

# 福島第一原子力発電所 1号機の安全確認の状況について

平成 17 年 5 月

東京電力株式会社

福島第一原子力発電所

## 東京電力(株)に対する確認事項

- 1 本年4月6日に国の高経年化対策検討委員会において示された中間とりまとめ（案）（「高経年化対策の充実に向けた基本的な考え方」）を受け、事業者として原子力発電所の高経年化対策について、運転開始後30年という期間にかかわらず原子力発電所の長期間の運転に伴い経年劣化事象が新たに顕任化したり、より進展することに適切に対応していくことや、設備などのハード面のみならず、原子力発電所の組織や人材あるいは運営管理活動の方法といった品質保証や保守管理活動面での劣化を防止し、あるいはその兆候を発見して適切な改善措置を講じていくソフト面での対策に具体的にどのように取り組んでいくのか明らかにされたい。
- 2 福島第一原子力発電所1号機における平成16年12月8日以降に確認された福島第一原子力発電所2号機、同4号機、福島第二原子力発電所1号機、更には柏崎刈羽1号機の配管水漏れトラブル又は配管減肉を踏まえた類似箇所の点検結果及び再発防止対策について明らかにされたい。
- 3 配管肉厚管理について、平成17年2月18日付けで原子力安全・保安院より示された「原子力発電所の配管肉厚管理に対する要求事項」に係る対応状況や平成16年12月8日以降発生した配管減肉事象の配管減肉管理指針への反映状況を明らかにされたい。
- 4 配管肉厚管理について、データベース化の進捗状況を明らかにされたい。また、データベースによる点検箇所の検証はどのように進めるのか明らかにされたい。
- 5 福島第一原子力発電所1号における配管肉厚管理については、これまでの点検実績部位数等の回答をいただいたところであるが、管理対象部位のうち今後の点検予定箇所数とその選定の考え方を明らかにされたい。
- 6 原子力安全・保安院がとりまとめた美浜発電所3号機二次系配管破損事故最終報告書によると、当該事故発生時にタービン動補助給水ライン補助給水流量制御弁の一時的な動作不具合が発生し、その原因は当該弁のバネ力が弱かったという設計ミスであり、原子炉の安全確保上重要な機器については動作が期待されるいかなる状態においても、機能が維持されるよう設計する必要があると指摘しているが、福島第一原子力発電所1号機等において類似の機能を有する弁について、対策を講じる必要性はないか明らかにされたい。
- 7 原子力安全・保安院がとりまとめた美浜発電所3号機二次系配管破損事故最終報告書によると、当該事故発生時に中央制御室制御盤内に蒸気の浸入が認められたとあるが、福島第一原子力発電所1号機等における類似事象の再発防止の対策はどのように進めているのか明らかにされたい。

- 8 原子力安全・保安院がとりまとめた美浜発電所3号機二次系配管破損事故最終報告書によると、「各事業者は、ここで明らかにされた課題と対応策を自社の保守管理・品質保証活動にも反映させることが重要」とされているが、福島第一原子力発電所においては、どのように取り組んでいくこととしているのか。
- 9 非常用炉心冷却系ストレーナの閉塞問題について、柏崎刈羽4,6号機の当該評価結果等を踏まえ、福島第一原子力発電所1号機等における調査及び評価の対応状況について明らかにされたい。
- 10 非常用炉心冷却系ストレーナの閉塞問題について、恒久的対策の計画を明らかにされたい。またそれまでの暫定対策について平成17年4月22日に運用管理面での対策を全プラントで実施しているとしているが、福島第一原子力発電所では、教育・訓練も含めて各種対策について、具体的にどのように計画し、実施しているのか明らかにされたい。
- 11 平成17年4月5日に本県ホームページ県民提案コーナーに寄せられた福島第一原子力発電所1号機に関する意見について、見解を示されたい。  
福島第一原子力発電所1号機は、
- ・ 図面が古く100%のものと言えない
  - ・ 何十年も1号機に携わった者でないと図面を読みきれない
  - ・ 図面どおりに配管、配線の接続をしても合わない
  - ・ ミスがおきやすい
  - ・ 内部が非常に狭く作業員の安全が十分に確保できない
  - ・ 何かしらトラブルがおきる
- 12 平成17年4月25日に、県に対して、福島第一原子力発電所2号機の定期検査における作業管理の進め方について情報提供がなされたが、県としては、これまでも、様々なトラブルの原因などを踏まえ、事象者に対して、風通しが良く透明性の高い発電所運営の観点から協力企業を含めた企業システム全体の改善の必要性を指摘してきたところである。  
そこで、この改善の取組みを進めている中であって、次の点も含め、経営層としての見解を明らかにされたい。
- (1) 経営の意思として安全に対する明確なビジョンと戦略を明らかにするとともに、作業の現場第一線がそれを確実に実践できるような環境をつくることの重要性について
  - (2) 経営トップが自ら率先して現場に足を運び、現場を理解し、問題の共有化を図るなど経営と現場の一体感を醸成することについて
  - (3) 現場が、安全最優先に業務ができるよう安全上の問題や意見をオープンに出せる風土とそれを経営上の問題として共有し、問題解決にあたる仕組みを構築することについて

13 平成17年4月18日に福島第二原子力発電所1号機において油圧配管の接続ミスが発生したが、福島第一原子力発電所においてはどのような防止対策を実施しているのか。

また、当該事例の協力企業への周知はどのように進めているのか明らかにされたい。

14 福島第二原子力発電所4号機原子炉給水ポンプノズルの折損が確認されているが、福島第一原子力発電所における点検状況を明らかにされたい。

15 福島第一原子力発電所1号機における平成17年3月に福島第一原子力発電所3号機の起動に際し発生したトラブルの再発防止対策の実施状況について明らかにされたい。

## 1. 高経年化対策

Q 1

本年4月6日に国の高経年化対策検討委員会において示された中間とりまとめ（案）（「高経年化対策の充実に向けた基本的な考え方」）を受け、事業者として原子力発電所の高経年化対策について、運転開始後30年という期間にかかわらず原子力発電所の長期間の運転に伴い経年劣化事象が新たに顕在化したり、より進展することに適切に対応していくことや、設備などのハード面のみならず、原子力発電所の組織や人材あるいは運営管理活動の方法といった品質保証や保守管理活動面での劣化を防止し、あるいはその兆候を発見して適切な改善措置を講じていくソフト面での対策に具体的にどのように取り組んでいくのか明らかにされたい。

（回答）

### 1. 国の高経年化対策検討委員会

- ・高経年化プラントへの社会的関心が集まるなか、事業者、規制当局とも高経年化への取り組みの充実を図るため、平成16年12月、総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会に高経年化対策検討委員会が設置されました。同検討委員会では、内外の最新の知見を採り入れ、高経年化対策の拠り所となる基準、指針等の明確化や国による合理的な検査の在り方等について検討が行われており、現在までに4回の委員会が開催されています。
- ・本年4月6日の第4回の検討委員会では、これまでの中間とりまとめとして「高経年化対策の充実に向けた基本的な考え方（案）」が示され、そのなかで以下の様な課題が抽出され、委員会にWGを設置し、8月を目途に具体策を検討することとしています。
  - 性能低下事象の定期的な評価等の定期安全レビューの有効活用
  - 高経年化技術評価の実施時期、評価期間
  - 高経年化対策ガイドライン、標準審査指針等のマニュアルの整備
  - 高経年化対策に必要となる情報基盤と総合調整機能の整備
  - 企業文化の劣化防止、人材育成等の品質保証・保守管理体制の整備

このように、高経年化対策検討委員会において具体策の検討が進められており、当社においては、委員会での提言を踏まえ、事業者として更なる取組み強化を行ってまいります。

### 2. 高経年化への対応

#### (1) 原子力発電所の保全活動

- ・原子力発電所では、プラント運転中に「運転監視」「巡視点検」「定例試験」「状態監視」を行うとともに、停止中には「定期検査」「定期事業者検査」「点検・検査」「修理・取替」を行っています。運転中に収集された設備の監視データや性能データは、必要に応じて停止中の点検や検査、修理等に反映されます。点検や検査で認められた経年劣化事象は、それら进行评估し設備の健全性を把握した上で次回以降の点検計画に反映しています（保全サイクル）。
- ・通常の保全活動とあわせて各種の改善活動を行っています。具体的には、定期的に、発電所の安全性等の総合的な評価や、発電所の機器に対して高経年化に対する技術評価を行い、それらを保全サイクルに反映します。また、国内外トラブルの水平展開や性能維持向上やメンテナンス性向上の観点からの設備更新を行っています。

- ・福島第一1号機では、これまでに様々な修理・取替工事を実施しており、炉内構造物やタービン設備等の大型工事も計画的に実施してきています（添付資料1-1）。

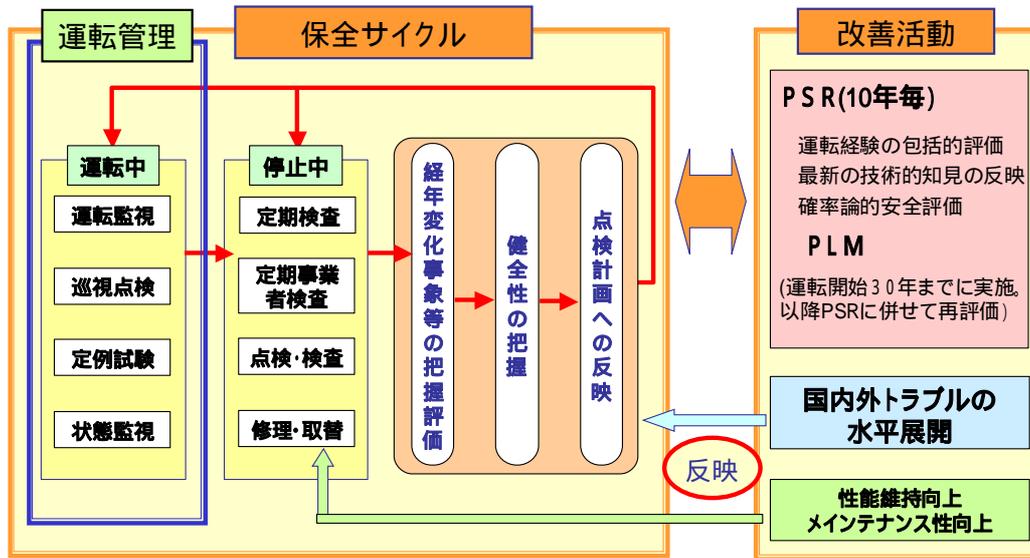


図 原子力発電所の保全活動の概要

PSR：定期安全レビュー  
PLM：高経年化技術評価

## (2) 長期運転プラントの高経年化対策検討

- ・国の「高経年化に関する基本的考え方」（平成8年4月通商産業省資源エネルギー庁）を受け、運転開始後30年を迎える前の平成11年2月には、原子力発電所の機器に対して高経年化に対する技術評価を行いました。その結果、現在行っている設備の保全活動を続けていくことによって、今後の運転を長期間として想定したとしても安全に運転を続けることは可能であると評価しています。また、現在行っている設備の保全活動に加え、点検や検査の充実を図る必要のある項目を抽出し、運転開始30年以降の10年間の長期保全計画を取りまとめました（「高経年化対策に関する報告書」）。
- ・1号機については、平成13年3月に運転開始30年を迎えたことから、長期保全計画に基づく点検を第22回定期検査（平成12年12月～H13年12月）から実施していません（添付資料1-2）。
- ・今後とも長期保全計画に基づき、高経年化対策上必要な保全を計画的に実施していくとともに、定期検査毎に長期保全計画の見直しを行います。また、「高経年化対策に関する報告書」に関しても10年毎に見直しを行っていきます。

## 3. 更なる保全活動の推進

- ・当所は運転時間の長いプラントが多いことから通常の保全活動や高経年化技術評価に加え、プラントの安定運転、設備信頼性向上、被ばく低減等を目的とした設備の修理・取替計画の検討を開始しました。これは、信頼性向上や環境改善などの多面的な観点から修理・取替時期の見直しや追加で実施すべき方策の立案を行い、設備の長期取替・修理計画に反映するものです。1号機に関して具体的には、高圧注水系制御装置の国産化等の検討を実施しています（添付資料1-3）。また、工事関係者・運転員からのヒアリングや、過去の不適合事象について再調査・分析等を行い、計画的な修理・取替を実施していきます。

- ・小口径配管の配管減肉事象については、国の「原子力発電所の配管減肉管理に対する要求事項について」(平成17年2月18日付け)の発行、最近発生した配管減肉に関するトラブル事象を受け、これら内容を反映し「配管減肉管理指針」を改訂しており、今後はこれに基づき的確に管理していきます。また、当該事象の類似配管のうち減肉発生ポテンシャルが特に高いと評価された配管について順次計画的に取替を実施します。

#### 4. 原子力発電所の組織、人材並びに運営管理方法の改善

関西電力美浜発電所3号機二次系配管破損事故に係る国の報告書において、安全を最優先するといった経営方針が形骸化して機能しなかったことや、こうした状態が長年にわたり是正されずにいたことが、安全文化の劣化を具体的に示す問題であると指摘されています。当社は、平成14年9月17日、当社原子力発電所における点検・補修作業に係る不祥事の再発防止対策としての『4つの約束』を示し、これに全力を挙げて取り組んでいます。「第1の約束：情報公開と透明性の確保」として原子力地域情報会議と原子力安全・品質保証会議を設置し、「第2の約束：業務的的確な遂行に向けた環境整備」として企業倫理相談窓口の開設や、不適合管理委員会の設置、組織改編等を実施しました。「第3の約束：原子力部門の社内監査の強化と企業風土の改革」として、原子力部門の品質保証体制の整備や社内コミュニケーションの活性化、原子力部門と他部門との人材交流を実施しています。「第4の約束：企業倫理遵守の徹底」として、企業倫理委員会の設置、企業倫理遵守に関する行動基準の作成等を行いました。(添付資料1-4)

これらの取り組みにおける発電所運営活動の改善にあたっては、経営層をはじめ各階層で積極的に改善のサイクルを回す仕組みを築いてきています。社長の品質方針のもと具体的な品質目標を掲げ、それぞれの活動が改善されていくよう取り組むと共に、発電所の運営活動に対し、社長が行うマネジメントレビュー会議<sup>(\*)1</sup>をはじめ管理責任者(原子力・立地本部長、原子力品質監査部長)、発電所長のレビュー会議<sup>(\*)1</sup>やパフォーマンスレビュー会議<sup>(\*)2</sup>にて組織としてPDCAを回すことにより発電所の運営活動の継続的改善を図っています。また、業務品質監査や原子力安全・品質保証会議<sup>(\*)3</sup>により発電所の運営活動が効果的に実施され、維持されているかを確認すると共に透明性の確保を図っています。

##### (\*)1) : マネジメントレビュー会議

品質マネジメントシステムが適切で、妥当で、有効であることを確実にするために、組織としてPDCAを回すことにより、品質マネジメントシステムの改善の機会の評価、品質方針及び品質目標を含む品質マネジメントシステムの変更の必要性の評価を含め、品質マネジメントシステムの継続的改善を審議する。社長が行うマネジメントレビュー会議(年1回)、管理責任者(原子力・立地本部長、原子力品質監査部長)、発電所長が行うレビュー会議(年2回)が行われている。

##### (\*)2) : パフォーマンスレビュー会議

発電所の経営目標である安全・安定運転の継続並びに地域との共生を確実に達成するためにPI(パフォーマンスインジケータ;指標)を原子力部門全体として共通化して設定し、発電所運営活動の達成状況を的確に把握し関係部署で情報共有を図ると共

に、運営活動を達成するために解決すべき課題抽出・明確化・方策の決定並びにフォローアップについて審議する。

(\* 3) : 原子力安全・品質保証会議

当社原子力発電所の点検・補修作業に係る一連の不適切な取り扱いや不正行為に関する再発防止対策の一つとして、議長および委員を社外有識者とする「原子力安全・品質保証会議」を設置し、平成14年12月19日に第1回を開催し平成17年4月までに10回開催している。当該会議において、「原子力安全」と「品質保証」に関する当社の取り組みについて、第三者の視点から総合的にご審議いただくとともに、原子力安全・品質に関する監査テーマの選定、監査報告の審議と改善策の提言をいただくなど、原子力発電所を含めた原子力部門全体の業務運営における透明性の確保等を図っている。

このように『4つの約束』の具体的展開をはじめ、組織としてPDCAを回すことによって、これまでも以下のような項目について発電所運営活動の改善を図ってきています。

(1) 福島第一、福島第二、柏崎刈羽原子力発電所運営管理の共通化

発電所長レビュー会議にて、業務品質向上のための3発電所間の業務標準化推進が提言され、3発電所共通の効果的・効率的業務プロセスを構築するために、同じ業務を実施している本店並びに3発電所のメンバーが集まり、業務プロセス改善活動を実施しています。

(2) 不適合管理

不適合管理では、より幅広い検討をするため不適合管理委員会への参加メンバーの見直しや予防処置に繋がる分析を容易にするための分類コード(原因、事象等)の導入を行いました。更に、従来から実施していたプレス発表文のホームページ掲載に加え、不適合事象もホームページに掲載することにより、より一層の情報公開にも努めています。

また、不適合管理システムの適切化検討が管理責任者レビュー会議で提言され、不適合事象のグレードに応じた不適合処理とするよう改善しています。

(3) 企業倫理遵守に関する行動基準の展開

平成14年8月に公表した原子力不祥事を契機として、二度とこのような事態を引き起こすことのないよう、社会からの信頼を回復すべく、企業倫理に沿った行動をとるための「モノサシ」として、平成15年3月に「企業倫理遵守に関する行動基準」を制定しました。

この行動基準を実際の業務の中に定着させるべく、企業倫理ケーススタディ、ITを活用した研修、「企業倫理遵守に関する行動基準」の毎朝の唱和等、研修や啓蒙活動を実施しています。

(4) 組織改編

品質保証体制強化のために平成16年1月に品質・安全部の設置、また、現場管理体制充実のために平成16年1月に保全部から分離されていた工事設計機能を保全部に統合するとともに、ユニット数に応じて保全部を第一、第二保全部に分割し要員強化を図りました。更に、同年7月にはユニット所長を設置し責任の明確化、機能の強化を図る等、発電所の運営管理機能の強化を実施しました。

#### (5) 人材育成

発電所の運営活動に不可欠であるマネジメント力、改善力向上のため、管理職員を対象として月1回のマネジメント研修を実施したり、所員はもとより協力企業も参加するリーダーシップ開発研修を実施するなど、技術・技能の習得に加えて発電所運営活動に必要な能力養成の研修を実施しています。

また、保全部門の教育としては、従来より現業技術・技能認定制度がありましたが、実務に関してはこれまで個人に対してOJT(On the Job Training)中心に行っていました。今後は運転部門ですでに導入している個人レベルで評価・管理する教育システムを保全部門へも導入することを検討しています。

更に、当社技能訓練センターの設備や研修プログラムを協力企業へ開放するなど、協力企業を含めた発電所全体の技術力維持向上策を実施しています。(添付資料1-5)

このようなこれまでの取り組みに加え、当社と協力企業が一体となって現場全体を詳細に把握し、改善をしていくことのできる体制の構築等を行うために、当社と協力企業からなる検討会を発足し、その具体化のための活動を開始したところです。

具体的には、

- ・定期検査において、当社と協力企業からなる工事評価チームを創設し、定検実施状況を共同評価し、現場管理の問題点を明確にし、これを改善していくことにより、技術力の向上、現場作業の継続的な改善を行っていきたいと考えております。
- ・現場第一線の作業員一人一人と、原子力安全、品質などの目的、意識を共有し、発電所一丸となって弛まざる改善を行う人材を育成するために、現場第一線の作業員を含めた保全関係者の教育・訓練を当社が主体となって実施することとします。この教育・訓練の内容は班長等の力量の実態や元請等現場第一線のニーズを取り入れ、検討していくこととします。

このような形で、今後とも、原子力発電所の組織、人材並びに運営管理の劣化防止はもとより、安全を最優先に、協力企業と一体となって原子力発電所の業務運営の改善に努めていきます。

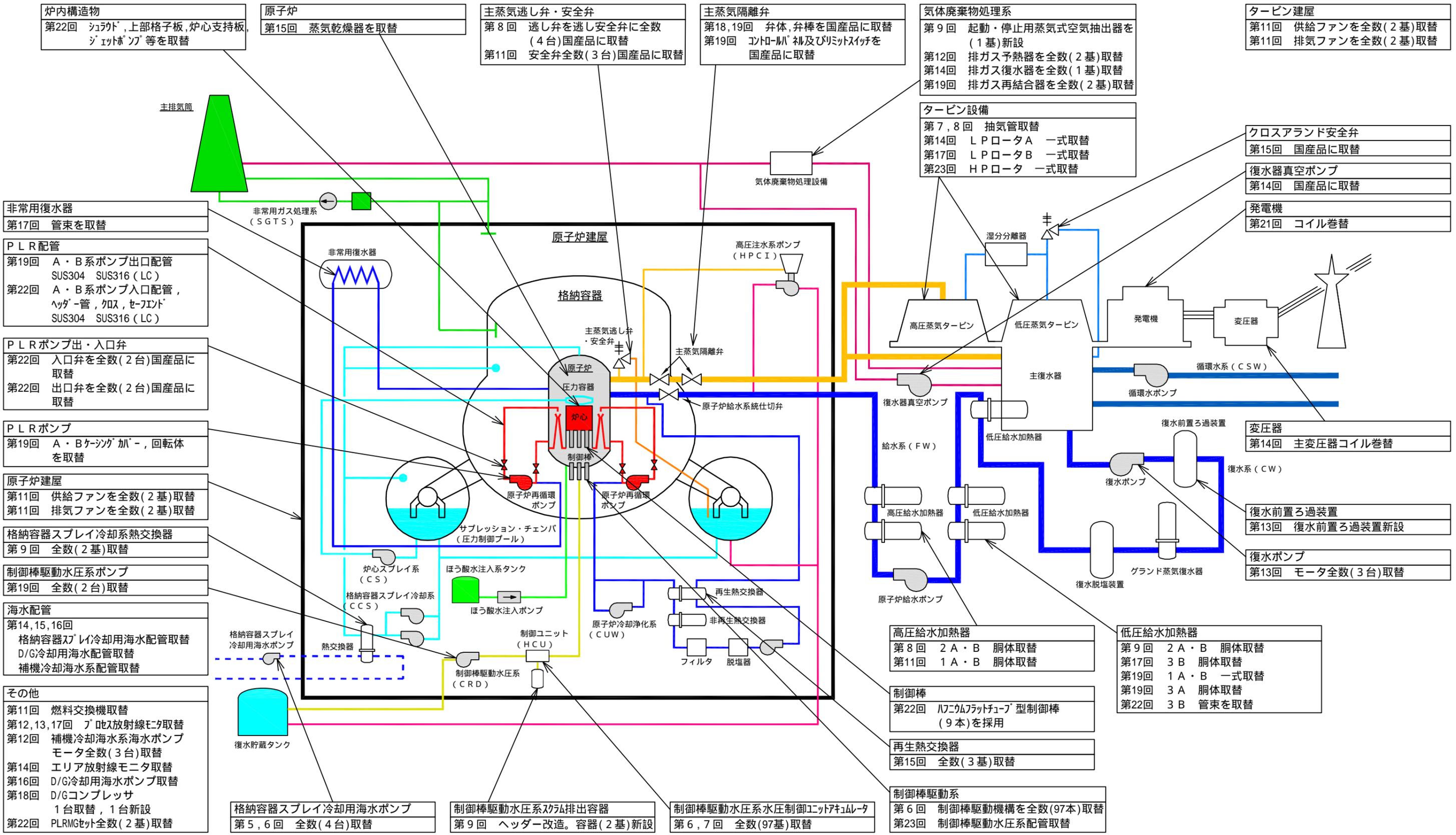
添付資料1-1：福島第一原子力発電所1号機 主な取替実施済の機器

添付資料1-2：福島第一原子力発電所1号機 第22回定期検査時における高経年化対策検討に基づく長期保全計画実施状況

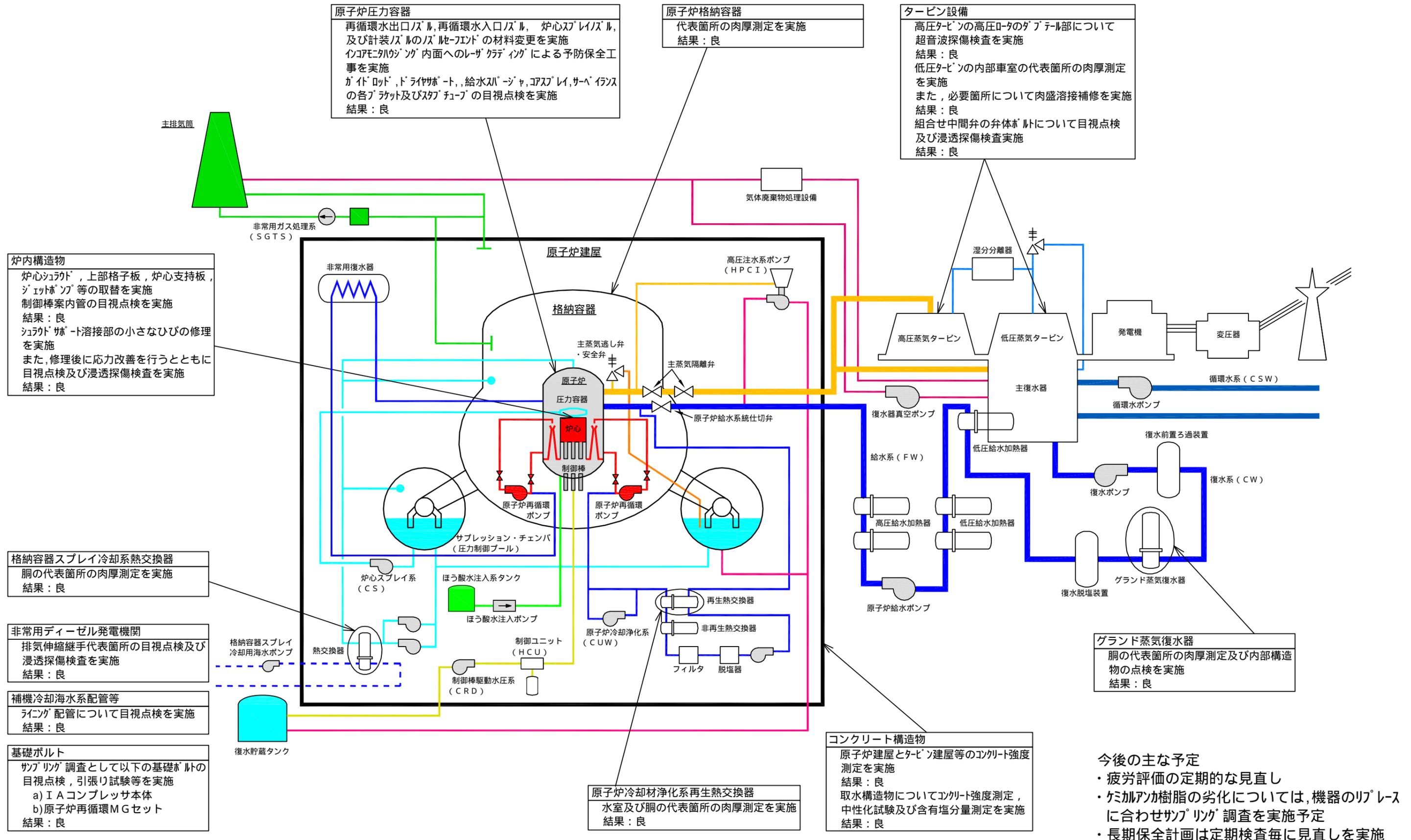
添付資料1-3：福島第一原子力発電所1号機リニューアル計画案

添付資料1-4：再発防止と信頼回復に向けた取り組み

添付資料1-5：働く仲間の訓練だより



福島第一原子力発電所1号機 主な取替実施済の機器



福島第一原子力発電所 1号機 第22回定期検査時における高経年化対策に基づく長期保全計画実施状況

福島第一原子力発電所 1号機リニューアル計画案

件 名 <sup>1</sup>	実 施 内 容	実施時期 (計画 <sup>2</sup> )
<p><b>信頼性向上</b>：原子力発電所の保全活動として、日常の巡視点検に加えて、定期検査時に分解点検、電気事業法に基づく定期事業者検査を実施している。さらにこれらの活動の中で、運転開始以降に得られた技術的知見の反映や国内外で経験された事故・故障の再発防止対策等について実施している。リニューアル計画においては、このような観点から設備的に積極的な対応が必要と考えられるものを近年の経験に基づいて抽出している。具体例として以下のようなものがある。</p>		
<p>高圧注水系制御装置の国産化</p>	<p>将来的に部品の調達が困難になる可能性があることから国産化への交換を実施する。</p>	<p>H20 年度</p>
<p>中央制御室空調ケーシング取替</p>	<p>予防保全として取替を実施する。</p>	<p>H20 年度</p>
<p>ドライウェルパーズライン改造</p>	<p>ファン取替，ダクト取替，フィルタ等の設置を行い、信頼性の向上を図る。</p>	<p>H17 年度</p>
<p>ケーブルトレイ修理</p>	<p>ケーブルトレイの状態調査し必要なものは修理を実施する。</p>	<p>H17 年度</p>
<p><b>環境改善</b>：設備の不具合及び徴候をすみやかに発見し、対処することはプラントの安定・安全運転をする上で重要である。そのため、設備の運転・保全に関わる者が不具合箇所を認識し、改善が図れるよう環境を整える必要がある。このような観点から、設備的に対応が可能と考えられるものを抽出している。具体例として以下のようなものがある。</p>		
<p>圧力抑制室水浄化</p>	<p>被ばく低減，異物防止意識の高揚および異物混入発見機会の増加を図るため圧力抑制室の水の浄化を実施する。</p>	<p>H17 年度</p>

1：設備信頼性向上，被ばく低減等の観点から抽出。今後も工事関係者・運転員からのヒアリングや，過去の不適合事象について再調査・分析等を行い見直しを行う。

2：実施時期は検討状況，運転計画によって変わる可能性がある。

## 再発防止と信頼回復に向けた取り組み

### 1. 再発防止対策

～「しない風土」「させない仕組み」の構築～

4つの約束 (平成14年9月17日公表)

<第1の約束> 情報公開と透明性の確保

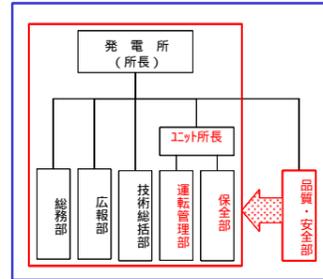
- ・福島県発電所所在町情報会議への積極的な情報公開
- ・原子力安全・品質保証会議の設置  
(平成17年4月25日第10回開催) 等



原子力安全・品質保証会議

<第2の約束> 業務の的確な遂行に向けた環境整備

- ・不適合管理委員会による不適合事象の審議
- ・規程・マニュアルの見直し  
～責任と権限の明確化、第三者による評価等
- ・品質保証に係る体制(組織)の強化  
～品質安全部、ユニット所長等の設置等



組織図

<第3の約束> 原子力部門の社内監査の強化と企業風土の改革

- ・原子力部門の品質保証体制の整備  
～社長直属の原子力品質監査部の設置等
- ・原子力部門と他部門との人材交流
- ・世界原子力発電事業者協会(WANO)等の  
専門家チームによるピアレビュー



原子力品質監査部による監査

<第4の約束> 企業倫理遵守の徹底

- ・企業倫理遵守の徹底に向けた体制整備  
～企業倫理担当役員、企業倫理責任者等設置
- ・企業倫理委員会の設置
- ・企業倫理遵守に関する行動基準の作成、  
企業倫理研修の実施 等



企業倫理研修

### 2. 現場重視の再発防止対策の取り組み強化について

～地域の視点に立った発電所運営管理システムの構築～

(1) 安全管理・品質管理の徹底

- ・原子力安全・品質特別強化活動の実施(安全総決起大会等)
- ・現場管理の改善(5Sパトロール、異物混入撲滅対策等)
- ・品質保証活動の徹底(品質保証教育等)



安全総決起集会

(2) 協力企業とのコミュニケーションの強化

- ・地域の視点に立った発電所運営管理システムの構築に向けた活動
- ・協力企業との意見交換会の開催(当社経営層[原子力本部長他]と協力企業との意見交換会をこれまでに14回開催)
- ・電子掲示板等を用いた情報共有 等



ご意見検討会の審議の様子

(3) 情報公開の徹底

- ・「報告する文化」「まずは第一報」
- ・原子力発電所における全ての不適合事象について、重要度に応じてタイムリーに公表

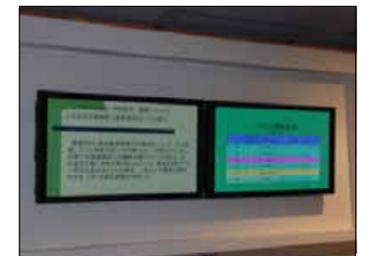
原子力発電所における不適合事象発生時の公表基準 (平成15年11月10日公表)

区分	内容	公表方法
	法律に基づき報告が必要なトラブル	夜間・休祭日であってもすぐに公表
	運転管理の上で重要な不具合	夜間以外は休祭日であっても公表
	信頼性確保の観点からお知らせする不具合	前日の不具合を翌平日に公表
その他	上記以外の不具合	まとめて当社のホームページに掲載

### 3. 安全文化の醸成・定着に向けた取り組み

(1) 現場重視の改善活動、協力企業との一体感の醸成

- ・協力企業からの意見の継続反映  
～意見671件、審議済み622件：H17.4末現在
- ・発電所で働く人の情報共有  
～電子掲示板、メールマガジン(発行520件：H17.4末現在)
- ・工具管理センターの運用開始(H17.5)(異物対策関連)



電子掲示板による情報提供

(2) 安全文化向上に向けた経営姿勢の表明

- ・社長や原子力本部長からのメッセージ発信

(3) 原子力部門の組織風土の改革・業務プロセスの改善

- ・原子力再生活動  
  - > リーダーシップ開発研修(業務改善手法習得と変革への意識改革)  
(13回実施、343名参加[うち19名協力企業])
  - > 業務プロセス改善活動(ピアグループ、ピアチーム)



原子力再生活動

以上

# 働く仲間の訓練だより 第5号

平成17年3月号

技術向上を目指す情報誌 (株)東京電力 福島第一原子力発電所  
福島原子力技能訓練センター

## 協力企業のみなさまへ



執行役員 発電所長  
松村 一弘

協力企業の皆さんには、日頃から福島第一原子力発電所（通称：福一カンパニー）の安全安定運転にご協力いただきまして有難うございます。昨年からは地元企業、二次・三次の方々へ当社技能訓練センターの開放を進めておりますが、17年2月・3月のカリキュラムにつきましても多くの企業の方から利用申し込みを頂いております。



技能訓練センター所長  
堀江 明

この開放カリキュラムを今後も更に充実させていきたいと考えておりますが、既に設定した内容だけではなく皆さんが望む研修・訓練を増やして行きたいと思っております。そのためには、「こんな訓練がしたい」「〇月〇日に設備を利用したい」、こういった皆さんの要望を受けて実現できるよう努力してまいりますので、ぜひ皆さんの率直なご希望をお聞かせ下さい。よろしくお願いたします。

## 訓練設備の紹介

### 装甲開閉器(磁器しゃ断器)

主に大型モータ電源開閉用に使用され、遮断器構造・機能の習得のため、しゃ断器の分解、組立、開閉試験特性試験ができます。



## ご利用のご案内

2つの方法があります

### ①自主的に計画する利用方法

企業の方が自前で研修を実施したい時利用するもの

#### 【こんな時ご利用下さい】

研修場所がない、機材がない。急きょ空き時間が出来たので研修したい。

#### 【何も用意はいりません】

工具、ヘルメット、靴、手袋貸し出し可能です。休憩所、自動販売機も有ります。

### ②既存カリキュラムに参加する方法

既にあるカリキュラムに参加

## ご要望をお聞かせ下さい。

日程があわない、こんな研修が受けたい

研修を受けたいけど日程があわない、こんなカリキュラムが欲しい等のご要望のお答えできる環境が整いましたので是非ご相談をお寄せ下さい。お待ちしております。

## 訓練風景

### 既存カリキュラムへの参加 (電動機分解点検)

電動機の分解、組立、据付調整及び試運転の基本知識習得訓練  
東洋技研(株) 渡辺悦男さんが電動機分解点検に参加されました。



## 感想

### 電動機分解点検

何回か電動機を分解したことはあったが今回の研修で細かいところまで教えて頂き大変勉強になりました。今後の仕事に活かしていきたいと思ます。

東洋技研(株) 渡辺悦男

申込み方法は、裏面をご覧ください。

# 発電所ニュース

## 配管減肉管理の検討状況

### 1. 原子力発電所の配管減肉管理に対する要求事項について

原子力安全・保安院から『関西電力(株)美浜発電所3号機配管破損事故』を受けて以下の内容の通知が出されています。

(1) 減肉が予想される配管の『配管肉厚測定』、従来の電力自主点検ではなく法定検査としての『定期事業者検査』とする。

(2) 『配管減肉管理』の概要は次の通り

#### ① 検査対象箇所、測定ポイントの選定

例) 検査部位: オリフィス下流部、曲管部など  
減肉の発生が予想される部位など

#### ② 算出された余寿命(年数)に応じて検査時期及び配管取替時期が規定されています。



(出典: 関西電力ホームページより)

### 2. 当社の考え方

上記の原子力安全・保安院の通達を基に現在検討を実施中です。

## 発電所運転状況

定検計画 H17.2.18現在

		平成16年度				平成17年度			
		4/1	7/1	10/1	1/1	4/1	7/1	10/1	1/1
1号機					2/28		10/28		1/26
2号機	変更前		9/29	11/3	4/18		6/29		
	変更後		9/29	12/9	11/3	2/28	4/18		6/29
3号機	変更前		8/9				1/29		
	変更後		8/9				3/10		
4号機	変更前			12/9	3/4		7/6		
	変更後			12/9	1/20		5/20		9/27
5号機				11/10			5/20		
6号機	変更前			10/10			8/16		12/3
	変更後			12/20			11/6		12/1

## 第四回企業情報交換会開催

平成17年2月23日(水)~25(金)第四回企業情報交換会が開催されました。

### 教育訓練関係で出されたご意見。

現場作業経験が積み  
にくく若い人の人材  
育成が難しい



ベテランの持っている  
技術・技能を次の世代  
に技術伝承するこ  
とが難しい



技能訓練センターを利用して  
社員の技術力の底上げ、  
技術伝承に役立ててください。



(株)東電工業の皆さんが技訓設備を利用し電動弁関係の訓練を実施しました。

## ご利用方法

### 研修受講案内

#### 研修内容

- ① 基礎知識醸成コース 発電所ではじめて働く人におすすめコース
  - ② 実務知識醸成コース 現場の基本作業習得コース
- 詳しくは、毎月送付する「カリキュラム一覧表」(年間予定)をご覧ください。

#### 申込み方法

毎月送付『技能訓練センター研修申込書』(当該月分)の「カリキュラム一覧」より受講希望項目を選択し、FAX(32-0227)にてお申込み下さい。

#### 飛び入り参加 ドタキャン自由

研修は、完全自由参加型ですので、「急ぎょ空き時間が出来たので申し込みたい」「急な仕事が入りキャンセルしたい」など当日でもお電話で下記に申込み頂ければ自由に変更ができます。

#### 修了証の発行

研修を受けた実績として修了証を発行します。一生ものです。

皆さま多数のご参加をお待ちしております。

## 見学はいつでもどうぞ!

30分コース 原子力発電所のしくみが分かります。

1時間コース 原子力発電所のしくみと研修施設の概要が分かります。

#### ●お問い合わせ先:

東京電力株式会社  
福島原子力技能訓練センター  
技能訓練グループ 上原、熊谷  
ダイヤル TEL0240-32-2169、3194  
内線 2184、2195



Q 2

福島第一原子力発電所1号機における平成16年12月8日以降に確認された福島第一原子力発電所2号機、同4号機、福島第二原子力発電所1号機、更には柏崎刈羽1号機の配管水漏れトラブル又は配管減肉を踏まえた類似箇所の点検結果及び再発防止対策について明らかにされたい。

(回答)

平成16年12月8日以降に確認された配管水漏れ及び配管減肉については、以下に示すように類似箇所の点検を実施し、異常のないことを確認しました。具体的には下記のとおりです。

#### 1. 福島第一・2号機 配管水漏れ

湿分分離器と湿分分離器ドレンタンクをつなぐドレン配管から分岐している配管付け根部に、母管からパイプクランプで支持しているサポートの緩み等に起因する高サイクル疲労による亀裂が発生し、配管内の水が漏えいした事象です。

1号機としては、母管からパイプクランプで支持している小口径配管第一サポートの点検を実施しました。点検の結果、異常のないことを確認しました。また念のため、緩み止めを実施しました。

#### 2. 福島第一・4号機 配管減肉

タービン駆動原子炉給水ポンプ用駆動蒸気加減弁からのドレン配管曲がり部2箇所(ソケット継手)に、穴が開いた事象です。原因として当該部上流の水位調整弁の不調により凝縮水が連続的に当該配管の曲がり部に当たったためと推定します。

1号機としては、主復水器に接続されている小口径配管の曲がり部について、放射線透過検査を実施するとともに、水位調整弁及び排水器の点検を実施しました。点検の結果、異常のないことを確認しました。

#### 3. 福島第二・1号機 配管減肉

復水系から制御棒駆動水圧系につながる制御棒駆動水圧系配管で、配管減肉進行の一因である、溶存酸素濃度が低い部位において、オリフィス及び絞り弁下流の乱流発生によるエロージョン・コロージョンが進行し、技術基準における必要な厚さを下回っている箇所が確認された事象です。

1号機としては、復水系酸素注入点の上流で、オリフィスまたは絞り弁が設置されている炭素鋼配管の下流側について、肉厚測定を実施し、異常のないことを確認しました。

#### 4. 柏崎刈羽・1号機 配管減肉

蒸気加減弁と高圧タービン間をつなぐ主蒸気リード管の小口径ドレン配管曲がり部(ソケット継手)下流において、オリフィス下流の高速流によるエロージョンを起因とした貫通欠陥(2箇所)が発生した事象です。

1号機としては、主復水器に接続されている小口径配管で常時流れのあるオリフィス下流配管について、曲り部の放射線透過検査を実施しました。点検の結果、異常のないことを確認しました。

これら 2～4 の再発防止対策としては、N I S A 文書「原子力発電所の配管肉厚管理に対する要求事項について」の発行を受け、当社「配管減肉管理指針」を改訂しましたので、これに基づき、確実に管理していくこととします。

2 については、ソケット継手を曲げ管へ変更する等の対策、4 については、オリフィスの復水器内への移設またはソケット継手を曲げ管へ変更する等の対策を検討のうえ計画的に実施していきます。

なお、4 項の柏崎刈羽 1 号機の漏えい箇所である主蒸気リード管ドレン配管については、福島第一・2、3、5、6 号機のオリフィスは復水器内に移設済みです。また、1、4 号機については次回定期検査で移設することを検討しています。

以上の点検結果をまとめ以下の表に示すとともに、詳細な結果については添付資料 2 - 5 に示します。

点検結果一覧表

当該号機	点検内容	点検箇所数	点検結果
福島第一・2号機	一次系配管クランプサポート点検	類似配管サポート：9箇所	異常なし
	二次系配管クランプサポート点検	類似配管サポート：14箇所	異常なし
福島第一・4号機	配管及び弁点検	類似配管：7ライン 水位調整弁・排水器：計11台	異常なし
福島第二・1号機	肉厚測定	同一部位：点検対象外(酸素注入点より下流であるため) 類似オリフィス下流配管：9箇所 類似絞り弁下流配管：3箇所	異常なし
柏崎刈羽・1号機	配管点検	同一部位：点検対象 類似配管：10ライン	異常なし

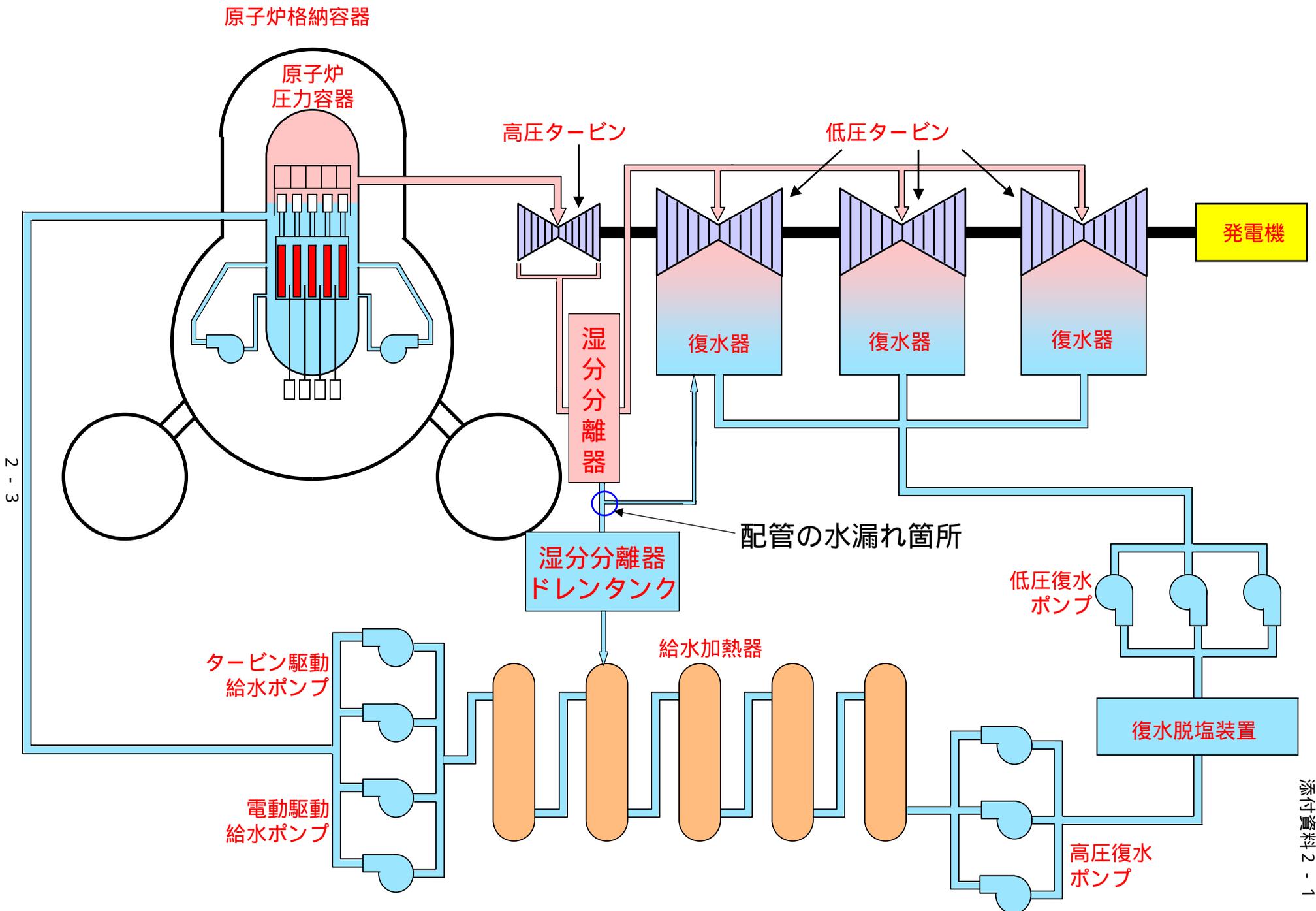
添付資料 2 - 1：福島第一・2号機湿分分離器ドレン配管水漏れ事象概要図

添付資料 2 - 2：福島第一・4号機タービン建屋における配管の減肉事象概要図

添付資料 2 - 3：福島第二・1号機制御棒駆動水圧系配管減肉事象概要図

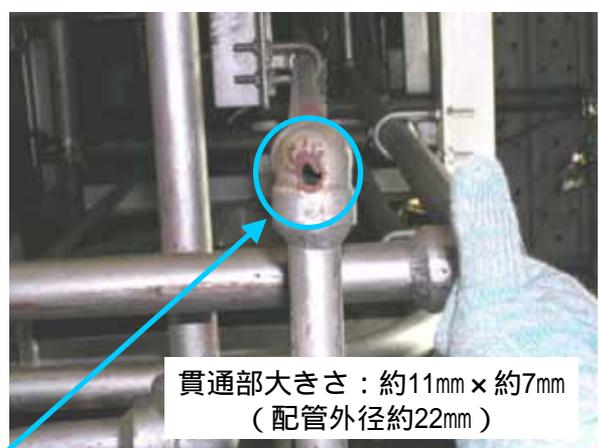
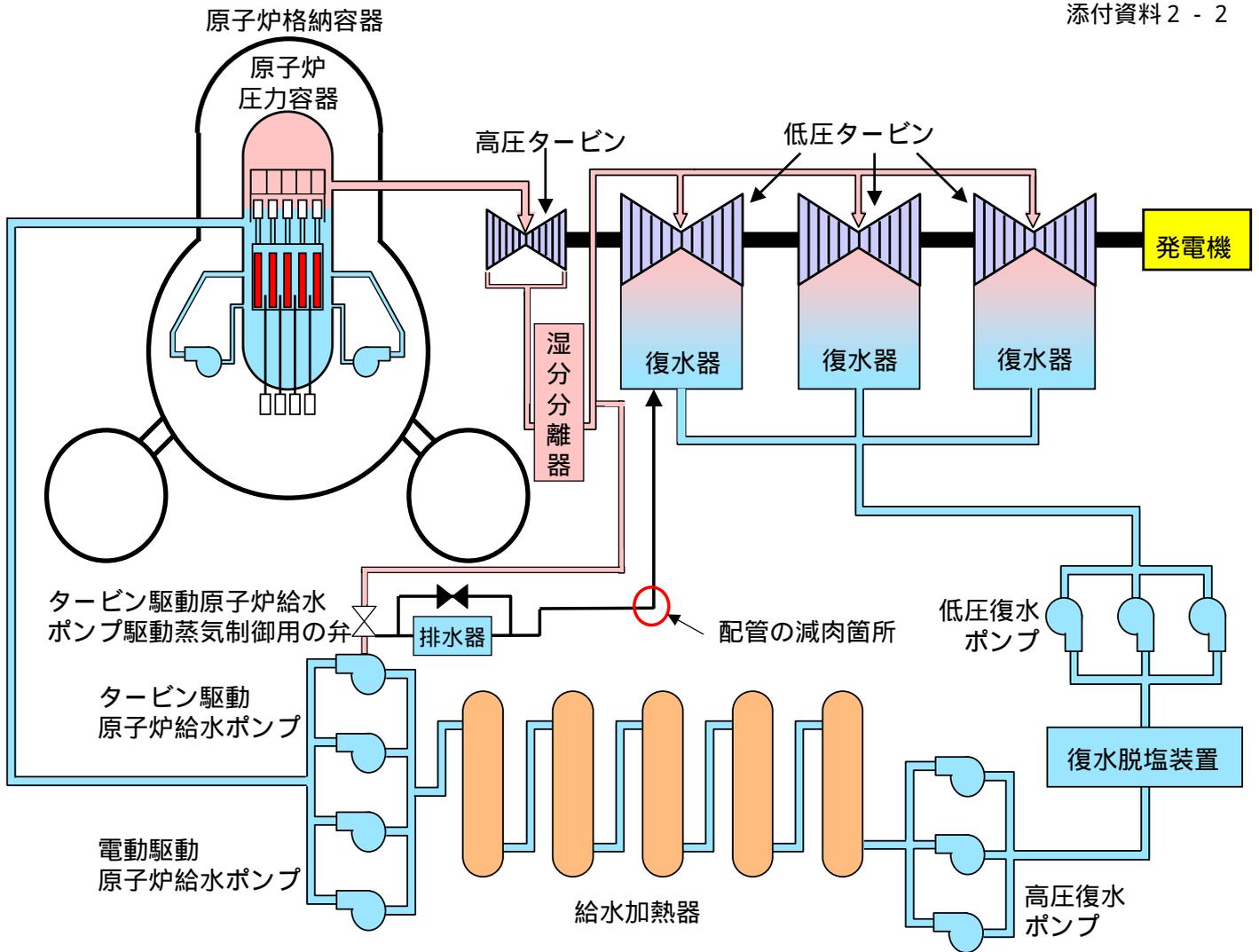
添付資料 2 - 4：柏崎刈羽・1号機主蒸気リード管ドレン配管蒸気漏れ事象概要図

添付資料 2 - 5：詳細点検結果



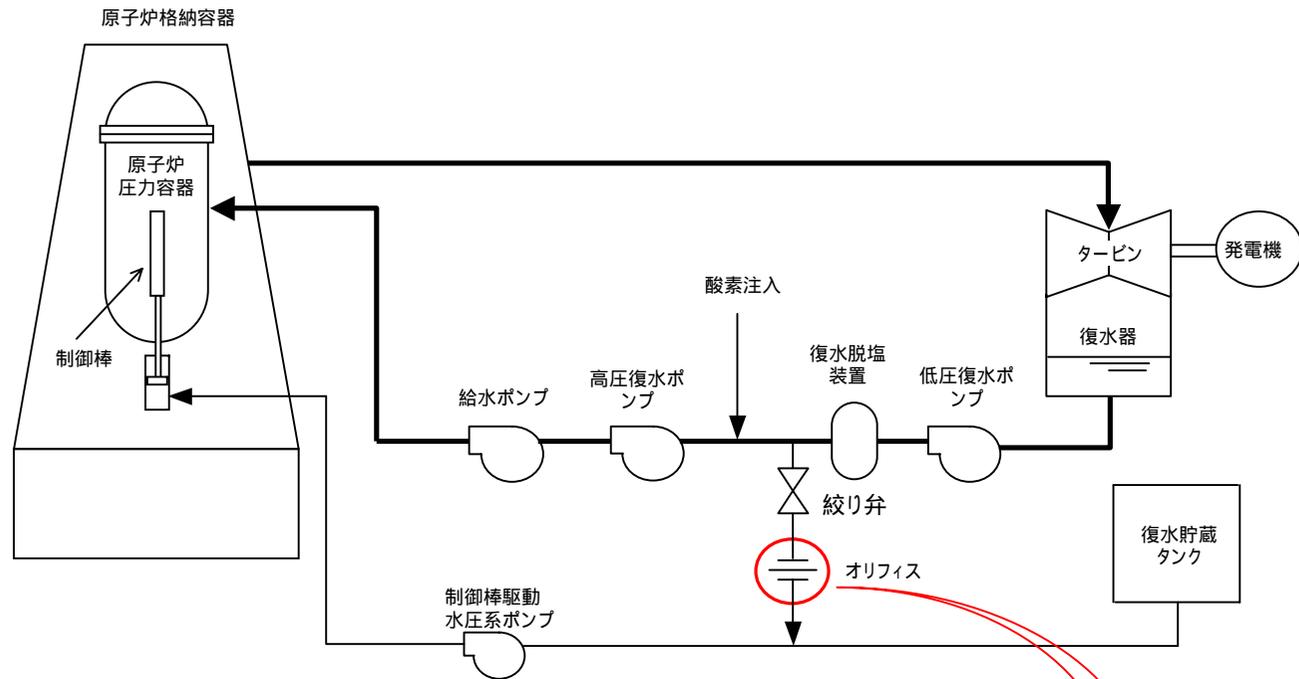
2 - 3

福島第一・2号機湿分分離器ドレン配管水漏れ事象概要図

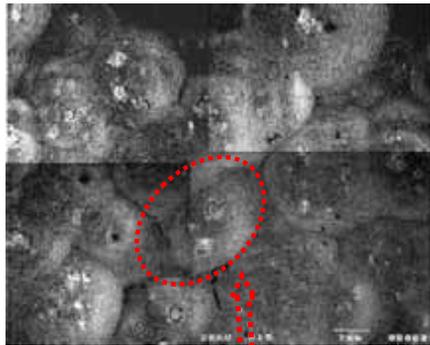


配管貫通部

福島第一・4号機タービン建屋における配管の減肉事象概要図



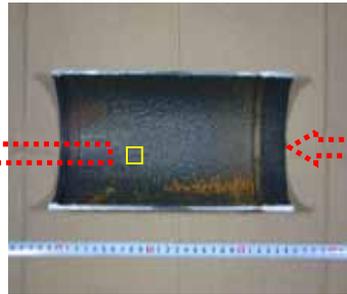
顕微鏡観察



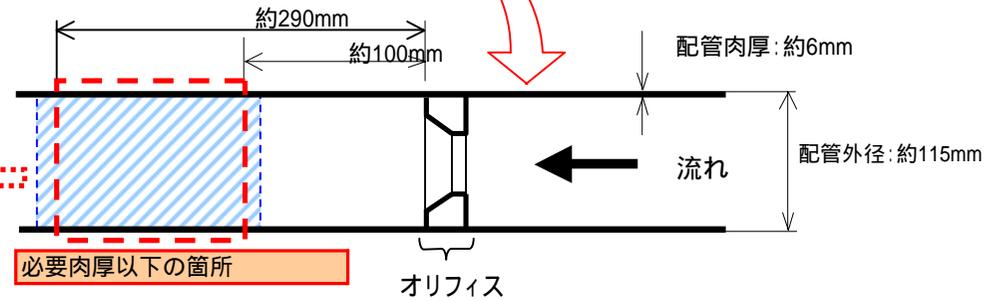
ウロコ状の模様

拡大

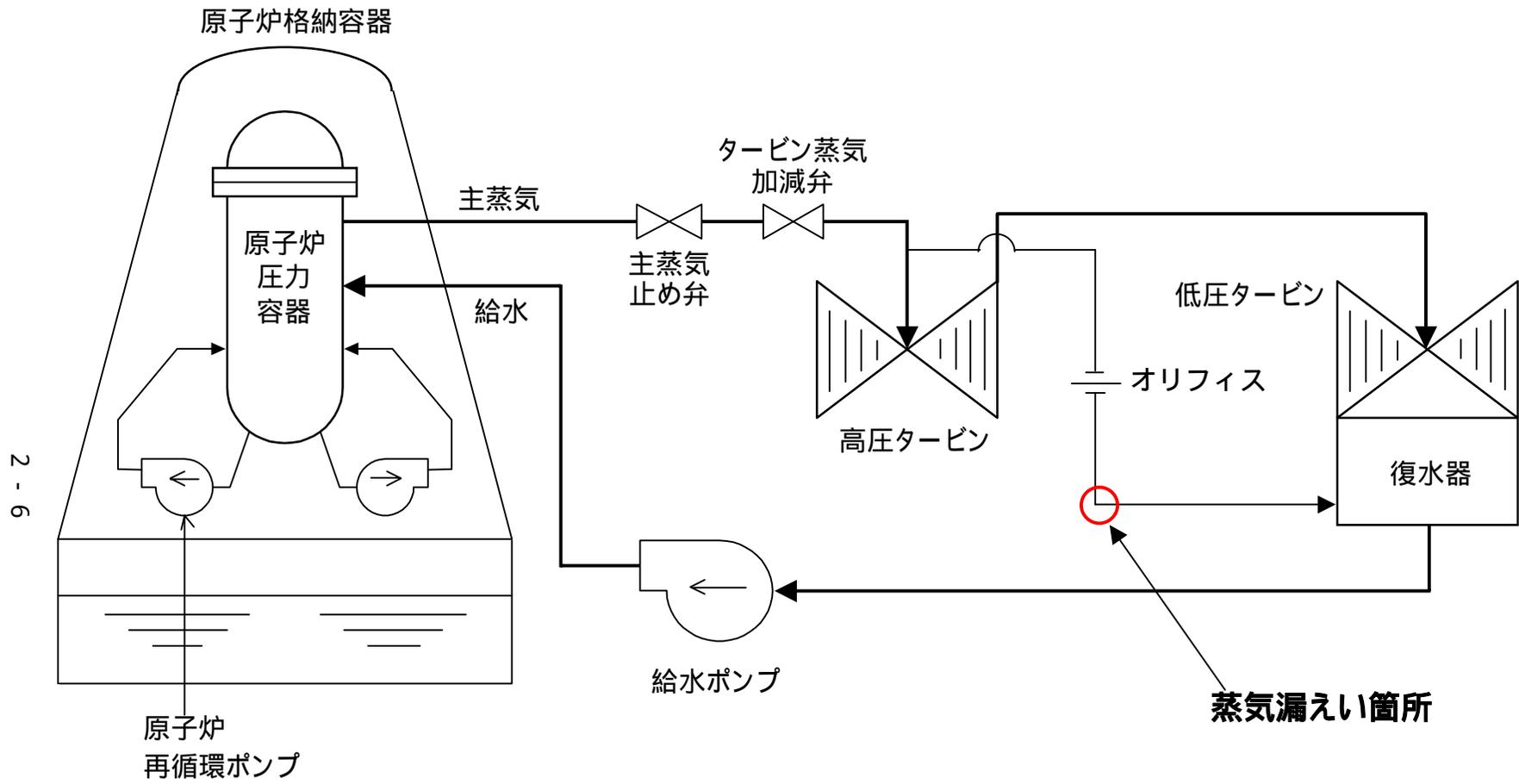
切断部 配管内表面



切断部



福島第二・1号機制御棒駆動水圧系配管減肉事象概要図



2 - 6

柏崎刈羽・1号機主蒸気リード管ドレン配管蒸気漏れ事象概要図

## パイプクランプサポート点検結果 ( 福島第一 2 号機水平展開 )

## 点検内容

外観目視検査

サポートの緩みがないこと

## 一次系クランプサポート点検結果

	系統名	サポート名称	配管番号	点検結果
1	給水系	原子炉給水ポンプA出口ベント弁サポート	1 4 B - F D W - 7	異常なし
2		原子炉給水ポンプA出口圧力弁PTサポート	1 6 B - F D W - 7	異常なし
3		原子炉給水ポンプB出口ベント弁サポート	1 4 B - F D W - 8	異常なし
4		原子炉給水ポンプB出口圧力弁PTサポート	1 6 B - F D W - 8	異常なし
5		給水ポンプB出口圧力取出弁サポート	1 4 B - F D W - 8	異常なし
		原子炉給水ポンプBシール水ラインテスト弁		
6		原子炉給水ポンプC出口ベント1次弁サポート	1 4 B - F D W - 9	異常なし
7	原子炉給水ポンプC出口圧力弁PTサポート	1 6 B - F D W - 9	異常なし	
8	原子炉停止時冷却系	系統出口テスト弁サポート	1 6 B - S H C - 1 9	異常なし
9		系統出口サンプリング弁サポート	1 6 B - S H C - 1 9	異常なし

## 二次系クランプサポート点検結果

	系統名	サポート名称	配管番号	点検結果
1	給水系	高圧給水加熱器 2 B 入口ドレン配管サポート	1 4 B - F D W - 1 2	異常なし
2	格納容器冷却系	A系スタティック用電磁弁後弁サポート	1 2 B - C C - 1 2	異常なし
3		CCSポンプD入口PI元弁サポート	1 0 B - C C - 5	異常なし
		CCSポンプD封水セパレータ出口弁サポート		
4		CCSポンプD出口PI元弁サポート	8 B - C C - 9	異常なし
5		CCSポンプC入口PI元弁サポート	1 0 B - C C - 4	異常なし
		CCSポンプC封水セパレータ出口弁サポート		
6	CCSポンプC出口PI元弁サポート	8 B - C C - 7	異常なし	
7	原子炉再循環系	PLRポンプA吸込弁リークオフ弁サポート	M O - 2 0 2 - 4 A	異常なし
8		PLRポンプB吸込弁リークオフ弁サポート	M O - 2 0 2 - 4 B	異常なし
9		PLRポンプA吐出弁リークオフ弁サポート	M O - 2 0 2 - 5 A	異常なし
10		PLRポンプB吐出弁リークオフ弁サポート	M O - 2 0 2 - 5 B	異常なし
11		PLRポンプAケーシングカバーベント弁サポート	P L R ポンプ ( A )	異常なし
12		PLRポンプBケーシングカバーベント弁サポート	P L R ポンプ ( B )	異常なし
13	原子炉冷却材浄化系	CUW非再生熱交B RCW出口サンプリング弁サポート	6 B - C U W	異常なし
14		浄化系フィルター入口ベント弁サポート	6 B - C U W - 9	異常なし

## 配管・排水器・水位調整弁点検結果（福島第一 4 号機水平展開）

No.	配管番号	配管名称	曲り部	排水器番号	水位調整弁番号	点検結果
1	2B-MS-9A	タービンバイパス管ドレン配管	19	T-10A	LCV-1-11A	異常なし
2	2B-MS-9B	タービンバイパス管ドレン配管	3	T-10B	LCV-1-11B	異常なし
3	2B-MS-9C	タービンバイパス管ドレン配管	5	T-10C	LCV-1-11C	異常なし
4	2B-MS-9D	タービンバイパス管ドレン配管	6	T-10D	LCV-1-11D	異常なし
5	1・1/2B-ES-37	第 3 抽気ドレン配管	1	-	LCV-1-6	異常なし
6	1B-ES-35	第 2 抽気ドレン配管	2	-	LCV-1-3	異常なし
7	1・1/2B-ES-34	第 3 抽気ドレン配管	1	-	LCV-1-5	異常なし

## 配管肉厚測定結果 ( 福島第二 1 号機水平展開 )

	測定箇所		材質	口径 (mm)	公称肉厚 (mm)	必要最 小肉厚 (mm)	前回点検時期	前回測定 結果 (mm)	今回測定 結果 最小値 (mm)	減肉率 (mm/y)
同一	C R D 供給ライン オリフィス下流	C-SPX-58	SUS304TP	76.3	5.2	1.03	第 1 3 回定検 (S 6 2 年)	5.3	5.1	0.03
類似 1	復水再循環ライン 流量調整弁下流	C-SPX-45	STPT42	216.3	8.2	3.80	第 1 3 回定検 (S 6 2 年)	8.3	8.2	0.02
-	-	(C-SP-MH001)	STPT42	318.5	9.5	4.80	第 9 回定検取 替 (S 5 8 年)	-	9.7	-
類似 2	復水再循環ライン 流量調整弁下流	C-SPX-2F001	STPT42	216.3	8.2	3.80	第 9 回定検取 替 (S 5 8 年)	-	8.5	-
-	-	(C-SPX-2F002)	STPT42	318.5	9.5	4.80	第 9 回定検取 替 (S 5 8 年)	-	9.8	-
-	-	(C-SPX-2F003)	STPT42	318.5	9.5	4.80	第 2 2 回定検 取替 (H 1 3 年)	-	8.8	0.69 <sup>*1</sup>
類似 3	No1 復水脱塩塔入 口 F E 下流	C-SPX-2F004	STPT42	216.3	8.2	3.80	-	-	8.2	-
類似 4	No2 復水脱塩塔入 口 F E 下流	C-SPX-2F005	STPT42	216.3	8.2	3.80	-	-	7.9	0.02 <sup>*1</sup>
類似 5	No3 復水脱塩塔入 口 F E 下流	C-SPX-2F006	STPT42	216.3	8.2	3.80	-	-	8.3	-
類似 6	No4 復水脱塩塔入 口 F E 下流	C-SPX-2F007	STPT42	216.3	8.2	3.80	-	-	8.3	-
類似 7	No5 復水脱塩塔入 口 F E 下流	C-SPX-2F008	STPT42	216.3	8.2	3.80	-	-	8.4	-
類似 8	No6 復水脱塩塔入 口 F E 下流	C-SPX-24	STPT42	216.3	8.2	3.80	第 1 3 回定検 (S 6 2 年)	8.4	8.3	0.02
類似 9	タービン排気室 スプレイ調整弁 下流	C-SPX-2F009	STPG38	48.6	5.1	2.20	-	-	4.8	0.02 <sup>*1</sup>
類似 10	復水ポンプ (A) バランス管オリ フィス下流	C-SPX-2F010	SGP	89.1	4.2	3.00	第 2 3 回定検 取替 (H 1 4 年)	-	4.0	-
類似 11	復水ポンプ (B) バランス管オリ フィス下流	C-SPX-2F011	SGP	89.1	4.2	3.00	第 2 3 回定検 取替 (H 1 4 年)	-	3.9	-
類似 12	復水ポンプ (C) バランス管オリ フィス下流	C-SPX-2F012	SGP	89.1	4.2	3.00	第 2 3 回定検 取替 (H 1 4 年)	-	4.0	-

\*1 初回測定のため公称肉厚より減肉率を算出

## 配管点検結果 ( 柏崎刈羽 1 号機水平展開 )

No.	配管番号	配管名称	曲り部	点検結果
1	MSJ-ドドレ	主蒸気リード管ドレン配管	9	異常なし
2	2B-MS-23	主蒸気管ドレン配管	15	異常なし
3	1B-MS-7A	タービンバイパス管ドレン配管	1	異常なし
4	1B-MS-7B	タービンバイパス管ドレン配管	4	異常なし
5	1B-MS-7C	タービンバイパス管ドレン配管	2	異常なし
6	1B-MS-7D	タービンバイパス管ドレン配管	2	異常なし
7	1B-HV-47	タービンランド蒸気蒸化器ベント配管	2	異常なし
8	2B-HV-6	低圧 2 A 給水加熱器ベント配管	15	異常なし
9	2B-HV-24	低圧 2 B 給水加熱器ベント配管	14	異常なし
10	1・1/2B-HV-1	高圧 1 A 給水加熱器ベント配管	8	異常なし
11	1・1/2B-HV-18	高圧 1 B 給水加熱器ベント配管	10	異常なし

Q 3

配管肉厚管理について、平成17年2月18日付けで原子力安全・保安院より示された「原子力発電所の配管肉厚管理に対する要求事項」に係る対応状況や平成16年12月8日以降発生した配管減肉事象の配管減肉管理指針への反映状況を明らかにされたい。

(回答)

平成17年2月18日付け「原子力発電所の配管肉厚管理に対する要求事項について」の発行、並びに最近発生した配管減肉に関するトラブル事象を受け、これら内容を反映し「配管減肉管理指針(改訂1)」を4月12日に発行しました。

今回の改訂概要は以下のとおりです。

1. 「原子力発電所の配管肉厚管理に対する要求事項について」から配管減肉管理指針への反映

下記のとおり運用を変更。

- (1) 減肉が顕著に発生すると予想される減肉監視点検範囲の代表箇所の余寿命が、5年未満となった場合は、被代表箇所の追加点検を実施。
- (2) 算出された余寿命が5年を下回る場合、以下の処置を実施。
  - ・余寿命5年未満が確認されれば取替え計画を策定
  - ・余寿命2年以上5年未満は取替え実施までの間定期事業者検査毎に測定を実施
  - ・余寿命2年未満はプラント運転中に余寿命が割り込む事がないよう取替えを実施
- (3) 減肉が顕著に発生すると予想される減肉監視点検箇所の代表箇所は、配管供用開始後の一定期間(5年程度)内に初回測定を実施。
- (4) 2回目以降の測定は、余寿命の1/2が経過する時期又は、余寿命が5年以下となる時期のいずれか早い時期に設定。
- (5) 余寿命の算出は最小自乗法で実施。

2. 最近発生したトラブル事象から配管減肉管理指針への反映

(1) トラブルの概要

a. 福島第一4号機、柏崎刈羽1号機での配管減肉事象

復水器につながるオリフィス下流及び水位調整弁下流の二相流となる小口径配管において、湿り蒸気が復水器に至る過程で流速が増加し、常時エルボの背側に衝突することにより、エロージョンが進展しエルボ部(背側)を貫通した。当該部はソケット継ぎ手部であり、このような部位に対しては超音波厚さ計による測定が困難である為、下流側の直管部を超音波厚さ計により測定することで配管減肉管理を実施してきており、直接エルボ部の肉厚測定を実施していなかった。

b. 福島第二 1 号機での配管減肉事象

配管内流体温度が約 35℃ と減肉の進行が遅いと想定していた部位において、材質が炭素鋼であったことに加え、内部流体の溶存酸素濃度が低く配管内面の被膜形成が不十分であり、更に弁の絞り効果のため乱流が発生したことにより減肉が進行し、必要板厚を割り込んだ。

(2) トラブル事象から配管減肉管理指針への反映内容

- a. 超音波厚さ計を用いた肉厚測定が困難な小口径配管のソケット継ぎ手部等に対しては、放射線透過測定等の測定法を用いる。
- b. 福島第一 4 号機、柏崎刈羽 1 号機での配管減肉事象を受け、復水器に接続される二相流配管で、オリフィス又は水位調整弁の下流の偏流発生部位は、配管減肉管理ランクを上げる。
- c. 福島第二 1 号機での配管減肉事象を受け、炭素鋼で溶存酸素の効果が期待できない範囲の内、絞り弁及びオリフィスの下流は、配管減肉管理ランクを上げる。

なお、配管減肉管理指針の改訂 1 については、現在内容の見直しを行い、改訂手続き中です。

添付資料 3 - 1 : 原子力発電所の配管肉厚管理に対する要求事項について

添付資料 3 - 2 : 配管減肉管理指針（改訂 2（案））

添付資料 3 - 3 : 最近の配管減肉事象並びに NISA 文書「原子力発電所の配管肉厚管理に対する要求事項について」発行を受けた当社配管減肉管理指針の改訂概要

添付資料 3 - 4 : 配管減肉管理妥当性確認の結果について

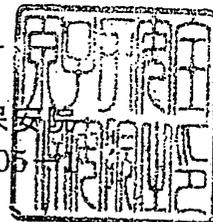
## 経済産業省

平成 17・02・16 原院第 1 号

平成 17 年 2 月 18 日

### 原子力発電所の配管肉厚管理に対する要求事項について

原子力安全・保安院  
NISA-163a-05



原子力安全・保安院（以下「当院」という。）は、平成 16 年 8 月 9 日に発生した「関西電力榑美浜発電所 3 号機二次系配管破損事故」に関する中間とりまとめを受け、事故の再発を防止するための措置として、沸騰水型及び加圧水型原子力発電所（以下それぞれ「BWR プラント」及び「PWR プラント」という。）における配管肉厚測定について、電気事業法第 55 条に基づく定期事業者検査として実施すべき検査としての位置付けを、平成 16 年 12 月 28 日付で電気事業法施行規則（平成 7 年通商産業省令第 77 号）を一部改正し、明確化したところである。

当院は、電気事業法施行規則の改正に併せ、従来電気事業者に委ねていた配管減肉管理を実施する場合における、検査対象箇所を選定、測定ポイントの設定、検査実施時期の設定、及び算出された余寿命に応じて構ずるべき措置等について、各電気事業者が同検査を実施する場合に遵守すべき事項として定め、これらの遵守を電気事業者に対し要請することとした。

なお、本要請は、(社)日本機械学会において発電用原子力設備の配管肉厚管理に関する技術規格が策定され、当院が技術的評価を行った上で、当該規格が判断基準として位置付けられるまでの間の暫定的な措置である。

#### 1. 検査対象箇所の選定

定期事業者検査として管理対象となる配管の中から、1. (1) に該当する部位については、2. から 4. の規定従い、適切に検査を実施すること。また、1. (1) に該当しない部位についても、1. (1) に該当するものも含め、5. の規定に従い適切に検査を実施すること。

##### (1) 部位

オリフィス下流部、制御弁・流量調整弁下流部、玉型弁下流部、玉型逆止め弁下流部、エルボ、ティー管、スウィング型逆止め弁下流部、レジャーサ、曲管等偏流の影響を受ける部位については、配管内部を流れる流体の温度、流速、状態（単相流、二相流）、当該部位の使用頻度に加え、これまで各電気事業者が採用してきた管理指針、過去の故障、トラブル経験等における減肉実績及び、劣化、故障モード等に係る既存の工学的知見をも考慮して、浸食、腐食及び、これらの相互作用等により減肉が顕著に発生すると予想される部位を検査対象箇所として選定すること。

本指示文書発出前における検査対象箇所の選定として、絞り込みにより選定を行っている場合については、別紙 1 を参考にして、再度、その妥当性を確認すること。環境条件（温度、湿度、流速、溶存酸素濃度等）及び構造条件（口径、肉厚、材質等）等が類似すると思われる箇所においても、減肉の発生状況が異なる

る可能性があることから、検査対象箇所を類似箇所の代表（代表部位）として選定することの妥当性確認については、偏流発生部位の上流管及び下流管の配置等も含めて総合的に判断するなど、慎重にこれを実施すること。

ただし、検査対象箇所の絞り込みを行った場合であっても、代表部位の算出された余寿命が5年未満となった以降は、絞り込みを行わず類似箇所も含めて全ての箇所を検査対象に選定すること。

また、過去の故障実績、トラブル経験等の運転経験、劣化・故障モード等の既存の工学的知見から著しく顕著な減肉の発生が予想される部位については絞り込みを行わず、全て検査対象箇所を選定すること。

なお、管理対象となる配管に係る検査対象箇所を選定について、当該選定箇所の妥当性を確認するため、検査対象箇所を選定した以外の箇所についても、必要に応じて検査を実施すること。

## (2) 材料

炭素鋼、低合金鋼、ステンレス鋼

## (3) 検査対象箇所の見直し

検査を実施した結果、見直しが必要と判断された場合には、速やかに検査対象箇所の見直しを実施すること。

## 2. 測定ポイントの設定

選定した検査対象箇所に係る測定ポイントについては、「減肉傾向の有無を把握するために実施する場合（通常測定）」と、「通常測定により減肉の発生が把握された場合に、減肉進展状況の把握のために通常測定に加え実施する場合（詳細測定）」とに区分して、以下のとおり設定すること。

### (1) 減肉傾向の有無の把握（通常測定）

#### ① PWRプラントの場合

測定ポイントの設定については、別紙2「測定部位の構造に応じた測定ポイントの設定について」に従って行うこと。

#### ア. 周方向

次のように配管の口径に応じた数の測定ポイントを円周方向にほぼ均等配置されるよう設定すること。

管の呼び径	測定ポイント数
5 B 以下	4 点以上
5 B を超えるもの	8 点以上

#### イ. 軸方向

オリフィス下流部については、オリフィス取付部を始点として、オリフィス取付部から配管口径の3倍までの範囲で適切な測定ポイントを設定すること。

その他の偏流の影響を受けると予想される部位（制御弁・流量調整弁下流部、玉型弁下流部、玉型逆止め弁下流部、エルボ、ティー管、スウィング型逆止め弁下流部、レジューサ、曲管等）については、偏流発生部を始点として、その下流管の配管口径の2倍までの範囲で適切な測定ポイントを設定すること。

## ②BWRプラントの場合

測定ポイントの設定については、別紙2「測定部位の構造に応じた測定ポイントの設定について」に従って行うこと。

### ア. 周方向

次のように配管の口径に応じた数の測定ポイントを円周方向にほぼ均等配置されるよう設定すること。

管の呼び径	測定ポイント数
5B以下	4点以上
5Bを超えるもの	8点以上 又は 測定ピッチ100mm以内

### イ. 軸方向

管の呼び径が5B以下の場合、測定ピッチは偏流発生部位を始点として300mmまでは、配管の口径の2倍又は100mmの小さい方とし、それ以降は別紙2に従って、適切な測定ポイントを設定すること。

また、管の呼び径が5Bを超える場合、測定ピッチは偏流発生部位を始点として500mmまでは、配管の口径の2倍又は100mmの小さい方とし、それ以降は別紙2に従って、適切な測定ポイントを設定すること。

なお、上記測定ピッチより細かいピッチで測定することは妨げない。

## (2) 減肉進展状況の把握（詳細測定）

通常測定の結果、以下に示す判定基準厚さを下回る測定ポイントが発見された場合には、判定基準厚さを下回る測定ポイントを中心として格子状に詳細なピッチ（約20mmを目安）で測定ポイントを設定して、判定基準厚さを下回る範囲が把握できるように測定を行うこと。

$$\text{判定基準厚さ} = \text{必要最小厚さ} + (\text{管の製造上の最小厚さ} - \text{必要最小厚さ}) \times 2 / 3$$

なお、上記の判定基準厚さを求める場合、必要最小厚さには「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」、「発電用火力設備に関する技術基準を定める省令」及び「発電用火力設備の技術基準の解釈について」に規定された「必要最小厚さ」を用いること。また、「管の製造上の最小厚さ」には、公称肉厚から公差を差し引いたものを用いること。

### 3. 検査実施時期の設定

#### (1) PWRプラントの場合

検査実施時期については、別紙3「配管余寿命評価方法」により算出された余寿命が5年以上ある場合は、以下のとおり設定すること。

なお、以下のいずれの場合であっても、算出された余寿命が5年を下回る場合については、「4. 算出された余寿命に応じて構ずるべき措置」に従うこと。また、過去の検査結果、故障、トラブル経験等における減肉実績及び、劣化・故障モード等の既存の工学的知見から、特に監視を強化する必要がある部位については、以下に関わらず検査頻度を上げて検査を実施すること。

##### ①初回検査時期

初回の検査については、実績等を踏まえて設定した「原子力設備2次系配管肉厚の管理指針(PWR)」の初期設定減肉率を用いて算出した余寿命が5年となる時期までに初回検査実施時期を設定すること。

また、実績等に基づく初期設定減肉率の設定が困難な場合は、速やかに初回検査を行い、別紙3「配管余寿命評価方法」により算出された余寿命に基づき、余寿命が5年となる時期までに次回検査実施時期を設定すること。

なお、算出された余寿命が、次の運転サイクル中に5年を下回る場合にあっては、次回定期事業者検査を検査実施時期に設定すること。

##### ②2回目以降の検査時期

2回目の検査実施時期の設定に当たっては、初回検査を行った結果、別紙3「配管余寿命評価方法」により算出された余寿命が5年となる時期までに次回検査実施時期として設定すること。

以降、同様にn回目検査の結果に基づき算出された余寿命が5年となる時期までにn+1回目検査の実施時期を設定すること。

なお、算出された余寿命が、次の運転サイクル中に5年を下回る場合にあっては、次回定期事業者検査を検査実施時期に設定すること。

#### (2) BWRプラントの場合

検査実施時期については、別紙3「配管余寿命評価方法」により算出された余寿命に基づき、以下のとおり設定すること。

なお、以下のいずれの場合であっても、算出された余寿命が5年を下回る場合については、「4. 算出された余寿命に応じて構ずるべき措置」に従うこと。また、過去の検査結果、故障、トラブル経験等における減肉実績及び、劣化・故障モード等の既存の工学的知見から、特に監視を強化する必要がある部位については、以下に関わらず検査頻度を上げて検査を実施すること。

##### ①初回検査時期

配管の供用開始後一定期間内(5年程度)に検査対象箇所(代表部位)<sup>(注1)</sup>について検査を行うこと。

(注1) 代表部位には、過去の故障実績、トラブル経験等の運転経験、劣化・故障モード等の既存の工学的知見から著しく顕著な減肉の発生が予想されるとして検査対象箇所を選定した部位も含まれる。

#### ② 2回目以降の検査時期

2回目の検査実施時期の設定に当たっては、初回検査を行った結果、算出された余寿命が5年を下回る場合については、別紙3「配管余寿命評価方法」により算出された余寿命が5年となる時期又は、余寿命の1/2が経過する時期<sup>(注2)</sup>のいずれか早い時期を次回検査実施時期として設定すること。

以降、同様にn回目検査の結果に基づき算出された余寿命が5年となる時期までにn+1回目検査の実施時期を設定すること。

なお、算出された余寿命が、次の運転サイクル中に5年を下回る場合にあつては、次回定期事業者検査を検査実施時期に設定すること。

(注2) 算出された余寿命の1/2が経過する時期を検査実施時期として加えているのは、BWRは検査対象箇所の絞り込みを行っていることから、検査結果を基に速やかに検査対象箇所の見直しを実施する必要があるからである。

#### 4. 算出された余寿命に応じて講ずるべき措置

配管の健全性確保を確実なものとするためには、ある程度余裕をもって計画的に配管の取替え等の措置を講ずることが必要であることから、別紙3「配管余寿命評価方法」に基づき算出された余寿命に応じ、以下の表に示す措置を講ずること。

なお、検査対象箇所の絞り込みを行った場合であっても、代表部位の算出された余寿命が5年未満となった以降は、絞り込みを行わず類似箇所も含めて全ての検査対象箇所について以下の表に示す措置を講ずること。

表 算出された余寿命に応じて講ずるべき措置

算出された余寿命	講ずるべき措置
5年以上	余寿命に応じて、次回の検査実施時期を設定
2年以上5年未満	配管取替え計画の策定及び実施までの間における定期事業者検査ごとの検査
13ヶ月以上2年未満	次回定期事業者検査期間内における配管の取替え
13ヶ月未満	当該定期事業者検査期間内における配管の取替え

#### 5. 中期的な検査計画の策定

定期事業者検査として管理対象となる配管に対する肉厚管理を的確に実施するため、中期的(10年)な検査計画を策定し、検査を実施すること。

特に、PWRプラントについては、「原子力設備2次系配管肉厚の管理指針(P

WR)」の分類で「その他」に分類される部位、また、BWRプラントについては、代表部位以外に分類される部位に対しても、中期的な検査計画を策定し、計画的に検査を実施すること。

#### 6. 本指示文書の適用開始時期

本要請に基づく配管の肉厚管理については、本指示文書発出後、至近に申請される定期事業者検査から実施すること。

ただし、「5. 中期的な検査計画」については、本指示文書発出後6ヶ月以内に策定すること。

### 検査対象箇所の絞込みの実施例

① 一つの系統の中で2ライン以上の同一構成並列ラインが分岐している場合は、そのうちの1ライン以上を任意に選定 (図1参照)

- ・環境条件(温度、湿り度、流速、溶存酸素濃度等)及び構造条件(口径、肉厚、材質等)が等しく、かつ配管ルート形状、構成等が同等と見なせる複数並列ラインについては、管内流れの乱れの状態も同程度と見なし、そのうち1ライン以上を検査対象ラインとして選定する。

② 環境条件、構造条件の同等な複数の検査対象箇所については、そのうち任意の1箇所以上を選定 (図2参照)

- ・同一ラインに配置される検査対象箇所等、環境条件(温度、湿り度、流速、溶存酸素濃度等)や構造条件(口径、肉厚、材質等)が同等と見なせる複数の検査対象箇所については、管内流れの乱れの状態も同程度と見なし、そのうち1点以上を検査対象箇所として選定する。

③ 環境条件、構造条件が、ある1つの検査対象箇所では他の部位より厳しいと判断できる場合、当該箇所を検査対象箇所として選定 (図3参照)

- ・同一プラントの異なるライン上の複数の検査対象箇所のうち、環境条件(温度、湿り度、流速、溶存酸素濃度等)、構造条件(口径、肉厚、材質等)から、ある1箇所が他より減肉条件として厳しいと判断できる場合、当該箇所を検査対象箇所として選定する。

図1 絞込み実施例1

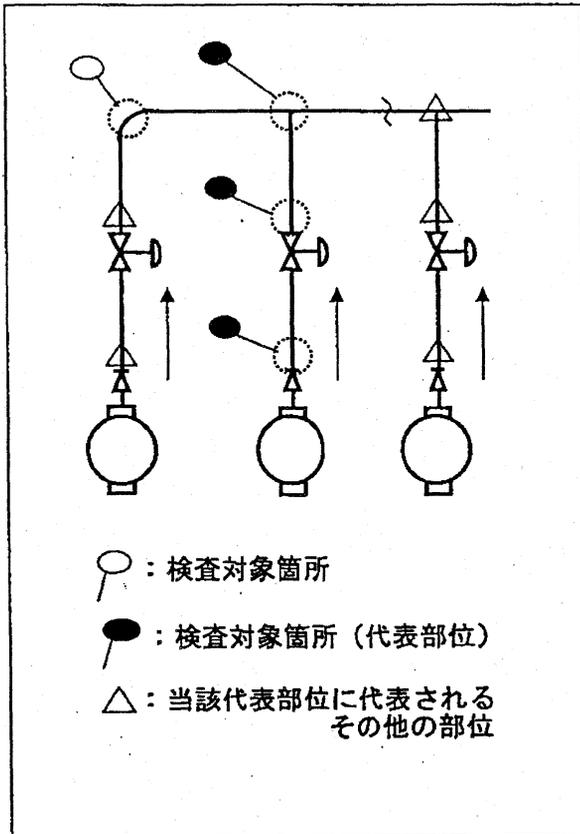


図2 絞込み実施例2

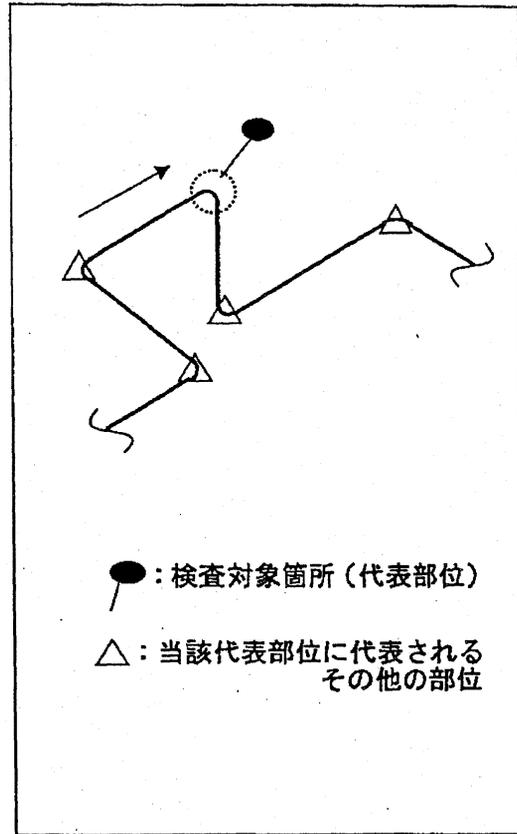
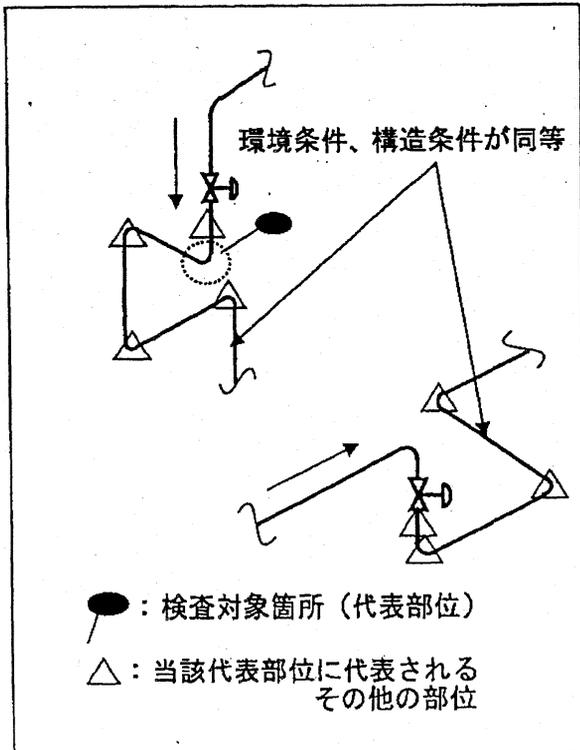
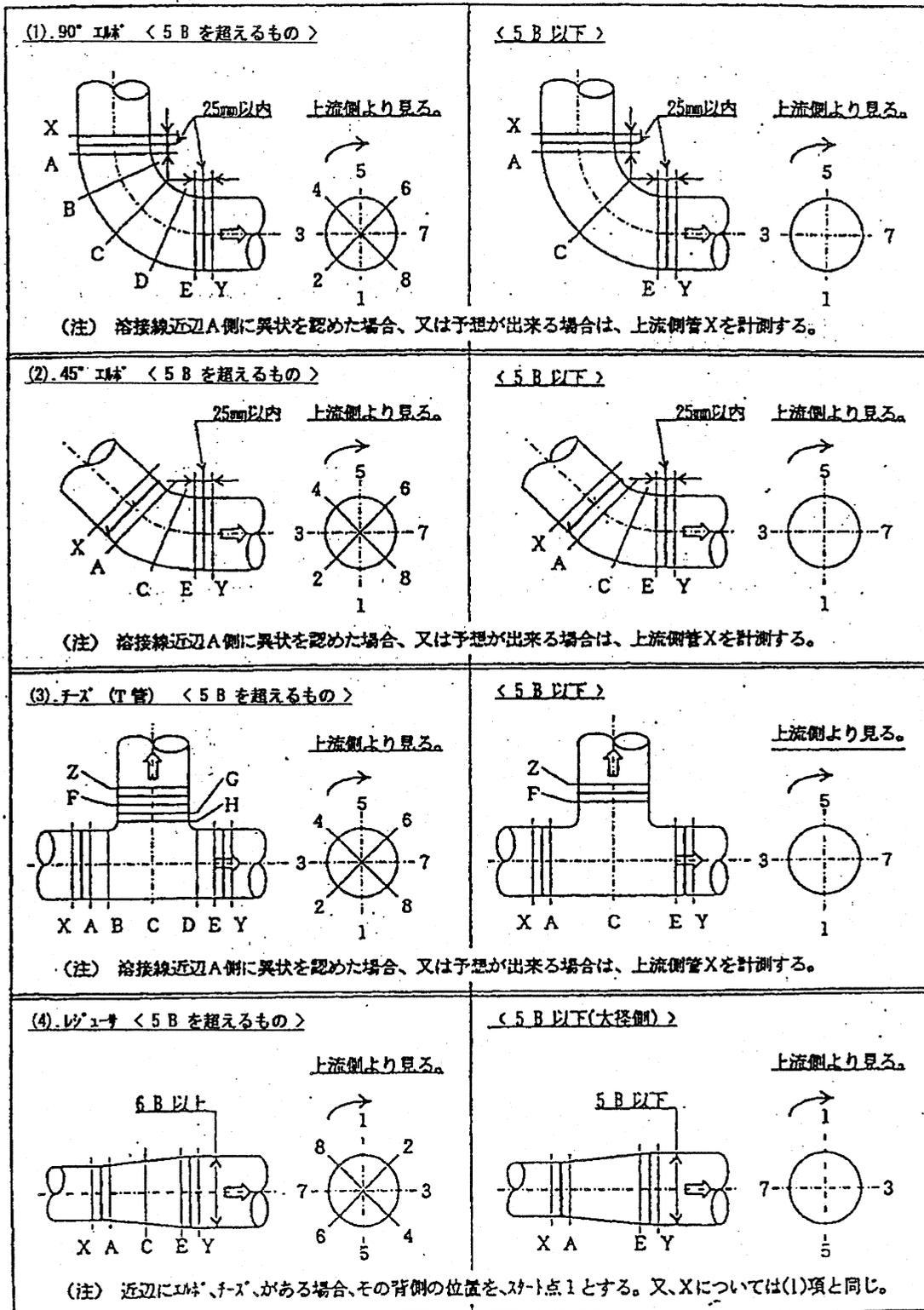


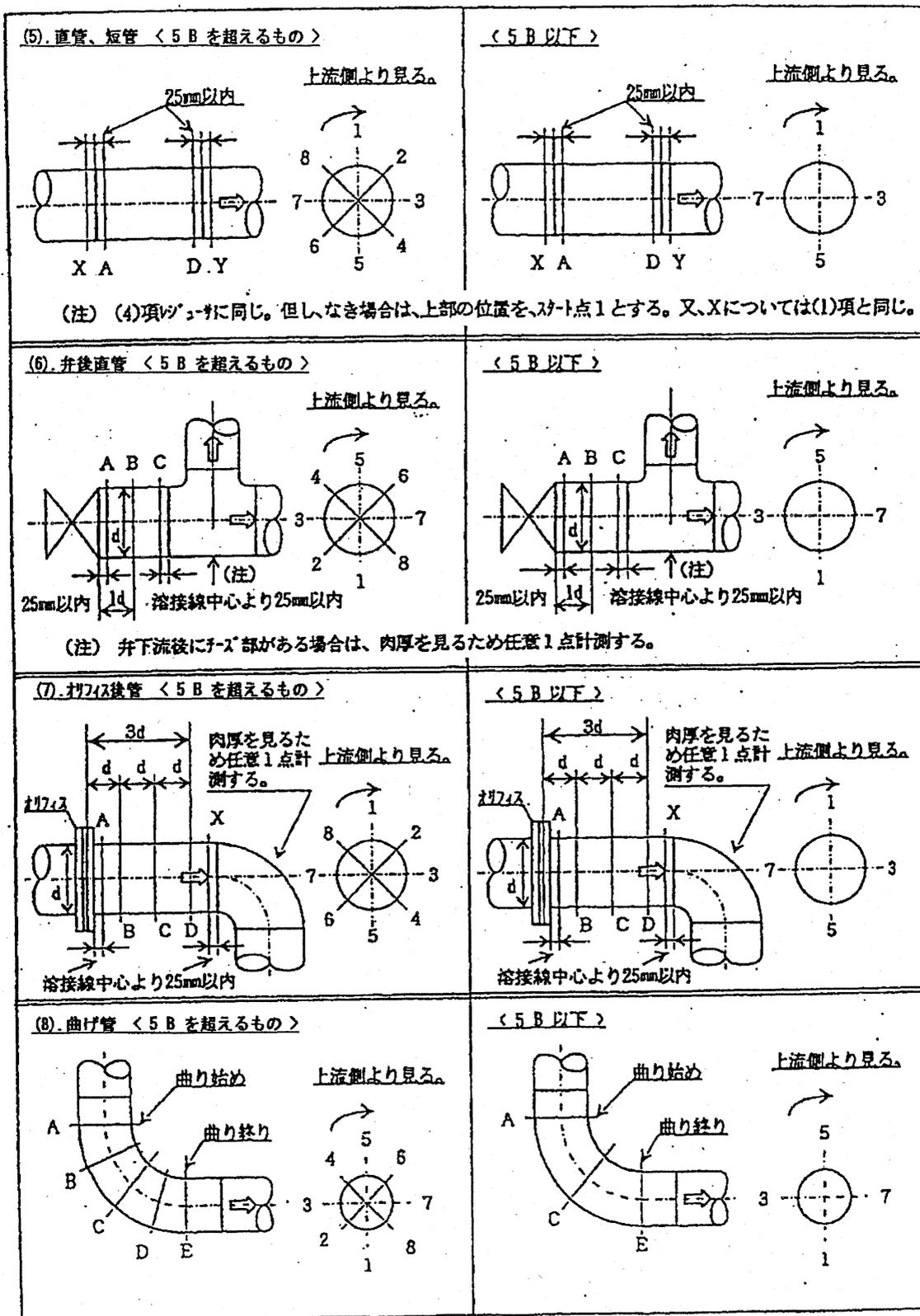
図3 絞込み実施例3



測定部位の構造に応じた測定ポイントの設定について



## 測定部位の構造に応じた測定ポイントの設定について



## 配管余寿命評価方法

配管のある測定部位の余寿命を評価する場合、当該測定部位に係る全測定ポイントにおける減肉率のうち最大のもの（最大減肉率）と当該測定部位に係る全測定ポイントにおける測定肉厚のうち最小のもの（最小測定肉厚）の組み合わせにより算出される余寿命を、当該測定部位の余寿命とすること。

### (1) 減肉率の算出方法

減肉率は、当該配管の供用開始から当該測定までの測定回数に応じて、以下のとおり算出する。

#### a. 初回測定時（公称肉厚法）

各測定ポイントごとに、公称肉厚と初回測定時の肉厚の差と運転時間から、次式に従って減肉率[mm/hr]を求める。

$$\text{減肉率 [mm/hr]} = \frac{(\text{公称肉厚} - \text{初回測定肉厚}) \text{ [mm]}}{(\text{据付時から初回測定時までの運転時間}) \text{ [hr]}}$$

なお、供用開始前に肉厚測定を行っている場合は、供用開始前の測定値を公称肉厚に代えて算出する。

#### b. 2回目測定時

各測定ポイントごとに、初回測定時と2回目測定時の測定肉厚の差と運転時間から、次式に従って減肉率[mm/hr]を求める。

$$\text{減肉率 [mm/hr]} = \frac{(\text{初回測定時の肉厚} - \text{2回目測定時の肉厚}) \text{ [mm]}}{(\text{初回測定時から2回目測定時までの運転時間}) \text{ [hr]}}$$

なお、供用開始前に肉厚測定を行っている場合は、供用開始前の測定値を含め、

#### c. 3回目以降の測定時（最小自乗法）

各測定ポイントごとに、初回から当該測定時までの、測定肉厚とそれぞれの運転時間を用いて最小自乗法（1次式）により、減肉率[mm/hr]を求める。

なお、供用開始前に肉厚測定を行っている場合は、供用開始前の測定値を含めて算出する。

### (2) 余寿命の算出方法

余寿命の算出は、各測定部位ごとに、次式に従って実施する。

$$\text{残時間[hr]} = (\text{当該測定時の最小測定肉厚} - \text{必要最小厚さ}) [\text{mm}] \\ \div (\text{最大減肉率}) [\text{mm/hr}]$$

$$\text{余寿命[年]} = \text{残時間[hr]} \div 8760 [\text{hr}]$$

なお、(1) で求めた減肉率が 0 の場合は、残時間の算出はしない。また、残時間が 100 万時間を超える場合は、余寿命の評価対象外とする。

(注1) PWRプラントにおける初回検査実施時期の設定に使用する余寿命は、以下のとおり算出する。

$$\text{残時間[hr]} \\ = (\text{管の製造上の最小厚さ} - \text{必要最小厚さ}) [\text{mm}] \div (\text{初期設定減肉率}) [\text{mm/hr}]$$

$$\text{余寿命[年]} = \text{残時間[hr]} \div 8760 [\text{hr}]$$

ここで、「管の製造上の最小厚さ」、「必要最小厚さ」は、本文2.(2)による。  
また、「初期設定減肉率」は、実績等を踏まえて、部位ごとに設定した値を用いること。  
なお、供用開始前に肉厚測定を行っている場合は、供用開始前の測定値を「管の製造上の最小厚さ」に代えて算出する。

(注2) 溶接開先部等、製造上の薄肉部が明かな場合は、当該部位の当該測定ポイント以外の妥当なポイントの測定データを用いてよい。

## 最近の配管減肉事象並びに NISA 文書「原子力発電所の配管肉厚管理に対する要求事項について」発行を受けた当社配管減肉管理指針の改訂概要

番号	NISA 文書要求	当社配管減肉管理指針（改訂前）	当社配管減肉管理指針（改訂 1）	備考
	配管減肉が発生する可能性のある偏流発生部位の内、配管の材質にかかわらず、減肉が顕著に発生すると予想される部位を、本 NISA 文書の要求を受ける検査対象箇所として選定する。	配管減肉管理フローにおいて、ランク A、B に該当する箇所は配管減肉の可能性のある環境条件下にある箇所であり、材料による減肉対策が講じられていない範囲に対し、対策材に取り替えるまで監視点検を行う。 ランク C、D に該当する箇所は設計条件や環境条件等が減肉監視点検箇所よりも緩やかである、又は減肉対策材に取り替えられているため、減肉の発生する可能性はきわめて低い箇所、又は減肉速度が遅い部位であることから、配管系全体としての健全性確保の観点から、確認する箇所を任意にサンプリングして点検を実施。	NISA 文書の要求を受ける検査対象箇所を、従来の当社配管減肉管理ランク A、B に加え、最近のトラブル事象の反映として、配管の材質にかかわらず復水器につながる二相流配管でオリフィス又は水位調整弁下流の偏流発生部位、及び炭素鋼で溶存酸素の効果が期待できない範囲の内、絞り弁及びオリフィス下流部については、減肉監視点検としての管理を行う。	
	検査対象箇所の選定として、検査対象箇所の絞込みを行っていた場合は、別紙を参考にして、再度、その妥当性を確認すること。	配管減肉監視点検対象箇所の中から点検箇所を選定するにあたっては、重点的かつ効率的な監視の観点から対象の類似性に基づいた絞込みを行う事とする。	NISA の要求している絞込みの考え方と、当社の絞込みの考え方は同じである事から、現状の運用で特に問題なく、又、絞込みの妥当性確認について別途調査した結果、特に反映すべき事象は確認されなかった。 (妥当性確認結果の詳細については添付 3 - 4 参照)	絞込みの考え方については図 1 参照
	検査対象箇所の絞込みを行う場合は、余寿命が 5 年未満となる時点において、全ての箇所の点検を行うこと。	絞込み選定箇所で減肉事象が確認された場合は、類似の対象箇所に点検範囲を拡大する。	絞込み箇所の余寿命が 5 年未満となる時点において、又は 5 年未満であると確認された場合は、当該絞込みにより管理されたこととなる箇所に対し点検を実施する。	
	過去の故障実績、トラブル経験等の運転経験、劣化・故障モード等の既存の工学的知見から著しく顕著な減肉の発生が予想される部位については絞込みを行わず全てを対象として選定する。	配管減肉管理フロー上、ランク C、D であっても、過去の不具合実績等を勘案し、社内管理としてランク A、B 相当の点検を実施する。	最近発生したトラブル事象を受け、配管の材質にかかわらず復水器につながる二相流配管でオリフィス又は水位調整弁下流の偏流発生部位、及び炭素鋼で溶存酸素の効果が期待できない範囲の内、絞り弁及びオリフィス下流部については、減肉監視点検としての管理を行う。なお、トラブル等の運転経験等、既存の知見から顕著な減肉の発生が予想される部位については絞り込み等行わず、計画的に測定を実施する。	
	測定ポイントの設定については「測定部位の構造に応じた測定ポイントの設定について」に従い行うこと。	測定位置及び測定範囲については、減肉傾向を把握する観点から各配管に対し従来から実施している測定ピッチで行うこととする。	通常測定として軸方向に関しては、現状の測定ポイントに加え、オリフィス下流側は 1 D、2 D、3 D の部位が、弁下流側は 1 D の部位が存在する場合は、その断面について測定を行う。	
	判定基準厚さを下回る測定ポイントが発見された場合は、判定基準厚さを下回る測定ポイントを中心として格子状に詳細なピッチ（約 20 mm を目安）で測定ポイントを設定し、判定基準厚さを下回る範囲が把握できるよう測定を行うこと。 判定基準厚さ = 必要最小厚さ + (製造上の最小厚さ - 必要最小厚さ) × 2 / 3	通常の測定ピッチにて著しい減肉が確認された場合（目安値：測定結果が製作公差の下限値と必要板厚の中心値以下）は、当該部位を中心に詳細なピッチ（目安値：20mm 以下）で再度測定を行い、配管減肉状態を把握する。	判定基準厚さを下回る測定ポイントが発見された場合は、判定基準厚さを下回る測定ポイントを中心として格子状に詳細なピッチ（約 20 mm を目安）で測定ポイントを設定して、判定基準厚さを下回る範囲が確認できるよう測定を行う。 判定基準厚さ = 必要最小厚さ + (製造上の最小厚さ - 必要最小厚さ) × 2 / 3	判定基準厚さの考え方については図 2 参照
	算出された余寿命が 5 年を下回る場合、「余寿命に応じて講じるべき措置」に従うこと。 余寿命 5 年未満が確認されれば取替え計画を策定 余寿命 1 3 ヶ月以上 2 年未満は次回定期検査取替え 1 3 ヶ月未満は当該定期検査で取替え	余寿命評価をした結果、余寿命が 3 年以下となっている場合、配管取替計画を立案する。 配管肉厚は、「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」「発電用火力設備に関する技術基準を定める省令」に規定された必要最小厚さを満足するよう、管理する。	・余寿命 5 年未満が確認されれば取替え計画を策定 ・余寿命 2 年以上 5 年未満は配管取替え計画の策定及び取替実施までの間における定期事業者検査ごとに測定の実施 ・余寿命 2 年未満はプラント運転中に余寿命が割り込む事がないよう取替えを実施	

Q 4

配管肉厚管理について、データベース化の進捗状況を明らかにされたい。また、データベースによる点検箇所の検証はどのように進めるのか明らかにされたい。

(回答)

当社の配管減肉管理については、配管内の流体の環境及び配管材質によってランク付けを行い、そのランクに応じた管理を実施しています。現在の配管減肉管理フローを添付資料に示します。このフローに基づき、点検範囲の選定を行い、基本的な点検周期を踏まえて、点検計画を策定します。

従来は、帳票ベースで点検計画を策定していました。しかし、肉厚管理対象箇所は当該の1号機で2,294箇所と多数であり、1箇所に対する測定データも膨大であることから、データベース化を図ってきており、福島第一においては全てのデータ入力を完了しています。

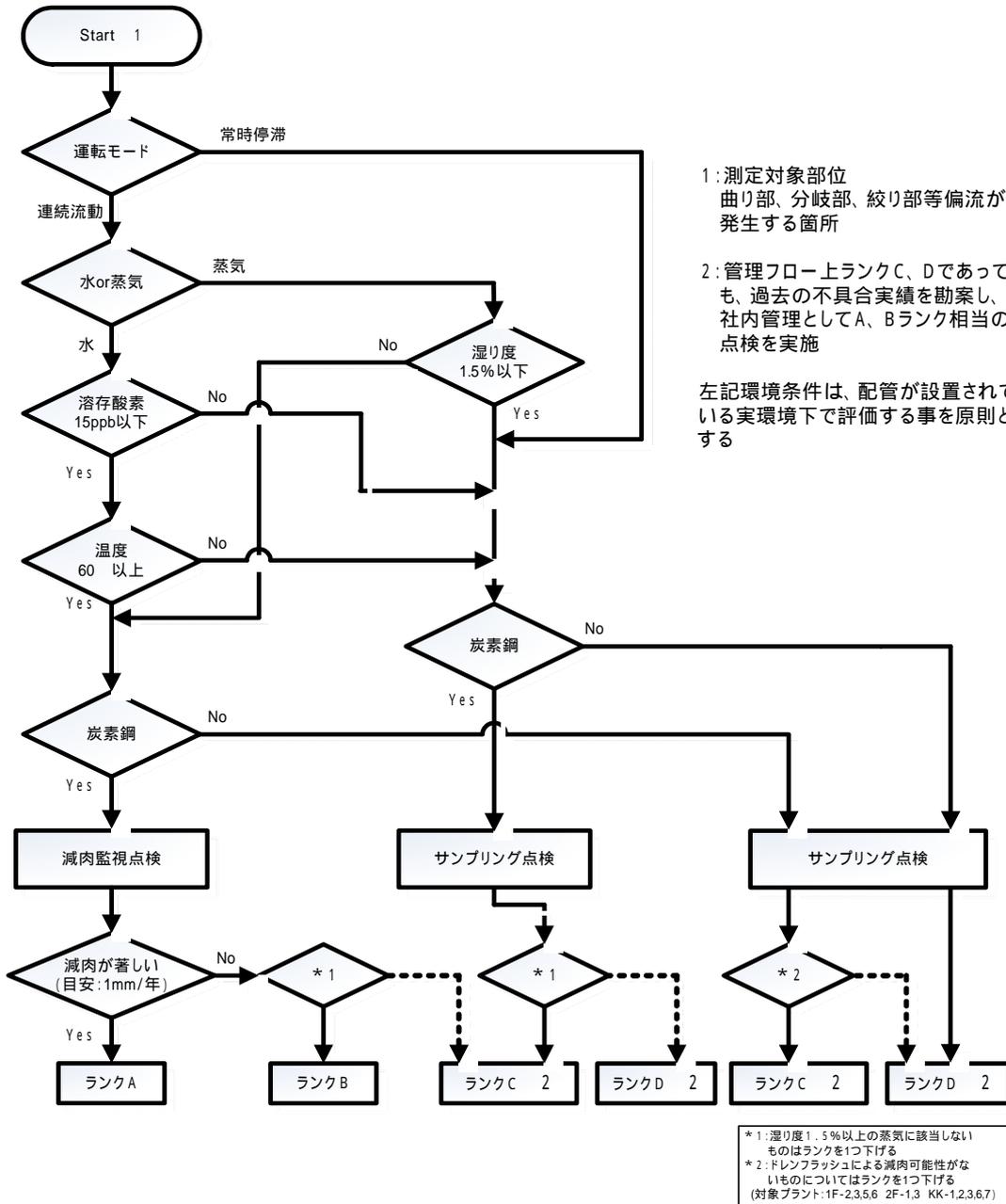
その後、本年2月18日付けでNISA文書「原子力発電所の配管減肉管理に対する要求事項について」が発行されたことから、本年4月に当社の配管減肉管理指針を改定しました。現在、データベースにおいて算出された余寿命や策定された点検計画の見直しを実施しているところであり、本年7月を目途に完了する予定です。

データベースについては、肉厚測定データ、配管構造、流体条件、運転状態、取替実績、算出された減肉率・余寿命等が網羅されています。

今後、当社は、このデータベースを用いて点検・取替計画を策定するとともに、実際に点検した結果により点検・取替時期やランクの見直しを行い、その後の点検・取替計画に反映していきます。なお、点検の結果やトラブル等により新しい知見が得られた場合には、適宜、当社の配管減肉管理指針の見直しを実施します。

さらに、このデータベースは当社・全発電所共通であることから、他号機・他発電所における肉厚測定結果を水平展開することも容易となり、配管減肉管理の信頼性向上に資するものと考えています。

添付資料4 - 1：配管減肉管理フロー



点検ランク	ランクの考え方	点検範囲の選定	基本的な 点検時期
ランクA	早急な対策が望ましい配管	各系統の中で減肉が厳しいと判断される箇所(流体の乱れが発生するオリフィス下流部、絞り弁下流部、ティーズ等)を選定	<ul style="list-style-type: none"> <li>配管供用開始後5年程度内に初回測定を行う</li> <li>不具合等によりランクの見直しがされ、対象箇所が追加となった場合は当該事象の重要性を考慮し、初回測定の時期を設定する</li> <li>測定結果から得られた、余寿命に応じた時期に次回測定時期を設定する</li> </ul>
ランクB	減肉速度がランクAと比較して緩やかであるが、顕著に減肉が進行する可能性があることから、重点的な点検を行うため監視点検を行う配管		
ランクC	配管の使用環境より配管減肉の可能性が低いと判断される配管	構造健全性確認の観点から、オリフィス下流部、絞り弁下流部、ティーズ等から任意にサンプリング	<ul style="list-style-type: none"> <li>現在までの点検実績を勘案し、計画的に初回点検を実施する</li> <li>測定結果から得られた、余寿命に応じた時期に次回測定時期を設定する</li> </ul>
ランクD	ランクCの中で対策材を使用すること等により、配管減肉の可能性が更に低いと判断される配管		

配管減肉管理フロー

Q 5

福島第一原子力発電所 1号における配管肉厚管理については、これまでの点検実績部位数等の回答をいただいたところであるが、管理対象部位のうち今後の点検予定箇所数とその選定の考え方を明らかにされたい。

(回答)

1号機における配管減肉管理については、現在、N I S A文書「原子力発電所の配管減肉管理に対する要求事項について(平成 17年 2月 18日付)」に基づいて改訂された当社配管減肉管理指針に従って、7月末を目途に中期的(10年)な検査計画を見直し中です。見直しに当たっては以下を考慮しています。

1. 「配管供用開始後 5 年程度以内に初回測定を行う」に基づき、該当する箇所を優先的に選定する。
2. 「2 回目以降の検査実施時期の設定については、・・・余寿命が 5 年となる時期又は、余寿命の 1 / 2 が経過する時期のいずれか早い時期を次回測定時期として設定する」に基づき、該当する箇所を優先的に選定する。
3. 「測定した結果から、必要に応じランクの見直しを行う」に基づき、各発電所の代表プラントの追加点検の結果を踏まえ、管理ランクの見直しの検討する。
4. 「最近発生したトラブル事象を受け、配管の材質にかかわらず復水器に繋がる二相流配管でオリフィス又は水位調整弁下流の偏流発生部位及び炭素鋼で溶存酸素の効果が期待できない範囲の内、絞り弁及びオリフィス下流については減肉管理を行う」に基づき、最近のトラブルである復水器に繋がる二相流配管の点検については、放射線を利用した写真撮影の技術を用いて実施する。

Q 6

原子力安全・保安院がとりまとめた美浜発電所 3 号機二次系配管破損事故最終報告書によると、当該事故発生時にタービン動補助給水ライン補助流量制御弁の一時的な動作不具合が発生し、その原因は当該弁のパネ力が弱かったという設計ミスであり、原子炉の安全確保上重要な機器については動作が期待されているいかなる状態においても、機能が維持されるよう設計する必要があると指摘しているが、福島第一原子力発電所 1 号機等において類似の機能を有する弁について、対策を講じる必要性はないか明らかにされたい。

( 回答 )

**【美浜 3 号機の事象の概要】**

美浜 3 号機二次系配管破損事故時に、蒸気発生器水位低下に伴いタービン動補助給水ポンプが自動起動しました。その際、水位回復後に流量制御弁を閉止し、ポンプを停止した後、待機状態を復旧するため当該弁を開操作したところ、3 台ある補助給水流量制御弁 ( A ) ( B ) ( C ) の内、2 台 ( A ) ( C ) が開動作しませんでした。

本事象の主な原因は、当該弁がポンプ停止直前に閉止され、ポンプの吐出圧力が弁出口側に閉じこめられ、この閉じこめられた圧力 ( 背圧 ) が弁開放力を上回っていたことにより、正常に開動作しなかったものと推測されています。( 添付資料 6 - 1 )

**【当社設備について】**

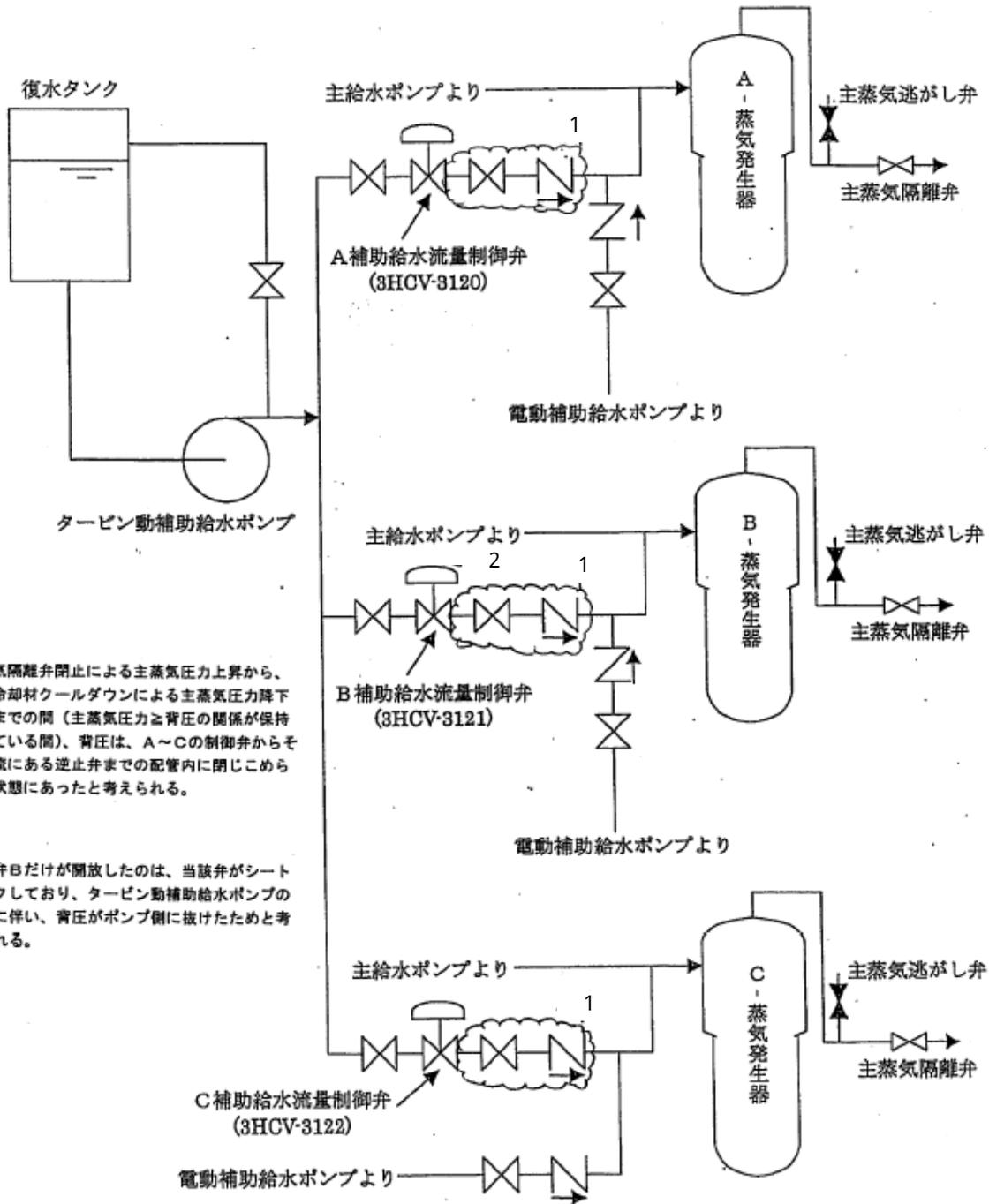
今回不具合が発生した PWR のタービン動補助給水系は、通常給水系が使用できないとき ( 給水喪失、二次系配管破断事故等 ) に蒸気発生器の二次系側に水を補給する PWR に特有の系統であり、BWR プラントにはこれに該当する設備はありません。

原子炉の安全確保上重要な機器で、当該弁と類似の機能を有する弁としては、BWR の場合非常用炉心冷却系の注入弁が考えられます。美浜 3 号機での当該弁の構造が玉型弁であり、一方、非常用炉心冷却系注入弁の構造はゲート弁となっているため、シート部の構造が異なります。したがってこの構造の違いから、背圧により弁が動作しない事象が発生する可能性は無いと考えています。( 添付資料 6 - 2 )

添付資料 6 - 1 : タービン動補助給水系統概要図

添付資料 6 - 2 : 弁シート部の構造による逆圧に対する影響評価

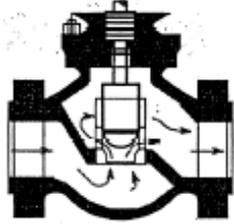
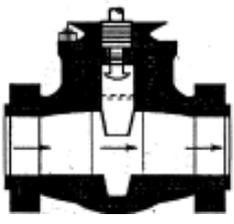
タービン動補助給水系統概要図



※1  
主蒸気隔離弁閉止による主蒸気圧力上昇から、一次冷却材クールダウンによる主蒸気圧力降下途中までの間（主蒸気圧力 $\geq$ 背圧の関係が保持されている間）、背圧は、A～Cの制御弁からその下流にある逆止弁までの配管内に閉じこめられた状態にあったと考えられる。

※2  
制御弁Bだけが開放したのは、当該弁がシートリークしており、タービン動補助給水ポンプの停止に伴い、背圧がポンプ側に抜けたためと考えられる。

弁シート部の構造による逆圧に対する影響評価

名称	玉型弁	ゲート弁
シート部の構造		
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本体の外形が一部玉型になっている</li> <li>・流れから推力を受けるため、大きな操作力が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・管路に対し直角に弁体が移動し、完全閉止用に適している</li> </ul>
逆圧による影響	<p style="text-align: center;"><b>影響あり</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・順圧の場合は弁棒を押上げる方向に、逆圧の場合は弁棒を押下げる方向に荷重が作用し、弁開閉操作に対する違いが生じる。よって逆圧による影響を受ける。</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>影響なし</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・流路に垂直な中心断面に対して構造が左右対称のため、弁開閉操作に対して、順圧と逆圧の影響は同等。また、弁の設計は順圧に対する設計を基本的な設計条件としている。この為、順圧と同等の影響の逆圧が問題となることはない。</li> </ul>

Q7

原子力安全・保安院がとりまとめた美浜発電所3号機二次系配管破損事故最終報告書によると、当該事故発生時に中央制御室制御盤内に蒸気の浸入が認められたとあるが、福島第一原子力発電所1号機等における類似事象の再発防止の対策はどのように進めているのか明らかにされたい

(回答)

平成16年8月9日に発生した関西電力株式会社美浜発電所3号機の二次系配管破断事故発生時に、中央制御室制御盤内に蒸気が浸入したことが明らかにされたが、関西電力株式会社は、ケーブルトレイ及び電線管の壁貫通部等のシール施工に不適切な箇所(隙間)があったことから、その箇所から配管破断により放出された蒸気が、中央制御室内に浸入したものと推定しております。

なお、蒸気浸入によるスイッチ操作時の機器の不動作及び計器類への影響(誤動作等)はなかったと報告されています。

この事象に鑑み、原子力安全・保安院文書「中央制御室への蒸気浸入に係る対応について」(平成17年4月4日付)により、「中央制御室及びケーブル処理室につながるケーブルトレイ及び電線管の壁貫通部等のシール施工が確実になされているか調査し報告すること」及び「調査の結果、シール施工に不適切な箇所が認められた場合には、その対策について、報告すること」との指示を受けています。

福島第一原子力発電所1号機については、調査・補修方法について検討し4月末から現場調査を行い必要な箇所に対して補修を行なっているところであり、本停止期間中には、調査・補修を完了する予定です。この結果については、作業終了後、報告書として取りまとめ次第、原子力安全・保安院へ報告する予定です。

なお、その他の号機については、中央制御室のケーブルは、各種制御に係るものがあり、調査・補修により運転に影響を与える可能性も否定できないため、各号機至近定検時に調査・補修を行なう計画としています。

添付資料7-1:「中央制御室への蒸気浸入に係る対応について」(NISA-134b-05-3)

添付資料7-2:1号機 中央制御室及びケーブル処理室位置関係図

# 経済産業省

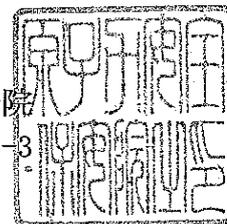
平成17・03・31原院第3号

平成17年4月4日

## 中央制御室への蒸気浸入に係る対応について

経済産業省原子力安全・保安院

NISA-134b-05-3



平成16年8月9日に発生した関西電力株式会社（以下「関西電力㈱」という。）美浜発電所3号機の二次系配管破損事故に関し、平成17年3月1日付けで関西電力㈱から提出された報告書「美浜発電所3号機二次系配管破損事故について」によれば、今回の事故において、中央制御室制御盤内に蒸気の浸入が認められた。

中央制御室は、事故時にも運転員がとどまり事故対策のための操作を行う場所であり、不要な外気が浸入しないよう換気設計がなされる必要がある。関西電力㈱は、今回の蒸気の浸入は、ケーブルトレイ及び電線管の壁貫通部等のシール施工に不適切な箇所があったため発生したとしている。このような不適切な箇所は、中央制御室の居住性に大きな影響を与え得るものである。

このため、原子力安全・保安院（以下「当院」という。）は、発電用の原子炉施設を有する事業者及び再処理事業者に対し下記のとおり対応を求める。

### 記

今回の中央制御室への蒸気浸入は、ケーブルトレイ及び電線管の壁貫通部等のシール施工に不適切な箇所があったことによるものである。このため、中央制御室及びケーブル処理室につながるケーブルトレイ及び電線管の壁貫通部等のシール施工が確実になされているか調査し、その結果について速やかに当院に報告すること。

また、調査の結果、シール施工に不適切な箇所が認められた場合には、その対策について、速やかに当院に報告すること。

# 1号機 中央制御室及びケーブル処理室位置関係図

図 - 1 1階平面図

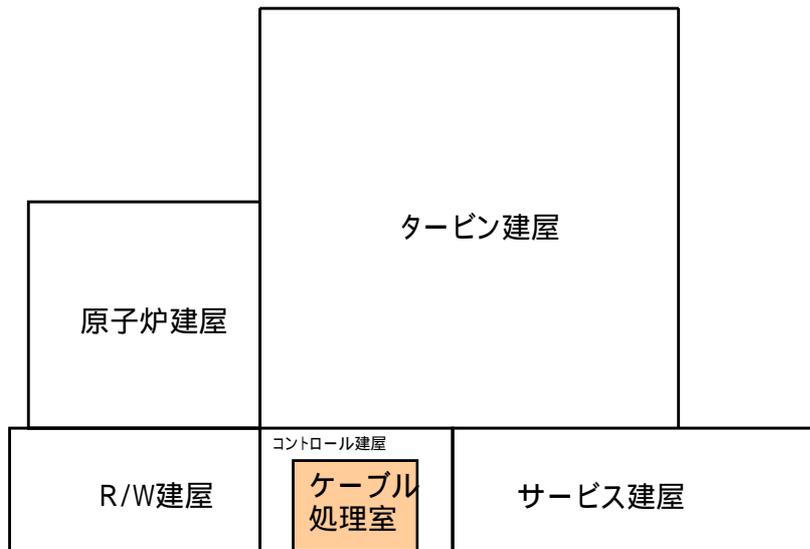


図 - 2 2階平面図

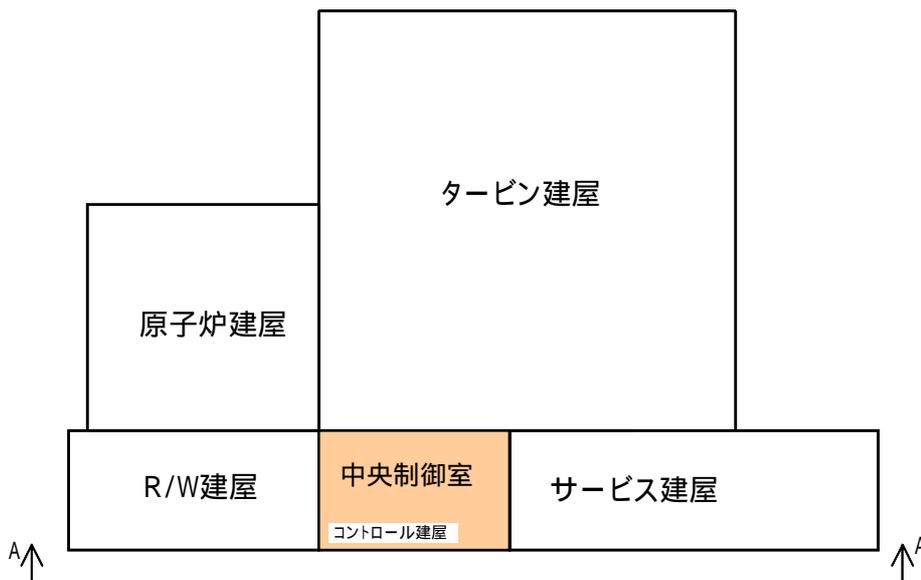
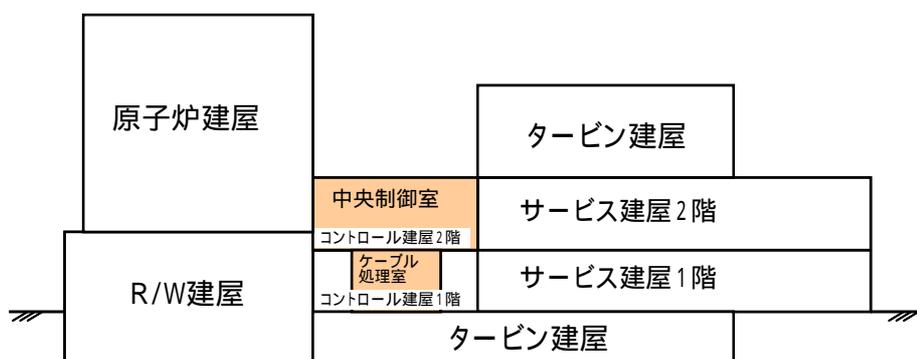


図 - 3 建屋断面図 (A - A矢視)



Q 8

原子力安全・保安院が取り纏めた美浜発電所 3 号機二次系配管破損事故最終報告書によると、「各事業者は、ここで明らかにされた課題と対応策を自社の保守管理・品質保証活動にも反映させることが重要」とされているが、福島第一原子力発電所においてはどのように取り組んでいくこととしているのか。

(回答)

当該報告書にて原子力安全・保安院は、規制当局の取り組むべき課題として「事業者の品質保証活動が客観的に評価されているか否かを適切にフォローアップし、それを事業者が社会に公開していくよう指導する」ことを挙げております。さらに、「高経年化対策の中で配管減肉管理対策を適切に位置付け、必要な管理方針を策定し、実施していくこと」および「放射線障害の防止だけでなく労働災害の防止をマネジメントシステムに位置付けて、適切な管理・運営を行っていくこと」を事業者に対する直接的な課題として指摘しております。

当社では品質・安全確保および立地地域の信頼確保を目的に、平成 14 年 8 月の当社原子力発電所における点検・補修作業に係る不祥事以降の再発防止対策などに全社的に取り組んできましたが、これらの課題を関西電力美浜発電所 3 号機の事故から得られた教訓として真摯に受け止め、積極的な取り組みを継続していきます。各課題に対する当社の具体的な対応状況を次表に示します。

表 原子力安全・保安院により明らかにされた課題に対する当社取り組み

課題の内容	当社の対応状況
<p>事業者における効果的な品質保証体制の構築の確認</p>	<p>事業者が、的確な品質保証体制を構築し、それを規定通りに運用し、更に、その実施状況を開かれた仕組みにおいて、客観的に評価されているか否かを、適切にフォローアップするとともに、それを事業者が社会に公開していくよう指導する。</p> <p>原子力部門から独立し、内部監査を実施する原子力品質監査部<sup>(1)</sup>および各発電所品質監査部<sup>(2)</sup>(発電所駐在)を設置し、実効的・効率的監査に取り組んでいる。</p> <p>また、社外有識者からなる原子力安全・品質保証会議を設置<sup>(3)</sup>し、原子力安全と品質保証に関する取り組みについて総合的に審議しており、その議事内容等は当社ホームページ上で公開している。</p> <p>1：平成14年10月設置 2：平成14年11月設置 3：平成14年12月 第1回会議 以降 平成17年4月までに10回開催</p>
<p>原子力発電所の高経年化に対する対応</p>	<p>事業者には原子炉ごとの高経年化対策の中で配管減肉管理対策を適切に位置付け、必要な管理方針を策定し、それを実施することが求められる。</p> <p>現状、高経年化対策として法に基づく技術評価(公表)長期保全計画及びこれに基づく保全を実施しているが、これらに加え平成16年12月に原子力安全・保安院に設置された「高経年化対策検討委員会」の動向を踏まえ、高経年化対策に係る保守管理・保全活動の具体的な充実を図っていく。配管減肉管理については、既に管理プロセスの改善等に取り組んでおり、社内の管理指針を平成16年11月に策定(平成17年4月改訂)した。</p>

課題の内容	当社の対応状況
<p>労働安全に関する取り組み</p>	<p>(保安院)</p> <p>事業者は、原子力発電所における放射線障害の防止だけでなく労働災害の防止についても事業者のマネジメントシステムに明確に位置づけ、あらゆる事態を踏まえ、適切な管理、運営を行っていくことが重要である</p> <p>(厚生労働省)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「職場の危険箇所の特定・評価及びそれに基づく対策の徹底」及び「設備の適切な維持管理」の確保</li> <li>・事業所内における施設安全担当者と労働安全担当者の相互連携の確保</li> <li>・美浜発電所における総括安全衛生管理者を中心とする適切な安全管理活動の実施</li> <li>・同発電所における下請け会社を含めた全体的な緊急避難訓練等の徹底</li> </ul> <p>当社原子力発電所では、従来より総括安全衛生管理者である所長と、労働安全を担当する安全管理者を中心に作業者の安全確保に取り組んできている。</p> <p>具体的には、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 所長による安全推進のメッセージ表明</li> <li>・ 所長を議長とする「安全衛生会議」</li> <li>・ 所長、安全管理者、保全部GM、協力企業等が参加する「安全推進協議会活動」</li> </ul> <p>などの活動を実施している。</p> <p>現在は、美浜の事故を踏まえ、災害事例や職場の危険箇所を考慮して安全活動の計画、実施を行い、実施後に取り組み状況をチェックし、改善していく仕組みの充実や、安全管理者等に対する教育の充実、これらについて定めたマニュアル類の整備などに取り組んでいる。</p> <p>「職場の危険箇所の特定・評価及びそれに基づく対策の徹底」及び「設備の適切な維持管理」の確保に係わる活動として、具体的に以下の活動により現場や作業の危険を特定し、必要な対策を実施している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 安全管理者が行う現場パトロール</li> <li>・ 安全推進協議会の現場パトロール</li> <li>・ 新たな設備、工法、特別な危険を伴う作業を実施する際などに行う「安全事前評価」</li> </ul> <p>また、美浜の事故を踏まえ、運転中に作業者が立ち入る場所に設置されている高温配管のリスクについて、必要な対策を検討するために2号機を代表プラントとして調査しており、この結果を展開していく予定である。</p> <p>事業所内における施設安全担当者と労働安全担当者の双方が以下の会議体に参加し、相互連携を確保している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 保全部が運営する「安全管理者連絡会議」</li> <li>・ 建物管理等を行っている建築グループが運営する「建築グループ品質安全会議」</li> <li>・ 定検時に元請け企業が中心となって設置する「定検プラント災害防止協議会」</li> <li>・ 新たな設備、工法、特別な危険を伴う作業を実施する際などに行う「安全事前評価」</li> </ul> <p>今後は、施設の安全と作業の安全を統括する職位を設置し、更に連携を深めていく予定である。</p>

課題の内容	当社の対応状況
	<p>当社および協力企業の社員のうち、福島第一原子力発電所に初めて入所する社員、再び入所する社員については、緊急時における避難場所を記載したカードを各人に配布し、緊急時における注意事項について教育を実施している。</p> <p>また、発電所内で原子力災害が発生したことを想定して、毎年1回、原子力防災訓練時に協力企業を含めた全体的な緊急時避難訓練を実施している。具体的には、原子力災害が発生したプラント内から事務所建屋への屋内待避訓練、事務所建屋からオフサイトセンターが指定した避難場所への輸送訓練に、当社社員および協力企業の社員が参加している。</p> <p>更に、当所では傷病者発生時に医師等に引き渡すまでの間、的確な応急措置を行うため、従来より所員に救急法の研修を実施している。</p> <p>今後も、プラント内で発生する災害を想定して、確実に避難等ができるよう継続して訓練を実施していく。</p>

Q9．非常用炉心冷却系ストレーナの閉塞問題について、柏崎刈羽4、6号機の当該評価結果等を踏まえ、福島第一原子力発電所1号機等における調査及び評価の対応状況について明らかにされたい。

(回答)

当社は命令が発出された平成16年6月以降、定検に入ったプラントから順次原子炉格納容器内保温材の調査と、米国基準 Regulatory Guide 1.82 Rev.3 (以下、R.G.1.82) に従ったストレーナ有効性評価を実施するとともに、運用管理面での対策の立案・実施を行ってきました。平成17年4月22日には、柏崎刈羽4号機及び6号機に関する評価結果がまとまり、次の内容を国に報告しています。

- a. 4号機及び6号機の保温材調査結果
- b. R.G.1.82 に基づき、米国の電力会社グループが採用している評価方法によれば、4号機はストレーナ目詰まりは発生しない。6号機はストレーナの目詰まりが発生する可能性を必ずしも否定できない結果となったが、より詳細な評価方法による評価の結果、ストレーナの目詰まりは発生しない。
- c. 当社全プラントについて以下の運用管理面の対策を実施
  - ・ 運転員への海外事例周知(事例検討会の実施)
  - ・ ストレーナの目詰まりに対応する操作手順の確立、手順書の整備(ECCSポンプの一時的な停止・再起動、水源切替等を追加)
  - ・ 運転員へのシミュレータ等による訓練
  - ・ 中央制御室へのECCSポンプ吸込圧力監視設備設置(ストレーナ目詰まりの早期検知)

当社はMETI報告徴収命令が発出されて以降(H16年6月以降)定期検査入りするプラントについて順次保温材調査及びストレーナ有効性評価を実施しており、1号機については次回定検にて保温材調査、ストレーナ有効性評価を実施する予定でしたが、今停止期間中に繊維質保温材を全て撤去し、併せて保温材の調査を行うことができたことから、現在R.G.1.82に従ったストレーナ有効性評価を実施中です。

	保温材調査及びストレーナ有効性評価	ストレーナ大型化
1号機	第23回定期検査(H17年度)	第24回定期検査(H17年度)
2号機	第21回定期検査(H17年度)	第22回定期検査(H18年度)
3号機	第20回定期検査(H16年度)	第21回定期検査(H18年度)
4号機	第20回定期検査(H17年度)	第21回定期検査(H18年度)
5号機	第20回定期検査(H17年度)	第21回定期検査(H18年度)
6号機	第19回定期検査(H17年度)	第20回定期検査(H19年度)

現状の運転計画に基づく年度

- 添付資料 9 - 1 : 非常用炉心冷却系統(ECCS)ストレーナに関する報告について
- 添付資料 9 - 2 : 非常用炉心冷却系統ストレーナ閉塞事象に関する報告徴収について
- 添付資料 9 - 3 : 非常用炉心冷却系統ストレーナ閉塞事象に係る暫定対策の実施について

## 1. 経緯

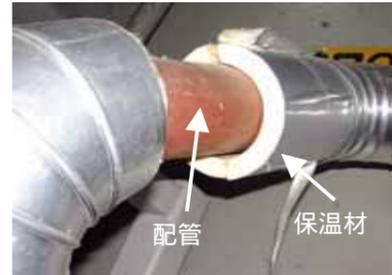
配管破断による原子炉冷却材喪失事故(LOCA) <sup>1</sup>ではないが、海外で非常用炉心冷却系統(ECCS)ストレーナ <sup>2</sup>が目詰まりを起こす事例が発生

- バーセベック発電所(スウェーデン): 格納容器内の安全弁の誤開放に伴い吹き出した蒸気により、安全弁周りの繊維質保温材が破損してサブレーションプール(S/P)に流入し、格納容器スプレイポンプのストレーナが目詰まり(1992年)
- 米国においても類似の事例が発生(1992~1995年)

このような事象そのものは、当社では発生しないと考えられる

- 逃し安全弁からの蒸気は格納容器内でなく S/P の水中に吹き出す構造
- S/P 内の異物発生防止のため、格納容器内の管理(物品持込・持出管理、清掃、点検等)を実施

但し、LOCA 発生時に破断した配管から吹き出した蒸気等で破損し S/P に落下した保温材が、ストレーナが目詰まりする要因となり、ECCS ポンプによる炉心への注水に影響を与える可能性があるため、LOCA時にストレーナが目詰まりする可能性を評価



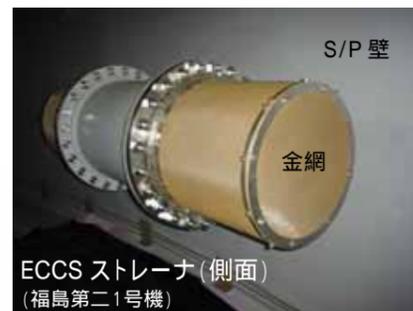
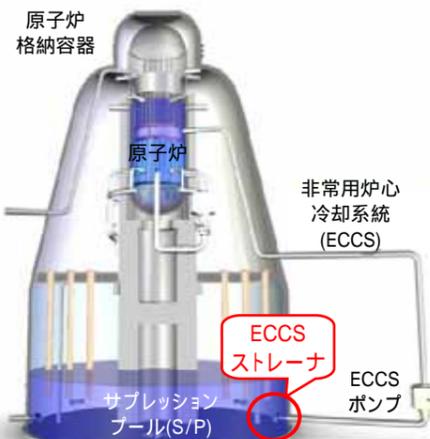
格納容器内の配管と保温材(例)

### 1) 原子炉冷却材喪失事故(LOCA)

原子炉につながっている配管の破断等により原子炉内の冷却材(炉水)が流出する事象。仮に発生した場合には、ECCS ポンプで原子炉へ注水することにより炉心を冷却し、燃料の過熱による破損を防止する。

### 2) 非常用炉心冷却系統(ECCS)ストレーナ

LOCA 時に原子炉に注水するため、非常用炉心冷却系統(ECCS)ポンプが設置されているが、水源であるサブレーションプール(S/P)に異物があった場合にポンプに吸い込まれてポンプ等に悪影響を与えるのを防止するため、S/P 内の配管入口に設置されている金網



## 2. 原子力安全・保安院からの指示

当社 S/P 異物問題に関連して、ECCS ストレーナに関し国内 BWR 電力に以下を指示(H16.6.25)

- ・保温材等の実態調査(ストレーナ評価に必要な、原子炉格納容器内保温材の種類・量等の詳細)
- ・ECCS ストレーナの評価(米国規制指針(Regulatory Guide (RG) 1.82)による評価結果)
- ・運用管理面の対策立案(ストレーナが目詰まり防止・緩和に有効な対策の内容と実施時期)

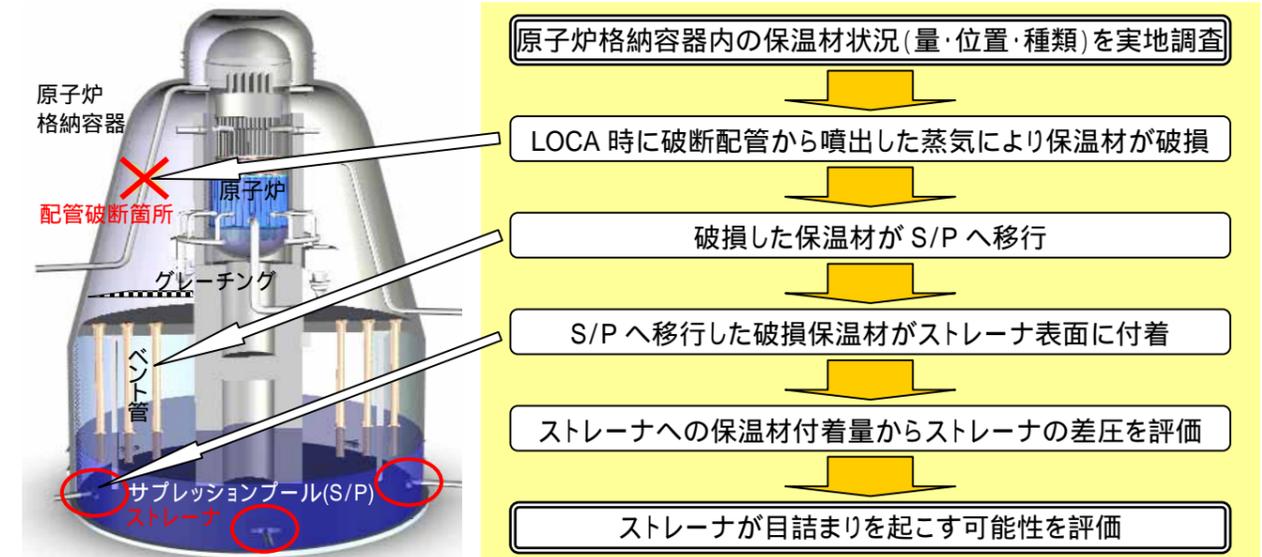
⇒ 保温材の調査は停止中しか行えず、また長期間を要することから、平成16年6月以降定期検査に入ったプラントから、保温材の種類・量等の調査、及びストレーナの評価を行うこととしている

今般、柏崎刈羽4号機・6号機の調査・評価結果等がまとまったため、報告を実施

## 3. ECCS ストレーナの評価

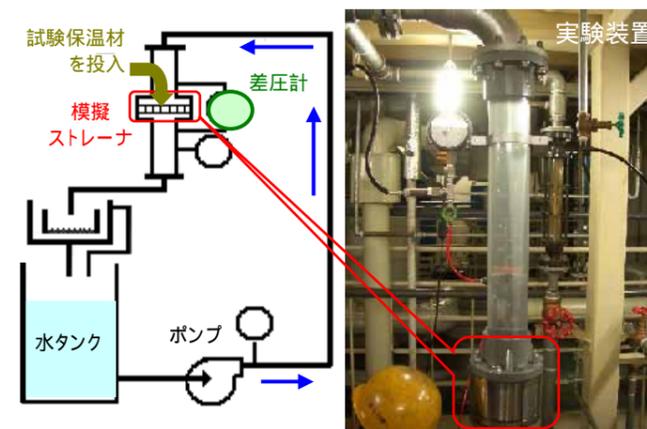
### (1) 評価の考え方

以下の考え方でストレーナが目詰まりを起こす可能性を評価

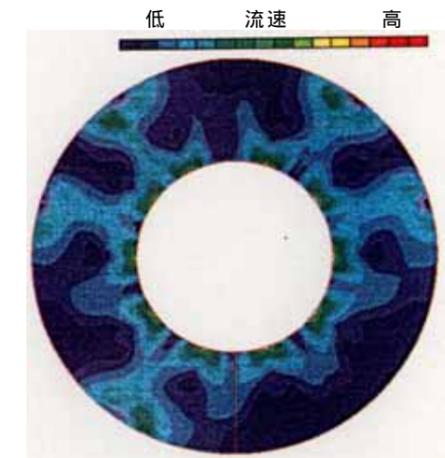


### ECCS ストレーナの評価を行うための方法の検討

- 米国電力が採用している評価方法(ストレーナへの保温材付着量の評価)の国内プラントに対する適用性を調査・検討
- 国内保温材を用いた圧損試験により、米国原子力規制委員会(NRC)による圧損評価式の国内への適用性を確認
  - ・圧損評価式: ストレーナ表面に付着した保温材の量から圧損(ストレーナ差圧)を評価
  - ・保温材の量・種類等による圧損特性データを採取(下図 a 参照)
- より詳細な評価を行うための解析・評価を実施
  - ・保温材の破損範囲をより詳細に評価(配管破断に伴い配管が振れ回る量を評価)
  - ・保温材が S/P 底部に沈む効果を考慮し、ストレーナに付着する保温材の割合を評価(S/P 内の水流及び保温材の動きを三次元流動解析によりシミュレーション)(下図 b 参照) 等



国内保温材を用いた圧損試験(a)  
(保温材の量・種類による圧損特性を測定)



三次元流動解析による S/P 内の  
流速分布評価(柏崎刈羽6号機の例)(b)

(2) 評価結果

米国規制指針 RG1.82 に基づく評価結果

【柏崎刈羽4号機】米国電力が採用している評価方法でも、ストレーナの目詰まりは発生しない。

(目詰まりを起こしやすい繊維質保温材の割合: 0%)

【柏崎刈羽6号機】米国電力が採用している評価方法によれば、ストレーナの目詰まりが発生する可能性を必ずしも否定できない。しかし、プラントの構造や最新の知見を考慮したより詳細な評価方法によれば、ストレーナの目詰まりは発生しない。

(目詰まりを起こしやすい繊維質保温材の割合: 約2%)

(米国規制指針 RG1.82 に基づく評価方法には、評価する際の諸条件に応じて幅があり、柏崎刈羽6号機については詳細評価を実施)

柏崎刈羽4号機、6号機以外のプラントについても、定期検査において順次調査・評価を実施していく

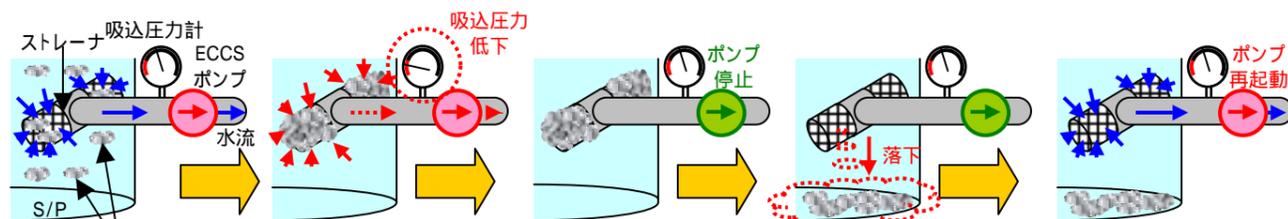
4. 運用管理面の対策

運用管理面から以下の対策を全プラントで実施(定期検査中プラントの(d)は起動前に実施)

- (a) 運転員への海外事例周知(事例検討会の実施)
- (b) ストレーナの目詰まりに対応する操作手順の確立、手順書の整備(ECCS ポンプの一時的な停止・再起動、水源切替等を追加)
- (c) 運転員へのシミュレータ等による訓練
- (d) 中央制御室への ECCS ポンプ吸込圧力監視設備設置(ストレーナの目詰まりの早期検知)

これらの対策により、仮に一時的にストレーナの目詰まりが生じても ECCS の機能確保が可能

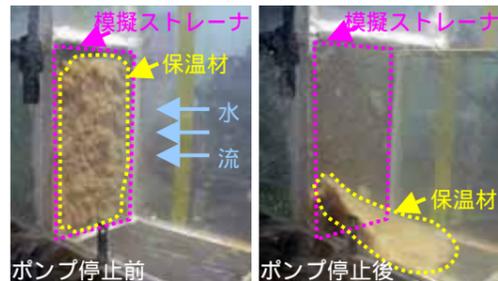
ECCS ポンプの一時的な停止・再起動(ストレーナに付着した保温材を剥離・落下させ目詰まりを解消する)



-LOCA 時に ECCS ポンプが自動起動し原子炉に注水  
-破損した保温材が S/P 水中に移行

-S/P 水中の保温材がストレーナへ付着  
-ECCS ポンプの吸込圧力が低下し、ストレーナの目詰まりの兆候

-ECCS ポンプの吸込圧力低下を運転員が検知し、ポンプを手動停止  
-ストレーナ表面の水流が止まり、保温材が S/P 底部に落下



米国での実験結果(水流が止まると保温材が剥離・落下)

-ECCS ポンプを再起動し(通常、停止後 1~2 分程度)原子炉への注水を再開  
-S/P 底部に落下した保温材は、ポンプ再起動に伴う S/P 内の水流によっても再浮遊しない

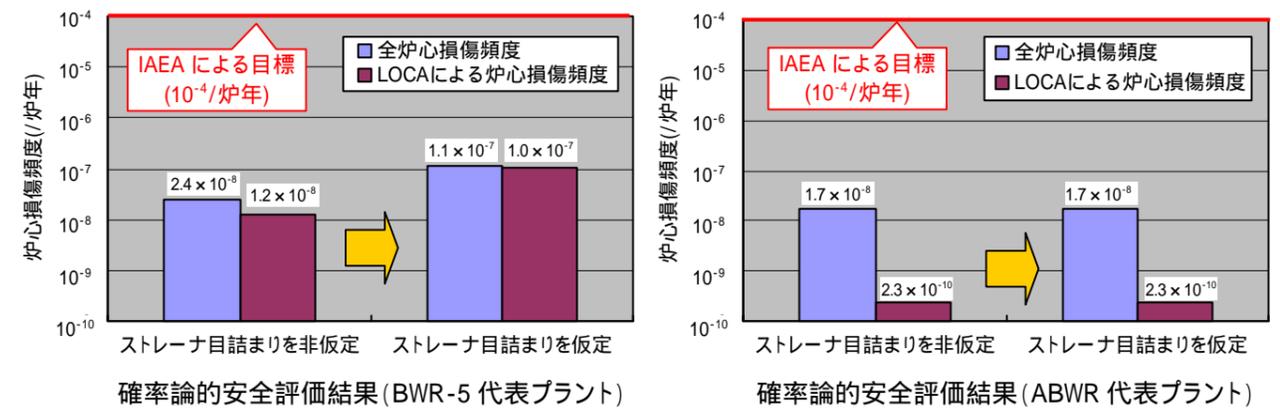


5. 確率論的安全評価

ストレーナが目詰まりを起こすことを仮定して、炉心が損傷するような事故が発生する確率を評価  
ストレーナの目詰まりを仮に考えても、運用管理面の対策を考慮すれば、炉心が損傷するような事故が発生する確率は1000万年~1億年に一度( $10^{-7} \sim 10^{-8}$ /炉年)程度

(IAEAの示す目標( $10^{-4}$ /炉年)を大きく下回る(約 1/1000 ~ 1/10000))

ストレーナの目詰まりを仮定しても、炉心が損傷するような事故が発生する確率は極めて小さい!



6. 安全性と今後の予定

運用管理面の対策により ECCS の機能確保が可能のため、仮にストレーナの目詰まりが発生しても、プラントの安全性は確保されると考えられる。

安全設計や運用管理面のさらなる向上のため、設備上の対策として

- ストレーナの機能に影響を与える繊維質保温材については、至近の定期検査において順次交換し、今後とも可能な限り低減。( ~平成17年度末を予定)
  - さらに、今後計画的にストレーナの大型化を実施。( ~平成19年度中を予定)
- (米国においても、運用管理面の対策を実施するとともに、計画的にストレーナの大型化を実施。)

経済産業省

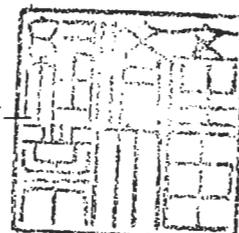
平成 16・06・24 原第 7 号

平成 16 年 6 月 25 日

東京電力株式会社

取締役社長 勝俣 恒久 殿

経済産業大臣 中川 昭



非常用炉心冷却システムストレーナ閉塞事象に関する報告徴収について

上記の件について、下記のとおり電気事業法第 106 条第 1 項に基づき指示する。

記

貴社の所有する原子力発電所について、号機ごとに以下の項目について、調査及び評価を行い、完了した段階において速やかに報告すること。

1. 保温材等の実態調査  
ストレーナの有効性評価に必要な、格納容器内保温材、ECCS ストレーナなどデータの詳細
2. ストレーナの有効性評価  
上記データを米国規制指針 R. G. 1. 82 Rev. 3 (注参照) に当てはめた評価結果
3. 暫定評価の立案  
ストレーナ閉塞事象防止又は緩和に有効な暫定処置の内容とその実施時期

(注)米国規制指針 R. G. 1. 82 Rev. 3 :

冷却材喪失事故後の長期再循環冷却に対する圧力抑制室内プールの適性を評価するため等のガイドライン

経済産業省

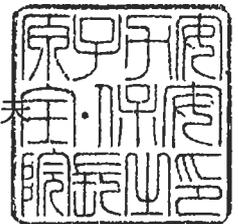
平成 17・04・22 原院第 1 号

平成 17 年 4 月 22 日

東京電力株式会社

取締役社長 勝俣 恒久 殿

原子力安全・保安院長 松永 和夫



非常用炉心冷却システムストレーナ閉塞事象に係る暫定対策の実施について

上記の件について、原子力安全・保安院の見解は、別紙(NISA-322b-05-1、NISA-151b-05-1 及び NISA-161b-05-1)のとおりですので、貴社におかれましては、報告のあった暫定対策を確実に実施するよう求めます。

また、調査及び評価中の原子力発電設備については、今後、評価等がまとまったものから順次速やかに報告するよう求めます。

## 経済産業省

平成 17・04・22 原院第 1 号

平成 17 年 4 月 22 日

非常用炉心冷却システムストレーナ閉塞事象に係る暫定対策の実施について

経済産業省  
原子力安全・保安院  
NISA-322b-05-1  
NISA-151b-05-1  
NISA-161b-05-1

平成 17 年 4 月 22 日付け原管発官 17 第 35 号「柏崎刈羽原子力発電所 4 号機及び 6 号機 非常用炉心冷却システムストレーナ閉塞事象に関する報告について」により貴社から報告があった暫定対策については、既に米国で有効性が認められている対策と同等の対策と認められることから、原子力安全・保安院（以下「当院」という。）として妥当と考えます。

現在調査及び評価中の原子力発電設備を含む貴社の全ての原子力発電設備について、非常用炉心冷却システムストレーナの大型化等の設備上の対策を講じるまで、報告があった暫定対策を確実に実施することが必要と判断します。

また、暫定対策の実施状況については、当院としても今後、保安検査等を通じて確認していきます。

なお、当院は、非常用炉心冷却システムストレーナの有効性評価結果及びその結果に基づく暫定対策の妥当性について改めて確認することとしており、その結果、必要に応じて、別途指示することがあります。

Q10．非常用炉心冷却系ストレーナの閉塞問題について、恒久対策の計画を明らかにされたい。またそれまでの暫定対策について平成17年4月22日に運用管理面での対策を全プラントで実施しているとしているが、福島第一原子力発電所では、教育・訓練も含めて各種対策について、具体的にどのように計画し、実施しているのか明らかにされたい。

(回答)

当社は恒久対策としてストレーナの大型化を可能な限り速やかに実施する予定です。ストレーナの設計・製作には長期間を要することから、保温材調査を実施した後、その次の定期検査時に大型化の実施となります。

(ストレーナ大型化実施予定)

- 1号機：第24回定期検査（H17年度）
- 2号機：第22回定期検査（H18年度）
- 3号機：第21回定期検査（H18年度）
- 4号機：第21回定期検査（H18年度）
- 5号機：第21回定期検査（H18年度）
- 6号機：第20回定期検査（H19年度）

現状の運転計画に基づく年度

また、報告徴収命令が発出された平成16年6月以降、運用管理面での対策の立案を行い、福島第一発電所1～6号機については下記のとおり実施しています。

・海外事例の周知

事例検討会を通じて、平成17年1月末までに運転員等への周知を実施しました。

なお、他部門からの異動等による新たな運転部門要員に対しては、過去の教育実績に応じて、海外事例の周知を行います。

・事故時運転操作手順書の改訂

全6プラントについて平成17年1月末までに改訂が完了し、改訂後の手順書の運用を開始しました。

・中央制御室へのECCSポンプ吸込圧力監視設備の設置

5号機を除く5プラントについては平成17年3月末までに監視設備の設置が完了し、監視を開始しました。

現在定期検査中の5号機については起動前までに設置する予定です。

・運転員への訓練の実施

全運転員に対して、シミュレータ訓練及び現場操作訓練を平成17年3月末までに実施しました。

また、恒久対策（ストレーナ大型化）完了までの間、定期的（年1回）に運転操作訓練を実施します。

添付資料10-1：E S S Cストレーナ閉塞事象に関する対応スケジュール

添付資料10-2：E S S Cストレーナ健全性確保にかかる運用管理面での対策について

添付資料10-3：E S S Cストレーナ目詰まり事象の海外事例

ECCSストレナ閉塞事象に関する対応スケジュール

		平成16年度					平成17年度			備考	
		11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月		
中央制御室での 吸込圧力監視		(福島第一)							1F-5 5月設置予定 ▼		1F-1,2,3,4,6 は設置完了。 1F-5 は起動までに設置予定。  監視開始をもって設置完了とする。
						1F-2,4,6 2月設置完	1F-1,3 3月設置完了				
運転操作	海外事例 周知				■ 周知完了						H16年3,4月にも実施済み。
	手順書 整備				整備完了						全ユニット整備完了。
	教育						教育完了				手順書改訂内容について運転員等への教育が完了。
	シミュレー タ 訓練					訓練完了					H17年度以降も、毎年、訓練を実施予定。
格納容器 点検清掃				(各ユニット起動にあわせて実施)							

# ECCS ストレーナ健全性確保にかかる運用管理面での対策について

LOCA時にストレーナが目詰まりした場合、プラントの運転員が早期に事象の発生を検知し適切に対応できるよう、プラントの運用管理面で以下のような安全確保策を施し、事象の発生に備えています。

## 1. 海外事例の周知

ストレーナが目詰まりを起こした場合の理解を深めるため海外プラントで実際にストレーナ目詰まりが発生した際の状況や原因、対応策について運転員に周知、検討させた。

状況：H16.3. ~H16.4 に実施  
H17.1 末までに受講済み

対象：当直長以下、全運転員  
内容：以下3件の海外事例の紹介

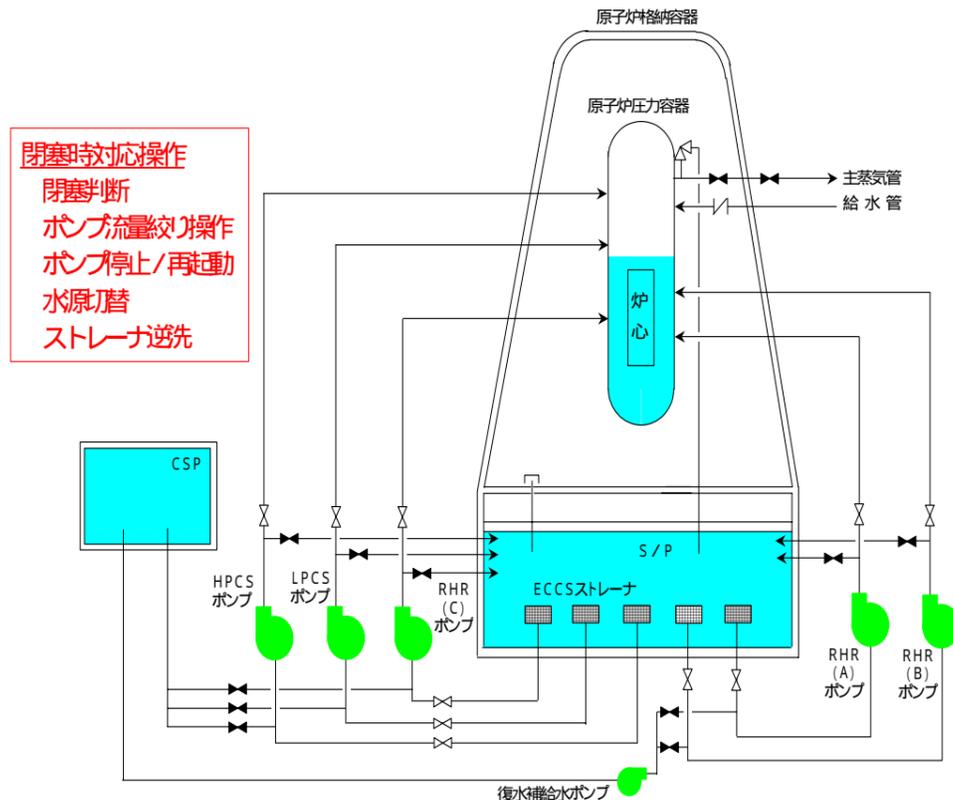
- (1)パーセベック原子力発電所の事例
- (2)ペリー原子力発電所の事例
- (3)リメリック原子力発電所の事例



## 2. 事故時運転操作手順書の改訂

事故時運転手順書（徴候ベース）では事象の原因に関わらず、事象の進展に従って対応することとなっているため、現在の手順書においてもLOCA時にストレーナが目詰まりを起こした場合の対応は可能であると考えられるが、ストレーナが目詰まりを起こした場合の徴候を早期に検知し、ストレーナに付着したデブリを除去することでECCSの機能を回復することが確実に実施できるよう、下記の対応操作を事故時運転操作手順書に追記する。

状況：H17.1 末までに全17号機分の手順書改訂済

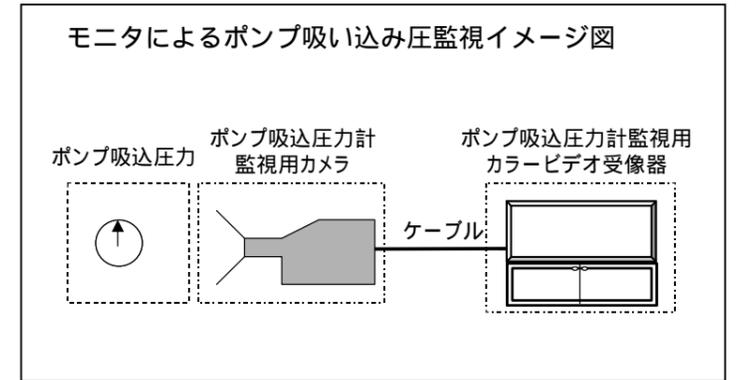


ECCS ストレーナが目詰まりを起こした場合の対応概要

## 3. 監視装置の強化

手順に則り、ストレーナが目詰まりを起こした場合に備えて監視するプラントパラメータのうち吸込圧力を中央制御室で監視できるようにテレビカメラを設置する。

設置状況：現在運転中のプラントは設置完了。現在停止中のプラントは起動前までに設置予定。



## 4. 運転員への訓練実施

ストレーナが目詰まりを起こした場合の概要及び対応操作等について、シミュレータ等による訓練を実施、今後も設備改造まで定期的に反復訓練を実施する。

### BWR 運転訓練センターでの訓練実施状況



## 5. 原子炉格納容器内清掃の実施

原子炉格納容器内の清掃、異物管理は現在以下のように実施しており、原子炉冷却材喪失に伴いストレーナが目詰まりを起こす可能性を低減させる観点も含め、今後とも継続して実施する。

### サプレッションプール (S/P)

S/P 内への立ち入り、作業等の際には異物混入防止チェックシートにより物品持込み・持出し管理を実施。また、毎定期検査時に S/P 水の浄化を実施するとともに、プラント起動前に S/P 内の最終点検を実施し、異物のないことを確認。

### ドライウェル (D/W)

プラント起動前にベント管 (S/P につながる開口部) の養生を撤去した時点で異物混入防止エリアとし、以降 D/W 内への立ち入り、作業等の際には S/P 同様に物品持込み・持出し管理を実施する。また、プラント起動前に D/W 内清掃及び最終点検を実施する。

# ECCS ストレーナ目詰まり事象の海外事例

## 1. パーセベック2号機(スウェーデン)

事象の名称: D/W 内保温材による ECCS ストレーナ閉塞

発生日時: 1992年7月(定検後のプラント起動時)

事象:

- ・安全弁が誤作動で開放し(安全弁は格納容器開放タイプ)安全弁から高温、高圧のジェット蒸気流が D/W 内へ流出。
- ・そのジェット蒸気流で D/W の圧力が上昇し、原子炉スクラムついで 炉心スプレイ系及び格納容器スプレイ系が自動起動。
- ・約1時間後に格納容器スプレイ系のストレーナ差圧が上昇し、警報が発生

原因

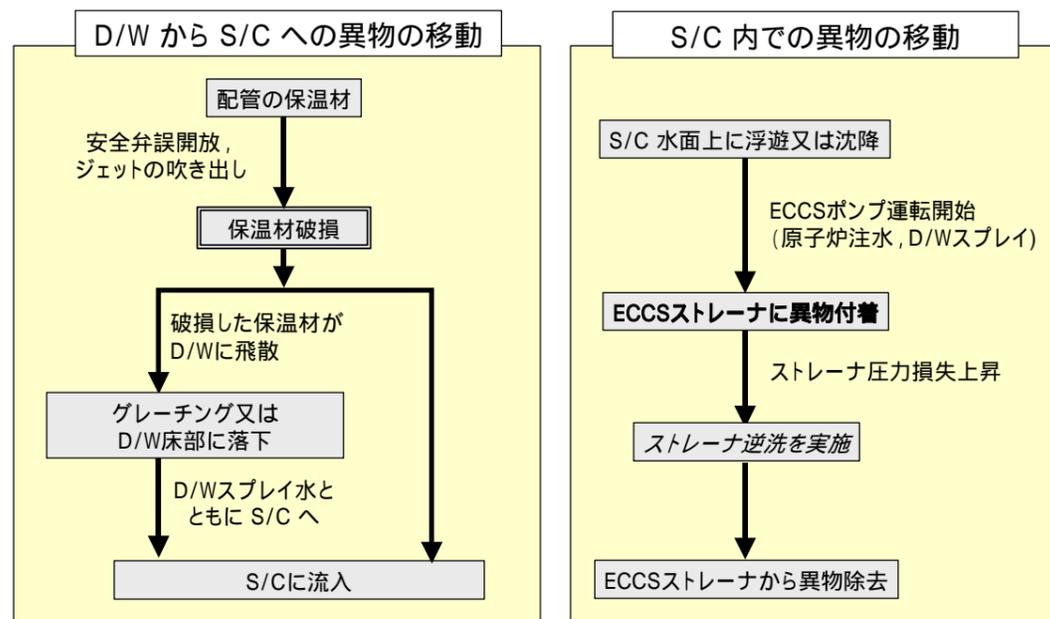
- ・安全弁開放で発生したジェット蒸気流により近傍の繊維状の保温材(約200kg)が破損した。
- ・破損保温材が D/W スプレイ水とともに S/C へ移行。
- ・S/C 水中へ混入した繊維状保温材が ECCS ストレーナに付着し、ストレーナの差圧が上昇。

措置

ストレーナを手動で逆洗すると差圧が設定値以下に回復した(ECCSの機能に影響はなし)。



パーセベックの事例における異物の移動経路



## 2. ペリー原子力発電所(米国)

事象の名称: S/C の腐食生成物によるストレーナの目詰まり

1)発生日時:1992年5月22日(燃料交換停止中)

- 事象
- ・水中ビデオカメラにより S/P 内の床及びすべてのストレーナの調査を実施。
  - ・S/P 床上及び RHR A系, B系 ストレーナがデブリ\*で覆われていた。

- 対策
- ・異物除去は実施。サーベランス運転で異常ないことからポンプ運転に支障なしと判断。
  - ・次回停止時にストレーナ清掃を実施することにした。

2)発生日時 1993年1月(保守停止中)

- 事象
- ・ストレーナのデブリを吸引清掃時、変形を確認。運転中の過大な差圧が原因と判定。

- 対策
- ・RHR A系, B系ストレーナ交換、サプレッションプールの浄化及び点検を実施。

3)発生日時 1993年4月(プラント緊急停止後の点検)

- 事象
- ・緊急停止後のSR弁手動開閉実施に伴い、RHR A系, B系で S/P クーリングを実施。
  - ・S/P クーリング実施後の点検で RHR B系のみストレーナがデブリで覆われているを確認。

- 原因
- ・仮設の D/W 冷却フィルタのガラス繊維が S/P に落下し、ストレーナに付着。
  - ・ガラス繊維がフィルタの役割をし、ストレーナが腐食生成物で覆われた。

\* )デブリ(破砕物): S/P 中の腐食生成物

## 3. リメリック原子力発電所1号機(米国)

事象の名称: ストレーナの目詰まりによる RHR 流量ハンチング

事象発生日時: 1995年9月11日(定格運転中)

事象:

- ・逃し安全弁1台が開固着したので、ユニットを手動停止した。ユニット停止後も逃し安全弁は開固着を継続。
- ・S/P 冷却運転を RHR 系で実施。30分後、RHR 系ポンプモータの電流及び流量がハンチング。(キャビテーション発生の可能性あり)

原因

- ・ストレーナの全面がデブリの薄い層で覆われていた。

対策

- ・ストレーナのデブリを除去した。
- ・S/P を仮設のろ過システムで浄化した。

\* これらの海外事例は炉の燃料を壊すような大きな事故ではなく、また、当社のプラントでは、逃がし安全弁は格納容器内でなく S / P の水中吹き出す等構造上の差があること、S / P 内の異物発生防止のため、格納容器内の管理(物品持込・持出管理、清掃、点検等)を実施しており、このような事象そのものは当社では発生する確率は極めて低い。

Q11

平成17年4月5日に本県ホームページ県民提案コーナーに寄せられた福島第一原子力発電所1号機に関する意見について、見解を示されたい。

福島第一原子力発電所1号機は、

- ・ 図面が古く100%のものと言えない
- ・ 何十年も1号機に携わった者でないと図面を読みきれない
- ・ 図面どおりに配管、配線の接続をしても合わない
- ・ ミスがおきやすい
- ・ 内部が非常に狭く作業員の安全が十分に確保できない
- ・ 何かしらトラブルがおきる

(回答)

寄せられたご意見には、図面に関する内容と、作業の安全性に関する内容の2点含まれており、それぞれに関する考えは以下のとおりです。

< 図面に関して >

各プラントで使用している図面類は、建設中に作成したものを建設所から発電所に引き継ぎ、その後の運転期間の中で行ってきた大小様々な設備改良・補修工事の内容に応じて、関連する図面類の改訂を行ってきています。

具体的には、設備改良・補修工事の内容に応じて、協力企業が図面を修正し、その修正が正しいことを工事主管箇所が承認し、必要な図面が全て提出されたことを図書管理担当箇所が確認した上で、これを図書管理室の古い図面と差し替える作業を行ってしています。また、この作業手順は、『文書及び記録管理要領』にて明確化されています(添付資料1参照)。

このように定められた手順に基づき図面の改訂を行ってしていますが、図面が古いからというよりも、図面量の多さ、改訂数の多さのために、図面に誤りが紛れこむことがあり、その後の点検・工事等の中で誤りを発見した場合には、定められた改訂手順(添付資料1参照)に基づき、その都度訂正してしています。

また、工事を行う場合には設計の段階で、事前に可能な範囲で、図面と共に現場を確認してしています。ドライウェル内部など、定期検査中でなければ現場確認ができない場合には、あらかじめ定期検査中に確認を行った後、工事設計を行います。作業箇所によっては、事前の現場確認ができない場合もありますが、そのような場合には、既存の図面を参照して工事設計・施工を行い、施工後の各種検査において、目的に合致した機能を有していることを確認してしています。

一方、1号機の図面が読みにくいという内容に関しては、その原因として、

手書きのものが多い。また、改良工事がないため長く改訂されていない図面類の中には、青焼の原図からコピーしたため、不鮮明なものがある。

元々が米国 GE/EBASCO 社の設計なので、英文表記の図面類が多数ある。

ECWD(Elementary Control Wiring Diagram : 制御装置展開接続図)が EWD(Elementary Wiring Diagram : 基本展開接続図)と CWD(Control Wiring Diagram : 制御展開接続図)に分かれているなど、独特の点がある。

などが挙げられますが、1号機では、今回の定期検査において P&ID(Piping & Instrument

Diagram：配管計装線図)をCAD化して描き直すなど、図面の鮮明化・電子化を進めております。今後も、ECWDのように使用頻度の高いものについて、順次、鮮明化を図る予定です。

また、1号機の図面類は他号機とは異なる特徴を有しますので、それらを十分に認識したうえで図面類を読むよう、心がけています。

今後もの確な更新、鮮明化、電子化を進めながら、図面精度の維持・向上を図り、これによりミス・トラブルの未然防止に努めていきます。

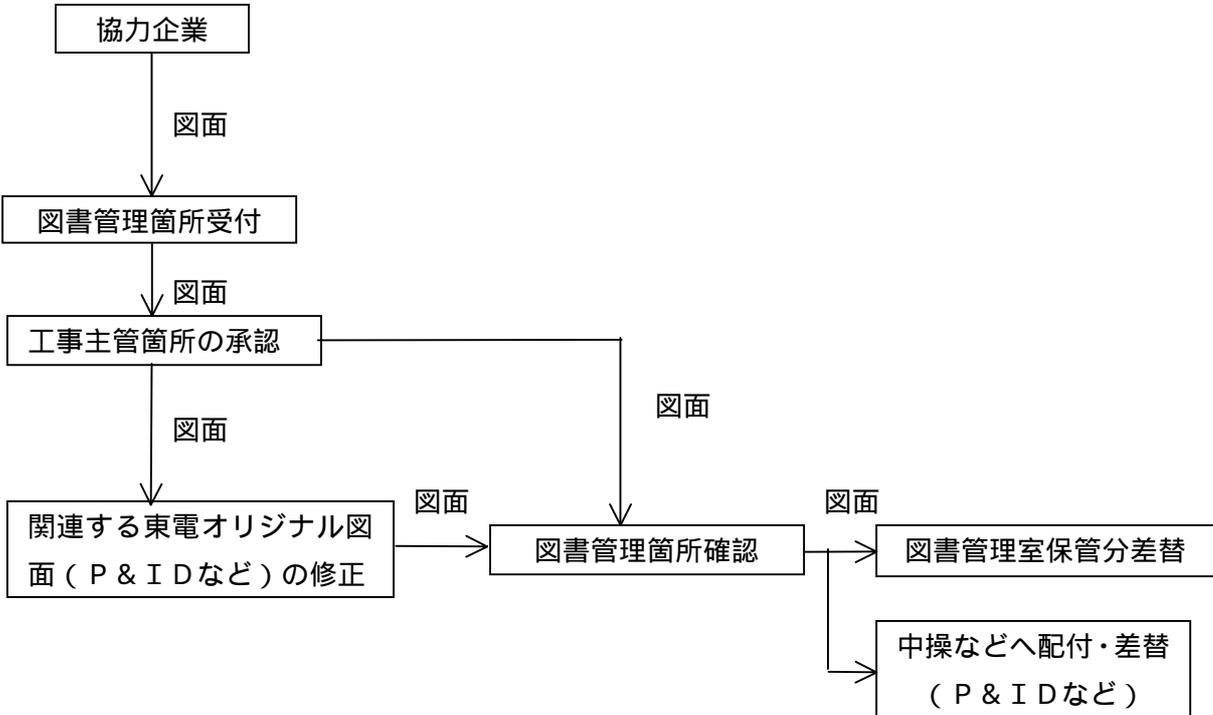
#### <作業の安全性に関して>

1号機のプラント内部では、ドライウェル内を主として、狭い空間での作業が必要なことがあり、これを極力改善するために、これまでも作業性を向上させるためのプラント内の改良(例えば、垂直梯子を階段に変更、床面の段差を削減、通路上の突起物の位置変更、など)を進めてきました。また、作業を実施する際には、作業環境を十分に勘案したうえで、安全に作業が進められるよう、作業手順を定めることで安全性を確保することに努めており、今後も1号機の特徴を十分に考慮して、作業の安全を図っていきます。

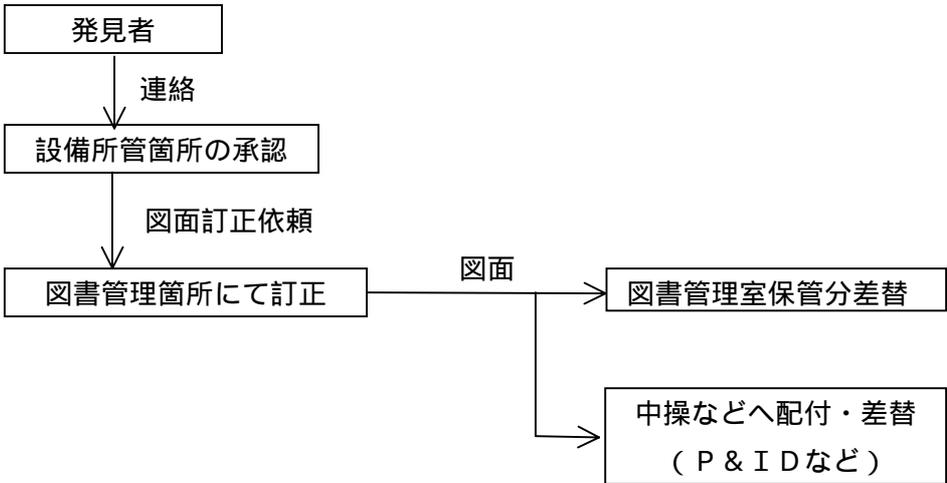
添付資料11-1：図面改訂の流れ(概略)

図面改訂の流れ（概略）

設備改良・補修工事の場合



図面に誤りを発見した場合



Q 1 2

平成 17 年 4 月 25 日に、県に対して、福島第一原子力発電所 2 号機の定期検査における作業管理の進め方について情報提供がなされたが、県としては、これまでも、様々なトラブルの原因などを踏まえ、事業者に対して、風通しが良く透明性の高い発電所運営の観点から協力企業を含めた企業システム全体の改善の必要性を指摘してきたところである。

そこで、この改善の取組みを進めている中であって、次の点も含め、経営層としての見解を明らかにされたい。

- ( 1 ) 経営の意思として安全に対する明確なビジョンと戦略を明らかにするとともに、作業の現場第一線がそれを確実に実践できるような環境をつくることの重要性について
- ( 2 ) 経営トップが自ら率先して現場に足を運び、現場を理解し、問題の共有化を図るなど経営と現場の一体感を醸成することについて
- ( 3 ) 現場が、安全最優先に業務ができるよう安全上の問題や意見をオープンに出せる風土とそれを経営上の問題として共有し、問題解決にあたる仕組みを構築することについて

( 回答 )

当社は、一連の不祥事の再発防止対策として、平成 14 年 9 月に四つの約束として「情報公開と透明性確保」、「業務の的確な遂行に向けた環境整備」、「原子力部門の社内監査強化と企業風土改革」および「企業倫理の徹底」を示し、これらに全社をあげて取り組んできました。さらに、平成 15 年 7 月から、現場を重視した再発防止対策の強化として「安全管理の徹底」、「協力企業とのコミュニケーションの強化」及び「情報公開の徹底」にも取り組んできました。これらの対策をすすめることにより協力企業を含め風通しが良く透明性の高い発電所運営とすべく、今後とも継続して改善を進めていきます。

安全に対する経営トップのビジョンとその浸透のための活動については、「安全の確保」や「ルールの遵守」などについて、企業倫理遵守に関する行動基準、経営ビジョン及び原子力の品質方針を定めており、これを社員にあまねく伝達するとともに、経営層自らが率先垂範し、現場への浸透活動に取り組んでいます。この一環として、社長、原子力・立地本部長からのメッセージを適宜発信しています。例えば平成 16 年 3 月 26 日の、「世界トップレベルの安全・安心な会社」を目指して～と題する社長メッセージでは安全についての考え方を明解平易に述べています。その中で、「人を大切にする考え方の根幹に安全がある」そして「安全が事業を支える最重要基盤であること」を改めて明記しています。

これらの経営層の方針のもと、原子力部門においては、品質保証システム・体制の整備、業務プロセスの改善等、原子力発電所の安全確保を最優先として、しない風土とさせない仕組みの構築を行ってきています（添付資料 1 2 - 1 ~ 4 ）。

経営トップのビジョン浸透のために、会長、社長をはじめ各経営層が全事業所において、現場第一線の社員各層との意見交換を実施し、現場の課題を見極めており、この結果はイントラネットで全社員に公開しています。これにより、社員各層において経営層との間で現場の悩みを共有できるという意識が高まってきています。福島第一原子力発電所においては、不祥事公表以降、社長及び原子力本部長他経営層と発電所職員との意見交換会を 31 回、現場・職場視察を 34 回実施しております。原子力発電所においては、協力企業と当社の意見交換会を継続的に行っていますが、社長及び原子力本部長他経営層と協力企業と

の意見交換会や協力企業訪問等も各発電所で実施しています(添付資料12-5)。さらに、最近の原子力発電所でのヒューマンエラーの発生を踏まえ、当社並びに協力企業のヒューマンエラー防止活動の強化策を立案・展開していますが、この一環として、社長をはじめとする経営層が各発電所を訪問し、社員、協力企業との意見交換を実施します。

また、昨年7月に配置したユニット所長は、自ら現場に出向き、これによって発電所運営を的確に管理することを実践しています。

以上のようにこれまで活動を積み重ねていますが、経営トップのビジョン浸透のための活動については、適宜見直しを図りつつ、今後も継続的に行っていきます。

発電所においては、不適合管理システムの整備、協力企業の意見をいただき一緒に議論する場としてのエコー委員会やパートナーシップ委員会の設置、原子力企業協議会よろず相談窓口の設置等により、現場の課題を幅広く吸い上げ、的確に処置し、協力企業を含めた発電所全体の風土の改善に努めています。これらの活動において各相談窓口への意見提出は誰でも随時にかつ無記名でも行えるようにしており、検討結果は本人への直接回答の他、企業イントラネットやチラシにより発電所内に伝達するようにしています。また、本店においては企業倫理相談窓口を設置し、当社の仕事に関するご指摘を社内外の方から幅広く受け付けており、相談窓口で受け付けた案件は、適宜会長、社長等経営層に報告するとともに、定期的で開催される企業倫理委員会(委員長:会長、副委員長:社長、委員4名[うち社外委員3名]で構成)において受付状況ならびに対応状況を報告しています。また、社長直属の組織として本店に設置した原子力品質監査部およびその内部組織で発電所に常駐する品質監査部は、監査結果を適宜社長に直接報告するとともに、社外有識者からなる原子力安全・品質保証会議(社長等経営層も出席)に報告しており、この場では原子力安全と品質保証について総合的に審議を行い、その議事内容等は当社ホームページ上で公開しています。

さらに、発電所の問題を経営層が発電所と共有し、解決していくために、各発電所長、原子力・立地本部長及び社長による段階的なマネジメントレビューや、社長、本部長と発電所長との間で行われるトップヒアリング等を定期的の実施しています。さらに、現場において実施するパフォーマンスレビュー会議に経営層も参加し、現場の課題とその改善状況について定期的に確認しています。これらの活動によって、問題解決の仕組みそのものが機能していることのチェックも行いつつ、経営層と現場とが一体となって継続して改善に取り組んでいます。

このようなこれまでの取り組みに加え、原子力発電所のより一層の安全性、信頼性の向上を図るために、発電所の保全業務全体について今後どうあるべきかを、経営層のスポンサーシップのもとに検討してきました。この検討の結果、当社と協力企業が一体となって現場全体を詳細に把握し、改善をしていくことのできる体制の構築等を行うために、当社と協力企業からなる検討会を発足し、その具体化のための活動を開始しました。

具体的には、

- ・ 定期検査において、当社と協力企業からなる工事評価チームを創設し、定検実施状況を共同評価し、現場管理の問題点を明確にし、これを改善していくことにより、技術力の向上、現場作業の継続的な改善を行っていきたいと考えています。
- ・ 現場第一線の作業員一人一人と、原子力安全、品質などの目的、意識を共有し、発電所一丸となって弛まざる改善を行う人材を育成するために、現場第一線の作業員

を含めた保全関係者の教育・訓練を当社が主体となって実施していきます。この教育・訓練の内容は班長等の力量の実態や元請等現場第一線のニーズを取り入れ、検討していきます。

このような形で、今後も安全を最優先に、協力企業と一体となって原子力発電所の業務運営の改善に努めていきます。

添付資料 1 2 - 1 : 企業倫理遵守に関する行動基準、経営ビジョン、品質方針の概要

添付資料 1 2 - 2 : ~「世界トップレベルの安全・安心な会社」を目指して~

添付資料 1 2 - 3 : 再発防止と信頼回復に向けた取り組み

添付資料 1 2 - 4 : 不祥事公表以降の主な取り組み年表（再生への取り組み編）

添付資料 1 2 - 5 : 当社経営層による協力企業訪問並びに懇談実績

## 企業倫理遵守に関する行動基準、経営ビジョン、品質方針の概要

### 企業倫理遵守に関する行動基準(抜粋)

#### ・ ルールの遵守

私たちは、何よりも人を大切に考え、法令をはじめとする社会のルールを守ります。

#### 1. 人間の尊重

##### (1) 安全を最優先

- ・ 私たちは、安全を常に最優先に考え行動します。
- ・ 私たちは、安全に関する規制法令等を遵守することはもとより、
- ・ 運営する設備などにおいて、安全確保対策を確実に施します。
- ・ 異常や危険の兆候が発見された場合は、最善の安全措置をとります。
- ・ 万一、事故や災害が発生した場合には、迅速な救護と復旧に努めます。
- ・ 現場の作業環境や手順などについて、安全第一を徹底して公衆並びに作業従事者の安全確保に努めます。

### 経営ビジョン(抜粋)

#### 第1の経営指針

##### 「社会の信頼を得る」

競争市場への参加資格は、社会のみなさまからいただく「信頼」である。

確固たる「信頼」を獲得するために、

- ・ 全ての業務を「企業倫理遵守に関する行動基準」に従って行い、よりよい環境づくりなど、企業の社会的責任を誠実に果たす。
- ・ 全ての職場で、業務やサービスの品質を着実に高める。
- ・ 「安全最優先」の意識を徹底し、「世界トップレベルの安全・安心な会社」を目指す。

### 品質方針

原子力発電所の運営管理に当たっては、

安全の確保

情報の公開

社会との対話

によって、社会からゆるぎのない信頼と安心が得られるよう努力する。

このため、経営のトップから第一線作業員に至るまで、自らの役割と責任を認識して、

法令・ルールを遵守し

技術・技能を発揮し

共に働く人たちと連絡を密にし、

ムリ・ムダを省いて、標準化をはかり

常に問題意識を持ち、謙虚に学びつつ、作業安全と業務品質向上のPDCAをまわすことに継続的に取り組む。

## 再発防止と信頼回復に向けた取り組み

### 1. 再発防止対策

～ 「しない風土」「させない仕組み」の構築～

4つの約束 (平成14年9月17日公表)

< 第1の約束 > 情報公開と透明性の確保

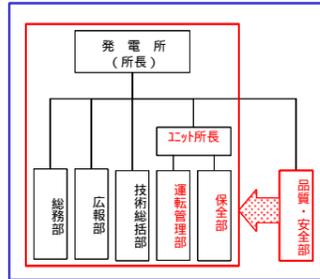
- ・福島県発電所所在町情報会議への積極的な情報公開
- ・原子力安全・品質保証会議の設置  
(平成17年4月25日第10回開催) 等



原子力安全・品質保証会議

< 第2の約束 > 業務の的確な遂行に向けた環境整備

- ・不適合管理委員会による不適合事象の審議
- ・規程・マニュアルの見直し  
～ 責任と権限の明確化、第三者による評価等
- ・品質保証に係る体制(組織)の強化  
～ 品質安全部、ユニット所長等の設置等



組織図

< 第3の約束 > 原子力部門の社内監査の強化と企業風土の改革

- ・原子力部門の品質保証体制の整備  
～ 社長直属の原子力品質監査部の設置等
- ・原子力部門と他部門との人材交流
- ・世界原子力発電事業者協会(WANO)等の  
専門家チームによるピアレビュー



原子力品質監査部による監査

< 第4の約束 > 企業倫理遵守の徹底

- ・企業倫理遵守の徹底に向けた体制整備  
～ 企業倫理担当役員、企業倫理責任者等設置
- ・企業倫理委員会の設置
- ・企業倫理遵守に関する行動基準の作成、  
企業倫理研修の実施 等



企業倫理研修

### 2. 現場重視の再発防止対策の取り組み強化について

～ 地域の視点に立った発電所運営管理システムの構築～

(1) 安全管理・品質管理の徹底

- ・原子力安全・品質特別強化活動の実施(安全総決起大会等)
- ・現場管理の改善(5Sパトロール、異物混入撲滅対策等)
- ・品質保証活動の徹底(品質保証教育等)



安全総決起集会

(2) 協力企業とのコミュニケーションの強化

- ・地域の視点に立った発電所運営管理システムの構築に向けた活動
- ・協力企業との意見交換会の開催(当社経営層[原子力本部長他]と協力企業との意見交換会をこれまでに14回開催)
- ・電子掲示板等を用いた情報共有 等



ご意見検討会の審議の様子

(3) 情報公開の徹底

- ・「報告する文化」「まずは第一報」
- ・原子力発電所における全ての不適合事象について、重要度に応じてタイムリーに公表

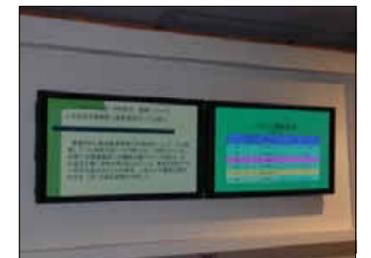
原子力発電所における不適合事象発生時の公表基準 (平成15年11月10日公表)

区分	内容	公表方法
	法律に基づき報告が必要なトラブル	夜間・休祭日であってもすぐに公表
	運転管理の上で重要な不具合	夜間以外は休祭日であっても公表
	信頼性確保の観点からお知らせする不具合	前日の不具合を翌平日に公表
その他	上記以外の不具合	まとめて当社のホームページに掲載

### 3. 安全文化の醸成・定着に向けた取り組み

(1) 現場重視の改善活動、協力企業との一体感の醸成

- ・協力企業からの意見の継続反映  
～ 意見 671 件、審議済み 622 件：H17.4 末現在
- ・発電所で働く人の情報共有  
～ 電子掲示板、メールマガジン(発行 520 件：H17.4 末現在)
- ・工具管理センターの運用開始(H17.5)(異物対策関連)



電子掲示板による情報提供

(2) 安全文化向上に向けた経営姿勢の表明

- ・社長や原子力本部長からのメッセージ発信

(3) 原子力部門の組織風土の改革・業務プロセスの改善

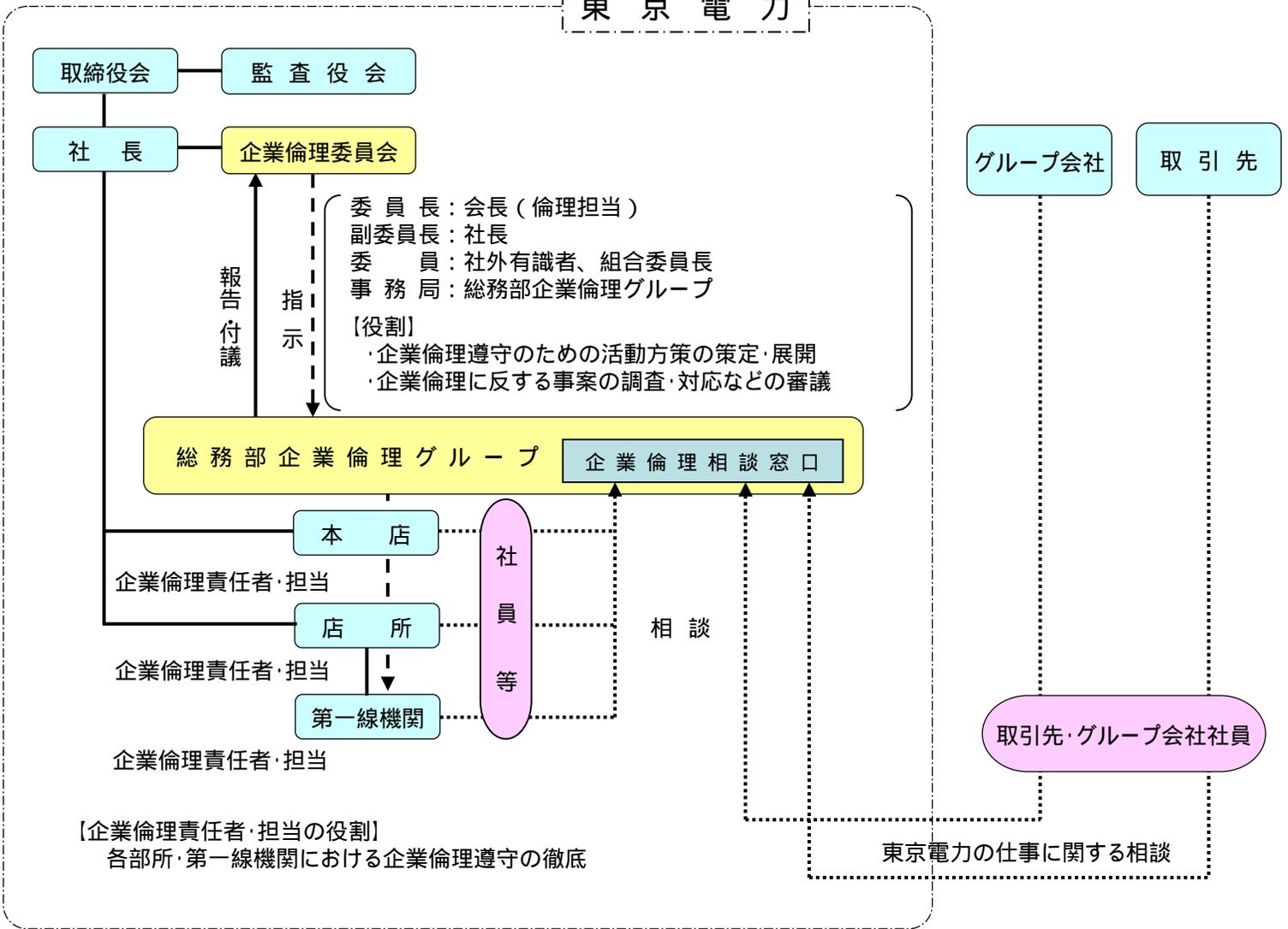
- ・原子力再生活動  
  - > リーダーシップ開発研修(業務改善手法習得と変革への意識改革)  
(13回実施、343名参加[うち19名協力企業])
  - > 業務プロセス改善活動(ピアグループ、ピアチーム)



原子力再生活動

以上

# 東京電力



## 当社経営層による協力企業訪問並びに懇談実績

期間：不祥事公表～平成17年5月11日

福島第一原子力発電所

NO	日時	来所者	目的	訪問企業
1	H15.2.6	社長	構内協力企業訪問	構内協力企業6社
2	H15.3.20	会長	構内協力企業訪問	構内協力企業6社
3	H15.7.2	社長	安全大会、構内協力企業との懇談会	構内協力企業12社
4	H15.7.17	副社長	構内協力企業との懇談会	地元企業10社
5	H15.9.12	副社長	構内協力企業訪問	構内協力企業2社
6	H15.9.16	社長	構内協力企業訪問	構内協力企業2社
7	H15.9.19	副社長	構内協力企業訪問	構内協力企業2社
8	H15.10.2	常務	構内協力企業訪問	構内協力企業1社
9	H15.10.24	会長	構内協力企業訪問（ミーティング視察含む）	構内協力企業3社
10	H16.3.1	副社長	構内協力企業訪問（職場挨拶）	構内協力企業7社
11	H16.7.9	常務	構内協力企業訪問	構内協力企業4社
12	H16.9.17	常務	構内協力企業との懇談会	構内協力企業6社
13	H17.1.20	副社長	構内協力企業訪問への激励会（新年挨拶含む）	構内協力企業45社
14	H17.5.11	副社長	構内協力企業訪問	構内協力企業7社

Q 1 3

平成17年4月18日に福島第二原子力発電所1号機において油圧配管の接続ミスが発生したが、福島第一原子力発電所においてはどのような防止対策を実施しているのか。また、当該事例の協力企業への周知はどのように進めているのか明らかにされたい。

(回答)

福島第二原子力発電所1号機の事象としては、第17回定期検査後の原子炉起動中の平成17年4月18日に原子炉隔離時冷却系(以下、「RCIC」という。)の運転確認試験を実施したところ、RCICタービン蒸気加減弁(以下、「CV」という。)が不調であることが確認されました。原因調査の結果、油圧機構と駆動部を接続する複数の油配管の一部が間違っ て接続されていたため、CVを閉動作するための油圧が供給されなかったことから本事象に至ったことが判明しました。(添付図参照)

油圧配管接続ミスの原因調査の結果、以下のことが確認されました。

- (1) 油圧配管は全て同じ口径であるため、配管接続部をペイントにより識別していたが、毎年の点検作業によって塗料が剥がれ、識別が不鮮明であったため、配管取付け時に油圧配管とドレン配管を逆に接続してしまった。
- (2) 工事施工要領書には識別塗装及び識別管理について記載されていたが、識別のチェックの結果を点検記録に記載することになっていなかった。

福島第二における再発防止対策としては、以下のとおりです。

- (1) 配管取外し前には、毎回識別塗装を実施した後、取外す。また、配管の取外し・取付け作業に伴い接続部の塗料が剥がれることから、接続部以外の配管の部位についても全周塗装を行う。
- (2) 識別確認したことの確認記録を作成する。また、接続後については、元請企業の品質管理員と工事管理員が識別を確実に確認する。
- (3) 上記対策を工事施工要領書に記載する。

当所における類似の設備としては、1～5号機の高圧注水系(以下、「HPCI」という。)と2～6号機のRCICがあり、接続ミスの防止対策は、現状次のとおり実施していますが、福島第二の再発防止対策を反映する予定です。

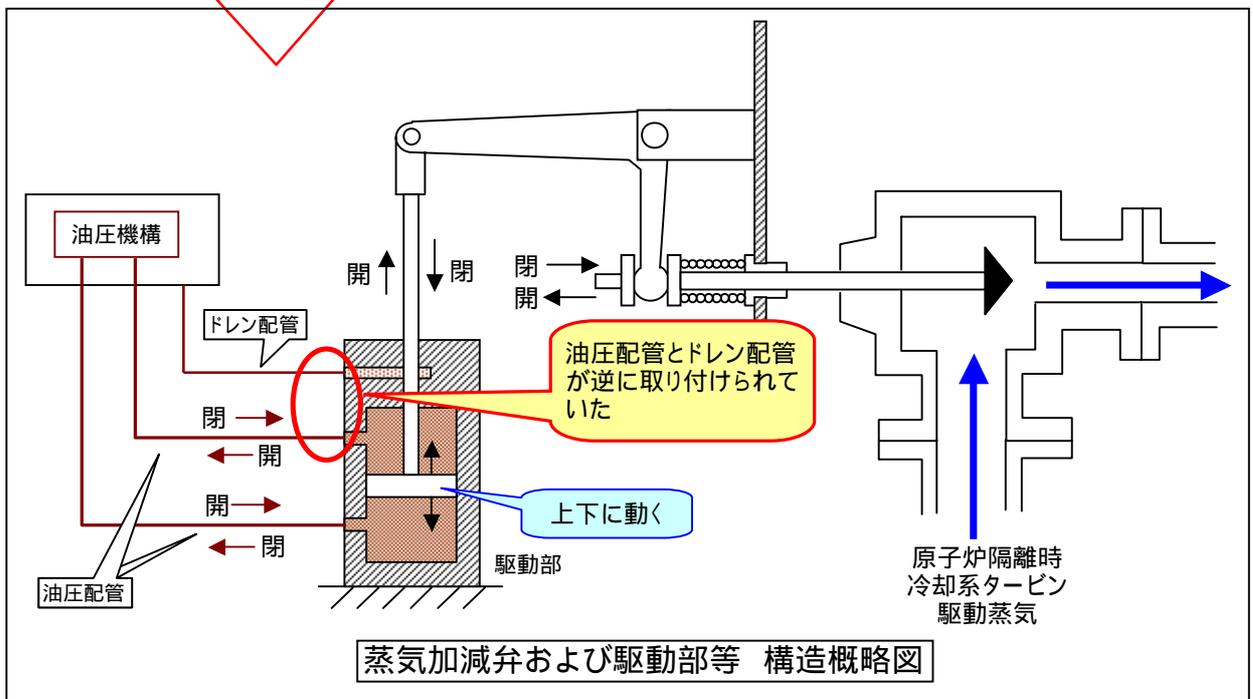
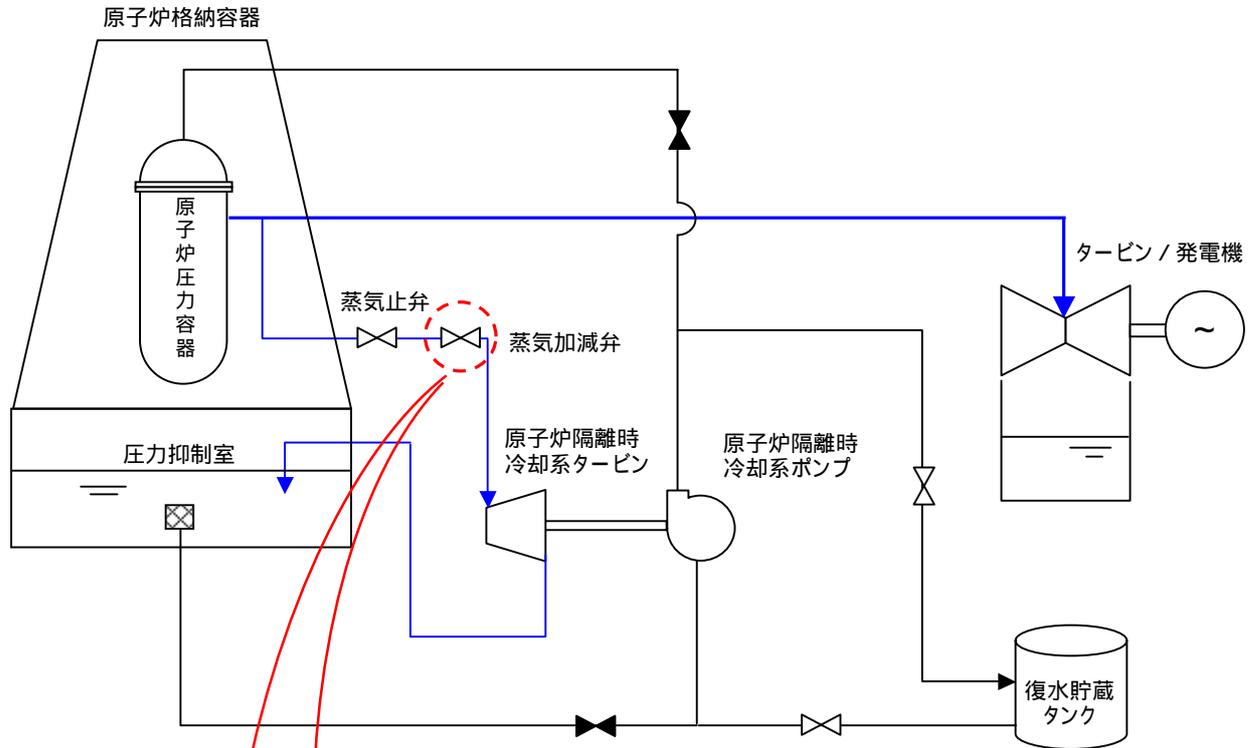
- (1) 油配管の識別塗装の実施。
- (2) 当該油配管の点検時には、取り外し前及び取り外し後に同一位置から写真撮影を実施し、その写真の比較により組立が確実に行われたことの確認。

なお、1号機については、HPCIの油配管の取り外し・取付け作業を実施しましたが、正常に接続されていることを確認しています。

協力企業への周知については、当所では日常保全業務並びに定検工事の円滑な推進を図るため、当社と構内協力企業が一体となって意見・情報交換、検討等を行い、合意する場として「保全協議会」を定例的(1回/月)に開催しています。

本事例については、今月の保全協議会にて協力企業各社へ周知する予定です。

添付資料13-1：福島第二1号機原子炉隔離時冷却系油圧配管接続不良事象概要図



## 福島第二・1号機原子炉隔離時冷却系 油圧配管接続不良事象概要図

Q 1 4

福島第二原子力発電所 4 号機原子炉給水ポンプノズルの折損が確認されているが、福島第一原子力発電所における点検状況を明らかにされたい。

( 回答 )

福島第二・4 号機において、復水脱塩装置出口の水質測定用サンプリングノズルの折損が確認されたため、同様な箇所であるノズルの調査を実施していたところ、高圧給水加熱器出口及び低圧給水加熱器出口サンプリングノズル（長さ約 37 cm×直径約 3 cm）の折損及び損傷が確認されています。本事象に鑑み、現在、原因調査を進めている状況です。

当所における当該折損ノズルと類似ノズルの点検結果を下表に示します。下記のように異常は認められていません。

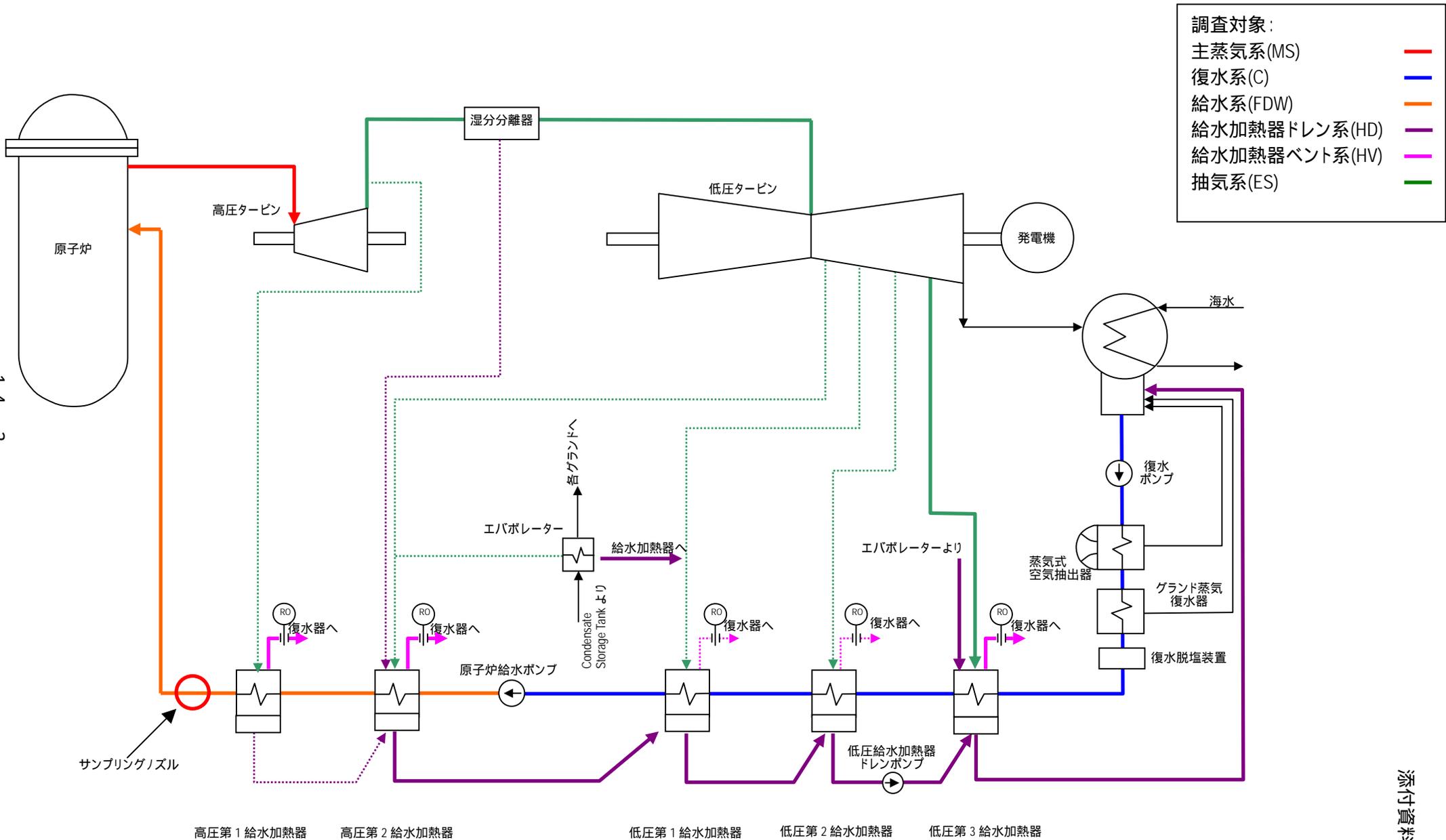
今回、福島第一・1 号機では、当該事象に鑑みて類似の給水系のノズルについて超音波探傷試験を実施し、折損していないことを確認しています。

同様に、現在定検停止中である福島第一・2 号機及び 5 号機についても、同様な点検を実施する計画です。なお、今後の福島第二・4 号機での原因調査の結果を踏まえ、必要に応じてこれらの計画に反映するとともに、その他のプラントについても、適宜原因調査を踏まえた対策（点検又は取替等）を計画的に実施します。

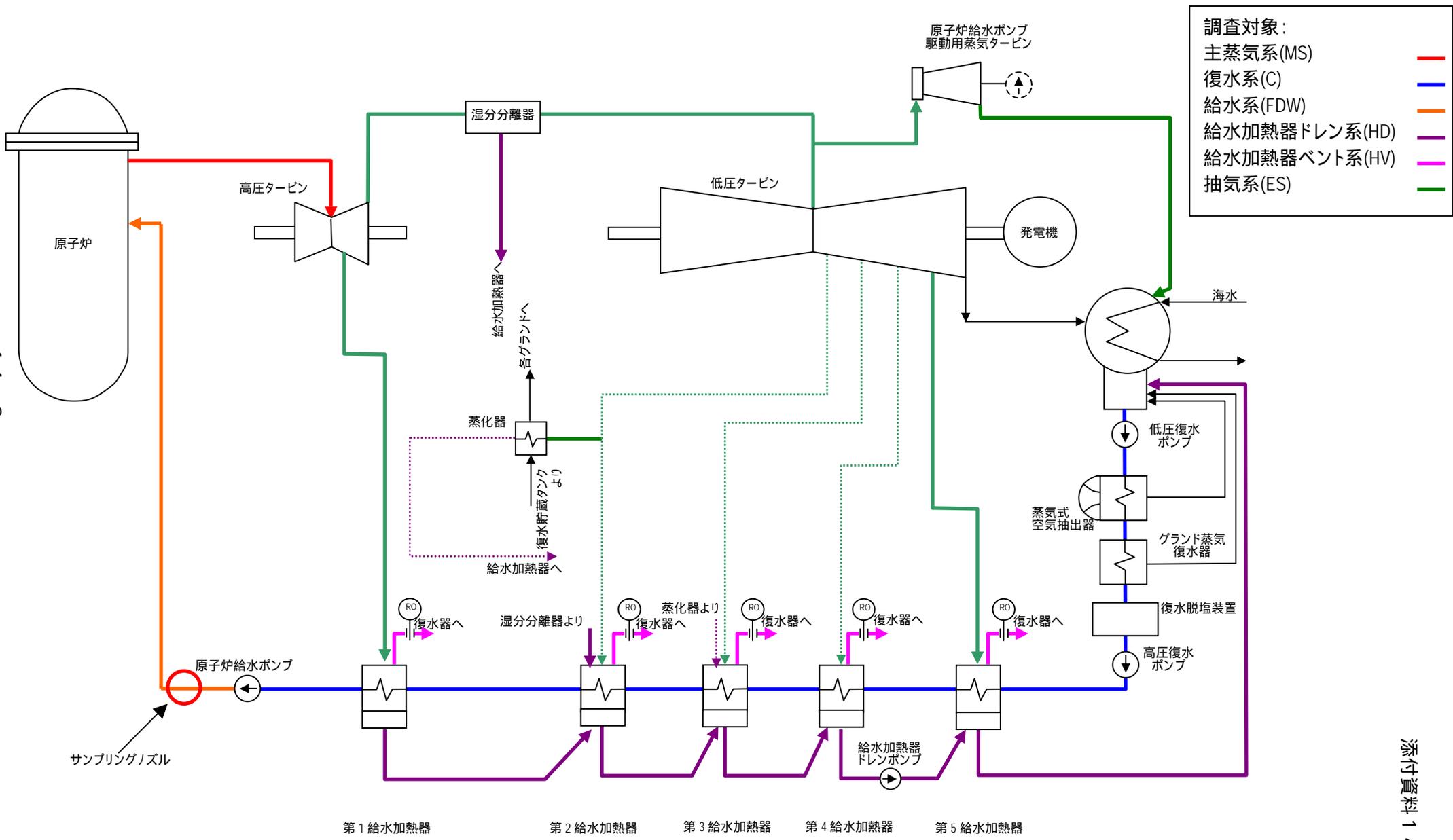
表 類似サンプリングノズル点検結果

号機	対象箇所	箇所	過去の点検		今定検中の点検結果
			時期	結果	
1 号機	高圧給水加熱器出口サンプリングノズル	2	H7 年度(取替)	異常なし	異常なし
2 号機	給水ポンプ出口サンプリングノズル	2	H7 年度	異常なし	準備中
3 号機	給水ポンプ出口サンプリングノズル	2	H7 年度	異常なし	-
4 号機	給水ポンプ出口サンプリングノズル	2	H8 年度	異常なし	-
5 号機	給水ポンプ出口サンプリングノズル	2	H7 年度	異常なし	準備中
6 号機	高圧給水加熱器出口サンプリングノズル	7	H8 年度	異常なし	-

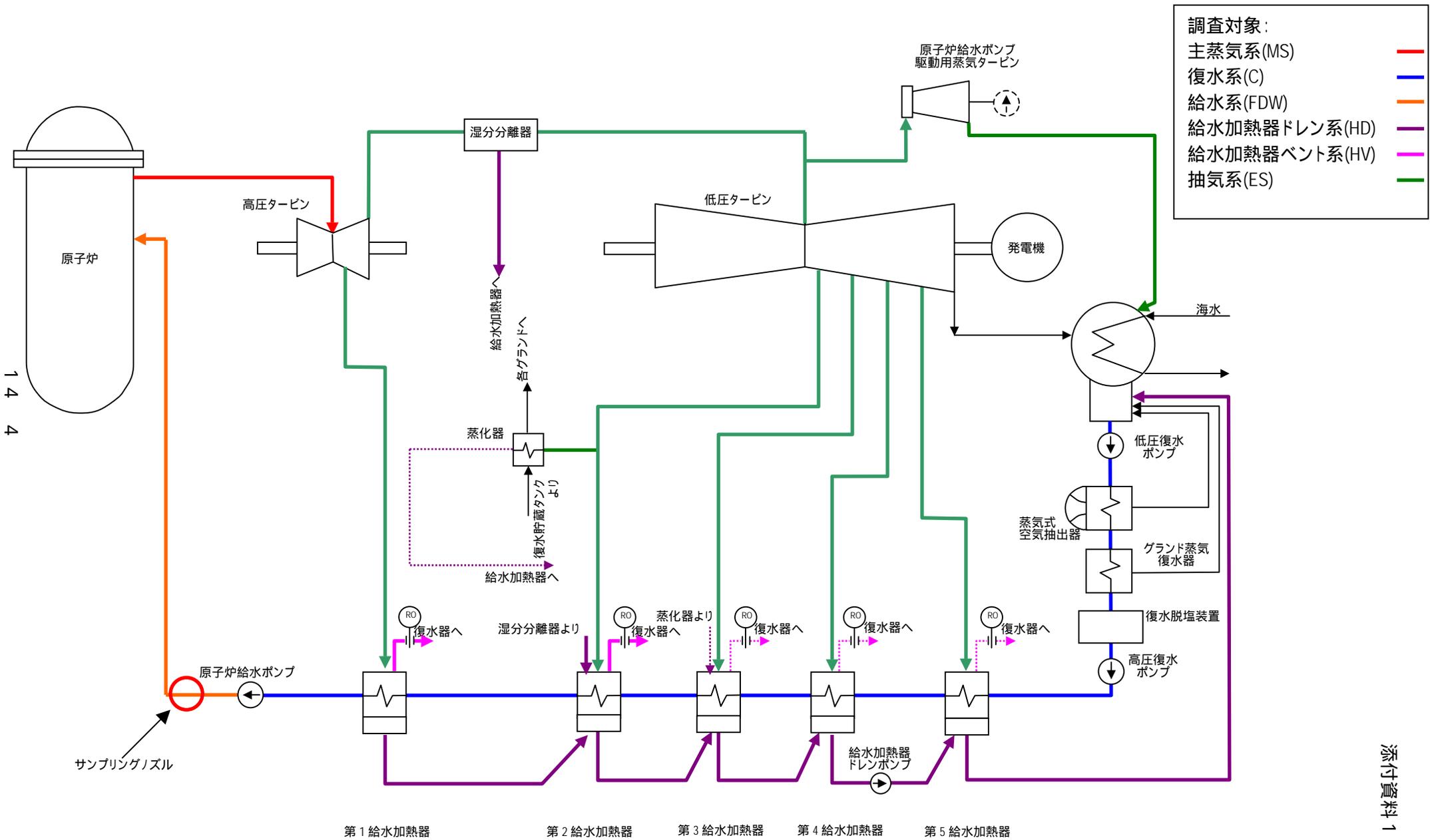
- 添付資料 1 4 - 1 : 福島第一・1 号機 概略系統図
- 添付資料 1 4 - 2 : 福島第一・2 号機 概略系統図
- 添付資料 1 4 - 3 : 福島第一・3 号機 概略系統図
- 添付資料 1 4 - 4 : 福島第一・4 号機 概略系統図
- 添付資料 1 4 - 5 : 福島第一・5 号機 概略系統図
- 添付資料 1 4 - 6 : 福島第一・6 号機 概略系統図



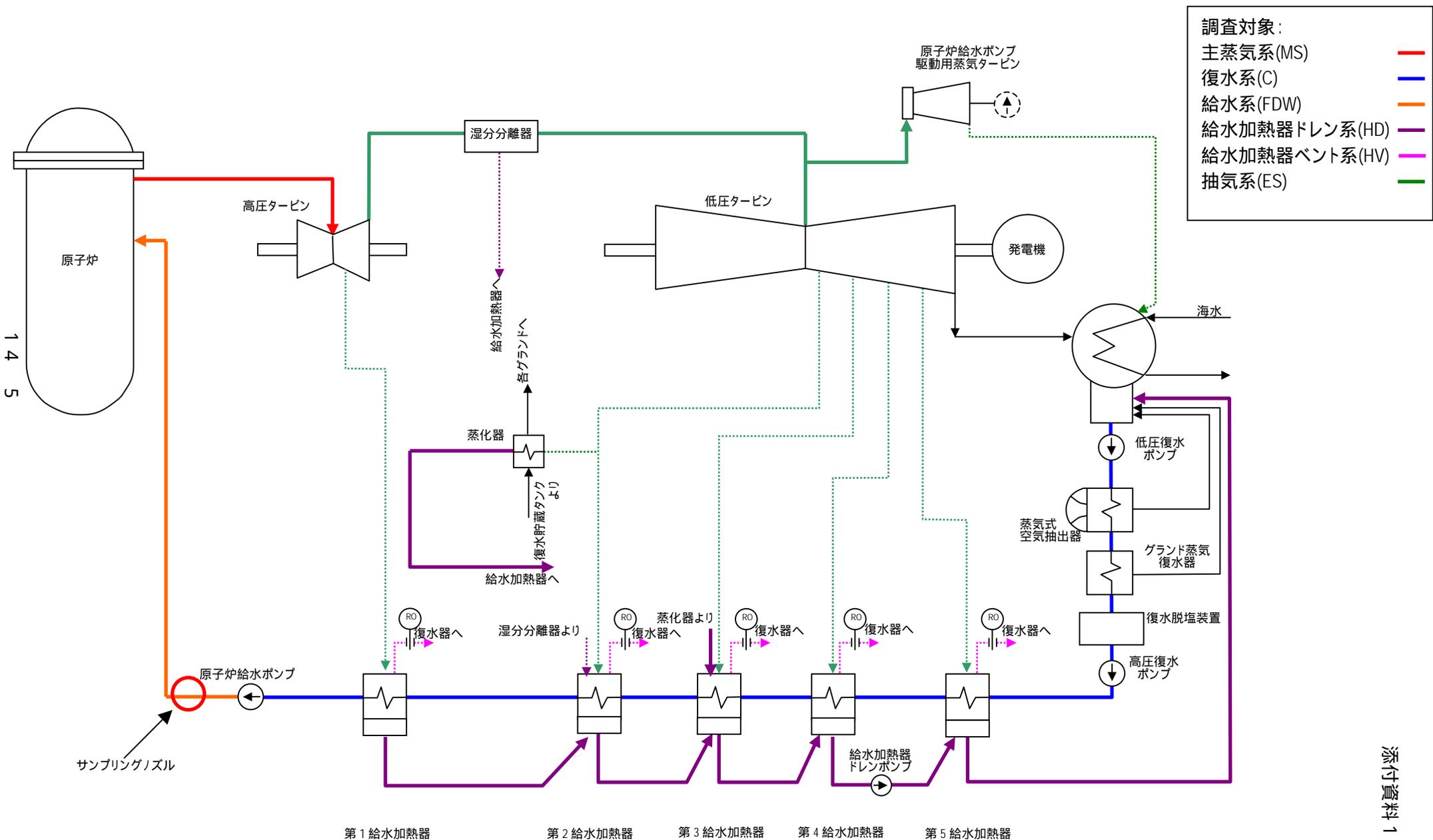
福島第一・1号機 概略系統図



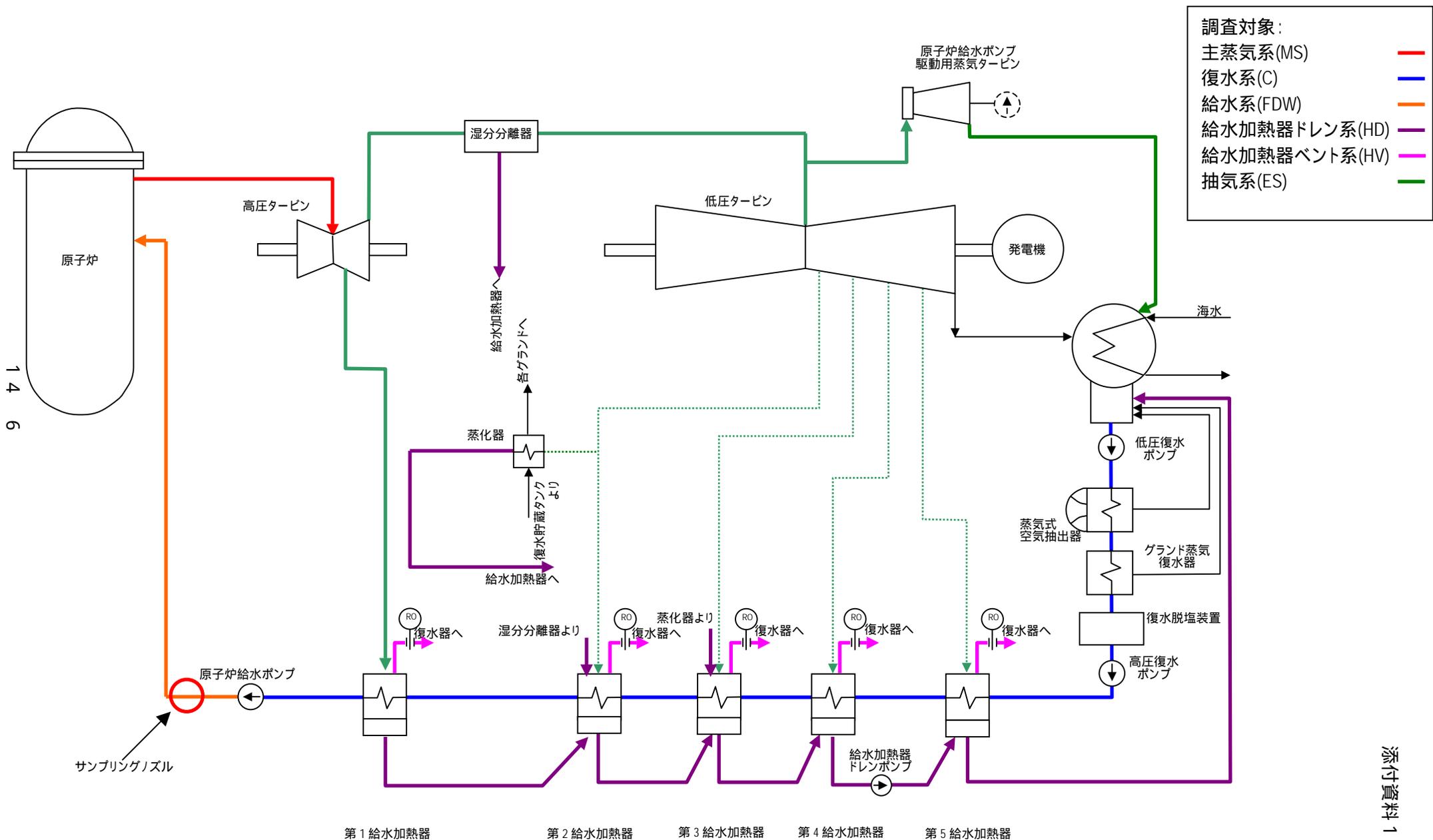
福島第一・2号機 概略系統図



福島第一・3号機 概略系統図



福島第一・4号機 概略系統図



福島第一・5号機 概略系統図



Q15

福島第一原子力発電所1号機における平成17年3月に福島第一原子力発電所3号機の起動に際し発生したトラブルの再発防止対策に実施状況について明らかにされたい。

(回答)

1. 3号機起動中のトラブルの概要

3号機の起動に際して発生した5件のトラブルについて、その概要並びに原因・対策を以下に記します。

(1)主蒸気管ドレン弁駆動電動機ケーブルの絶縁低下

原子炉起動準備中において原子炉格納容器内に設置されている主蒸気管排水弁を全閉から全開へ操作したところ、当該弁の地絡警報が発生しました。

原因は、ケーブル端子箱の復旧時にケーブルを挟み込んでいたためであり、当該貫通部の端子箱内のケーブル損傷箇所を撤去し、ケーブルを再接続しました。また、端子箱内部の配線を整線し、ケーブルとスタッドボルト固定台の間隔を確保するとともに、スタッドボルト固定台部分にケーブルが接触しても挟まれにくいようにゴムクッションを取付けました。接続後、電源盤からケーブル及び電動機の絶縁抵抗測定・巻線抵抗測定を行い異常のないことを確認した後、当該弁の開閉試験を実施し異常なく動作することを確認しました。

(2)空気抽出器供給配管に設置されている安全弁からのシートパス

主復水器内の空気を抽出し、真空を維持するための蒸気式空気抽出器用駆動蒸気配管に設置された安全弁に不具合があり、本来流れない蒸気が主復水器内へ流れていることを確認しました。

原因は、弁内部の留めネジが外れたため、弁が全閉しなかったことと判明しました。対策として、当該弁の留めネジを新品と交換し、廻り止めを実施いたしました。

また、安全弁を分解点検する際には、留めネジの廻り止めを確認するよう要領書に反映しました。

(3)原子炉隔離時冷却系タービン軸受け部からの油漏れ

原子炉隔離時冷却系ポンプの機能確認を実施したところ、ポンプ駆動用タービンの軸受け部から潤滑油の滴下があることを発見しました。

原因は、オリフィス取付けの際、取付け位置が近接していたため、異なるオリフィスを互いに取り違えて取り付けていたためであり、オリフィスに番号を刻印し、従来の部品収納袋による管理ではなく刻印による識別管理をするとともに、その旨要領書を変更しました。

(4)タービン駆動原子炉給水ポンプタービンの起動時トリップ

タービン駆動原子炉給水ポンプ(T/D RFP)2台のうち1台を起動したところ、制御装置の故障を示す警報が発生して当該ポンプが自動停止し、バックアップ用の電動駆動原子炉給水ポンプ1台が自動起動した。

原因は、今定検時に取替えた同ポンプの制御装置によるポンプトリップ条件(設定)が現場機器の状態に対して不適切であったためでした。

対策として、当該T/D RFP制御装置の起動渋滞回路について、昇速試験の結果から起動渋滞回路の設定値を見直し、現場機器と整合させました。

さらに、設計変更管理におけるインターフェイスの確認が不十分であったことから、設計標準「デジタル制御装置設計検証・試験実施標準」に現場機器とのインターフェイスを確実に確認するよう明記しました。

#### (5) 気体廃棄物処理系の流量増加

調整運転中、通常運転時は約  $20 \text{ Nm}^3 / \text{h}$  の気体廃棄物処理系の流量が、約  $36 \text{ Nm}^3 / \text{h}$  まで漸増しつづけたことから、発電機の出力上昇を約 66 万キロワットにて中断しました。

原因は、復水器内の非凝縮性ガスのガス抜きが不十分であったためと判明しました。

非凝縮性ガスが復水器内で滞留していることが予測される場合の気体廃棄物処理系装置の対応操作について、過去の知見の情報共有が不十分であったため、適切な対応操作を行えなかったことから、操作手順を手順書へ反映しました。

## 2. 1号機における対策と状況

### (1) 主蒸気管ドレン弁駆動電動機ケーブルの絶縁低下

今回の定期検査において、核計装用、高圧動力用 2 箇所について格納容器電気貫通部端子箱の開放作業を実施していますが、いずれも端子箱復旧後、対象機器の電気特性試験、試運転等を実施し健全性を確認しています。

その他の貫通部については、次回定検時に端子箱内の状況調査を行い端子箱の嵩上げや端子箱内のケーブルの余長を適切にするなど、現場の状況に応じた対策を計画的に実施します。

### (2) 空気抽出器供給配管に設置されている安全弁からのシートパス

1号機については、製造メーカーが異なり止めネジのない型式となっており、対策は不要です。

### (3) 原子炉隔離時冷却系タービン軸受け部からの油漏れ

1号機は、当該機器は設置されておきませんが、類似機器(高圧注水系タービン)について、潤滑油系の試運転を実施し漏洩のないことを確認しました。また、次回定検時に分解点検を行った際には、オリフィスに番号を刻印し、刻印による識別管理を行うこととし、その旨を要領書に反映することとします。

### (4) タービン駆動原子炉給水ポンプタービンの起動時トリップ

1号機については、T/D RFPは設置されていないことから、T/D RFP制御装置設定値に対する対策は不要です。

また、3号機の対策として、設計標準「デジタル制御装置設計検証・試験実施標準」への反映、設計管理に関連して発生した不適合のデータベース化がされることにより、今後、1号機にて今回同様の設計変更を実施する際には水平展開さ

れます。

#### (5) 気体廃棄物処理系の流量増加

プラント起動時の留意事項として、復水器の非凝縮性ガスのガス抜きを適切に行うことを操作手順書に反映するとともに、3号機で発生した事象の知見のメカニズムを操作手順書の参考資料として反映しました。

### 3. 包括的な対策と状況

5件のトラブルの要因を深堀りした結果から得られた教訓としては、「機器の保守性を十分配慮した設計となっていないこと」「運転保守経験の反映が不十分であること」などが挙げられます。これらを受けて今後の更なる取り組みとして、ヒューマンエラーを撲滅するという観点から作業手順を見直す等の直接的な対策のみならず、その背景にある上記のような教訓を踏まえて設備改善による保守性向上、運転経験の反映等、以下の諸施策を展開していくこととしました。

#### a. 設備改善の促進

設備の改善を実施することにより、設備トラブルや作業ミスを徹底して減らすことを目的とし、以下の具体的方策を取ることにします。

協力企業から提出される設備改善要望事項に対し早期に方針決定を行う。

当直における「人材育成と業務効率化」ワーキンググループ活動からの改善要望に対し、早期に方針決定を行う。

協力企業から提出される設備改善要望事項に対し早期に方針決定を行うために、CBA(Check Before Action)活動の第三弾を推進しています。現在までに、協力企業から提案された設備改善要望事項491件に対し、414件について処理方針を決定しました。

また、当直からの設備改善提案としては、134件あり、このうち設備信頼性向上に寄与するものを中心に43件について方針を決定しました。引き続き他の提案についても検討を行っていきます。

なお、CBA活動(第三弾)のなかでは「設備トラブル・作業ミス・災害」のゼロ化を目指す目的で「3-0運動」を展開していますが、その活動状況は以下に示すとおりです。

現場の潜在的な危険箇所や設備微欠陥を顕在化させる「エフ付け」(札付け)の手順を定めた上で、1号機について「3-0パトロール」を実施しています。3-0パトロールは、その後各号機にも展開していきます。

協力企業作業員への3-0思想の徹底とTBM-KY(作業前ミーティング-危険予知活動)の形骸化防止を目的として、当社社員が協力企業が行っているTBM-KYへ当社社員が参加することとしており、4月に24回、5月(5月13日現在)に41回参加しております。

ヒヤリ・ハット事例のポスターをサービス建屋通路に14箇所掲示しました。また、ヒヤリ・ハットの小冊子を作成し、5月末までに協力企業および当社社員に配布予定です。

b．運転経験の反映

起動時における過去の経験・知見を収集し手順書へ確実に反映するとともに、情報共有を図るためにデータベース化を行います。

本データベース化については、本年6月を目途にシステムを構築し、運用開始することとし、現在過去の経験・知見を収集するため、過去の運転日誌などの調査も平行して実施しております。

今後、抽出した過去の経験・知見を順次データベース化し、プラント起動時等に活用していきます。

c．設計管理における不適合経験の反映

設計管理において生じた不適合の経験や知見を今後の設計管理業務に生かすべくデータベース化を行います。

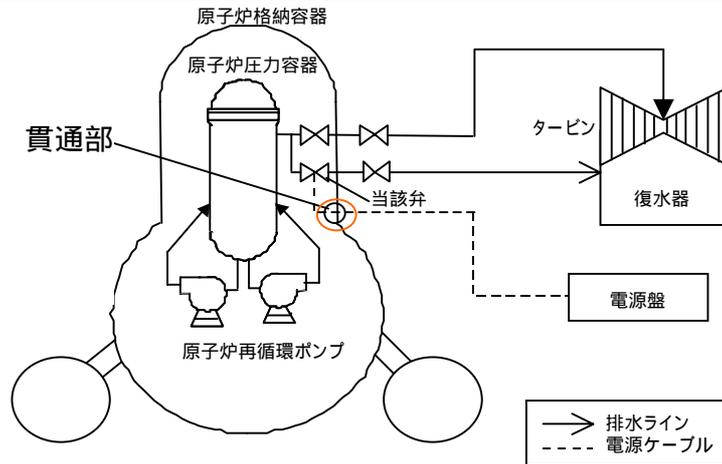
本データベースについては本年4月にシステムを構築し、関係箇所に対して説明を行いました。今後、不適合の経験や知見をデータベースに入力するとともに、今後同種の設計変更を行う際にこれを活用して設計管理に関連した不適合の再発防止に努めていきます。

添付資料 15 - 1 : 起動時におけるトラブル ( 5 件 ) の要因分析

## ・ 起動時におけるトラブル（5件）の要因分析

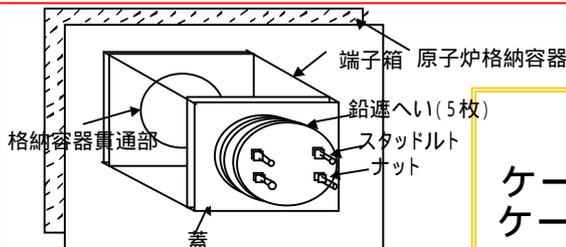
### 主蒸気管ドレン弁駆動電動機ケーブルの絶縁低下

事象 原子炉起動準備中において、原子炉格納容器内に設置されている主蒸気管排水弁を全閉から全開へ操作したところ、当該弁の地絡警報が発生



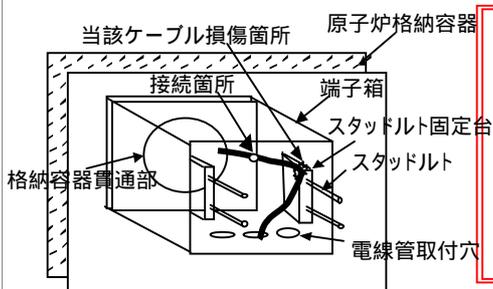
### 主蒸気管ドレン弁駆動電動機ケーブルの絶縁低下

#### 原因と背景要因



#### （原因）

ケーブル端子箱の復旧時にケーブルを挟み込んでいた。



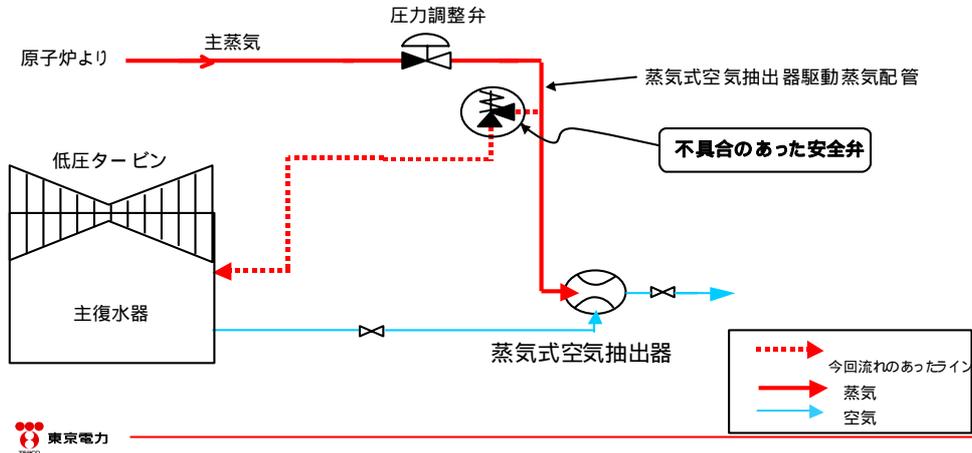
#### （背景要因）

端子箱内にケーブルが密集しており、端子箱を大きくするなど設備改善を検討したが、現場が狭いなどのことから実しなかった。



## 空気抽出器供給配管に設置されている安全弁からのシートパス

**事象** 主復水器内の空気を抽出し、真空を維持するための蒸気式空気抽出器用駆動蒸気配管に設置された安全弁に不具合があり、本来流れない蒸気が主復水器内へ流れていることを確認



## 空気抽出器供給配管に設置されている安全弁からのシートパス

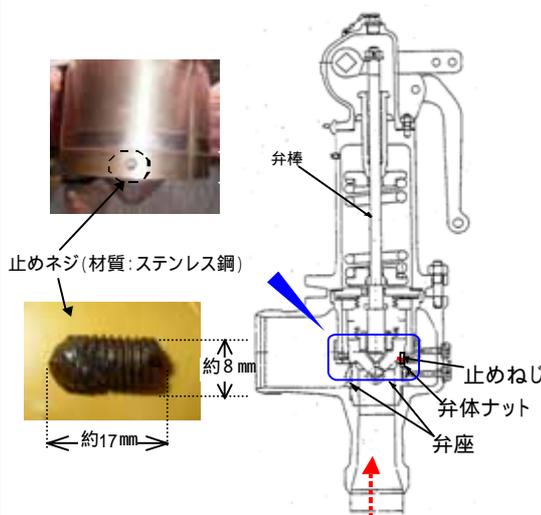
### 原因と背景原因

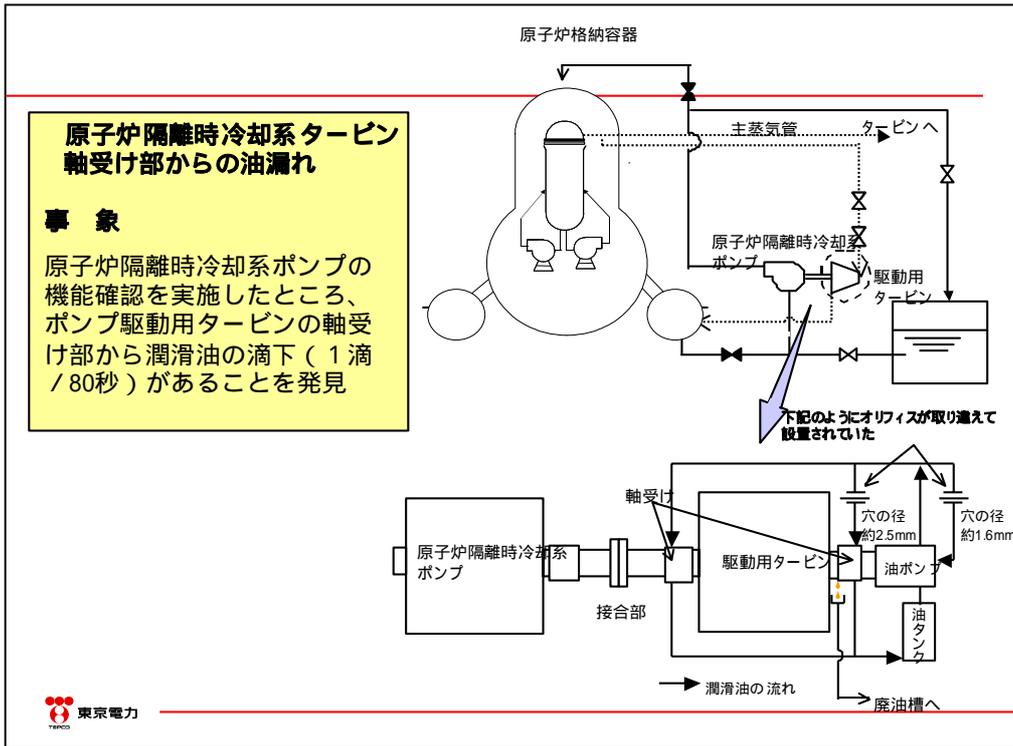
#### (原因)

弁内部の止めネジが外れ、弁が全閉していなかった。

#### (背景要因)

弁体の止めネジは廻り止めがされており、緩まないと考えていたため、点検項目から抜けていた。





**原子炉隔離時冷却系タービン軸受け部からの油漏れ**

**原因と背景要因**

間違えたオリフィス

**（原因）**

口径の異なるオリフィスを互いに取り違えて取り付けしていた。

**（背景要因）**

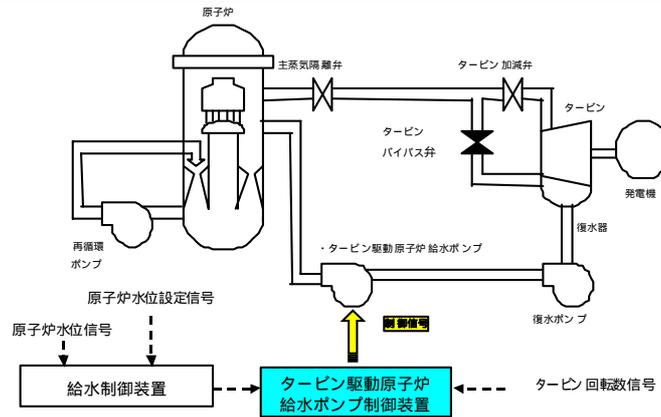
手順書通りに作業をしなかった。

部品の識別管理が不十分であった。

東京電力

## タービン駆動原子炉給水ポンプタービンの起動時トリップ

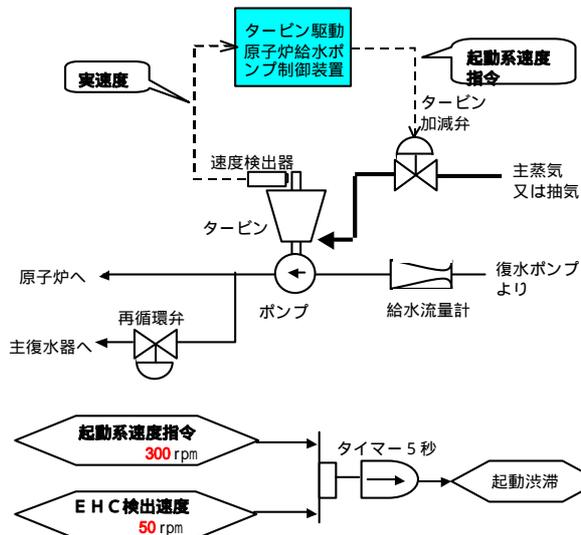
事象 タービン駆動原子炉給水ポンプ（2台）の制御装置取り替えに伴う健全性確認試験を実施中、タービン駆動原子炉給水ポンプのうち1台を起動したところ、制御装置の故障を示す警報が発生して当該ポンプが自動停止し、バックアップ用の電動駆動原子炉給水ポンプ1台が自動起動



東京電力

## タービン駆動原子炉給水ポンプタービンの起動時トリップ

### 原因と背景要因



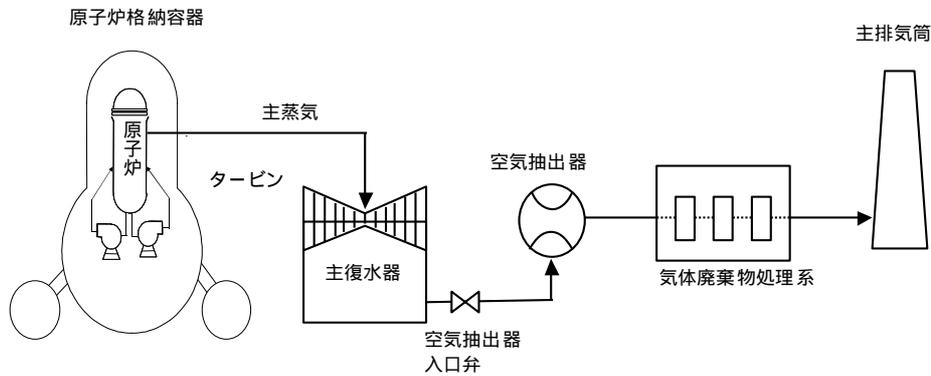
(原因)  
回路設定値が不適切であった。

(背景要因)  
先行プラントの設定値を十分な実績があるとして流用したため、同設定値の現場機器との不整合に気付かなかった。

東京電力

## 気体廃棄物処理系の流量増加

事象 調整運転中、通常運転時は約 $20\text{Nm}^3/\text{h}$ の気体廃棄物処理系の流量が、約 $36\text{Nm}^3/\text{h}$ まで漸増しつづけたことから、発電機の出力上昇を約66万キロワットにて中断



## 気体廃棄物処理系の流量増加

### 原因と背景要因

#### (原因)

復水器の非凝縮性のガス抜きが不十分であった。

#### (背景要因)

非凝縮性ガスが復水器内で滞留していることが予測される場合の気体廃棄物処理系装置の対応操作について、過去の知見の情報共有が不十分であったため、適切な対応操作が行われていなかった。