

伊方発電所3号機

1次冷却材ポンプ3C封水注入系統
配管フランジ部からの水漏れについて

令和6年10月

四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所3号機 1次冷却材ポンプ3C封水注入系統配管フランジ部からの水漏れについて

2. 事象発生の日時

令和6年8月1日 15時15分

3. 事象発生の設備

3号機 1次冷却材ポンプ3C封水注入系統配管フランジ

4. 事象発生時の運転状況

3号機 第17回定期事業者検査中

5. 事象の発生状況

伊方発電所3号機は、第17回定期事業者検査（以下、「定検」という。）中のところ、8月1日15時15分、原子炉格納容器2階に水たまりがあることを運転員が確認した。

現地を確認したところ、水たまりについては、1次冷却材ポンプ^{※1}3C点検のために開放した封水注入系統^{※2}配管フランジ^{※3}（以下、「当該フランジ」という。）の1次冷却材ポンプ側からの漏水であることを確認した。また、当該フランジより漏水が継続していたため、当該フランジに閉止蓋を取り付け、漏水は停止した。

水たまりは原子炉格納容器内の1次冷却材ポンプ3C付近にたまっており、外部への漏えいはなかった。

水たまりについては、全量ふき取りを行った。

漏水量は約14リットルで、分析の結果、放射エネルギーは約 2.7×10^5 ベクレルと推定した。

なお、本事象によるプラントへの影響および環境への放射能の影響はなかった。

（添付資料－1、2）

※1 1次冷却材ポンプ

1次冷却材を原子炉から蒸気発生器を経て再び原子炉に循環させるポンプ。原子炉、蒸気発生器、1次冷却材ポンプ等で構成する系統を1次冷却材系統という。

※2 封水注入系統

1次冷却材ポンプ軸シール部から、内部流体である1次冷却材が漏れ出ないように、1次冷却材より高い圧力で水を注入する系統。

※3 フランジ

円盤状の板同士の間にはガスケットを挟み、ボルト・ナットで締結し配管と配管を接続する継ぎ手の一種。

6. 事象の時系列

6月27日	保修担当課の保修員、保修員の上長および保修担当課長は、協力会社作業責任者（以下、「作業責任者」という。）より提出された1次冷却材ポンプ3C点検の作業要領書 ^{※4} を承認
7月1日	保修員は準備・片付け作業 ^{※5} の作業許可を当直長より受ける 作業責任者は準備作業に着手
7月29日	燃料取替に伴うキャビティ ^{※6} 水張り完了
7月31日	保修員および保修員の上長は作業責任者より提出された翌日の作業指示書 ^{※7} を承認
8月1日	
10時00分	作業責任者は、当該フランジの開放を開始
10時50分	開放完了後、作業責任者は、当該フランジに袋養生（異物混入防止）を実施
15時15分	運転員が原子炉格納容器2階床面に水がたまっていることを確認
15時20分	作業責任者は、当該フランジに閉止蓋を取り付け、漏水停止

※4 作業要領書

点検の全体工程、実施体制および具体的な作業手順を記載したもので、協力会社が作成し、当社が確認および承認する書類。作業実施前に当社と協力会社で読み合わせを行う。

※5 準備・片付け作業

点検に必要な資機材の搬入・搬出作業や、足場設置・解体作業等の設備を取り扱わない作業。

※6 キャビティ

燃料取替のために原子炉容器の上に設置しているほう酸水を貯めるためのプール。キャビティ水張りに伴い、1次冷却材系統が水で満たされている状態になっていた。

※7 作業指示書

当日に実施する作業の内容、作業予定時間、安全上の注意事項などを記載したもので、作業に関わる関係者全員が共有する書類。点検期間中、毎日提出される。

7. 調査結果

当該フランジからの漏水事象について、関係者への聞き取りを行い、事象発生に至る状況とその要因について検討した。

(1) 事象発生時の状況

当該フランジ開放前の段階では、1次冷却材ポンプの附属系統^{※8}である封水注入系統および原子炉補機冷却水系統^{※9}は隔離^{※10}済みであった。一方、燃料取替に伴い1次冷却材系統は水に満たされている状態であった。

また、1次冷却材ポンプはモータと切り離されており、1次冷却材ポンプの主軸が自重で熱遮蔽装置^{※11}に着座した状態であった。着座により、1次冷却材系統から封水注入系統への流路となる隙間は無くなっており、すぐに1次冷却材系統から漏水する状態ではなかったが、完全に流路を遮断できるものではないため、当該フランジ開放により、1次冷却材系統から漏水する状態となっていた。

(添付資料-3)

※8 1次冷却材ポンプの附属系統

封水注入系統および原子炉補機冷却水系統の2系統が附属している。以下、これらの系統の配管を「1次冷却材ポンプの附属配管」という。

※9 原子炉補機冷却水系統

発電所内の1次系設備の冷却水を供給する系統。

※10 隔離

配管や設備の点検等のため、弁を閉めたり電源を切ったりすることにより、系統から切り離した状態にすること。

※11 熱遮蔽装置

1次冷却材ポンプの軸受部の冷却のため、主軸を取り囲むように設置されている。

(2) 各担当への聞き取り調査

本来、当該作業を行う際には、全ブロー^{※12}期間中に実施する必要があるが、本事象が発生した際には1次冷却材系統は水に満たされている状態となっており、なぜ、その状態で作業を実施したのか原因を調査するため、各担当に聞き取り調査を行った。

(添付資料－4)

※12 全ブロー

定検作業のため、1次冷却材系統の水がすべて抜かれている状態のこと。

a. 作業責任者への聞き取り調査

作業責任者は、当該フランジ開放について、1次冷却材系統が水で満たされている状態では実施できないことを認識していた。このため、協力会社の工程担当者に1次冷却材ポンプの隔離状態を口頭で確認した。このとき、作業責任者は附属配管の隔離状態だけでなく1次冷却材系統の水抜き状態も含んで確認したつもりだった。しかしながら、工程担当者は附属配管の隔離状態のみ確認があったものと考え、回答を行った。この際、作業責任者は附属配管の隔離状態しか回答が得られなかったことに気づかず、自らも工程表を確認しなかったことから正確な工程を把握できなかった。これにより、全ブロー期間だと思い込み、8月1日に当該フランジ開放を実施する作業指示書を作成した。

b. 保修員への聞き取り調査

保修員は、1次冷却材系統が水で満たされている状態において、当該フランジの開放は実施できないことは認識しており、8月1日時点では1次冷却材系統が水で満たされている状態であることも認識していた。しかしながら、過去の点検実績では当該フランジの開放は、全ブロー期間中に実施していたことから、今回も全ブロー期間に実施すると思い込み、作業指示書の「小配管切り離し」に対する具体的な作業対象配管の確認が不足していた。

また、保修員は、前回の点検実績が準備・片付け作業を含む点検作業全体の期間で作業許可申請^{※13}を行っていたことから、今回も前回同様の申請方法で問題ないと思い込み、7月1日からの準備作業に着手するため、作業許可申請を当直長へ行き、当該フランジ開放のタイミングで改めて作業許可申請を行わなかった。

加えて、保修員は、作業許可申請の際に、当直長へ当該フランジ開放について説明していなかったことから、全ブロー期間であったとしても当該フランジ開放に伴い、改めて作業許可申請が必要となることについて当直長からの指摘を受けることができず、その必要性について気付くことができなかった。

※13 作業許可申請

作業をする際、保修員から当直長へ作業の許可を得るため、統合型保修管理システム^{※14}により申請される帳票のこと。通常、隔離が必要な作業に伴う作業許可申請の場合、保修員は必要な隔離状態を検討し、その内容について隔離操作票^{※15}を作成し、作業許可申請に合わせて提出し、当直長の確認を経て隔離後に作業許可を受ける必要がある。

※14 統合型保修管理システム

系統、機器の隔離・復旧操作に関する業務および保修情報などを一元化して管理しているシステム。

※15 隔離操作票

機器を点検する際、安全性確保や作業に必要な系統を構成するために、操作が必要な機器とその状態を記載した帳票のこと。

c. 保修員の上長への聞き取り調査

保修員の上長は、1次冷却材系統が水で満たされている状態において、当該フランジの開放は実施できないことは認識しており、8月1日時点では1次冷却材系統が水で満たされている状態であることも認識していた。このため、作業指示書に記載されていた「小配管切り離し」について、当該時期に開放できない当該フランジではなく、原子炉補機冷却水系統の配管フランジを作業対象と思い込んだ。

d. 当直長への聞き取り調査

当直長は、保修員から作業許可申請の説明を受けた際、保修員より7月1日から準備作業に着手することについて説明を受けたため、準備・片付け作業の作業許可申請を承認した。

以上の聞き取り結果から、各書類の記載や申請方法、各担当の思い込みに問題があったことが判明した。

(3) 各書類の承認状況

作業要領書、作業許可申請および作業指示書の承認状況は以下の通り。

a. 作業要領書の承認状況

保修員、保修員の上長および保修担当課長は、作業責任者より提出された1次冷却材ポンプ3C点検の作業要領書を審査し、作業の順序、具体的な作業手順に問題はなかったことから承認した。

この作業要領書に添付されている作業工程表には、当該フランジを含む1次冷却材ポンプの附属配管の開放時期が詳細に記載されていなかった。

b. 作業許可申請の承認状況

保修員は、7月1日からの準備作業に着手するため、作業許可申請を当直長へ行った。この際、準備・片付け作業を含む点検作業全体の期間で作業許可申請を行っており、当直長は、準備・片付け作業の作業許可申請を承認した。また、保修員は、隔離が必要な当該フランジ開放のタイミングで改めて作業許可申請を行っていなかった。

c. 作業指示書の承認状況

保修員は、翌8月1日に予定されている1次冷却材ポンプ3C点検の作業指示書を作業責任者より受け取り、保修員および保修員の上長はそれを承認した。

作業指示書には、当該フランジ開放について、「小配管切り離し」と記載されており、封水注入系統配管および原子炉補機冷却水系統配管の開放であることについては具体的に記載されていなかった。

点検の実施にあたり使用する書類について（まとめ）

時系列順	種類 ^注	作成者	承認者	記載内容		
				作業内容の詳細	全ブローの完了時期	1次冷却材ポンプの附属配管の開放時期
1	作業要領書	作業責任者	保修担当課長	有	有	無
2	作業許可申請 (必要に応じて 隔離操作票を添付)	保修員	当直長	無	無	無
3	作業指示書	作業責任者	保修員の上長	無	無	無

注 それぞれの書類の目的は以下のとおり

- 作業要領書

点検の全体工程、実施体制および具体的な作業手順を記載したもので、協力会社が作成し、当社が確認および承認する書類

- 作業許可申請

作業をする際、保修員から当直長へ作業の許可を得るため、統合型保修管理システムにより申請される帳票

- 隔離操作票

機器を点検する際、安全性確保や作業に必要な系統を構成するために、操作が必要な機器とその状態を記載した帳票

- 作業指示書

当日に実施する作業の内容、作業予定時間、安全上の注意事項などを記載したもので、作業に関わる関係者全員が共有する書類

(4) 類似作業の調査

本事象と同様に、作業の実施時期の誤りにより漏水を発生させる作業がないか、以下のとおり確認した。

a. 1次冷却材ポンプ3Aおよび3B

封水注入系統配管のフランジ開放を第17回定検では予定しておらず、漏水を発生させるおそれがないことを確認した。

b. 3号機第17回定検にて実施する他の作業

隔離後に作業を実施する予定になっていること、または、隔離前に実施する作業が隔離の必要のない作業であることを確認し、同様の漏水を発生させるおそれのある作業はなかったことを確認した。

8. 推定原因

以下の原因で、当該フランジ開放が適切ではない時期に実施され、漏水に至ったと推定した。

- (1) 作業要領書の記載や作業許可の手続き等に以下の問題があり、それぞれの確認作業において適切ではない時期に当該フランジの開放が予定されていたことに気付くことができなかった。以下、時系列順に示す。
 - a. 作業責任者は、1次冷却材ポンプ分解点検の作業要領書作成の際に、当該フランジ開放を工程表に記載していなかった。このため、保修員、保修員の上長および保修担当課長は、作業要領書の審査・承認の段階で当該フランジ開放が適切ではない時期に計画されていたことに気付けなかった。
 - b. 保修員は、隔離の必要のない準備・片付け作業と隔離の必要な当該フランジ開放を含む点検作業を一つの作業許可により実施し、隔離が必要な当該フランジ開放のタイミングで改めて作業許可申請を行わなかった。また、保修員は、当直長への当該フランジ開放についての説明が十分でなかったことから、改めて作業許可申請が必要となることについて、当直長からの指摘を受けることができず、その必要性について気付くことができなかった。
 - c. 作業責任者は、1次冷却材ポンプ分解点検の作業指示書作成の際に、当該フランジ開放を「小配管切り離し」と記載し、封水注入系統配管と具体的に記載していなかった。
- (2) 保修員、保修員の上長、作業責任者は、それぞれに思い込みがあり、適切ではない時期に当該フランジの開放が予定されていたが、気付くことができなかった。以下、時系列順に示す。
 - a. 作業責任者は、自ら工程表を確認していなかったため、全ブロー期間だと思い込み、1次冷却材系統が水で満たされている時期に当該フランジ開放を計画した作業指示書を作成し、保修担当課へ提出した。
 - b. 保修員は、過去の点検実績から、今定検においても当該フランジ開放は全ブロー期間に実施すると思い込んでおり、作業指示書が提出された際、「小配管」という記載について作業対象配管がどれであるかといった作業責任者に対する問いかけが不足していた。
 - c. 保修員の上長は、作業指示書が提出された際、「小配管」という記載について、原子炉補機冷却水系統のフランジを開放対象と思い込み、1次冷却材系統が水で満たされている時期における封水注入系統配管のフランジ開放だと気付かなかった。また、作業責任者や保修員に対する問いかけが不足していた。

9. 対 策

(1) 作業要領書の記載や作業許可の手続き等の問題に対する対策

- a. 作業責任者が作成する、1次冷却材ポンプ点検の作業要領書の工程表に1次冷却材ポンプの附属配管の対象（系統の名称）および開放時期を明記する。また、複数の系統で構成される設備に関係する工事、点検においては、作業要領書に対象と作業時期を明記することを社内規定に反映した。
- b. 工事、点検作業に伴い、保修員が当直長から作業許可を受ける際は、作業内容や許可を受けたい内容、必要な隔離状態について、隔離操作票を用いて当直長を含む関係者へ確実に説明を行うよう、ヒューマンファクター教訓シートに整理し、発電所員に対して周知による注意喚起を行った。また、隔離の必要のない準備・片付け作業に伴う作業許可申請を行う際は、フランジ開放のような隔離が必要な作業に伴う作業許可申請とは別に申請することを社内規定に反映する。
- c. 作業責任者が作成する、1次冷却材ポンプ点検の作業指示書に記載する作業対象には系統の名称を具体的に記載する。また、複数の系統で構成される設備に関係する工事、点検においては、作業指示書に作業対象を具体的に記載するよう社内規定に反映した。

(2) 保修員、保修員の上長、作業責任者のそれぞれの思い込みに対する対策

- a. 作業指示書作成の際には作業責任者が自ら工程表を確認し、1次冷却材ポンプの附属配管が開放可能か確認するよう、関係協力会社に周知による注意喚起を行った。また、実際のプラント状態と作業時期について、問いかける姿勢を持ち確実な確認を行うよう、ヒューマンファクター教訓シートに整理し、発電所員に対して周知による注意喚起を行った。

なお、点検の実施にあたり使用する書類について、対策を踏まえて変更した箇所を**太字**で示す。変更のない箇所については、その考え方を注記にて示す。また、対応する対策を合わせて併記する。

点検の実施にあたり使用する書類について（対策後）

時系列順	種類	作成者	承認者	記載内容		
				作業内容の詳細	全ブローの完了時期	1次冷却材ポンプの附属配管の開放時期
1	作業要領書	作業責任者	保修担当課長	有	有	有 対策(1)a.
2	作業許可申請 (必要に応じて 隔離操作票を添付)	保修員	当直長	無 ^{注1} 対策(1)b.	無 ^{注1} 対策(1)b.	有 対策(1)b.
3	作業指示書	作業責任者	保修員の上長	有 対策(1)c. (2)a.	無 ^{注2} 対策(1)c. (2)a.	有 対策(1)c. (2)a.

注1 作業許可申請は、統合型保修管理システムにより申請し、作業許可を受けるものである。許可後は、A4サイズの帳票に印刷し現場に表示するもので、許可の有無を可視化することを目的としたものであり、システム上で詳細を入力するものとなっていない。

今回、対策(1)b.のとおり、当直長から作業許可を受ける際には、作業内容や許可を受けたい内容、必要な隔離状態について、隔離操作票を用いて当直長を含む関係者へ確実に説明を行うよう、ヒューマンファクター教訓シートに整理し、発電所員に対して周知による注意喚起すること、また、隔離の必要のない準備・片付け作業に伴う作業許可申請を行う際は、隔離が必要な作業に伴う作業許可申請とは別に申請することを明確化し、社内規定に反映することをもって対策する。

注2 伊方発電所においては、定検時に、総合工程表、運転関係工程表などの各種工程表を作成しており、これらの工程表において全ブローの完了時期を明記している。これらの工程表については、いつでも容易に確認できるようになっており、作業指示書においても記載しなくとも、対策(1)c.および(2)a.により、本事象の再発を防止できる。

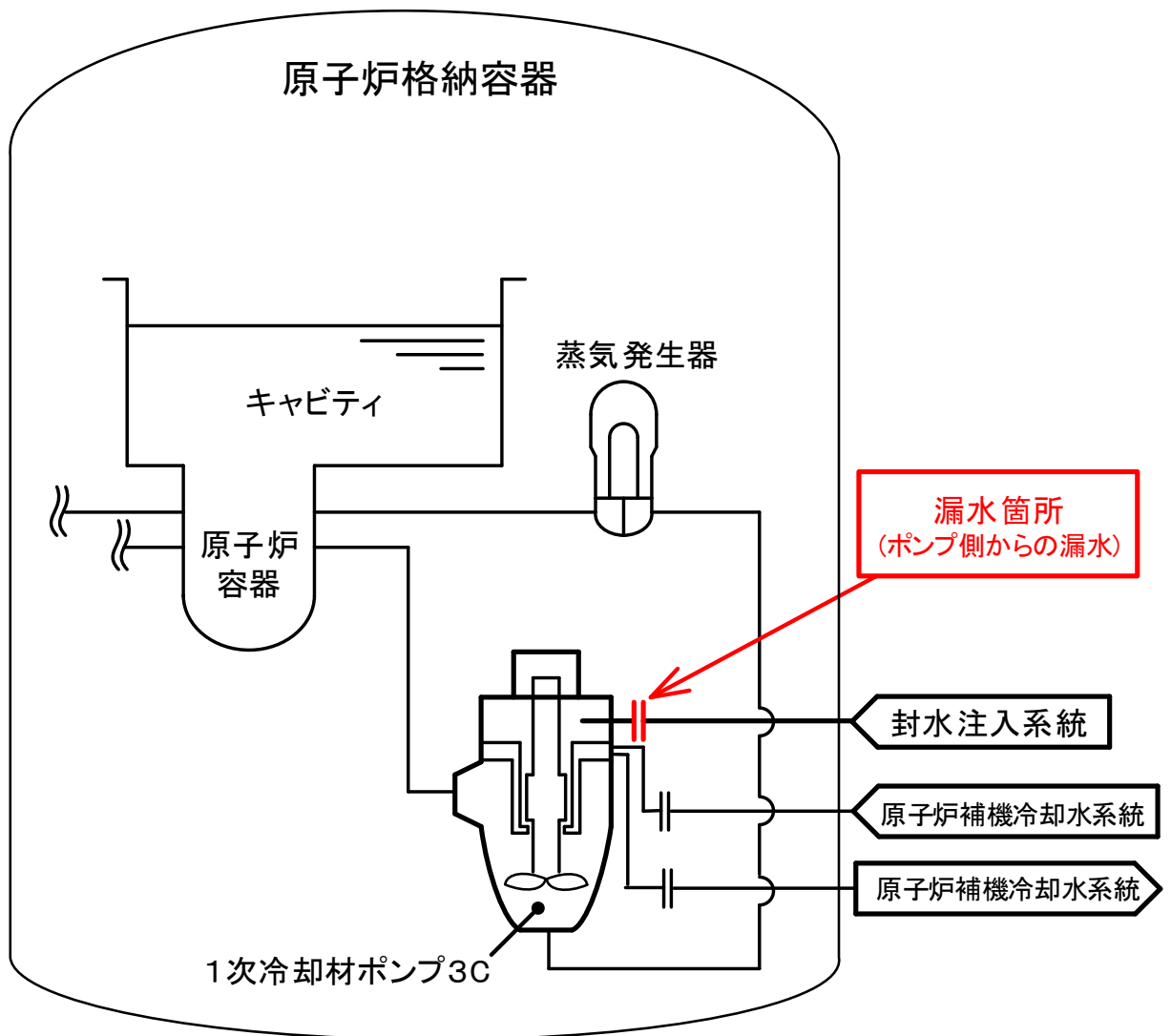
以上

添 付 資 料

- 添付資料－ 1 伊方発電所 3 号機 1 次冷却材ポンプ 3 C 封水注入系統配管
フランジからの漏水概略図
- 添付資料－ 2 伊方発電所 3 号機 1 次冷却材ポンプ 3 C 封水注入系統配管
フランジからの漏水状況
- 添付資料－ 3 事象発生時の状況
- 添付資料－ 4 各担当の関係性
- 添付資料－ 5 キャビティ水位と本来実施すべきタイミングの関係

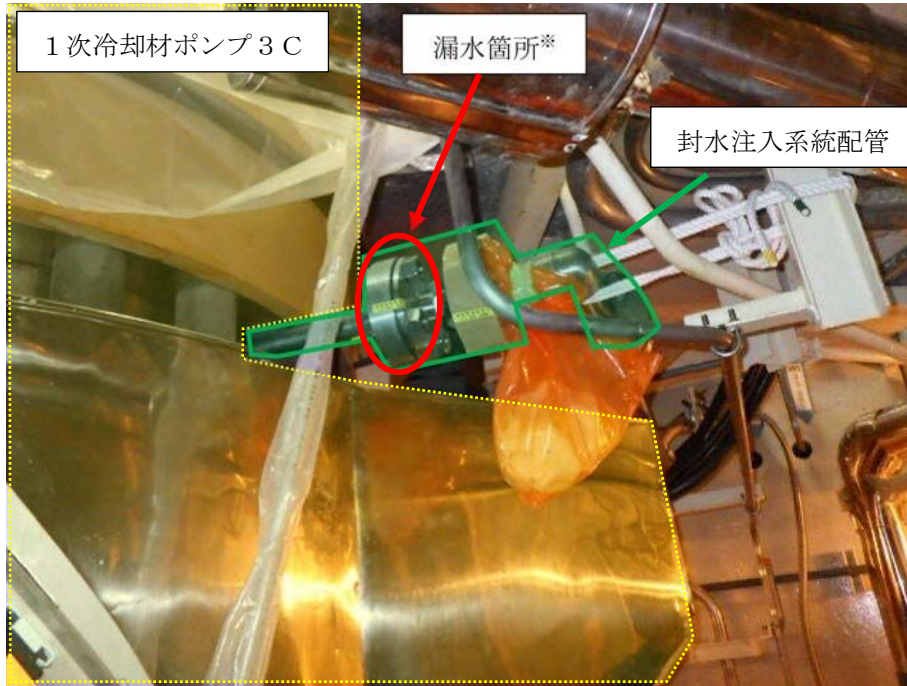
伊方発電所 3 号機

1 次冷却材ポンプ 3 C 封水注入系統配管フランジからの漏水概略図



伊方発電所 3号機

1次冷却材ポンプ3C封水注入系統配管フランジからの漏水状況



※閉止蓋を取り付けた状態

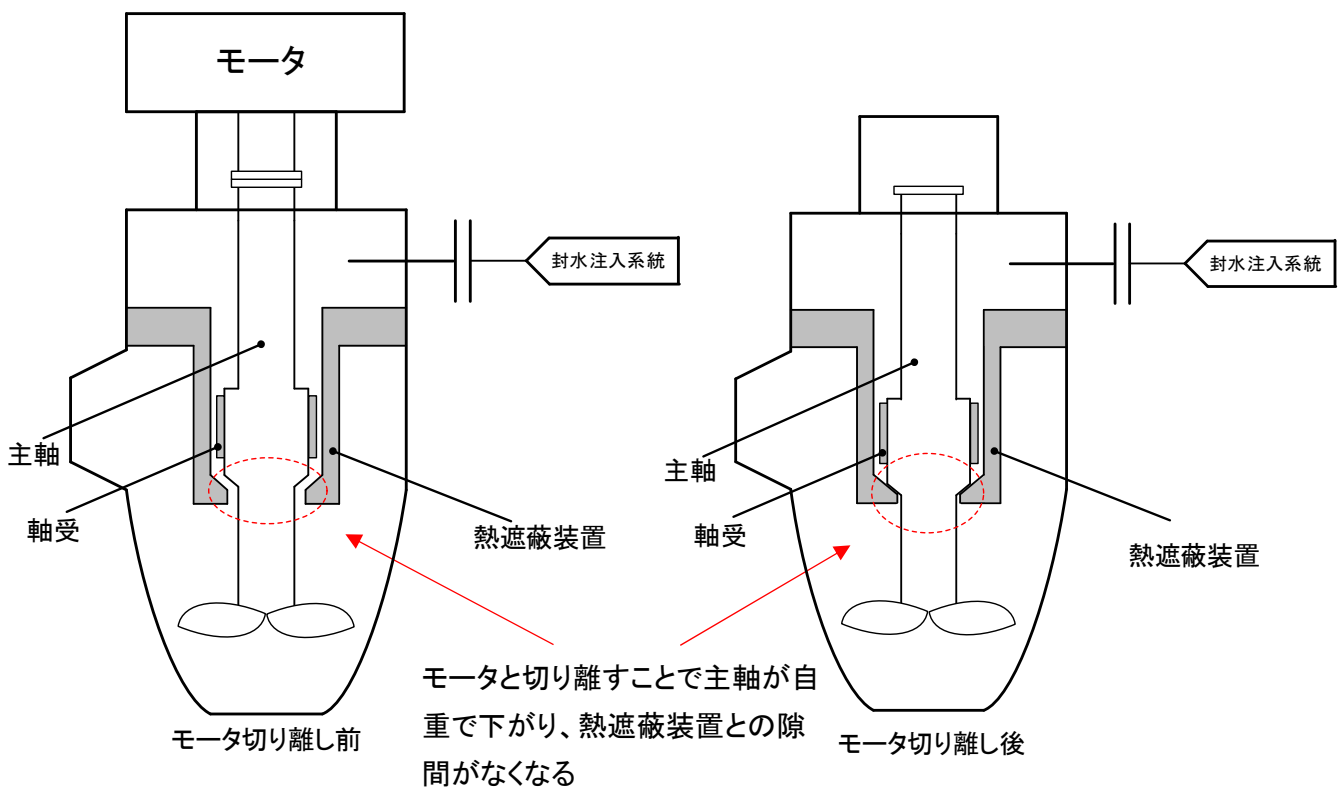
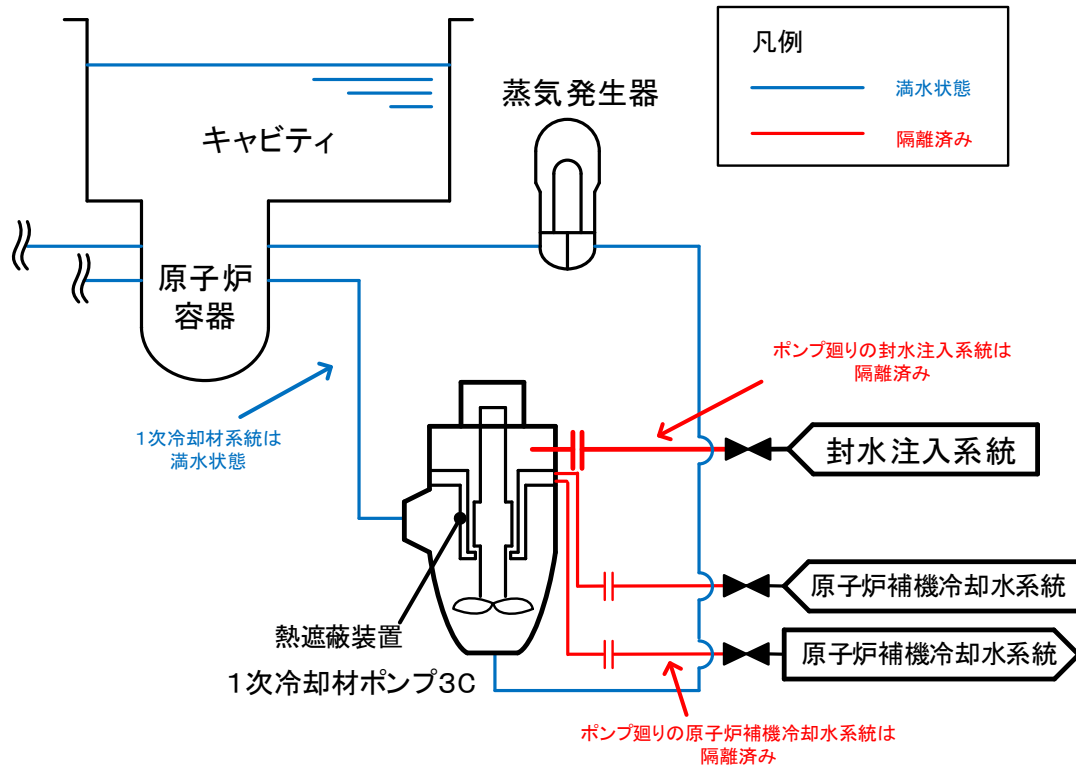


ふき取り前

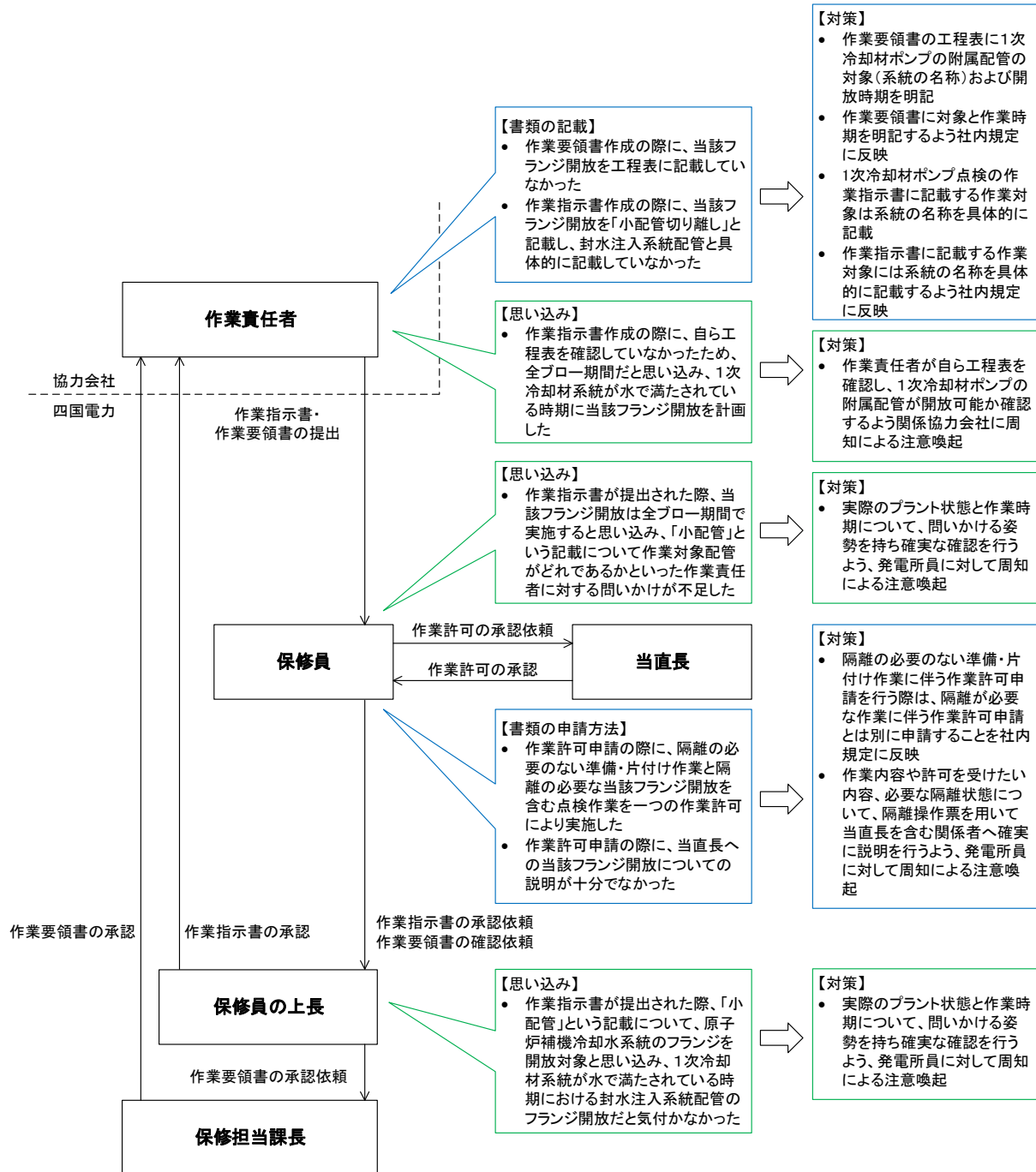


ふき取り後

事象発生時の状況



各担当の関係性



キャビティ水位と本来実施すべきタイミングの関係

