

原子力発電所におけるアクシデントマネジメント整備報告書及び
アクシデントマネジメント整備有効性評価報告書の提出について

当社は、平成6年3月に通商産業省（当時）に提出した「アクシデントマネジメント検討報告書」に基づきアクシデントマネジメントの整備を進めてきましたが、当社の敦賀発電所及び東海第二発電所においてその整備が完了したため、整備した内容を各発電所毎に取りまとめた「アクシデントマネジメント整備報告書」を本日、経済産業省原子力安全・保安院に提出いたしました。また、他の原子力発電事業者と共同で、整備したアクシデントマネジメント策の有効性について定量的に評価を行った結果を取りまとめた「アクシデントマネジメント整備有効性評価報告書」を併せて提出しました。今後とも、このような活動を通じて原子力発電所の安全性に対する社会のより一層の理解と信頼を得られるよう、継続して努力してまいります。

アクシデントマネジメント：

炉心が大きく損傷するおそれのある事態が万一発生したとしても、現在の設計に含まれる安全余裕や安全設計上想定した本来の機能以外にも期待し得る機能又はそうした事態に備えて新規に設置した機器等を有効に活用することによって、それがシビアアクシデントに拡大するのを防止するため、若しくはシビアアクシデントに拡大した場合にもその影響を緩和するために採られる措置をいう。

シビアアクシデント：

設計基準事象を大幅に超える事象であって、安全設計の評価上想定された手段では適切な炉心の冷却又は反応度の制御ができない状態であり、その結果、炉心の重大な損傷に至る事象をいう。

以 上

参 考	<u>アクシデントマネジメント整備の経緯</u>
添付資料	<u>アクシデントマネジメント整備報告書及び</u> <u>アクシデントマネジメント整備有効性評価報告書の概要</u>
別紙ー 1	<u>整備したアクシデントマネジメント策のまとめ（敦賀発電所 1 号炉）</u>
別紙ー 2	<u>整備したアクシデントマネジメント策のまとめ（東海第二発電所）</u>
別紙ー 3	<u>整備したアクシデントマネジメント策のまとめ（敦賀発電所 2 号炉）</u>
別紙ー 4	<u>アクシデントマネジメントの実施組織</u>
別紙ー 5	<u>アクシデントマネジメント関連手順書類の構成概要</u> <u>（敦賀発電所 1 号炉及び東海第二発電所）</u>
別紙ー 6	<u>アクシデントマネジメント関連手順書類の構成概要（敦賀発電所 2 号炉）</u>
別紙ー 7	<u>炉心の健全性に関する PSA（レベル 1 PSA）結果（BWR 5 代表炉）</u> <u>格納容器の健全性に関する PSA（レベル 2 PSA）結果（BWR 5 代表炉）</u>
別紙ー 8	<u>炉心の健全性に関する PSA（レベル 1 PSA）結果（敦賀 1 号炉）</u> <u>格納容器の健全性に関する PSA（レベル 2 PSA）結果（敦賀 1 号炉）</u>
別紙ー 9	<u>炉心の健全性に関する PSA（レベル 1 PSA）結果（ドライ型 4 ループプラント）</u> <u>格納容器の健全性に関する PSA（レベル 2 PSA）結果（ドライ型 4 ループプラント）</u>

(参考)

[アクシデントマネジメント整備の経緯]

平成4年5月28日

原子力安全委員会は、我が国の原子力発電所は十分な安全性を有しているとした上で、一層の安全性向上のためアクシデントマネジメントの整備を奨励。

平成4年7月28日

通商産業省（当時）は、電気事業者に対し、アクシデントマネジメントの整備を要請。

平成6年3月31日

当社は、アクシデントマネジメントの整備方針を取りまとめ通商産業省（当時）に報告。

平成6年10月24日

通商産業省（当時）は、電気事業者報告書の技術的妥当性を検討し、検討結果を原子力安全委員会に報告。

平成6年11月24日

原子力安全委員会が設置した原子炉安全総合検討会は、通商産業省（当時）報告書の検討を開始。

平成7年11月30日

原子炉安全総合検討会は、通商産業省（当時）報告書の検討結果を原子力安全委員会に報告。

平成14年5月29日

原子炉安全総合検討会は、通商産業省（当時）報告書の検討結果を原子力安全委員会に報告。

以 上

アクシデントマネジメント整備報告書及び
アクシデントマネジメント整備有効性評価報告書の概要

1. アクシデントマネジメント整備報告書の概要

アクシデントマネジメント整備報告書は、平成6年3月に取りまとめたアクシデントマネジメント検討報告書において摘出したアクシデントマネジメント策の整備に加え、実施体制、手順書類、教育等の運用面の整備が完了したことから、その整備内容を取りまとめたものです。

アクシデントマネジメント整備報告書の概要は、以下に示すとおりです。

(1) アクシデントマネジメント策の整備

平成6年3月に取りまとめたアクシデントマネジメント検討報告書では、シビアアクシデント研究及び確率論的安全評価の実施等により得られた知見に基づき、既存の設備を最大限に活用することを考慮した上でアクシデントマネジメント策を摘出しました。今回、これらのアクシデントマネジメント策について、各原子炉施設における系統構成上の特徴を踏まえ、炉心及び格納容器の健全性を維持するための機能を更に向上させるものとして、BWRプラントである敦賀発電所1号炉（BWR2）及び東海第二発電所（BWR5）では「原子炉停止機能」、「原子炉及び格納容器への注水機能」、「格納容器からの除熱機能」並びに「安全機能のサポート機能」、PWRプラントである敦賀発電所2号炉（ドライ型4ループプラント）では「原子炉停止機能」、「炉心冷却機能」、「放射性物質の閉じ込め機能」及び「安全機能のサポート機能」のそれぞれの機能毎に有効な方策について手順書化を行うとともに、必要に応じて設備改造を実施しました（別紙1、2、3参照）。また、これらの設備が既存の安全機能に悪影響を与えないことを確認しました。

(2) アクシデントマネジメントの実施体制の整備

アクシデントマネジメントの実施が必要となる状況においては、プラントパラメータ等各種情報の収集、分析、評価を行い、プラント状態を把握し、実施すべき操作を総合的に検討、判断することが重要です。また、適宜、外部との連絡、情報交換を行い、必要に応じて指導、助言等を受けることとなります。これらを確実に実施する体制を整えるという観点から、既存の組織との整合性を踏まえた上で、適切なアクシデントマネジメントの検討や情報の一元管理等を行い運転員を支援する組織を支援組織として定めました（別紙4参照）。また、支援組織内の役割分担や責任者を明確に定めるとともに、当該組織が円滑に活動を行うための施設、設備等の整備を実施しました。

(3) アクシデントマネジメントの手順書類の整備

設計で想定した範囲を超える事象においては、安全系機器や計測器類の多重故障が生じていることが想定されます。また、事象の進展シナリオをあらかじめ特定することは困難です。このため、限られた時間の中でプラント状態を把握し、操作を実施することによるプラントへの影響等を考慮しつつ、総合的に操作を選択できるようにするため、判断方法や影響予測等について体系的に整理された運転員用及び支援組織用の手順書類がそれぞれ必要となります。

これらの点に留意して、運転員と支援組織のそれぞれの役割及び事象の進展状況に応じた手順書類の整備を実施しました（別紙5、6参照）。

運転員用の手順書としては、炉心損傷を防止するために従来から整備していた非常時運転手順書Ⅱを改訂し、今回整備したアクシデントマネジメント策に関する操作手順を追記するとともに、非常時運転手順書Ⅲを制定し、支援組織からの支援が期待できない場合等に備えた炉心損傷の影響を緩和するための操作手順を記載しました。また、敦賀発電所1号炉及び東海第二発電所では、従来から全交流電源喪失時の対応手順を非常時運転手順書に記載しているため、今回整備した「電源の融通」及び「非常用復水器への水補給（敦賀発電所1号炉）」を、この手順書に追記しました。

支援組織用としては、炉心損傷後の影響を緩和させるための措置を総合的に判断、選択するためのアクシデントマネジメントガイドラインを新たに制定しました。さらに、敦賀発電所1号炉及び東海第二発電所では、アクシデントマネジメント策とされている故障機器復旧の手順を取りまとめた故障機器復旧手順ガイドラインを制定しました。

(4) アクシデントマネジメントに関する教育等の実施

アクシデントマネジメントを適切に実施するには、運転員及び支援組織の要員がシビアアクシデントやアクシデントマネジメントに関する知識を十分に備えている必要があります。また、運転員は状況に応じ、手順書に基づいた的確な対応操作を実施する必要があります。このため、運転員及び支援組織の要員を対象として、それぞれの役割に応じた適切な教育等を定期的に実施しております。

2. アクシデントマネジメント整備有効性評価報告書の概要

本報告書は、今回整備したアクシデントマネジメント策の有効性を定量的に確認するため、炉型毎の代表炉（BWRではBWR2／3、BWR4、BWR5、ABWR、PWRではドライ型2ループプラント、ドライ型3ループプラント、アイスコンデンサ型4ループプラント、ドライ型4ループプラント）を対象にアクシデントマネジメント策を考慮した確率論的安全評価を実施し、さらに、代表炉と異なるアクシデントマネジメント策を整備したプラントについては個別に評価を実施し、それらの結果を取りまとめたものです。ここで、確率論的安全評価は、原子力プラントの安全性を定量的に評価するために有効な手法であり、プラントで発生する可能性のある異常事象を想定し、その後の事象進展の確率を設備構成や機器故障率等をもとに推定、評価するものです。

BWRの評価の結果、アクシデントマネジメント策の整備によって炉心損傷頻度はBWR2／3代表炉で約6割、BWR4代表炉で約7割、BWR5代表炉で約9割、ABWRで約4割低減され、格納容器破損頻度についてはいずれの代表炉においても9割以上低減されていることを確認しました。ここで、東海第二発電所のアクシデントマネジメント策の有効性は、BWR5の代表炉の評価より確認されました（別紙7参照）。また、代表炉と異なるアクシデントマネジメント策を整備した敦賀発電所1号炉については、そのアクシデントマネジメント策の違いが、複数の炉心損傷シーケンスに関係するものであるため、代表炉とは別にアクシデントマネジメント策の有効性を定量的に確認しました。この結果、アクシデントマネジメント策の整備によって、炉心損傷頻度は約9割低減され、格納容器破損頻度は9割以上低減されていることを確認しました。（別紙8参照）。

PWRの評価の結果、アクシデントマネジメント策の整備によって炉心損傷頻度はドライ型2ループプラントの代表炉で約6割、ドライ型3ループプラントの代表炉で約6割、アイスコンデンサ型4ループプラントの代表炉で約7割、ドライ型4ループプラントの代表炉で約4割低減され、格納容器破損頻度についてはドライ型2ループプラントの代表炉で約8割、ドライ型3ループプラントの代表炉で約8割、アイスコンデンサ型4ループプラントの代表炉で約7割、ドライ型4ループプラントの代表炉で約8割低減されていることを確認しました。ここで、敦賀発電所2号炉のアクシデントマネジメント策の有効性は、ドライ型4ループプラントの代表炉の評価より確認されました（別紙9参照）。

以上の評価により、我が国で現在運転されている全てのBWR及びPWRについて、アクシデントマネジメント策の整備によって炉心損傷頻度、格納容器破損頻度がともに適切に低減されており、これらの対策がプラントの安全性向上に対して有効なものとなっていることを確認しました。

機能	平成6年3月以降に整備した アクシデントマネジメント策 (今回の報告対象)	平成6年3月以前に整備した アクシデントマネジメント策
(1) 原子炉停止機能	① 代替反応度制御 (MGT及びARI)	① 手動スクラム ② 水位制御及び液体毒物注入系の手動操作
(2) 原子炉及び格納容器への 注水機能	① 代替注水手段等 ・格納容器冷却系から原子炉停止時冷却系を介した原子炉への注水手段 ・格納容器冷却系の手動起動 ・代替注水源への水補給	① ECCSの手動起動 ② 原子炉の手動減圧及び低圧注水操作 ③ 代替注水手段 (給水系、制御棒駆動水圧系及び消火系による原子炉への注水手段)
(3) 格納容器からの除熱機能	① 格納容器からの除熱手段 ・ドライウェル内ガス冷却装置を利用した代替除熱 ・格納容器冷却系の故障機器の復旧	① 格納容器冷却系の手動起動 ② 換気系を用いたベント
(4) 安全機能のサポート機能	① 電源供給手段等 ・電源の融通 (隣接プラントから440V融通) ・非常用ディーゼル発電機の故障機器の復旧 ・非常用復水器への水補給	① 電源供給手段 ・外部電源の復旧及び非常用ディーゼル発電機の手動起動

整備したアクシデントマネジメント策のまとめ（東海第二発電所）

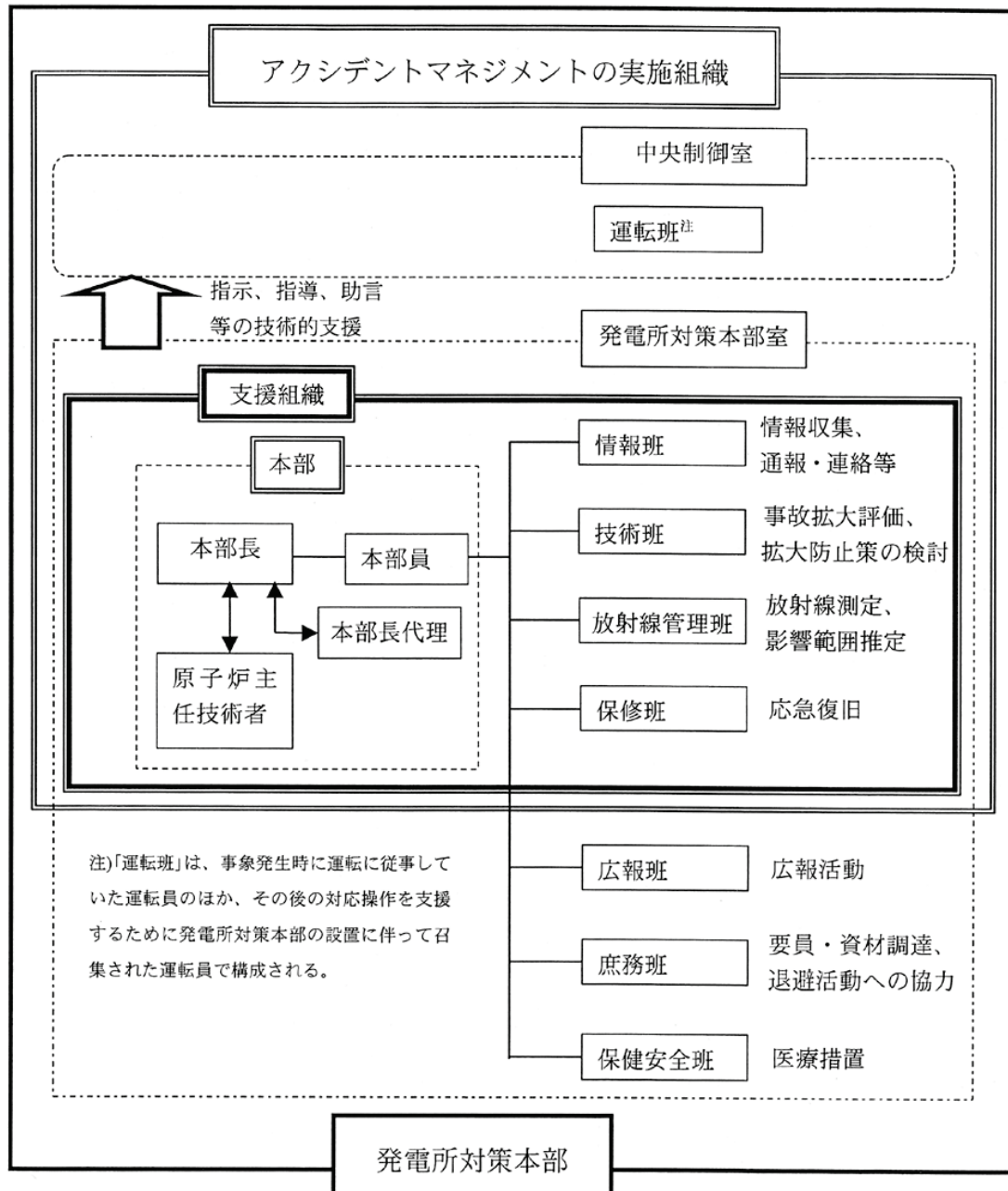
別紙 2

機能	平成6年3月以降に整備した アクシデントマネジメント策 (今回の報告対象)	平成6年3月以前に整備した アクシデントマネジメント策
(1) 原子炉停止機能	① 代替反応度制御 (RPT及びARI)	① 手動スクラム ② 水位制御及びほう酸水注入系の手動操作
(2) 原子炉及び格納容器への 注水機能	① 代替注水手段等 ・ 復水補給水系、消火系による原子炉・格納 容器への注水手段 ② 原子炉減圧の自動化	① ECCS等の手動起動 ② 原子炉の手動減圧及び低圧注水操作 ③ 代替注水手段 (給水系、制御棒駆動水圧 系、復水補給水系及び消火系による原子 炉への注水手段)
(3) 格納容器からの除熱機能	① 格納容器からの除熱手段 〔 ・ ドライウェル内ガス冷却装置を利用した 代替除熱 ・ 残留熱除去系の故障機器の復旧 ・ 耐圧強化ベント 〕	① 格納容器スプレイ冷却系の手動起動 ② 換気系を用いたベント
(4) 安全機能のサポート機能	① 電源供給手段等 〔 ・ 電源の融通 (高圧炉心スプレイ系専用デ ィーゼル発電機からの6.9kV/48 0V融通) ・ 非常用ディーゼル発電機の故障機器の復 旧 〕	① 電源供給手段 ・ 外部電源の復旧及び非常用ディーゼル 発電機の手動起動

整備したアクシデントマネジメント策のまとめ（敦賀発電所2号炉）

別紙 3

機能	平成6年3月以降に整備した アクシデントマネジメント策 (今回の報告対象)	平成6年3月以前に整備した アクシデントマネジメント策
(1) 原子炉停止機能	① 緊急2次系冷却の多様化	① 手動原子炉トリップ ② 緊急ほう酸注入 ③ 緊急2次系冷却
(2) 炉心冷却機能	① タービンバイパス系の活用 ・ 2次系強制冷却による低圧注入 ・ 2次系強制冷却による低圧再循環 ・ 2次系強制冷却によるサンプ水冷却 ② 代替再循環 ③ 格納容器内自然対流冷却 ④ クールダウン&リサーキュレーション	① 代替注入 ② 2次系強制冷却による低圧注入 ③ 2次系強制冷却による低圧再循環 ④ 2次系強制冷却によるサンプ水冷却 ⑤ 水源補給による注入継続 ⑥ 代替格納容器気相冷却 ⑦ 1次系注水・減圧 ⑧ 代替給水 ⑨ 2次系水源補給 ⑩ フィードアンドブリード
(3) 放射性物質の閉じ込め機能	① 格納容器内自然対流冷却 ② 格納容器内注水 ③ 1次系強制減圧	① 代替格納容器気相冷却 ② 格納容器手動隔離
(4) 安全機能のサポート機能	① 号機間電源融通	① 電源復旧 ② 直流電源確保 ③ 補機冷却水系回復 ④ 代替制御用空気供給



	フェーズⅠ AM（炉心損傷前）	フェーズⅡ AM（炉心損傷後）	炉心損傷の有無によらずに用いるアクシデントマネジメント用の手順書
運転員用	非常時 運転手順書Ⅱ - 起因事象を問わず、観測される徴候に応じた操作手順を記載した手順書 - アクシデントマネジメントのうち、炉心損傷を防止するための対応手順を記載	炉心損傷 手順書移行 非常時 運転手順書Ⅲ アクシデントマネジメントのうち、炉心損傷後の影響緩和のための操作手順を記載	非常時 運転手順書 - 想定される事象毎のシナリオに従った操作手順を記載 - アクシデントマネジメントのうち、「電源の融通」及び「非常用復水器への水補給」※¹の操作を記載
支援組織用		アクシデントマネジメント ガイドライン AMG 炉心損傷後の影響緩和措置をプラント状態に応じて総合的に判断するため、手順や判断基準、技術データ等の知識ベース、影響予測等を取りまとめ、整理したガイドライン	故障機器復旧手順 ガイドライン (格納容器冷却系※²又は残留熱除去系※³及び非常用ディーゼル発電機) 安全確保上特に重要な機能を有する格納容器冷却系※²又は残留熱除去系※³及び非常用ディーゼル発電機の故障時の復旧手順を記載したガイドライン

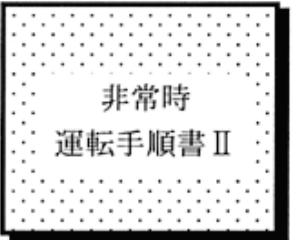
※1：「非常用復水器への水補給」は敦賀発電所1号炉のみ

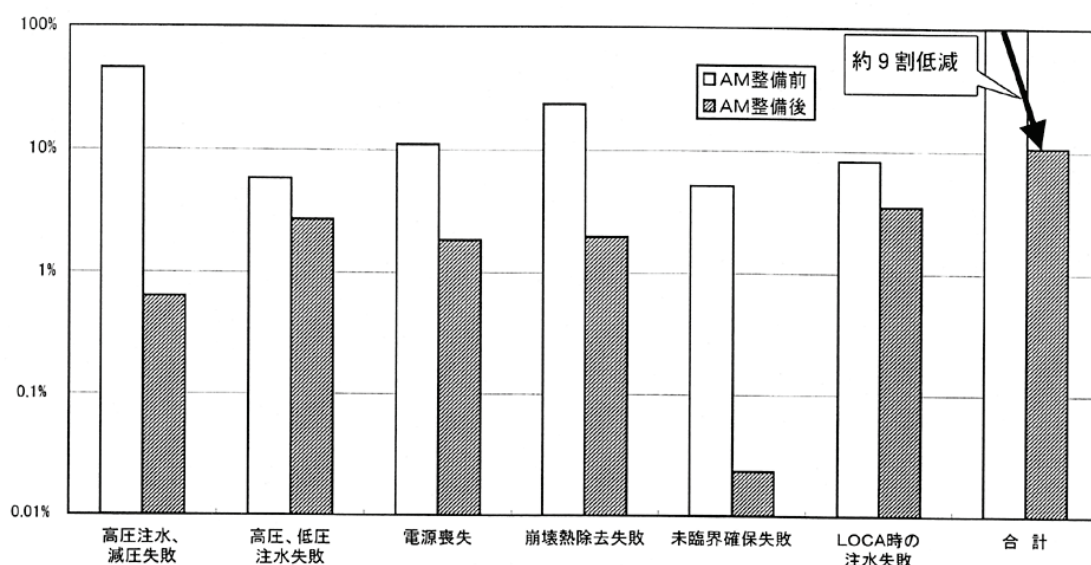
※2：敦賀発電所1号炉

※3：東海第二発電所

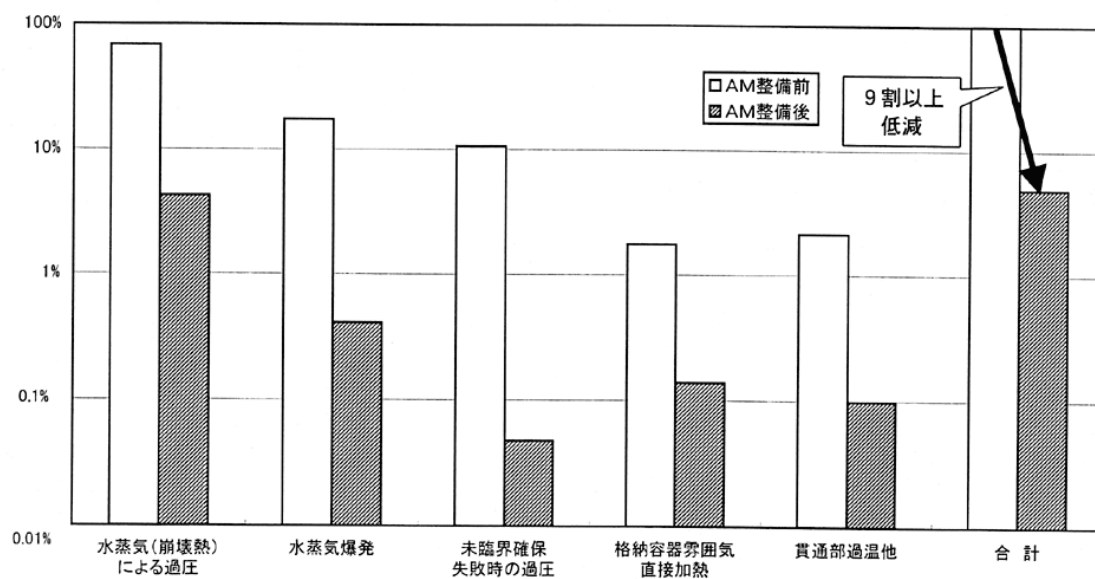
アクシデントマネジメント関連手順書類の構成概要（敦賀発電所 2 号炉）

別紙 6

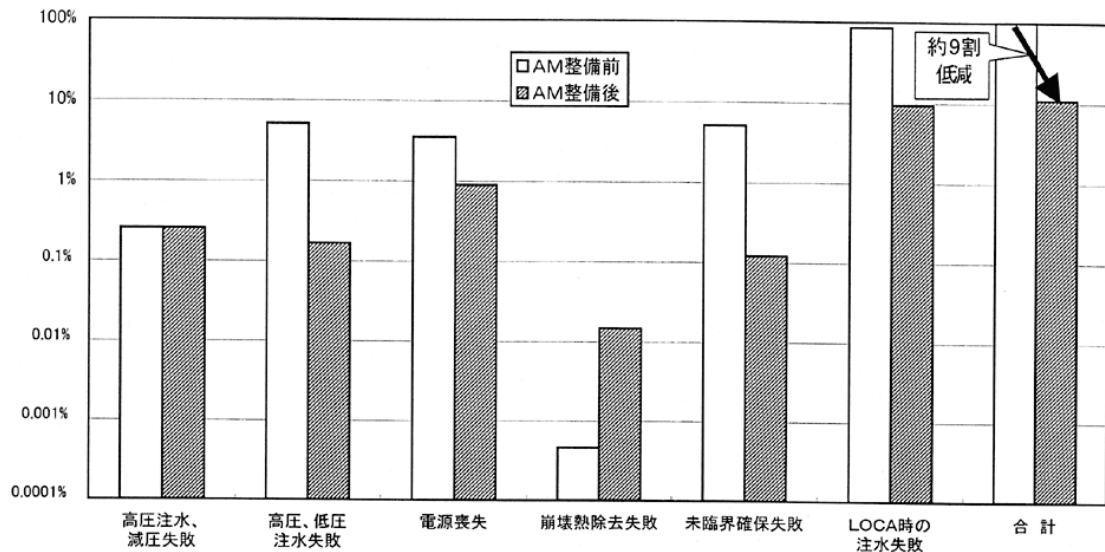
	設計基準事象	フェーズⅠ AM (炉心損傷前)	フェーズⅡ AM (炉心損傷後)
運転員用	 設計基準事象を対象に想定されるシナリオに従った操作を記載	 設計想定外の事象が発生した場合に、炉心損傷を防止するための対応手順を記載	 炉心損傷後の影響緩和のための対応手順を記載
支援組織用			 炉心損傷後の影響緩和措置をプラント状態に応じて総合的に判断するため、手順や判断基準、技術データ等の知識ベース、影響予測等を取りまとめ、整理したガイドライン



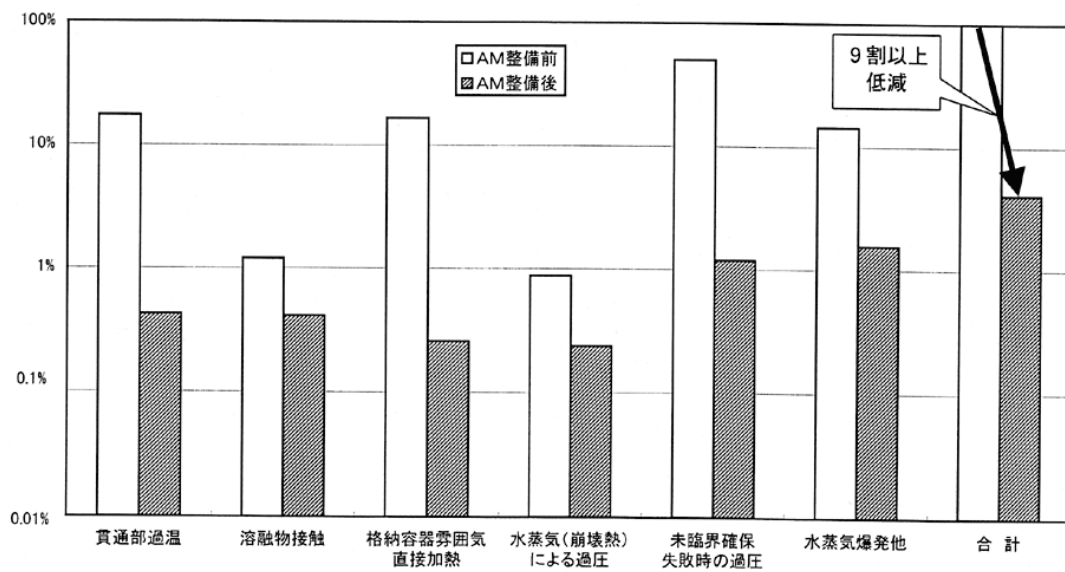
炉心の健全性に関するPSA(レベル1PSA)結果 (BWR5代表炉)



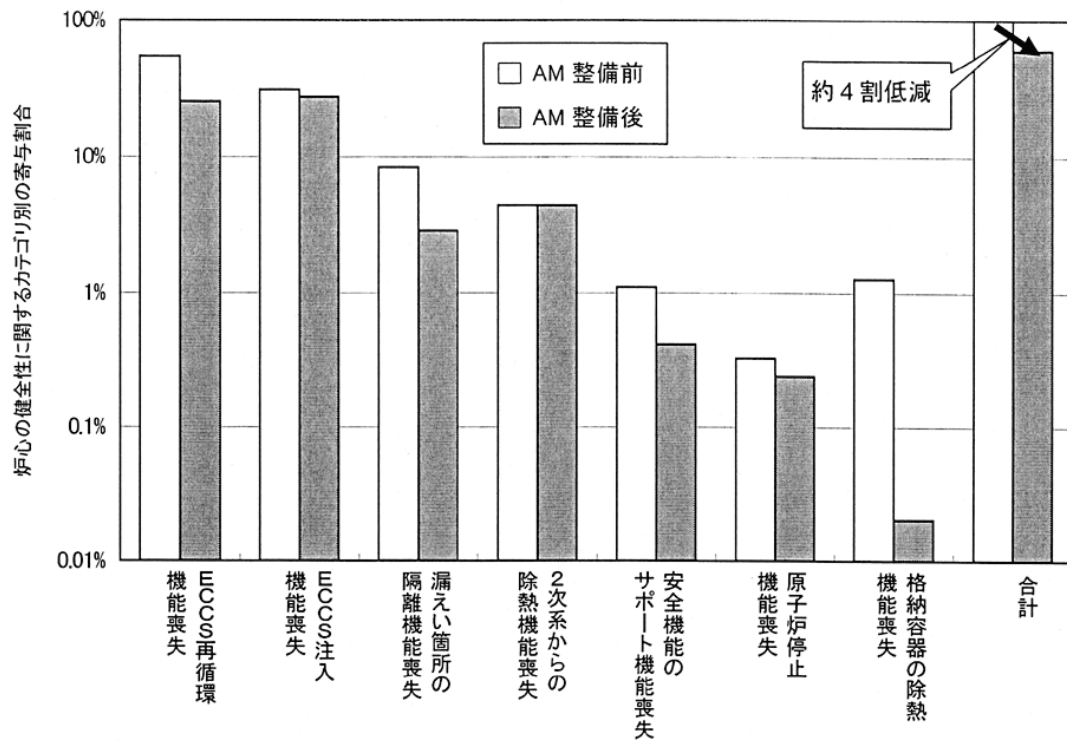
格納容器の健全性に関するPSA(レベル2PSA)結果 (BWR5代表炉)



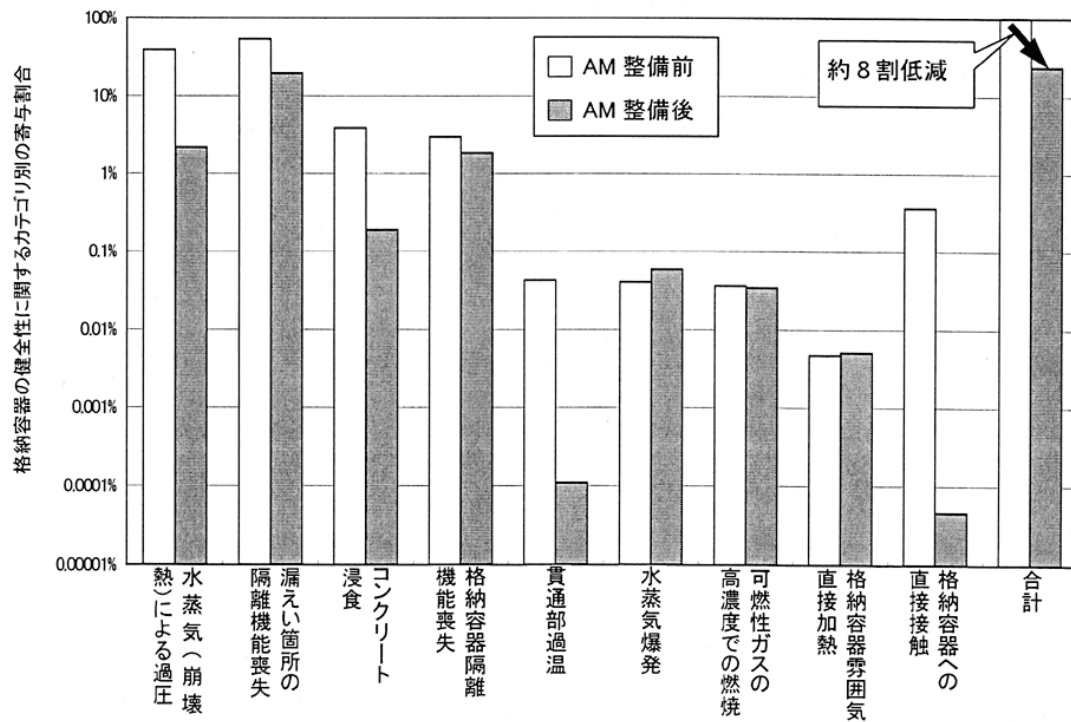
炉心の健全性に関するPSA(レベル1PSA)結果 (敦賀1号炉)



格納容器の健全性に関するPSA(レベル2PSA)結果 (敦賀1号炉)



炉心の健全性に関するPSA(レベル1PSA)結果(ドライ型4ループプラント)



格納容器の健全性に関するPSA(レベル2PSA)結果(ドライ型4ループプラント)