

**美浜発電所3号機2次系配管破損事故を踏まえた
今後の課題と取り組み状況について**

平成16年12月10日
関西電力株式会社

はじめに

平成16年8月9日に発生した美浜発電所3号機の事故につきまして、5名もの方の尊いお命が失われ、6名の方が重傷を負われるという極めて重大な事故を起こし、被災された方々、ご遺族、ご家族の皆様、ならびに木内計測(株)には、深くお詫びを申し上げます。

日頃から発電所の維持運営にご協力頂いております協力会社の皆様や、地元福井県、美浜町の皆様をはじめ、近隣の住民の皆様方、さらには国、地元の自治体ならびに関係ご当局の方々などに、多大なるご心配とご迷惑をお掛けしましたことにつきまして、改めて深くお詫び申し上げます。

お亡くなりになられました方々のご冥福を衷心よりお祈り申し上げ、また、重傷を負われました6名の方の一日も早いご快復を心から願うとともに、当社として、できる限りのことを、責任を持って果たして参る所存でございます。

今回の事態を重大なことと受け止め、事故原因の究明と対策に、全力を尽くすとともに、再発防止を徹底してまいります。

さらに、二度とこのような事故を起こしてはならない、との固い決意のもと、全役員、全従業員を挙げて、信頼の回復に向け、あらゆる努力を続けてまいります。

目次

事故の概要	1
事故後の対応	2
当該配管が登録漏れにより破損に至った経緯	3 ~ 5
当面の対策(中間とりまとめでの報告)	6
今後の課題	7
品質保証システム等の確立	8 , 9
労働災害防止対策の徹底	10
高経年化への対応・地元との信頼回復	11
当社プラントの肉厚測定状況	12
まとめ	13

事故の概要

8月9日、美浜発電所3号機で、定格熱出力運転中、2次系復水配管(復水流量計オリフィス下流の部位)が減肉により破損し、タービン建屋内に蒸気・熱水が流出した。

緊急負荷降下中に原子炉は安全に自動的に停止した。また、周辺環境への放射能の影響はなかった。

発生当時、建屋内にいた作業員11名が被災し、5名が死亡。被災者は8月14日から開始予定だった定期検査の準備作業を行っていた。(被災者の被ばくなし)

当該部位は「原子力設備2次系配管肉厚の管理指針(PWR)」に基づく肉厚測定対象箇所であったが、登録が漏れていたため、過去に肉厚測定の実績はなかった。

事故後の対応

直ちに、運転中プラントのタービン建屋等への立入制限等の労働安全の確保を実施した。

全プラントで2次系配管肉厚管理における肉厚測定漏れの有無のチェックを実施した。

美浜3号機を除く、全プラントのうち運転中の8プラントを計画的に停止し、また定期検査中の2プラントについては停止中に、肉厚測定を実施し安全上問題になる箇所がないことを確認した。

(10月1日 肉厚測定終了)

中間とりまとめを行い、当面の対策等を公表した。(9月27日)

経済産業省から嚴重注意、技術基準適合命令及び定期安全管理審査の評定格下げ「B C」を受けた。(9月27日)

当該配管が登録漏れにより破損に至った経緯(1 / 3)

1. 自主管理から体系的な減肉調査へ

昭和50年代 2次系配管の肉厚測定箇所を社内標準に定め肉厚測定を実施。

「原子力発電所定検工事範囲指針」(S57.12)の策定

「2次系配管経年変化調査工事・対策要領」(S59.7)の策定

昭和58年 高浜2号機で2次系配管減肉による蒸気漏洩事故発生。

昭和60年～ 体系的な減肉調査開始。

昭和61年 米国サリー2号機で給水管破断事故が発生。

2. 「指針」策定に向けて

昭和62年10月 三菱重工業に2次系配管の肉厚管理指針作りを委託。

平成2年5月 「原子力設備2次系配管肉厚の管理指針(PWR)」を策定。

(PWR5電力に共通する自主指針)

3. 三菱重工業が「指針」を適用し肉厚測定

平成2年6月～ 「指針」の適用を開始。

(肉厚測定は平成8年まで三菱重工業で実施)

美浜3号機の当該部位は当初から登録が漏れており、指針を初めて適用した平成3年1～6月の定検以降、肉厚測定されず。

当該配管が登録漏れにより破損に至った経緯(2 / 3)

4. 三菱重工業から日本アームへの移管

- 平成7年 2次系配管肉厚管理業務の三菱重工業から日本アームへ当該部位が登録漏れのまま移管。
- 平成8年9月 三菱重工業へ、最新のスケルトン図、過去の測定データ等の整理・引渡しを依頼。
- 平成9年1月 三菱重工業は、日本アームとの契約(*1)に基づき、美浜3号機を含む4プラントにおいて、肉厚測定の調査工事計画を策定し、日本アームに提出するとともに、肉厚測定について日本アームを指導した。
- 移管後 日本アームは、原子力サービスエンジニアリング(三菱重工業の子会社)と、配管関係トラブル情報の提供、調査計画への反映事項の提案を行う等の契約(*2)を締結。(定検毎)

*1: 2次系配管経年変化調査工事の計測指導工事

*2: 2次系配管経年変化調査助勢工事

5. 日本アームが肉厚管理業務を実施

- 平成9年10月 当社から日本アームに「図面と現場の照合」と「検査用図面のCAD化」を委託。
- 平成9年～11年 当社は日本アームの原子力検査データ処理システム(NIPS)開発を支援。
- 平成14年 当社から日本アームにNIPSの機能拡張を委託。
- 日本アームへの移管は、技術力・管理技術を評価しつつ、適切に実施された。

当該配管が登録漏れにより破損に至った経緯(3 / 3)

5

6. 他電力における当該部位の登録漏れの追加修正

平成7年 三菱重工業は、泊1号機の当該部位(登録漏れであった)を追加修正。
平成9年 三菱重工業は、敦賀2号機の当該部位(登録漏れであった)を追加修正。
いずれのケースについても、当社、日本アームへの登録漏れ、追加修正の連絡なし。
(日本アームは三菱重工業の子会社とトラブル情報提供契約を締結 : 前ページの*2)

7. 日本アームが破損箇所のを発見

平成15年4月 日本アームが美浜3号機の破損箇所のを発見したが、NIP Sに登録したのみで、登録漏れの連絡及び5月からの定検での肉厚測定の見逃し。
平成15年6月 美浜3号機第20回定期検査(平成15年5月8日から平成15年7月15日まで)の総括報告書を受領。
(スケルトン図に当該部位の登録漏れを反映済みであったが、当社にその旨の通知なし。)
平成15年11月 日本アームが次回定期検査(平成16年8月~)時の肉厚測定箇所の見逃し。
(肉厚測定すべき420箇所を記載したリストを電子メールで受領、未登録箇所等の注記なし。)

原因

当社、三菱重工、日本アームの3者が関与する2次系配管の減肉管理ミス
当社の「原子力安全」を組織的に確保するための品質保証システムや保守管理システムの整備が不十分。
当社として、登録漏れを是正するしくみがなく、設備を維持・管理するものとしての責任を痛感

当面の対策(中間とりまとめ(平成16年9月27日)での報告)

6

【組織】

社長の原子力事業本部長就任、技術系役員の福井駐在。
2次系配管肉厚管理業務専任の係長及び担当者を各発電所に追加配置。

【労働安全】

協力会社、地元の方々のご理解が得られるまでの間、運転中プラントへの立入りを制限するなど。

【調達管理】

2次系配管肉厚管理業務(測定業務は除く)は当社自ら実施。

【現場管理】

肉厚管理が必要な配管への表示札取り付け。
定検における現場作業等の監督業務の直営化。

【教育】

体系的に肉厚管理の重要性を含む教育の実施。

【水平展開の仕組み】

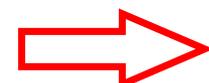
水平展開を実施することにより、情報の共有化を図る。

【協力会社とのコミュニケーション】

発電所所長が元請会社と個別対話を行う等、協力会社との情報共有化。

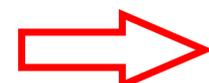
確実な保全業務の実施を目指すために、原子力以外の役員を含む社内関係者及び社外有識者を委員として構成する「原子力保全機能強化検討委員会」を設置し、以下の項目について検討を行っている。

品質保証システム等の再構築

 8, 9

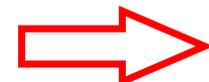
現行の保全体制の課題を整理、メーカー等を含む体制の再構築等、組織及び人の視点を含めた検討を行う。

労働災害防止対策の徹底

 10

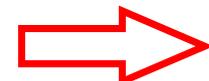
5名の尊い命が失われ、6名の方が重傷を負われる極めて重大な事故であること及び厚生労働省(福井労働局)からの指導も踏まえ検討する。

高経年化への対応

 11

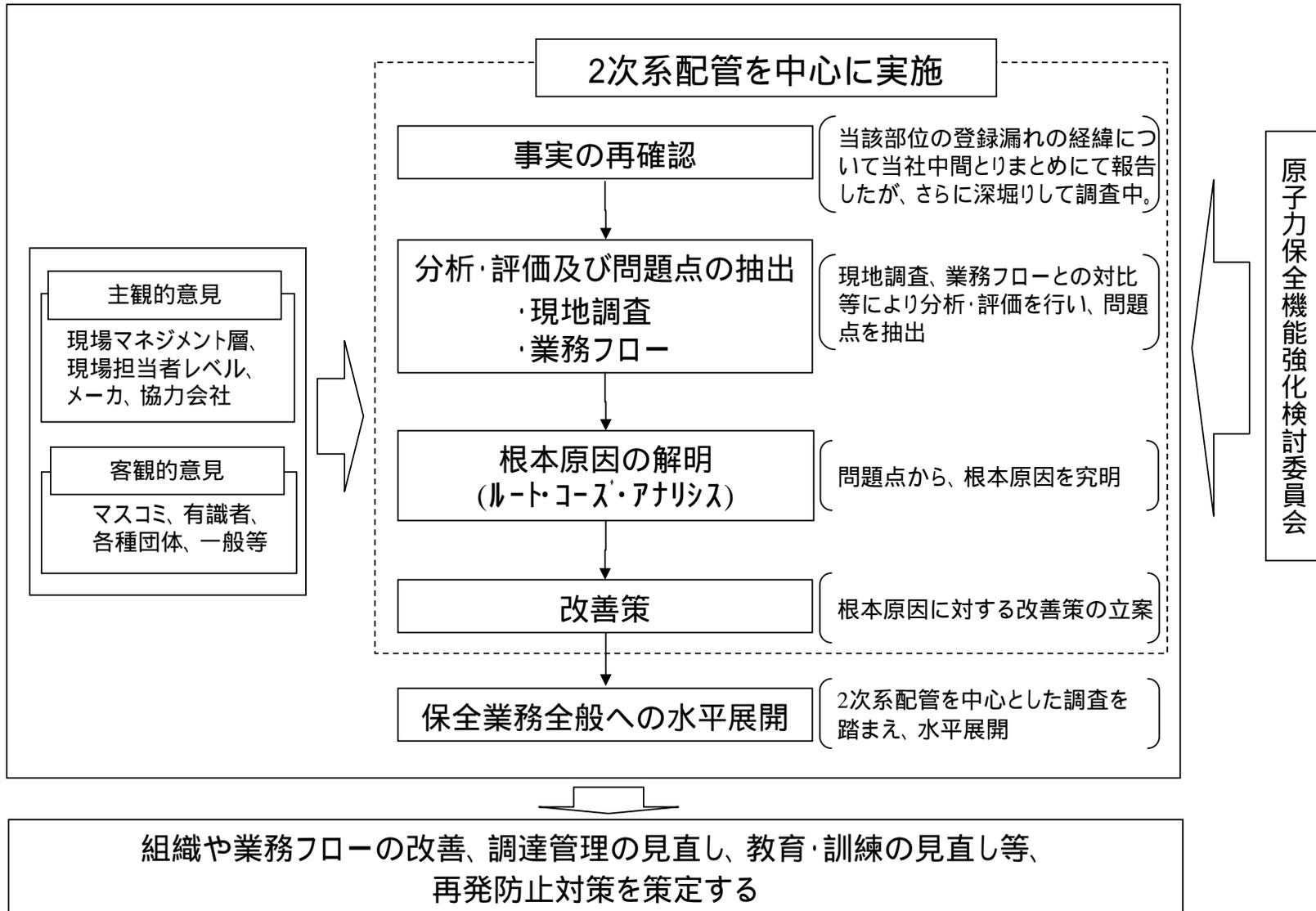
高経年化した原子力発電所においては、配管の減肉などの経年劣化事象がより顕在化することが考えられることから、より慎重な点検管理や設備の更新等を検討する。

地元との信頼回復

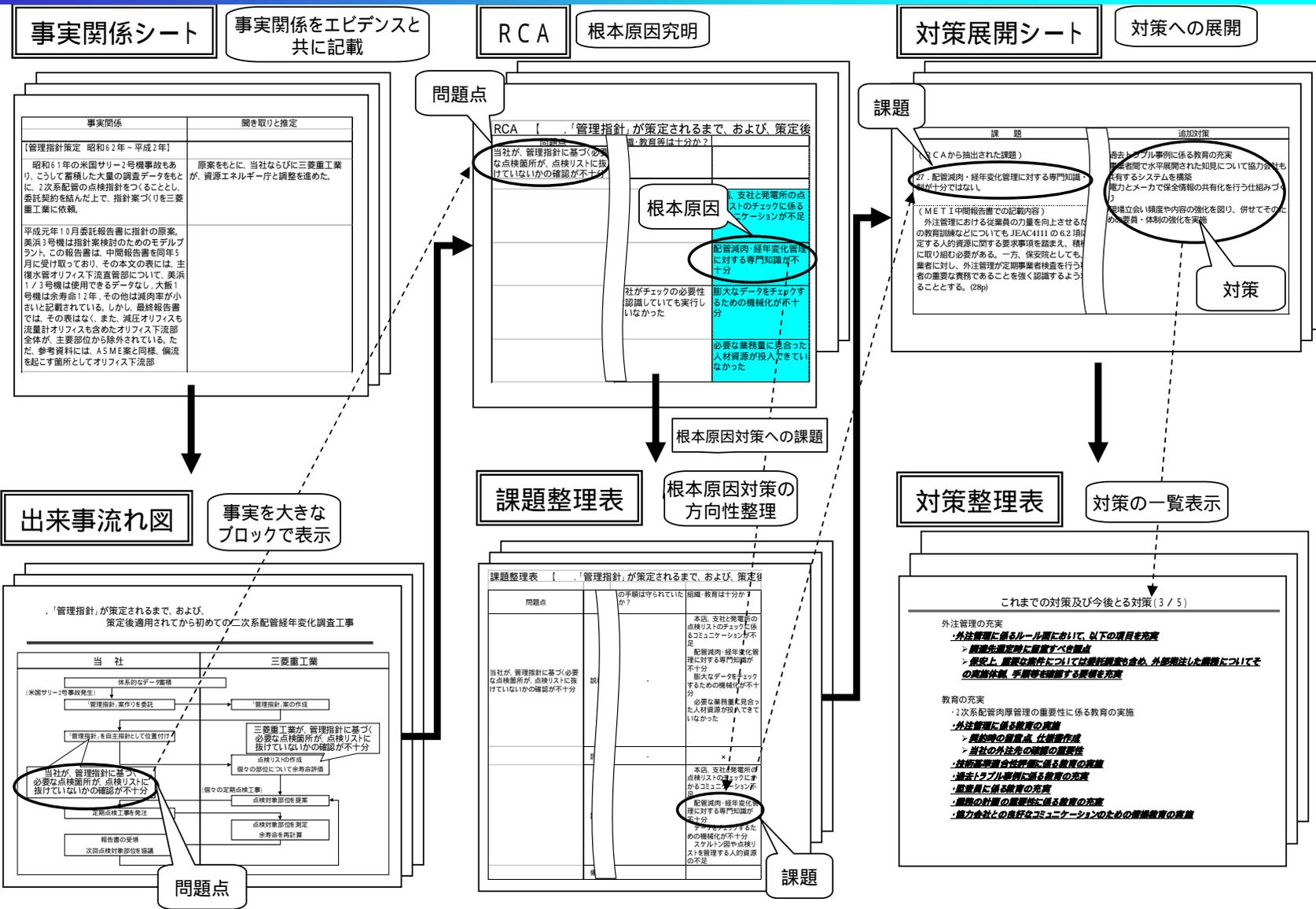
 12

これまでも地元との共存共栄を図ってきたが、今一度原点に立ちかえり、福井県との新しい時代の共生に向けた取組みを進めていく。

品質保証システム等の再構築



品質保証システム等の再構築に関わる具体的手順の一例 (現在検討中の内容を表したイメージ図)



事実関係シート

事実関係をエビデンスと共に記載

RCA 根本原因究明

対策展開シート

対策への展開

出来事流れ図

事実を大きなブロックで表示

課題整理表

根本原因対策の方向性整理

対策整理表

対策の一覧表示

問題点

根本原因

課題

対策

根本原因対策への課題

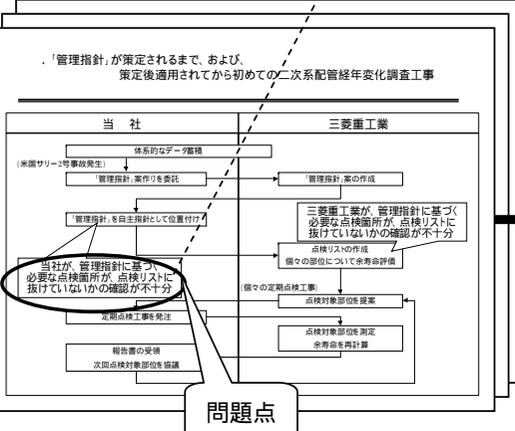
根本原因対策の方向性整理

課題

事実関係	聞き取りと推定
<p>「管理指針策定 昭和62年～平成2年」</p> <p>昭和61年の米国サード号機事故もあり、こうして蓄積した大量の調査データをもとに、二次系配管の点検指針をつくることとし、委託契約を結んだ上で、指針案づくりを三菱重工業に依頼。</p> <p>平成元年10月委託報告書に指針の原案。美浜3号機は指針案検討のためのモデルプラント。この報告書は、中間報告書を同年5月に受け取っており、その本文の表には、主排水管オリフス下流直管部について、美浜1/3号機は使用できるデータなし、大板1号機は余寿命12年、その他は減肉率が小さいと記載されている。しかし、最終報告書では、その表はなく、また、減圧オリフスも流量計オリフスも含めたオリフス下流部全体が、主要部位から除外されている。ただ、参考資料には、ASME案と同様、偏流を起こす箇所としてオリフス下流部</p>	<p>原案をもとに、当社ならびに三菱重工業が、資源エネルギー庁と調整を進めた。</p>

問題点	根本原因
<p>RCA 「管理指針」が策定されるまで、および、策定後の手順は守られていたか？</p> <p>当社が、管理指針に基づいた必要な点検箇所が、点検リストに抜けていないかの確認が不十分</p>	<p>本社、支社と発電所の点検リストのチェックに備えるコミュニケーションが不足</p> <p>配管減肉・経年変化管理に対する専門知識が不十分</p> <p>膨大なデータをチェックするための機械化が不十分</p> <p>必要な業務量に見合った人材資源が投入できていなかった</p>

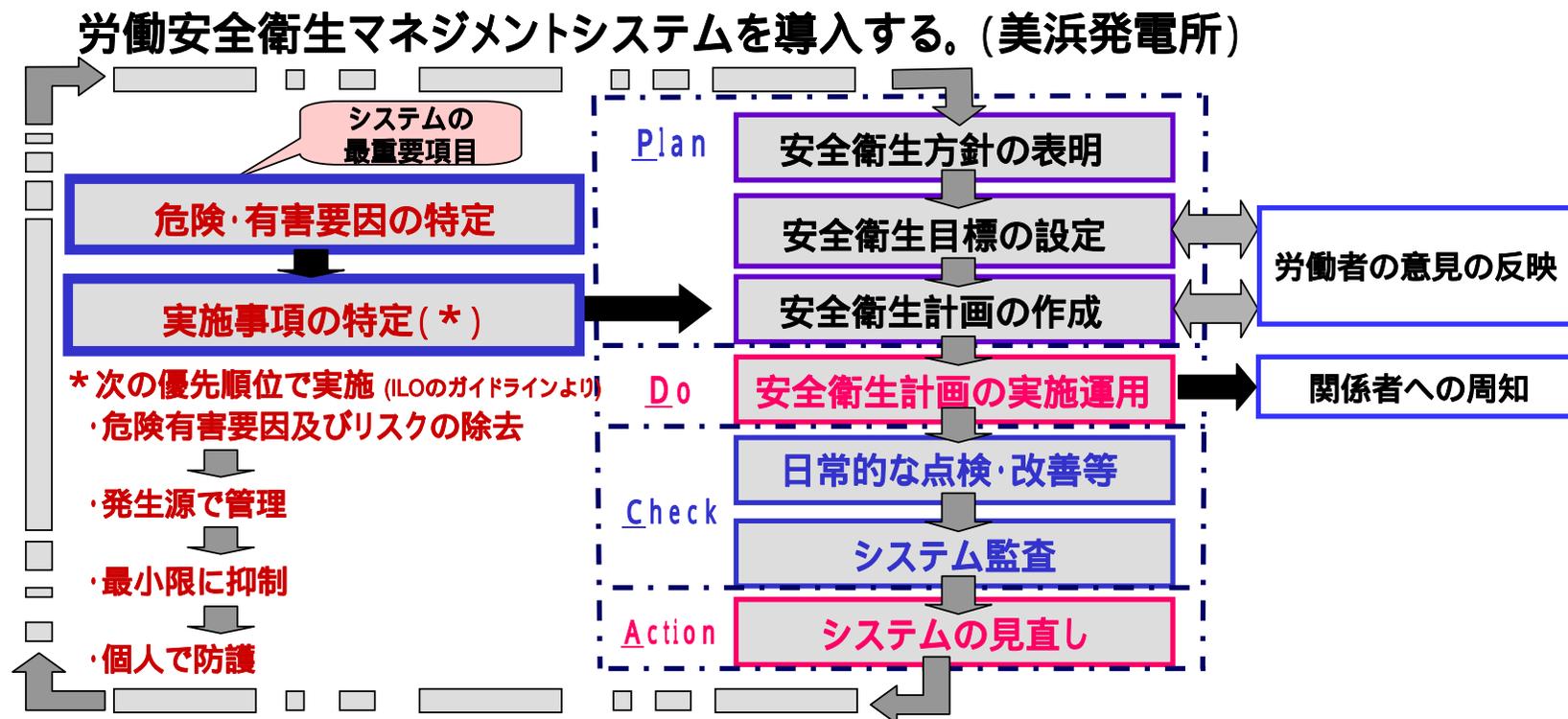
課題	追加対策
<p>RCAから抽出された課題)</p> <p>①、配管減肉・経年変化管理に対する専門知識が十分ではない。</p> <p>(METI中間報告書での記載内容)</p> <p>外注管理における従業員の力量を向上させるための教育訓練などについても、JEAC4111の6.2項に定める人的資源に関する要求事項を踏まえ、職种に切り組む必要がある。一方、保安院としても、業者に対し、外注管理が定期事業者検査を行う者の重要な責務であることを強く認識することとする。(28p)</p>	<p>過去トラブル事例に係る教育の充実 事業者間で水平展開された知見について協力会社も共有するシステムを構築 能力とメカで保全情報の共有化を行う仕組みづくり 現場立会い頻度や内容の強化を図り、併せてそのための要員・体制の強化を実施</p>



問題点	根本原因
<p>「管理指針」が策定されるまで、および、策定後の手順は守られていたか？</p> <p>当社が、管理指針に基づいた必要な点検箇所が、点検リストに抜けていないかの確認が不十分</p>	<p>本社、支社と発電所の点検リストのチェックに備えるコミュニケーションが不足</p> <p>配管減肉・経年変化管理に対する専門知識が不十分</p> <p>膨大なデータをチェックするための機械化が不十分</p> <p>必要な業務量に見合った人材資源が投入できていなかった</p>

これまで対策及び今後とる対策 (3 / 5)
<p>外注管理の充実</p> <ul style="list-style-type: none"> ・外注管理に係るルールにおいて、以下の項目を充実 <ul style="list-style-type: none"> > 事前承認範囲に留意すべき留意点 > 従事者の資質点、仕業書作成 > 従事者の外注先の信頼性の重要性 ・技術的専門適合性評価に係る教育の実施 ・過去トラブル事例に係る教育の充実 ・事業者に係る教育の充実 ・職種の計画の重要性に係る教育の充実 ・能力会社との良好なコミュニケーションのための教育の実施

労働災害防止対策の徹底



総括安全衛生管理者、安全管理者の安全衛生委員会への出席も含む、安全管理活動の適正な運用を徹底する。

安全管理者が危険・有害情報を十分に把握した上で、安全管理活動に参画する。
作業者の迅速な避難を目的とした協力会社との緊急避難訓練(年2回以上)を実施する。

高経年化への対応

高経年プラント(30年を超えるプラント)について、以下の対策などの安全確保対策を当社が責任をもって実施する。

- ・30年を超える至近3回の定検で、再度、全箇所肉厚測定を実施する。
- ・肉厚測定の結果、余寿命が10年未満の箇所は、以降、毎定検で肉厚測定を実施し、減肉傾向が認められるものについては、それ以降、数回の定検でステンレス鋼など耐食性に優れた材料に取替える。

経年劣化の診断をタイムリーに行い、設備の補修・取替え等、高経年化への積極的な取組みを行う。(例えば原子炉容器上蓋の取替えなど)

地元との信頼回復(地域共生の充実)

地域共生の観点から、原子力事業本部を福井県へ移転することを具体化する。福井県が進める「エネルギー拠点化構想」の具体化に積極的に協力するなど。

当社プラントの肉厚測定状況

運転中の8プラントを計画的に停止して、また定期検査中の2プラントについては停止中に2次系配管の肉厚測定を実施した。(美浜3号機を除く)

- ・美浜2号機, 高浜2号機, 大飯4号機を第1グループとして8月中旬停止し、高浜2号機, 大飯4号機は9月上旬運転を再開した。
- ・その後、第2グループ、第3グループに分け、肉厚測定を行い、問題のないことを確認した上、運転を再開した。
- ・また、美浜1号機及び美浜2号機は高経年プラントとして、追加の対策を検討の上、運転を再開した。

肉厚測定の計画における確認、肉厚測定の実施における現場での立会、運転再開における確認等、ステップ毎に国及び県がきめ細かくご確認された。

(美浜3号機事故以降の県及び国の対応状況)

福井県原子力安全専門委員会開催実績	:	12回
国の事故調査委員会	:	6回
国の来福による説明等	:	14回

まとめ

美浜3号機の重大な事故を踏まえ、当面の対策にとどまらず、事実の再確認、分析・評価及び根本原因の解明など、徹底的な原因究明を進め、品質保証システムの確立、労働安全衛生マネジメントシステムの導入、高経年化への対応等、「組織」や「人」の視点も含め再発防止対策の充実を図っていきます。

原子力発電所は地元の信頼があってこそと肝に銘じ運営していきます。

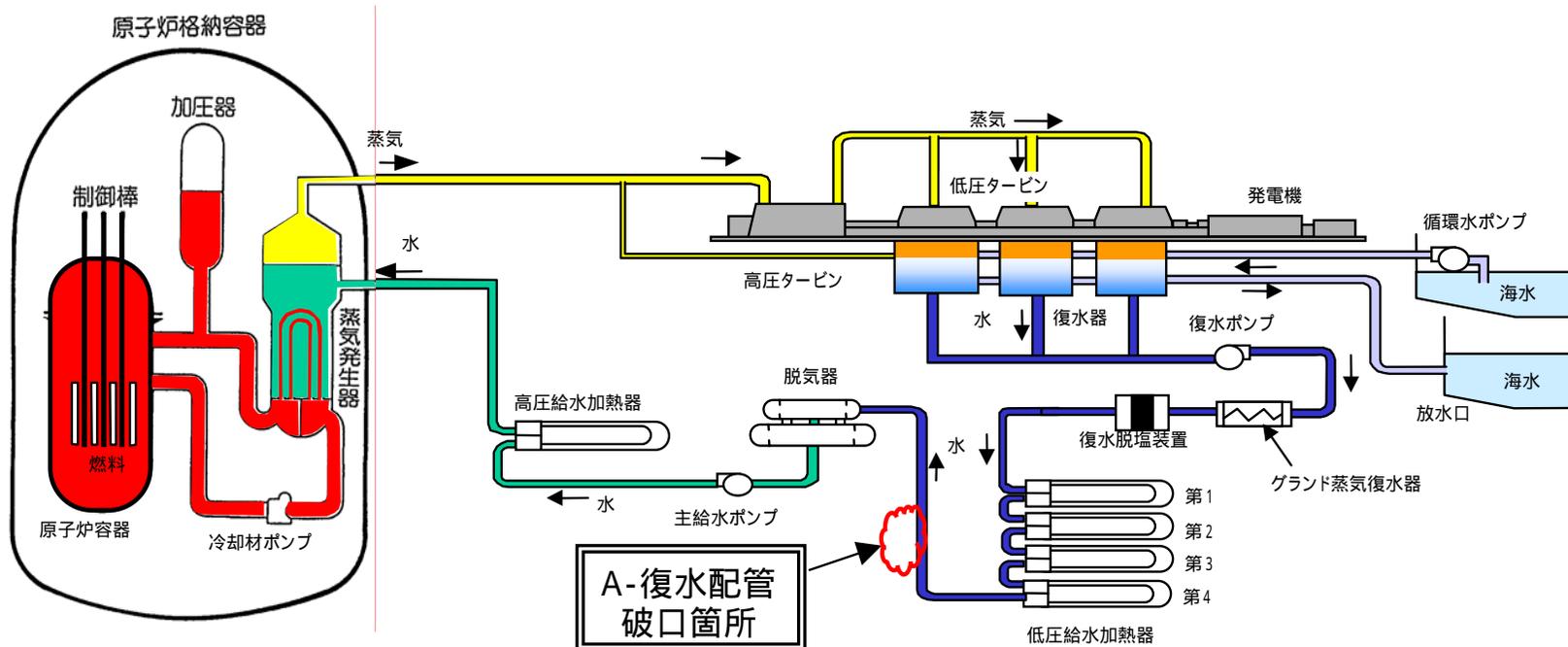
原子力発電所の運営は、立地地域の皆様の安全・安心が大前提であり、そのためには、まず事業者の努力が第一であります。また、立地地域の皆様の安心を得るためには、事故の状況に応じた国や地元自治体のご確認が必要となります。

参 考 資 料

- 参考 - 1 - 1 A - 復水配管破損箇所
- 1 - 2 A - 復水配管破口部の状況(写真)
- 参考 - 2 海外MOX燃料体調達に関する品質保証活動の改善について

A - 復水配管破損箇所

概略系統図



A-復水配管
破口箇所

[復水配管の仕様]
外 径: 約560mm
厚 さ: 約10mm
最高内圧: 約1.27 MPa
最高温度: 約195
材 質: 炭素鋼
流 量: 約1,700 t/h・ループ

A - 復水配管破口部の状況(写真)

①方向



管内面は光沢のある鱗状の模様



エロージョン・コロージョンによる
減肉が発生



配管が薄くなったため、内圧により
破口

拡大



エロージョン・コロージョン:
金属材料の腐食が流体の流れにより加速される現象

海外MOX燃料体調達に関する品質保証活動の改善について

2 - 1 : MOX燃料調達に係る改善経緯

2 - 2 : BNFL製MOX燃料問題の主な原因

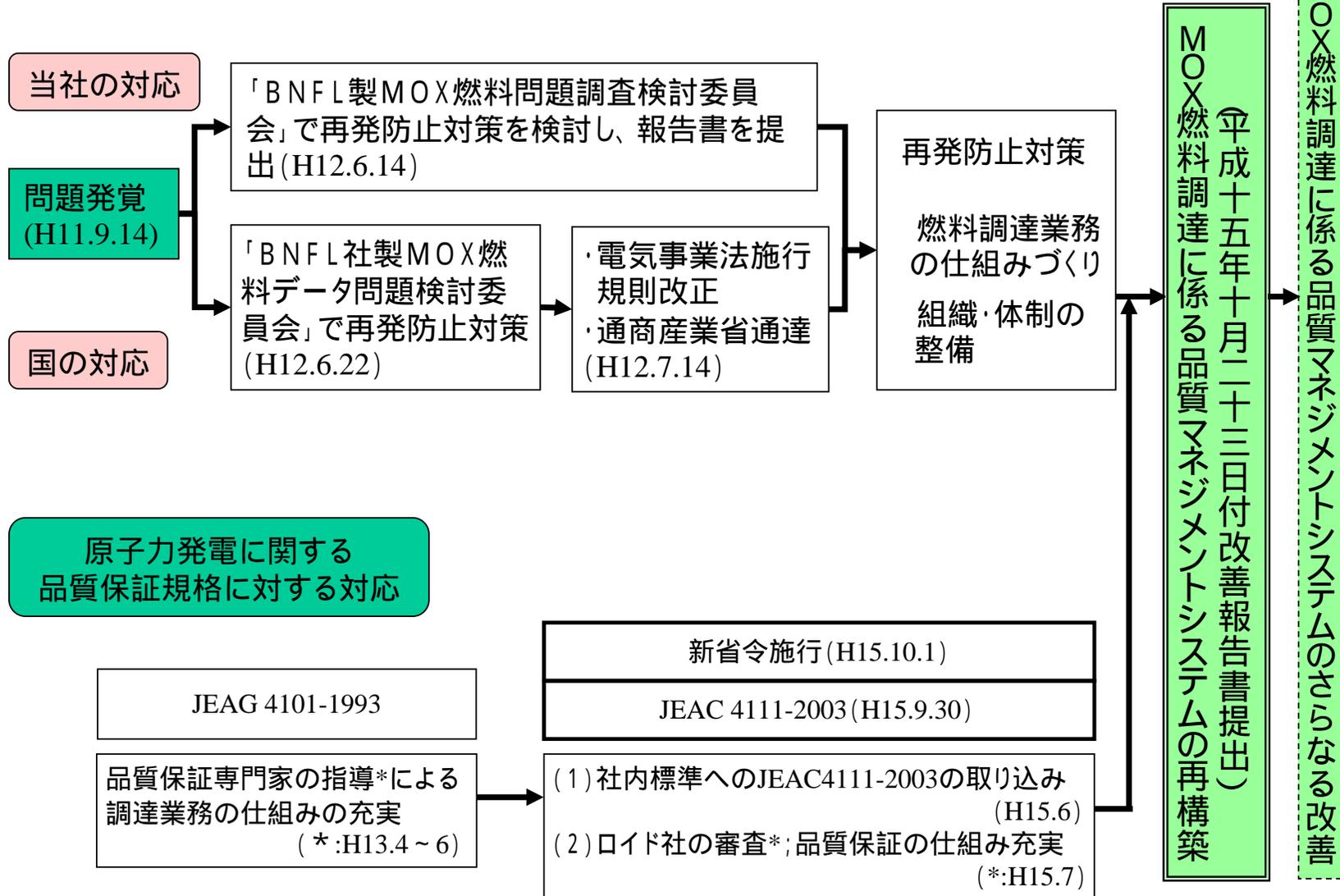
2 - 3 : MOX燃料調達に係る品質保証の確立に向けた取り組み内容

2 - 4 : MOX燃料調達における主要な改善点

2 - 5 : MOX燃料調達に係る社内標準体系

2 - 6 : MOX燃料調達に係る業務フロー(抜粋)

MOX燃料調達に係る改善経緯



BNFL製MOX燃料問題の主な原因

当社側の原因

・品質保証上の要求事項が不明確で体系化されていなかった

・加工前に、BNFL作業実態確認のためのシステム監査が実施されていなかった

・加工中に、加工作業の実施状況を確認していなかった

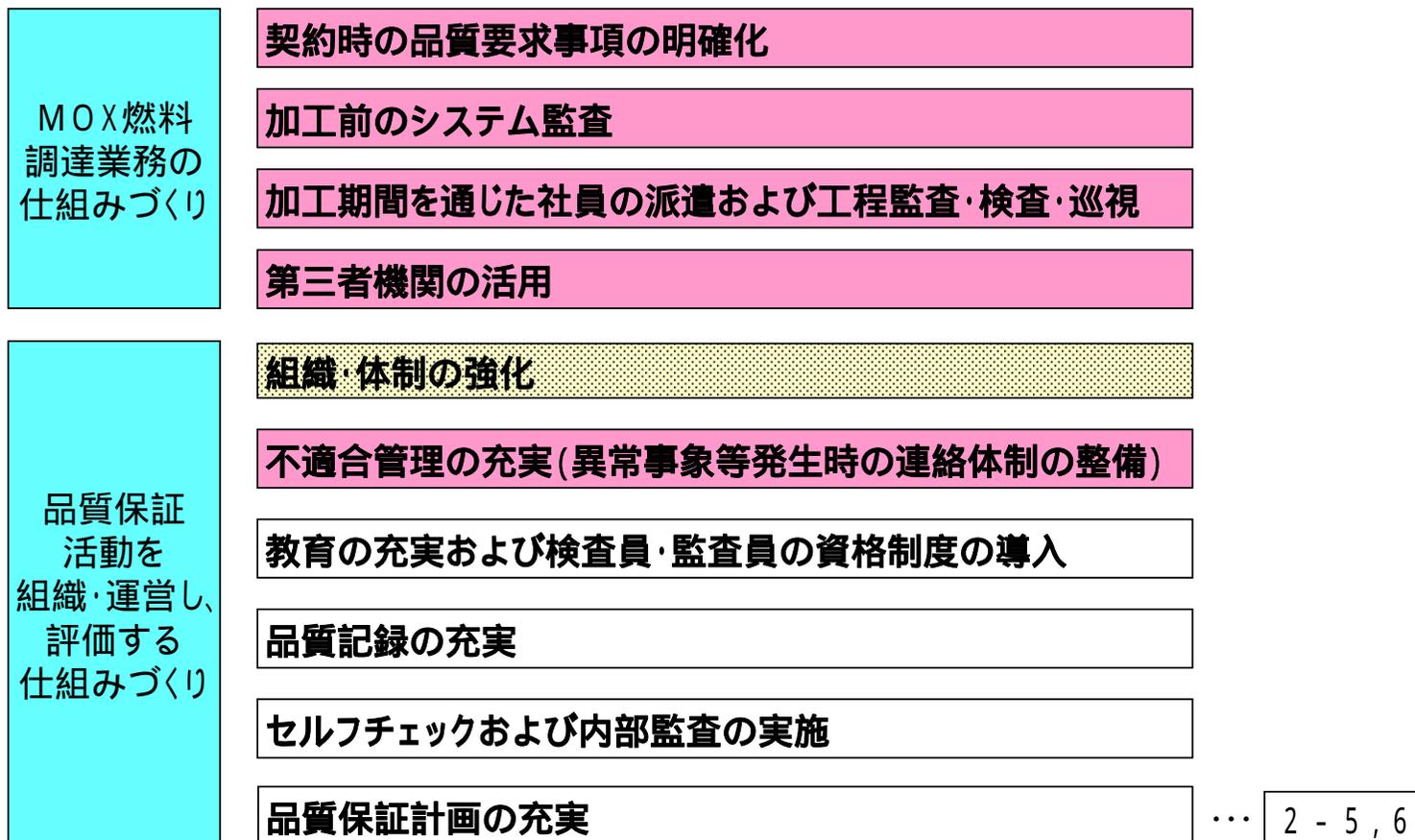
・異常事象等発生時の情報、特に当社にとって不都合な情報であっても規制当局に報告するという意識が欠如していた

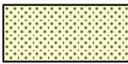
・品質管理の専門的な視点および独立した者によるチェックが不足していた

海外燃料メーカー側の原因

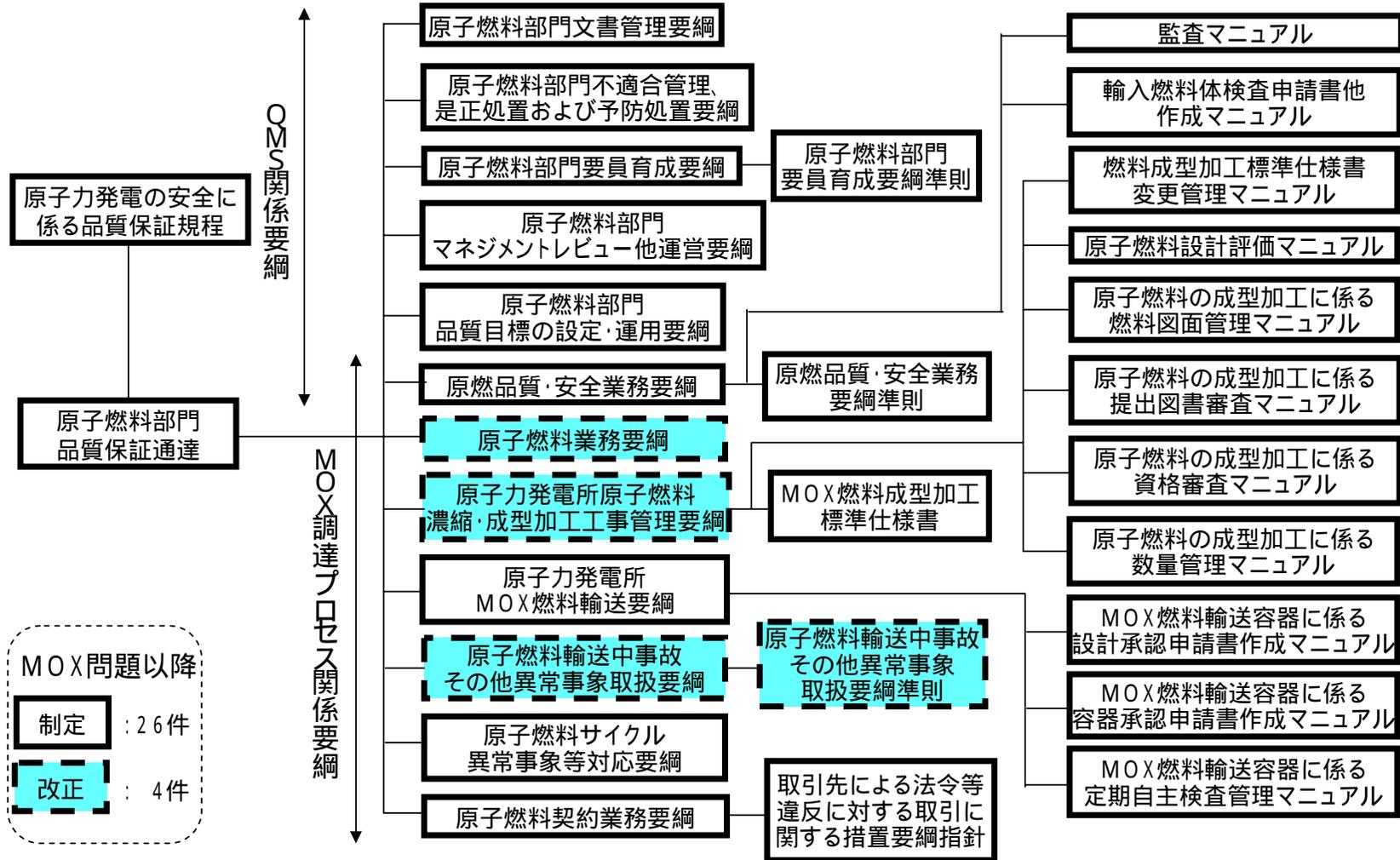
・作業が長時間で単調、品質管理の意識が薄い、異常時発生時の連絡が不明確、等々

MOX燃料調達に係る品質保証の確立に向けた取り組み内容



 : BNFL問題の対応  : BNFL問題及び品質保証規格の対応  : 品質保証規格の対応

MOX燃料調達に係る社内標準体系



MOX燃料調達に係る業務フロー(抜粋)

参考 - 2 - 6

