

伊方発電所第3号機
燃料集合体への付着物およびその通報遅れに係る
対応について

平成25年6月
四国電力株式会社

当社は、伊方発電所第3号機燃料集合体の付着物に係る通報遅れに関し、このたび、愛媛県および伊方町から嚴重注意を受けました。

愛媛県および伊方町への情報連絡について、燃料集合体に付着物があることを確認してから約2ヶ月後になってしまったことは、「正常状態以外のすべての事態」についてオープンにし、伊方発電所に対する信頼関係を構築するという当社の姿勢に疑問を抱かせる結果となっしまい、誠に申し訳なく、また深く反省するところです。

当社といたしましては、伊方発電所は、地域の皆さまの信頼の上に成り立っていることを改めて肝に銘じ、「正常状態以外のすべての事態」を直ちに連絡するという通報連絡の原点に立ち返って、再発防止に万全を期すとともに、今後とも情報公開の徹底に努めてまいります。

つきましては、このようなことを二度と起こさないよう、原因と対策につきまして取りまとめましたので、以下のとおりご報告いたします。

目 次

- I. 事象の概要
- II. 燃料集合体への付着物に関する通報遅れについて
- III. 燃料集合体への付着物について
- IV. まとめ

I. 事象の概要

1. 概要

伊方発電所第3号機(加圧水型軽水炉、定格電気出力89万キロワット)は、第13回定期検査(平成23年4月29日開始)を実施しておりますが、その2回目(※1)の燃料集合体取出後に実施した燃料集合体の支持格子外観点検(※2)(以下、「外観点検」という。)において、平成25年4月12日に2体の燃料集合体に付着物を確認しました。(以下、「本件事象」という。)

- ・O10燃料集合体：最下部支持格子に小枝状の付着物、下部ノズル底面にテープ状の付着物
- ・O13燃料集合体：上部ノズル押えばねにテープ状の付着物
(添付資料-1, 2)

その後、O10燃料集合体の最下部支持格子の小枝状の付着物とO13燃料集合体の上部ノズル押えばねのテープ状の付着物を回収したが、O10燃料集合体の下部ノズル底面のテープ状の付着物は回収できなかったため、回収作業を継続しております。

現地の原子力保安検査官(以下、「保安官」という。)には、4月15日に付着物の確認状況とそれらの回収作業計画等を報告し、その後回収作業を進めていました。

5月29日、付着物の一部の回収作業が長引くことを保安官に報告したところ、保安官から原子力規制庁にもその旨を報告するようとの指示がありました。

このため、6月4日、原子力規制庁へ報告するとともに、その報告状況を踏まえた上で、6月5日、愛媛県および伊方町へ状況報告しました。

当社は、本件事象について、設備に影響を与えるものではないことから、安全協定第11条2(11)に定める「その他異常事態が発生したとき」(正常状態以外のすべての事態が発生したとき)に該当するとの判断に至らず、愛媛県および伊方町ならびに八幡浜市、大洲市および西予市には通報を行っていませんでした。

しかしながら、愛媛県および伊方町に状況報告を行った際、本件事象は「炉内に装荷されていた燃料集合体に異物の付着を確認したものであり、安全協定に基づき、正常でない事象として直ちに報告されるべき」として、嚴重注意を受けたものです。

愛媛県および伊方町のご指摘のとおり、改めて振り返れば燃料集合体に異

物の付着を確認した時点で、直ちに安全協定に基づき通報連絡すべきであったと深く反省しており、以下にその原因と再発防止対策をとりまとめました。

※1：新規基準を踏まえた更なる安全性・信頼性を高める工事を実施するにあたり、安全系設備の改造工事が含まれているため、装荷していた燃料集合体を再度取り出したもの。

※2：燃料集合体の支持格子外観点検

「燃料管理内規」に基づき、炉心から燃料集合体を取り出した際に、照射の有無に関わらず、支持格子の外観について水中テレビカメラによる目視点検を行い、支持格子に欠け等の損傷および変形がないことを確認することにより燃料集合体の取扱性等に問題のないことを確認するもの。

点検項目には、燃料集合体への付着物の有無の確認は含まれていないが、実際は、水中カメラを移動させながら燃料集合体の全体を映すため、付着物があれば確認される。なお、今回、付着物が確認されたことについては、点検記録の特記事項に記載している。

2. 時系列

平成25年

4月12日（金）16：00頃

担当課長は、使用済燃料ピットにおいて、今回装荷していた燃料集合体157体全てに対して行った外観点検にて、燃料集合体の側面を確認していたところ、2体の燃料集合体（O10燃料集合体、O13燃料集合体）に付着物を確認した。また、燃料集合体の健全性に問題のないことを担当部長に報告した。

- ・O10燃料集合体：最下部支持格子に小枝状の付着物
- ・O13燃料集合体：上部ノズル押えばねにテープ状の付着物

担当課長は、17時頃、本店原子燃料部に情報連携した。

4月15日（月）9：00頃

担当課長は、発電所内における保安活動に関する会議において、燃料集合体2体に付着物があること、付着物の回収作業を検討する旨を情報共有した。

担当課長は、会議後、所長、所長代理に対して、燃料集合体に付着物があること、燃料集合体には異常がなく付着物の回収を計画することを報告した。

午後、保安官に対して、燃料集合体 2 体に付着物があることを報告した。(以降、保安官には作業状況を適宜報告した。)

4月16日(火) 午前中

原子力本部長へ情報連携した。

4月25日(木) 15:00頃

回収前に付着物を詳細確認した結果、O10燃料集合体の下部ノズル底面に付着物(約4cm×約6cm)を確認

O10燃料集合体の最下部支持格子の小枝状の付着物を回収

4月26日(金) 10:00頃

～30日(火) 17:00頃

今回装荷していた燃料集合体全てに対して上部ノズル上面の確認、当該2体の燃料集合体の周囲に装荷していた7体の燃料集合体に対して下部ノズル底面の確認を実施した結果、当該2体の燃料集合体以外の燃料集合体に付着物がないことを確認

4月26日(金) 15:00頃

O13燃料集合体の上部ノズル押えばねのテープ状の付着物を回収。付着物の外観が、管理区域内での作業等で一般的に使用されているポリエチレンテープと酷似していることを確認

5月21日(火) 10:00頃～

O10燃料集合体の下部ノズル底面の付着物回収作業を実施中

5月29日(水)

保安官に対して、付着物の一部の回収作業が長引くことを報告した。保安官から、原子力規制庁にもその旨を報告するようにとの指示を受けた。

6月 4日(火)

原子力規制庁に対して、燃料集合体 2 体に付着物があること、付着物が養生のために使用するポリエチレンテープであり、同テープが混入した原因を調査中であることを報告した。

6月 5日(水)

～6日(木)

愛媛県および伊方町に対して、燃料集合体 2 体に付着物があることを報告

「炉内に装荷されていた燃料集合体に異物の付着を確認した

ものであり、安全協定に基づき、正常でない事象として直ちに報告されるべき」として厳重注意を受け、原因究明と再発防止対策を報告するよう求められた。

6月17日(月) 16:00頃

～18日(火) 18:40頃

残り148体(157体のうち、これまでに実施した9体以外)の下部ノズル底面の確認を実施した結果、付着物がないことを確認

II. 燃料集合体への付着物に関する通報遅れについて

1. 原因分析

事象発生時の時系列より、今回の通報（※3）遅れが発生した要因は、4月12日の燃料集合体に付着物を確認した時および4月15日、16日の情報共有時にあると推定される。

※3：「伊方発電所異常時措置連絡要領」の「異常事態発生時の措置」として、連絡責任者は、事象発生連絡を受けて社外関係機関への連絡の可否を判断し、必要と認めた場合はFAX送信することになっている。

(1) 4月12日の状況

16時頃、担当課長は、「燃料管理内規」に基づき、燃料集合体の外観点検を実施していたところ、燃料集合体の支持格子に異常は認められなかったが、燃料集合体2体に付着物があることを確認した。担当課長は、燃料集合体の外観点検の点検結果としては良好であること、また、燃料集合体に損傷等はなく、付着物が設備部品でないことから、燃料集合体の健全性には問題ないことを担当部長に現地から電話で報告した。

17時頃、担当課長は事務所へ戻った後、担当部長に対して、付着物の回収を計画することを報告した。併せて、本店原子燃料部にも情報連携した。

この時点において、担当課長および担当部長は、点検結果としては良好であり、燃料集合体の健全性に問題はないため、1次冷却材系統へ異物が混入したにもかかわらず、安全協定の「正常状態以外のすべての事態」であるとの認識に至らなかった。このため、担当課長は、連絡責任者へ連絡しなかった。また、本店原子燃料部も安全協定の「正常状態以外のすべての事態」であるとの認識に至らなかった。

○ 通報遅れが発生した要因①

安全協定に基づく通報連絡についてその趣旨が社内で十分に周知されておらず、通報連絡制度の認識が不十分であったことから、炉内に装荷されていた燃料集合体に異物の付着があったことに対して、担当部署が、所管する設備の健全性の側面からしか評価せず、通報連絡の認識に至らなかった。

- a. 燃料集合体を常に維持管理している担当部署として、「燃料集合体に損傷はなく、その付着物は設備部品でない」という技術的な側面のみで事象を判断した。
- b. 燃料集合体の付着物は容易に回収できると考えたこと、また、仮に直ちに回収できなくても、燃料集合体は取り替えが可能な設備であることから、通報連絡に該当するとの認識には至らなかった。

(2) 4月15日、16日およびそれ以降の状況

9時頃、担当課長は、平日、毎朝実施している発電所の保安活動に関する情報共有の会議において、燃料集合体2体に付着物があること、付着物の除去および回収を検討する旨を報告したが、不適合であるとの判断がなされなかった。

会議後、担当課長は、所長、所長代理に対して、燃料集合体に付着物があること、燃料集合体には異常がなく付着物の回収を計画することを報告し、定期検査中に確認された事象でこれ以上の事象の進展はないことから、通報連絡については言及しなかった。

所長、所長代理は、担当課長が技術的に問題ないことを確認したうえで、付着物の回収を計画していることから、通報連絡に該当するとの認識に至らなかった。

原子力本部長は、4月16日午前中に本店原子燃料部より情報を受けたが、同様に通報連絡に該当するとの認識に至らなかった。

また、原子力本部員には、4月16日から4月25日にかけて、会議体ではなくまことに情報の連携があったが、同様に通報連絡に該当するとの認識に至らなかった。

○ 通報遅れが発生した要因②

安全協定に基づく通報連絡についてその趣旨が社内で十分に周知されておらず、通報連絡制度の認識が不十分であったことから、緊急性がなく、さらに技術的に問題がないような進展性のない事象（※4）について、安全協定に基づく通報連絡の観点からのチェックが十分になされず、結果的に、通報連絡を行うとの判断に至らなかった。所内の管理職をはじめ、組織として担当課長および担当部長の判断を是正するには至らなかった。

※4：水漏れや火災などの事象と異なり、例えば、定期検査の内部開放点検における傷や異物の確認などのような、状態変化のない事象。

2. 対策

地域の信頼の上に発電所運営が成り立っていることを常に意識し、「正常状態以外のすべての事態」について、関係者に速やかに通報連絡し情報公開することを徹底するため、以下の対策を確実に実施していく。（添付資料－3，4）

（1）通報連絡に関する体制の強化および責任の明確化

→ 「通報連絡統括監」の新設

伊方発電所における通報連絡の統括責任者として、7月1日付けで新たに通報連絡統括監（専任の所長代理）を配置する。当該通報連絡統括監は、独立した立場で通報連絡の判断の妥当性の確認や必要に応じて是正を行なうこととし、技術的な視点だけでなく、広く社会の目線に立って適切に判断できるよう事務系社員を充てる。

（2）チェック機能の強化

→ 「通報連絡情報共有会議」の設置

「正常状態以外のすべての事態」を直ちに連絡するという通報連絡の原点を周知・徹底することに加え、幅広い視点から事象を捉えるため、伊方発電所に配置する通報連絡統括監を責任者とした「通報連絡情報共有会議」を新たに設置する。本会議は、伊方発電所・原子力本部・本店が参加するテレビ会議とし、設備の保全情報を含む通報連絡情報について、それぞれの各部署の立場で意見を加えることにより、事象に対するチェック機能を強化する。

(3) 確実な通報連絡の実施

発電所の各課長が「正常状態以外のすべての事態」を確認した場合は、連絡責任者に連絡し、確実に通報連絡を実施するよう、従来の当直長から連絡責任者への連絡経路に加え、各課長から連絡責任者への連絡経路を、「伊方発電所異常時措置連絡要領」に明確にする。当該内容を、通報連絡に携わる技術系課長以上の所員へ周知・徹底する。

また、燃料集合体や1次冷却材系統への異物の付着・混入を確認した場合は、「正常状態以外のすべての事態」として、今後必ず連絡責任者に連絡することを、通報連絡に携わる技術系課長以上の所員へ周知・徹底する。

(4) 通報連絡に携わる技術系課長以上の所員への教育・訓練

「正常状態以外のすべての事態」を直ちに連絡するという通報連絡制度の趣旨および連絡責任者への所内連絡の重要性について、通報連絡に携わる技術系課長以上の所員を対象に半年に1回実施している教育・訓練の中で繰り返し周知し、風化させないようにする。

(5) 情報公開意識の更なる向上

a. 幹部の訓示などの機会を活用し、「正常状態以外のすべての事態」は愛媛県及び伊方町に直ちに連絡するという通報連絡の原点を再徹底した。また、今後も、継続して周知・徹底する。

- ・6月6日 原子力本部長より原子力本部員へ、通報連絡の更なる徹底について、周知を実施 (添付資料 - 5)
- ・6月7日 社長が伊方発電所に出向き、伊方発電所員・原子力本部員およびグループ会社幹部約200名に対して、今回の通報遅れを踏まえた通報連絡の更なる徹底(地域との信頼関係の維持向上が伊方発電所の生命線である)について、訓示を実施
- ・6月10日 伊方発電所長が発電所内の課長以上37名に対して、通報連絡の更なる徹底について、訓示を実施
- ・6月13日 原子力本部長、副本部長が伊方発電所に出向き、伊方発電所幹部8名に対して、「通報遅れは地域への信頼を損なう。正常状態以外の事態はすべて連絡するという通報連絡の原点に立ち返り、再発防止に努めるように」との訓示を実施

b. セミナー等への参加

社会の受け止め方に対する感性を磨くため、幅広く情報関係の社外セミナーに参加する。

リスク管理のための研修・勉強会を開催する。

- ・7月25日 社外講師を招いたセミナーを計画し、TV会議システムを通して多くの聴講者に参加を促す計画。

c. 訪問対話活動への参加促進による地域の皆さまの感覚の直接認識

毎年実施している訪問対話活動に多くの発電所所員が参加することで、地域の皆さまが持つておられる感覚を直接認識する。

Ⅲ. 燃料集合体への付着物について

1. 燃料集合体およびその他設備の確認

当該2体の燃料集合体の外観を全て確認した結果、損傷は認められなかった。また、付着物は、外観上、1次系構成設備またはその部品等ではなかった。なお、付着物の回収作業にあたっては、当該燃料集合体に変形や損傷を与えないように慎重に実施するとともに、回収作業に伴う燃料集合体の変形や損傷がないことを確認している。

今回装荷していた燃料集合体157体全てに対して実施した側面の確認、上部ノズル上面の確認、および下部ノズル底面の確認において、当該2体の燃料集合体以外の燃料集合体に付着物は確認されなかった。また、通常定検で燃料集合体取出前に実施している燃料集合体上面と炉心内面の点検および燃料集合体取出後に実施している下部炉心構造物上面と炉心内面の点検に加え、燃料集合体を上部から保持する上部炉心構造物の点検、および、原子炉容器内の燃料集合体の水流方向を考慮し制御棒クラスタ案内管内部の点検を実施したが、付着物は確認されなかった。

平成25年4月 9日	燃料集合体上面と炉心内面の点検
4月12日	下部炉心構造物と炉心内面の点検
5月22日	上部炉心構造物および制御棒クラスタ案内管内部の点検
～6月17日	

なお、燃料集合体装荷前に燃料集合体を下部から保持する下部炉心構造物の上面および炉心内面の点検を行う。

2. 付着物に対する調査および検討

(1) 付着物混入原因の調査

a. 付着物の特定

(a) 外観観察および分析による特定

全ての付着物について外観観察した結果、縞模様や色から、ポリエチレンテープであることを確認した。また、当該2体の燃料集合体が原子炉内で隣接して装荷されていたことを確認した。

(添付資料－1, 2)

回収した付着物の化学成分分析の結果、主成分は炭素(C)と酸素(O)(水素(H)は測定上分析できない)からなり、ハロゲン元素(塩素(Cl)とフッ素(F))は検出されておらず、ポリエチレンテープの化学成分と類似していた。さらに、スペクトル分析の結果、ポリエチレンテープと同じ波形であった。

(添付資料－6)

以上のことから、付着物は同一発生源のポリエチレンテープであると判断した。

(b) ポリエチレンテープの仕様、高温特性

ポリエチレンテープは、管理区域内で、作業員の装備、機器の養生、機器の点検中に使用する工具の養生、内部の最終異物確認に使用する工具の養生、エリアの養生のために一般的に使用されているものであり、水より軽く、万一水面へ落下した場合でも、沈下することはない。また、新品のポリエチレンテープにハロゲン元素（塩素（C1）とフッ素（F））は含まれていない。

（添付資料－7）

ポリエチレンテープは、高温特性試験の結果から、約100℃を超えた時点から変色および融解が始まり、高温停止（以下、「HSD」という。）時の1次冷却材温度である約286℃付近では完全に融解して、ポリエチレンテープの形状が残らないことを確認した。

（添付資料－7）

本事象のポリエチレンテープは、形状を残してはいるものの一部融解しつつある状態であることから、約100℃から約286℃の温度を経験していたものと考えられる。

（添付資料－2）

b. 付着物が混入する可能性のある作業の抽出

付着物は、前回の燃料集合体取出時（平成23年5月6～9日）には確認されておらず、その後、今回の燃料集合体取出（平成25年4月9～12日）までの間に、混入、付着したと考えられる。第13回定期検査（平成23年4月29日開始）で実施した、1次冷却材系統に係る作業は以下のとおり。

（添付資料－8）

系 統	付着物混入の可能性がある作業	番号
キャビティ	キャビティ除染作業	[1]
	燃料取替クレーン点検	[2]
	ポーラクレーン点検	[3]
	燃料取出／装荷	[4]
使用済燃料ピット	使用済燃料ピットクレーン点検	[5]
	燃料取扱設備点検作業（取扱工具）	[6]
	燃料取出／装荷・ハンドリング	[7]
	高燃焼度17A型燃料集合体最下部支持格子隙間確認	[8]
燃料取替用チャナル 格納容器チャナル	燃料取扱設備点検作業	[9]
	燃料取出／装荷・ハンドリング	[10]

1次冷却材系統	原子炉容器開放復旧作業	[1 1]
	蒸気発生器渦流探傷検査 (B, C号機)	[1 2]
	1次系弁点検	[1 3]
	1次系オンオフ弁点検	[1 4]
	蒸気発生器1次側点検 (B, C号機)	[1 5]
	1次冷却材ポンプ分解点検 (B号機)	[1 6]
	原子炉容器供用期間中検査	[1 7]
	1次冷却材ポンプ軸封部点検 (A, B, C号機)	[1 8]
	1次系制御弁点検	[1 9]
安全注入系統 (高圧・蓄圧)	1次系弁点検	[2 0]
	1次系オンオフ弁点検	[2 1]
余熱除去系統	余熱除去冷却器点検 (A号機)	[2 2]
	配管フランジ点検	[2 3]
	1次系弁点検	[2 4]
	空気制御設備の計装品点検	[2 5]
化学体積制御系統	充てんポンプ分解点検	[2 6]
	充てんポンプ連続ベントライン修繕	[2 7]
	1次系弁点検	[2 8]
	1次系制御弁点検	[2 9]
	空気制御設備の計装品点検	[3 0]
	1次系オンオフ弁点検	[3 1]
使用済燃料ピット 浄化冷却系統	使用済燃料ピットクーラ点検 (B号機)	[3 2]
燃料取替用水系統	燃料取替用水タンク点検	[3 3]

c. 付着物の混入経路

(a) 原子炉容器上部およびキャビティからのポリエチレンテープ混入経路

ポリエチレンテープは、前述のとおり管理区域内で一般的に使用されており、原子炉容器上部から混入する可能性を否定できないことから、以下のとおり確認した。

まず、原子炉容器は、必要時以外は上蓋または仮蓋で閉止されており、閉止期間においてポリエチレンテープが混入する可能性はない。

次に、原子炉容器上蓋等が開放されていた場合におけるキャビティからの混入について検討した。

原子炉容器が開放されている期間には、キャビティが水張りされており、万一ポリエチレンテープが落下したとしても、ポリエチレンテープは水面に浮くことから容易に発見が可能であり、さらに、原子炉容器内での水流は上昇流であるため、沈下して燃料集合体等へ付着することはない。

平成23年6月の燃料集合体装荷後に実施したキャビティ水抜き時においても、キャビティ水面上の浮遊物等がある場合でも原子炉内に流入しないよう、原子炉容器フ

ランジ面より高い水位で、

- ・余熱除去ポンプを停止し、
- ・燃料取替用水タンクポンプを起動することにより、

キャビティ水の回収先を1次冷却材系統側から、格納容器キャナル側に切替えるため、万一水面にポリエチレンテープがあっても、原子炉容器へ混入することはなく、燃料取替用水タンクへ移送するラインに設置されている使用済燃料ピット脱塩塔フィルター等により捕獲される。

以上のことから、原子炉容器上部およびキャビティから混入することはないため、

- ・キャビティでの作業 [1] ～ [4]
- ・格納容器キャナルでの作業 [9]、[10]

からの混入は考えられない。

(添付資料－9)

(b) 使用済燃料ピットからのポリエチレンテープ混入経路

次に使用済燃料ピットからの混入について検討した。使用済燃料ピットへポリエチレンテープが落下したとしても、ポリエチレンテープは水面に浮くことから容易に発見が可能であり、沈下して燃料集合体等へ付着することはない。また使用済燃料ピット底部近くにある燃料移送管を通して原子炉容器側へ流れていくこともない。

また、燃料集合体は受入時および装荷前において社内規定に基づく外観検査を行っており、新燃料集合体にポリエチレンテープが付着した状態で使用済燃料ピットへ混入することはない。なお、念のため、前回の燃料集合体取出時に実施した外観点検結果を確認したが、付着物は確認されていない。

以上のことから、使用済燃料ピットから混入することはないため、

- ・使用済燃料ピットでの作業 [5] ～ [8]
- ・燃料取替用キャナルでの作業 [9]、[10]

からの混入は考えられない。

(添付資料－9)

(c) その他のポリエチレンテープ混入経路

上述のとおり、原子炉容器上部およびキャビティ、使用済燃料ピットからは混入しないことから、その他の混入経路として、1次冷却材系統に係る作業のうち、残りの作業 [11] ～ [33] について以下のとおり検討した。

ポリエチレンテープの使用用途として、機器の点検中に使用する工具の養生、機器の養生、作業員の装備、内部の最終異物確認に使用する工具の養生、エリアの養生があるが、内部の最終異物確認に使用する工具の養生（汚染防止および細かい部品の脱落防止の観点より実施）以外については、内部の最終異物確認時に、ポリエチレンテープが残っていないことを確認することが可能である。

(添付資料－10, 11)

そこで、内部の最終異物確認工具にポリエチレンテープを使用し養生するかどうかを調査した結果、以下の作業において、内部の最終異物確認の工具にポリエチレンテープを使用していることから、ポリエチレンテープが混入した可能性が考えられる。

○1次冷却材系統

- ・原子炉容器開放復旧作業 [1 1]
- ・蒸気発生器渦流探傷検査 (B、C号機) [1 2]
- ・1次系弁点検 [1 3]
- ・1次系オンオフ弁点検 [1 4]

○安全注入系統 (高圧・蓄圧)

- ・1次系弁点検 [2 0]

○余熱除去系統

- ・1次系弁点検 [2 4]
- ・空気制御設備の計装品点検 [2 5]

○化学体積制御系統

- ・1次系弁点検 [2 8]
- ・1次系制御弁点検 [2 9]

(d) 今回の付着物が混入した可能性のある経路

ポリエチレンテープの高温特性試験の結果から、付着物が混入した可能性がある作業の絞り込みを行った。

1次冷却材系統は機能試験のため、2回の昇温 (平成23年7月のHSD時の約286℃、平成24年3月の1次系漏えい確認のための約100℃) を実施している。
(添付資料-8)

まず、ポリエチレンテープは、HSD時の1次冷却材温度である約286℃付近では完全に融解して形状が残らないことから、HSD以前に行われた、

- ・1次冷却材系統での作業 [1 1] ~ [1 4]

からの混入は考えられない。

また、安全注入系統 (高圧・蓄圧) での作業 [2 0] もHSD以前に行われており、HSD以前に安全注入系統から1次冷却材系統へ混入していれば、同様に融解していること、HSD以降は安全注入系統は1次冷却材系統から隔離されることから、本作業からの混入も考えられない。

次に、ポリエチレンテープは、約100℃を超えた時点から融解が始まること、付着物が一部融解したポリエチレンテープであったことから、1次系漏えい確認以降に実施した、

- ・余熱除去系統での作業 [2 5] : 空気制御設備の計装品点検

からの混入も考えられない。

以上のことから、今回の付着物は、

- ・余熱除去系統での作業 [24] : 1次系弁点検
- ・化学体積制御系統での作業 [28] : 1次系弁点検
- ・化学体積制御系統での作業 [29] : 1次系制御弁点検

で実施した内部の最終異物確認時に、工具の養生に使用したポリエチレンテープが外れ、系統内に残った可能性があることを確認した。

その後、水流により1次冷却材系統、原子炉へと流入し、O10燃料集合体およびO13燃料集合体に付着したものと考えられる。

(添付資料-11)

(e) 各点検機器の個別の確認

(d) 項で絞り込んだ各作業について、点検機器毎に系統の状態に照らして詳細に確認した。

○余熱除去系統での作業 [24] : 1次系弁点検

余熱除去系統の1次系弁点検では、余熱除去ラインループ3B高温側注入弁と余熱除去冷却器3B出口流量調整弁の2台の最終異物確認にポリエチレンテープを使用して養生した工具を使用していた。

- ・余熱除去ラインループ3B高温側注入弁からポリエチレンテープが混入する可能性はあるが、HSD前に水質調整のために通水しており、万一系統内にポリエチレンテープが残っていても、1次冷却材系統に流入してHSD時の約286℃を経験し、融解するため、今回の付着物とはならない。なお、HSD以降は通水していないため、1次冷却材系統へ流入しない。
- ・余熱除去冷却器3B出口流量調整弁は、1次冷却材系統の浄化・冷却として、熱交換器出口の流量調整弁として使用されており、HSDの昇温時には1次冷却材温度が約120℃となるまで通水し、降温時には1次冷却材温度が約160℃以下となってから通水が再開されることから、万一余熱除去系統内にポリエチレンテープがあり、降温時以降に1次冷却材系統へ流入したと仮定すれば、約286℃は経験せずに約100℃を経験するため、今回の付着物となった可能性がある。

○化学体積制御系統での作業 [28] : 1次系弁点検

化学体積制御系統の1次系弁点検作業では、充てんポンプ3A・B出口連絡弁の1台の最終異物確認にポリエチレンテープを使用して養生した工具を使用していた。

- ・充てんポンプ3A・B出口連絡弁の点検後に、系統内にポリエチレンテープが残り、充てんラインの流量計オリフィスから再生熱交換器を経由して1次冷却材系統に流入したと仮定すれば、系統運転期間において、約286℃を経験せずに約100℃を経験するため、今回の付着物となった可能性がある。

○化学体積制御系統での作業 [29] : 1次系制御弁点検

化学体積制御系統の1次系制御弁点検作業では、充てんライン流量制御弁3号、封水注入ライン流量制御弁3号、冷却材陽イオン脱塩塔3号小流量通水ライン流量調整弁、抽出ライン圧力制御弁3号の4台の最終異物確認にポリエチレンテープを使用して養生した工具を使用していた。

- ・充てんライン流量制御弁3号の点検後に、系統内にポリエチレンテープが残り、再生熱交換器を経由して1次冷却材系統に流入したと仮定すれば、系統運転期間において、約286℃を経験せずに約100℃を経験するため、今回の付着物となった可能性がある。
- ・封水注入ライン流量制御弁3号、冷却材陽イオン脱塩塔3号小流量通水ライン流量調整弁、抽出ライン圧力制御弁3号については、系統の下流側にフィルタ等があることから万一ポリエチレンテープが残っていても、1次冷却材系統へ流入しない。

以上のことから、

- ・余熱除去冷却器3B出口流量調整弁
- ・充てんポンプ3A・B出口連絡弁
- ・充てんライン流量制御弁3号

で実施した点検後の内部の最終異物確認時に、工具の養生に使用したポリエチレンテープが外れ、系統内に残った可能性があることを確認した。

(添付資料-12)

(2) 異物混入に関する品質管理

伊方発電所においては、密閉機器、配管等の開放または、分解、組立作業時における異物混入、異物残留の防止(以下、「異物混入防止」という。)を目的として、「伊方発電所保守内規 細則-5 異物混入防止管理細則」を定めており、これを遵守して作業を実施してきた。この中で、異物混入防止のための実施事項を定めている。

(添付資料-13)

特に「添付資料-13 2. 一般的注意事項(4)」にあるように、機器の組立・復旧前には、必ず、内部に異物がないことおよび組込み品に異物が付着していないことの確認を行っている。

特に、内部に人が入って作業する機器、内部構造が複雑な原子炉容器、非常用ディーゼル発電機機関のような機器等については、周辺の狭隘部を含めたエリアの内部作業区域の設定を行うとともに、内部作業設定対象機器および重要度の高い機器については、持込品の員数管理を行っている。

また、平成11年に発生した「伊方発電所第3号機 非常用ディーゼル発電機3A点検中の不具合」での反映として、「添付資料-13 2. 一般的注意事項(9)」にあるよう

に、目視点検が困難な場合はパイロットミラー、手鏡等を使用することとし、更なる異物混入防止に努めてきた。

しかしながら、今回の事象では、内部の最終異物確認に使用したパイロットミラー、手鏡、ライト等の工具を養生していたポリエチレンテープが外れることまで考えていなかったことから、ポリエチレンテープの内部への残留を確認できていなかった可能性がある。

(添付資料－14)

(3) 混入したポリエチレンテープの流入による設備への影響について

第13回定期検査開始以降、運転している系統において、1年10ヶ月の期間、異常が認められていないことから、他にポリエチレンテープは存在していないと考えられるが、ポリエチレンテープが混入する可能性があるとして推定した弁に接続される設備を以下のとおり抽出し、混入したポリエチレンテープがこれらの設備へ流入した場合における安全上重要な機器に対する影響を評価した。

- ・原子炉容器
- ・1次冷却材の循環設備
- ・炉心支持構造物
- ・原子炉停止設備
- ・非常用炉心冷却設備
- ・余熱除去設備
- ・化学体積制御設備

なお、接続する配管にフィルタが設置されているなど、設備の構造上、混入したポリエチレンテープが流入しない機器については評価から除外している。

評価の結果、

- ・付着物は柔らかなポリエチレンテープであり、各機器に接触することによる損傷は発生せず、性状的に腐食性のものではないことに加えハロゲン元素が含まれていないため、腐食、応力腐食割れへの影響はないことから、各機器の構造健全性に影響を与えるものではない。
- ・各系統に設置されている熱交換器等は、多数の伝熱管によって構成されており、ポリエチレンテープで多くの伝熱管を閉塞することは考えられない。
- ・1次冷却材系統においては、ポリエチレンテープは、約286℃で融解し、1次冷却材の流れにより、微細な滴状の形態に分散するため、原子炉起動後に期待される各機器の機能・性能に影響を与えるものではない。
- ・今回のポリエチレンテープが混入した可能性のある作業箇所の下流に設置されているフィルタは、比較的大きなポリエチレンテープが捕獲された場合、差圧上昇により検知可能で、フィルタが並列で2基設置されていて切り替え可能であり、バイパスラインが設けられているため、運転中のフィルタ交換が可能であることから運用上の問題もないことから、各設備の安全上重要な機器の機能に影響はないと判断した。

(添付資料－15)

3. 推定原因

本事象は、余熱除去系統や化学体積制御系統で実施した弁点検等の作業において、内部の最終異物確認に使用した工具の養生に使用したポリエチレンテープが系統内に残り、水流により1次冷却材系統、原子炉へと流入したものと推定した。

本事象の原因は、従来より社内規定に基づく異物管理を徹底し、機器等の組立・復旧前には必ず内部の最終異物確認を行ってきたが、最終異物確認のために使用する工具の養生テープが外れる可能性があることまで考えていなかったことであると推定した。

4. 対 策

(1) 異物混入防止に関する管理の強化

付着物に対する調査および検討結果より、本事象は、内部の最終異物確認に使用した工具を養生したポリエチレンテープが起因と推定され、そのテープは、工具の汚染防止および工具の細かい部品の落下防止のために使用していたことから、すべての機器の最終異物確認で使用する工具について、以下の対策を実施する。

- a. 最終異物確認で使用する工具については、汚染専用工具として管理するとともに、落下防止措置として、部品を点付け溶接する等の処置を実施することとし、テープによる汚染防止養生および落下防止養生は原則、実施しない。
- b. 止むを得ず養生を施す場合は、養生テープ貼り付け箇所数を事前に記録し、養生テープに合いマークを施すこととし、最終異物確認前後で使用した工具の養生テープが外れていないことを確認することで、確実な異物管理を行うこととする。
- c. 本対策が現場作業で確実に実施されるために以下の社内規定の改訂を実施する。
 - ・異物混入防止の社内規定である「伊方発電所保守内規 細則ー5 異物混入防止管理細則」に本対策を明記する。
 - ・作業要領書作成時に使用する「伊方発電所作業要領書作成手引き」の異物混入防止に関する項目として本対策を追加する。
 - ・機器の分解・開放点検の手順を定めている「作業要領書」、「チェックシート」に本対策の項目を追加するよう協力業者に指示し、当社が承認することで作業現場において確実にチェックして確認する。

(添付資料ー16)

(2) 異物混入防止に関する教育の徹底

当社では、従来より社内規定に基づく異物管理を徹底してきたが、本事象も踏まえて、異物の見落とし等の防止をより徹底するため、改めて所内関係者および作業員に以下の教育を実施し、異物混入防止の重要性についての意識をさらに高める。

- a. 本事例を示した教育資料（ワンポイントレッスン集）を作成し、所内関係者全員に対して速やかに教育を実施し、再発防止を徹底する。

- b. 今後の機器の分解点検等の作業においては、定期検査前の品質管理教育や作業要領書の読み合せ、および作業前ミーティング等において、全作業員に対して異物混入防止の重要性についての教育を実施し、再発防止を徹底する。

(3) 不適合管理の適切な運用

今回の事象においては、燃料集合体2体に付着物が確認された後、発電所の保安活動に関する情報共有の会議において報告したうえ、回収作業、付着物の混入原因調査、対策検討を行ってきた。そして、回収作業を行った結果、一部の付着物の回収に長時間を要することが明らかになった時点で不適合の識別を行い、引き続き、原因調査、対策検討を実施してきた。

今回の事象を省みての教訓として、今後は、まず不適合としたうえで、回収作業、原因調査、対策検討を行うべきであることから、燃料集合体や1次冷却材系統への異物の付着・混入を確認した場合は不適合とすることを、「原子力発電所 品質保証基準」等に追記する。

また、今回の事例を含めた教育資料を作成し、所内関係者への周知・徹底を行い、不適合管理（※5）の確実な運用を行っていく。

※5：不適合管理：要求事項に適合しない状態を識別して、原因、対策を調査検討し、継続的改善につなげる品質保証プロセス

(4) 当該燃料集合体に対する措置

当該燃料集合体2体は付着物を回収し、原子炉に装荷しても問題ないことが確認されるまで使用しない。なお、次サイクルには使用しない。

IV. まとめ

所員への教育・訓練、組織としてのチェック機能の強化および、情報公開意識の更なる向上により、安全協定における「正常状態以外のすべての事態」について、愛媛県および伊方町をはじめ関係箇所に、直ちに通報連絡することとし、二度と通報遅れが生じないよう徹底するとともに厳格な異物管理を徹底します。

以 上

添 付 資 料

- 添付資料－１ ○１０燃料集合体、○１３燃料集合体の炉心装荷位置、仕様
- 添付資料－２ 付着物の付着位置および外観
- 添付資料－３ 問題点の抽出と対策について
- 添付資料－４ 通報連絡手順の比較表
- 添付資料－５ 愛媛県および伊方町への情報連携の厳格な実施の徹底について（周知）

- 添付資料－６
 (１／２) 付着物の化学成分分析結果
 (２／２) 付着物のスペクトル分析結果

- 添付資料－７
 (１／３) 管理区域内で使用しているポリエチレンテープ（新品）の仕様
 (２／３) ポリエチレンテープの高温試験結果
 (３／３) ポリエチレンテープの高温流水試験結果

- 添付資料－８ ３－１３定検開始からの１次冷却材系統に係わる主要作業
- 添付資料－９ キャビティ水抜時の系統概要図

- 添付資料－１０ 点検作業におけるテープの使用用途および目的

- 添付資料－１１
 (１／３) テープが混入する可能性のある作業の抽出および燃料集合体に付着したテープの可能性のある作業の抽出フロー
 (２／３) テープが混入する可能性のある作業の抽出および燃料集合体に付着したテープの可能性のある作業の抽出
 (３／３) 燃料集合体に付着したテープの可能性のある作業を実施した系統概要図

- 添付資料－１２ テープを使用して養生した工具で内部の最終異物確認を実施した弁の詳細評価結果

- 添付資料－１３ 伊方発電所保守内規 細則－５ 異物混入防止管理細則（抜粋）

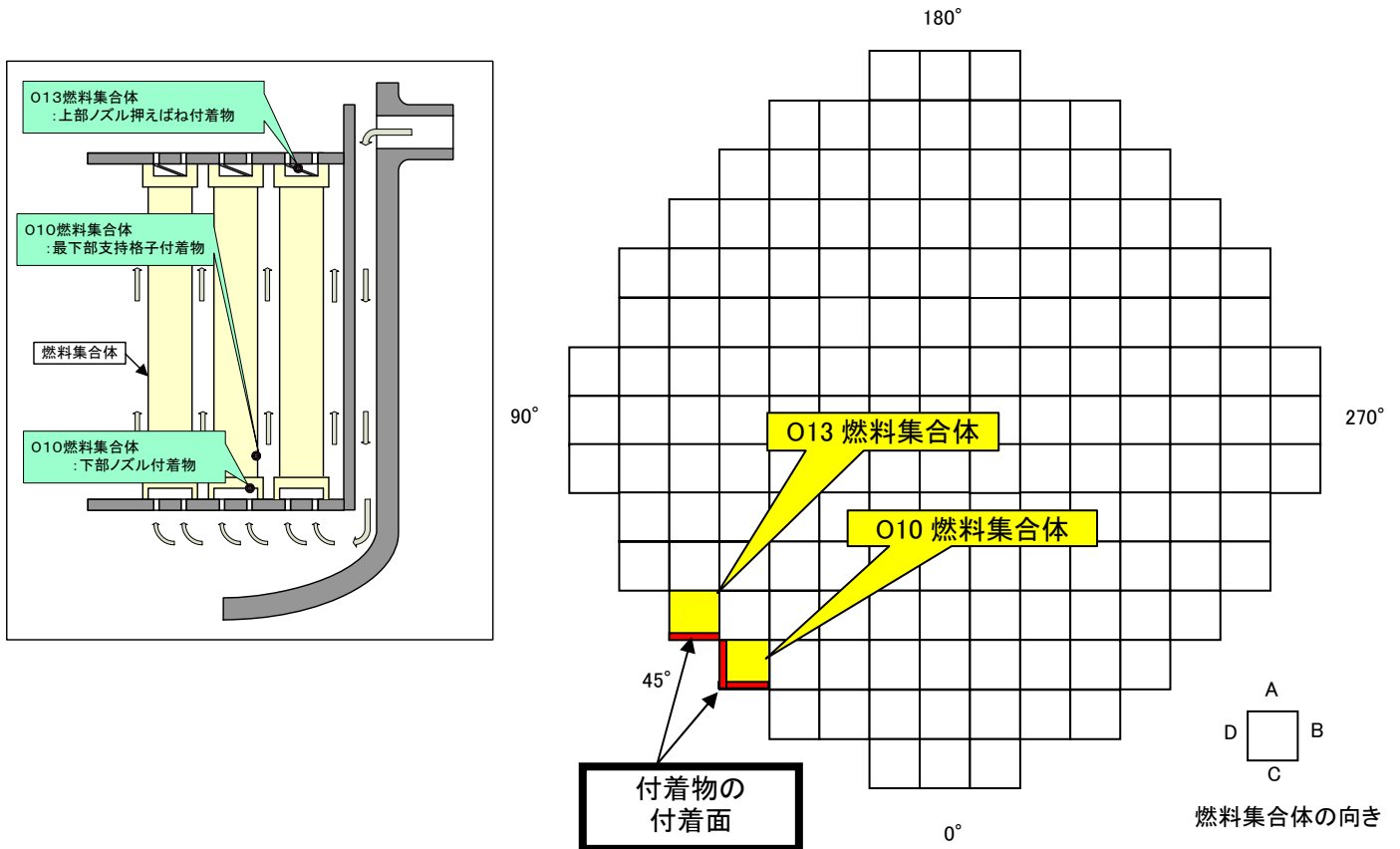
- 添付資料－１４ 弁内部確認状況図

- 添付資料－１５ 混入したポリエチレンテープの流入による設備への影響評価

- 添付資料－１６ 異物混入防止に関する管理の強化

○ 1 0 燃料集合体、○ 1 3 燃料集合体の炉心装荷位置、仕様

○ 1 0 燃料集合体、○ 1 3 燃料集合体の炉心装荷位置

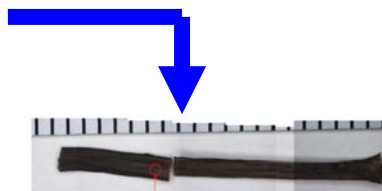
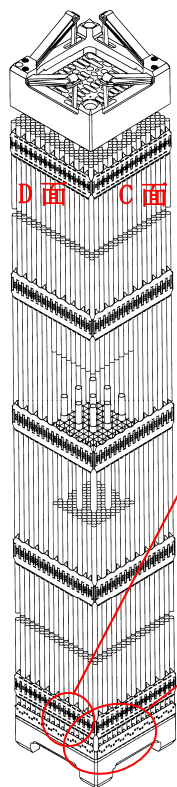


○ 1 0 燃料集合体、○ 1 3 燃料集合体の仕様

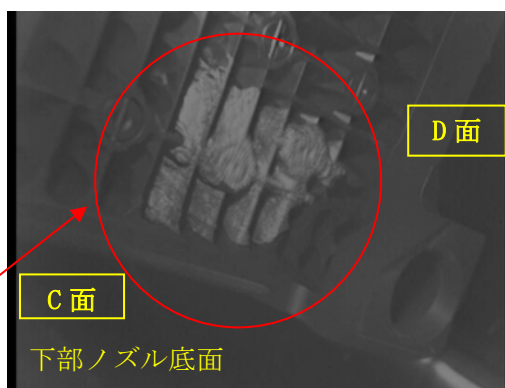
燃料集合体 番号	燃料 メーカー	種類	燃焼度
○ 1 0	三菱	ウラン 燃料	10,784 MWd/t (1 サイクル照射)
○ 1 3	三菱	ウラン 燃料	10,831MWd/t (1 サイクル照射)

付着物の付着位置および外観

○10 燃料集合体

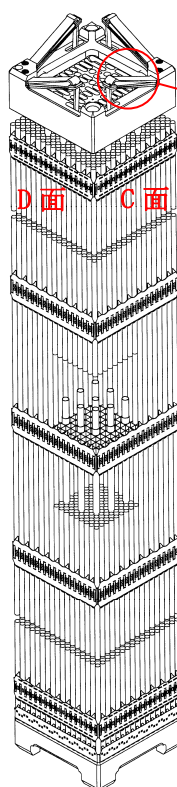


回収された小枝状付着物表面は茶色で、一部融解していた。

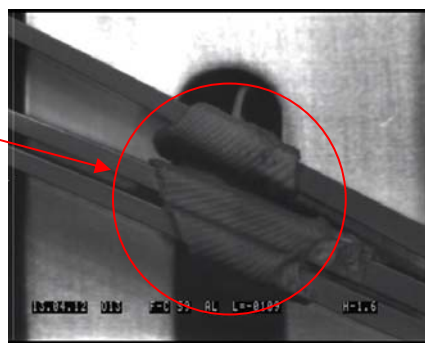


付着物の表面には、ポリエチレンテープと同様な縞模様が確認され、一部融解していた。

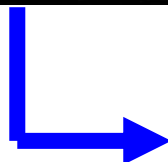
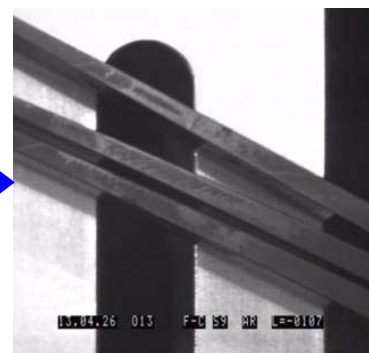
○13 燃料集合体



上部ノズル押えばね



付着物回収後の上部ノズル押えばね



ポリエチレンテープ

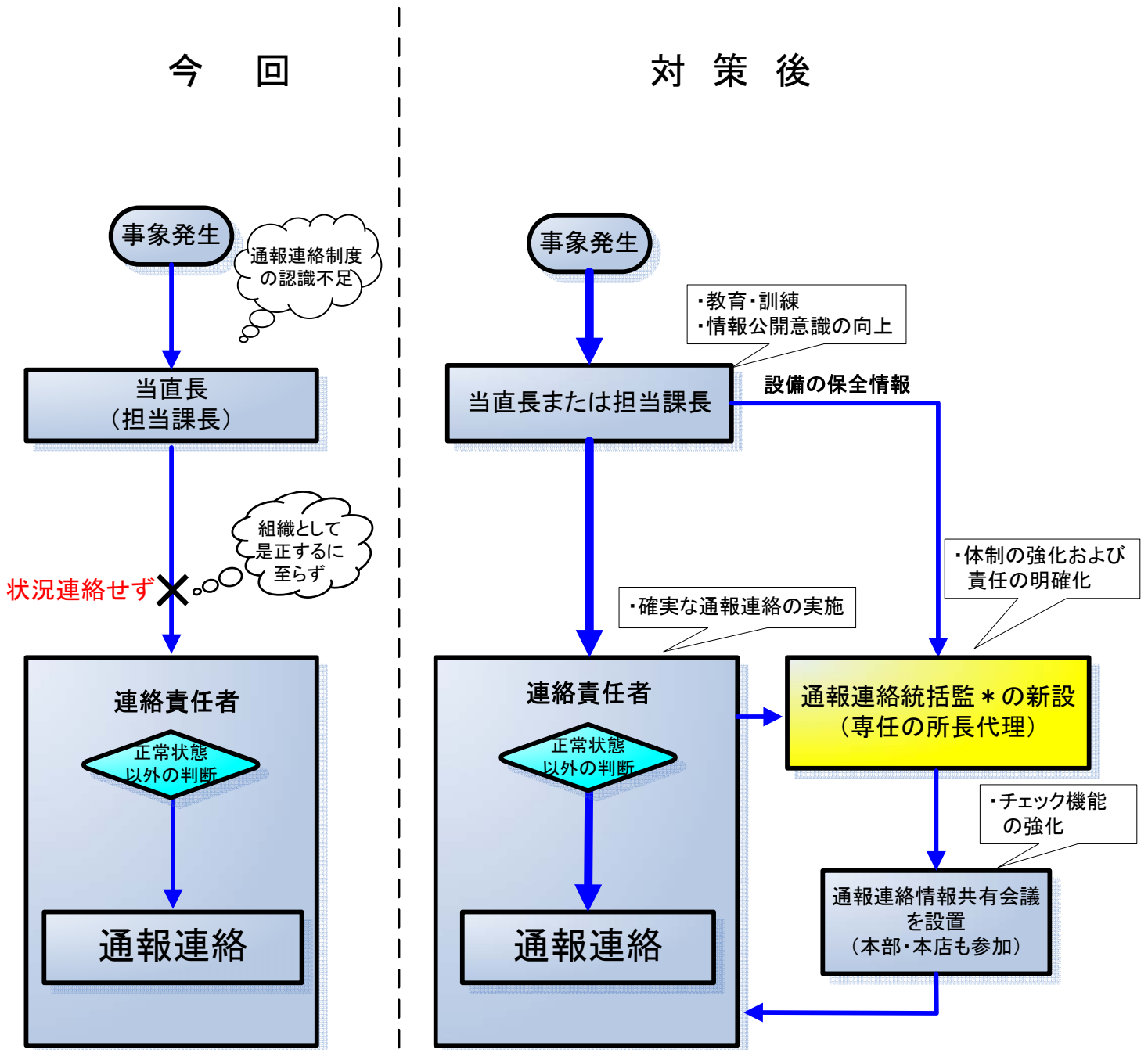
回収されたテープ状付着物の表面は茶色で、ポリエチレンテープと同様な縞模様が確認され、一部融解していた。

問題点の抽出と対策について

日時	伊方発電所					本店担当部	原子力本部長	問題点	対策
	担当課長	担当部長	連絡責任者	会議 ※1	所長・所長代理				
4月12日 (金)	16時頃	支持格子外観点検 点検結果 良 ・2体の燃料集合体に付着物有 ・燃料集合体に損傷はなく、付着物が設備部品でないことから、燃料の健全性に問題ないと判断	報告						○ 確実な通報連絡の実施 各課長は、「正常状態以外のすべての事態」を確認した場合は連絡責任者に連絡し、確実に通報連絡を実施することを明確にする。また、燃料集合体や1次冷却材系統への異物の付着・混入を確認した場合は、「正常状態以外のすべての事態」として、今後必ず連絡責任者に連絡することを周知徹底する。 ○ 通報連絡に関わる技術系課長以上への教育・訓練 「正常状態以外のすべての事態」について連絡するという通報連絡制度の趣旨および連絡責任者への所内連絡の重要性について再周知・再徹底を行う。 ○ 情報公開意識の更なる向上 通報連絡の原点の再徹底および継続周知を行う。
	17時頃	付着物の回収を計画	報告				※3:4/12 グループリーダー 4/15 部長 に情報連携		
							情報連携 ※3	業務上関連するメンバーに情報連携されたが、安全協定の「正常状態以外のすべての事態」であるとの認識に至らなかった。	
4月15日 (月)	9時頃	・燃料集合体の健全性に問題ない ・燃料集合体2体に付着物有 ・付着物を回収する計画		報告 ※2				情報共有会議において、不適合であるとの判断がなされなかった。	○ 不適合管理の適切な運用 Ⅲ. 燃料集合体への付着物について 4. 対策 参照
	会議後	・燃料集合体の健全性に問題ない ・燃料集合体2体に付着物有 ・付着物を回収する計画		報告				組織として担当課長および担当部長の判断を是正するには至らなかった。	○ 通報連絡に関する体制の強化 および 責任の明確化 通報連絡統括監を新たに配置する。 ○ チェック機能の強化 通報連絡情報共有会議を新たに設置する。 原子力本部、本店も会議に参加することでチェック機能を強化する。
4月16日 (火)	午前							情報連携されたが、発電所の判断を是正するには至らなかった。	○ 情報公開意識の更なる向上 通報連絡の原点の再徹底および継続周知を行う。

※1 当日の出席者： 保修部長、発電部長、品質保証部長、土木建築部長、主任技術者（原子炉、ボイラー・タービン、電気）、発電課長、品質保証課長、原子燃料課長、保修部各課長他

通報連絡手順の比較表



* : 通報連絡統括監の職務
 ・通報連絡の判断の妥当性確認 (必要に応じ是正)
 ・通報連絡情報共有会議の責任者
 ・通報連絡制度の趣旨等の徹底意識の向上(所員への教育・訓練等)

平成25年6月6日
原子力本部長

愛媛県および伊方町への情報連携の厳格な実施の徹底について（周知）

原子力本部の皆さま方におかれましては、「伊方方式」の精神に則り、日頃から、広く情報公開に努めていただいていると思います。

こうした中、この度、伊方3号機において、燃料集合体の外観確認の際に、燃料集合体2体に付着物（テープ）があることを確認していたにも関わらず、愛媛県および伊方町への報告が遅れ、嚴重注意を受けるという事態が生じました。

本件については、燃料の健全性や設備に影響を与えるものではないことから、安全協定に基づく報告対象には該当しないと判断し、愛媛県および伊方町には特段の情報連携をしておりませんでした。昨日、愛媛県および伊方町に状況報告を実施したところ、

「燃料集合体という安全上重要な機器に異物の付着を確認したものであり、安全協定に基づき、正常でない事象として直ちに報告されるべき」

として、報告が遅れたことに対し、嚴重注意を受けたものであります。

このことは、愛媛県および伊方町はもとより、地域の方々の信頼を損ないかねない重大な問題であります。

現在、当社は、伊方発電所の再稼働に向け、愛媛県や伊方町をはじめ、地域の方々との信頼関係を更に強化していくべき、大変重要な時期であります。

今後、同様な事態が生じた場合、地域との信頼関係は完全に崩れ、当社の事業運営に甚大な影響が生じることとなります。

つきましては、皆さま方全員が、地域の方々の目線に立つとともに、こうした状況を肝に銘じ、今一度、

安全協定の原点に立ち返り、情報連携の厳格な実施を徹底
していただきますようお願いいたします。

以 上

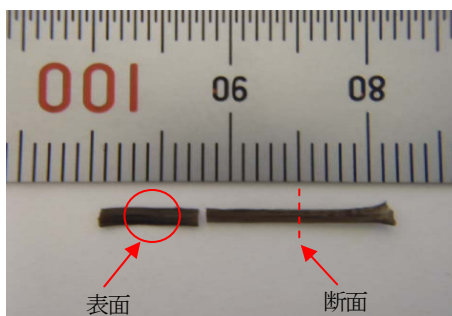
付着物の化学成分分析結果

1. 分析結果

(1) O10燃料集合体 (小枝状の付着物)

単位 (%)

	表面	断面
C	82.4	96.3
O	9.5	3.7
Cr	1.5	—
Fe	2.2	—
Ni	1.2	—
Zr	3.2	—



(2) O10燃料集合体 (下部ノズル底面のテープ状の付着物)

単位 (%)

	表面	断面
C	66.6	86.2
O	15.6	13.8
Cr	0.8	—
Fe	5.1	—
Ni	2.3	—
Zr	9.7	—



(3) O13燃料集合体 (上部ノズル押えばねのテープ状の付着物)

単位 (%)

	茶色部	黒色部	テープ表	テープ裏
C	83.0	86.6	87.7	91.7
O	8.6	7.7	12.3	8.3
Cr	1.1	0.8	—	—
Fe	2.8	3.4	—	—
Ni	1.2	1.6	—	—
Zr	3.4	—	—	—



(4) O10燃料集合体およびO13燃料集合体の付着物の塩素およびふっ素

単位 (ppm)

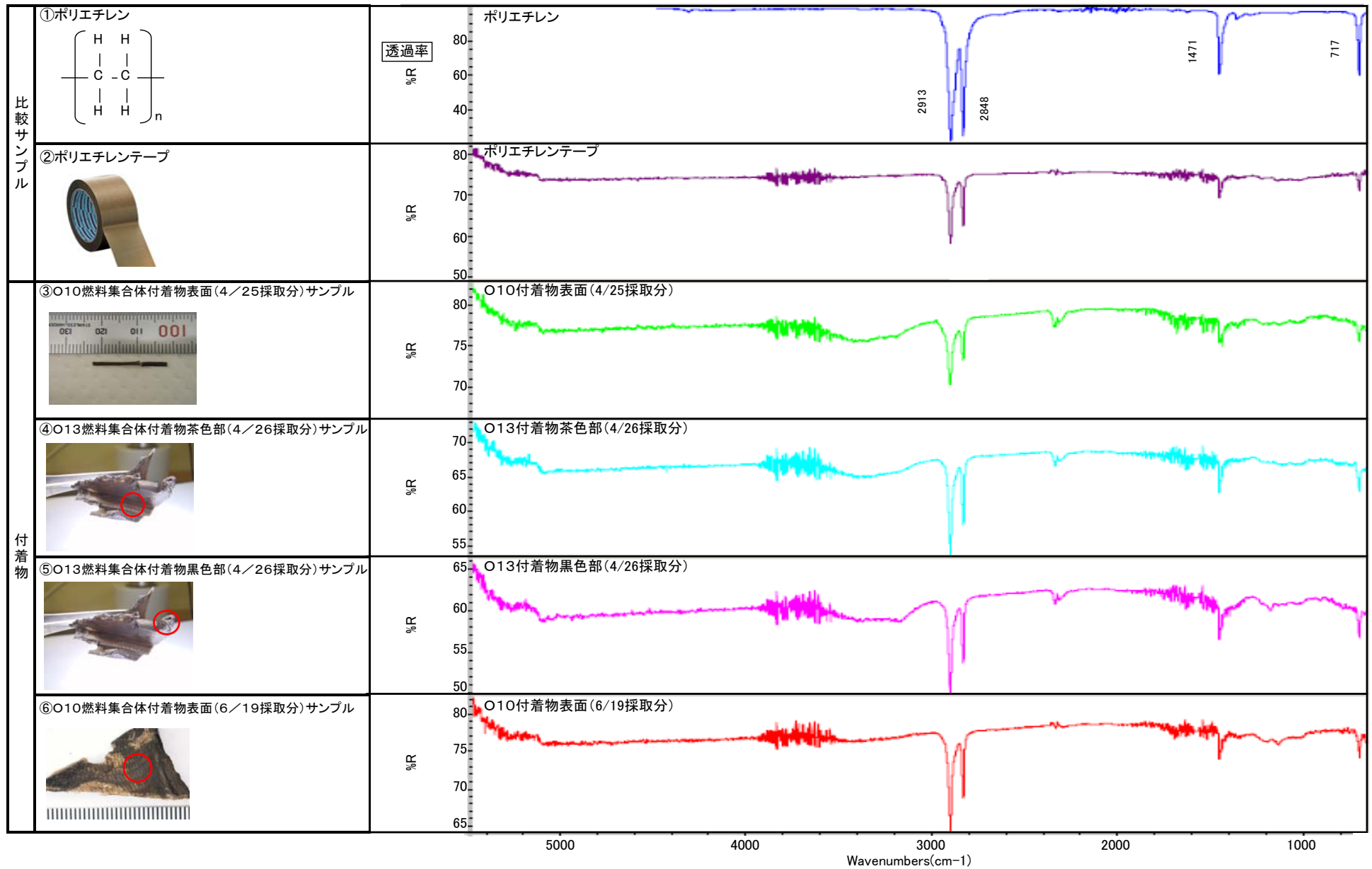
	O10 (小枝状付着物 断面)	O10 (下部ノズル底面付 着物 断面)	O13 (黒色部・断面)	O13 (茶色部・断面)
Cl	<10 (検出限界未満)	<10 (検出限界未満)	<10 (検出限界未満)	<10 (検出限界未満)
F	<20 (検出限界未満)	<20 (検出限界未満)	<30 (検出限界未満)	<30 (検出限界未満)

2. 分析評価

O10燃料集合体およびO13燃料集合体の付着物は、主成分が炭素および酸素である。その他金属成分等が検出されているが、O10燃料集合体の付着物の断面からは検出されていないことから、クラッドの成分が検出されたものである。

なお、塩素およびふっ素は検出されていない。

付着物のスペクトル分析結果



管理区域内で使用しているポリエチレンテープ (新品) の仕様

1. 寸 法

- (1) 幅 : 50mmまたは70mm
- (2) 長さ : 50m (1ロールあたり)
- (3) 厚み : 0.15mm (基材0.11mm、 糊0.04mm)

2. 主成分

ポリエチレン

3. 化学分析結果

- (1) 表 : 炭素87.7%、 酸素12.3%
- (2) 裏 : 炭素91.7%、 酸素8.3%

4. 不純物分析結果

- (1) 塩素 : <10ppm
- (2) ふっ素 : <10ppm

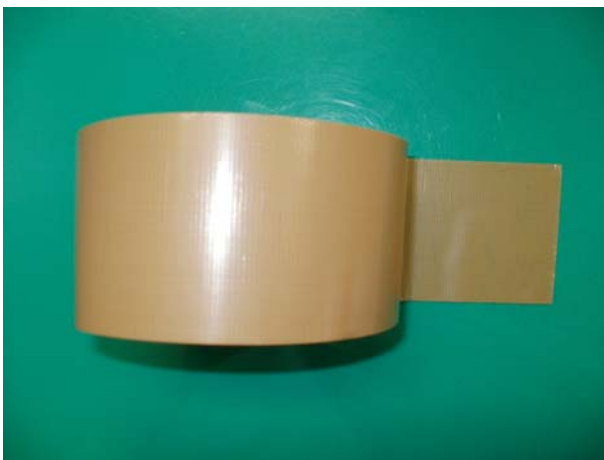
5. 融点 (主成分であるポリエチレン)

100~145℃

6. 比重 (主成分であるポリエチレン)

0.90 ~ 0.95

【外 観】



【水に浮いた状態】

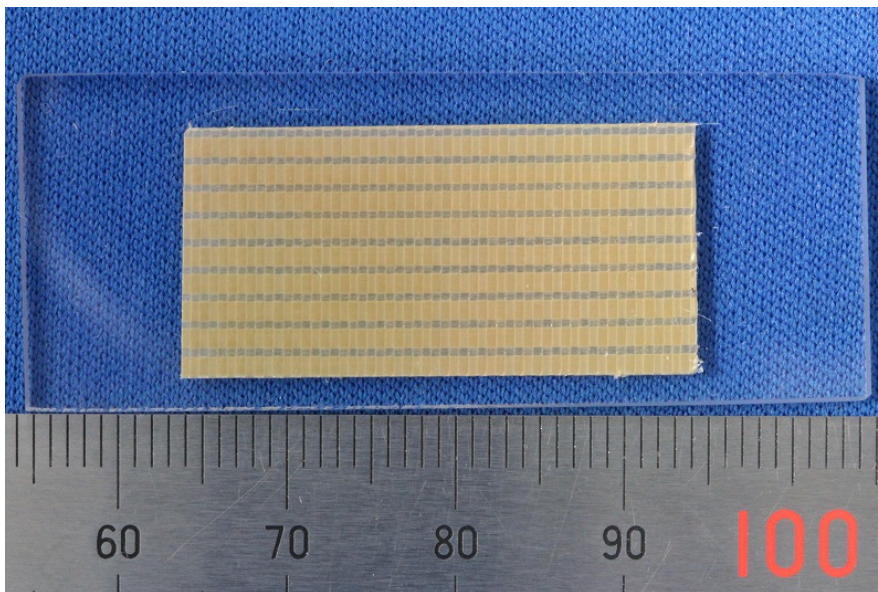


ポリエチレンテープの高温試験結果

ポリエチレンテープの高温挙動を確認するために、ポリエチレンテープをSUS板2枚に装着し、ほう酸水を充填したオートクレーブ内に挿入し、一定時間放置した後の状態を観察した。

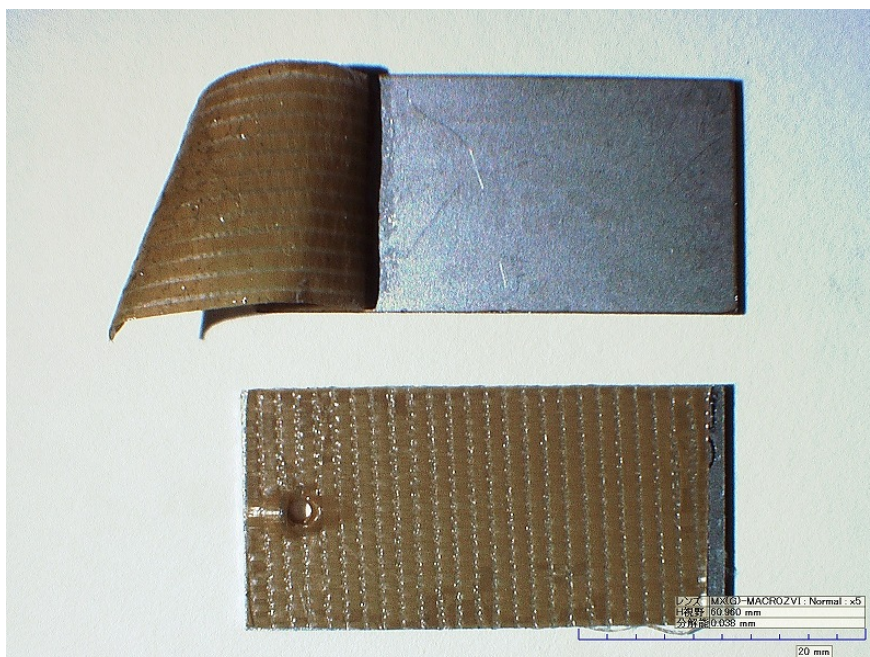
試験条件：107℃ 5時間 ほう素濃度4500ppm (1次系漏えい確認を模擬)

○試験前 (サンプル)



○試験後

ポリエチレンテープは変色および一部融解し、約6%縮んだ。



ポリエチレンテープの高温流水試験結果

高温流水下における狭隘部のポリエチレンテープの挙動を確認するために、狭隘部を模擬したSUSディスク間に、隙間なくポリエチレンテープ（7枚）を挟みこみ、ディスクを回転させ挙動を確認した。

試験条件：281℃ 5時間 ほう素濃度4500ppm（高温停止時を模擬）

○試験前

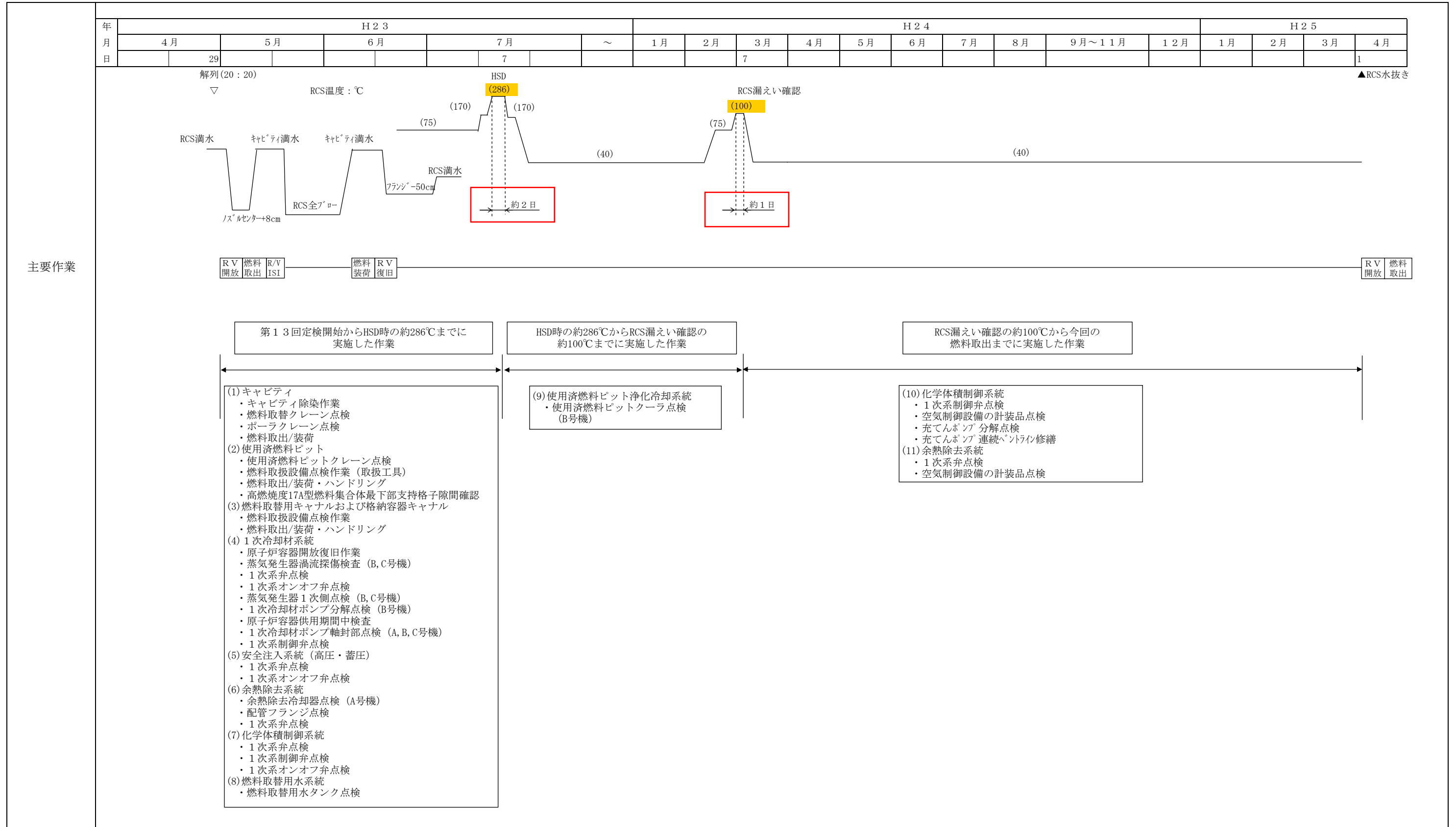


○試験後

ポリエチレンテープは融解し、ディスク間から排出された。

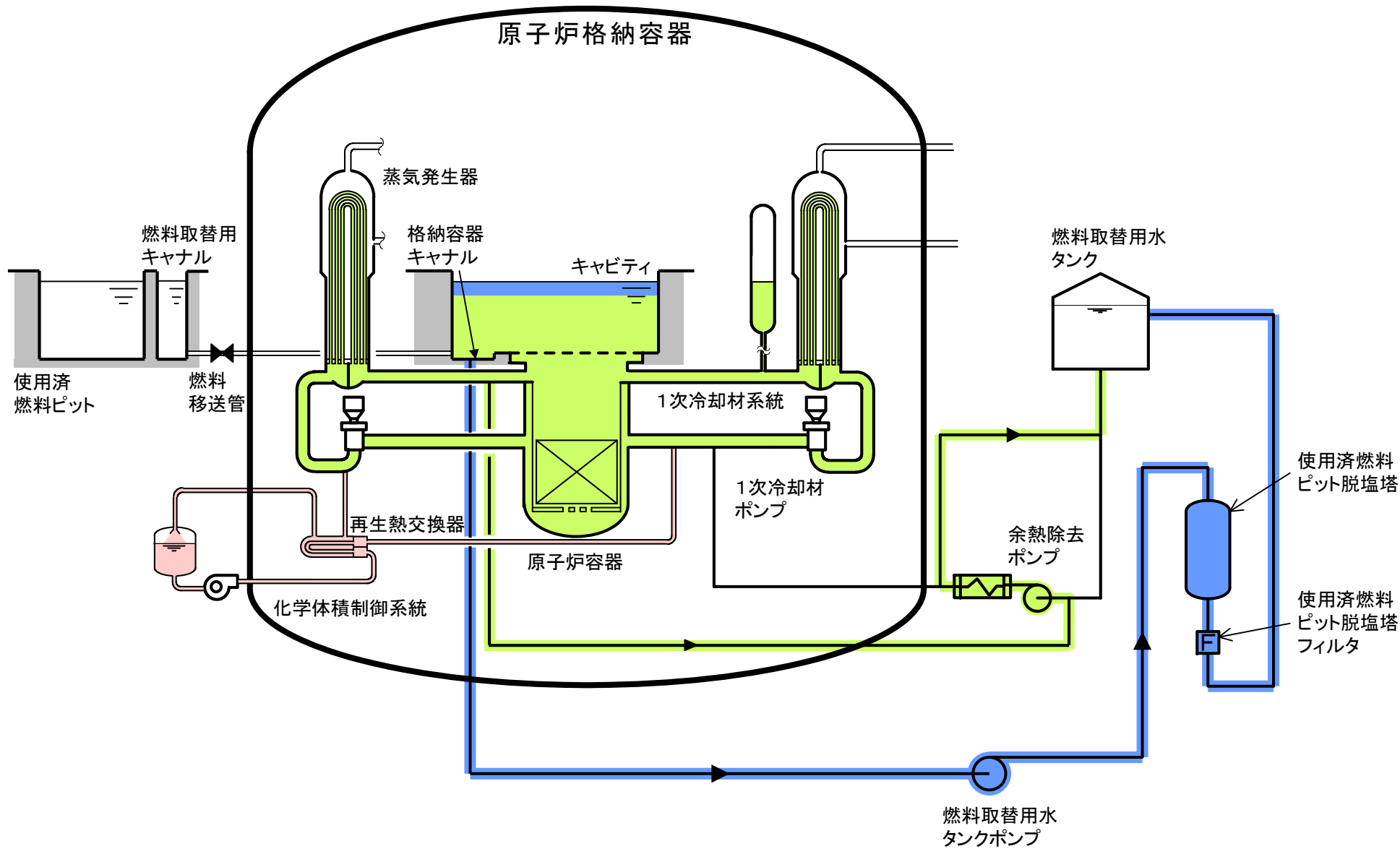


3-1-3 定検開始からの1次冷却材系統に係わる主要作業

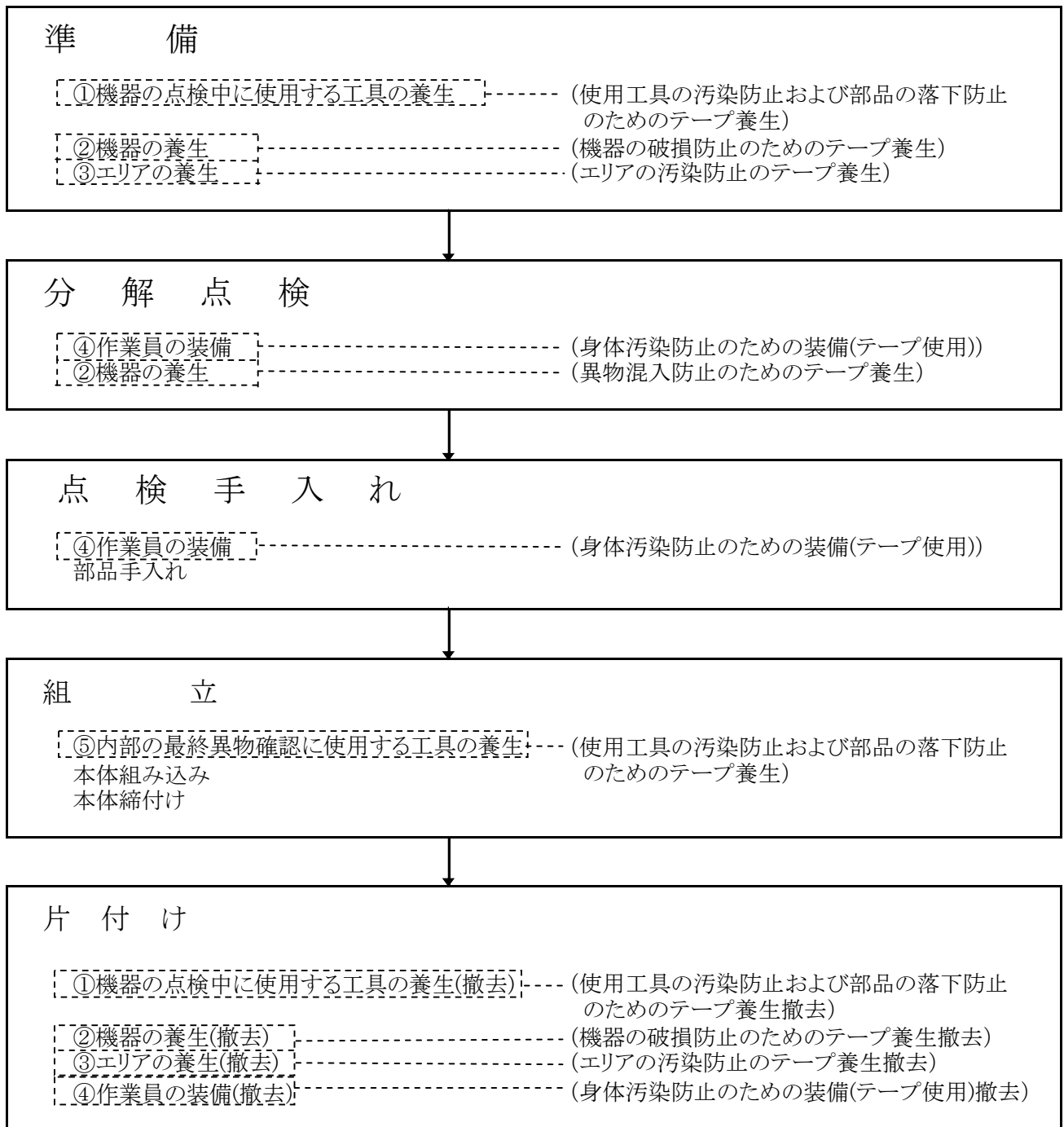


主要作業

キャビティ水抜時の系統概要図



点検作業におけるテープの使用用途および目的



テープの使用例



機器の破損防止のためのテープ養生の例

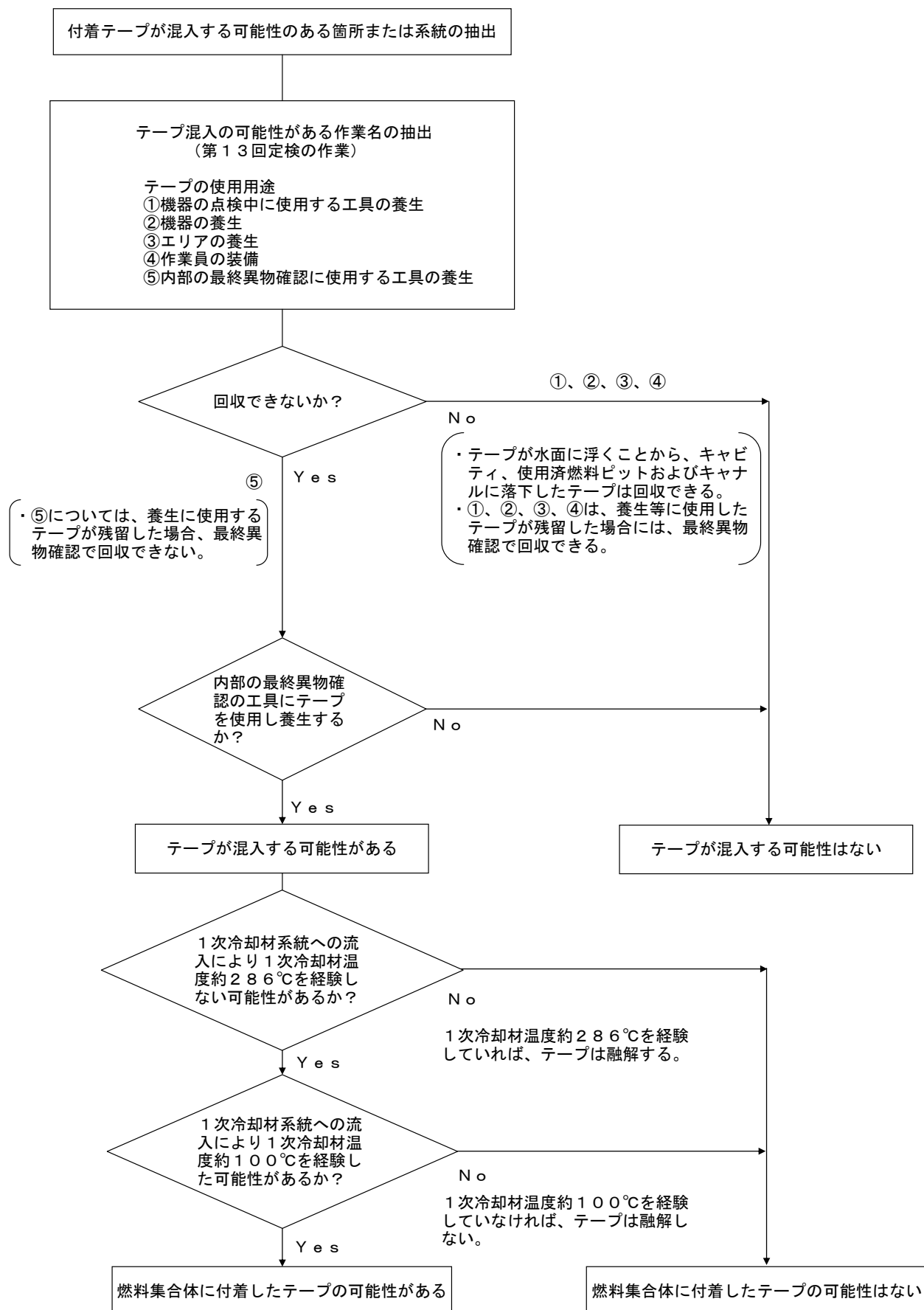


エリアの汚染防止のテープ養生の例



身体汚染防止のための装備(テープ使用)の例

テープが混入する可能性のある作業の抽出および
燃料集合体に付着したテープの可能性のある作業の抽出フロー

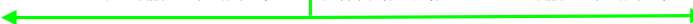


テープが混入する可能性のある作業の抽出および燃料集合体に付着したテープの可能性のある作業の抽出

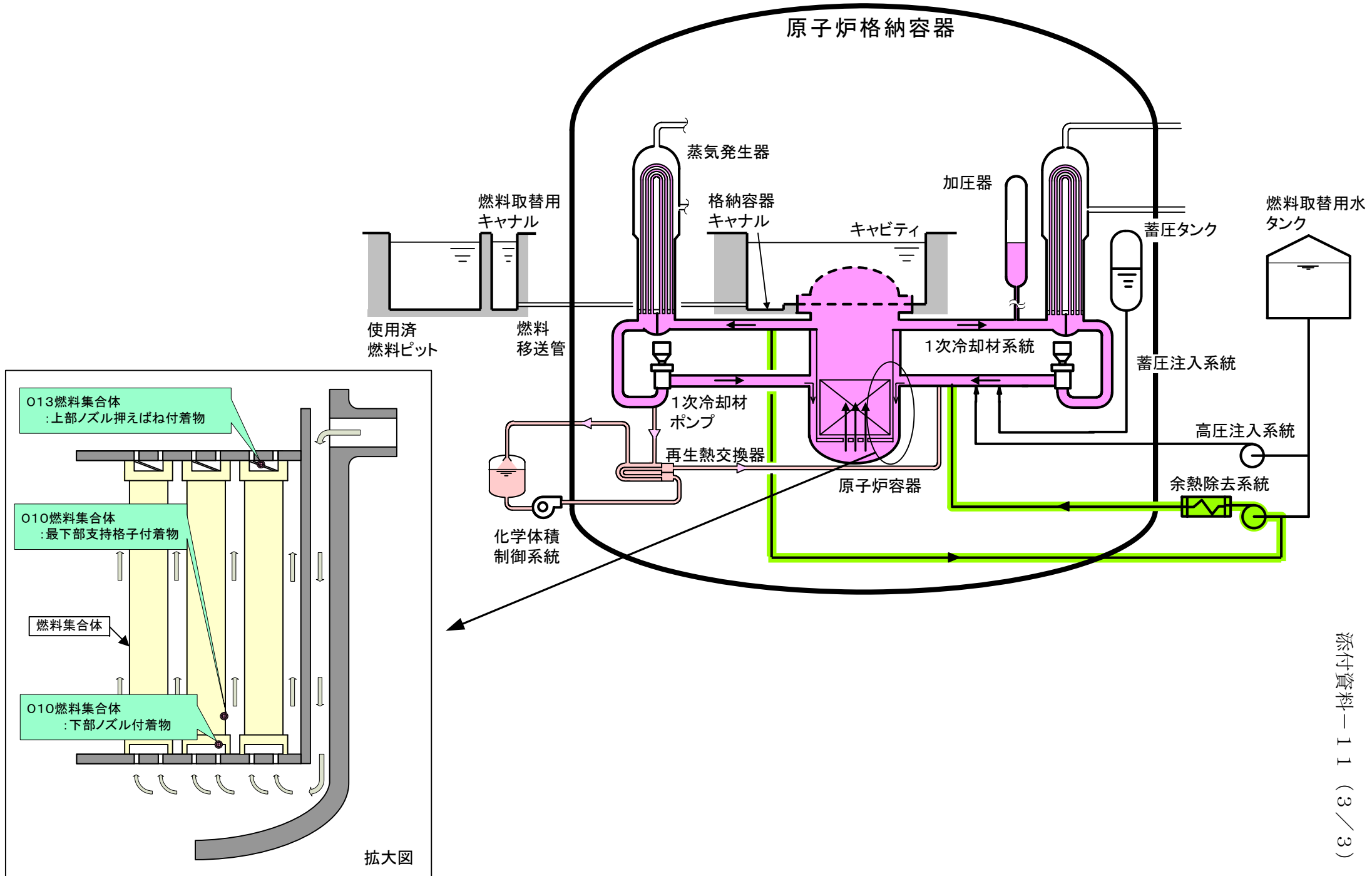
事象	付着テープが混入する可能性のある箇所および系統	テープ混入の可能性のある作業 (第13回定検の作業)	テープの使用用途 ①機器の点検中に使用する工具の養生 ②機器の養生 ③エリアの養生 ④作業員の装備 ⑤内部の最終異物確認に使用する工具の養生	回収できるか? ○: できない ×: できる	内部の最終異物確認の工具にテープを使用し養生するか? (テープが混入する可能性があるか?) ○: テープ有り(可能性有り) ×: テープ無し(可能性無し)	1次冷却材系統へ流入する可能性があり、かつ、1次冷却材温度約28.6℃を経験しない可能性があるか? ○: 有、×: 無	1次冷却材系統へ流入する可能性があり、かつ、1次冷却材温度約10.0℃を経験した可能性があるか? ○: 有、×: 無	評価	考察	
燃料に異物が付着	キャビティ	キャビティ除染作業	①、②、③、④、⑤	×	×	×	×	×	A テープが水面に浮くことから、キャビティ、使用済燃料ピットおよびキャナルに落下したテープは回収できる。	
		燃料取替クレーン点検	①、②、③、④、⑤	×	×	×	×	×	Aに同じ	
		ポーラクレーン点検	①、②、④、⑤	×	×	×	×	×	Aに同じ	
		燃料取出/装荷	②、③、④	×	×	×	×	×	Aに同じ	
	使用済燃料ピット	使用済燃料ピットクレーン点検	②、④	×	×	×	×	×	×	Aに同じ
		燃料取扱設備点検作業 (取扱工具)	①、③、④、⑤	×	×	×	×	×	×	Aに同じ
		燃料取出/装荷・ハンドリング	②、③、④	×	×	×	×	×	×	Aに同じ
		高燃焼度17A型燃料集合体最下部支持格子隙間確認	②、③、④	×	×	×	×	×	×	Aに同じ
	燃料取替用キャナルおよび格納容器キャナル	燃料取扱設備点検作業	①、③、④、⑤	×	×	×	×	×	×	Aに同じ
		燃料取出/装荷・ハンドリング	②、③、④	×	×	×	×	×	×	Aに同じ
	1次冷却材系統	原子炉容器開放復旧作業	①、②、③、④、⑤	○	○	×	×	×	×	B テープが混入する可能性があるが、1次冷却材温度約28.6℃を経験し融解するため、燃料集合体に付着したテープの可能性はない。
		蒸気発生器渦流探傷検査 (B、C号機)	①、③、④、⑤	○	○	×	×	×	×	Bに同じ
		1次系弁点検	①、②、③、④、⑤	○	○	×	×	×	×	Bに同じ
		1次系オンオフ弁点検	①、②、③、④、⑤	○	○	×	×	×	×	Bに同じ
		蒸気発生器1次側点検 (B、C号機)	①、②、③、④、⑤	○	○	×	×	×	×	C 内部の最終異物確認の工具をテープを使用し養生していないことから、テープが混入する可能性はない。
	安全注入系統 (高圧・蓄圧)	1次冷却材ポンプ分解点検 (B号機)	①、③、④、⑤	○	○	×	×	×	×	Cに同じ
		原子炉容器供用期間中検査	①、③、④、⑤	○	○	×	×	×	×	Cに同じ
		1次冷却材ポンプ軸封部点検 (A、B、C号機)	①、②、③、④、⑤	○	○	×	×	×	×	Cに同じ
		1次系制御弁点検	①、②、③、④、⑤	○	○	×	×	×	×	Cに同じ
		1次系弁点検	①、②、③、④、⑤	○	○	×	×	×	×	C テープが混入する可能性があり、1次冷却材系統への流入時期が、1次冷却材温度が約28.6℃を経験する前であれば、1次冷却材温度約28.6℃を経験し融解するため、燃料集合体に付着したテープの可能性はない。また、安全注入系統は、1次冷却材温度が約28.6℃になった以降については、1次冷却材系統から隔離されているため、1次冷却材系統へテープが流入する可能性はない。
	余熱除去系統	1次系オンオフ弁点検	①、②、③、④、⑤	○	○	×	×	×	×	Cに同じ
		余熱除去冷却器点検 (A号機)	①、③、④、⑤	○	○	×	×	×	×	Cに同じ
		配管フランジ点検	③、④	×	×	×	×	×	×	D 内部の最終異物確認でテープ等の異物は確認できることから、テープが混入する可能性はない。
		1次系弁点検	①、②、③、④、⑤	○	○	○	○	○	○	E テープが混入する可能性があり、1次冷却材系統への流入時期が、HSD後 (1次冷却材温度約28.6℃を経験しない) で、かつ、1次系漏えい確認前 (1次冷却材温度約10.0℃を経験する) であれば、燃料集合体に付着したテープの可能性はある。
	化学体積制御系統	空気制御設備の計装品点検	①、②、③、④、⑤	○	○	○	×	×	×	F テープが混入する可能性があるが、1次系漏えい確認後に点検した機器であり、1次冷却材温度約10.0℃を経験していないため、テープが融解しないことから、燃料集合体に付着したテープの可能性はない。
		充てんポンプ分解点検	①、②、③、④、⑤	○	○	×	×	×	×	Cに同じ
		充てんポンプ連続ベントライン修繕工事	③、④	×	×	×	×	×	×	Dに同じ
		1次系弁点検	①、②、③、④、⑤	○	○	○	○	○	○	Eに同じ
		1次系制御弁点検	①、②、③、④、⑤	○	○	○	○	○	○	Eに同じ
		空気制御設備の計装品点検	①、②、③、④、⑤	○	○	○	×	×	×	Fに同じ
使用済燃料ピット浄化冷却系統	1次系オンオフ弁点検	①、②、③、④、⑤	○	○	×	×	×	×	Bに同じ	
	使用済燃料ピットクーラ点検 (B号機)	①、③、④、⑤	○	○	×	×	×	×	Cに同じ	
燃料取替用水系統	燃料取替用水タンク点検	①、③、④、⑤	○	○	×	×	×	×	Cに同じ	

・テープが水面に浮くことから、キャビティ、使用済燃料ピットおよびキャナルに落下したテープは回収できる。
・①、②、③、④は、養生等に使用したテープが残留した場合には、最終異物確認で回収できる。

テープが混入する可能性がある作業の抽出 燃料集合体に付着したテープの可能性のある作業の抽出



燃料集合体に付着したテープの可能性のある作業を実施した系統概要図



テープを使用して養生した工具で内部の最終異物確認を実施した弁の詳細評価結果

No.	系統名	弁番号	口径	弁名称	286℃ 経験※1	100℃ 経験※2	フィルタの 有無※3	評価※4
1	余熱除去系統	3V-RH-052B	6B	余熱除去ラインループ3B高温側注入弁	×	×	○	×
2		3HCV-613	10B	余熱除去冷却器3B出口流量調整弁	○	○	○	○
3	化学体積制御系統	3V-CS-138	4B	充てんポンプ3A・B出口連絡弁	○	○	○	○
4		3FCV-138	3B	充てんライン流量制御弁3号	○	○	○	○
5		3FCV-140	2B	封水注入ライン流量制御弁3号	○	○	×	×
6		3HCV-119	3/4B	冷却材陽イオン脱塩塔3号小流量通水ライン流量調整弁	○	○	×	×
7		3PCV-104	3B	抽出ライン圧力制御弁3号	○	○	×	×

※1. 1次冷却材系統へ流入する可能性があり、かつ、1次冷却材温度約286℃を経験しない可能性

○：有
×：無

※2. 1次冷却材系統へ流入する可能性があり、かつ、1次冷却材温度約100℃を経験した可能性

○：有
×：無

※3. 当該弁下流側のフィルタ設置の有無

○：フィルタが設置されていない
×：フィルタが設置されている

※4. 燃料集合体に付着したテープの可能性の有無

○：有
×：無

文書番号	P-M-01-05	改7
種 別	内 規(細則)	
制 定	平成16年 2月26日	
実 施	平成16年 3月 1日	
最終改正	平成23年 8月29日	
実 施	平成23年 8月29日	
公 布 者	所 長	

伊方発電所保守内規

細則－ 5 異物混入防止管理細則

【抜粋】

四国電力株式会社
原 子 力 本 部
伊 方 発 電 所

異物混入防止のための実施事項

異物混入防止のため、以下の事項を実施する。

1. 異物混入防止のため作業場所、作業場所周辺および周辺環境などの環境管理を適切に実施する。
2. 一般的注意事項
 - (1) 開口部は外部からの侵入、混入がないことを確認出来る者が近傍にいない場合または作業中断時は、仮蓋、養生等を行い、落下物、飛散物、じんあい等異物の混入を防止する。
 - (2) 配管接続部などの開口部や周辺の狭隘部で異物の混入を生じる可能性があるものは事前に目張り措置を行う。
 - (3) 作業時の服装は、煙管服をはじめ異物落下のおそれのないものとするとともに、異物確認時は服および靴に異物が付着していないことの確認を行う。
 - (4) 機器の組立・復旧前には、内部に異物が無いことおよび組込み品に異物が付着していないことの確認を行う。
 - (5) 異物混入のおそれのある機器の周囲で作業する場合は、養生等異物混入防止対策を実施して行うとともに、使用する器具・工具等については、使用前点検を確実にし破損、飛散、落下等の異物となるおそれのないものを使用する。

なお、ワイヤーブラシやカップワイヤー等ワイヤーの切れ端が発生しやすい器具やバインド線等のワイヤー（以下、「ワイヤーブラシ等」という。）を使用する場合は以下の点を遵守する。

 - a. 員数管理をしている機器でワイヤーブラシ等を使用する場合は、過度に損耗していないことを確認するとともに、ワイヤーの切れ端等は清掃等により残留しないようにする。
 - b. 容器、配管、ポンプ、弁、継手等の異物管理をしなければならない機器付近でワイヤーブラシ等を使用する場合は、ワイヤーの切れ端が飛散し混入しないよう当該作業エリアの養生、清掃等の対策を行う。

また、容器、配管、ポンプ、弁、継手等の異物管理をしなければならない機器では、ワイヤーブラシ等の使用に関しこれらを代替できるものがある場合はワイヤーブラシ等の使用は控える。
 - (6) 運転や機器の信頼性に影響を与える機器の周辺に狭隘部があり、その付近で作業を行う場合は、養生等の異物混入防止対策を行う。

また、次の機器に係る作業については、運転や機器の信頼性に影響を与える異物混入防止の観点から、機器周辺の狭隘部への異物混入防止対策および作業終了後の異物の有無の確認を行う。

なお、内部作業区域の設定は、周辺の狭隘部を含めたエリアで行うことができる。

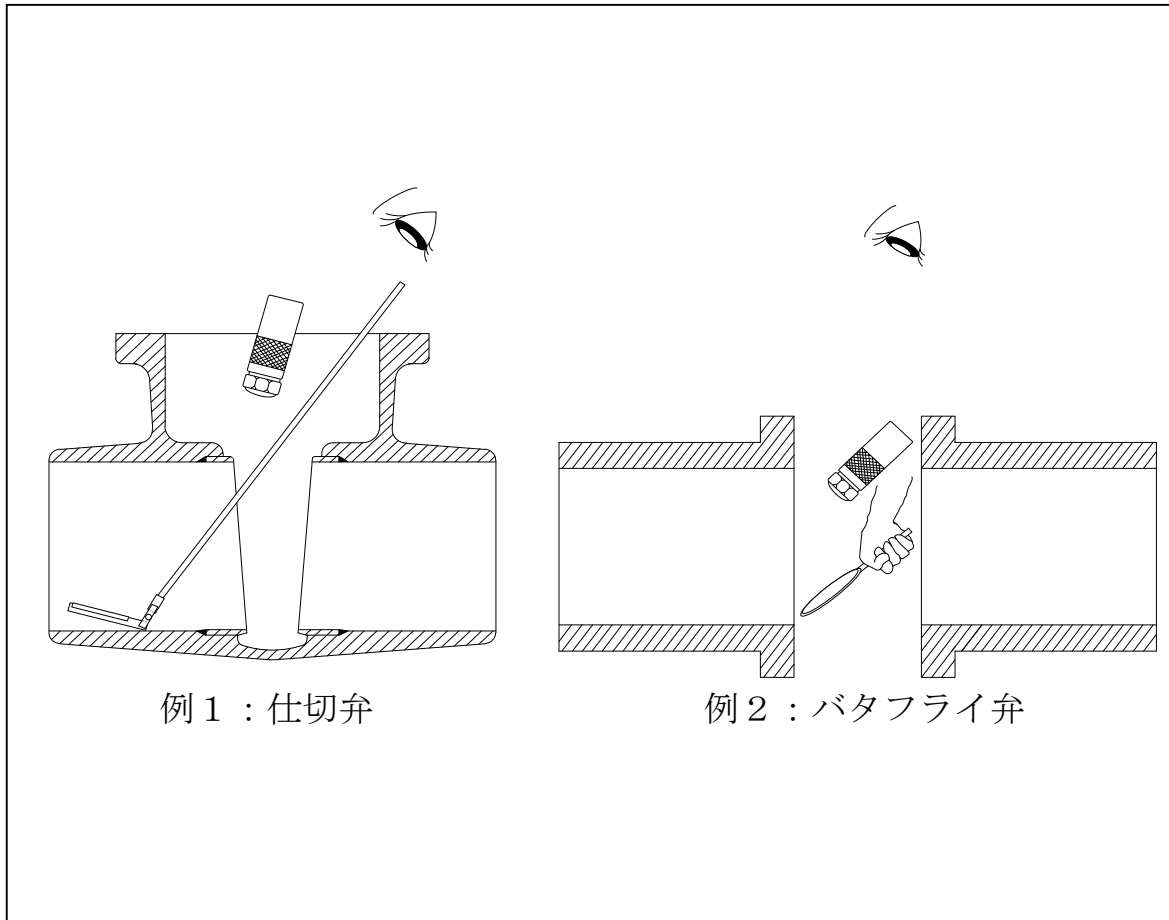
 - ・タービン本体
 - ・発電機、励磁機
 - ・原子炉容器
 - ・非常用ディーゼル発電機
 - ・N I S検出器
 - (7) 分解後の再使用品は識別管理を行い、誤使用、紛失、異物混入を防止する。
 - (8) 機器の再使用品（取替部品を含む）以外の作業持ち込み物品は、作業終了後、必ず持ち出す。
 - (9) 機器の閉鎖あるいは復旧前には、立会程度に基づき、異物の有無を目視で確認する。なお、目視点検が困難な場合はハンドミラー、ファイバースコープ等を使用する。（チュービング配管のようにハンドミラー、ファイバースコープの使用が困難な対象物は、エアブローでの確認を行う。

また、作業終了後には、運転や機器の信頼性に影響を与える機器周辺の狭隘部についても、異物が無いことを確認する。
 - (10) 養生開始前、作業中および作業後機器内の清掃を実施する。また、機器等の内部洗浄を行う際の洗浄要領は放射線・化学管理課と協議を行う。

3. 作業要領書等への具体的記載内容

- (1) 員数管理を行う機器について、当該作業に係る作業要領書、品質保証チェックシートに具体的方法を明記する。(添付資料－ 1 参照)
- (2) 構造上目視困難な部位のある機器について、ハンドミラー、ファイバースコープ等を使用する旨を作業要領書、品質保証チェックシートに明記する。なお、チュービング配管のようにハンドミラー、ファイバースコープの使用が困難な対象物はエアブロー等を行うことを明記する。また、異物を含んでいる可能性がある排水をタンク等の出口ラインに流す場合は、作業後ファイバースコープまたは水ブロー等の同等な手段により配管内部に残留物がないことを確認することを明記する。(添付資料－ 1 参照)
- (3) 員数管理区域、内部作業設定区域の設定範囲、区画方法が複雑な場合は、図面、ポンチ絵等必要に応じて、作業要領書に添付する。
- (4) 員数管理区域、内部作業設定区域への持込み機器部品、工具等に異物が付着していないことを確認する。
- (5) 部品を組込む場合は、異物が付着していないことを確認する。

弁内部確認状況図



【例】 内部確認に用いる工具類



混入したポリエチレンテープの流入による設備への影響評価（1 / 3）

評価した対象の安全上重要な機器	評 価
<p>原子炉容器 原子炉容器本体（胴（フランジ、下鏡、原子炉圧力容器入口ノズル、原子炉出口ノズル、ノズルセーフエンド、トランジッションリング）、上部蓋（上鏡））</p>	<p>原子炉容器には、原子炉冷却材圧力バウンダリ機能が要求されているが、ポリエチレンテープの性状的に腐食性が無いことから、原子炉冷却材圧力バウンダリ機能に影響は無い。 また、原子炉容器本体と上部蓋の復旧作業後に漏えい検査を実施し、機能に問題の無いことを確認済みである。（平成23年7月） なお、1次冷却材システムの通常運転温度（286℃）では、ポリエチレンテープは融解する。</p>
<p>一次冷却材の循環設備 蒸気発生器、一次冷却材ポンプ、加圧器、加圧器ヒータ、加圧器安全弁及び加圧器逃がし弁、加圧器逃がし弁元弁、加圧器スプレー弁、一次冷却材管、加圧器サージ管、加圧器スプレー管</p>	<p>一次冷却材の循環設備には、原子炉冷却材圧力バウンダリ機能、原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能、原子炉停止後の除熱機能、安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能及び異常状態の緩和機能が要求されているが、以下に示すように各機能に影響は無い。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ポリエチレンテープの性状的に腐食性が無いことから、蒸気発生器、1次冷却材ポンプ、加圧器、配管及び弁の構造健全性に影響を与えることはないため、原子炉冷却材圧力バウンダリ機能に影響は無い。 また、原子炉容器本体と上部蓋の復旧作業後に漏えい検査を実施し、機能に問題の無いことを確認済みである。（平成23年7月） なお、1次冷却材システムの通常運転温度（286℃）では、ポリエチレンテープは融解する。 ・加圧器安全弁は加圧器上部に設置されているため、加圧器内部にポリエチレンテープが混入しても加圧器上部の加圧器安全弁まで到達することは無く、仮に加圧器安全弁まで1次冷却材システムの水位が上がったとしても加圧器安全弁取付部のUシールによってポリエチレンテープは阻まれることから、原子炉冷却材圧力バウンダリの加圧防止機能に影響は無い。 なお、1次冷却材システムの通常運転温度（286℃）では、ポリエチレンテープは融解する。 ・蒸気発生器は、多数の伝熱管によって構成されており、ポリエチレンテープによって多くの伝熱管が閉塞することはないことから、原子炉停止後の除熱機能に影響は無い。 なお、1次冷却材システムの通常運転温度（286℃）では、ポリエチレンテープは融解する。 ・加圧器安全弁、加圧器逃がし弁及び加圧器ヒータは加圧器に設置されており、その吹き止まり機能や昇温機能は1次冷却材システムが高温高圧時に要求されることから、ポリエチレンテープが混入したとしても融解する温度であるため、安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能及び加圧器ヒータの異常状態の緩和機能に影響は無い。

混入したポリエチレンテープの流入による設備への影響評価（2 / 3）

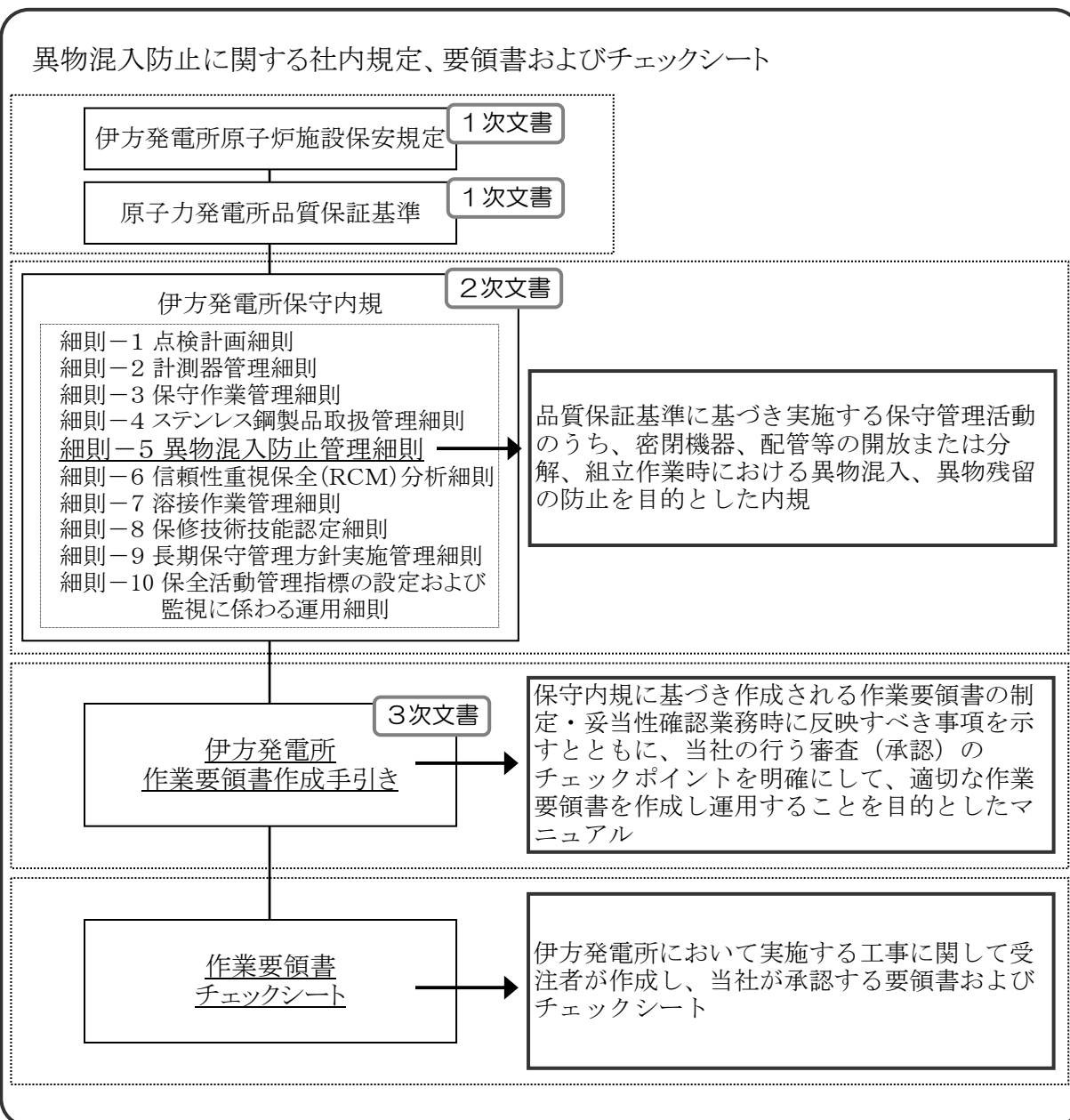
評価した対象の安全上重要な機器	評 価
炉心支持構造物	<p>炉心支持構造物には、炉心形状の維持機能が要求されているが、ポリエチレンテープの性状的に腐食性がないことから炉心支持構造物の健全性に問題を与えるものではなく、炉心形状の維持機能に影響はない。</p> <p>また、炉心支持構造物には多くの流路部が存在し、ポリエチレンテープで全ての流路が閉塞することはない。</p> <p>なお、原子炉の通常運転温度（286℃）では、ポリエチレンテープは融解する。</p>
原子炉停止設備 制御棒、制御棒クラスタ案内管、制御棒駆動装置、燃料集合体の制御棒案内シムプル	<p>原子炉停止設備には、原子炉の緊急停止機能が要求されているが、その要求時期は1次冷却材系統が高温高圧時であり、ポリエチレンテープが混入したとしても融解する温度である。よって、制御棒駆動装置の動作が阻害されることや制御棒クラスタ案内管が閉塞することは考えられないことから、原子炉の緊急停止機能に影響はない。</p> <p>また、原子炉容器本体と上部蓋の復旧作業後に制御棒駆動装置の動作確認を実施し、機能に問題のないことを確認済みであり（平成23年7月）、制御棒クラスタ案内管について、内部点検を実施し、ポリエチレンテープの付着がないことを確認済みである。（平成25年5,6月）</p>
非常用炉心冷却設備 燃料取替用水タンク、高圧注入ポンプ、配管及び弁	<p>非常用炉心冷却設備には、未臨界維持機能及び炉心冷却機能が要求されているが、以下に示すように原子炉停止後の除熱機能及び炉心冷却機能に影響はない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・柔らかなポリエチレンテープが混入しても高圧注入ポンプ性能に影響はない。 ・ポリエチレンテープの性状的に腐食性が無いことから、燃料取替用水タンク、高圧注入ポンプ、配管及び弁の耐圧部への影響もない。 ・配管及び弁についても、ポリエチレンテープの混入によって閉塞に至るような狭隘な隙間は存在しない

混入したポリエチレンテープの流入による設備への影響評価（3 / 3）

評価した対象の安全上重要な機器	評 価
<p>余熱除去設備 余熱除去ポンプ、余熱除去冷却器、燃料取替用水タンク、配管及び弁</p>	<p>余熱除去設備には、原子炉停止後の除熱機能及び炉心冷却機能が要求されているが、以下に示すように原子炉停止後の除熱機能及び炉心冷却機能に影響はない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・柔らかなポリエチレンテープが混入しても余熱除去ポンプ性能に影響はない。 ・余熱除去冷却器は多数の伝熱管によって構成されており、ポリエチレンテープによって多くの伝熱管が閉塞することはない。 ・ポリエチレンテープの性状的に腐食性が無いことから、燃料取替用水タンクの耐圧部への影響もない。 ・配管及び弁についても、ポリエチレンテープの混入によって閉塞に至るような狭隘な隙間は存在しない。 <p>また、長期保管中の運転において、余熱除去系統に設置されているポンプ、弁、計器等の状態に問題はなかった。（平成23年6月から1年10ヶ月運転）</p>
<p>化学体積制御設備 再生熱交換器、余剰抽出冷却器、非再生冷却器、冷却材陽イオン脱塩塔、冷却材脱塩塔入口フィルタ、冷却材フィルタ、封水ストレーナ、配管及び弁</p>	<p>化学体積制御設備には、未臨界維持機能及び原子炉冷却材を内蔵する機能が要求されているが、以下に示すように未臨界維持機能及び原子炉冷却材を内蔵する機能に影響はない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・再生熱交換器は多数の伝熱管によって構成されており、ポリエチレンテープによって多くの伝熱管が閉塞することはない。 ・ポリエチレンテープの性状的に腐食性がないことから、再生熱交換器、余剰抽出冷却器、非再生冷却器、冷却材陽イオン脱塩塔、冷却材脱塩塔入口フィルタ、冷却材フィルタ、封水注入フィルタ、配管及び弁の構造健全性への影響はない。 ・ほう酸注入のために使用する配管及び弁について、ポリエチレンテープの混入によって閉塞に至るような狭隘な隙間は存在しない。 <p>また、長期保管中の運転において、化学体積制御系統に設置されているポンプ、弁、計器等の状態に問題はなかった。（平成23年6月から1年10ヶ月運転）</p> <p>なお、化学体積制御系統の抽出ラインには冷却材フィルタや冷却材脱塩塔入口フィルタ、封水注入ラインには封水注入フィルタが設置されており、ポリエチレンテープ等の異物を捕獲可能である。これらのフィルタには差圧計が設置されており、比較的大きな異物を捕獲した場合は差圧上昇によって検出可能であるうえに、フィルタが並列で2基設置されていて切り替え可能であったり、バイパスラインが設けられていることから、運転中にもフィルタを点検・交換することも可能な設計となっているため、運用上の問題はない。</p>

異物混入防止に関する管理の強化

異物混入防止に関する社内規定、要領書およびチェックシート



「異物混入防止管理細則」、「作業要領書作成手引き」、「作業要領書」および「チェックシート」に追記する内容

すべての機器の最終異物確認で使用する工具について、以下の対策を実施する。

- a. テープによる汚染防止養生および落下防止養生を原則、実施しない。
- b. 止むを得ず養生を施す場合は、養生テープ貼り付け箇所数を事前に記録し、養生テープに合いマークを施すこととし、最終異物確認前後で使用した工具の養生テープが外れていないことを点検できるようにすることで、確実な異物管理を行うこととする。