

平成16年の事故・故障等

第2章

平成16年は、8月9日に関西電力㈱美浜発電所3号機において二次系配管が破損し、当時その場で作業をしていた作業員5名が亡くなり、6名が負傷するという事故が発生しました。本章では、まず第1節で、この関西電力㈱美浜発電所3号機において発生した事故について、その事故の概要や原子力安全・保安院及び原子力安全委員会における対応について詳しく取り上げます。第2節では、国内外のその他の事故・故障等について取り上げるものとします。

第1節 関西電力㈱美浜発電所3号機二次系配管事故について

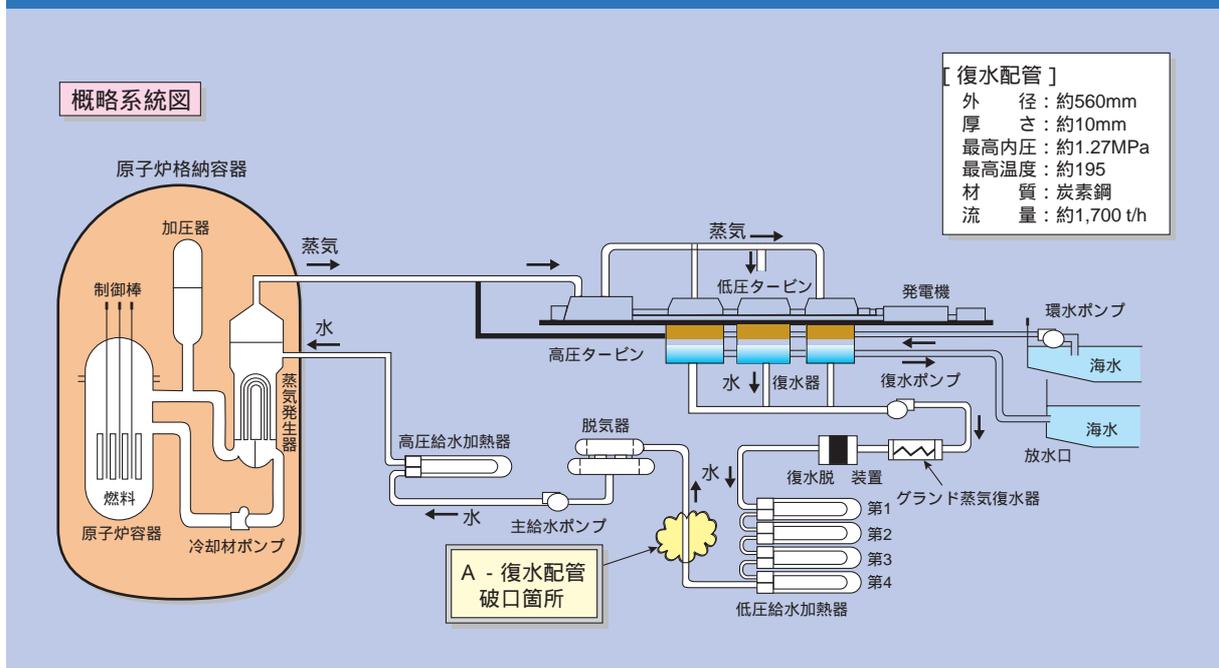
(1) 事故発生の概要

平成16年8月9日、関西電力㈱美浜発電所3号機（所在地：福井県三方郡美浜町丹生、定格電気出力：82.6万kW、加圧水型軽水炉（PWR）、運転開始：昭和51年12月1日）において、定格熱出力で運転中、15時22分に中央制御室にある「火災報知器動作」警報等が発信しました。運転員は、警報動作箇所がタービン建屋2階であることを把握し、現場を確認したところ、建屋内に蒸気が充満していたため、二次系配管から蒸気又は高温水が漏れいしている可能性が高いと判断し、15時26分から緊急負荷降下を開始したところ、15時28分、「3A SG給水<蒸気流量不一致トリップ」警報が発信し、原子炉、続いてタービンが自動停止しました（事故時におけるプラント主要パラメータの変化に特段の問題は認められず、原子炉は8月10日23時45分に低温停止しました。）

運転員がタービン建屋内の点検を実施した結果、タービン建屋2階の脱気器の天井付近にある第4低圧給水加熱器から脱気器への給水ラインであるA系の復水配管に破口を確認し、その後原子力保安検査官も同じ状況を確認しました。

当該号機においては、平成16年8月14日から第21回定期検査が計画されており、タービン建屋では、事故発生当時、関西電力㈱の社員及び協力企業の社員計105名が定期検査の準備作業等を行っていました。このうち、破損したA系復水配管付近で作業していた作業員が、破口部から流出した蒸気及び高温水により被災し、5名が死亡、6名が負傷しました。

図表 2-2-1 PWRの主要系統と破損位置



(2) 原子力安全・保安院における対応

事故直後の対応

原子力安全・保安院（以下、本節において「保安院」という。）は、事故発生後、直ちに保安院審議官を現地に派遣し、現地対策本部を設置して事故後の対応に当たりました。

また、翌10日には、中川経済産業大臣が現地を視察するとともに、保安院は総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会原子炉安全小委員会を開催し、事故の調査・検討を進めるため、美浜発電所3号機二次系配管破損事故調査委員会（以下、「調査委員会」という。委員長：朝田泰英(社)火力原子力発電技術協会技術顧問）を設置しました。調査委員会は直ちに2名の委員を現地に派遣するとともに、8月11日に第1回会合を開催しました。

さらに、保安院は、これまでの現場検証により配管の破損箇所に減肉傾向が確認されたことから、8月11日、原子力発電所及び一定規模以上の火力発電所を設置する事業者に対し、配管の肉厚管理の実施状況を報告するよう指示するとともに、8月13日には、美浜発電所への立入検査を実施し、破損部の調査及び発電所関係者からの事情聴取を行いました。さらに、8月30日に事故の破損箇所の保守点検を行った事業者に対して報告聴取を行いました。

（上記調査の結果については「美浜発電所3号機二次系配管破損事故に関する中間取りまとめの概要」を参照のこと。）



美浜発電所3号機二次系配管破損事故に伴う立入検査の状況

事故の原因究明及び再発防止に関する調査結果

このような調査・検討を踏まえ、保安院として、平成16年9月27日、調査委員会による検討結果の中間的な取りまとめとして「関西電力株式会社美浜発電所3号機二次系配管破損事故に関する中間とりまとめ」(以下、「中間とりまとめ」という。)を公表しました。

原子力安全・保安院（美浜発電所3号機二次系配管事故調査委員会）

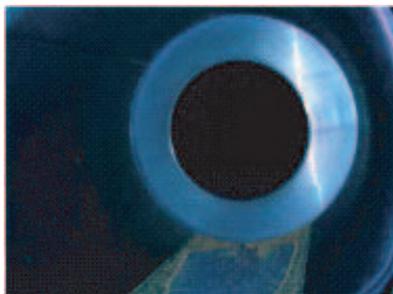
「美浜発電所3号機二次系配管破損事故に関する中間取りまとめ」の概要

1. 配管破損メカニズム

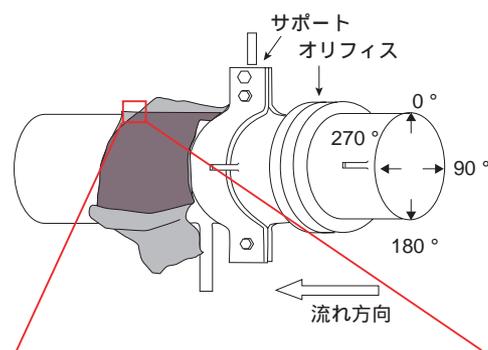
配管は炭素鋼と呼ばれる材質でできており、中を流れる水の機械的作用による浸食と化学的作用による腐食との相互作用によって起きる減肉現象（エロージョン/コロージョン）が進展。配管の厚みが徐々に薄くなり、強度が不足し、内圧（約10気圧）により破損したものと推定。これまでの調査で、この現象に見られる鱗片状の模様が配管内面に観察された。



配管破損部



オリフィス（配管内部）



破損した配管内面で確認された鱗片状模様

配管破損部の状況

2. 事故発生部位の配管の減肉管理の状況

破損事故の発生した部位は、関西電力(株)が平成2年に策定した「原子力設備2次系配管肉厚の管理指針(PWR)」(以下、「PWR管理指針」という。)に照らし、肉厚の測定等の減肉管理を行うべき対象。しかしながら、事故発生部位は、平成2年に三菱重工業(株)がPWR管理指針に基づく点検対象リストを作成した際、既に記載から漏れていた。その後、三菱重工業(株)から(株)日本アームへ点検業務が移管されたり、三菱重工業(株)が他の発電所において破損部と同じ部位の点検リスト漏れを修正したり、(株)日本アームが破損部を定期検査時の点検箇所を含めたりと、事故部位が点検対象リストから漏れている状態が修正され、関西電力(株)がそれを認識する契機となりうる経緯もあった。しかしながら、結果として、関西電力(株)等が記載漏れに係るチェックを行わなかったことなどから、当該部位の減肉管理が行われてこなかった。

このように、今回の事故の直接的な原因は「関西電力(株)、三菱重工業(株)、(株)日本アームの3者が関与する二次系主要配管の減肉管理ミス」により「要管理箇所が当初の管理リストから欠落し、かつ、事故に至るまで修正できなかったこと」であり、関西電力(株)の品質保証、保守管理が機能していなかったことなどによるものである。

3. 美浜発電所3号機以外の原子炉に係る配管の減肉管理の状況

関西電力(株)以外の原子力発電所においては、調査を行った範囲において、減肉管理の漏れはなく、全体としては、事業者の点検は適切に行われていた。

関西電力(株)については、配管の減肉管理が未実施の部位、社内標準に規定されていない基準により減肉管理を行っていた部位といった問題点が、美浜発電所3号機以外の10基の原子炉に係る配管について合計14カ所存在した。また、この14カ所及び保安院が、点検を指示した21部位を含め、関西電力(株)が点検を行った部位について、3カ所は配管を取り替えることとしており、それ以外は問題がないことを確認した。

これらの結論を出すに当たり、保安院は、現地の原子力保安検査官の抜き取りによる資料確認や現場立会い等を通じて、事業者からの点検状況の報告を検証した。

4. 国、事業者等の当面の対応

これまでに明らかとなった事故原因を踏まえ、現時点で考えられる国や事業者等の当面の対応策としては以下の事項が挙げられる。

(1) 国等が対応すべき事項

- ・ 配管の肉厚管理に係る定期事業者検査の方法を明確化し、事業者に周知
- ・ 保安検査における配管の肉厚管理の実施状況と社内規定の遵守状況の確認、定期安全管理審査における協力事業者も含めた事業者の肉厚管理の実施体制の確認
- ・ (社)日本機械学会が策定中の発電用設備の配管肉厚管理手法に関する規格を、安全規制の判断基準として早期に活用
- ・ 電気事業者に対する適切な外注管理の徹底と協力事業者も含めたきめ細かな指導・監督

- ・火力発電所の配管の肉厚検査を定期事業者検査の対象とすることを検討

(2) 事業者等が対応すべき事項

- ・「主要点検系統」と「その他系統」の取扱い等、最新の知見・実態を踏まえたPWR管理指針の見直し
- ・BWR配管に係る減肉の管理指針の取りまとめ
- ・すべての定期事業者検査対象設備について実効的な保守管理を行うため、配管系統図の電子化と管理表とを連動させるなど、体系的な「点検リスト」の管理システムの構築
- ・保守管理業務の外注管理に係る管理方法、責任分担等を明確にした規定の策定と遵守
- ・外注に係る権利義務関係の明確化に向けた契約書、発注書等に明定すべき事項を整理
- ・今回の事故から得られた知見を水平展開して、各事業者の保安活動に反映
- ・火力発電所の配管の肉厚管理に係る業界共通の技術的指針の策定
- ・作業員の安全確保に関する事前研修の実施、危険箇所へのリスク情報の表示

5. その他の留意事項

今回取りまとめた対応策については、早期に実施に移すことが重要であり、最終的な結論に向けた調査の進展に応じて再発防止対策が追加されることもある。

また、今回の事故では原子力発電所の高経年化問題が指摘されているが、直接的な事故の原因は配管の減肉管理が適正に行われなかったことである。しかしながら、高経年化した原子力発電所について、より慎重な点検管理が求められることは言を待たない。そうした観点からも、10年ごとに実施される定期安全レビューとその一環での30年を超える高経年化に関する総合的な評価は一層重要である。

保安院は、調査委員会の中間取りまとめを受けて、平成16年9月27日、関西電力㈱に対し、経済産業大臣名で

- i) 嚴重注意文書(「再発防止対策に関する報告書」の平成16年度内の提出を要請)
- ii) 美浜発電所3号機に対する「技術基準適合命令」(技術基準に適合するまでの間、3号機の使用を一時停止)
- iii) 「定期安全管理審査の評定結果の格下げ」(美浜発電所1号機等3機の評定結果を「B」から「C」に格下げ)

を発出するとともに、関西電力㈱に対する各種検査(審査)を特別に厳格に実施することとしました。

また、中間取りまとめにおいて事業者に求められている再発防止策を実行するよう、他の電力会社を指導し、その対応を保安院として随時確認することとしました。

さらに、保安院自らの措置として、

- i) 定期事業者検査の対象である主要配管、主要容器の構造強度が適切に維持されていることを、事業者が計画的に検査すべき旨、省令改正により明確化する
- ii) 従来事業者が二次系配管を点検する際に用いていたPWR管理指針については、平成2年に作成されてから14年以上経っており、その間の知見や技術の発展を織り込んで見直した上、国の判断基準として明確に位置付ける
- iii) 国の保安検査において、事業者による二次系配管の肉厚管理を確認する
- iv) 中間取りまとめの内容及びそれを受けた経済産業省の方針を、福井県を含む全地元
に説明する

こととしました。

今回の事故が起きた箇所は定期事業者検査の対象であり、調査委員会の中間取りまとめを踏まえ、定期事業者検査の枠組みの中で検査が正しく行われるよう、当該検査の対象箇所については、これまで省令及びその解釈通達で示されていたものを、平成16年12月28日に電気事業法施行規則を改正し、蒸気タービンに係る検査対象の明確化、検査方法の明確化等を図りました。

また、従来、原子力発電所における配管肉厚管理の具体的方法については電気事業者に委ねていましたが、保安院は、事故の再発を防止するための当面の措置として、電気事業者が配管肉厚管理を実施する場合における、検査対象箇所の選定、測定ポイントの設定、検査実施時期の設定、余寿命に応じて講ずべき措置等を規定した通達を平成17年2月18日付けで発出しました。

さらに、事業者が二次系配管を点検する際のPWR管理指針については、平成2年に作成されてから14年以上経っており、保安院としても、その間の知見や技術の発展を織り込んで新しい規格とすることを、(社)日本機械学会に求めているところです。規格が策定された際には、それを国として評価し、管理指針として明確に位置付ける方針です。

なお、下請の管理を含む電気事業者の品質管理、保守管理については、東京電力㈱における原子力発電所の不正記録問題を踏まえて、平成15年10月から事業者の保安規定に盛り込むことを義務付けており、保安規定については、保安院が年4回の保安検査でその遵守状況を監視することになっております。

調査委員会では、その後も「中間取りまとめ」で指摘された事項に対する調査・検討がなされ、平成17年3月1日には、関西電力㈱及び三菱重工業株式会社（以下、「三菱重工㈱」という。）から提出された報告書についても検討が行われました。

これらを踏まえて、平成17年3月30日、保安院は、今回の事故についての最終的な調査結果として、「関西電力株式会社美浜発電所3号機二次系配管破損事故について（最終報告書）」を取りまとめました。」

原子力安全・保安院（美浜発電所3号機二次系配管事故調査委員会）

「関西電力㈱美浜発電所3号機二次系配管破損事故について（最終報告書）」の概要

1．事故の原因

事故の直接的原因は、事故のあった配管が点検リストから記載漏れしていたため、当該配管が浸食・腐食で減肉していた事実を長年見落としてきたことであったが、その後の調査により、事業者の不十分な保守管理・品質保証の体制が事故の根本原因であることが判明。その背景には、事業者の「安全文化」の綻びがあった。

関西電力・三菱重工業ともチェック作業、意思疎通を怠った。

三菱重工業が当初起こした点検リスト作成ミスを修正できなかった。

関西電力の不適切な外注管理 登録漏れが見逃され続けた。

関西電力の工程優先意識 一時期、配管の技術基準不適合が常態化。

2．関西電力の責任と再発防止対策

- (1) 原子炉設置者としての法的・対外的責任に反する運営管理（不適切な外注管理等）、現場の実態を把握・是正できない管理体制は問題。保守管理能力の向上と外注管理の徹底が急務であり、また、安全に関する企業風土、価値観を改善するための持続的取組みが不可欠。
- (2) これらの指摘を踏まえ、関西電力は、3月1日に「再発防止報告書」を、同月25日に「行動計画」を、それぞれ保安院に提出。
- (3) 保安院は、関電が社長のコミットメント（安全への要員、資金の投入等）に基づき再発防止対策を実行し、同社の品質保証体制と企業風土の抜本的改善が図られるか、特別な保安検査等により厳正に監視、指導していく。

3．三菱重工業の責任と再発防止対策

- (1) 今般の不適切な保守管理は、プラントの建設・保全の中核を担うメーカーとしての自己規律を欠いた行為であり、同社のみならず原子力安全全般への信頼を損なうもの。
- (2) これらの指摘を踏まえ、三菱重工業は、3月1日に「再発防止報告書」を、同月23日に「追加報告書」を、それぞれ保安院に提出。
- (3) 保安院は、三菱重工業に厳粛な反省を求め、その再発防止対策と社内改革活動が確実に実施されるか、厳しく注視していく。また、三菱重工業に対し、国内唯一のPWR（加圧水型原子炉）メーカーとしての自覚を以て安全確保に取り組むことを期待（例：PWRプラントの新知見を電気事業者間で率先して水平展開するなど）。

4. 国（保安院）の責任と対応

(1) 配管の肉厚管理に関する規制について

配管の肉厚管理の具体的方法を各社に委ねてきたことが、不適切な運用を招いた一因であった点を反省。

保安院は、省令改正（昨年12月）、指針発出（本年2月）により、国の基準としての要求事項を明確化。

(2) 各社の品質保証に関する規制について

新たな安全規制（平成15年10月～）により、保安院は各社の自律的な保守管理・品質保証活動の検査、指導を開始。

保安院は、事故の教訓を踏まえ、検査方法の継続的改善を図るとともに、全事業者に対し、保守管理・品質保証活動の徹底を、改めて強く指導していく考え。

(3) 原子力安全委員会における対応

原子力安全委員会は、事故の発生当日に臨時会議を開催し、保安院から発生状況等の報告を受け、事故に対する考え方をまとめました。また、8月11日には、原子力安全委員会委員等が現地調査を行い、配管破損状況を確認するとともに、事故に至るまでの経緯と事故の概要等について聴取しました。

さらに、8月13日には、原子力事故・故障分析評価専門部会を開催し、本事故を受けた調査審議を行うため、「美浜発電所3号機2次系配管事故検討分科会」（以下、「分科会」という。主査：中桐滋 横浜国立大学大学院教授）の設置を決定しました。

分科会は、8月20日の第1回会合以降、保安院及び関西電力㈱から、事故発生状況の詳細や原因究明・再発防止に関する調査状況等の報告を受けるとともに、まず調査審議に当たり着目すべき視点や留意すべき事項について整理し、今後の調査審議に役立てるため、9月2日に「美浜発電所3号機2次系配管事故に係る論点の緊急取りまとめ」をまとめました。



関西電力㈱美浜発電所（全景）



配管破損部の状況（現地調査時に撮影）

また、10月6日の第4回会合では、保安院の調査委員会が9月27日にまとめた中間とりまとめと、これを受けた保安院の対応について報告を受けました。

分科会は、10月20日の第5回会合において、調査委員会の中間とりまとめに対する評価や再発防止に向けた取組について、これまでの審議の結果を「美浜発電所3号機2次系配管事故検討分科会 中間報告」としてまとめ、翌21日に原子力事故・故障分析評価専門部会及び原子力安全委員会に報告しました。この報告を受けて、原子力安全委員会は、

- i) 保安院における中間とりまとめの基本的方向性は妥当であるとの評価を行うとともに、
- ii) 規制行政庁に対し、事業者の検査過程や体制の妥当性を監査する監査型検査制度の徹底を図るべきことを指摘し、原子力安全委員会としても、このような検査が適切に行われているかどうかを規制調査により確認していくこと
- iii) 原子力安全の基本となる安全文化の徹底と醸成に努め、事業者のトップマネジメントのみならず、請負業者も含む全ての責任者との安全文化意見交換会を実施することなどを決定し、保安院に通知しました。（決定の全文は資料編参照）。

また、分科会は、中間報告を取りまとめた後も活動を進め、保安院の調査審議の進捗状況、当該事故に関連して実施した原子力安全委員会の規制調査の結果や安全文化意見交換会の進展について報告を受けました。

分科会は、平成17年3月30日に、保安院が最終的な調査結果を取りまとめたことを受けて、4月5日に保安院から報告書について説明を受けました。これを踏まえ、保安院の最終報告書の妥当性の評価、規制調査等の原子力安全委員会が行う今後の対応、等について、調査審議を進めているところです。（4月5日現在）

原子力安全委員会 原子力事故・故障分析評価専門部会

美浜発電所3号機2次系配管事故検討分科会中間報告の概要

1. 保安院の「中間とりまとめ」等について

- ・保安院が「中間とりまとめ」を速やかに公表したことは適切。
- ・事故発生の直接的原因は、関西電力(株)の保守管理システムの運用に欠陥があったこととしており、また、改善策を具体的に示しているところ。こうした原因究明と再発防止に向けた基本的な方向性は妥当。

1-1 技術的な課題について

- ・破損部位の減肉の原因を、オリフィス下流側の浸食・腐食（エロージョン/コロージョン）とする見解は分科会の見解と一致。
- ・今後、トリガー事象等他のメカニズム関与の可能性も念頭に入れ、減肉から破損に至った経緯を明らかにすることが重要。

1-2 安全確保にかかる品質保証上の課題について

- ・品質保証体制上の問題の更なる検討のため、関連各社の業務プロセスや情報連絡等の実態把握を期待。
- ・点検対象リストからの記載漏れの類似事例に留意し、PWR管理指針の運用に当たっての考え方を整理することも必要。
- ・関西電力(株)によるPWR管理指針の不適切な運用を踏まえ、その是正とプロセスの透明性強化を要求。

1-3 従業者の安全の確保について

- ・事業者は、二次系を含めた安全確保や一般労働安全のあり方に関する自らの考え方を明確にすべき。

1-4 原子炉本体の安全性の確認について

- ・今回の事故は「主給水管破断事故」に該当し、原子炉本体の安全が保たれたと結論付けた判断は妥当。

1-5 これまでの経済産業省の対応について

- ・保安院が原子力発電所及び火力発電所の設置者に対し、配管の肉厚検査に係る実施状況の報告を指示したことは、事故の教訓を水平展開する観点から適切。
- ・原因究明の完了を待たず対策を打ち出したことは再発防止に向けた当面の取組として妥当。

2. 再発防止に向けた取組及び今後の課題

2-1 事業者と国の役割

- ・事業者自らが安全確保の責任と役割を強く自覚し、保守及び運転管理に万全を期すことが必要。そのため、点検の過程及び関係文書の取扱いをルール化し、透明性及び追跡可能性を確保すべき。
- ・規制行政庁は、事業者の行う点検に係るプロセスの実効性を確認することに重点を置く監査型の検査を行うべき。

- ・原子力安全委員会は、規制行政庁の監査型検査の適切な実施を監査する規制調査を行うとともに、従業者に対する放射線以外のリスクの低減をも考慮した安全確保も含め、事業者の取組を注視し、必要に応じて報告を求める等の対策を行うべき。

2-2 安全確保にかかる品質保証体制の充実・強化へ向けた事業者の取組

- ・事業者内のみならず請負業者まで含めた安全確保のための品質保証体制の充実・強化が必要。
- ・品質保証体制の充実・強化に当たっては、透明性と追跡可能性を意識し、確実に機能するチェック体制が必要。その際、ヒューマンエラーの可能性を最小限にすべく、配管系統図の電子化等、最新の情報科学技術の成果等を活用した保守管理システムの構築も検討すべき。

2-3 規制調査の活用

- ・二次系配管の定期事業者検査のうち、事故の再発防止の観点から重要である点検リストの体系的な作成と統一的な管理に着目し、規制調査を実施すべき。
- ・事業者の品質保証体制に係る規制行政庁の保安検査の実績の蓄積状況を踏まえ、検査の実効性等の観点から規制調査を実施すべき。
- ・検査の範囲や手法等を科学技術的知見や運転経験を踏まえて見直す仕組みに着目して、規制調査を実施すべき。

2-4 高経年化に対する積極的な予防保全の取組

- ・高経年化に対する積極的な予防保全が極めて重要であり、事業者自らが積極的な取組を行うべき。
- ・学協会における多角的な幅広い議論が重要であり、今後の取組に期待。

2-5 国内外の事故事例、技術情報等の活用

- ・事業者等は、事故事例等による知見を取り入れて、定期安全レビューを実効性のあるものにすべき。
- ・国は、事故事例に係る情報を収集・検討するとともに、減肉事象に限らず、安全確保の観点から反映させるべき事項がないか、改めて検討すべき。
- ・国・民間の研究機関等は、今後とも材料劣化、高経年化対策や事故・故障要因等の解析に関する一層の研究を促進すべき。

2-6 事業者の安全文化の一層の醸成

- ・安全文化の継続的な醸成と「常に問いただす姿勢」の維持・発展が重要。
- ・事業者のトップマネジメント自らが、安全文化の重要性を理解し、関係者間の意思疎通においても共通の安全文化を基盤とすることが必要。
- ・安全文化醸成・健全性維持の取組を推進するため、「安全文化意見交換会」の継続的な実施が必要。その際、請負事業者の安全文化醸成についても配慮すべき。

2-7 事故時における適切な情報発信

- ・国民に対する情報提供に当たっては社会的インパクトを考慮した適切な対応に留意すべき。

- ・事故時、放射線や放射性物質による環境影響がない場合でも、「ない」ということを責任を持って迅速に伝えることで、従業者や周辺住民等が的確に対応できるよう配慮すべき。
- ・被災者の被ばくがない場合でも、「ない」という重要な情報が医療機関等に確実に伝わるよう、災害時における連絡体制を見直すべき。

第2節 平成16年の事故・故障等

(1) 実用発電用原子炉

平成16年において、法令に基づき原子力安全委員会に対して報告された実用発電用原子炉施設に係る事故・故障等は20件でした。これらの国際原子力事象評価尺度（INES）による評価は、レベル0+：3件、レベル0-：16件、評価対象外：1件であり、いずれも放射性物質による環境への影響はありませんでした。発生要因ごとの内訳としては、運転中に手動停止又は自動停止したもの：4件、運転中における計画外に出力低下したもの：2件、原子炉停止中に発見されたもの：12件（うち、蒸気発生器の伝熱管損傷は5件）となっています。

(2) 研究開発段階にある原子炉（発電の用に供するもの）

平成16年において、法令に基づき原子力安全委員会に対して報告された研究開発段階にある原子炉（発電の用に供するもの）に係る事故・故障等は0件でした。

(3) 試験研究用原子炉及び研究開発段階にある原子炉（発電の用に供するものを除く）

平成16年において、法令に基づき原子力安全委員会に対して報告された試験研究用原子炉及び研究開発段階にある原子炉（発電の用に供するものを除く。）に係る事故・故障等は2件でした。これらのINESによる評価はレベル0：2件であり、いずれも放射性物質による環境への影響はありませんでした。発生要因ごとの内訳としては、運転中に手動停止又は自動停止したものが2件でした。

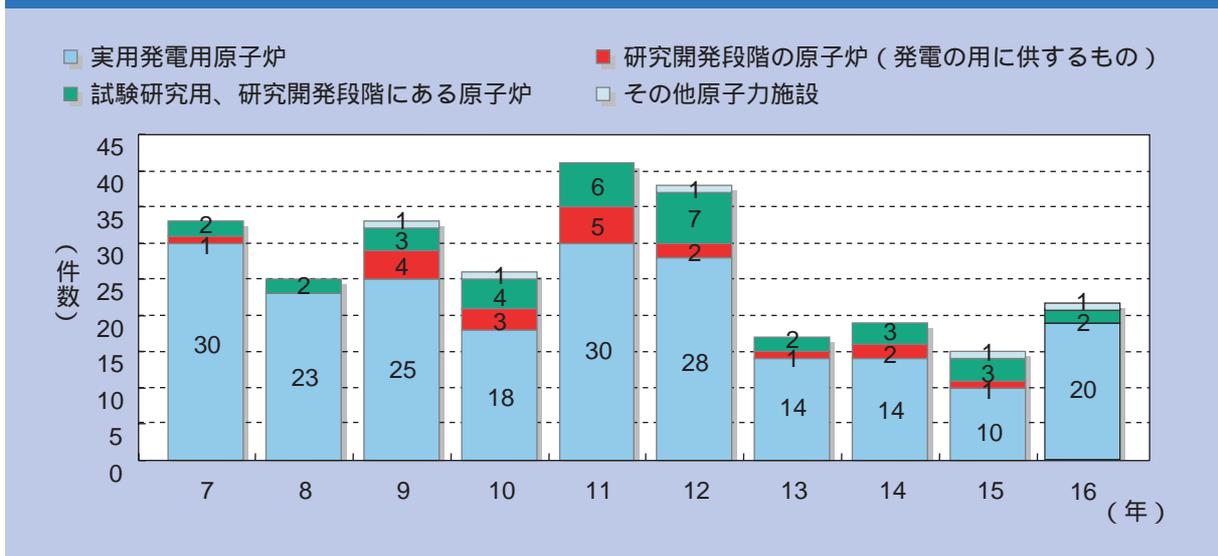
(4) その他原子力施設（加工施設、再処理施設、使用施設、放射性廃棄物管理施設及び放射性廃棄物埋設施設）

平成16年において、法令に基づき原子力安全委員会に対して報告されたその他原子力施設に係る事故・故障等は1件でした。INESによる評価はレベル0であり、放射性物質による環境への影響はありませんでした。

なお、試験研究用原子炉施設及び研究開発段階にある原子炉施設（発電の用に供するものを除く。）並びに核燃料物質及び核原料物質の使用施設について、従来は試行的運用と

して評価がなされていましたが、これまでの試行的運用に基づく知見が蓄積されたことから、平成16年1月よりINESの本格的運用が開始されています。

図表 2-2-2 原子力施設の事故・故障等の件数の推移



図表 2-2-3 平成16年 原子力施設の事故・故障等一覧（平成16年1月～12月）

実用発電用原子炉

発生日	施設名	概要	尺度
1 / 22	関西電力(株) 高浜発電所3号機	<p>定期検査中、3基ある蒸気発生器の伝熱管の全数（既施栓管を除く10,097本）について、従来よりも検出精度及び深さ評価精度を向上させたマルチコイル型プローブを使用した渦流探傷検査（インテリジェントECT）を実施したところ、311本の伝熱管に外面減肉を示す有意な信号指示が認められた。</p> <p>原因は、平成3年に磨耗減肉対策として取り替えられた振り止め金具との接触により伝熱管の外表面に磨耗減肉が発生したものと考えられる。</p> <p>対策として、有意な信号が認められた伝熱管については、機械式栓にて施栓することとした。</p>	0 -
3 / 15	四国電力(株) 伊方発電所3号機	<p>定格熱出力一定運転中、3月9日充てんポンプ（3C）の封水部から1次冷却水の漏えいが発生したため、直ちに充てんポンプ（3C）の停止及び予備ポンプ（3B）への切り替えを行い、原子炉の運転を継続した。その後の点検の結果、3月15日に当該ポンプの主軸の折損及びポンプ内部・封水部等で接触による磨耗等の損傷が認められた。</p> <p>原因として、工場製作段階において、当該ポンプの第7段スプリットリング溝部の曲率半径が小さく、応力集中係数が大きい状態で製作されるとともに、当該スプリットリングと主軸の接触により、当該溝部に応力が発生したと推定される。</p> <p>さらに、定期検査時に体積制御タンクを大気開放状態で運転したことにより、オリフィス部で発生した気泡が当該ポン</p>	0 -

発生日	施設名	概要	尺度
3 / 15	四国電力(株) 伊方発電所 3 号機 (続き)	<p>プに流れ込んで振動が発生し、当該溝部に応力が発生した。その後の定期検査によって同様のメカニズムでき裂が進展し最終的に主軸が破断したものと推定された。</p> <p>対策として、折損した充てんポンプ (3 C) の主軸を予備品と取り替えた。また、充てんポンプの運転に当たっては必ず体積制御タンクを加圧した状態で運転することとし、他の充てんポンプ (3 A、3 B) については電流、振動等の運転監視強化を継続するとともに、念のため、次回定期検査終了までに主軸を取り替えることとした。</p>	0 -
3 / 17	中国電力(株) 島根原子力発電所 2 号機	<p>定格熱出力一定運転中、3月17日に床ドレン水の発生が確認されたため、点検を行うために原子炉を停止した。</p> <p>原因は、前回定検時の除染用フランジ復旧作業において、作業スペースが狭隘だったことなどの理由で、フランジの締付けに際し、作業要領書に基づくトルク管理を行わず、現場の判断で締代管理に変更したことから、ボルトの締付け力が不足し、当該フランジの合わせ面から漏水したものと推定された。</p> <p>再発防止策として、締付け方法は設計どおりトルク管理とする、フランジ等の点検作業に係る作業方法の適切性を確保するため、保修管理要領、工事管理仕様書等の関連規定を改定する、フランジ締付けに関する技術等の教育の充実を図ることとした。</p>	0 +
3 / 28	東京電力(株) 福島第二原子力発電所 4 号機	<p>定期検査中、タービン建屋において廃材処理作業中の作業員 2 名が倒れ、近隣の病院に搬送された (2 名とも後に退院) 。</p> <p>原因は、作業員の装着するエアラインマスクに空気を供給する系統とこれにつながった窒素供給系統の間に逆止弁及び仕切弁が設置されていたが、2つの弁に錆の固まりの付着等により、空気に窒素が混入し、酸素濃度が低下したため、作業員は酸素欠乏になったものと推定された。</p> <p>再発防止策として、作業用空気供給系 (エアラインマスクへの空気も含む) と窒素供給系との間に閉止栓を取り付けるとともに、エアラインマスクへの空気供給は原則として、専用の供給機を使用する。また、設備を設計 (変更) する場合には人身安全の観点から影響評価することなどを設計管理マニュアルに明記することとした。</p>	評価対象外
5 / 5	関西電力(株) 大飯発電所 3 号機	<p>定期検査中、制御棒駆動装置取付管台 1 箇所 (No.47) の付け根付近に白い付着物を確認した。白い付着物を分析した結果、1次冷却水に含まれるホウ酸であることが確認されたため、当該管台について詳細な目視点検を行い、当該管台からの漏えいであることが確認された。また、他の管台 69 箇所についても点検を行った結果、温度計測用の配管の取付管台 1 箇所 (No.67) に付着物を確認した。</p> <p>原因は、No.47管台については、環境 (1次冷却系における水質環境)、材料 (管台溶接部材料である 600系ニッケル基合金は応力腐食割れが発生する可能性がある。) 応力 (当該溶接部の表面仕上げ状況から、表面引張り応力状態であつ</p>	0 -

発生日	施設名	概要	尺度
5 / 5	関西電力株 大飯発電所 3 号 機（続き）	た。）の3因子が重畳して、応力腐食割れが発生・進展し、貫通に至ったものと推定された。また、No.67管台については、建設試運転時に当該管台の上部コノシールからホウ酸を含む1次冷却水が漏えいした際、漏えいしたホウ酸が十分に拭き取られず残存したものと推定される。 対策として、No.47管台の割れが確認された表面に耐食性に優れる690系ニッケル基合金を用いた溶接を行い補修するとともに、次々回定期検査時に690系ニッケル基合金を用いた原子炉容器上蓋に取り替えることとした。	0 -
6 / 8	日本原子力発電 株 敦賀発電所 1 号 機	定格熱出力一定運転中、タービンバイパス弁作動試験時にタービン加減弁の急速閉により「負荷遮断」警報が発報し、原子炉が自動停止した。 原因は、これまでの原子炉の運転（タービン運転中）に伴い、速度リレーのピストンシリンダ内面に摩耗溝が発生し、今回のタービンバイパス弁作動試験時に、負荷制御装置（ロードリミッタ）により、速度リレー（タービン加減弁の開度を調整するための装置）のピストンを下降させようとしたところ、ピストンリングが磨耗溝部に引っかかり、その後その引っかかりが外れて急激に降下したため、タービン加減弁が急速閉するとともに、原子炉自動停止したものと推定された。 対策として、磨耗溝が確認された速度リレーのピストンシリンダの内筒を交換するとともに、タービン運転時には速度リレーピストンの動きが小さく、磨耗が少ない運転方法とすることとした。また、速度リレーの点検周期を7定期検査ごとから4定期検査ごとへ見直し、タービンバイパス弁作動試験等において、機器動作に異常兆候が確認された場合には、動作状況を適切に評価して試験を進めるよう所内規定に規定することとした。	0 +
6 / 10	関西電力株 大飯発電所 1 号 機	定期検査中、6月10日から燃料取出準備のため、原子炉キャビティに燃料取替用水から水張りを行ったところ、燃料取替用水タンクの上付付近に変形が確認された。 原因は、6インチ空気抜き管へのダクトホースの取付け等をタンク水張り時のみ実施すべきところ、タンク水抜き前にダクトホースの取付け等が行われ、この状態で原子炉キャビティへの水張りを行った結果、たるんでいたダクトホースが傾き、その一部が閉塞し、タンク内が負圧になったことによる。 対策として、タンク水抜き時には空気抜き管へのダクトホースの取付けは実施しないよう社内基準に規定するとともに、「原子力発電所補修業務要領指針」に基づき実施する設計検証に関し工事担当課は設備所管課の確認を得るよう同指針を改訂することとした。また、工事担当課は抽出された注意事項等を明文化し協力会社等関係者全員に確実に周知し、工事担当課は注意事項に関連する重要な作業ポイントの確認及び注意喚起を徹底することなどとした。	0 -

発生日	施設名	概 要	尺 度
6 / 16	東京電力(株) 柏崎刈羽原子力 発電所 5 号機	<p>定格熱出力一定運転中、制御棒駆動系アキュムレータの圧力低下を示す「水圧制御圧力低」警報が発報し、現場確認の結果、1本の制御棒の挿入圧力の低下が確認されたことから、出力を約113万kWから約98万kWに降下させた。</p> <p>原因は、前回定検時の水圧制御用高圧窒素ガスボンベと計装ユニットとの分解点検後の組立て作業において、接続部の位置合わせが不十分だったことにより隙間が生じ、当該接続部に食い込んだOリングに割れが生じたため、窒素が漏れ出してアキュムレータの圧力が低下したものと推定された。</p> <p>対策として、Oリングを新品と交換し適切に組み立てるほか、今後当該接続部を組み立てる際には従来どおり規定トルクで締め付けるとともに、確実な締付けが実施されたことを確認するため、合いマークによる確認を行うとともに、組立て手順を手順書に反映しチェックシートで確認を行うこととした。また、手順遵守の重要性を協力企業へ再度周知することとした。</p>	0 -
6 / 21	東京電力(株) 柏崎刈羽原子力 発電所 1 号機	<p>定格熱出力一定運転中、復水器の真空度低下が確認されたため、電気出力を80万kWまで手動で降下させた。</p> <p>原因は、水素・酸素注入設備の酸素流量調節弁（小弁）の芯ずれによる一時的な動作不良により、当該設備が自動停止したことに伴い、バックアップ酸素ボンベから復水器の排気配管へ自動的に酸素が注入されたが、その流量設定が適切でなく、必要量を上回る酸素が注入されたため、復水器の真空度が低下したものと推定された。</p> <p>対策として、当該酸素流量調節弁の弁棒等を新品に交換し、東京電力(株)の原子力発電所における同型弁の分解点検後の組立て時における注意事項を施行要領書に明記するとともに、水素・酸素注入設備のバックアップ酸素の必要供給量を再評価し適切な流量調整を実施することとした。</p>	0 -
7 / 5	関西電力(株) 大飯発電所 1 号 機	<p>定期検査中、主給水隔離弁から蒸気発生器までの主給水配管について超音波による厚さ測定を行ったところ、4系統のうち3系統の主給水隔離弁下流の曲がり部で、部分的な減肉を確認した。原因は、玉型の主給水隔離弁の構造に起因して大きく乱れた水流が曲がり部においてさらに乱れたことにより減肉が発生し、緩やかに進展したためと推定された。また、過去に把握された減肉傾向のフォローアップの方針が明確でなかったなど、保守管理上の不適切な点が抽出された。</p> <p>対策として、当該配管曲がり部は同寸法・同材料の配管に取り替えるとともに、他プラントを含め、玉型の主給水隔離弁の下流曲がり部で著しい減肉が発生する可能性のある部位について、減肉傾向の監視を強化することとした。また、保守管理上明らかになった問題点に関し、保守管理システム全般について点検を行うとともに、その結果を踏まえた対策を講じることとした。</p>	0 -
7 / 16	関西電力(株) 大飯発電所 1 号 機	<p>定期検査中、6月10日に発生した燃料取替用水タンクの変形事象に伴い当該タンクを補修し、耐圧検査準備のため点検を行っていたところ、当該タンク戻り配管（3インチ径）の</p>	0 -

発生日	施設名	概要	尺度
7 / 16	関西電力㈱ 大飯発電所 1 号機（続き）	サポート当て板溶接付近から水のにじみが確認され、類似箇所についても検査した結果、計 5 箇所の当て板溶接部付近に応力腐食割れが確認された。 原因は、タンクがステンレス鋼製で、当該当て板溶接部には引張残留応力が存在し長期間未塗装状態で屋外に設置され海塩粒子が滞留する環境にあったことから、塩素型応力腐食割れが発生し、進展して貫通に至り、これに塗装の経年劣化が進んだところに、タンク補修のため当該当て板に取り付けられていたタンク戻り配管のサポートを切断・溶接した際の熱影響が付加されることにより当該部の塗膜がはがれたため、タンクの水張りに伴い、水のにじみが発生したものと推定された。	0 -
8 / 9	関西電力㈱ 美浜発電所 3 号機	定格熱出力一定運転中、タービン建屋 2 階にある第 4 給水加熱器から脱気器への給水ラインである A 系の復水配管が破損し、蒸気及び高温水が流出し、原子炉が自動停止した。その際、定期検査のためタービン建屋内で準備作業中の協力会社従業員が被災し、5 名が死亡、6 名が負傷した。 原因は調査中であるが、破損箇所は偏流の発生しやすいオリフィスの下流近傍であり、復水温度、配管の減肉模様等から、侵食・腐食（エロージョン・コロージョン）により配管肉厚が運転に伴い徐々に減少した結果、配管強度が不足し、運転時の荷重により破損したものと推定されている。	0 + （暫定）
9 / 6	関西電力㈱ 高浜発電所 4 号機	定期検査中、3 基ある蒸気発生器の伝熱管の全数（既施栓管を除く 10,097 本）について、従来よりも検出精度及び深さ評価精度を向上させたマルチコイル型プローブを使用した渦流探傷検査（インテリジェント ECT）を実施したところ、339 本の伝熱管に外面減肉を示す有意な信号指示が認められた。 原因は、旧振り止め金具部伝熱管の磨耗減肉が過去に発生していたものと推定された。 対策として、有意な信号が認められた伝熱管については、機械式栓にて施栓することとした。	0 -
9 / 10	九州電力㈱ 川内原子力発電所 1 号機	定期検査中、3 基ある蒸気発生器の伝熱管の全数（既施栓管を除く 10,096 本）について、従来よりも検出精度及び深さ評価精度を向上させたマルチコイル型プローブを使用した渦流探傷検査（インテリジェント ECT）を実施したところ、292 本の伝熱管に外面減肉を示す有意な信号指示が認められ、その内訳は 1 次冷却材入口側の管板拡管部で 5 本、U 字管部で 287 本であった。 原因は、管板拡管部については蒸気発生器製作時の伝熱管拡管の際に生じた局所的な残留応力と運転中の内圧による応力とが重畳し、伝熱管内面に PWSCC（PWR 特有の応力腐食割れ）が発生したものと推定された。また、U 字管部については過去に発生した旧振り止め金具部伝熱管の磨耗減肉によると推定された。 対策として、有意な信号が認められた伝熱管については、機械式栓にて施栓することとした。	0 -

発生日	施設名	概要	尺度
9 / 21	北海道電力(株) 泊発電所1号機	<p>定期検査中、2基ある蒸気発生器の伝熱管の全数(6,764本)について、従来よりも検出精度及び深さ評価精度を向上させたマルチコイル型プローブを使用した渦流探傷検査(インテリジェントECT)を実施したところ、56本の伝熱管に外面減肉を示す有意な信号指示が認められた。</p> <p>原因は、旧振り止め金具部伝熱管の磨耗減肉が過去に発生していたものと推定された。</p> <p>対策として、有意な信号が認められた伝熱管については、機械式栓にて施栓することとした。</p>	0 -
9 / 29	東京電力(株) 福島第一原子力 発電所2号機	<p>定格電気出力運転中、原子炉再循環ポンプ(B)「インバータ(B)重故障」等の警報が発報し、当該ポンプが自動停止したことから、電気出力約54万kWまで降下した。その後、原子炉再循環ポンプ(A)も「インバータ(A)軽故障」等の警報が発報したことから、原因調査を行うため原子炉を手動停止した。</p> <p>原因は、原子炉再循環ポンプ(B)については当該ポンプ(B)インバータ(可変周波数電源装置)の制御基板内部品の偶発的故障(短絡)により同装置の主回路内部品が損傷(短絡)し、「インバータ(B)重故障」の警報が発報し、当該ポンプが自動停止したものと推定された。また、原子炉再循環ポンプ(A)については、当該ポンプ(B)の自動停止に伴い原子炉出力を降下し、原子炉給水流量の低下により「軽故障」が発生したものであり、当該ポンプ(A)保護のための正常な動作であったことが確認された。</p> <p>対策として、損傷が確認された当該インバータの制御基板部品及び損傷が確認された主回路内部品等を新品に交換することとした。また、今後、制御基板内部品の偶発的な確率を低減させるため、より厳しく品質管理したものをを使用することとした。</p>	0 -
10 / 25	関西電力(株) 美浜発電所1号 機	<p>平成16年9月5日より、点検停止中、超音波によるタービン動補助給水配管の肉厚測定を行ったところ、A蒸気発生器側の流量調整弁の上流側溶接部近傍及びB蒸気発生器側の流量調整弁の下流側配管溶接近傍の一部において、報告対象となる厚さ(5.8mm未満)に至っていることが確認された。</p> <p>原因は、建設時の当該配管内面の切削加工の際に、当該配管と開先加工装置との間にわずかな芯ずれにより偏芯が生じたことから、部分的に報告対象となる薄肉部の箇所が生じたものと推定された。</p> <p>対策として、報告対象となる厚さに至った2箇所の配管を同種のものに取り替えることとした。</p>	0 -
12 / 15	九州電力(株) 川内原子力発電 所2号機	<p>定期検査中、3基ある蒸気発生器の伝熱管の全数(既施栓管10,127本)について、従来よりも検出精度及び深さ評価精度を向上させたマルチコイル型プローブを使用した渦流探傷検査(インテリジェントECT)を実施したところ、426本の伝熱管に外面減肉を示す有意な信号指示が認められた。</p> <p>原因は、旧振り止め金具部伝熱管の磨耗減肉が過去に発生</p>	0 -

発生日	施設名	概要	尺度
12 / 15	九州電力(株) 川内原子力発電所2号機(続き)	していたものと推定された。 対策として、有意な信号が認められた伝熱管については、機械式栓にて施栓することとした。	0 -
12 / 21	中部電力(株) 浜岡原子力発電所1・2号機	定期検査中、12月19日、1・2号機共用排気筒ダクト接続部におけるひび割れが確認され、その後、詳細に調査したところ、12月21日、ひび割れ箇所から空気の漏えいが確認された。(原因は調査中。)	0 - (暫定)
12 / 24	四国電力(株) 伊方発電所1号機	定期検査中、補助建屋排気筒の水平ダクト部及び鉛直ダクト部の接続鋼材及び補強鋼材の断続溶接部近傍に計20箇所のひび割れが確認された。また、格納容器排気筒の接続鋼材シール溶接部で1箇所のひび割れが確認された。 原因は、補助建屋排気筒の断続溶接部近傍のひび割れについては、排気筒内の圧力変動によりダクトが振動し、応力が集中する断続溶接部において疲労限を超え、溶接部近傍の外面より割れが発生し、進展したものと推定された。また、補助建屋排気筒及び格納容器排気筒のシール溶接部のひび割れについては、接続鋼材断続溶接部の隙間に雨水が浸入し、腐食が発生し、シール溶接部を貫通したものと推定された。 対策は、補強材等の追設により振動を防止するとともに、接続鋼材断続溶接部にシール材を塗布することにより腐食を防止することとした。また、定期検査時に外観点検を行う等、排気筒の点検要領を定め適切に管理することとした。	0 - (暫定)

試験研究用原子炉及び研究開発段階にある原子炉(発電の用に供するものを除く)

発生日	施設名	概要	尺度
6 / 17	日本原子力研究所 東海研究所 過渡臨界実験装置(TRACY)	施設定期自主検査において、過渡出力運転を行うため調整トランジェント棒を瞬時に引き抜いたところ、16時10分、3本の安全棒のうち1本(安全棒A)が落下する誤作動が発生したことから、運転継続を阻止するインターロックが作動し、原子炉が停止した。 安全棒が誤作動した原因は、平成16年1月に実施された安全棒の分解、点検、組立てにおいて用いたポリエチレンシートの小片が安全棒A本体と電磁石との接触部分に挟み込まれたことにより安全棒保持力が低下し、過渡出力運転により生じた炉心タンク圧力変動が外力として安全棒Aに作用したため、安全棒が電磁石から外れたことによるもの。 なお、事業所内外において放射性物質の影響はなかった。 対策として、異物発生防止のための物品管理の徹底、異物混入防止のための作業環境の管理、作業手順の改善、組立て時目視点検の強化を行うとともに、これらを手順書に明記し、作業者に周知徹底を講じることとした。	0

発生日	施設名	概要	尺度
7 / 13	(株)東芝 原子力技術研究所 臨界実験装置 (NCA)	<p>臨界実験装置 (NCA) を起動し出力上昇中 (目標0.005W程度)、Ch.6出力系中性子検出器のスクラム信号が発生し、11時00分、臨界実験装置が自動停止した。</p> <p>臨界実験装置が自動停止した原因は、経年劣化によりCh.6出力系中性子検出器の低圧電源に一時的な動作不良 (電圧変動) が生じ、これに接続する高圧電源の電圧が変動し、Ch.6出力系中性子検出器に過剰な電流が流れ、直流増幅器の電流出力がスクラム設定値を超えたことによるもの。</p> <p>なお、事務所内外において放射性物質の影響はなかった。</p> <p>対策としては、電圧変動を起こした低圧電源の交換、Ch.4～6の高圧電源の出力側にフィルタを装着することにより電圧変動を抑制することとした。また、NCA運転手順書に自主検査及び運転開始前点検時の手順の追加を行うとともに、保安教育において運転員に徹底を図ることとした。</p>	0

その他原子力施設 (加工施設、再処理施設、廃棄施設及び使用施設)

発生日	施設名	概要	尺度*
6 / 21	核燃料サイクル開発機構 東海事業所再処理施設	<p>運転中、保守区域東側壁面等において、立入制限レベルを超える放射線物質の汚染 (線: 555Bq/cm²以上) が確認された。</p> <p>原因は、当該壁面に隣接するバルジ内に収納されているバルブのガスケットに経年劣化による割れ等が生じ、放射性物質を含む分析廃液が漏えいし、バルジ内の床面やエクステンションシステム等を経由して遮へい体の隙間から漏えいしたため、汚染が保守区域東側壁面へ拡大したものと推定された。</p> <p>対策として、当該バルジ内のバルブのガスケットを新品に交換するとともに、保守区域への汚染拡大を防止するため当該バルジ内の底面全体を覆うトレイを設置し、遮へい体等の隙間にコーキングを施すこととした。また、同施設の類似箇所が外部への漏えいを防止できる配置、構造であるか調査を行った結果、2箇所の遮へい体については、バルブからの漏えいした液が飛散しないようにするための改善を行うこととした。</p>	0

諸外国における事故事象概要

(INESへ報告されたレベル2以上の事故・事象概要)

発生日	施設名	概要	尺度
1 / 9	- (Monroe, Louisiana) [アメリカ]	<p>【放射線従事者の過大被ばく】</p> <p>2004年4月12日、米国原子力規制委員会 (USNRC: U.S. Nuclear Regulatory Commission) は、2004年1月9日に起こった職業人の年間被ばく線量限度5000 mrem (0.05 Sv) を上回る被ばく事象に関する暫定情報を受けとった。線量率の上昇は、放射線撮影後に線源をロックされた遮へい位置に完全に戻さず、次の撮影のための準備中カメラに近づいたこと</p>	2 (暫定)

発生日	施設名	概要	尺度
1 / 9	- (Monroe, Louisiana) [アメリカ] (続き)	によるものである。産業用放射線撮影装置を適切にサーベイしなかったため、放射線撮影技師は、9347 mrem (0.09347 Sv) の線量を受けた。従業員は、Amersham camera model 660B を用いていた。線源は、37.2 curie (1376 Bq) のIr-192 (イリジウム) であり、model number 424-9であった。	2 (暫定)
1 / 12	Acciaierie Beltrame (Vicenza) [イタリア]	【金属リサイクル施設におけるCs-137遮へい線源の溶融】 2004年1月13日、トラックが金属リサイクル施設から出ようとした際、持ち込まれるスクラップ金属をモニターするために設置された放射線モニタリング設備でアラームが鳴った。トラックは、溶融プロセスで溜まったガスから発生するダストペレットを輸送していた。消防隊と地域環境保護庁による測定の結果、当該ペレットはCs-137に汚染されていることが判明した。そのため、トラックを施設内で停車させ、溶融プロセスを停止するとともに、汚染の可能性のある区画への入域を禁止した。汚染された物質に関する測定結果によれば、遮へいされた放射性線源が誤って溶融プロセスに混入した可能性が高いと考えられる。線源の放射能は $1.11E+9 \sim 1.85E+9$ Bqの範囲にあると推定された。確認のため、ある期間にわたり、当該施設から搬出される生産物について、鉛の量の測定が行われた。ガス処理プロセスから生じたダストの最大汚染レベルは25 Bq/g、また、最大表面線量率は $5 \mu\text{Sv}/\text{時}$ と測定された。測定された最大レベル10 Bq/gの汚染されたダストは、ガスラインの何カ所かで認められた。施設外で行われた測定では、バックグラウンドレベルの線量率が示され、これは、空気や土壌の汚染がなかったことを示している。溶融事象が発生したと考えられた時に汚染されたライン付近で保守活動が行われていたことから、クリティカルグループとして8人の作業員を対象に、ホールボディカウンタによるサーベイを含む詳細な医学的調査が行われた。これらの調査の結果、1人の作業員がごく少量のCs-137を吸い込んだことが判明したが、その実効線量は $3 \mu\text{Sv}$ 未満であると推定された。他の作業員には内部汚染は認められなかった。結局、本事象は、作業員、公衆及び環境に著しい影響を及ぼさなかったが、区画の除染(現在も行われている)のために施設を一時的に停止したことで、経済的及び社会的に重大な問題となった。本事象の結果として発生した廃棄物は、回収され適切な閉じ込めが施され、サイト内に保管されることになっている。本事象は、適切な法令の改善による裏付けをとりつつ、放射性線源に関するサーベランスを改善する必要性を提起している。本事象は、発生後数日間にわたり、地方及び全国レベルのプレスの注意を引いた。	2 (暫定)
3 / 1	I.C.Q MODI/ Massafra (Taranto) [イタリア]	【工業用非破壊試験会社からの密封線源の盗難】 2004年3月1日、南イタリアTaranto近くの工業用非破壊試験会社の敷地から、工業用ガンマ線・X線発生器具に使用される装置4つが盗まれた。責任を有する会社によれば、それらの装置には、Ir-192 (イリジウム192) の密封線源が取り付けられており、それぞれ	2 (最終)

発生日	施設名	概 要	尺 度
3 / 1	I.C.Q MODI/ Massafra (Taranto) [イタリア] (続き)	<p>の識別番号、種類及び放射能は以下のとおりである。 Matr. 1727, GAMMAMAT TI/F, 207.2 GBq; Matr. 1117, GAMMAMAT TI/F, 124.69 GBq; Matr. 1228, GAMMAMAT TI/F, 1055.56 GBq; Matr. 130, GAMMAMAT TSI/F, 467.62 GBq.</p> <p>本事象は、すぐに、運営会社から、現地の当局と国の環境保護技術サービス庁 (APAT : 原子力安全当局) に報告された。APAT は、線源を不適切に使用することによって生じ得る潜在的な放射線リスクについて警戒するようすべての地方当局に呼びかけるとともに、線源が見つかった場合において十分な警戒を払うよう勧告した。現在、調査が進められている。</p>	2 (最終)
3 / 9	[フランス]	<p>【フランスの加圧水型原子炉における電源器の一般的な異常】 フランスの原子力安全当局 (Nuclear Safety Authority: ASN) は、フランス電力庁 (EDF) のPWRにおける電源器 (power supply box) に影響を及ぼす可能性のある異常に対してINESレベル2と評価した。この異常は、最初に、Penly-2号機で行われた検査の際に見つかった。</p> <p>原子炉建家内に位置するいくつかの電源器において、電力ケーブル絶縁材の欠陥が見つかった。これらの欠陥は、原子炉建家内に水あるいは蒸気が存在する事故状態である種の機器 (モータや弁) の作動を妨げる可能性があった。</p> <p>これらの欠陥は、初期取付け時もしくはその後の変更時に接続するためにケーブルの絶縁材を取り外したことに起因する。他の原子炉について、更なる調査が行われ、類似の欠陥が浮き彫りになった。詳細な調査の後、EDFは、本事象をINESレベル2に格上げするよう提案し、2004年3月9日にASNに報告した。EDFは、ASNに対して、すべてのPWRにおいて影響を受けた電源器の検査と修理を行うためのプログラムを提出し、現在、ASNによりこのプログラムのレビューが行われている。</p> <p>更なる情報 (フランス語) は、www.asn.gouv.fr (Communiqué de Presse 14 Apr 2004) に示されている。</p>	2 (最終)
3 / 10	Kakrapar原子力 発電所 1 号機 PHWR [インド]	<p>【原子炉制御系への電力喪失に伴う蒸気発生器温度差高による原子炉トリップ】 Kakrapar-1(KAPS-1)は、出力220MWeのPHWR(CANDU型原子炉)である。2004年3月10日、KAPS-1は、定格出力の70%で運転中であった。保守作業を行っていたところ、原子炉制御系の調整制御棒への電力供給がなくなり、調整制御棒が動作不能となった。さらに、この時、運転中の燃料取替えに伴う炉心反応度の微小変動によって起こる減速材へのホウ素添加を防ぐために、自動の液体毒物添加系 (Liquid Poison Addition System) の作動がブロックされていた。このため、出力上昇を原子炉制御系で抑えることができず、蒸気発生器温度差高 (蒸気発生器入口と出口間の温度差高) により原子炉がトリップした。運転出力レベルが定格の70%であったのに対し、トリップ設定点が定格の90%出力運転に対応するものであったため、原子炉は定格の98%出力でトリップした。本事象はINESのレベル2と評価される。</p>	2 (暫定)

発生日	施設名	概要	尺度
3 / 17	- (Columbia, South Carolina) [アメリカ]	<p>【原子核薬剤師訓練員の過大な職業被ばく】</p> <p>2004年5月25日、原子力規制委員会（NRC）は、南カロライナ州において、原子核薬剤師訓練員（nuclear pharmacist trainee）が過大な職業被ばくを受けた旨報告された。許認可取得者のコンサルタントにより、この訓練員は、表層線量当量（shallow dose equivalent）で7,400 mGy、深部線量当量（deep dose equivalent）で70 mSv、甲状腺線量（thyroid dose）で0.9 mSvの被ばくを受けたものと評価された。過大被ばくは、2004年3月17日、この訓練員が、放射薬学試験の準備中、液体のヨウ素131を収納した薬びんをこぼした際に発生した。NRCによる年間限度は、表層線量当量が500mSv、深部線量当量と甲状腺線量の合計が50mSv（この値は、重み係数をかけたものである）である。</p>	2 (最終)
4 / 21	- (Aibonito, Puerto Rico) [アメリカ]	<p>【照射施設における職員の過剰被ばくの可能性】</p> <p>2004年4月21日、NRC認可の医療機器殺菌用パノラマ湿式線源貯蔵プール照射施設（panoramic wet-source-storage pool irradiator）で事象が発生した。当該照射施設には、同時に動作する2つの線源ラックが収納されており、それぞれのラックには約74ペタベクレル（200万Ci）のコバルト60（Co-60）線源が格納されている（合計では、148ペタベクレル（400万Ci）が含まれる）。照射施設の運転員は、線源ラックの上限スイッチ（up-switch）に関する問題に直面しその修理を試みた。上限スイッチの機能は、線源ラックが上部に出され照射位置に置かれた場合に信号を発することである。スイッチの修理を何度か繰り返した後、修理した箇所の試験を行うために上部に線源を出した際に異常が発生し、これにより、安全インターロックが働き照射室へのアクセスを妨げた。代行の放射線安全管理官（alternate radiation safety officer：ARSO）は、照射施設の運転員に対して、安全インターロックを無効にし、製品出口障壁ドア（product exit barrier door）から照射施設へ入って照射室（例えば、線源ラックとプールが置かれている区画）を巡視するとともに、同室内側から施錠された人員アクセスドア（locked personnel access maze door）を開けることを許可した。当該施設では、長年にわたって、照射施設に入るために安全インターロックを無効にすることがプラクティスとなっていた。修理でははしごを使用する必要があり、このはしごは線源プールをまたぐような格好で置かれていた（ラックの昇降機付近）。6時間で何度か修理を試みたが失敗し、その後、運転員ははしごを取り外すのを忘れ、ARSOによる監督の下で修理箇所の試験を行うため線源ラックを上下に動かした。しかし、運転員にもARSOにも分からなかったが、はしごが線源ラックの1つに引っかかり、そのため、プール内の安全な遮へい位置に下ろすことができなくなった。運転員とARSOは、照射線源の制御パネル表示が線源ラックスイッチの問題が継続していることによるものと誤って判断した。また、彼らは、それが別の誤表示であると信じ、これに基づいて、ARSOは、再度、照射施設運転員に対して、安全インターロックを無効にして製品出口障壁ド</p>	3 (最終)

発生日	施設名	概要	尺度
4 / 21	- (Aibonito, Puerto Rico) [アメリカ] (続き)	<p>アから照射施設内に入ることを許可した。</p> <p>運転員は、物質取扱者 (materials handler) の助けを借りて照射施設内に入った。物質取扱者は、この入域に際して必要とされる線量計を所持していなかった。照射施設では、固着していた線源ラックからの直接被ばくを妨げるものがコンクリート壁だけであり、運転員は、同施設に入域するとすぐにサーベイメータの指示値が予想以上に高くなっているのに気づき、物質取扱者にすぐに離れるよう伝えて、区画から退域した。当該区画を出た後、運転員はARSOに、予想外に放射線量が高かったことを伝えた。これら2人の作業員は、数秒間で、それぞれ、44mSv、28mSv (4.4rem、2.8rem) の線量を被ばくした。NRCによる年間の線量限度は、実効線量当量 (全身) で0.05Sv (5rem) である。</p> <p>NRCは、本事象に対して特別検査を行い、以下の根本原因を特定した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 緊急時手順を実施するよう求められていた状態下で同手順を実施しなかったこと 安全インターロックを無効にして照射施設に入る前に線源が安全な保管場所にあることを確認するために適切なサーベイを実施しなかったこと スイッチに関する保守上の問題についてその背後要因を特定し損なったこと 設置者職員が照射室の放射線モニターの動作と利用について完全に理解していなかったこと 緊急時手順を用いる時期について明確なガイダンスが作成されていなかったこと 年1回の安全訓練において実習を行わなかったこと 	3 (最終)
4 / 22	SGS TECNOS, S.A. [スペイン]	<p>【作業員の過剰被ばく】</p> <p>4月28日、SGS TECNOS, S.A. から、スペインの規制当局 (CSN) に対して、2人の放射線撮影技師が過剰に被ばくしたとの報告がなされた。この事象は、放射線撮影の準備中、操作手順に従わなかったことにより発生した。個人線量計による記録はなかったが、線量評価の結果、2人の被ばく線量は、それぞれ、158mSv、79mSvと推定された。本事象に関わった装置は、Technical Operations社製のモデルTO-660シリアル番号653であり、19.79Ci (733GBq) のIr-192線源が収納されていた。</p>	2 (暫定)
7 / 20	- (Texas) [アメリカ]	<p>【公衆の潜在的な過剰被ばく】</p> <p>2004年7月12日、テキサス州保健省放射線管理局から原子力規制委員会 (NRC) に対して、遮へいなしのセシウム137 (Cs-137) 密封線源によって公衆が被ばくした可能性があるとの通報があった。Cs-137線源は、テキサス州Pecos郡において油井掘削 (well logging) 作業に用いられたもので、その放射能は63GBq (1.7キュリー) であった。これは、IAEA-TECDOC-1344 (放射性線源の分類、2003年7月) によれば、カテゴリー3の線源となる。2004年7月12日、許認可取得者はテキサス州に対して、油井掘削装置から密封線源が紛失したと通知した。許認可取得者は、油井掘削作業員が Pecos 郡の油田サ</p>	2 (暫定)

発生日	施設名	概要	尺度
7 / 20	- (Texas) [アメリカ] (続き)	<p>イトにおいて床なしの状態掘削装置 (rig) を使用していたと報告した。この新しいサイトでの作業準備中、作業員は油井掘削装置の線源が紛失していることに気付いた。</p> <p>作業員は、前のサイトに戻り、装置を取り付けた場所から約10 - 15フィート離れた所の泥の中に線源を見つけた。線源が紛失していたのは24 - 36時間であったものと思われる。7月13日、作業員及び公衆の被ばく線量の評価並びに事象の調査を行うために、許認可取得者の管理職が派遣された。州当局も検査官を現地に派遣した。</p> <p>7月15日、州政府による調査結果の更新が行われ、孔掘作業員の1人(米国の規制では「公衆」と定義される。)が素手で線源を拾い上げた可能性があるとして報告した。最初の解析において、この個人の手に対する被ばく線量は0.6 Gy (60 rad) と推定された。公衆の個人に対する規制制限値は1 mSv (0.1 rem) である。他に公衆の被ばくがあったか否かを調べるために解析が続けられている。許認可取得者は、血液検査を行うために油井掘削作業員を現地の病院に行かせている。調査の結果、放射線サーベイが行われておらず、また、掘削作業員が作業手順書に従っていなかったことが明らかとなった。許認可取得者及び州当局は、現在も事象の調査を進めており、その結果を随時NRCに報告することとなっている。</p>	2 (暫定)
8 / 3	- (Mills, Wyoming) [アメリカ]	<p>【放射線撮影技師の過大被ばくの可能性】</p> <p>2004年8月3日、原子力規制委員会 (NRC) に対して、許認可取得者から、産業用放射線撮影技師が全身の実効線量当量に対するNRCの規制値である0.05 Sv (5 rem) を上回る線量を被ばくした可能性があるとの報告がなされた。</p> <p>許認可取得者は、線量評価者から従業員の1人の全身線量計指示値が異常に高かったとの報告があったと述べている。その従業員の2004年6月における線量計指示値は、1.216Sv (121.6 rem) であることが判明した。線量評価者は、許認可取得者に対して、フィルムバッジの再評価も行ったが同様の結果であったと通知している。</p> <p>その従業員は、職務中に線量計アラームが鳴動したことを覚えていない。この線量計を使用していない時は、机の引き出しに保管していたが、その場所は、放射線源に近いところではなかった。</p> <p>許認可取得者は、その従業員が当時従事していた作業活動の再調査をはじめ、過大被ばくの可能性について調査を継続している。同従業員は、線量計の結果についてその妥当性を確認するために血球分析を行うこととなり、WyomingのEvanstonにある病院に運ばれることとなっている。</p> <p>NRCによる調査も継続しており、その結果に基づいて本報告が更新される予定である。</p>	2 (暫定)

発生日	施設名	概 要	尺 度
9 / 27	[アルゼンチン]	<p>【放射線源セシウム137 (Cs-137) の紛失】</p> <p>2004年9月27日、自動車による製鉄所 (steel mill) への輸送中、放射線源が見つかった。スクラップサービス会社の入口で、搬入されるスクラップ鉄のサーベイを行うために設置されたモニタリング設備から警報が発せられた。すぐに、原子力規制当局 (ARN) の放射線緊急時介入システムが召集され、身元不明の線源Cs-137を検出した。</p> <p>当該物質は、ラベルもなく識別札もない金属片であった。介入グループは、すぐに、線源を管理下に置いて防護するための措置を講じた。</p> <p>ARNの検査チームは、この放射線源の出所を突き止めるために調査を行うこととした。調査の結果、この種の線源が船で幅広く使用されていることが明らかとなり、その出所がロシア語を使用する国であることを突き止めた。そのため、他にも線源がある可能性が高い。</p> <p>Entre Rois Province全体に対する捜索が行われた後、スクラップ鉄の貯蔵箇所をいくつが検索するとともに、様々な人にインタビューを行ったところ、他に3つの線源がある場所についての情報が得られた。</p> <p>農場で見つかった線源は、リサイクル活動時にタンクから分離されたものであった。このタンクは、農場の所有者 (property-owner) により取得され、それを解体してスクラップとして売却するために船を買い取る会社に引き渡されたものである。</p> <p>線源は、ロシア国旗のついたボートの一部であるオイルガスタンク (体積約3000リットル) の解体の際に当該箇所に持ち込まれた。当初、3つの線源の各々は、水位を測定するための装置に取り付けられたが、リサイクル手続き後に、どの種類の物質を扱ったかについて農夫に知らせずに倉庫に置かれていた。</p> <p>ARNの検査官は、放射性物質を収納した装置について目視検査を行ったところ、そのうちの2つに、放射線物質であることを示すラベルが付いておらず、また、もう1つのラベルも劣化していた。当該放射性物質はCs-137であることが確認された。</p> <p>現地において放射能に関する評価が行われ、放射性物質を適切なサイトに輸送することとなった (3個の装置における環境線量率の測定結果は、接触表面で約1mSv/h、1m離れた位置で50μSv/h (μSv/hと思われる) であった)。</p> <p>放射性物質の出所について明らかとなった情報に基づき、検査局は当該地域の港における調査を継続した。</p> <p>捜索は港湾駐留中の同様のボートについて行われたが、放射性物質の存在は認められなかった。なお、ARNによる調査は継続中である。</p>	2 (最終)

(翻訳資料出典：日本原子力研究所INES和訳情報データベース)

図表 2-2-4 原子力施設の事象の国際評価尺度 (International Nuclear Event Scale)

	レベル	基 準			評価例
		所外への影響	所内への影響	深層防護の劣化	
事故	7: 深刻な事故	放射性物質の重大な外部放出 : ヨウ素131等価で数万テラベクレル以上の放射性物質の外部放出			チェルノブイリ原子力発電所事故 1986 - 旧ソ連
	6: 大事故	放射性物質のかなりの外部放出 : ヨウ素131等価で数千から数万テラベクレル相当の放射性物質の外部放出			
	5: 所外へのリスクを伴う事故	放射性物質の限定的な外部放出 : ヨウ素131等価で数百から数千テラベクレル相当の放射性物質の外部放出	原子炉の炉心や放射性物質障壁の重大な損傷		スリーマイルアイランド原子力発電所事故 1979 - アメリカ
	4: 所外への大きなリスクを伴わない事故	放射性物質の少量の外部放出 : 法定限度を超える程度 (数mSv) の公衆被ばく	原子炉の炉心や放射性物質障壁のかなりの損傷 / 従業員の致死量被ばく		ウラン加工工場臨界 1999 - 日本
異常な事象	3: 重大な異常事象	放射性物質の極めて少量の外部放出 : 法定限度の10分の1を超える程度 (10分の数mSv) の公衆被ばく	所内の重大な放射性物質による汚染 / 急性の放射線障害を生じる従業員被ばく	深層防護の喪失	旧動燃アスファルト固化処理施設火災爆発事故 1997 - 日本
	2: 異常事象		所内のかなりの放射性物質による汚染 / 法定の年間線量当量限度を超える従業員被ばく	深層防護のかなりの劣化	美浜発電所 2 号機伝熱管破断事故 ^{注)} 1991 - 日本
	1: 逸脱			運転制限範囲から逸脱	浜岡原子力発電所 1 号機配管破断事故 2001 - 日本
尺度以下	0: 尺度以下	安全上重要ではない事象		0+ 安全に影響を与え得る事象 0- 安全に影響を与えない事象	
	評価対象外	安全性に関係しない事象			

(注1) INESの正式運用開始(平成4年8月1日)以前に発生したもので、公式に評価されたものではない。

(注2) 0+, 0-の区分は、国内の実用発電用原子力施設のみ適用される。そもそも INES は国際比較するものではない。特に、レベル1以下については、IAEAへの報告対象になっておらず、各国の評価は揃っていない。0+及び0-は日本国内の原子力施設だけの運用である。