え、法規制\*<sup>1</sup>や社内の管理方針\*<sup>2</sup>等の時間的な要素も勘案して分類を行い、分類毎に代表事例を選定した。分類結果を表1に示す。

\*1：昭和62年に資源エネルギー庁より「実用発電用原子炉施設保安規定の策定指針及び解説」が发出されて以降、ガンマ線核種に加えてトリチウムについても放出管理基準値を保安規定に定めて放出量（総量）を管理して放出するようになり、それまでガンマ線の放出管理を行ってきた放射性液体廃棄物処理系に対して、トリチウムの放出管理に関する運用が開始された。

\*2：平成15年に「工事監理マニュアル」や「設計管理基本マニュアル」の制定等、品質マネジメントシステムを構築し、これに基づいた管理を開始した。

表1：事象による分類

(福島第一:1F、福島第二:2F、柏崎刈羽:KKと標記)

直接的な原因		昭和62年以前	昭和62年～平成15年	平成15年以降
設計段階	計装配管のドレン配管の接続先の考え方が明確に文書化されていなかったため、設計段階で誤接続が発生したもの	①：6箇所 1F：3箇所 2F：1箇所 KK：2箇所		
	新設計の採用や教育不足によるトリチウムに対する認識不足により誤接続が発生したもの	②-1-1：12箇所 1F：0箇所 2F：11箇所 KK：1箇所	②-1-2：3箇所 1F：1箇所 2F：1箇所 KK：1箇所	
	当時の設計の考え方に従って基本設計されたものであるが、現在の設計の考え方に照らすと誤接続と判断されるもの	②-2：7箇所 1F：1箇所 2F：6箇所 KK：0箇所		
	誤接続ではないものの、オーバーフロー配管を通じてトリチウムが系外放出に至ることを想定していなかったもの	③：1箇所 1F：0箇所 2F：1箇所 KK：0箇所		
施工段階	作業員の確認誤りにより発生したもの	④：2箇所 1F：0箇所 2F：2箇所 KK：0箇所		

分類毎の代表事例および抽出理由を以下に示す。(添付資料－1：代表事例選定表参照)

#### 【①の代表事例選定】

計装配管のドレン配管の接続先に対する考え方が明確に文書化されていなかったため、設計段階で発生したものの代表事例として、福島第二1号機における『復水浄化系ろ過器圧力指示計ドレン配管の接続』事象を選定した。

当該事象は、計器ドレンの排出先を計測対象のプロセス流体と同じ放射性液体廃棄物処理系へ接続するという設計思想が明文化されてなかったという共通要因の他、施工図に接続されるドレンファンネルが記載されていなかったこと、改造工事(H19)時に排出先の変更の要否の検討が不十分であったこと等の個別の原因を含んでいることから、代表事例として選定した。

#### 【②－1－1の代表事例選定】

新設計の採用や教育不足によるトリチウムに対する認識不足により発生したもの(昭和62年以前)の代表事例として、福島第二1号機における『再生水補給水系ドレン配管における接続』事象を選定した。

当該事象は、昭和62年以前において、近傍に放射性液体廃棄物処理系のファンネルがなかったことと、トリチウム管理に対する認識が低かったことの重畳により誤接続したという本分類の共通要因を含んでいることから、代表事例として選定した。

また、上記の共通要因の他に個別の原因を含んでいる事象として、福島第二1号機における『復水補給水系ドレン配管における接続』、柏崎刈羽1号機における『格納容器酸素分析計ドレン配管における接続』もあわせて代表事例として選定した。

#### 【②－1－2の代表事例選定】

新設計の採用や教育不足によるトリチウムに対する認識不足により発生したもの(昭和62年～平成15年)の代表事例として、福島第二3号機における『復水補給水系RPV/PCV注水流量検出器ドレン配管における接続』事象を選定した。

当該事象は、昭和62年以降においてもトリチウムに対する認識が必ずしも十分ではなかったといった共通要因を含んでいることから、代表事例として選定した。

また、上記の共通要因の他に個別の原因を含んでいる事象として、福島第一5号機における『復水補給水系－消火系連絡配管におけるドレン・ベント配管の接続』、柏崎刈羽5号機における『再生水補給水系ドレン配管における接続』

もあわせて代表事例として選定した。

#### 【②-2の代表事例選定】

新設計の採用や教育不足によるトリチウムに対する認識不足により発生したものの（昭和62年以前）のうち、ここでは建設当時の基本設計（廃液収集区分）の考え方に基づく問題なかったものの、現在の廃液収集区分の考え方に立ち返ると誤接続にあたるものの代表事例として、福島第二1号機における『復水浄化系復水ろ過設備補給水ドレン配管における接続』事象を選定した。

当該事象は、当時の設計の基本的な考え方としては問題がなかったものの、現在の設計の考え方に照らすと、ドレン配管の接続先について他系統からの流入に対する配慮が十分でなかったという本分類の共通要因を含んでいること、および個別の原因として、配管計装線図（以下、P&IDという。）にファンネル種別の記載がなかったことを含んでいることから、代表事例として選定した。

また、その他個別の原因を含んでいる事例として、福島第一3号機における『残留熱除去系-残留熱除去海水系連絡配管ドレン配管における接続』もあわせて代表事例として選定した。

#### 【③の代表事例選定】

誤接続ではないものの、オーバーフロー配管を通じてトリチウムが系外放出に至ることを想定していなかった事象として、福島第二3号機における『廃棄物処理補機冷却系サージタンクオーバーフロー配管における接続』事象を代表事例として選定した。

#### 【④の代表事例選定】

作業員の確認誤りにより誤接続を発生させた事象としては2事象が該当するが、これらの事象については、個々に原因が異なることから、福島第二4号機における『放射性ドレン移送系R/B付属棟低電導度廃液サンプルA出口流量検出器ドレン配管における接続』、および福島第二1号機における『燃料プール補給水ポンプ出口流量検出器ドレン配管における接続』の両者を代表事例として選定した。

### 4. 2 時系列図の作成と問題点の抽出

誤接続が発生したことについての原因分析に際しては、最初に、建設時および改造工事における標準的な業務フローを作成し、これをベースにして、4.1で選定した事象毎に時系列図を作成し、問題点の抽出を行った。

その後、事象毎に抽出した問題点について集約し、全体として建設時・改造時ごとに取り纏めた時系列図を作成した。（添付資料-2：時系列図参照）

誤接続状態が継続したことについての原因分析に際しては、一般的な定検工

事における業務フローについて時系列図を作成し、これに基づき問題点の抽出を行った。(添付資料－２：時系列図参照)

これらの結果として抽出された主な問題点を以下に示す。

1) 建設時

- ・ドレン・ベント配管の接続先の選定に際し、トリチウムの放出管理の観点での認識が低かった。
- ・近傍に放射性液体廃棄物処理系のファンネルがなかった。

2) 改造時

- ・トリチウムを除く放射性核種を殆ど含まないことから、SD系に排水しても影響は殆どないと考えた。
- ・計画時にドレン配管の接続先が適切かの観点での検討が不足した。

3) 定検時

- ・水抜き等の際に、溢水がないことの確認でSDファンネルを見る機会があったが、その際に気付かなかった。

4. 3 背後要因図の作成

4. 2で作成した時系列図に基づき、背後要因の分析を実施した。

背後要因の分析に際しては、時系列図に記載した業務フローの段階に着目し、

- ・協力企業の建設時・改造時の設計段階
- ・協力企業の配管施工段階
- ・協力企業の検査段階
- ・当社の建設時・改造時の設計段階
- ・当社の工事監理段階
- ・定検時／日常点検活動段階
- ・放出時の管理段階

のそれぞれの段階で要因の分析を行った。(添付資料－３：背後要因図参照)

5. 根本原因分析結果

根本原因分析の結果、以下の要因を抽出した。(添付資料－４：根本原因分析全体概要参照)

1) 計測機器のドレン・ベント配管の接続先の考え方、境界付近傍のドレン・ベント配管の接続先の考え方等が明確化されていなかった。

(協力企業・当社の設計段階)

：ドレン・ベント配管が接続されている配管には通常非放射性流体が供給されることから、プロセス系統の流体等が混入する可能性まで設計段階で考慮できなかった、又は影響は殆どないと考えていた。

2) 近傍に放射性液体廃棄物処理系のファンネルがなかった。



(協力企業の設計段階)

: ドレン・ベント配管等の詳細設計が確定する前に、建屋が着工されたことから、配置設計に接続先のファンネルの配置要求を正確に反映することができず、当該ドレン・ベント配管近傍にはSDファンネル以外のファンネルがなかった。

- 3) トリチウムの放出管理についての認識が低かった。

(協力企業の配管施工段階、当社の設計段階・工事監理段階)

: 当該ドレン・ベント配管をSDファンネルに接続しても、放射性流体が排出される可能性は低い、若しくは極微量であると考えた。

- 4) P&ID、施工図の情報が不足していた。

(協力企業の配管施工・検査段階)

: P&ID・施工図に記載すべき事項が明確でなかったことから、ファンネル種別やファンネルの位置情報が記載されていなかった。

- 5) 施工者自身若しくは接続先を指示した工事担当者自らがファンネル接続先の検査を実施していた。

(協力企業の配管施工・検査段階)

: 施工者自身若しくは配管の接続先を指示した工事担当者が検査を実施していたことから、問題なく接続されているという思い込みを持って検査を実施した。

- 6) トリチウムの放出管理の観点での確認が十分に行えなかった。

(当社の設計段階)

: 改造工事により、ドレン・ベント配管(改造工事範囲外)に流れる流体が変わることまで設計段階で考慮できなかった。

- 7) 工事監理の中でファンネルまで確認する意識が低かった。

(当社の工事監理段階)

: 開先検査・非破壊検査、運用・運転での観点からの確認に重点をおいて確認していた。

- 8) ドレン・ベント作業時に、排水に着目した確認が不足していた。

(当社の定検時/日常点検活動段階)

: ドレン・ベント作業は、ファンネルへの配管接続が正しく行われていることを前提に考えていることから、溢水が発生していないことの確認を重点的に実施していた。

上記については、現在の協力企業における管理状況を踏まえ、現状の管理の中で再発防止が図られている要因(5.1)と、分析の結果を踏まえて、再発防止対策の策定が必要な要因(5.2)に分類した。

## 5. 1 協力企業における現在の設計・施工管理について

- 1) (協力企業)、2)、4)、5)の要因については、以下の通り現在のプ

プラントメーカーにおける管理および協力企業に対する管理の中で対策が取られているため、現時点においては同様な要因により誤接続が発生する可能性に対する対策が図られている。

1) 計測機器のドレン・ベント配管の接続先の考え方、境界弁近傍のドレン・ベント配管の接続先の考え方について

現在は、放射性流体の計測用に設置された計装配管のドレン・ベント配管の接続先は、「計測対象の流体と同様に放射性廃棄物として処理する」、放射性の系統と非放射性の系統の境界近傍より廃液を排出する場合には、「境界弁の開閉操作や不具合を考慮し、当該排出位置が非放射性の系統に属する場合であっても放射性液体廃棄物処理系のファンネルに廃液を導く」という考え方がプラントメーカーにおいて明確になっており、この考え方にに基づき設計が行われている。

なお、プラントメーカー以外の当社協力企業に対しては、6. 2に基づいた管理を行うことで再発防止対策が図られる。

2) ドレン・ベント配管・ファンネルの配置設計について

建設当時は、ドレン・ベント配管等の詳細設計が確定する前に、建屋が着工されることもあったが、現在は、機器配置の標準化や機器配管のユニット化が進められたことや3次元CAD等の導入により、床面のコンクリート打設時までには設計に基づきドレン・ベント配管・ファンネル等の設置位置が決定され、詳細設計を確定しており、これに基づき施工図書が作成され、施工がなされるようになってきたことから、必要なファンネルが漏れなく計画段階で配置設計に反映される。

建設プラントにおいては、プラントメーカー以外の当社協力企業も含め、ファンネルの配置設計はプラントメーカーが一元管理を実施していることから、必要なファンネルが漏れなく計画段階で配置設計に反映される。

4) P&ID・施工図の記載内容について

現在は、機器配置の標準化や機器配管のユニット化が進められたことや3次元CAD等の導入により、床面のコンクリート打設時までには設計に基づきドレン・ベント配管・ファンネル等の設置位置が決定され、詳細設計が確定しており、これに基づき施工図書が作成され、施工がなされるようになってきた。さらに、プラントメーカーの社内文書にてP&ID及び施工図に記載する内容は明確化されていることから、P&ID・施工図にファンネル種別やファンネルの位置情報の必要な事項が記載される。

なお、プラントメーカー以外の当社協力企業に対しては、6. 2に基づいた管理を行うことで再発防止対策が図られる。

## 5) 施工時の検査について

建設当時は、ドレン・ベント配管の接続に係る検査について、検査員の独立性が保たれておらず、配管溶接を行った施工者自身若しくは接続先を指示したプラントメーカー工事担当者自らがファンネル接続先の検査を実施していた。このため、接続箇所に対して間違っただけの思い込みがある場合は、誤った検査となる場合があった。しかし現在は、品質管理部門等、施工者以外の者が検査を実施することで、検査員の独立性が確保されている。

また、当社共通仕様書にて、検査・試験要員の独立性について要求事項として定めており、プラントメーカー以外の当社協力企業についても検査・試験要員の独立性は確保される。

## 5. 2 再発防止対策の策定が必要な要因

1) (当社)、3)、6)、7)、8) の要因については、以下の通り現在においても再発の可能性があるので新たに対策を策定することが必要であると考えられる。

### 1) 計測機器のドレン・ベント配管の接続先の考え方、境界付近傍のドレン・ベント配管の接続先の考え方等について

建設当時や過去の改造工事の時には、当社の調達要求事項が明確ではなかったことから、当社の系外放出に係わる要求事項の明示や管理が十分に行えていなかった。

現在においても、放射性物質の系外放出や非放射性物質との混在を防止すること等基本事項は認識しているものの、調達要求事項として明文化されていない。

### 3) トリチウム放出管理の認識について

昭和 62 年に資源エネルギー庁より「実用発電用原子炉施設保安規定の策定指針及び解説」が発出されて以降、ガンマ線核種に加えてトリチウムについても放出管理基準値を保安規定に定めて放出量（総量）管理して放出するようになった。しかし、それまでトリチウムが管理されない時代が長期にわたったこと、トリチウムの性質や管理に着目した教育がなかったことからトリチウムに対する知識と、系外放出に対する意識の醸成が、当社、協力企業において根付かなかった。

現在においてもトリチウムの放出管理に関する知識と意識を醸成させる教育が十分に実施されていない。

### 6)、7) 設計管理・工事監理について

建設当時や過去の改造工事の時には、設計管理・工事監理の考え方の整備が十分でなかったことから当社の系外放出に係わる要求事項の明示や管理が十分に行えていなかった。

現在においては平成 15 年に「設計管理基本マニュアル」・「工事監理マニュアル」が制定されて以降、デザインレビューを行っていく中で当社の詳細な要求仕様が明確になり、その後の設計プロセスの中で要求仕様が施工内容に適切に反映されている事を検証・確認していることや、当社要求事項が調達要求として明確化されることで工事監理の中でフォローできる仕組みとなっている。しかし、今回の事象を踏まえた場合、「設計管理基本マニュアル」で定めている系外放出リスクの有無を判断する基準については、確実なレビューを実施するという観点でみると、記載内容の充実化が必要である。

#### 8) ドレン・ベント作業時の確認について

ドレン・ベント作業は、ファンネルへの配管接続が正しく行われていることを前提に考えており、溢水が発生していないことの確認を重点的に実施しており、排水しているファンネルの種別にまで注意は及んでいなかった。

また、建設当時や過去の改造工事の時およびそれ以降、SD ファンネルは他の放射性液体廃棄物処理系ファンネルと同様に管理区域内に設置されているにも係わらず、識別管理を積極的に行っていなかったことから、放射性流体を排水してはいけないファンネルであることに気付かせるための配慮は行っていなかった。

### 5. 3 根本原因

5. 2に記載した要因を俯瞰すると、トリチウムに対する認識が、当社・協力企業の両者について不足しており、またこれらについての教育が実施されていなかったこと、また、仕様としても明確になっていなかったことが根底にあったと考える。

従って、今回の誤接続・誤放出事象の根本原因は、

①トリチウムを含む放出管理についての認識（知識と意識）を持たせるための活動が組織的に行われていなかった。

②系外放出に係わる考え方が要求事項（ルール）として明確になっていなかった。

ことである。

### 6. 再発防止対策

#### 6. 1 直接原因に対する是正処置

誤接続が確認されたドレン・ベント配管については、平成 22 年 2 月 2 日報告書：「当社原子力発電所の放射性液体廃棄物処理系配管の誤接続に関する調査結果について」の報告に基づき、当該ドレン・ベント配管を使用できないように措置を講じるとともに、今後配管を改造し、放射性液体廃棄物処理系のフ

ファンネルに接続先を変更する、または、今後使用する可能性がない当該配管については、閉止することとしている。

## 6. 2 根本原因分析結果を踏まえた是正処置（予防処置を含む）

5. 1に記載した要因については、現在のプラントメーカーにおける管理および協力企業に対する管理の中で既に対策が図られている。

従って、5. 2に記載した根本原因分析の結果を踏まえ、以下の再発防止対策についても併せて実施することとする。

### (1) トリチウムの放出管理に係わる認識（知識と意識）の醸成

- ・トリチウムの性状に対する知識と放出管理の関する意識の醸成活動が組織的に十分に行われていなかったこと、また、これらの知識と意識を有していることが、設計管理・施工管理・日常管理を行っていく上での基本事項となることから、当社および協力企業の放射線業務従事者、および当社の改造・建設プラント設計に係わる要員に対する教育項目にトリチウムの性質、管理の状況と経緯、系外放出に係わる「SD系に排水してはいけない系統水」の教育を当社の教育プロセス及び協力企業への要求仕様（放射線管理仕様書）に追加し、当該教育を継続的に実施する。

### (2) 建設時・改造時における管理の強化

- ・「設計管理基本マニュアル」において、系外放出リスクの有無を判断するための考え方（基準）について、記載の充実化を図り、計測機器のドレン・ベント配管の接続先の考え方、境界弁近傍のドレン・ベント配管の接続先の考え方等、今回の系外放出に至った配管の誤接続事象を考慮したレビューを設計管理プロセスの中で確実に実施する。
- ・放射性物質の系外放出や非放射性物質との混在を防止すること等基本事項は認識していたものの、明文化されていないこと、また、要求事項の明文化により工事監理の中で確実にフォローできることから、設計管理・施工管理・工事監理を実施する上での基本的な事項を調達仕様として共通仕様書に明記する。

### (3) SD系の識別管理強化

ドレン・ベント作業に伴いSDファンネルからの溢水のないことを確認する際や、改造工事の計画段階における現場確認時、実際に配管の接続を行う際等様々な作業段階において、ドレン・ベント配管の誤接続検知・未然防止を目的としてSDファンネルに注意喚起の観点での識別表示を実施する。

また、当社の不適合管理プロセスに基づき、今後のプラント建設工事においても今回の知見を考慮した識別表示等を実施する。

## 7. 添付資料

(1) 代表事例選定表

(2) 時系列図

(3) 背後要因図

(4) 根本原因分析全体概要

(5) 再発防止対策に係わるアクションプラン

# 代表事例選定表

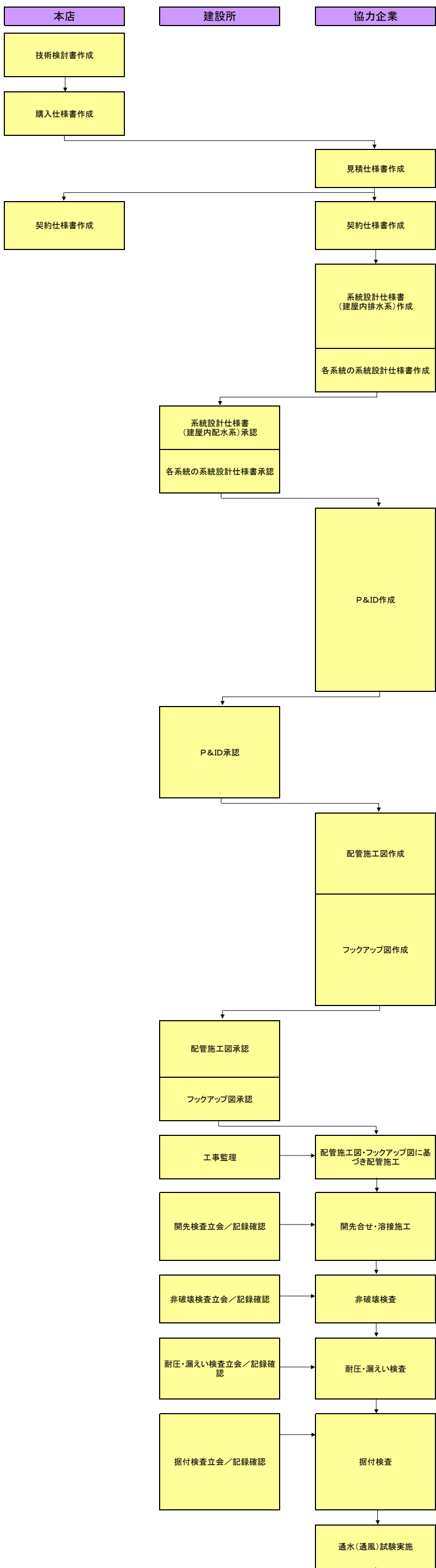
直接的な原因	発生時期	No. *	誤接続箇所名（網掛けの項目は、各分類ごとの代表事象を示す）	問題点		
① 計装配管のドレン配管の接続先の考え方が明確に文書化されていなかったため、設計段階で誤接続が発生したもの	昭和62年以前 (プラント建設時)	1	福島第一1号機 低圧タービン入口圧力検出器ドレン配管	①計器ドレンの排水先の考え方（設計思想）が明確でなかった		
		3	福島第一3号機 タービングランドシール蒸気系ヘッダー圧力計装ラックドレン配管	①計器ドレンの排水先の考え方（設計思想）が明確でなかった		
		4	福島第一5号機 タービングランドシール蒸気系ヘッダー圧力計装ラックドレン配管	①計器ドレンの排水先の考え方（設計思想）が明確でなかった		
		11	福島第二1号機 タービン建屋 復水浄化系ろ過器圧力指示計ドレン配管	①計器ドレンの排水先の考え方（設計思想）が明確でなかった ②施工図に接続するドレンファンネルが記載されていなかった ③ドレン配管を当該系統が接続された系統の区分に基づきファンネルの系統を決定し、トリチウムを含む系統（MUWC等）の水も排水されることが考慮されなかった ④改造工事（H19）時に排出先の変更要否の検討が不十分だった		
		28	柏崎刈羽1号機 原子炉隔離時冷却系蒸気管差圧検出配管ドレン配管	①計器ドレンの排水先の考え方（設計思想）が明確でなかった		
		29	柏崎刈羽1号機 燃料プール浄化系スキマーサージタンク水位計配管ドレン配管	①計器ドレンの排水先の考え方（設計思想）が明確でなかった		
		②-1 新設計（FPMUWやMUWT）の採用、教育不足によるトリチウムに対する認識不足、近傍に放射性液体廃棄物処理系のファンネルがなかったことによるもの	②-1-1 昭和62年以前 (プラント建設時)	9	福島第二1号機 タービン建屋 再生水補給水系ドレン配管	④近傍に液体放射性廃棄物処理系のファンネルがなかった ⑤トリチウムを除く放射性核種を殆ど含まないことから、SDファンネルに接続可能と判断した（トリチウムの管理に対する認識が低い）
16	福島第二3号機 タービン建屋 復水ろ過装置流量及び圧力検出器ドレン配管			④近傍に液体放射性廃棄物処理系のファンネルがなかった ⑤トリチウムを除く放射性核種を殆ど含まないことから、SDファンネルに接続可能と判断した（トリチウムの管理に対する認識が低い）		
17	福島第二4号機 非常用ディーゼル発電設備冷却系サージタンク（A）廻りドレン配管			⑤トリチウムを除く放射性核種を殆ど含まないことから、SDファンネルに接続可能と判断した（トリチウムの管理に対する認識が低い）		
18	福島第二4号機 原子炉建屋 燃料プール補給水系～残留熱除去冷却系調圧タンク（A）非常用補給水配管ベント配管			④近傍に液体放射性廃棄物処理系のファンネルがなかった ⑤トリチウムを除く放射性核種を殆ど含まないことから、SDファンネルに接続可能と判断した（トリチウムの管理に対する認識が低い）		
19	福島第二4号機 原子炉建屋 燃料プール補給水系～残留熱除去冷却系調圧タンク（B）非常用補給水配管ベント配管			④近傍に液体放射性廃棄物処理系のファンネルがなかった ⑤トリチウムを除く放射性核種を殆ど含まないことから、SDファンネルに接続可能と判断した（トリチウムの管理に対する認識が低い）		
21	福島第二1、2号機 廃棄物処理建屋 再生水補給水系ドレン配管①			④近傍に液体放射性廃棄物処理系のファンネルがなかった ⑤トリチウムを除く放射性核種を殆ど含まないことから、SDファンネルに接続可能と判断した（トリチウムの管理に対する認識が低い）		
22	福島第二1、2号機 廃棄物処理建屋 再生水補給水系ドレン配管②			④近傍に液体放射性廃棄物処理系のファンネルがなかった ⑤トリチウムを除く放射性核種を殆ど含まないことから、SDファンネルに接続可能と判断した（トリチウムの管理に対する認識が低い）		
23	福島第二1、2号機 廃棄物処理建屋 再生水補給水系ドレン配管③			④近傍に液体放射性廃棄物処理系のファンネルがなかった ⑤トリチウムを除く放射性核種を殆ど含まないことから、SDファンネルに接続可能と判断した（トリチウムの管理に対する認識が低い）		
24	福島第二1、2号機 廃棄物処理建屋 再生水補給水系ドレン配管④			④近傍に液体放射性廃棄物処理系のファンネルがなかった ⑤トリチウムを除く放射性核種を殆ど含まないことから、SDファンネルに接続可能と判断した（トリチウムの管理に対する認識が低い）		
25	福島第二1号機 トレンチ内 再生水補給水系ドレン配管			④近傍に液体放射性廃棄物処理系のファンネルがなかった ⑤トリチウムを除く放射性核種を殆ど含まないことから、SDファンネルに接続可能と判断した（トリチウムの管理に対する認識が低い）		
26	福島第二1号機 トレンチ内 復水補給水系ドレン配管			⑥建設時の仮設配管が耐圧・洗浄水後撤去されなかった		
27	柏崎刈羽1号機 格納容器酸素分析計ドレン配管			④近傍に液体放射性廃棄物処理系のファンネルがなかった ⑦サンプリングメカとプラントメカ間で調整・整合性確認が行われなかった		
②-1-2 昭和62年 ～平成15年 (改造工事時)	5			福島第一5号機 復水補給水系-消火系連絡配管におけるドレン・ベント配管	②トリチウムを除く放射性核種を殆ど含まないことから、SDファンネルに接続可能と判断した（トリチウムの管理に対する認識が低い） ③現場でのアクセス性を優先した	
	15			福島第二3号機 原子炉建屋 復水補給水系 RPV/PCV注水流量検出器ドレン配管	④トリチウムを除く放射性核種を殆ど含まないことから、SDファンネルに接続可能と判断した（トリチウムの管理に対する認識が低い）	
	30			柏崎刈羽5号機 再生水補給水系ドレン配管	④トリチウムを除く放射性核種を殆ど含まないことから、SDファンネルに接続可能と判断した（トリチウムの管理に対する認識が低い） ⑤近傍に液体放射性廃棄物処理系のファンネルがなかった	
②-2 当時の設計の考え方に従って基本設計されたものであるが、現在の設計の考え方に照らすと誤接続と判断されるもの	昭和62年以前 (プラント建設時)			2	福島第一3号機 残留熱除去系-残留熱除去海水系連絡配管ドレン配管	③ドレン配管を当該系統が接続された系統の区分に基づきファンネルの系統を決定し、トリチウムを含む系統（MUWC等）の水も排水されることが考慮されなかった ⑧P&IDにファンネル種別の記載がなかった
				6	福島第二1号機 原子炉建屋 残留熱除去冷却系調圧タンク（A）廻りドレン配管	③ドレン配管を当該系統が接続された系統の区分に基づきファンネルの系統を決定し、トリチウムを含む系統（MUWC等）の水も排水されることが考慮されなかった
		7	福島第二1号機 原子炉建屋 残留熱除去冷却系調圧タンク（B）廻りドレン配管	③ドレン配管を当該系統が接続された系統の区分に基づきファンネルの系統を決定し、トリチウムを含む系統（MUWC等）の水も排水されることが考慮されなかった		
		10	福島第二1号機 タービン建屋 復水浄化系復水ろ過設備 補給水ドレン配管	③ドレン配管を当該系統が接続された系統の区分に基づきファンネルの系統を決定し、トリチウムを含む系統（MUWC等）の水も排水されることが考慮されなかった ④改造工事（H19）時に排出先の変更要否の検討が不十分だった		
		12	福島第二2号機 原子炉建屋 残留熱除去冷却系調圧タンク（A）廻りドレン配管	③ドレン配管を当該系統が接続された系統の区分に基づきファンネルの系統を決定し、トリチウムを含む系統（MUWC等）の水も排水されることが考慮されなかった		
		13	福島第二2号機 原子炉建屋 残留熱除去冷却系調圧タンク（B）廻りドレン配管	③ドレン配管を当該系統が接続された系統の区分に基づきファンネルの系統を決定し、トリチウムを含む系統（MUWC等）の水も排水されることが考慮されなかった		
		14	福島第二2号機 原子炉建屋 高圧炉心スプレイ補機冷却系サージタンク廻りドレン配管	③ドレン配管を当該系統が接続された系統の区分に基づきファンネルの系統を決定し、トリチウムを含む系統（MUWC等）の水も排水されることが考慮されなかった		
④ 作業員の確認誤りにより発生したもの	昭和62年以前 (プラント建設時)	8	福島第二1号機 原子炉建屋 燃料プール補給水ポンプ出口流量検出器ドレン配管	⑨手前にある別系統のドレンファンネルに接続した		
		20	福島第二4号機 原子炉建屋 放射性ドレン移送系 R/B付属棟低電導度廃液サンプA出口流量検出器ドレン配管	⑩配管施工図に記載されているファンネル番号を誤認した		
③ 誤接続ではないものの、オーバーフロー配管を通じてトリチウムが系外放出に至ることを想定していなかったもの	昭和62年以前 (プラント建設時)	—	福島第二3号機 廃棄物処理補機冷却系サージタンクオーバーフロー配管	⑪液体放射性廃棄物処理系サンプ内のトリチウムを含む空気がオーバーフロー配管を逆流		

\*：平成22年2月2日報告書添付資料-4に記載の「放射性廃棄物処理配管における接続調査結果」表の番号を示す。

注記： ①～：建設時の問題点 ④～：改造時の問題点

# 時系列図

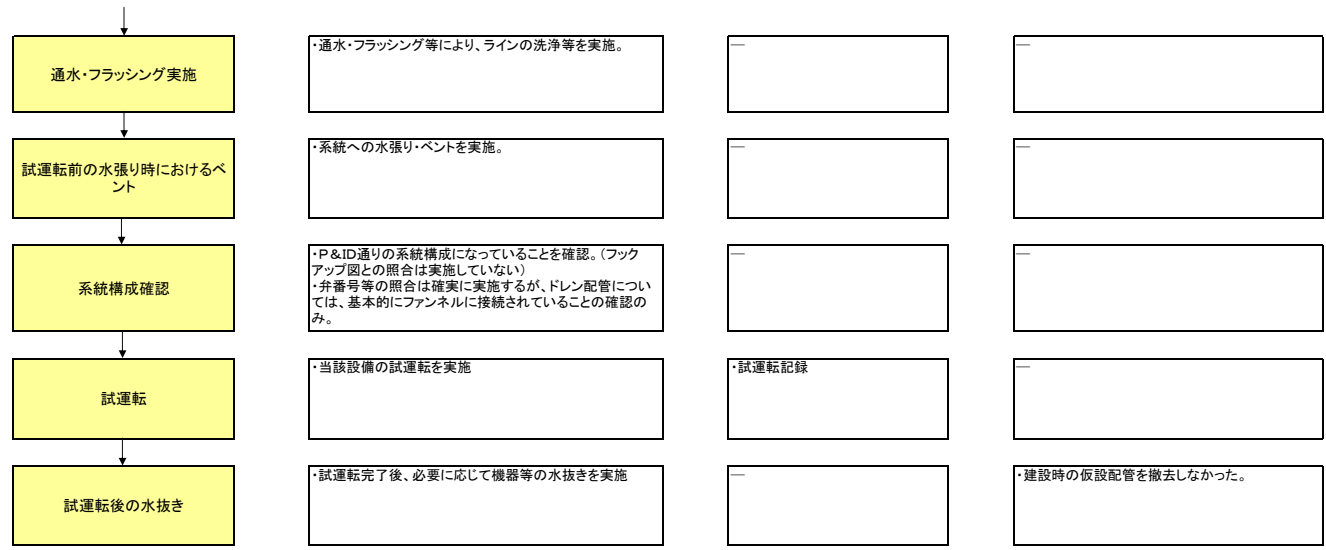
## 【建設時における一般的な業務フロー】: 纏め



主な業務内容	作成文書・記録	問題点
<ul style="list-style-type: none"> <li>プラントの基本的な考え(基本設計)を技術検討書として作成。</li> <li>SD系については処理する水として、「海水や防錆材を含んだ純水などの非放射性廃液」と記載。(2Fの例)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術検討書</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>プラントの基本仕様について購入仕様書として作成、受注者に送付。</li> <li>SD系については、海水や淡水はSD系で収集することを記載。(2Fの例)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>購入仕様書</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>購入仕様書を受けて見積仕様書を作成、発注者に提出。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>見積仕様書</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>見積仕様書に基づく調整結果を反映し、プラント仕様について定めた契約仕様書を作成。</li> <li>SD系については、ストームドレン(非放射性流体を取り扱う機器からの排水)を収集し、分析後所外放出することの設備とすることを記載。(2Fの例)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>契約仕様書</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>建屋内配水系の基本的設計仕様書を作成。</li> <li>廃液収集区分について、基本的な考え方を記載。</li> <li>SD系については、「海水又は純水等非放射性流体を取り扱う装置区域内の機器からの排水および漏洩水であり、放射性物質はほとんど含有されない」と記載。(2Fの例)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>系統設計仕様書(建屋内配水系)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃液区分の考え方が明確になっていなかった。</li> <li>ドレン配管の排水先を当該系統が接続された系統の区分に基づき決定した。</li> <li>境界近傍のドレン配管の接続先の考え方が要領書等で明確になっていなかった。</li> <li>計装機器ドレン配管の接続先の考え方が要領書等で明確に文書化されていなかった。</li> <li>トリチウムの放出管理についての認識が低かった。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>各系統の基本的設計仕様書を作成。</li> <li>ドレン排水先については、記載されているものと記載されていないものがある。(記載されている場合は、プロセス配管からのドレン先)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>系統設計仕様書(各系統)</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>系統設計仕様書(建屋内配水系)の内容を確認し承認</li> <li>先行機からの変更点を中心に内容を確認。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>系統設計仕様書(建屋内配水系)</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>系統設計仕様書(各系統)の内容を確認し承認</li> <li>ドレン先の記載がある場合は、系統設計仕様書(建屋内配水系)との整合性を確認。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>系統設計仕様書(各系統)</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>系統設計仕様書等に基づき、P&amp;IDを作成。</li> <li>プロセス配管については、基本的に排水先ファンネルに記載。</li> <li>計測器ドレンについては、基本的に排水先ファンネルに記載されていない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>P&amp;ID</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>P&amp;IDにファンネル種別が記載されていなかった。(排出先は「ドレン」とのみ記載)</li> <li>ドレン配管の排水先を当該系統が接続された系統の区分に基づき決定した。</li> <li>廃液区分の考え方が明確になっていなかった。</li> <li>境界近傍のドレン配管の接続先の考え方が要領書等で明確になっていなかった。</li> <li>HCWサブ内のトリチウムを含む空気がRWCWタンクのオーバーフロー管を通じてRWCWタンクに逆流することまで考えが至らなかった。</li> <li>計装機器ドレン配管の接続先の考え方が要領書等で明確に文書化されていなかった。</li> <li>ファンネル配置設計確定時に機器の配置が確定していなかった。</li> <li>接続先ファンネルの変更がP&amp;IDに反映されなかった。</li> <li>サンプリングメカとプラントメカ間で接続するドレンファンネルについての調整・整合性確認が行われなかった。</li> <li>トリチウムの放出管理についての認識が低かった。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>P&amp;IDの審査を行い承認。</li> <li>ドレン配管については、プロセス配管等のドレンが適切に入行えるかの観点でのレビューを実施しているが、ドレン先の整合性(系統設計仕様書との照合)の観点では実施してなかったと推定。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>P&amp;ID</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>P&amp;IDにファンネル種別が記載されていなかった。(排出先は「ドレン」とのみ記載)</li> <li>P&amp;IDの確認が十分でなかった。</li> <li>接続先ファンネルの変更がP&amp;IDに反映されなかった。</li> <li>HCWサブ内のトリチウムを含む空気がRWCWタンクのオーバーフロー管を通じてRWCWタンクに逆流することまで考えが至らなかった。</li> <li>トリチウムの放出管理についての認識が低かった。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>P&amp;ID等に基づき、配管施工図を作成。</li> <li>ファンネル情報(系統・番号等)が基本的に明確にされるが、記載されていないものもある。</li> <li>2F3, 4以前は放射性流体が流れている配管との境界近傍のファンネルであっても当該配管に非放射性流体が流れている場合はSDファンネルで排水することが認められていた。</li> <li>近傍に基本設計時に予定していたファンネルが無い場合、詳細設計にて変更する場合もある。</li> <li>系統設計仕様書等に基づき、フックアップ図を作成。</li> <li>計装元弁以降はP&amp;IDに作成されないため、フックアップ図でファンネル情報が基本的に明確にされるが、記載されていないものもある。</li> <li>フックアップ図で配管施工図を兼ねる場合もある。</li> <li>計測器ドレンの排出区分について、明文化されていなかった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>配管施工図</li> <li>フックアップ図</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ドレン配管の排水先を当該系統が接続された系統の区分に基づき決定した。</li> <li>廃液区分の考え方が明確になっていなかった。</li> <li>境界近傍のドレン配管の接続先の考え方が要領書等で明確になっていなかった。</li> <li>施工図に接続するドレンファンネルが記載されていなかった。</li> <li>当該排水はトリチウム以外に放射性核種を殆ど含んでいないことから影響はほとんど無いと考えた。</li> <li>サンプリングメカとプラントメカ間で接続するドレンファンネルについての調整・整合性確認が行われなかった。</li> <li>P&amp;IDにファンネル種別が記載されていなかった。(排出先は「ドレン」とのみ記載)</li> <li>近傍に放射性液体廃棄物処理系のファンネルが無かった。</li> <li>計装機器ドレン配管の接続先の考え方が要領書等で明確に文書化されていなかった。</li> <li>施工図に記載すべき事項が明確になっていなかった。</li> <li>トリチウムの放出管理についての認識が低かった。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>配管施工図の審査を行い承認。</li> <li>工認・溶接対象ライン、サポート配置等を中心に確認を実施、ドレン排水先についてはP&amp;IDに基づいて計画されているものと考えていたと推定。</li> <li>配管施工図は、現場合わせの結果を反映して順次改訂が行われる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>配管施工図</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工図に接続するドレンファンネルが記載されていなかった。</li> <li>境界近傍のドレン配管の接続先の考え方が要領書等で明確になっていなかった。</li> <li>P&amp;ID、配管施工図の確認が十分でなかった。</li> <li>トリチウムの放出管理についての認識が低かった。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>フックアップ図の審査を行い承認。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>フックアップ図</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>以下の立会い検査以外に、ハトロール等により、現場の状況を確認。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>配管施工図</li> <li>フックアップ図</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>接続すべきファンネルのすぐ手前SD系ファンネルに誤って接続した。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>配管施工図等に基づき、開先合せ、開先検査、溶接施工を実施。(協力企業)</li> <li>開先検査立会(建設時期の違いにより、立会い検査・記録確認・協力企業に一任の場合があり、管理方法が異なる: 電力)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>配管施工図</li> <li>フックアップ図</li> <li>溶接施工記録</li> <li>開先検査記録</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工者はファンネル番号を読み間違えた。</li> <li>ファンネル位置が判る情報が記載された図書が無かった。</li> <li>接続すべきファンネルのすぐ手前にSD系ファンネルがあった。</li> <li>施工企業の検査で発見できなかった。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>配管施工後、溶接部の非破壊検査(PT)を実施。(協力企業)</li> <li>非破壊検査立会(建設時期の違いにより、立会い検査・記録確認・協力企業に一任の場合があり、管理方法が異なる: 電力)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>非破壊検査記録</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ファンネル位置が判る情報が記載された図書が無かった。</li> <li>施工企業の検査で発見できなかった。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>非破壊検査実施後、耐圧・漏えい検査を実施。(協力企業)</li> <li>建設時期の違いにより、耐圧・漏えい検査を実施している場合と、実施していない場合がある。</li> <li>耐圧・漏えい検査立会(建設時期の違いにより、立会い検査・記録確認・協力企業に一任の場合があり、管理方法が異なる: 電力)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐圧・漏えい検査記録</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ファンネル位置が判る情報が記載された図書が無かった。</li> <li>施工企業の検査で発見できなかった。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>据付検査実施。(協力企業)</li> <li>据付検査立会(建設時期の違いにより、立会い検査・記録確認・協力企業に一任の場合があり、管理方法が異なる: 電力)</li> <li>サポート検査・ライン構成の確認が主体であり、ファンネルまでの確認は行っていない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>据付検査記録</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ファンネル位置が判る情報が記載された図書が無かった。</li> <li>施工企業の検査で発見できなかった。</li> <li>東電は施工段階の確認が十分でなかった。</li> <li>トリチウムの放出管理についての認識が低かった。</li> <li>工事担当者はドレン配管の接続先を施工者に指示していたことから、自ら行う検査に問題ないとの思い込みがあった。</li> <li>施工者自らがファンネル接続の検査をしたことから問題ないとの思い込みがあった。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>ファンネルの水が計画されたサンプルに流れることを確認。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>通水(通風)検査記録</li> </ul>	



# 時系列図



# 時系列図

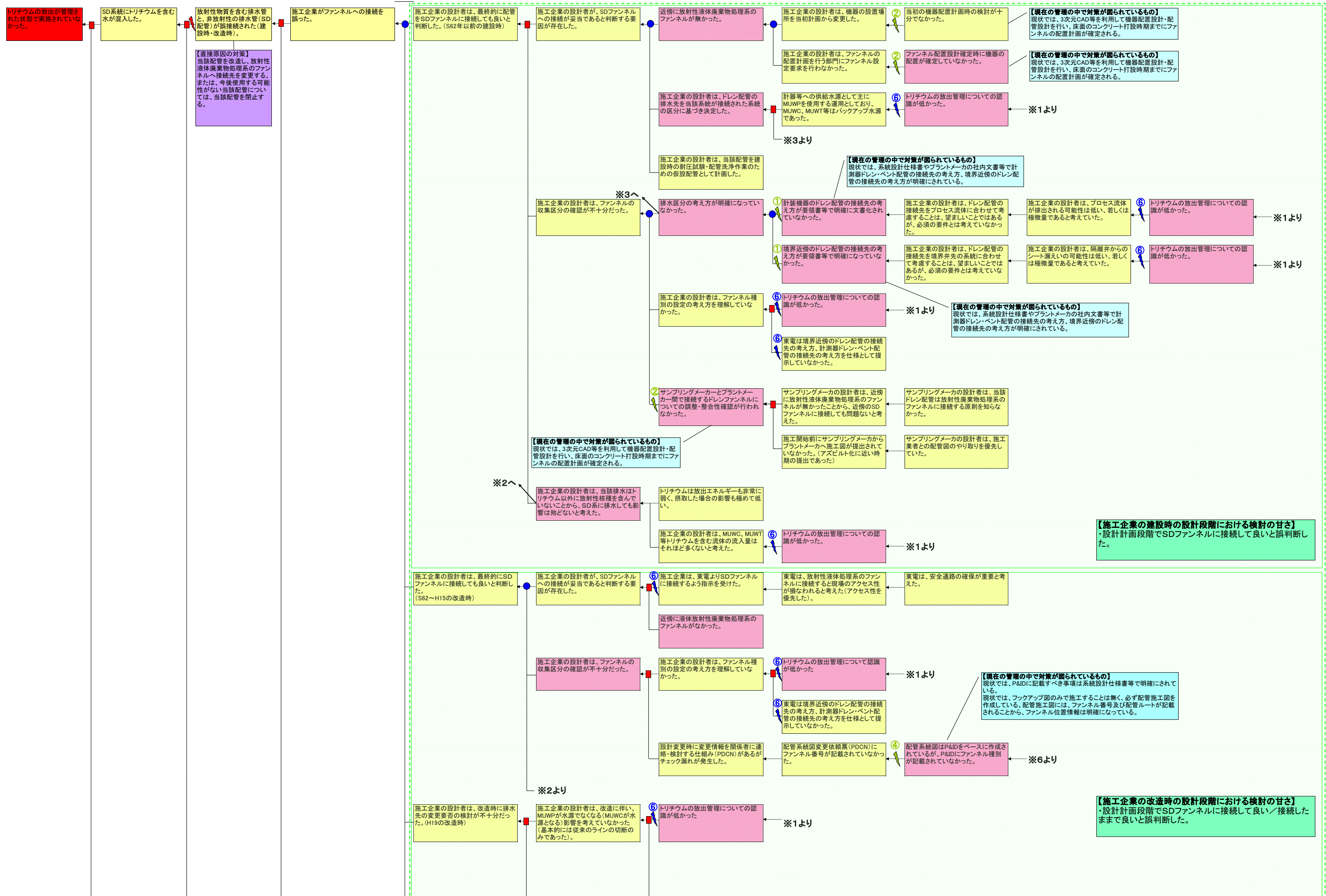
## 【改造工事時における一般的な業務フロー】:纏め

東電(設備所管箇所)	協力企業	主な業務内容	文書・記録	問題点
設計管理シート作成 (QMS導入以降)		・設計を変更する範囲・対象・要求事項・前提条件等の明確化(設計管理マニュアル)	・設計管理シート	・改造工事における計画時にドレン配管の接続先が適切かの検討が不足した。 ・トリチウムの放出管理についての認識が低かった。
設計検討		・設計変更の内容について、安全性、信頼性、運転性、保守性等の利害得失評価や定量評価等を行い、当社としての評価並びに採用に至る判断根拠等を整理(設計管理マニュアル)	・設計管理シート ・技術検討書	・改造工事における計画時にドレン配管の接続先が適切かの検討が不足した。 ・トリチウムの放出管理についての認識が低かった。
承認書作成 (工事追加仕様書)		・上記設計検討内容を踏まえ当社の要求事項を追加仕様書にまとめ、協力企業に発注。(調達管理マニュアル)	・工事追加仕様書 ・承認書	・改造工事における計画時にドレン配管の接続先が適切かの検討が不足した。 ・トリチウムの放出管理についての認識が低かった。
現説実施		・当社の要求仕様を説明。	-	-
	追加仕様書を受領し、工事計画書作成	・当社の要求事項を踏まえ、工事の計画を作成	・工事計画書	・トリチウムの放出管理についての認識が低かった。
工事計画書を受領・承認		・当社要求事項が、工事の計画に反映されていることを確認	・工事計画書	・改造工事における計画時にドレン配管の接続先が適切かの検討が不足した。 ・トリチウムの放出管理についての認識が低かった。
	工事施工要領書・配管施工図(変更点一覧表)作成	・工事計画に基づき具体的な工事の手順や注意点を記載した要領書や工事に必要な施工図を作成	・施工要領書 ・施工図	・P&IDにファンネル種別の記載がなかった。 ・トリチウムを除く放射性核種を殆ど含まないことから、SD系に排水しても影響はほとんどないと考えた。(トリチウムの管理に対する認識が低い) ・改造に伴い、水源がMUWPでなくなる影響を考えていなかった。 ・ファンネル収集区分の確認が不十分だった。 ・トリチウムの放出管理についての認識が低かった。
施工要領書・配管施工図確認		・当社要求事項が施工要領書や施工図に反映されていることを確認。(工事監理マニュアル)	・施工要領書 ・施工図	・トリチウムを除く放射性核種を殆ど含まないことから、SD系に排水しても影響はほとんどないと考えた。(トリチウムの管理に対する認識が低い) ・現場でのアクセス性を優先した。 ・改造工事における計画時にドレン配管の接続先が適切かの検討が不足した。 ・トリチウムの放出管理についての認識が低かった。
工事監理	工事施工要領書・配管施工図に基づき施工	・施工要領書に基づき、施工を実施。 ・工事の適正かつ安全な施行のため実施状況の確認を行う。(工事監理マニュアル)	・施工要領書 ・施工図	-
開先検査立会	開先合せ・溶接施工	・開先の形状、開先面の状態等の確認を行う。	・施工報告書	・施工企業の検査で見えなかった。
非破壊検査立会	非破壊検査	・溶接部の非破壊検査(PT等)を行う。	・施工報告書	・施工企業の検査で見えなかった。
耐圧・漏えい検査立会	耐圧・漏えい検査	・溶接箇所の耐圧検査を行う。	・施工報告書	・施工企業の検査で見えなかった。
据付検査立会	据付検査	・配管勾配やサポート位置が図面通りに施工されているか確認を行う。	・施工報告書	・施工企業の検査で見えなかった。 ・東電は施工段階の確認が十分でなかった。 ・トリチウムの放出管理についての認識が低かった。
	通水・フラッシング実施	・通水・フラッシングを行う。	-	-
竣工				・設備所管部門は、運転管理部門からSDファンネルに接続していることについて問題提起を受けたが、最終的に問題ないと判断した。 ・トリチウムの放出管理についての認識が低かった。

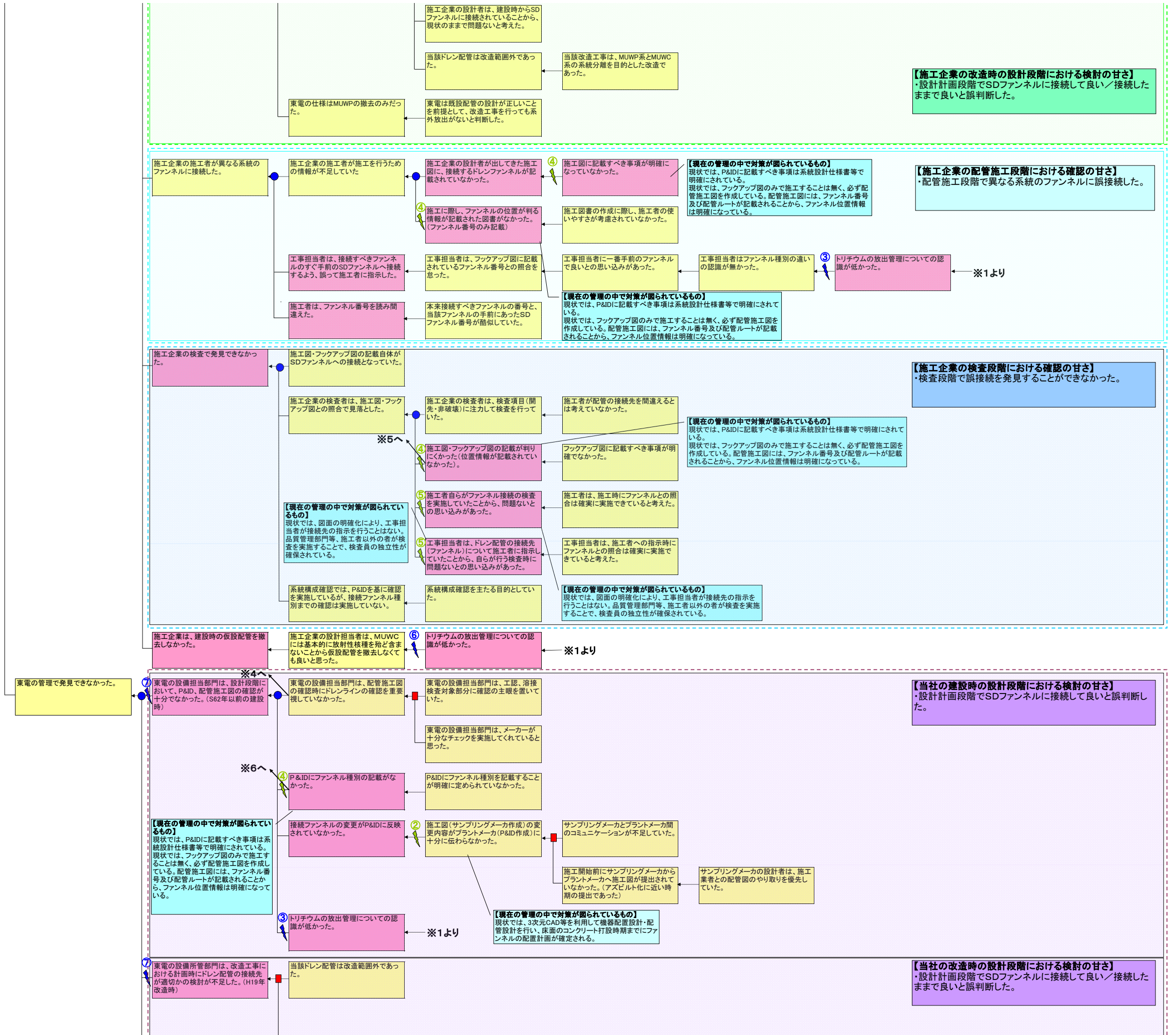
# 時系列図

【定検工事における一般的な業務フロー】

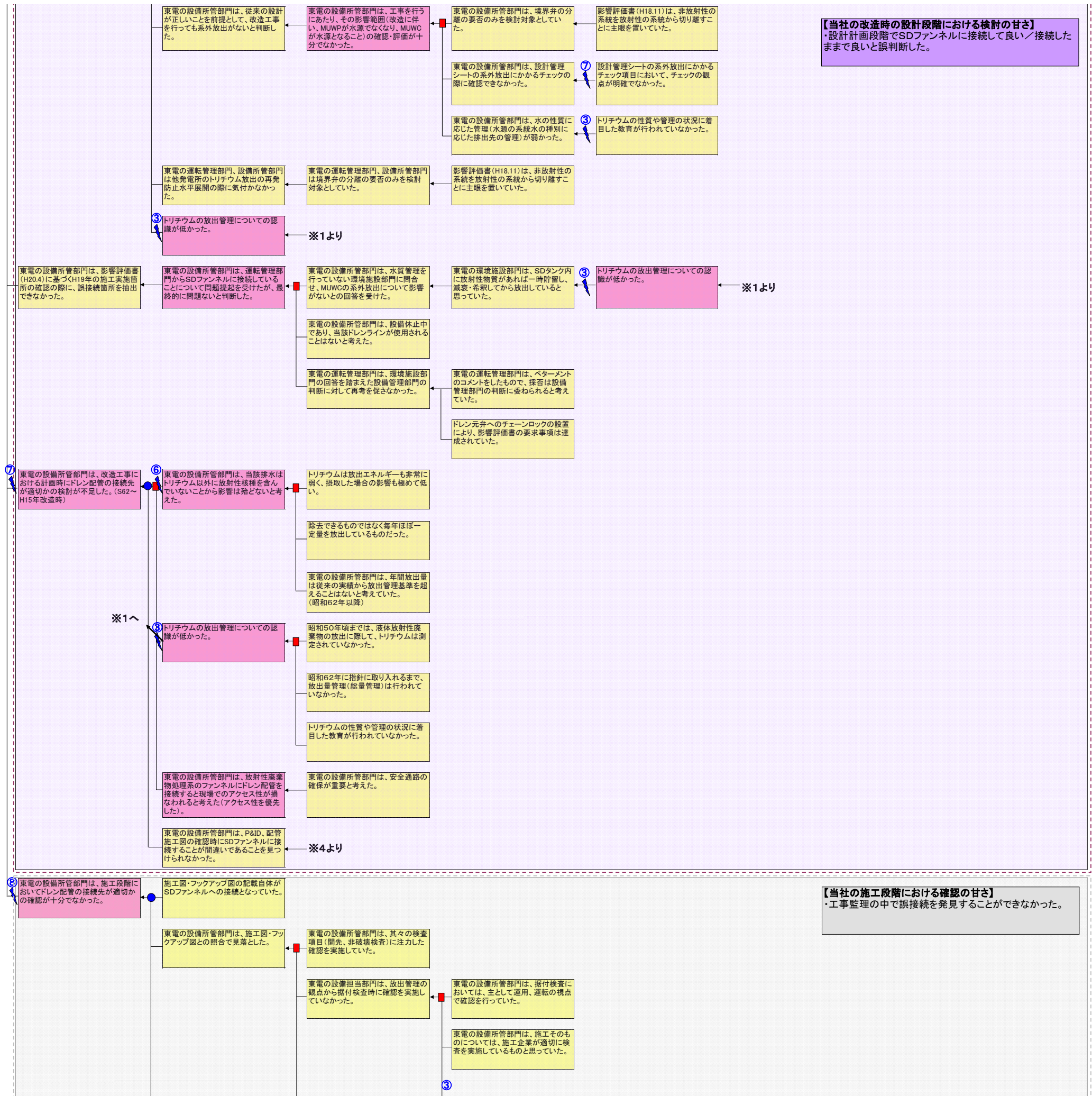
設備保全部門	当直部門	RW中操	放射線・化学管理部門	主な業務内容	文書・記録	問題点等
工事発生				・当該業務の内容を確認		
PTW作成				・作業票 (PTW) を作成し、作業内容・対象機器・安全処置内容等を特定 ・作業票 (PTW) には必要に応じて、作業手順書・P&ID等を添付	・作業票 (PTW)	
安全処置内容と時期の調整	PTW受付 安全処置内容と時期の確認			・作業票 (PTW) について、点検機器に対する安全処置 (アイソレ・水抜き範囲等) が適切を確認 ・必要に応じて設備保全部門と当直部門にて安全処置内容・時期等について調整	・作業票 (PTW)	
	安全処置手順書作成 PTW承認			・必要に応じ安全処置手順書を作成 (P&ID、ECWD等を用いて検討) ・上記に際し、必要に応じて現場状況の確認を実施 ・確認結果を踏まえて作業票 (PTW) を承認	・安全処置手順書 ・作業票 (PTW)	
作業スケジュール調整	作業スケジュール調整			・安全処置の実施時期について調整	・安全処置手順書 ・作業票 (PTW)	
安全処置実施 (セルフ)	安全処置実施			・作業票 (PTW) に基づき安全処置を実施し、設備の状態をタグ札により識別 ・水抜き作業時は、ファンネル等から排水があふれないこと、排水先のサンプル等の水位上昇等に注目して管理を実施	・安全処置手順書 ・作業票 (PTW)	・安全処置実施者は、水抜き時にバルブの開度調整を行いファンネルから水が溢れ出ないか等を確認するためファンネルを見る事もあったが、ファンネルの識別管理が積極的に実施されていなかったため気付く機会にならなかった。
	フロー水についてRW中操へ連絡 (サンポンプが起動する程度の排水時)			・サンプへの排水量が多い場合は、RW中操に連絡		
	作業許可			・安全処置 (アイソレ・水抜き等) が完了したことを確認し、作業許可を実施	・作業票 (PTW) ・作業許可書	
作業着手				・工事施工要領書等に基づき、機器の点検作業等を実施	・工事施工要領書	
	SDタンク水位の上昇理由が不明な場合、当直へ確認			・SDタンク水位について監視を行っており、計画外に大量の排水流入が発生した場合は、流入元を特定するために調査・確認を当直に依頼		
	SD水流入元を調査 RW中操へ回答			・RW中操からの依頼に基づき、流入元の調査を実施 ・確認された結果に応じて、関連部門と協議・処置を実施		
	SDタンク満水時、カナル放出のために廃液分析依頼を申請			・RW中操は、当直部門へ廃液の分析依頼を申請 (化学管理システム)	・測定結果及び処理記録	
	廃液分析依頼を承認し放射線・化学管理GMへ廃液の分析依頼			・当直長は廃液分析依頼を承認し放射線・化学管理GMへ廃液分析を依頼	・測定結果及び処理記録	
	SDを分析 分析結果を当直へ通知			・放射線・化学管理部門は、試料の採取・測定を実施 ・測定は、「 $\gamma$ 線放出核種」、「pH」等について実施 ・「 $\gamma$ 線放出核種」については検出されないこと (検出限界未満であること) を確認 ・「 $\gamma$ 線放出核種」以外については排水基準値を満たしていることを確認 ・測定結果について、「測定結果及び処理記録: 例」に記載、結果を当直長に通知	・測定結果及び処理記録	
	分析結果を確認 RW中操に放出操作指示			・「 $\gamma$ 線放出核種」については検出されないこと (検出限界未満であること) を確認 ・「 $\gamma$ 線放出核種」以外については排水基準値を満たしていることを確認 ・放出条件設定、放出操作指示日時を定め、RW中操に放出操作を指示	・測定結果及び処理記録	
	放出			・当直長指示に基づき放出操作を実施 ・放出操作結果、放出実績を「測定結果及び処理記録: 例」に記載、放射線・化学管理部門に送付	・測定結果及び処理記録	



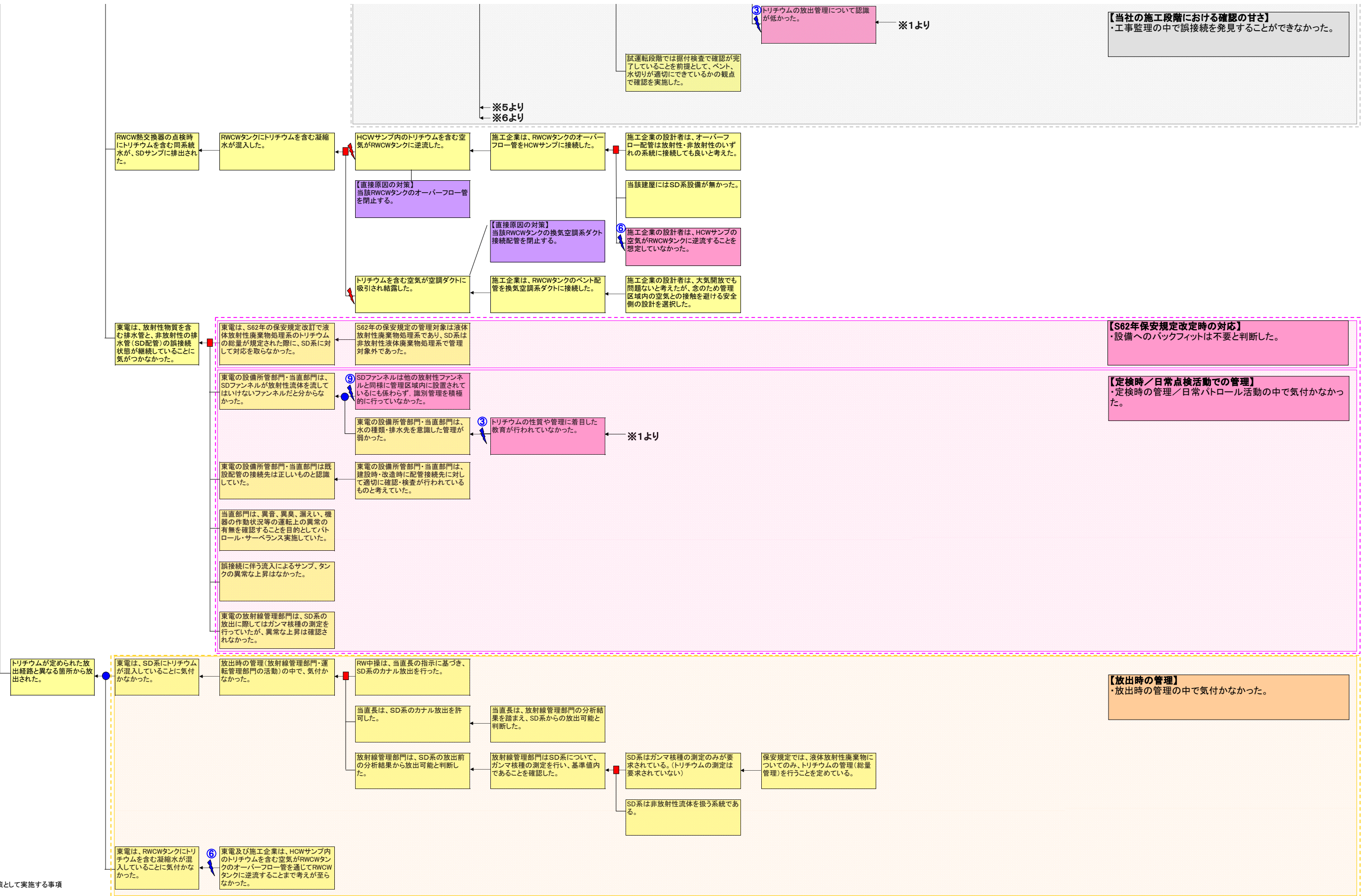
背後要因図



### 背後要因図



背後要因図



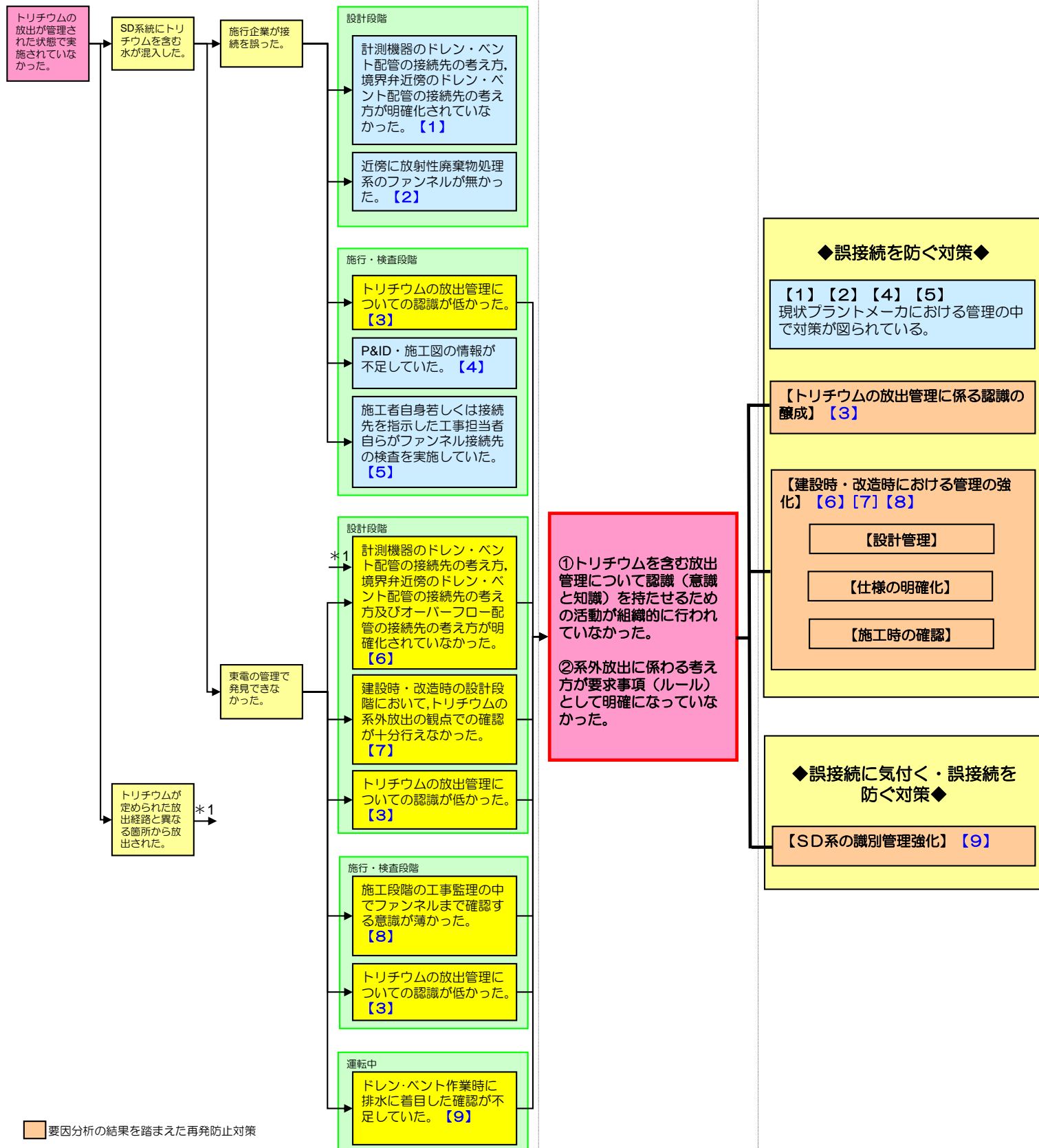
- : 直接原因に対する対策として実施する事項
- : 現在の管理の中で対策が図られている事項
- : 要因分析の結果を踏まえて新たな対策を実施する事項

# 根本原因分析全体概要

## 原因分析

## 根本原因

## 対策





再発防止対策に係わるアクションプラン

項目	アクションプラン	実施箇所	平成22年度							平成23年度		備考	
			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10~12月	1~3月	4~9月		10~3月
<b>[1] トリチウムの放出管理に係る認識の醸成</b>													
トリチウムの放出管理に係る認識（知識と意識）の醸成	協力企業・当社について、トリチウムの放出管理に係る認識を醸成するための教育テキストを作成する。	本店 原子力運営管理部 原子力立地・業務部											
	上記教材に基づく教育の実施。	各原子力発電所											
	「放射線管理仕様書」に上記教育（協力企業）の実施を要求事項として記載する。	本店 原子力運営管理部											
<b>[2] 建設時・改造時における管理の強化</b>													
<b>①設計管理</b>													
系外放出に係る設計レビュー時の確認の視点の明確化	「設計管理基本マニュアル」において、設計管理対象に対して直接系・副次的影響を考慮し、どういった事象を想定して系外放出リスクの有無を検討するかその判断の基準を記載しているが、本事例を踏まえて当該ページの記載内容を充実させる。	本店 原子力設備管理部											
<b>②仕様の明確化と施工管理</b>													
設計要求仕様の明確化と施工確認の実施	放射性物質の系外放出や非放射性物質との混在を防止すること等、設計管理・施工管理・工事監理を実施する上での基本的な事項を調達仕様として共通仕様書に明記する	本店 原子力設備管理部											
	工事共通仕様書の要求事項に基づき、SDファンネルへの配管接続が適切に行われていることを確認する。	各原子力発電所											
<b>[3] SD系の識別管理強化</b>													
SDファンネルへの識別による気付きの機会の創出	SDファンネルに排水を行う際に、誤接続等に気付く機会を提供できるよう、SDファンネルに識別表示（放射性物質は排水できない旨を記載）を行う。	各原子力発電所											
<b>[4] 再発防止対策の有効性の確認</b>													
再発防止対策の有効性確認	上記再発防止対策について、指標に基づき有効性を確認する。	本店 原子力品質・安全部										有効性確認	