

CIGS 原子力安全研究会 ワークショップ
「原子力のリスクと対策の考え方 - 社会との対話のために -」
キヤノングローバル戦略研究所、2016年3月4日(金)

電気事業者の安全設備対策の状況



(株)原子力安全システム研究所
技術システム研究所 原子力情報研究プロジェクト
安藤 弘

目次

1.原子力安全システム研究所の紹介

2.福島第一原子力発電所事故後の

原子力発電所における安全確保に向けた取り組み

- ・緊急安全対策/自主的な取り組み
- ・更なる信頼性向上対策の実施
- ・新規制基準の適合に向けた取り組み

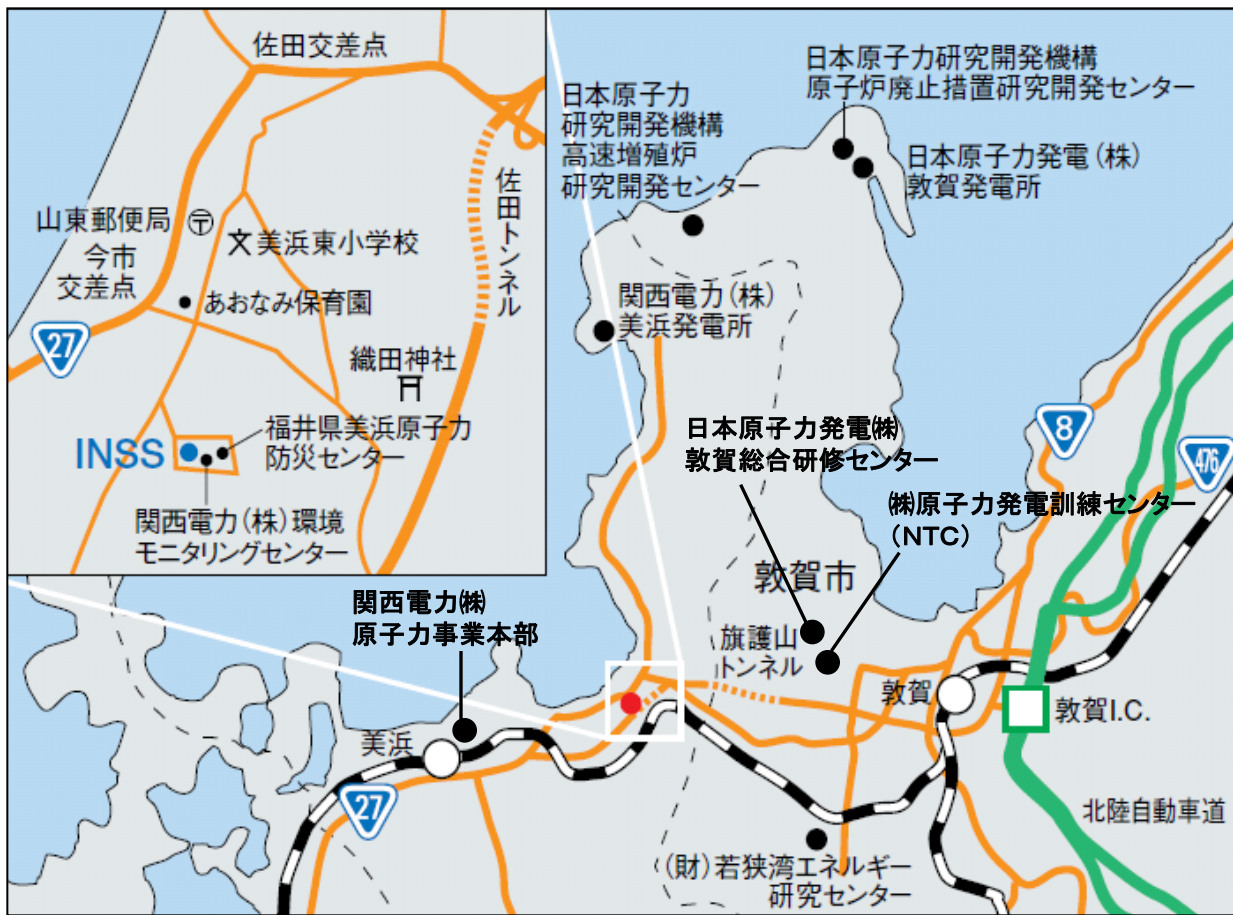
3.その他

1.原子力安全システム研究所の紹介



原子力安全システム研究所 地図

福井県三方郡美浜町佐田



1.原子力安全システム研究所の紹介

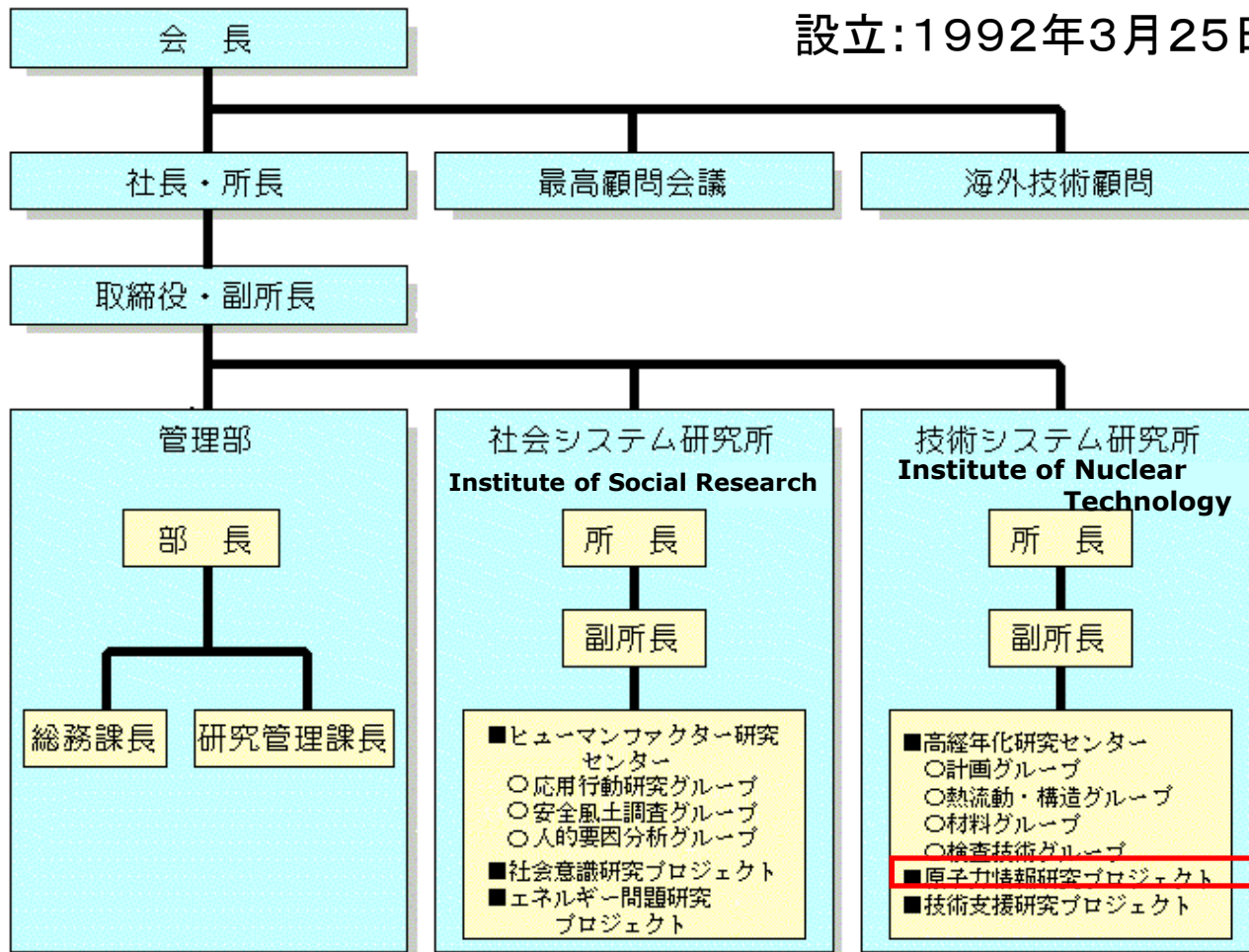


原子力安全システム研究所 組織図

Institute of Nuclear Safety System, Incorporated

設立:1992年3月25日

1991年2月に関西電力株式会社美浜発電所2号機の蒸気発生器の細管が破断するという事態が発生したことを契機に、原子力発電の安全性および信頼性の一層の向上と社会や環境とのより良い調和を目指して幅広い視野から調査・研究することを目的に1992年3月設立された。





原子力情報研究プロジェクトは

海外原子力発電所の不具合情報の調査・分析

国内外の原子力発電所で起きた故障などは、他の発電所でも類似の事象が発生する可能性があります。そのため**原子力情報研究プロジェクト**では、主に**海外原子力発電所の事故や故障(不具合事象)**の情報をインターネットなどで迅速に入手し、**類似不具合の未然防止のための調査・分析を行っています**。入手した情報は効率的な分析を行うため、分類してデータベース化しています。

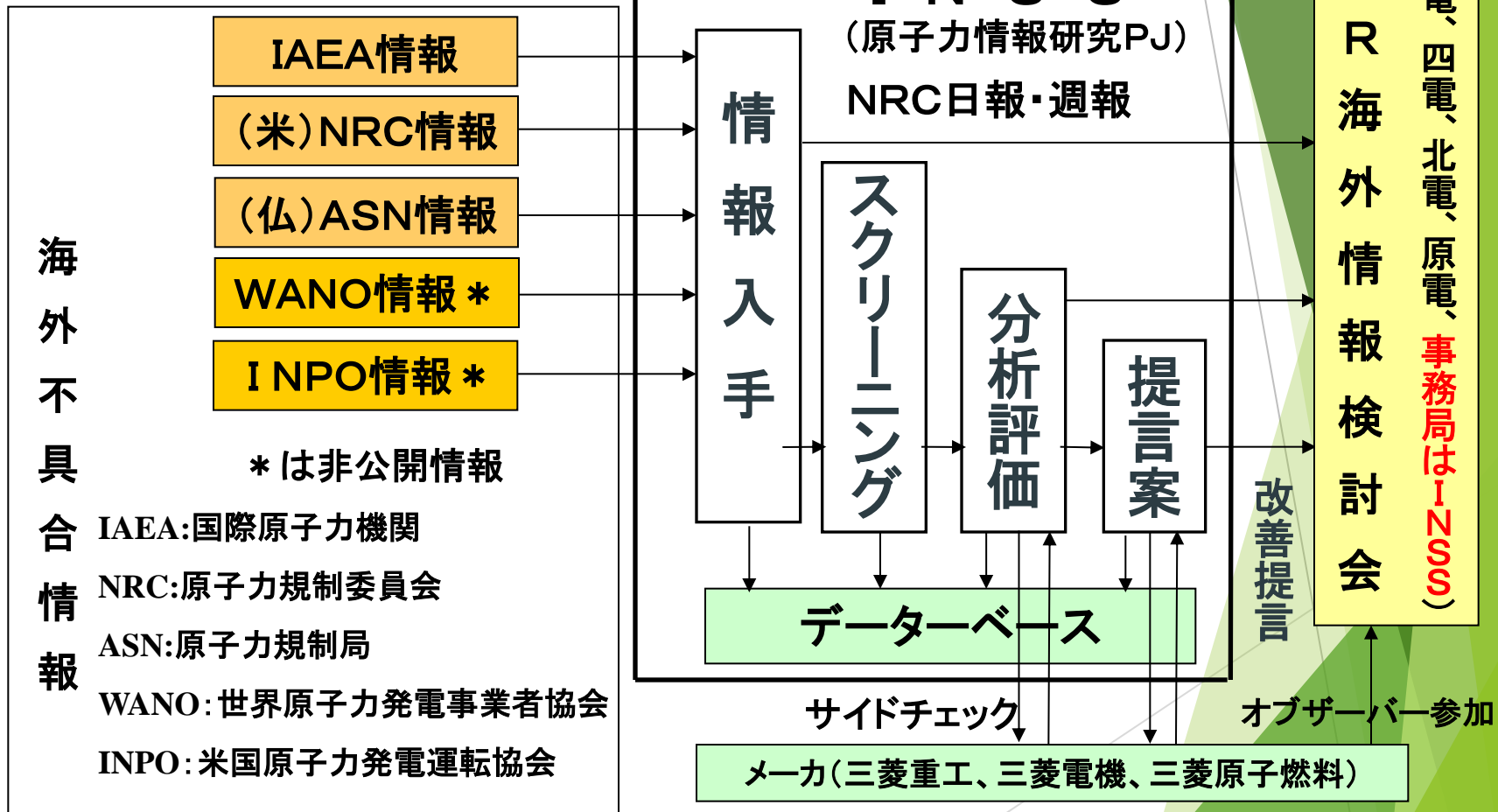
分析結果は、**加圧水型軽水炉(PWR)を持つ国内の電力会社に定期的に報告するとともに、改善が必要と考えられる点については改善提言を行っています**。

また、**不具合事象だけでなく、海外良好事例の国内反映にも取り組んでおり、事故未然防止に役立つ赤外線サーモグラフィ利用技術の開発、非常用電源システムのシミュレーション技術の開発等も行っている**。

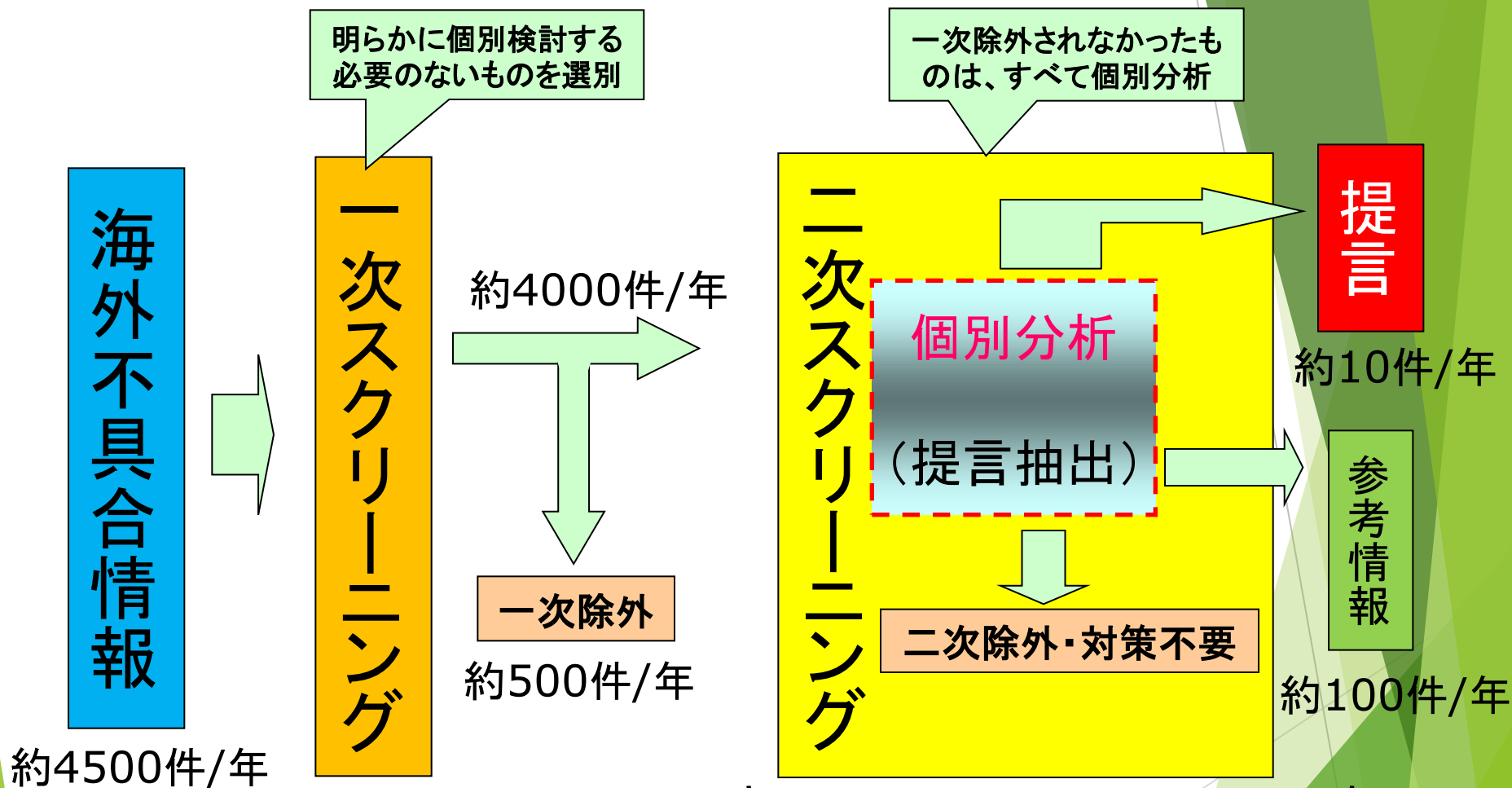
そのほか**安全文化の研究、リスク情報の活用研究、運転員や保修員のヒューマンエラー防止の研究にも取り組んでいます**。



海外不具合情報の調査・分析の流れ



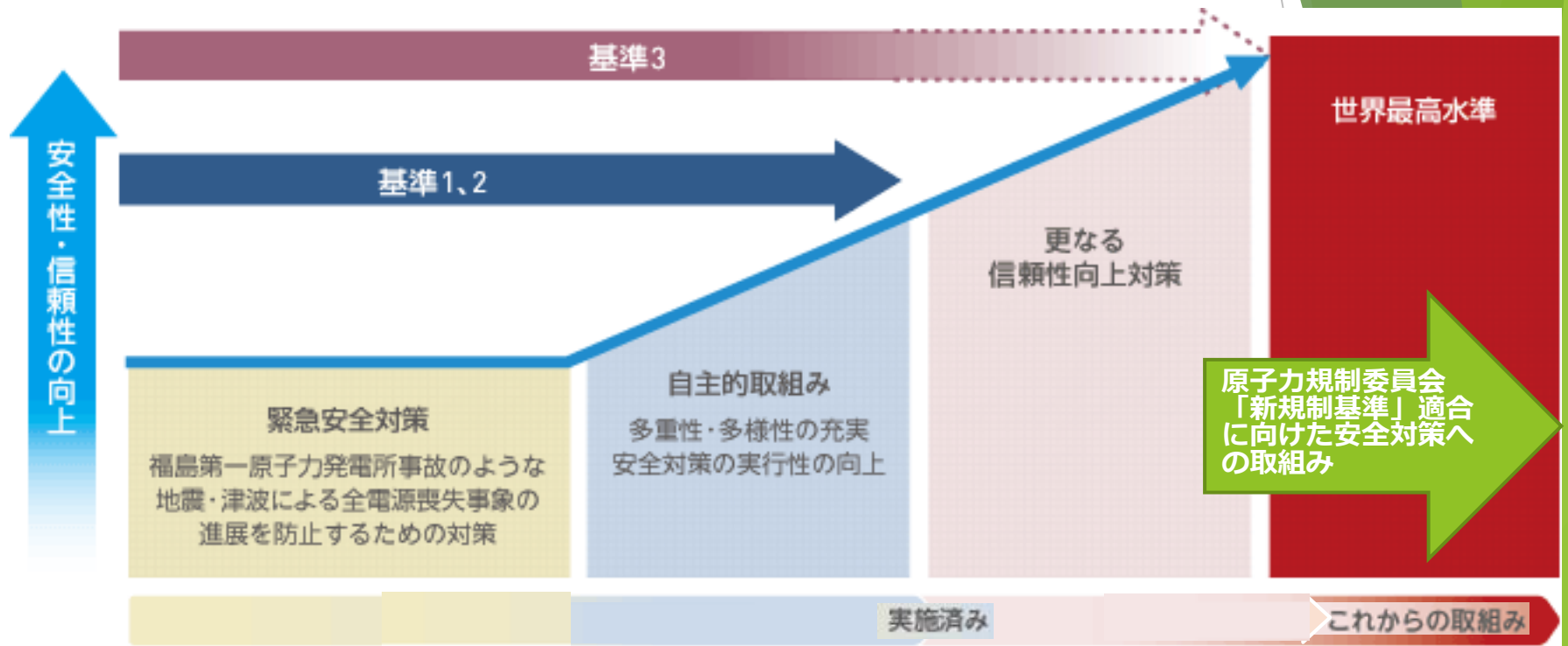
トラブル情報の調査・分析の流れ



・リーダーが選別、一次除外分を除いて、プロジェクト員へ個別に割り当て、分析を指示

・プロジェクト員8名が、割り当て分を個別分析
・必要に応じ、電力・メーカーに確認のうえ反映が必要な項目(提言)を抽出

2. 福島第一原子力発電所事故後の 原子力発電所における安全確保に向けた取り組み



"福島第一原子力発電所を襲ったような地震・津波が来襲しても炉心損傷に当たらないための基準"の対策

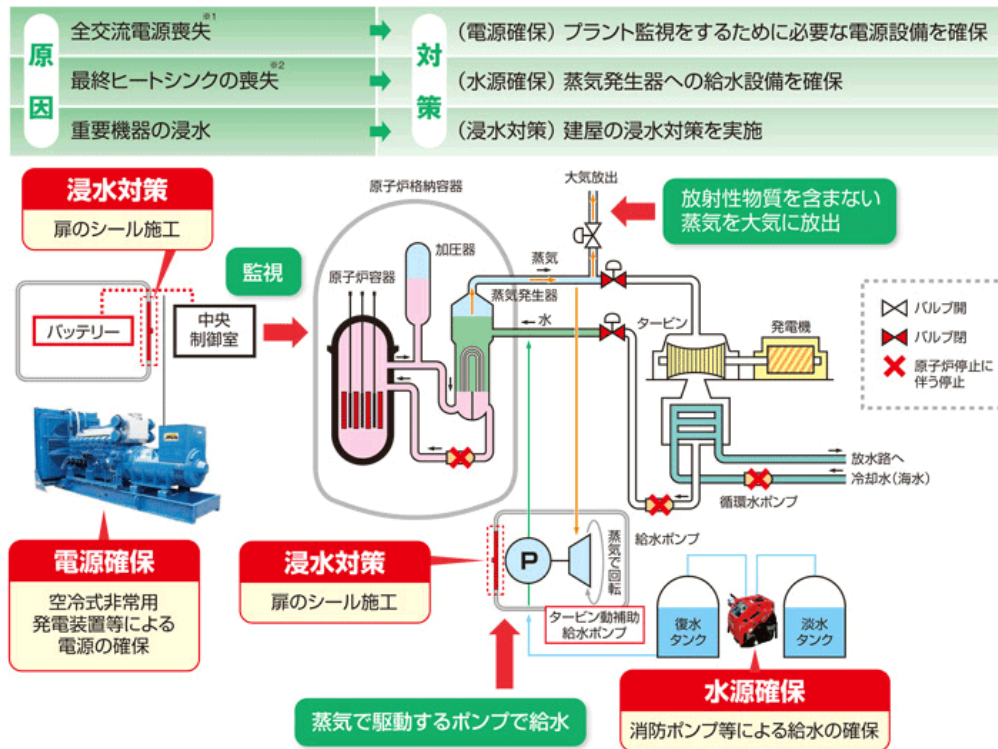
旧原子力安全・保安院がストレステスト審査にて一層の取組みを求めた事項12項目。東京電力福島第一原子力発電所事故の技術的知見に関する30の安全対策

世界最高水準の安全性を目指す組織体制の改善・さらなる新たな知見の収集活動

・緊急安全対策/自主的な取り組み

福島第一原子力発電所の事故では、地震発生直後に「止める」機能は働きましたが、全交流電源の喪失、海水ポンプ損傷等により「冷やす」機能が失われ、結果として放射性物質を「閉じ込める」ことができなかった。

緊急時にも原子炉や使用済燃料プールを冷却し、同じような事態にならないように、事故の後直ちに、「電源の確保」、「水源の確保」、「浸水対策」に取組み、原子力発電所の安全性の向上を図ってきた。



※1 外部電源、非常用ディーゼル発電機の機能が失われ、発電所が完全に停止すること。

※2 ヒートシンクとは、熱の逃し場所のことで、最終ヒートシンクの喪失は、燃料からの熱を除熱するために海水を取水できなくなること。

・緊急安全対策/自主的な取り組み

①電源の確保



電源供給手段の
多様化



接続の簡素化

津波の影響がない海拔30m以上に配備した空冷式非常用発電装置から円滑に中央制御室や炉心冷却設備等に給電できるようにあらかじめケーブルを敷設

・緊急安全対策/自主的な取り組み

①電源の確保

ソフト対策

配備した電源車や空冷式非常用発電装置をすみやかに必要な箇所に接続するための対策

体制の確立

マニュアルの整備

訓練の実施

■訓練項目

・電源車の配置 ・電源車の運転 ・電源ケーブル接続 ・電源車への給油



電源車の接続訓練



夜間訓練

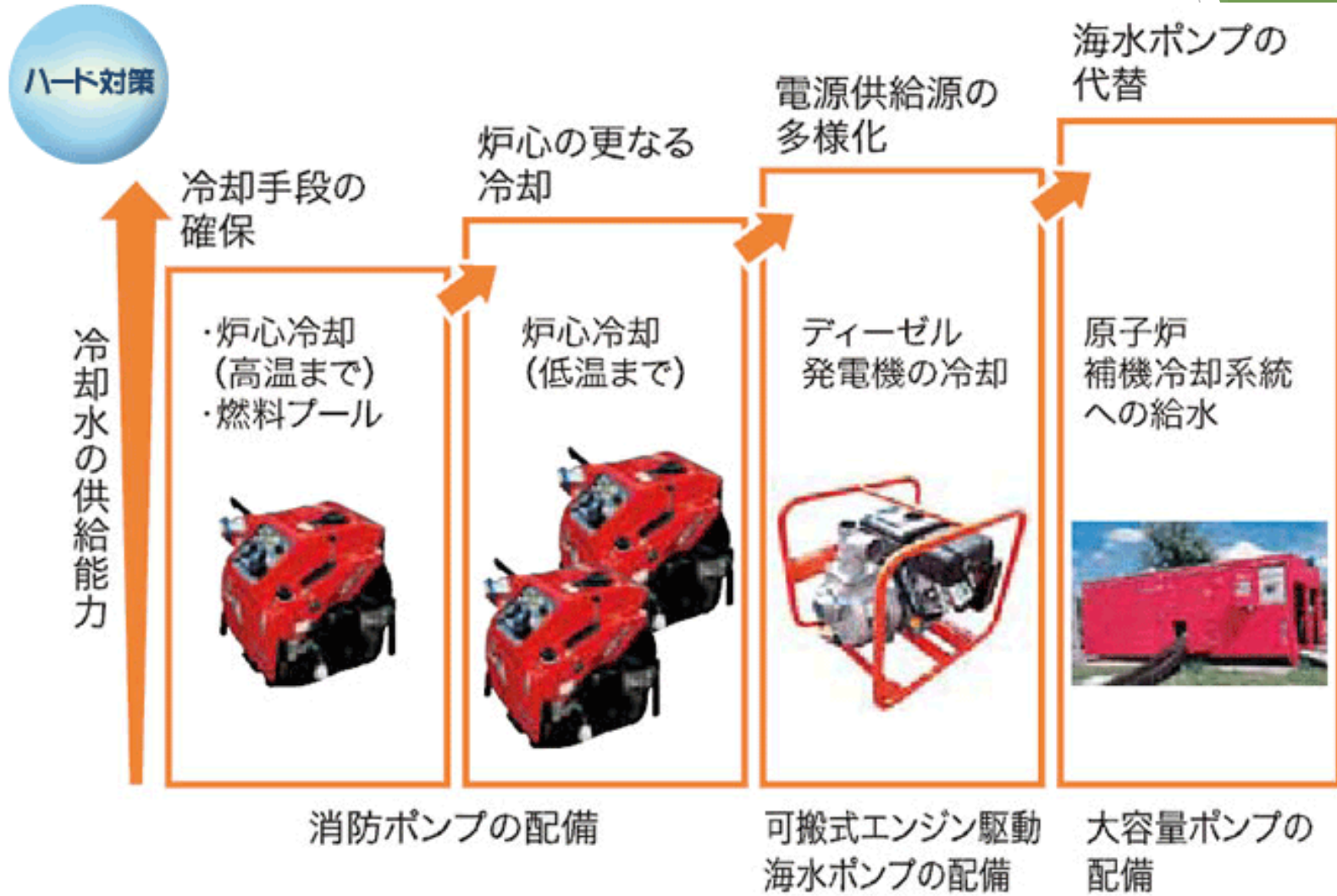
訓練の反映

- ・夜間のヘッドランプの配備
- ・作業性向上のため接続端子形状の改善 他

設備強化対策による接続時間の短縮

・緊急安全対策/自主的な取り組み

②冷却機能の確保



・緊急安全対策/自主的な取り組み

②冷却機能の確保



配備した消防ポンプなどをすみやかに必要な箇所に配置するための対策

体制の確立

マニュアルの整備

訓練の実施

■訓練項目

- ・ポンプの配置
- ・ホースの敷設
- ・ポンプの運転
- ・ポンプへの給油



ポンプ配置の訓練



ホース敷設の訓練

訓練の反映

- ・ポンプ配置箇所へのマーキング
- ・連絡を密にするための無線機の配備 他

資機材の予備

- ・消防ポンプ、ホース

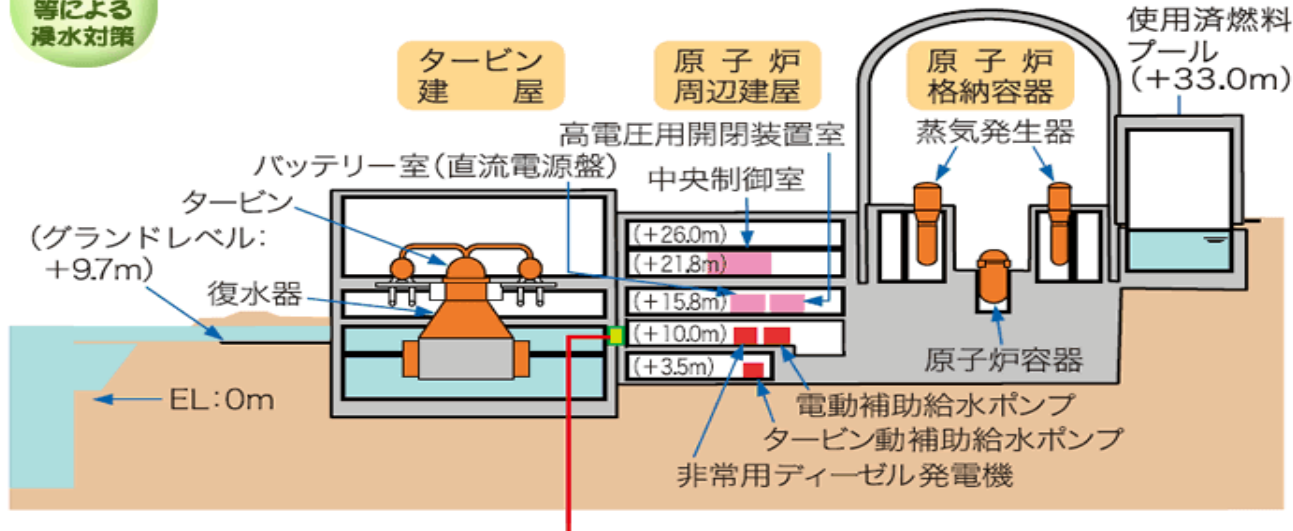


緊急安全対策/自主的な取り組み

③浸水対策

* 津波によりグラウンドレベル+9.7mを超えて浸水した場合。

シール施工
等による
浸水対策



津波から守るための浸水対策を実施

扉のシール



配管貫通部シール



扉は水密扉へ取替



中央制御室に給電するために必要な設備
(バッテリー室/高電圧用開閉装置室)

蒸気発生器に給水するために必要な設備
(ポンプ室/高電圧用開閉装置室)

(平成24年9月完了予定)

・緊急安全対策/自主的な取り組み

③浸水対策

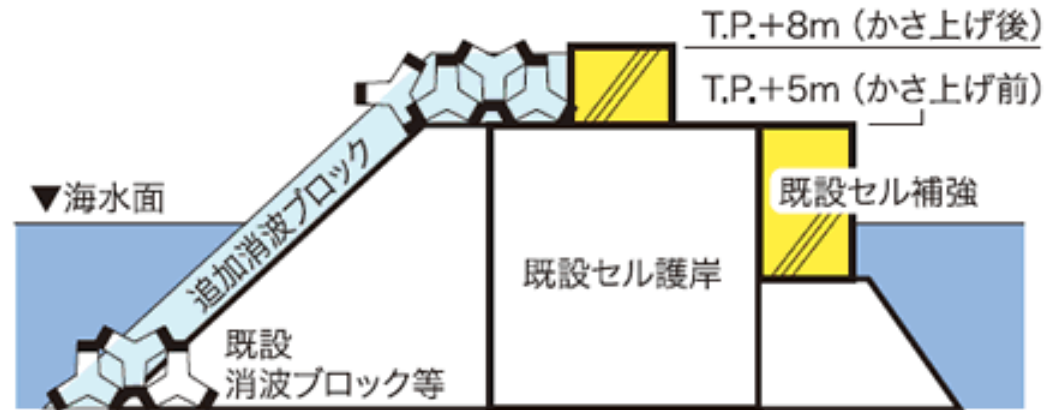
さらなる
安全対策

大飯発電所

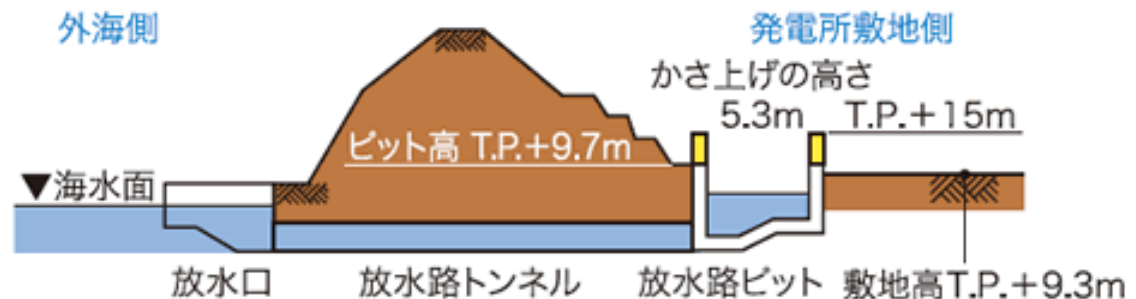
防潮堤設置・
防波堤等の
かさ上げによる
浸水対策

■大飯発電所の防波堤

- ・既存防波堤のかさ上げ (T.P.+8m) 【～平成25年度】



- ・放水路ピットのかさ上げ (T.P.+15m) 【～平成25年度】



*T.P.:東京湾平均海面(Tokyo Peil)のことであり、全国の標高の基準となる海水面の高さをいいます。

・更なる信頼性向上対策

①安全性に関する総合評価(ストレステスト)の実施

- 平成23年7月11日、政府は福島第一原子力発電所事故を踏まえ、原子力発電所における安全上重要な施設や機器等がどの程度まで耐えられるのかを調べたうえで、原子力発電所として総合的に安全裕度を評価するストレステストを行うことを公表。
これは、国民・住民が安心・信頼確保のために、欧州諸国で既に導入されていたストレステストを参考に、新たな手続き、ルールに基づく安全性に関する総合評価（ストレステスト）を行うもの。

「一次評価」:設計上の想定を超える地震や津波等に襲われた場合に対し、どの程度の安全裕度を有するかの評価を行い、緊急安全対策の効果がどの程度かを定量的に評価し、原子力発電所の定期検査後の再稼働の判断材料とする。

「二次評価」:欧州諸国のストレステストの実施状況、福島原子力発電所事故調査・検証委員会の検討状況を踏まえた総合的な安全評価を行う。

- 平成23年7月22日、旧原子力安全・保安院から福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全性に関する総合評価(ストレステスト)に関する指示を受け、再稼働に向け随時、結果報告を提出。

【関西電力の場合】

- ・大飯3号機:平成23年10月28日
- ・大飯4号機:平成23年11月17日
- ・美浜3号機:平成23年12月16日 →延長申請:平成27年11月26日(認可期限:平成28年11月30日)
- ・高浜1号機:平成24年1月13日 →延長申請:平成27年4月30日(認可期限:平成28年7月7日)
- ・大飯1号機:平成24年1月27日
- ・高浜4号機:平成24年4月6日
- ・高浜3号機:平成24年4月27日
- ・大飯2号機:平成24年7月20日
- ・高浜2号機:平成24年8月3日 →延長申請:平成27年4月30日(認可期限:平成28年7月7日)
- ・美浜1/2号機:平成24年8月30日 →廃炉手続:平成27年4月27日

・更なる信頼性向上対策

平成24年2月13日、旧原子力安全・保安院から出された大飯発電所3/4号機ストレステスト(一次評価)の審査書における「一層の取組みを求めた事項」の6事項12項目



※4 緊急時対策所とは

原子力発電所で事故が起きた場合に、対策本部を設置し、状態の把握とともに対策指令や、関係各所との通信連絡等を行う施設

※5 空冷式非常用発電装置とは

全交流電源喪失時に、発電所の保安を確保し原子炉を安全に停止するために必要な設備等に電気を供給することを目的として配備した、空冷式のディーゼルエンジン駆動の発電機

※6 原子炉建屋背後斜面

原子炉建屋背後斜面は、耐震余裕を有しており、地震発生時にも大規模な斜面の崩落が発生しないことを確認しています

・更なる信頼性向上対策

②東電福島第一原発事故の技術的知見に関する安全対策の実施

平成24年3月28日、旧原子力安全・保安院が東京電力福島第一原子力発電所事故の技術的知見に関する国の審議会での論議を踏まえて取りまとめた 30の安全対策

東京電力福島第一原子力発電所事故の技術的知見に関する30の安全対策

①外部電源対策	1：外部電源システムの信頼性向上
	2：変電所設備の耐震性向上
	3：開閉所※7設備の耐震性向上
	4：外部電源設備の迅速な復旧
②所内電気設備対策	5：所内電源設備の位置的な分散
	6：浸水対策の強化
	7：非常用交流電源の多重性と多様性の強化
	8：非常用直流電源の強化
	9：個別専用電源の設置
	10：外部からの給電の容易化
③冷却・注水設備対策	11：電源設備関係予備品の備蓄
	12：事故時の判断能力の向上
	13：冷却設備の耐浸水性・位置的分散
	14：事故後の最終ヒートシンク※8の強化
	15：隔離弁※9・SRV※10の動作確実性の向上
	16：代替注水機能の強化
	17：使用済燃料プールの冷却・給水機能の信頼性向上

④格納容器破損・水素爆発対策	18：格納容器の除熱機能の多様化
	19：格納容器トップヘッドフランジ※11の過温破損防止対策
	20：低圧代替注水への確実な移行
	21：ベント※12の確実性・操作性の向上
⑤管理・計装設備対策	22：ベントによる外部環境への影響の低減
	23：ベント配管の独立性確保
	24：水素爆発の防止（濃度管理及び適切な放出）
	25：事故時の指揮所の確保・整備
	26：事故時の通信機能確保
	27：事故時における計装設備の信頼性確保
	28：プラント状態の監視機能の強化
	29：事故時モニタリング※13機能の強化
	30：非常事態への対応体制の構築・訓練の実施

※7 開閉所とは

発電した電力を電力系統へ送り出すために設置する中継基地。開閉器で電力回路の開閉を行う施設。

※8 最終ヒートシンクとは

原子炉等で発生した熱を最終的に移送する熱の逃がし場

※9 隔離弁とは

系統などの異常を検地した場合に、安全を確保するために取り付けられた、配管の流路をしゃ断する弁。ここでいう隔離弁は、緊急時に冷却水を供給する弁を指しているが、PWR(加圧水型軽水炉)では、電源喪失時においても安全を維持する状態で保持することを確認している

PWRとは、原子炉で発生した熱を取り出す1次系冷却水に高い圧力をかけ、沸騰を抑える形式の原子炉。当社の11基の原子力発電所は全てPWR

※10 SRVとは

PWRにおいては主蒸気逃がし弁。放射性物質を含まない2次系の蒸気を大気へ放出し、原子炉を冷却するための設備。

※11 トップヘッドフランジとは

BWR(沸騰水型軽水炉)の格納容器本体とその上蓋の合わせ面。PWRには格納容器トップヘッドがないため対策不要
BWRとは、減速材及び冷却材として普通の水(軽水)を用い、原子炉で水を沸騰させてできた蒸気を直接タービンに送って発電する原子炉

※12 ベントとは

万一炉心が損傷し、格納容器の内圧が大きく上昇した場合に、圧力を低減して損傷を防止するために格納容器から気体を外部へ放出すること

※13 モニタリングとは

原子力施設に起因する放射線や放射性物質の影響を確認するため、原子力施設周辺の環境における空間線量率や土壌、食物、水などに含まれる放射性物質濃度を測定・評価すること

・新規制基準の適合に向けた取組み

平成24年9月19日、旧原子力安全・保安院に代わって新たに原子力規制委員会が発足し、原子炉等の設計を審査するための新しい基準を作成し、運用を開始した。

新規制基準は、東京電力福島第一原子力発電所の事故の反省や国内外からの指摘を踏まえて策定され、平成25年7月8日に施行され、下記の項目について強化または新たに追加された。

● 重大事故(シビアアクシデント)対策

新規制基準において大規模な自然災害及びテロリズムやその他の犯罪行為等の発生を想定とした重大事故(シビアアクシデント)対策を新設。

● 地震・津波対策

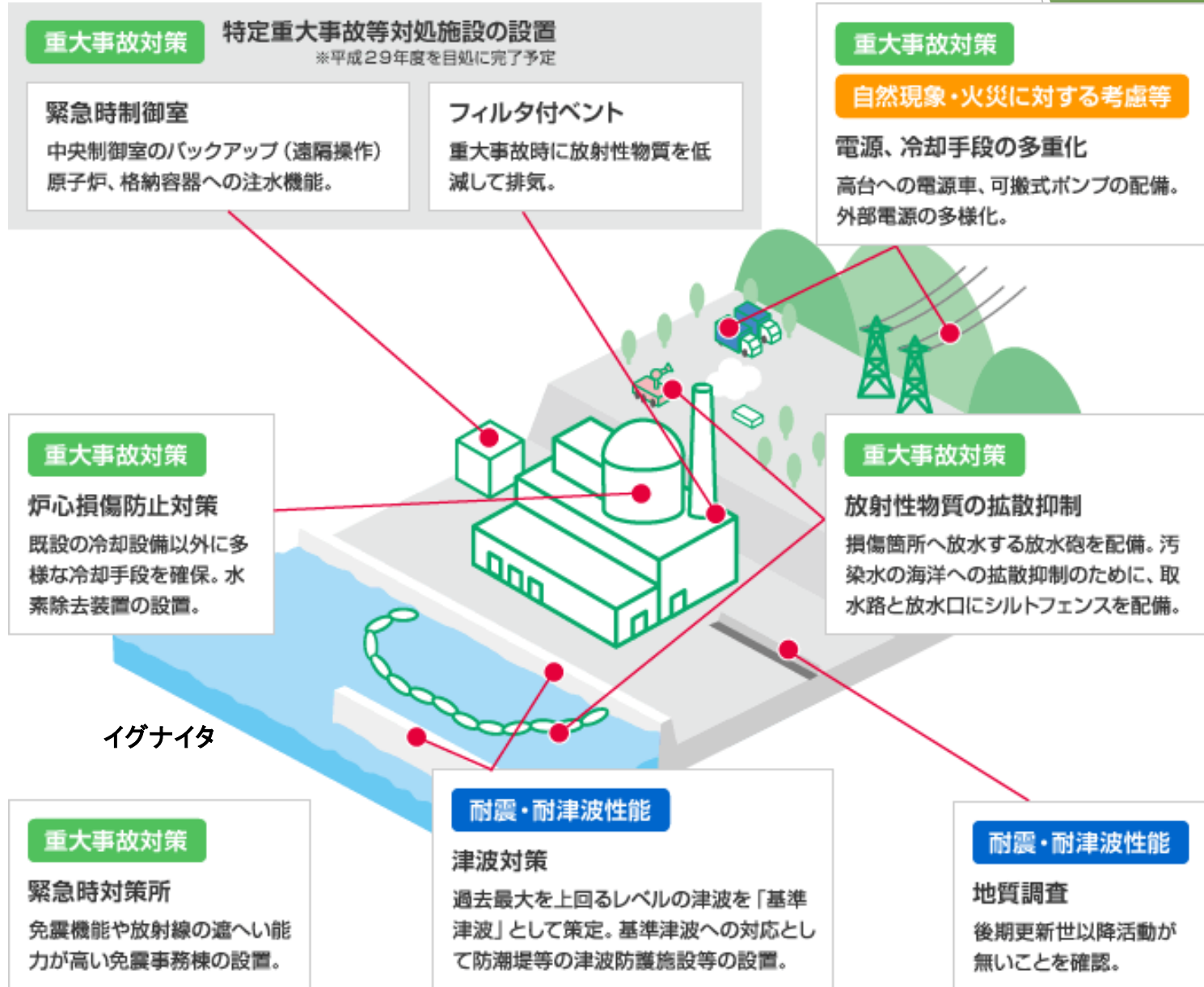
活断層の認定基準が厳格化。(将来活動する可能性のある断層などは、後期更新世以降(約12～13万年前以降)の活動が否定できないものとし、必要な場合は、中期更新世以降(約40万年前以降)までさかのぼって活動性を評価することを要求)過去最大を上回るレベルの津波を基準津波として策定し、基準津波への対応として防潮堤等の津波防護施設等の設置などの対策。

● 設計基準の強化

これまでの「炉心損傷に至らない状態を想定した設計上の基準」において自然現象(火山・竜巻・森林火災等)に対する安全対策の強化。

従来の規制基準	新規制基準
	重大事故(シビアアクシデント)を防止するための設計基準を強化するとともに、万が一、重大事故やテロが発生した場合に対処するための基準を新設
	意図的な航空機衝突への対応 …… C
	放射性物質の拡散抑制対策 ……
	格納容器破損防止対策 ……
	炉心損傷防止対策(複数の機器の故障を想定) ……
	内部溢水に対する考慮(新設) …… B
	自然現象に対する考慮(火山・竜巻・森林火災を新設) ……
	火災に対する考慮 ……
	電源の信頼性 ……
	その他の設備の性能 ……
	耐震・耐津波性能 …… A
重大事故(シビアアクシデント)を防止するための基準	設計基準の強化または新設
自然現象に対する考慮	
火災に対する考慮	
電源の信頼性	
その他の設備の性能	
耐震・耐津波性能	地震・津波に関する設計基準の強化

・新規制基準の適合に向けた取組み



・新規制基準の適合に向けた取組み 原子炉規制委員会「新規制基準」への安全審査申請状況

原子力規制委員会ホームページより

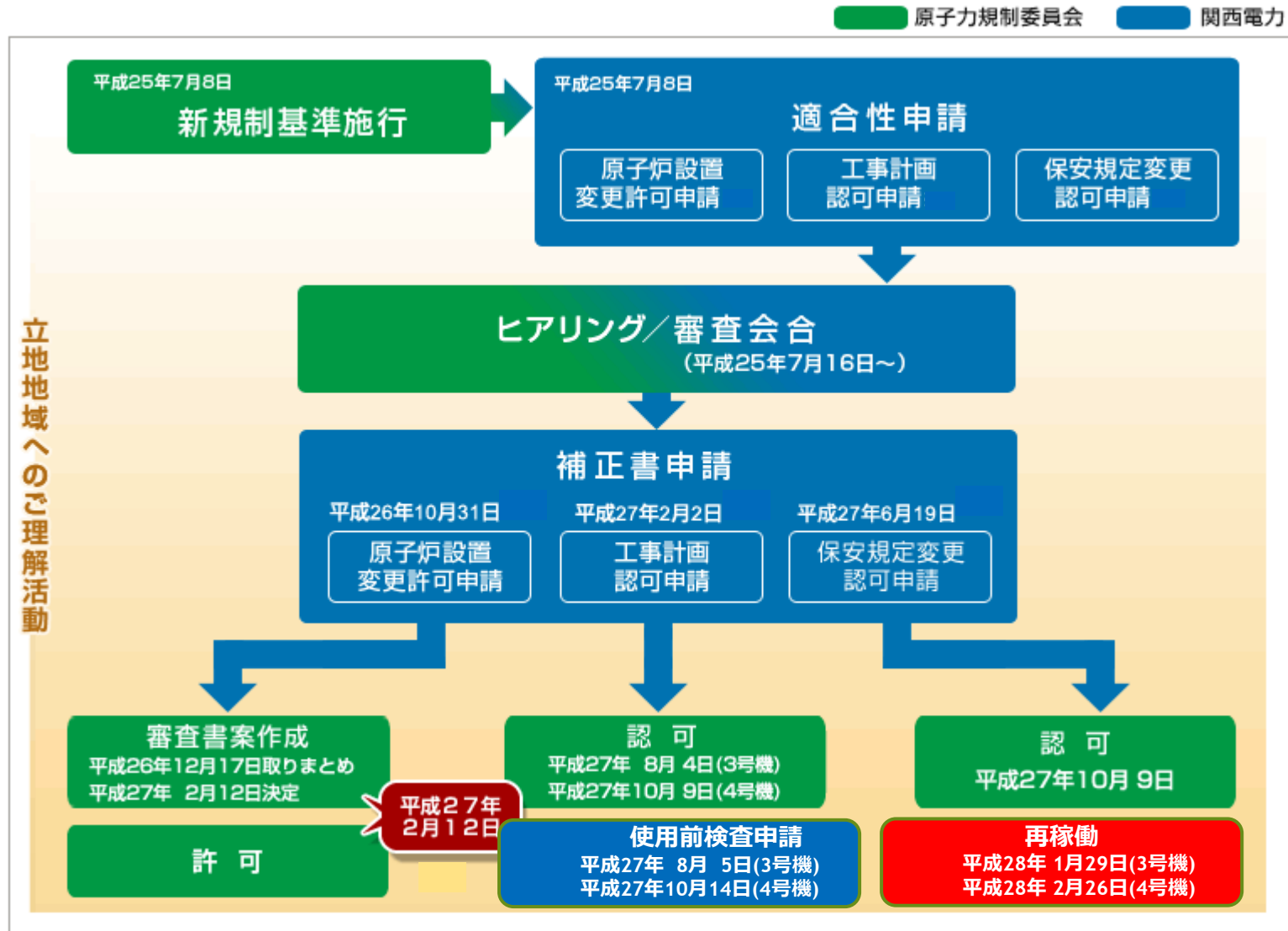
(2016年2月末現在)

申請者	対象発電炉(号炉)	申請日	許可日
北海道電力	泊原子力発電所(1/2号炉)	2013年7月8日	
北海道電力	泊原子力発電所(3号炉)	2013年7月8日	
関西電力	大飯原子力発電所(3/4号炉)	2013年7月8日	
関西電力	高浜原子力発電所(3/4号炉)	2013年7月8日	2015年2月12日
四国電力	伊方原子力発電所(3号炉)	2013年7月8日	2015年7月15日
九州電力	川内原子力発電所(1/2号炉)	2013年7月8日	2014年9月10日
九州電力	玄海原子力発電所(3/4号炉)	2013年7月12日	
東京電力	柏崎刈羽原子力発電所(6/7号炉)	2013年9月27日	
東京電力	柏崎刈羽原子力発電所(1/6/7号炉)	2014年12月15日	
中国電力	島根原子力発電所(2号炉)	2013年12月25日	
東北電力	女川原子力発電所(2号炉)	2013年12月27日	
中部電力	浜岡原子力発電所(4号炉)	2014年2月14日	
日本原子力発電	東海第二原子力発電所	2014年5月20日	
東北電力	東通原子力発電所(1号炉)	2014年6月10日	
北陸電力	志賀原子力発電所(2号炉)	2014年8月12日	
Jパワー(電源開発)	大間原子力発電所	2014年12月16日	
関西電力	美浜原子力発電所(3号炉)	2015年3月17日	
関西電力	高浜原子力発電所(1/2(3/4)号炉)	2015年3月17日	(2016年2月24日)
中部電力	浜岡原子力発電所(3号炉)	2015年6月16日	
日本原子力発電	敦賀原子力発電所(2号炉)	2015年11月5日	

・新規規制基準の適合に向けた取組み (例) 高浜3/4号機における新規規制基準への適合性審査の流れ

関西電力ホームページのトピックスより

● 審査の流れ



・新規制基準の適合に向けた取組み

「新規制基準」の安全審査に伴って、 各電力会社が追加した安全対策の一例

平成25年7月8日、原子力規制委員会の新規制基準施行に伴う安全審査の過程において、各電力会社が新たに安全対策として追加または強化された項目例は下記の通りである。

1. 冷却・注水設備対策

- ・PWR蒸気発生器直接給水高圧ポンプの設置
- ・PWR可搬式代替低圧注入ポンプの設置
- ・使用済燃料ピットへの可搬型スプレイ設備の設置
- ・貯水槽・貯水池・貯水タンク・地下水槽の設置
- ・代替屋外給水タンクの高台設置
- ・緊急時海水取水設備(EWS)の設置



PWR可搬式代替低圧注入ポンプ

2. 炉心損傷防止

- ・PWR原子炉緊急停止失敗(ATWS)時のタービン発電機自動停止信号回路等の設置
- ・PWR加圧器逃がし弁用窒素ガス供給設備を現場に配備

3. 格納容器破損・水素爆発対策

- ・PWR格納容器内のイコライザーおよび静的触媒式水素再結合装置(PAR)の設置
- ・PWR格納容器再循環ユニットへの可搬型送水ポンプ車の配備
- ・PWR格納容器頂部水張り設備の設置
- ・BWR原子炉建屋トップベント設備の設置
- ・BWR原子炉ウェルへの水注入設備の設置
- ・PWR原子炉下部キャビティー側面ライナプレートへの防護壁の設置(MCCIの影響防止対策)
- ・PWR格納容器水素濃度、圧力、水位検出器の耐環境性向上対策(検出器の開発・実証試験)
- ・BWR原子炉建屋内触媒式水素ガス濃度計の設置
- ・BWR原子炉建屋4階ハッチの固縛装置の設置
- ・BWR原子炉建屋内の静的触媒式水素再結合装置(PAR)の設置



静的触媒式水素再結合装置



BWR原子炉建屋トップベント設備

・新規制基準の適合に向けた取組み

4.地震対策

- ・免震事務棟の設置
- ・鉛直アレイ地震観測計/大深度地震観測計の設置
- ・電源車などの可動車のロープ固定
- ・構内道路の陥没防止対策
- ・周辺斜面の安定化/法面強化
- ・中央制御室運転員執務机/什器類等の固定化
- ・光天井の耐震補強/器具・ルーバーの落下防止措置
- ・換気空調設備等の耐震性強化
- ・海水ピットの浸水防止対策
- ・建屋の耐震補強のため鉄筋追加の設置
- ・送電線がいしの耐震性部品への取替
- ・外部電源信頼度向上対策として高年劣化した鉄塔の建替え(塩害防止対策含む)
- ・地盤改良(浸透固化:シリカのゲル化)による液状化防止
- ・PWR格納容器ポークレーン耐震裕度向上対策
- ・地震による火災延焼防止用の排気管内に高温空気遮断用防火ダンパの追加設置
- ・海水管設置地盤の支持性能の向上対策

5.津波対策

- ・防潮ゲート/防護壁/杭式防潮堤の設置
- ・HF帯電波レーダーによる津波監視
- ・赤外線監視型津波監視カメラの設置
- ・予備変圧器の高台移設/油防堰の嵩上
- ・貯留堰の設置
- ・浮遊物の防止柵の設置
- ・構内車両の乗入れ禁止(浮遊物の排除)
- ・取水口溢水防止壁(フラップゲート・フラッティングゲート)の設置



免震事務棟



赤外線監視型津波監視カメラ



海水ポンプエリアの防護壁

・新規制基準の適合に向けた取組み

5.津波対策(続き)

- ・内部溢水防止用の浸水防止堰、漏えい感知器の設置
- ・水密扉/強化扉の多重化
- ・原子炉建屋開口部の自動閉止装置の設置
- ・盛土の嵩上げ
- ・地盤の改良工事
- ・津波による土砂の巻き上げ防止対策(合成繊維を用いた袋材に割石を詰める)

6.竜巻対策

- ・海水ポンプエリア飛来物防護壁/防護金網の設置
- ・重油タンクエリア飛来物防護材の設置
- ・循環水ポンプ建屋飛来物防護ネットの設置
- ・使用済燃料ピット上面への防護ネットの設置



海水ポンプエリア飛来物防護壁

7.外部火災対策

- ・防火帯(モルタル吹付け・樹木伐採18m~35m)の設置
- ・重要機器設置されている建屋外壁に断熱材の設置
- ・送電線接続箇所の屋根付きしゃ蔽建屋の設置
- ・固体廃棄物庫の消火設備の設置
- ・消火水バックアップタンク(100m³×6基)の設置
- ・トンネル式貯水槽(700m³)の設置
- ・自然環境監視のための赤外線監視型構内監視カメラの設置
- ・軽油タンクの地下化



(モルタル吹付け状態)

防火帯

8.土石流対策

- ・土石流危険区域内の土石流対策のための堰堤設置

9.内部火災対策

- ・消火設備の設置(消火水スプリンクラーの設置・ハロゲン消火設備)
- ・消火系統の追設(消火貯水タンクの増設)



火災延焼防止用装置

・新規制基準の適合に向けた取組み

9.内部火災対策(続き)

- ・ケーブルの系統分離強化および防火措置(非難燃ケーブルへの防火シート)
- ・耐火障壁の設置
- ・火災感知器設置等の火災防護強化
- ・ドレン口への逆止フロートの設置・炭酸ガス消火器の設置
- ・ディーゼル発電機の燃料タンク地下化
- ・内部火災対策により設置してスプリンクラーによる放水に伴う内部溢水対策
(機器操作スイッチや機器への防水カバー、溢水防護区画(扉)への堰の設置)



溢水防護区画(扉)への堰の設置

10.シビアアクシデント(SA)時の重大事故対策

- ・特定重大事故等対処施設(緊急時制御室等)の設置
- ・地下トンネル・通路の設置
- ・ガスタービン非常用発電機の設置



ガスタービン非常用発電機

11.被ばく低減対策

- ・格納容器上部しゃへいの設置
- ・放水砲の設置
- ・マルチコプター(ドローン)による放射線モニタリング
- ・中央制御室へのチャンジングエリアの設置
- ・中央制御室用放射線防護装置 または、待機室や待機所または待避所の設置
- ・緊急時対策所への可搬型空気浄化装置の設置
- ・緊急時対策所の被ばく防護壁の設置
- ・タングステン入り高線量対応防護服等を配備

12.放射性物質の拡散抑制

- ・シルトフェンスの設置
- ・ゼオライト土嚢袋の設置
- ・海水循環型ゼオライト浄化装置(Cs, Srなど、多核種の吸着除去)の設置
- ・繊維状吸着材浄化装置の設置検討および汚染水処理対策技術の導入検討



シルトフェンスの設置

・新規制基準の適合に向けた取組み

13.テロ対策

- ・防護壁の設置
- ・侵入監視装置の強化
- ・構内従事者情報の電力自主管理
- ・大型航空機衝突等に備えた泡混合器による泡消火剤の放水設備の設置
- ・特定重大事故等対処施設(緊急時制御室等)の設置

14.その他

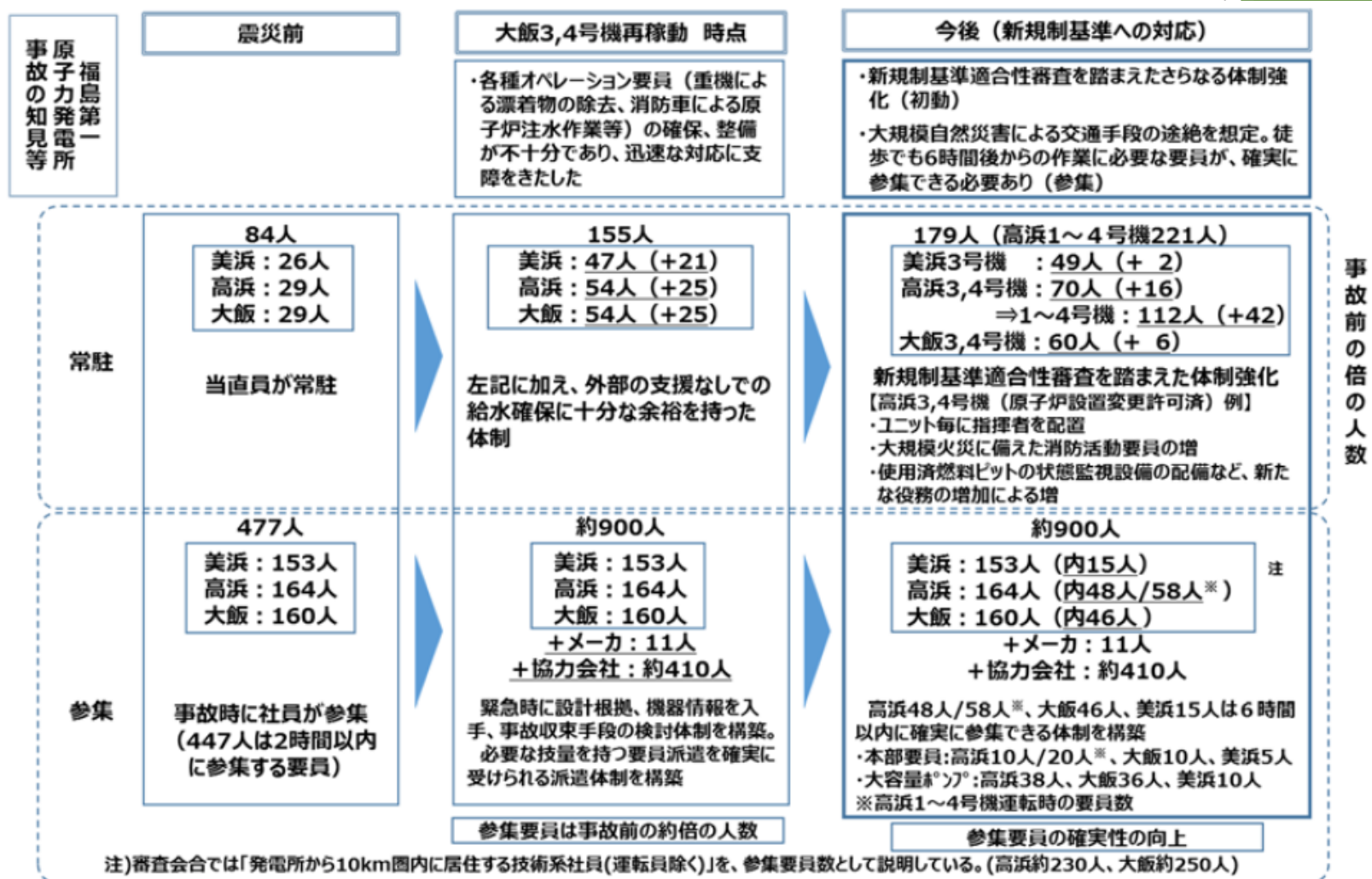
- ・地下通路・トンネルカルパートの設置/アクセス・ルートの多重性
- ・コンクリートポンプ車等の配備
- ・新安全基準対策用資機材置場の整備(分散配置)
- ・航空機レーダーの設置検討
- ・小型無人機(ドローン)による監視強化と対策検討(国による原子力発電所上空の飛行禁止等の規制案)
- ・中央制御室への可搬式照明器具/ランタン・ヘッドライト・懐中電灯の設置(複数台)
- ・中央制御室への酸素濃度計および二酸化炭素濃度計の配備
- ・当直体制の強化(直運転員数の増員:6直体制→5直体制)
- ・当直運転員の教育・訓練の強化(教育訓練時間の確保:5直体制→6直体制)
- ・リスクマネジメントの強化
- ・安全性向上計画策定における確率論的リスク評価(PRA)の活用
- ・包括的なリスクの分析・評価による継続的なリスク低減対策の検討・実施
- ・原子力緊急事態支援センターの設置
- ・夜間の携帯用照明だけの作業訓練の実施
- ・インターフェンスLOCA時余熱除去ポンプ入口弁閉止操作の成立性改善
(非管理区域外からの操作化)
- ・緊急時対策所用電源車分電盤用火災感知器の設置
- ・使用済燃料乾式貯蔵容器の安全性評価の実施
- ・PWR格納容器(CV)再循環サンプの多重性および独立性のための仕切壁の設置
- ・原子力緊急事態支援センター(遠隔操作ロボットなどの資機材を配備等)の設置



遠隔操作ロボット
PackBot® (パックボット)

・新規制基準の適合に向けた取組み 事故時対応体制の充実(関西電力の場合)

新規制基準安全審査資料により



美浜、大飯および高浜1~4号機の体制は、今後の新規制基準適合性審査により変更の可能性あり

・新規制基準の適合に向けた取組み

原子炉規制委員会への特重施設の

原子炉設置許可変更申請

電気新聞より

原子力発電所へのテロ対策などに備えて配備が要求されている特定重大事故等対処施設（特重施設）の原子炉設置許可変更申請は6発電所10基（PWR6基、BWR4基）となった。

（2016年1月末現在）

プラント	対象発電炉(号炉)	本体審査	本体内認取得時期	設置期限
九州電力	川内原子力発電所(1号炉)	合格	2015年3月	2020年3月
	川内原子力発電所(2号炉)		2015年5月	2020年5月
関西電力	高浜原子力発電所(3号炉)	合格	2015年8月	2020年8月
	高浜原子力発電所(4号炉)		2015年10月	2020年10月
四国電力	伊方原子力発電所(3号炉)	合格	近く認可	—
北海道電力	泊原子力発電所(3号炉)	審査中	—	—
東京電力	柏崎刈羽原子力発電所(1号炉)	審査中	—	—
	柏崎刈羽原子力発電所(6号炉)		—	—
	柏崎刈羽原子力発電所(7号炉)		—	—
Jパワー	大間原子力発電所(建設中)	審査中	—	—

・新規制基準の適合に向けた取組み

電力各社の原子力発電所の安全対策費用

新聞Webサイトより

単位：億円 (2016年2月末現在)

	13年1月	13年7月	14年1月	14年6月	14年12月	15年3月
	9,982	15,000	16,172	22,000	24,000	26,000

	13年1月	14年1月	14年7月	15年6月	15年12月	16年2月
北海道電力	600	900	15年度～18年度1,000～1,500⇒最終2,000～2,500			
東北電力	250	1,540	－	3,100超	－	－
東京電力	700	2,700	4,700	4,700	－	－
	←福島1F 廃炉・汚染水対策費用(国が投じた費用) 1892億円(2011年以降)					
中部電力	1,500	3,000	－	3,500超	－	－
	←使用済核燃料乾式貯蔵施設建設費約300					
北陸電力	250	650	1,500～2,000程度		－	－
関西電力	2,850	2,850	－	2,850	4,929	5,279
	←高浜 緊急対策所+700 大飯・美浜 緊急対策所(未公表)					
	←高浜1/2 特別点検+2.000程度、美浜3 特別点検+1.000程度					
	←美浜1/2 廃炉 680					
	←美浜3 1,290 高浜1/2/3/4 3,881 大飯3/4 108					
中国電力	500	1,000	－	2,000超	4,000程度	－
	←島根1 廃炉 378					
四国電力	832	832	－	1,200超	1,700	－
九州電力	2,000	2,100	3,100	3,100超	4,100超	－
	←玄海1 廃炉 357					
	←川内テコ対策設備(特定重大事故等対処施設)1,000以上					
日本原電	500	500	－	930超	－	－
	←敦賀1 廃炉 363					
Jパワー	－	－	－	1,300	－	－

3.その他

原子力発電所の維持費

新聞Webサイトより

原子力発電所の維持、管理のため費用について、2014年では電力会社9社で、約1兆4,260億円で、この費用のうち多くを電気料金に転嫁されている。

内訳は、人件費や修繕費、使用済燃料の再処理費などで、大部分は維持管理費が占めている。

表 2014年度の原子力発電所の維持費

	費用	基数	平均
北海道電力	798億円	3	266億円
東北電力	915億円	4	228億円
東京電力	5,486億円	11	498億円
中部電力	1,080億円	3	360億円
北陸電力	510億円	2	255億円
関西電力	2,988億円	11	271億円
中国電力	478億円	2	239億円
四国電力	642億円	3	214億円
九州電力	1,363億円	6	227億円
合計	14,260億円	45	316億円

※億円未満は切り捨て

※廃炉が決定した関西電力美浜1/2号機、中国電力島根1号機、九州電力玄海1号機含む

3.その他

原子力発電停止に伴う燃料コスト高騰等による電気料金値上げ実績
(消費税引上げは除く)

北海道電力：2013年9月～2014年10月平均7.73%(1回目)

2014年11月～2015年3月平均12.43%(緩和措置) 4月～平均15.33%(2回目)

東北電力：2013年7月～平均15.24%(1回目)

東京電力：2012年9月～平均8.46%(1回目)

中部電力：2014年4月～平均4.95%(1回目)

関西電力：2013年5月～2015年5月平均9.75%(1回目)

2015年6月～9月平均4.62%(緩和措置) 10月～平均8.36%(2回目)

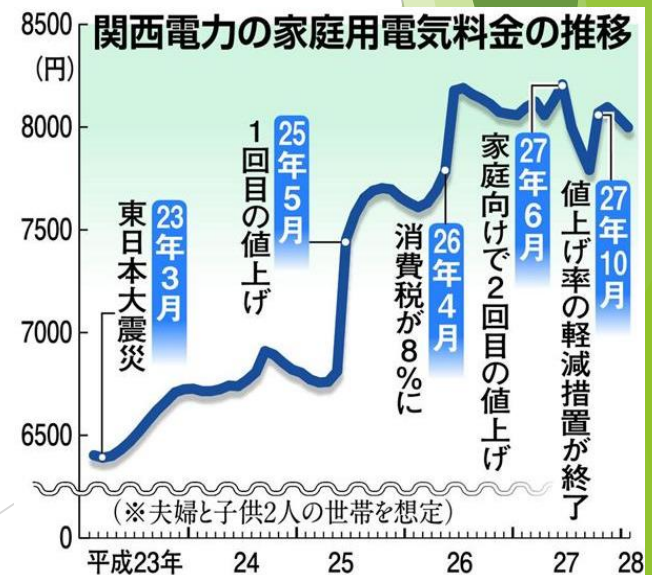
⇒高浜3/4号機本格運転を前提に2016年5月1日から値下げ検討中

四国電力：2013年9月～平均7.80%(1回目)

九州電力：2013年5月～平均6.23%(1回目)

(北陸電力、中国電力、沖縄電力はなし)

経済産業省は、2011年度の原子力発電所の停止に伴う重油や液化天然ガス(LNG)などの燃料コストの増加額は2.3兆円、2012年度は3.1兆円、2013年度は3.6兆円とした。2014年度は原油価格の下落などの影響で、3.4兆円と東日本大震災以降で初めて減少。2015年度は2兆円台半ばで、2014年度の3.4兆円から1兆円ほど減ると試算している。



3.その他

平成26年度 各電力の連結決算状況

(2015年3月期。億円。()内は前年実績。▼は赤字。【 】内は売上高前年比増減率%)

売上高	経常損益	純損益	燃料費
北海道電力			
6,929(6,303)【9.9%】	▼93 (▼953)	29 (▼629)	1,929 (2,148)
東北電力			
2兆1,820(2兆388)【7.0%】	1,166 (390)	764 (343)	5,747 (5,982)
東京電力			
6兆8,024 (6兆6,314)【2.6%】	2,080 (1014)	4,515 (4386)	2兆6,509 (2兆9,152)
中部電力			
3兆1,036(2兆8,421)【9.2%】	602 (▼926)	387 (▼653)	1兆3,164 (1兆3,141)
北陸電力			
5,327 (5,096)【4.5%】	223 (98)	89 (25)	1,287 (1516)
関西電力			
3兆4,060 (3兆3,274)【2.4%】	▼1,130 (▼1,113)	▼1,483 (▼974)	1兆1,865 (1兆1,592)
中国電力			
1兆2,996 (1兆2,560)【3.5%】	587 (▼36)	326 (▼93)	3,645 (4,013)
四国電力			
6,642 (6,363)【4.4%】	245 (▼17)	103 (▼32)	1,415 (1,687)
九州電力			
1兆8,734 (1兆7,911)【4.6%】	▼736 (▼1,314)	▼1,146 (▼960)	6,784 (7,544)
沖縄電力			
1,850 (1,762)【3.2%】	76 (69)	49 (47)	571 (532)
日本原子力発電			
1,328 (1,258)【5.6%】	82 (95)	▼30 (16)	

3.その他

電力会社からの離脱需要規模

電力会社から新電力(特定規模電気事業者)に電力の購入先を切替えた離脱需要規模が2015年3月末までに1300万KWを超えた。

2014年3月から1年間の離脱は約336万KW, 2013年3月からの1年間の約191万KWを大幅に上回った。

東日本大震災後、電力各社が実施した料金値上げなどに起因する離脱増加に歯止めがかからない状況。1カ所の需要場所に電力会社と新電力が供給する「部分供給」も、急速に増えた。

	件数		規模(KW)		部分供給件数
	件数	(件数)	規模(KW)	(規模(KW))	
北海道電力	2,200	(1,560)	212,000	(154,000)	
東北電力	3,229	(2,883)	437,000	(378,000)	(2,750)
東京電力	43,550	(41,800)	8,000,000	(7,500,000)	
中部電力	8,600	(7,900)	1,450,000	(1,300,000)	(330)
北陸電力	95	(76)	10,000	(7,400)	
関西電力	非公表	(12,529)	非公表	(2,650,000)	(1,952)
中国電力	2,710	(2,396)	415,000	(361,000)	
四国電力	860	(820)	102,000	(96,000)	
九州電力	5,761	(5,321)	841,000	(770,000)	(2,170)
沖縄電力	0	(0)	0	(0)	
合計	-	(75,285)	-	(13,216,400)	(約8,800)

※2015年4月、カッコは2015年3月時点。電力会社により、各月1日、末日とばらつきがあるため、東北電力、四国電力、九州電力には部分供給は含まれていない。

2014年3月の部分供給件数は714件

3.その他

東日本と西日本間の送電周波数変換能力の強化

東日本大震災に伴い東日本と西日本間の電力融通能力が社会問題化となった。

現在、東日本と西日本間の電力融通を行うための周波数を変換する周波数変換所は、静岡県「佐久間周波数変換所(変換能力30万kW)」と「東清水周波数変換所(変換能力30万kW)」、長野県「新信濃周波数変換所(変換能力60万kW)」の3箇所で、**周波数変換能力は合計120万kW**。

・**2020年度を目途に、第一段として**佐久間周波数変換所の周波数変換能力を30万kWから60万kWに、東清水周波数変換所の周波数変換能力を30万kWから90万kWに増強し、長野方面で直流送電を活用して連系することで**周波数変換能力を合計210万kW**とする。

・**第二段として、2020年後半に**佐久間周波数変換所と東清水周波数変換所の設備増強により**周波数変換能力300万kWへ**増強計画である。工事費の概算は1754億円と見込まれ、沖縄電力管内を除く各地の電気料金に上乗せして回収する考え、標準家庭で1カ月当たり数円～十数円の負担増となる見込み。

(最終目標は、現行の変換能力の2.5倍、原子力発電所3基分としている。)

- ・1965年 佐久間周波数変換所(電源開発(株)・静岡県)変換能力30万kW
- ・1977年 新信濃周波数変換所(東京電力(株)・長野県)変換能力30万kW
- ・1992年 新信濃周波数変換所の変換能力を60万kWに増強
- ・2006年 東清水周波数変換所(中部電力(株)・静岡県)変換能力10万kW
- ・2011年 東清水周波数変換所を緊急対策として変換能力を13.5万kWに増強
- ・2013年 東清水周波数変換所の変換能力を30万kWに増強(合計120万kW)
- ・**2020年度 佐久間周波数変換所と東清水周波数変換所の変換能力を90万kW増強(第一段)**
- ・**2020年後半 佐久間周波数変換所と東清水周波数変換所の変換能力を90万kW増強(第二段)**



佐久間周波数変換所(変換能力30万kW)



東清水周波数変換所(変換能力30万kW)



新信濃周波数変換所(変換能力60万kW)

6.その他

北海道・本州間連系/東北・東京間連系設備の強化

○北海道・本州間連系設備の強化について

北海道・本州間連系設備の供給能力は、1979年15万kWが徐々に増強され60万kW
2019年3月には、30万kWの新たな連系線の新設、供給能力を90万kWにする計画。
 2016年4月電力小売全面自由化後、託送可能容量が逼迫することが問題視され、さらなる設備増強を検討中。



○東北・東京間連系設備の強化について

東北地方から、首都圏への送電能力を高め、首都圏で消費される電力需要の5分の1程度とすることで、電力自由化で地域をまたぐ電力の販売が広がり、市場競争を後押しし一般家庭などの電気料金抑制するため、送電能力を500万kWから1120万kWに増やす基本計画。工期は10年程度、連系線長さは約140キロ。総工費は少なくとも1390億円に上る見込み。

日本の電力系統における周波数変換所の位置



ご清聴ありがとうございました。

参考

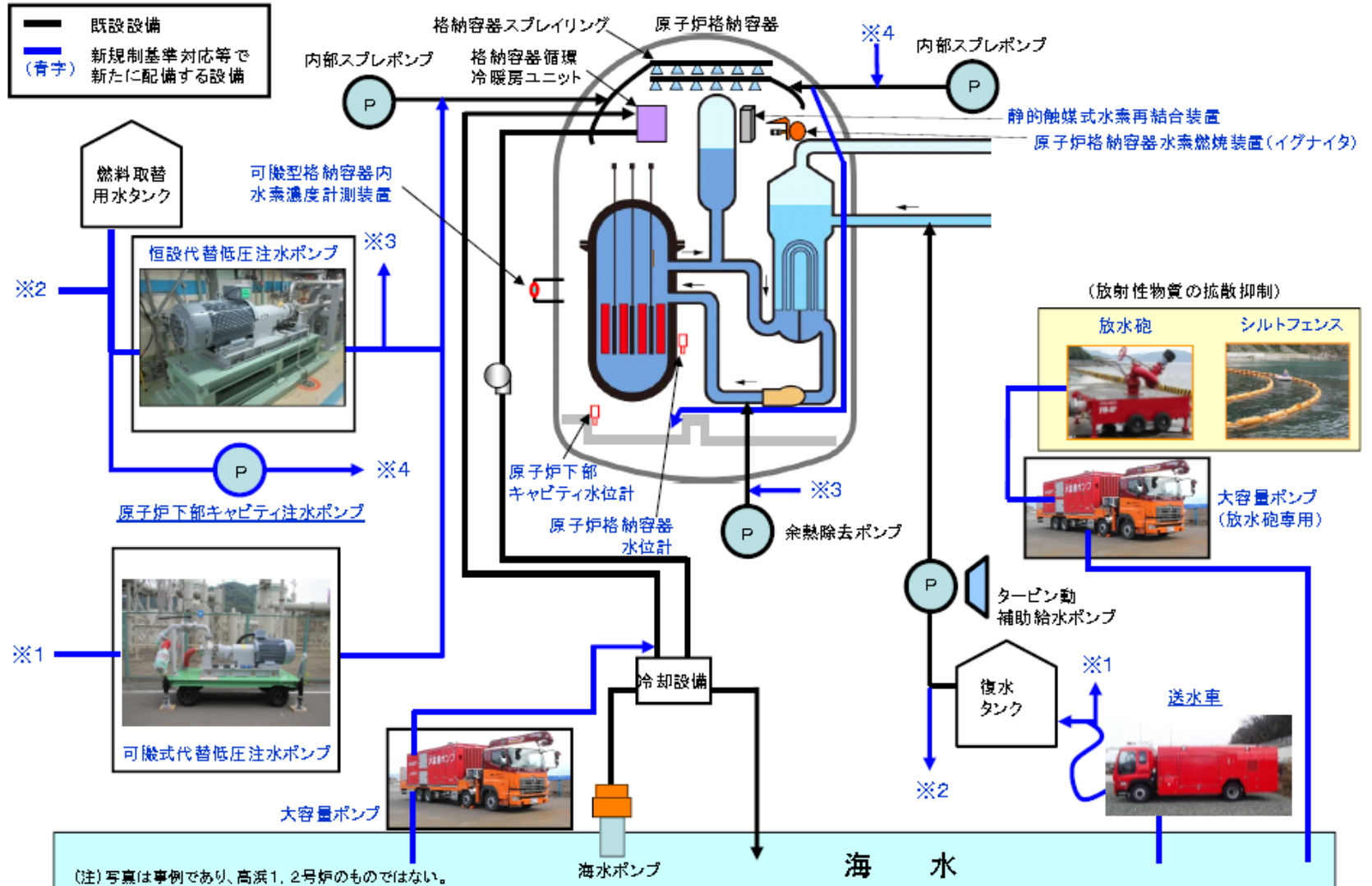
関西電力(株)における

原子力発電の安全確保に向けた取組みについて ～世界最高水準の安全性を目指して～

1. 新規制基準への対応

新規制基準安全審査資料により

重大事故等対策

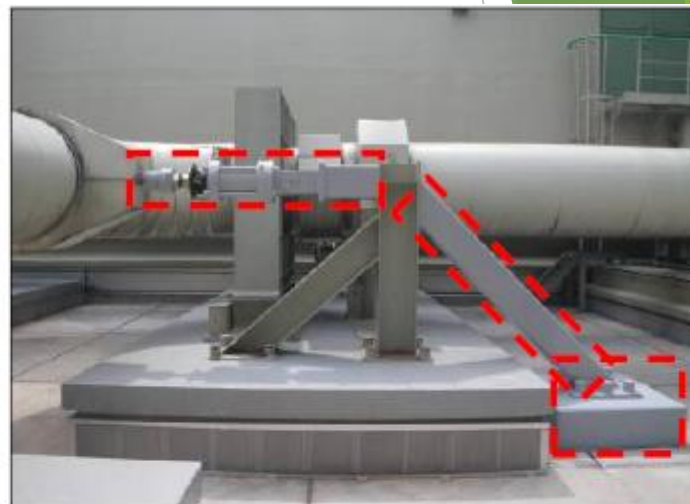


1. 新規制基準への対応

新規制基準安全審査資料により

地震対策(一例)

機器・配管の耐震評価およびサポート補強の実施

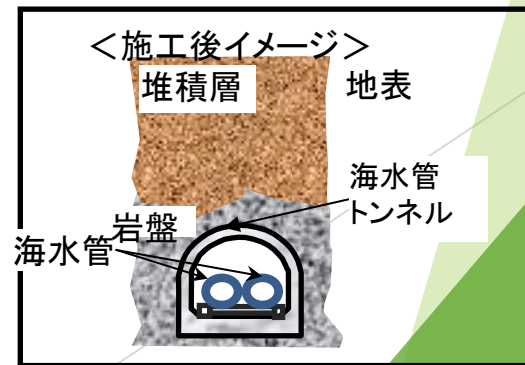
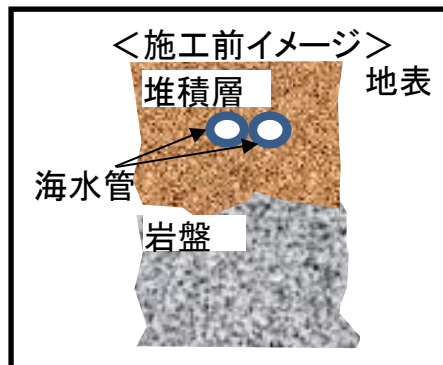
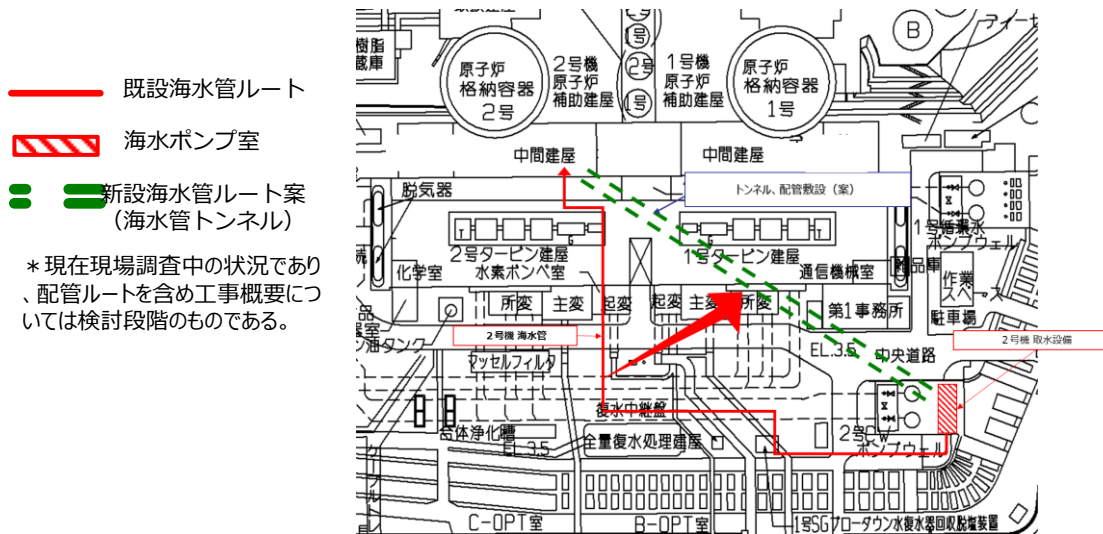


1. 新規制基準への対応

新規制基準安全審査資料により

地震対策(高浜1/2号機のみ)

基準地震動の見直し(550ガル→700ガル)を踏まえ、強固な岩盤上に海水管を移設し、海水管が設置されている地盤の支持性能の向上

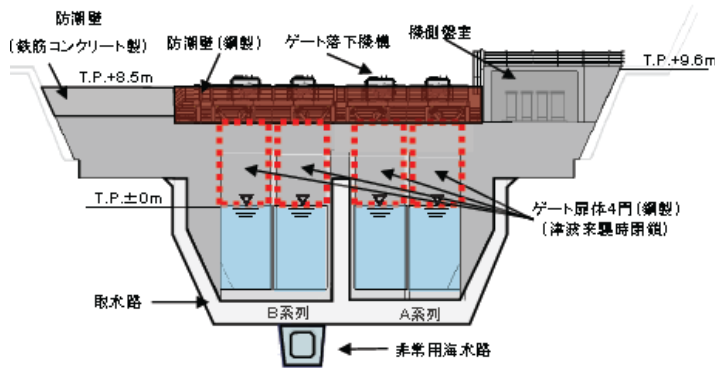


1. 新規制基準への対応

新規制基準安全審査資料により

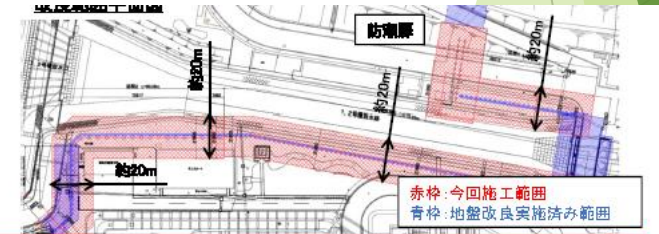
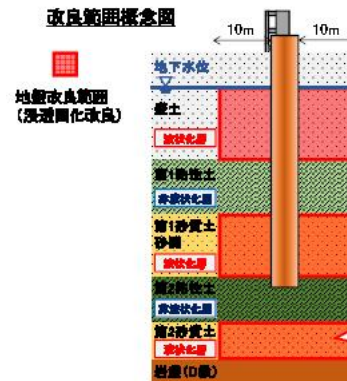
津波対策(一例)

高浜発電所取水路への防潮ゲートの設置



大津波警報が発令した場合に、中央制御室からの遠隔操作により、地震・津波発生後13分以内に、全ての防潮ゲート(4門)を確実に閉止する。遠隔操作不能時を考慮し現地での手動操作も可。想定される津波の最大の高さ(入力津波)をT. P+4. 8mとしている。

高浜発電所放水口防潮堤(杭式防潮堤/地盤改良)の設置



【地盤改良(浸透固化改良)のイメージ】
 地盤中に薬液(シリカグラウト)を注入すると、地盤内の土粒子の間隙にある水と置き換わりながら浸透し、徐々にゲル状に固結する。このようなゲル状物質で充填された地盤では、液状化の要因となる間隙水がほとんどなくなるため、液状化が生じなくなる。

● 砂粒子 □ 間隙水 ■ シリカゲル

1.新規制基準への対応

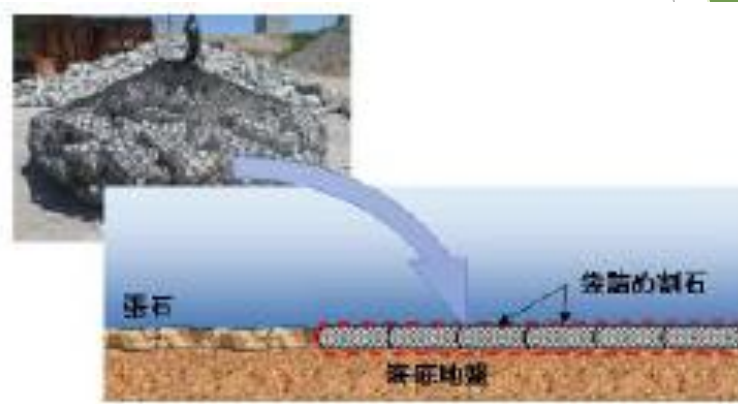
新規制基準安全審査資料により

津波対策(一例)

高浜発電所取水口
/放水口の屋外監視カメラ設置



大飯発電所海水ポンプ取水機能低下防止
/土砂の巻き上げ防止対策
(合成繊維を用いた袋材に割石を詰める)



大飯発電所防護壁の設置や放水路のかさ上げ



1. 新規制基準への対応

新規制基準安全審査資料により

竜巻対策(一例)

【竜巻対策(飛来物防護対策)】

設置前

(海水ポンプエリアの飛来物防護対策)



設置後

<上面>

ネットで飛来物の衝突時の衝撃を吸収



<側面>

鋼板で貫通を阻止

(注)写真は事例であり、高浜1,2号炉のものではない。

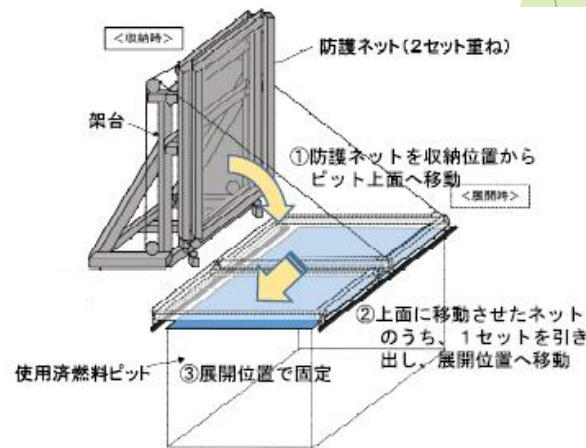
【竜巻対策(飛散防止対策)】

【使用済燃料ピット上面への防護ネットの設置】



飛散対象物をアンカー、ウエイト等にて飛散しないよう固縛。

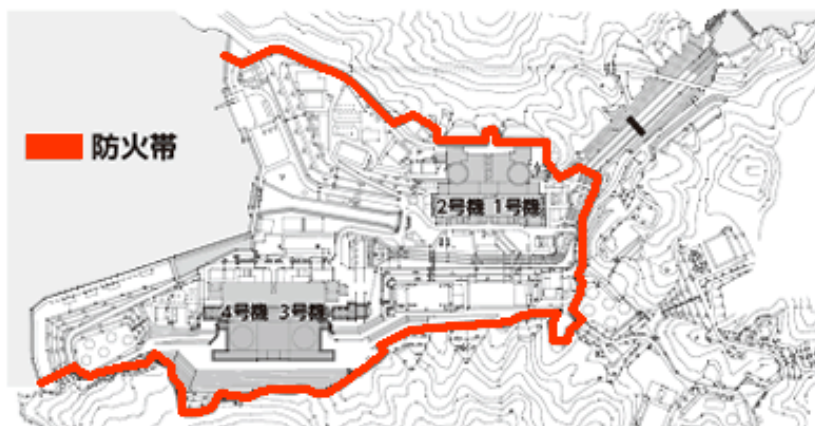
(注)写真は事例であり、高浜1,2号炉のものではない。



1. 新規制基準への対応

新規制基準安全審査資料により

外部火災対策(一例)



発電所を囲む幅 1.8 mの防火帯



(モルタル吹付け状態)



1.新規制基準への対応

新規制基準安全審査資料により

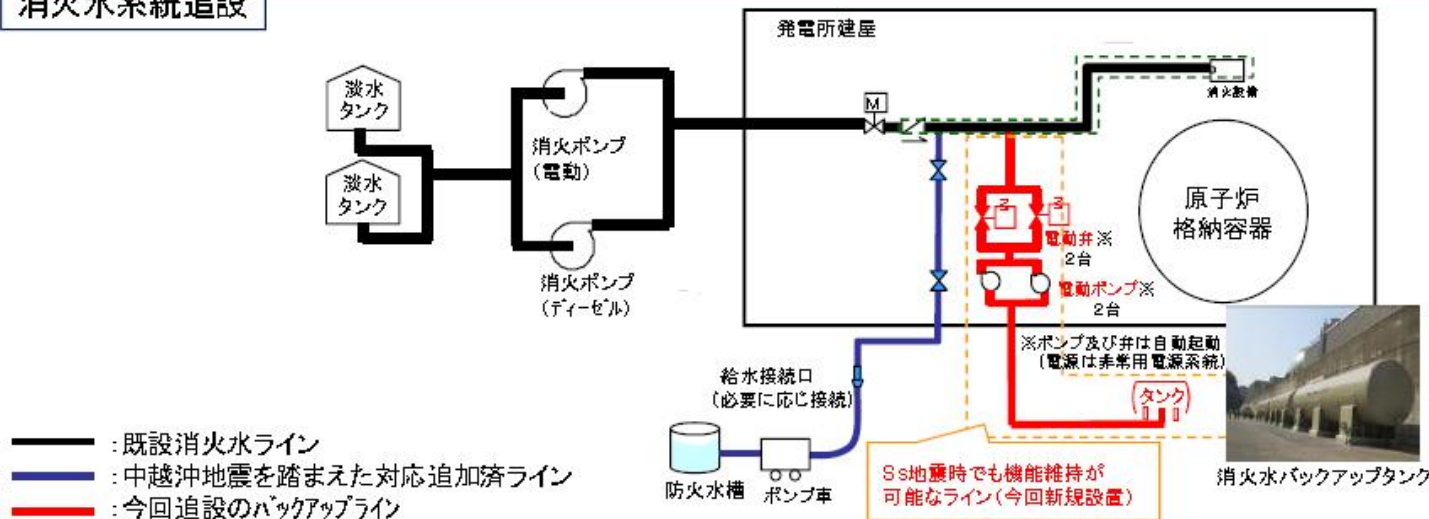
内部火災対策(一例)

消火設備設置



(注)写真は事例であり、高圧1、2号炉のものではない。

消火水系統追設



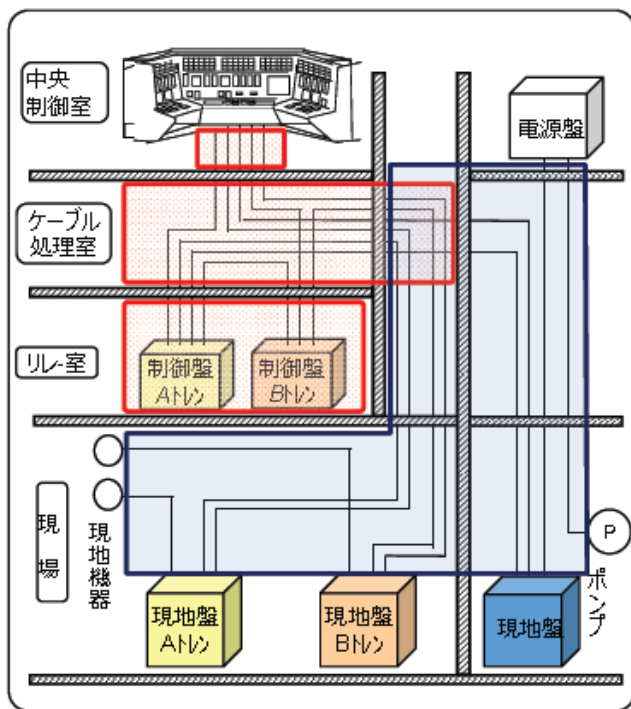
(注)写真は事例であり、高圧1、2号炉のものではない。

1.新規制基準への対応

新規制基準安全審査資料により

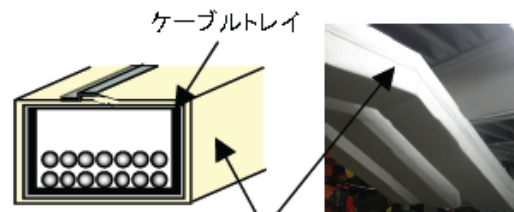
内部火災対策(一例)

ケーブルの系統分離強化及び防火措置



- ケーブル引き替え及びケーブル系統分離強化対策（1時間耐火隔壁及び自動消火装置の設置）を実施
- 非難燃ケーブル使用箇所について防火措置を施工。また、ケーブル系統分離強化対策を実施

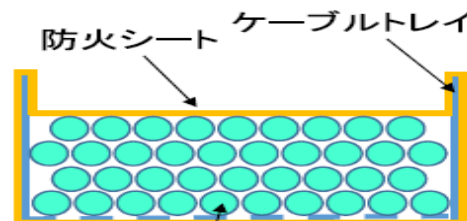
ケーブルの系統分離強化



1時間耐火隔壁

1時間耐火隔壁の設置

非難燃ケーブル使用箇所への対応



ケーブル

プロテコシート®-P2・eco (古河電気工業株式会社)

(注)写真は事例であり、高圧1, 2号炉のものではない。

1.新規制基準への対応

新規制基準安全審査資料により

内部火災対策(一例)

携帯式の酸素濃度計/二酸化炭素濃度計の配置

【酸素濃度計】



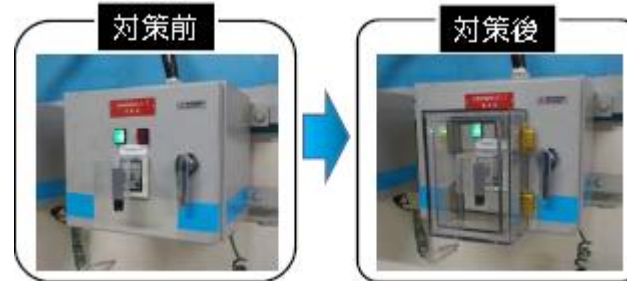
【二酸化炭素濃度計】



内部火災防護対策に伴う内部溢水対策

設置したスプリンクラーからの放水により、周辺設備が安全機能を損なわないよう防水カバーや堰を設置。

●機器操作スイッチの例



●機器、防護区画の例

「対策例①」 防護対象設備（ファン・ファンダンパなど）への防水カバーの設置
「対策例②」 溢水防護区画（扉）への堰の設置



1.新規制基準への対応

第83回福井県原子力安全専門委員会(H27.11.05)資料により

保安規定へのシビアアクシデント(SA)設備の運転上の制限(LCO)の設定

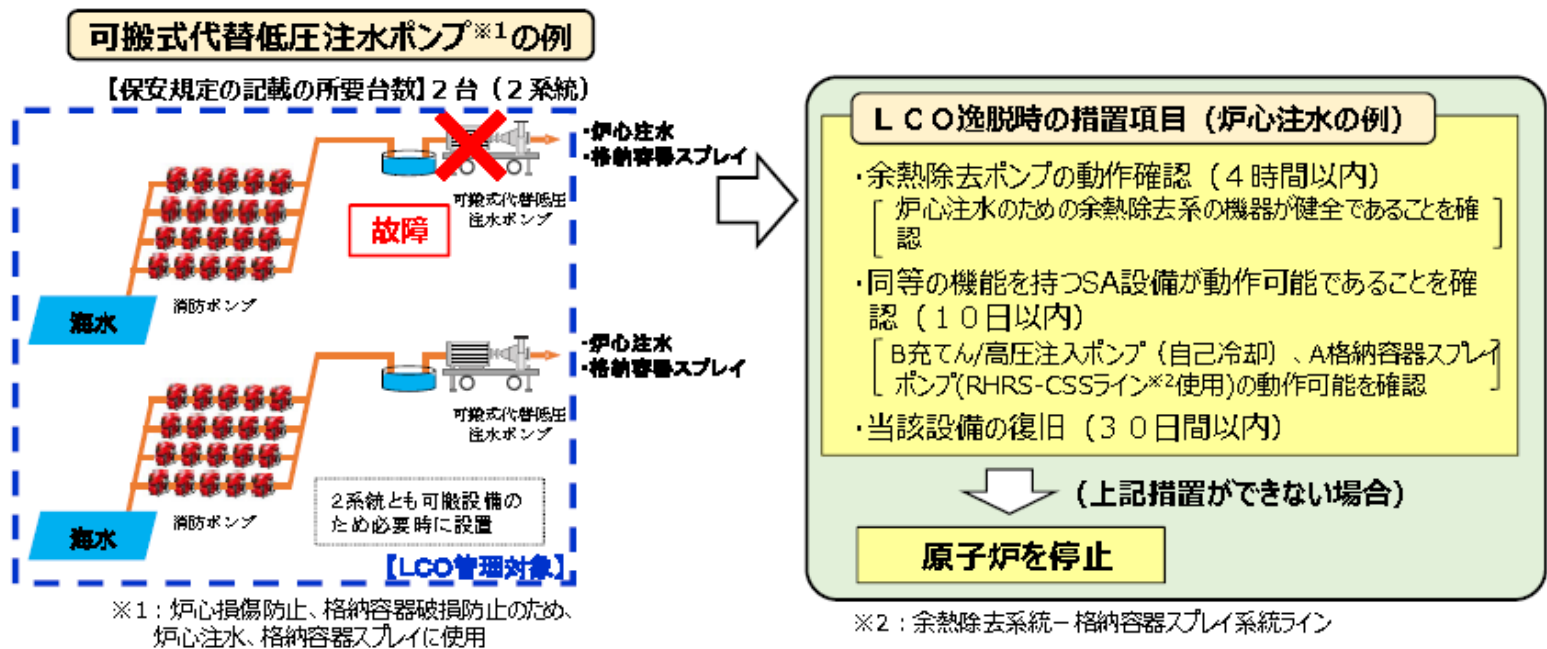
保安規定へのSA設備の記載

全てのSA設備について、保安規定においてLCOを設定。

可搬型設備は、1系統(100%容量)が故障等により機能喪失した場合においても、同機能の残りの1系統を確保により安全機能を維持。

LCOによる管理の対象は2系統。なお、故障時においては、代替品の補充等、LCO逸脱時の措置を行い、万一、措置が出来ない場合には原子炉を停止。

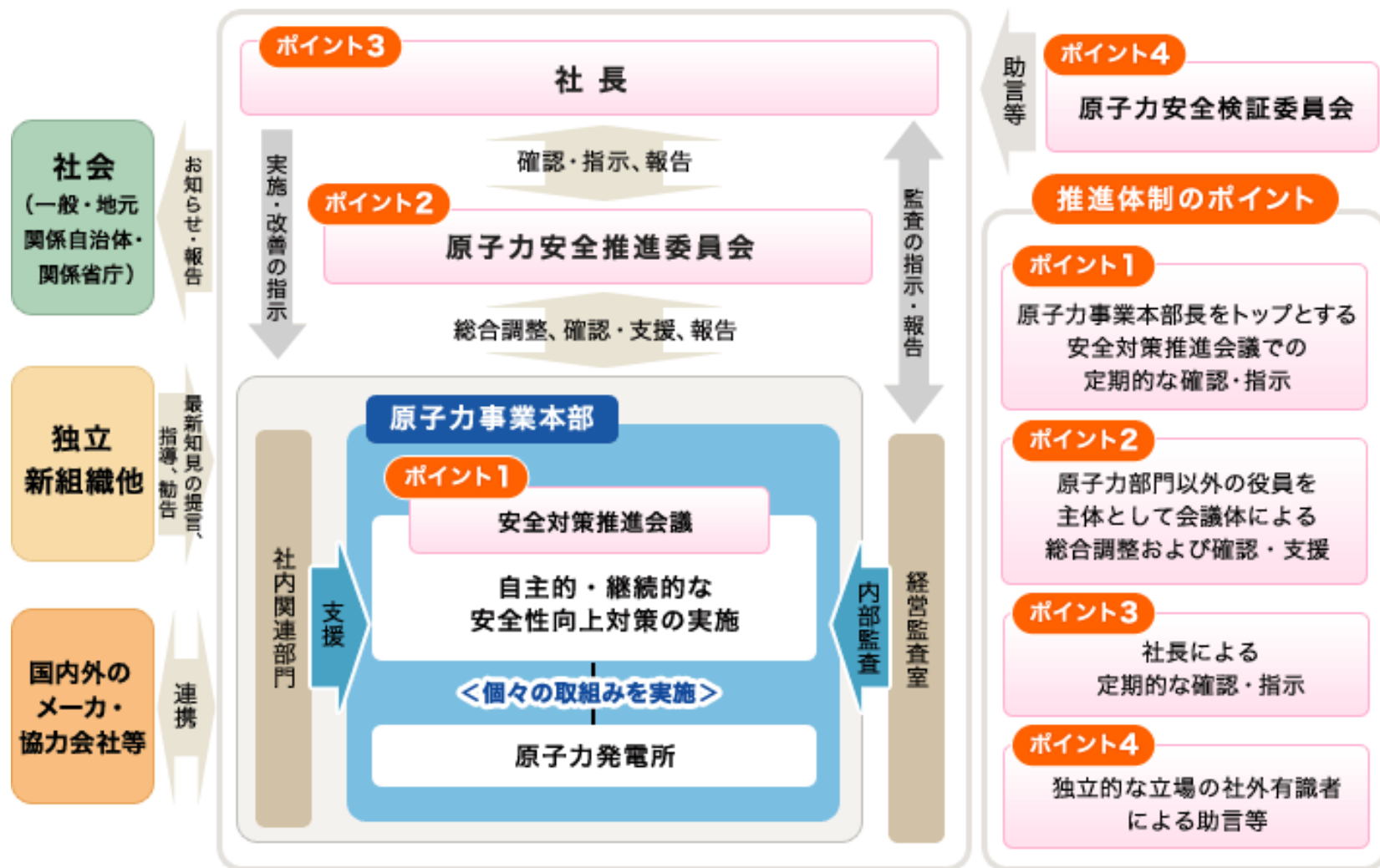
常設SA設備は、1系統をLCOによる管理対象とした設備。



2. 世界最高水準の安全性を目指した

関西電力ホームページのプレスリリース
2015年11月11日

自主的・継続的な取組みの推進体制



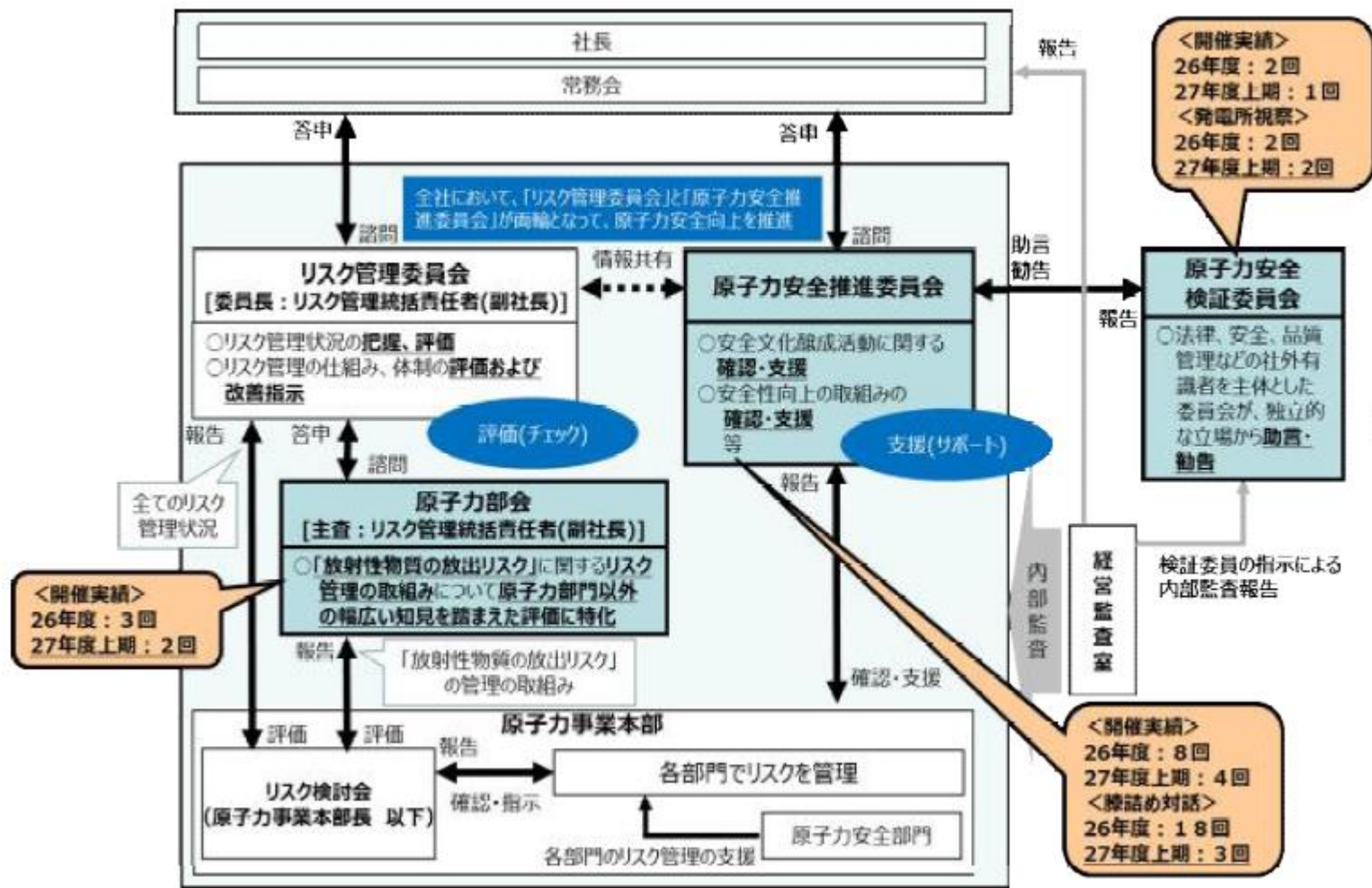
2. 世界最高水準の安全性を目指した

関西電力ホームページのプレスリリース

2015年11月11日

自主的・継続的な取組みの推進体制

原子力発電所の安全性向上の推進体制(活動実績含む)

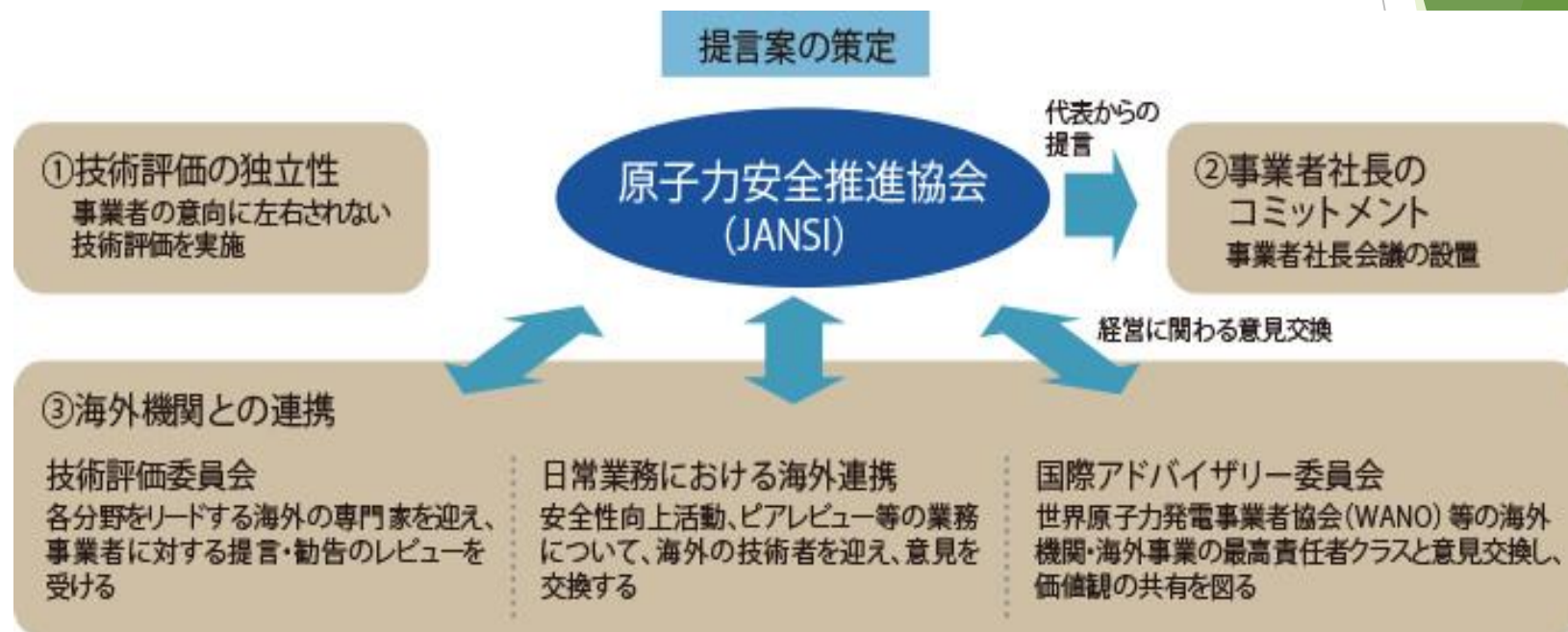


2. 世界最高水準の安全性を目指した

関西電力ホームページのプレスリリース
2015年11月11日

自主的・継続的な取組みの推進体制

原子力安全推進協会(JANSI)の役割



2. 世界最高水準の安全性を目指した自主的・継続的な取組み

代表メッセージ

関西電力ホームページより

原子力発電の自主的・継続的な安全への取組みに向けて

当社は、福島第一原子力発電所事故のような極めて深刻な事故を二度と起こしてはならないとの固い決意のもと、安全確保のための多重性、多様性を拡充し、電源と冷却機能の確保、浸水防止などの緊急安全対策を、速やかにかつ徹底的に実施しております。

これらの対策が有効であることにつきましては、大飯発電所3・4号機の安全性に関する総合評価(ストレステスト)によって、想定を超える事象に対しても頑健性が十分であることを定量的に評価して国にご報告し、原子力安全・保安院および原子力安全委員会からの評価を賜りました。

国が新たに策定されました「原子力発電所の再起動にあたっての安全性に関する判断基準」に関しまして、当社は、更なる安全性・信頼性の向上のために今後実施してまいる対策の実施計画をとりまとめ、本日ご報告させていただきました。当社は、原子力発電の信頼を回復するためには、規制の枠組みにとらわれず、安全性向上対策を自主的かつ継続的に進めていくことが不可欠であると考えており、この実施計画を着実に実行してまいります。

また今後は、新規制庁が打ち出される規制に対しまして、迅速かつ確実に対応することはもとより、安全性向上のために必要な措置を自主的に策定し、これを実施してまいります。

今後、地域が策定される原子力防災計画に対し、積極的に協力していくとともに、当社ならびに関係する組織における非常時の緊急時体制を継続的に改善してまいります。

当社といたしましては、原子力安全の継続的な向上を最重要の経営方針と位置づけ、あらゆる経営資源を投入し、世界最高水準の安全性を達成すべく、私が自ら先頭に立って、努力してまいります。

平成24年 4月9日

関西電力株式会社 取締役社長

八木 誠

2. 世界最高水準の安全性を目指した自主的・継続的な取組み

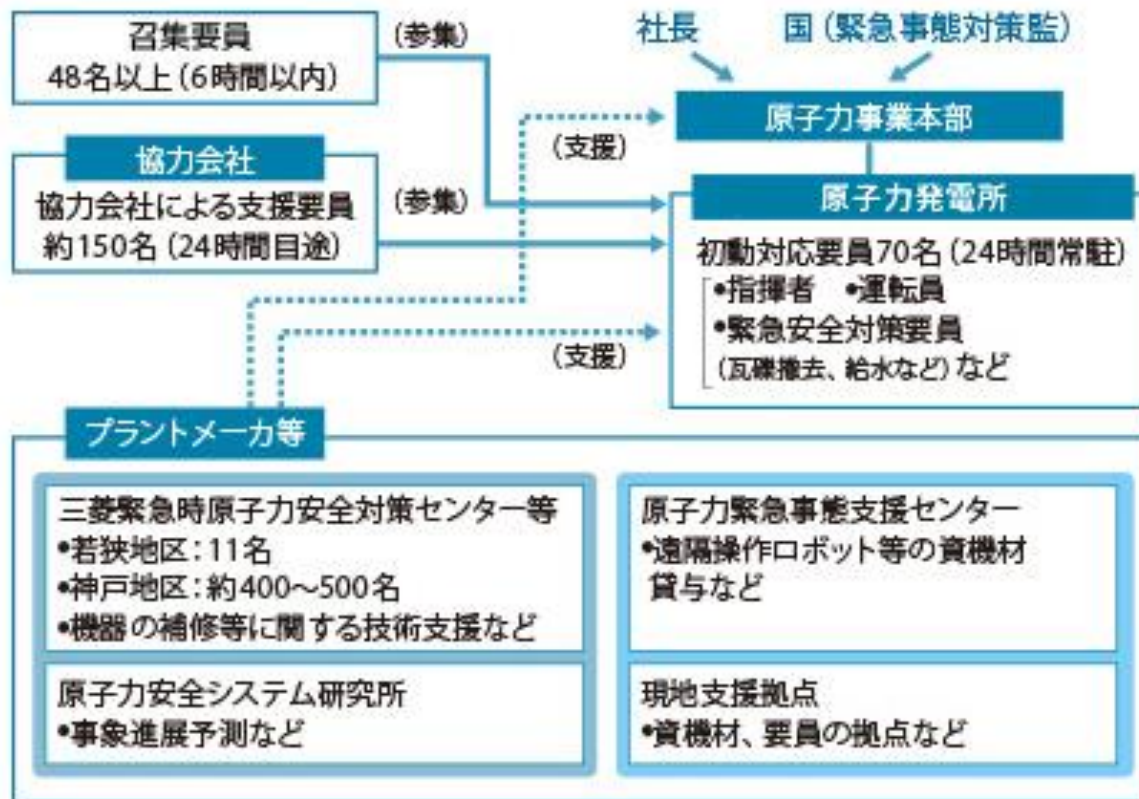
関西電力ホームページより

1. 原子力安全の理念の明文化と共有。
2. 原子力事業本部におけるリスクマネジメントの充実
 - (1) 経営トップのガバナンスの強化
 - (2) 国内外の知見収集の充実
 - 海外電気事業者との情報交換
 - a. 情報交換協定の締結
 - b. トップマネジメント会合、実務者レベルでの情報交換の実施
 - c. INSSとの海外発電所情報の収集と活用
 - (3) PRAの活用の推進
 - PRAの活用方針の策定および高度化に向けた検討への積極的な関与
 - a. 電気事業連合会「PRA活用推進タスクチーム」のリーダーとしての積極的な対応
 - b. NRCC幹部との意見交換
 3. リスクコミュニケーションの充実
 - (1) リスクコミュニケーションの実施
 - リスクコミュニケーションの実施に向けた検討
(部門横断的なワーキンググループにおける議論、「取組みスタンス」「目的」の明確化)
 - (2) 避難計画への協力
 - 避難計画への積極的な対応
 - a. 広域避難支援の検討
 - b. 内閣府主催の福井エリア地域原子力防災会議作業部会高浜分科会への参画
 4. 原子力事業本部における安全性向上に向けた基盤整備
 - (1) 安全性向上対策の推進
 - (2) 事故時対応能力の向上
 - (3) 体制の充実
 5. 安全文化の発展

3. 事故時対応体制の充実

新規制基準安全審査資料により

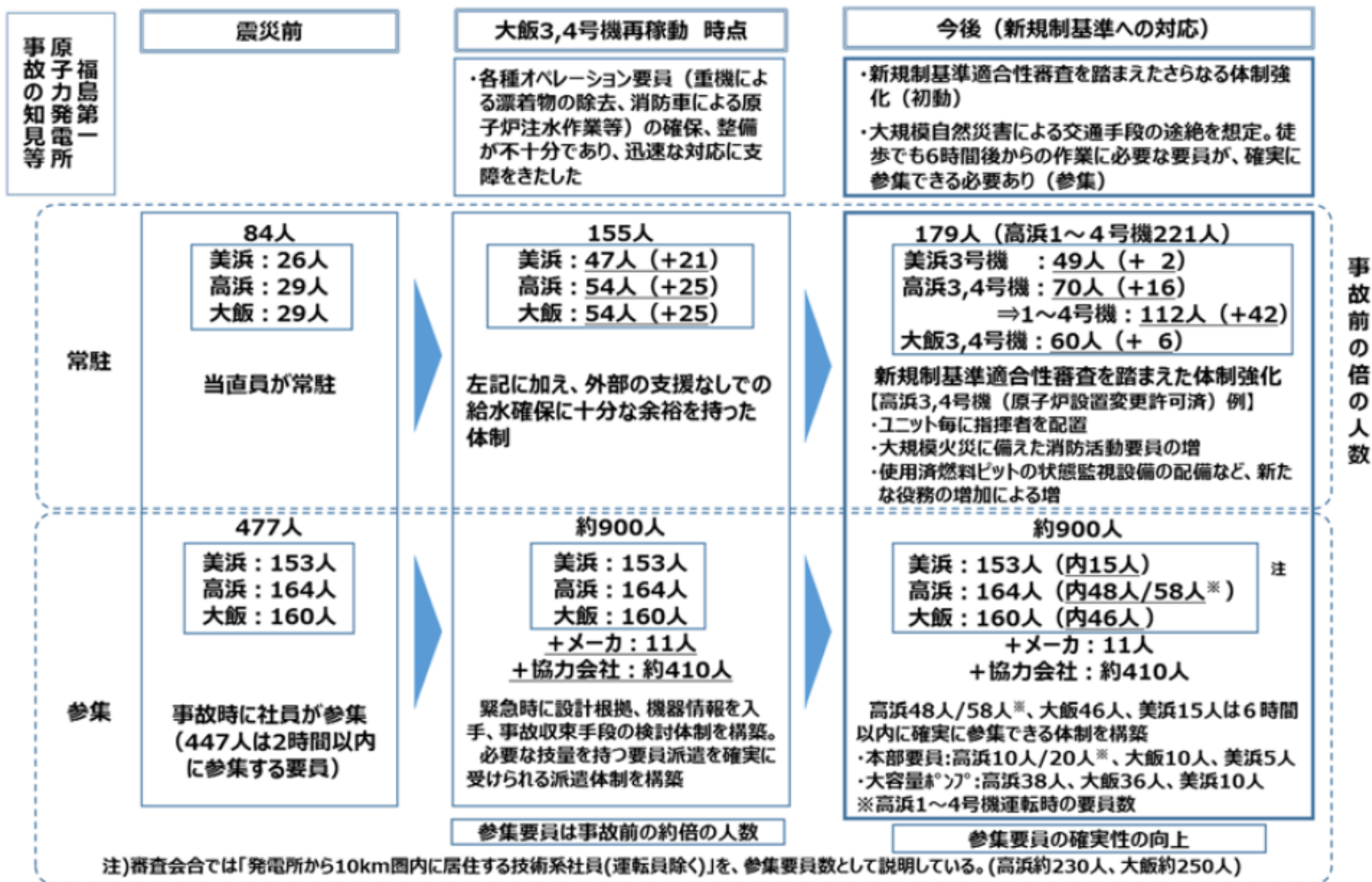
万が一に備えて、平日夜間、休日ともに事故時対応が行えるよう要員を確保するとともに、その要員に対する教育・訓練を充実・強化し、対応能力の向上に努め、プラントメーカーなどから技術や資機材の支援が受けられる体制を整えている。
(要員の確保)



※高浜発電所3、4号機の例

3. 事故時対応体制の充実

新規制基準安全審査資料により



美浜、大飯および高浜1～4号機の体制は、今後の新規制基準適合性審査により変更の可能性あり

3. 事故時対応体制の充実

新規制基準安全審査資料により

大規模自然災害や放射性物質拡散時の原子力事業本部機能維持

原子力事業本部建屋の主な災害対応→継続した若狭地域の発電所への支援

◇ 電源確保

- ・ 33kV外部電源2回線からの引き込み
- ・ 非常用ディーゼル発電機1台（1250kVA）の24時間フル負荷連続運転可（燃料保有量による仕様）
- ・ 電源車（600kVA）1台の配備

◇ 地震対応

- ・ 建築基準法に基づき十分な耐震強度を有した建物（EL約16m）
- ・ SPDS（安全パラメータ表示システム）計算機の2重化+固縛等および通報システムの免震台上に設置
- ・ 即応センターの天井落下防止、窓ガラスの飛散防止フィルムの貼付

◇ 放射線管理の充実

- ・ 避難所に指定される公共施設程度の天井コンクリート厚さ確保（10cm～15cm）
- ・ マスク・線量計・ヨウ素剤の配備
- ・ 近隣の環境モニタリングセンターに必要な資機材の保有
- ・ 即応センターに放射線対策設備（空気浄化装置）の設置

◇ 通信機能の確保

- ・ 衛星通信回線の充実



4. 万一の重大事故に対応した主な訓練

関西電力HP.プレスリリースより

●原子力総合防災訓練

発電所内ですべての電源を失い、原子炉を冷却することができなくなるなどの重大事故を想定し、原子力緊急時対策本部を設置して対応するなど、事態を安全に収束できるよう原子力総合防災訓練を実施しています。



緊急時参集訓練



原子力緊急時対策本部での事故対応



ヘリによる資機材運搬訓練



遠隔操作ロボットの操作訓練

4. 万一の重大事故に対応した主な訓練

関西電力HP.プレスリリースより

●電源供給訓練

送電線からの電力供給や非常用ディーゼル発電機が使用できない場合を想定し、電源車などの接続・起動訓練を実施しています。また、夜間の訓練も実施しています。



夜間における接続・起動訓練

●重機による瓦礫(がれき)撤去訓練

津波等で発電所内に瓦礫が散乱したことを想定し、配備した重機で瓦礫を撤去し、人や車の通路を確保するための訓練を実施しています。



瓦礫を撤去するドーザーショベルを使った訓練

9. 万一の重大事故に対応した主な訓練

関西電力HP.プレスリリースより

●給水訓練

原子炉や使用済燃料プールを冷却できない事態を想定し、可搬式の注水ポンプや大容量ポンプ、消防ポンプなどを使用し、海水などを用いて原子炉等を冷却し続けるための給水訓練を実施しています。



大容量ポンプ設置訓練



可搬式代替低圧注入ポンプ設置訓練



原子炉に冷却水を注入するためのポンプの設置訓練



4. 万一の重大事故に対応した主な訓練

関西電力HP.プレスリリースより

●給水訓練

原子炉や使用済燃料プールを冷却できない事態を想定し、可搬式の注水ポンプや大容量ポンプ、消防ポンプなどを使用し、海水などを用いて原子炉等を冷却し続けるための給水訓練を実施しています。



長期にわたる事故を想定した燃料補給訓練



可搬式代替低圧注水ポンプを用いた、原子炉への注水訓練



放射線防護服やマスクを着用した悪条件下を想定した消防ポンプ設置訓練



可搬式モニタポスト設置訓練

4. 万一の重大事故に対応した主な訓練

関西電力HP.プレスリリースより

●放射性物質の拡散抑制訓練

格納容器の破損に至った場合を想定し、発電所外部への放射性物質の拡散を抑制するための訓練を実施しています。



格納容器からの放射性物質の拡散を抑制するための放水砲を用いた格納容器への放水を想定した訓練



汚染水が海洋へ拡散することを抑制するための発電所放水口でのシルトフェンス設置訓練

●電源を失った場合の運転操作訓練

発電所内ですべての電源を失った事態を想定し、運転員は厳しい状況の中、落ち着いて事態を安全に収束できるよう訓練を実施しています。



すべての電源を失った事態を想定したシミュレーターによる対応訓練

9. 万一の重大事故に対応した主な訓練

関西電力HP.プレスリリースより

●使用済燃料プールの水の温度を十分に冷やすことができなくなった場合の訓練

原子力発電所の使用済燃料プールには、十分な水があるため、温度の上昇が緩やかであり、プールの水位が急激に低下することはないが、緊急時には付近の消火栓や水源から海水等を補給し、安全な水位を維持するため、「水補給訓練」を実施し、緊急時に対応できるよう備えています。

使用済燃料プールへの水補給方法



使用済燃料プールへの水補給訓練
(4月7日 大飯発電所)



使用済燃料プール

消防ポンプを用いた使用済燃料プールへの注水訓練



制限時間: 4時間以内に注水開始

9. 万一の重大事故に対応した主な訓練

関西電力HP.プレスリリースより

● 地区住民の避難訓練とよう素剤の配布訓練



(参考) 電事連「原子力緊急事態支援組織」の基本計画

電事連ホームページのプレスリリースより

- ・電気事業連合会は2015年9月18日、福井県美浜町に整備を進めている「原子力緊急事態支援組織」の実施主体を日本原子力発電とした、組織の業務内容、施設・資機材、体制などについて取りまとめた基本計画を発表。
- ・2016年3月を目途に原電を実施主体とする支援組織を設立、整備が完了した施設から順次使用開始し、本格運用開始は同年12月の予定。
- ・「原子力緊急事態支援組織」は、福島第一原発事故後、電事連が2012年7月の大飯原発再稼働を機に、原発の安全性を自主的・継続的に向上させていく取組の一環として設置を決め、万一の原子力災害発生時、速やかに現場に資機材、要員を派遣し、発生事業者の緊急対応活動を支援するほか、通常時には、資機材の配備・管理、要員へのロボット等の操作訓練を行う。
- ・2013年1月、福井県敦賀市沓見の日本原子力発電(株)敦賀総合研修センター内に、遠隔操作ロボットなどの資機材を配備した「原子力緊急事態支援センター」を設置、電力業界全体による基本構想のもと、原電を準備主体として詳細検討が進められてきた。
- ・現在、美浜町内の福井県園芸研究センターの一部で敷地造成工事が行われている。敷地面積約26,000平方メートルの施設は、事務所棟、資機材保管庫・車庫棟の他、無線重機や無線ヘリの訓練を行う屋外訓練フィールド、ロボットも輸送するためのヘリポートを備え、基本計画では、偵察や障害物除去のためのロボット8台、無線重機3台、無線ヘリ2台と資機材整備も具体化された。要員数は21名を予定。

(参考) 電事連「原子力緊急事態支援組織」の設置

完成予想図



日本原子力発電ホームページより

<参考：資機材の例（ロボット等）>

【偵察用ロボット】 被災現場の調査用（映像、放射線測定等）

【作業用ロボット】 障害物撤去用



PackBot®（パックボット） SAKURA-1（さくら1）

Warrior®（ウォリアー） MHI-HERCULES（MHIヘラクレス）

(参考) 美浜発電所1、2号機の廃止措置に向けた取組み

福井県原子力安全専門委員会(H27.11.30)現場確認資料により

◆ 美浜1号機

電気出力34万kW、加圧水型軽水炉（PWR 2ループ）

1970年11月28日 営業運転開始

〔2010年6月28日 運転開始後40年から
10年間の保守管理方針（保安規定）認可〕

2010年11月24日 運転停止後、長期停止

◆ 美浜2号機

電気出力50万kW、加圧水型軽水炉（PWR 2ループ）

1972年7月25日 営業運転開始

〔2012年7月19日 運転開始後40年から
10年間の保守管理方針（保安規定）認可〕

2011年12月8日 運転停止後、長期停止



【関西電力 美浜発電所】

【発電実績】

	美浜1号機	美浜2号機
総発電電力量	約638.0億kWh	約1,075.3億kWh
発電日数	8,229日	9,240日
設備利用率	約48.2%	約57.4%

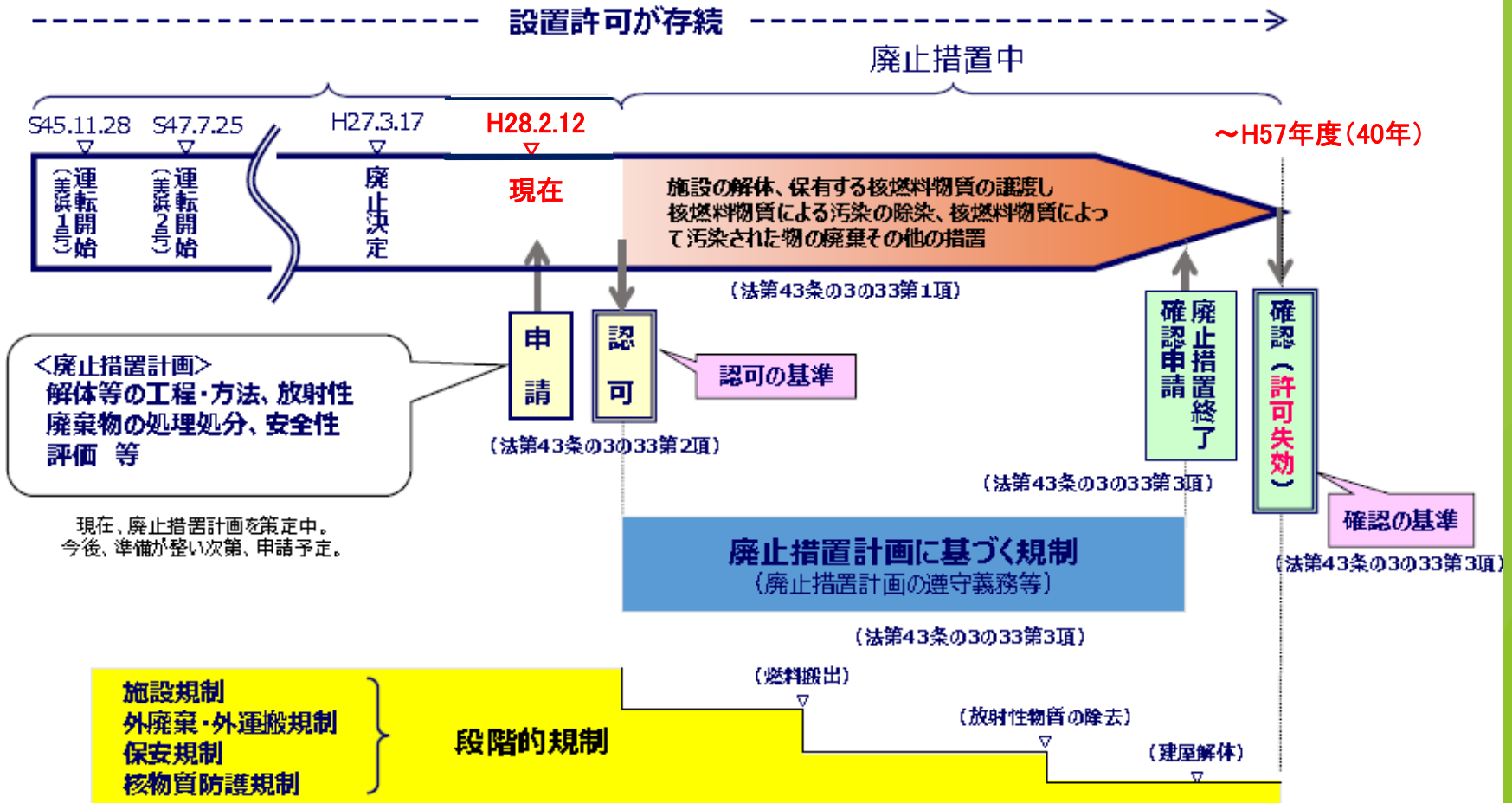
● 2015年3月17日 美浜1号機及び2号機の廃止を決定

● 2016年2月12日 原子炉等規制法に基づく原子炉規制委員会へ廃止措置計画申請

(参考) 美浜発電所1、2号機の廃止措置に向けた取組み

廃止措置の安全規制

福井県原子力安全専門委員会(H27.11.30)現場確認資料により



(参考) 美浜発電所1、2号機の廃止措置に向けた取組み

廃止措置段階の規制

福井県原子力安全専門委員会(H27.11.30)現場確認資料により

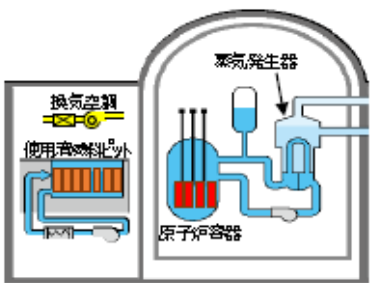
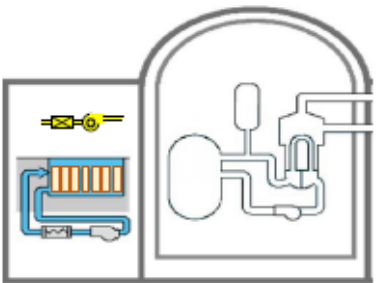
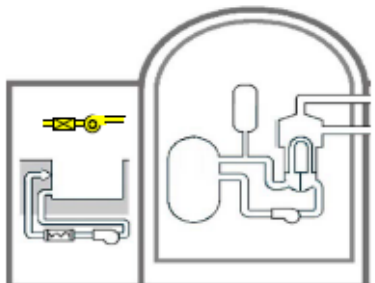
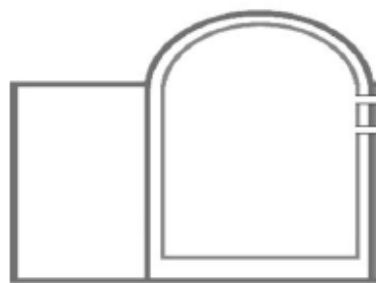
廃止措置段階においても安全確保上必要な規制が継続される。(段階に応じた規制)

項目	運転段階	廃止措置段階（燃料有）	廃止措置段階（燃料無）
安全確保のための 主な機能要求	「止める」 「冷やす」 「閉じ込める」	－ 「冷やす」(燃料貯蔵施設) 「閉じ込める」(一部)	－ － 「閉じ込める」(一部)
機器・設備の 機能維持	法令（技術基準）に基づき、 全ての機器・設備を維持	廃止措置計画に基づき、 必要な機器・設備を維持	
巡視	毎日	毎日	毎週
施設定期検査 などの法定検査 (対象施設と検査数)	・原子炉本体 ・核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設 ・原子炉冷却系統施設 ・計測制御系統施設 ・放射性廃棄物の廃棄施設 ・放射線管理施設 ・原子炉格納施設 ・非常用電源設備 【法定検査数 約230件】	－ ・核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設 － － ・放射性廃棄物の廃棄施設 ・放射線管理施設 － ・非常用電源設備 【法定検査数 約30件(想定)】	法定検査無し
保安規定	原子炉施設の運転に関し、保安のために講ずべき事項を規定	廃止措置期間中における保安のために講ずべき事項を規定 (廃止措置計画の認可日までに認可が必要)	
保安検査	年4回	年4回以内	
保安の監督	原子炉主任技術者を選任	廃止措置主任者を選任 (原子炉主任技術者に準じた資格要件)	

(参考) 美浜発電所1、2号機の廃止措置に向けた取組み

廃止措置段階の保守管理

福井県原子力安全専門委員会(H27.11.30)現場確認資料により

	運転段階	廃止措置段階		
		核燃料物質 有り	核燃料物質 無し	管理区域解除以降
要求機能	 <p>止める、冷やす、閉じ込める</p>	 <p>冷やす、閉じ込める※1</p>	 <p>閉じ込める※1</p>	 <p>要求無し</p>
保守管理の対象設備	○原子炉の運転を前提に全ての機器を保守	○対象機器の保守 (例) ・核燃料物質取扱設備及び貯蔵施設※2 ・放射性廃棄物の廃棄設備 ・放射線管理施設 (換気空調設備を含む) ・非常用電源設備	○対象機器の保守 (例) - ・放射性廃棄物の廃棄設備 ・放射線管理施設 (換気空調設備を含む) -	○対象機器無し
		○安全貯蔵 放射線量の高い設備を時間減衰させている期間中、適切に隔離し管理。		

※1 解体の進捗によって対象範囲は変化していくが、状況に応じて確実に実施

※2 使用済燃料は取り出し後3年以上経過し十分冷却されているが、適切な保守管理を実施

(参考) 美浜発電所1、2号機の廃止措置に向けた取組み

廃止措置の主な工事内容と安全対策

関西電力ホームページのプレスリリース

①解体準備期間 (H28年度(認可後)～H33年度)		②原子炉周辺設備解体撤去期間 (H34年度～H47年度)	
<p>主な解体範囲</p>		<p>主な解体範囲</p>	
<p>工事内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・系統除染 ・残存放射能調査 ・核燃料物質の搬出 ・2次系設備の解体撤去 ・安全貯蔵 	<p>安全対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・遮蔽、遠隔操作等による被ばく低減等 	<p>工事内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉周辺設備の解体撤去(第1段階に引き続き) ・核燃料物質の搬出 ・2次系設備の解体撤去 ・安全貯蔵 	<p>安全対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・遮蔽による被ばく低減 ・防護具着用による内部被ばく防止 ・汚染防止圍い等の活用による粉じんの拡散・漏えい防止等
③原子炉領域解体撤去期間 (H48年度～H53年度)		④建屋等解体撤去期間 (H54年度～H57年度)	
<p>主な解体範囲</p>		<p>主な解体範囲</p>	
<p>工事内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉領域の解体撤去(第2段階に引き続き) ・2次系設備の解体撤去 ・原子炉周辺設備の解体撤去 	<p>安全対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・遮蔽、遠隔操作等による被ばく低減 ・防護具着用による内部被ばく防止 ・汚染防止圍い等の活用による粉じんの拡散・漏えい防止等 	<p>工事内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・管理区域の解除 ・建屋等の解体撤去 	<p>安全対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・汚染防止圍い等の活用による粉じんの拡散・漏えい防止等

(参考) 美浜発電所1、2号機の廃止措置に向けた取組み

核燃料物質の管理および譲渡し

関西電力ホームページのプレスリリース

- 搬出するまでの期間、新燃料貯蔵設備又は使用済燃料貯蔵設備で貯蔵する。
- 新燃料は、第1段階が終了するまでに廃止措置対象施設から搬出し、加工施設へ輸送する。
- 使用済燃料は、第2段階が終了するまでに廃止措置対象施設から搬出する。

核燃料物質の貯蔵量

貯蔵場所		種類及び数量			
		1号機		2号機	
		新燃料	使用済燃料	新燃料	使用済燃料
1号機 原子炉 補助建屋内	新燃料 貯蔵設備	28体 (9tU)	—	—	—
	使用済燃料 貯蔵設備	32体 (11tU)	191体 (64tU)	—	—
2号機 原子炉 補助建屋内	新燃料 貯蔵設備	—	—	48体 (19tU)	—
	使用済燃料 貯蔵設備	—	—	—	400体 (159tU)
3号機 原子炉 補助建屋内	使用済燃料 貯蔵設備	—	40体 (13tU)	—	110体 (44tU)
合計		60体 (20tU)	231体 (77tU)	48体 (19tU)	510体 (202tU)

※ 重量については、端数処理のため合計値が一致しないことがある。

(参考) 美浜発電所1、2号機の廃止措置に向けた取組み

汚染させた物の廃棄

関西電力ホームページのプレスリリース

○放射性固体廃棄物の管理

- ・放射能レベルに応じて、廃止措置の終了までに廃棄施設に廃棄する。
- ・放射性物質として取り扱う必要のないもの（クリアランス）は、所定の手続き及び国の確認を経て、可能な限り再生利用する。

廃止措置に伴い発生する放射性固体廃棄物の推定発生量 (単位：トン)

放射能レベル区分		推定発生量		
		1号機	2号機	合計
低レベル 放射性 廃棄物	放射能レベルの比較的高いもの（L1）	約110	約110	約220
	放射能レベルの比較的低いもの（L2）	約630	約800	約1,430
	放射能レベルの極めて低いもの（L3）	約1,600	約1,790	約3,390
放射性物質として扱う必要のないもの（クリアランス）		約3,600	約4,100	約7,600
合計		約5,900	約6,800	約12,600

※ 推定発生量は、第1段階に実施する残存放射能調査結果を踏まえ見直していく。端数処理のため合計値が一致しないことがある。

○放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物の管理

適切に処理を行い、運転中と同様に環境モニタリング下で放出する。