

美浜・大飯・高浜発電所の 安全性向上対策の実施状況等

2019年11月27日

各発電所の状況

		2017年度	2018年度	2019年度	現時点	2020年度
美浜	1,2号機 廃止措置計画認可 (2017.4.19)		2次系設備の解体撤去(2018.3～)・残存放射能調査等(2018.3～)			2041年度完了予定 (※廃止措置の完了は2045年度)
	3号機 設置許可 (2016.10.5) 運転延長認可 (2016.11.16)	系統除染作業 (1号機: 2017.4～11、2号機: 2017.5～2018.3)			▼9/26 美浜3、高浜1～4、大飯3 4原子炉設置変更許可申請 (降下火砕物の層厚評価見直し)	▽2020.7
高浜	1,2号機 設置許可 (2016.4.20) 運転延長認可 (2016.6.20)	1号機	格納容器上部遮蔽設置工事等			▽2020.5
		2号機	格納容器上部遮蔽設置工事等		▼9/19 安全対策工事における協力会社作業員の負傷 (一酸化炭素中毒)	▽2021.1
	3号機			▼7/31保安規定変更認可申請		
	4号機			▼9/26 高浜1～4原子炉設置変更許可申請(警報発表のない津波への対応)		
大飯	1,2号機		▼11/22 廃止措置計画認可申請			
	3,4号機 設置許可 (2017.5.24)	3号機		▼7/23 第17回定期検査終了 定格熱出力一定運転中		
		4号機		▼9/18～ 第22回定期検査中 ▼10/17～ 蒸気発生器伝熱管の損傷		
				▼10/31 トンネル設置工事における協力会社 作業員の負傷(転落)		
				▼10/10 第16回定期検査終了 定格熱出力一定運転中		

○高浜 1, 2 号機、美浜 3 号機 安全性向上対策工事の状況	1 ~ 4
○中長期対策工事の状況	5 ~ 8
○高浜発電所・大飯発電所における 作業員の負傷に関する原因と対策および 労働災害防止に向けた今後の取組み	9 ~ 13
○新たな規制基準の既存の施設等への適用 (バックフィット) への対応	14 ~ 18
○これまでの委員会における委員からの指摘への対応 ...	19 ~ 25

高浜1, 2号機、美浜3号機 安全性向上対策工事の状況

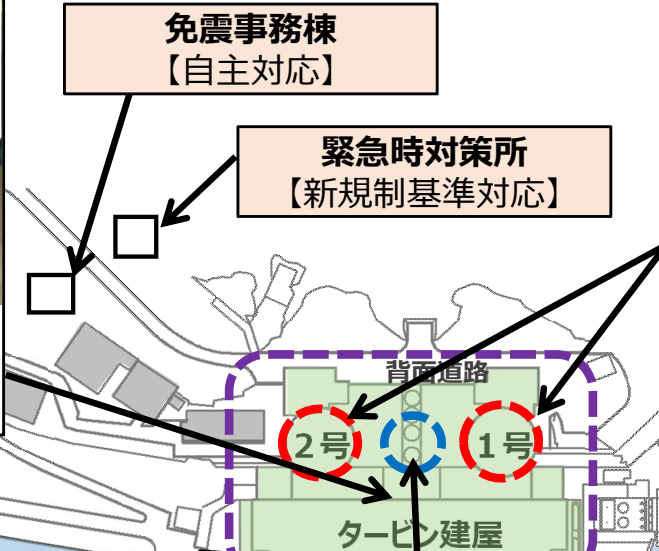
高浜 1, 2号機 主な安全性向上対策

中央制御盤取替 【保守性向上】




大型表示装置
仮設盤運用中
指令コンソール
新制御盤他設置中

中央制御盤をアナログ式からデジタル式に取替える
(1号機: 2020.4完了予定、2号機: 2020.8完了予定)



格納容器上部遮蔽設置 【新規制基準対応 (SA対応)】



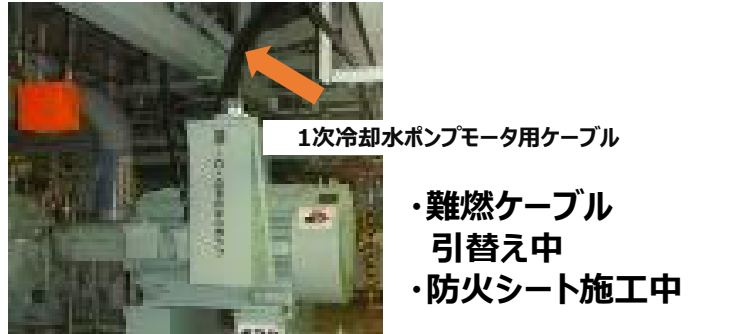
2号機

1号機

1号機: 上部遮蔽塗装中
2号機: 外部遮蔽コンクリート打設中

重大事故等時に屋外作業の被ばく低減を図るため、格納容器からのスカイシャインガンマ線を低減させる遮蔽(トップドーム)を設置する
(1号機: 2020.5完了予定、2号機: 2021.1完了予定)

火災防護対策 【新規制基準対応】




1次冷却水ポンプモータ用ケーブル

- ・難燃ケーブル引替え中
- ・防火シート施工中

火災発生防止の観点から、難燃ケーブルへの引替え、防火シート施工等を行う
(ケーブル引替え長さ約770km(1割程度完了)
防火シート施工長さ約530km(1割程度完了)
(1号機: 2020.5完了予定、2号機: 2020.12完了予定)


燃料取替用水タンク取替 【新規制基準対応 (耐震)】



現地据付完了
竜巻飛来物防護設備設置中

耐震性を向上したタンクに取替える
(タンク最大厚さ約32mm→約40mm)
(1号機: 2020.5完了予定)
(2号機: 2020.7完了予定)

海水取水設備移設(2号機のみ) 【新規制基準対応 (耐震)】



トンネル構築完了、海水配管設置中
(全長約130m)

耐震性向上のため、強固な地盤に移設する(地下約40m)
(2020.12完了予定)

美浜3号機 主な安全性向上対策

炉内構造物取替 【新規制基準対応（耐震）+ 予防保全】



上部炉心支持板



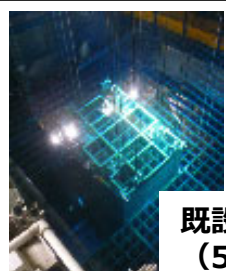
上部炉心板

- ・工場組立完了
- ・現地の干渉物撤去他施工中
- ・旧炉内構造物取出し準備施工中

炉心そう

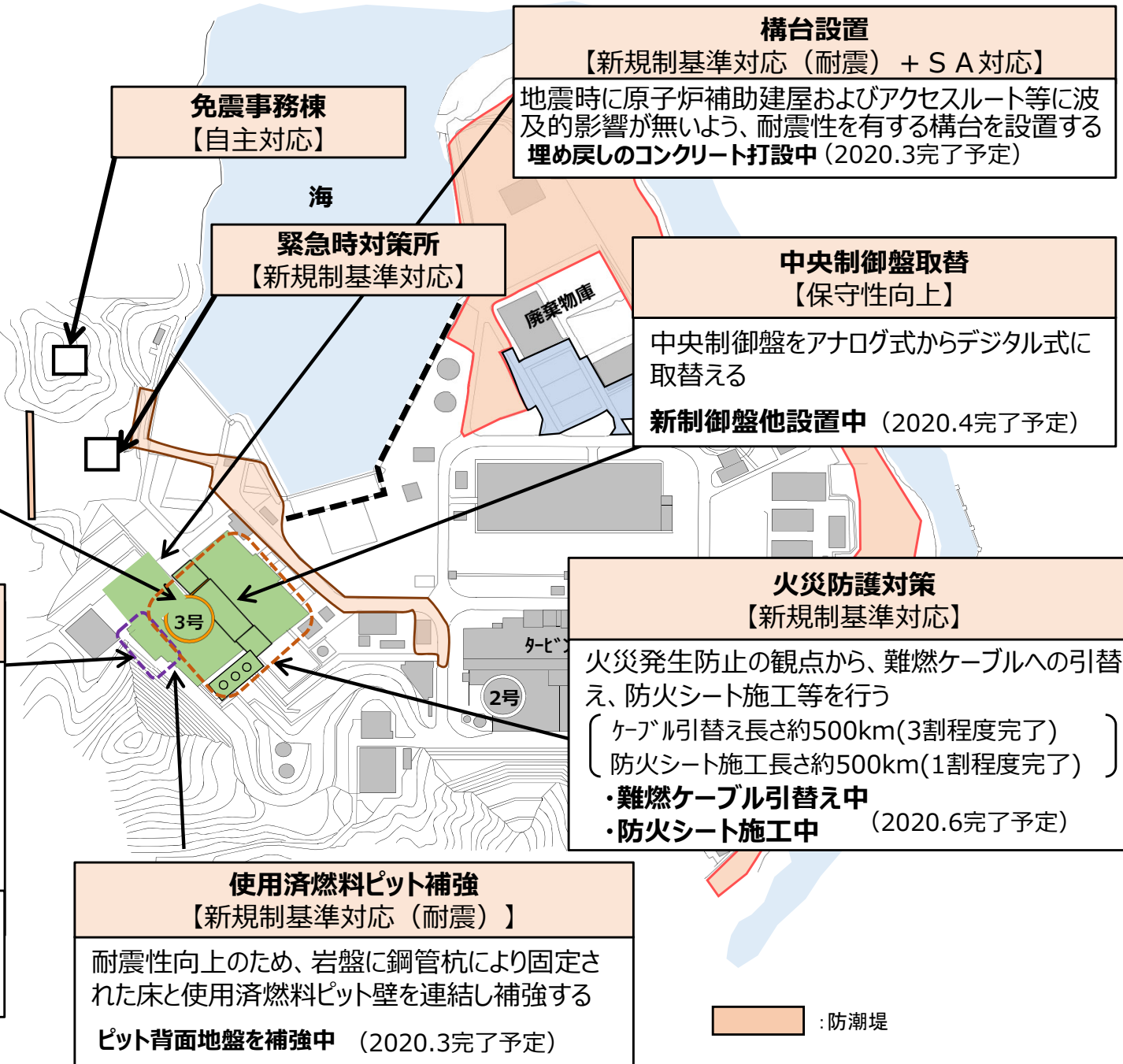
耐震性向上および予防保全のため、炉内構造物を最新型に取替える（2020.7完了予定）

使用済燃料ピットラック取替 【新規制基準対応（耐震）】



既設ラックの一部を撤去・据付中
（5区画のうち3区画完了）

耐震性向上のため、使用済燃料ピットラックを床に固定しないフリースタANDINGラックに取替える（2020.7完了予定）



免震事務棟
【自主対応】

緊急時対策所
【新規制基準対応】

構台設置
【新規制基準対応（耐震）+ SA対応】

地震時に原子炉補助建屋およびアクセスルート等に波及的影響が無いよう、耐震性を有する構台を設置する埋め戻しのコンクリート打設中（2020.3完了予定）

中央制御盤取替
【保守性向上】

中央制御盤をアナログ式からデジタル式に取替える

新制御盤他設置中（2020.4完了予定）

火災防護対策
【新規制基準対応】

火災発生防止の観点から、難燃ケーブルへの引替え、防火シート施工等を行う

- 〔 ケーブル引替え長さ約500km(3割程度完了) 〕
- 〔 防火シート施工長さ約500km(1割程度完了) 〕

- ・難燃ケーブル引替え中
- ・防火シート施工中（2020.6完了予定）

使用済燃料ピット補強
【新規制基準対応（耐震）】

耐震性向上のため、岩盤に鋼管杭により固定された床と使用済燃料ピット壁を連結し補強する

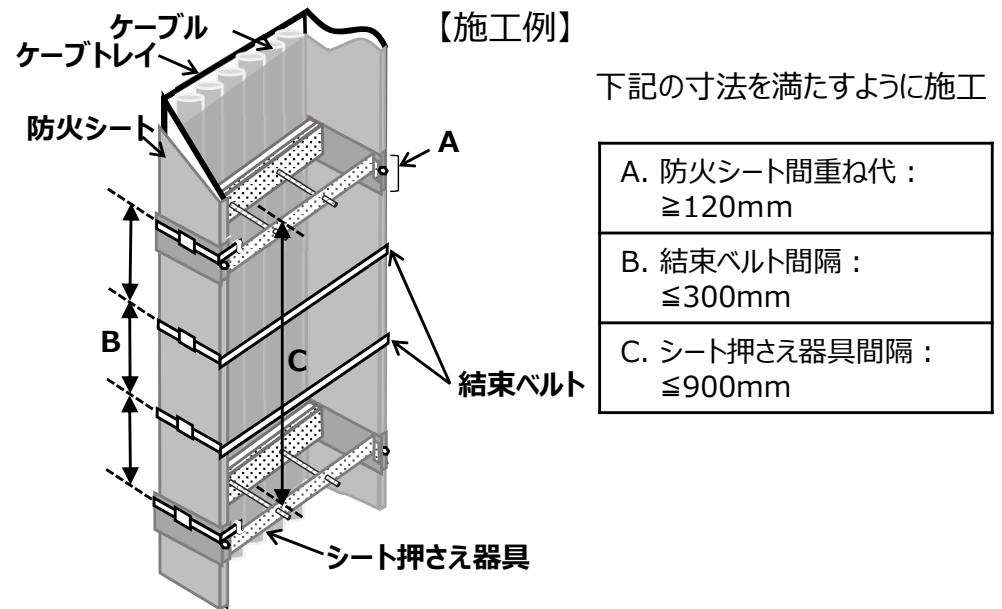
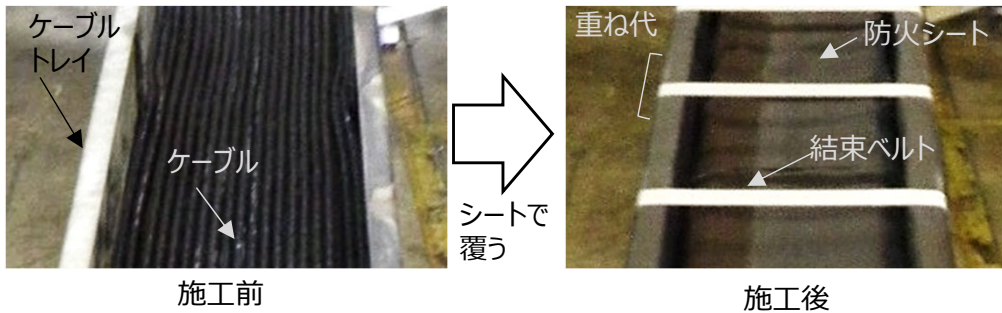
ピット背面地盤を補強中（2020.3完了予定）

防潮堤

ケーブルの火災防護対策実施状況（複合体形成：防火シート施工）

- 発電所で使用するケーブルは計装、制御及び電力ケーブルの3種類に分けられ、種類毎にケーブルトレイ等で敷設。
- 以下の非難燃ケーブルについては安全性向上及びリスク低減の観点より、難燃ケーブルに取替え。
 - ・ 原子炉格納容器内の安全機能を有する機器等のケーブル（防火シートがデブリとなるリスクを低減）
 - ・ 通電時間の長い高圧電力ケーブル（過電流による発火リスクを低減）
 - ・ ケーブル処理室(リレー室含む)のケーブル（可燃物であるケーブル物量の大幅な削減）
- 上記以外の安全機能を有する機器に使用する非難燃ケーブルは、不燃材の防火シートによりケーブル及びケーブルトレイを覆った複合体を形成することで難燃性を確保。ケーブルトレイの方向(水平、垂直)、形状(L字、T字等)毎に定めた施工要領により施工中

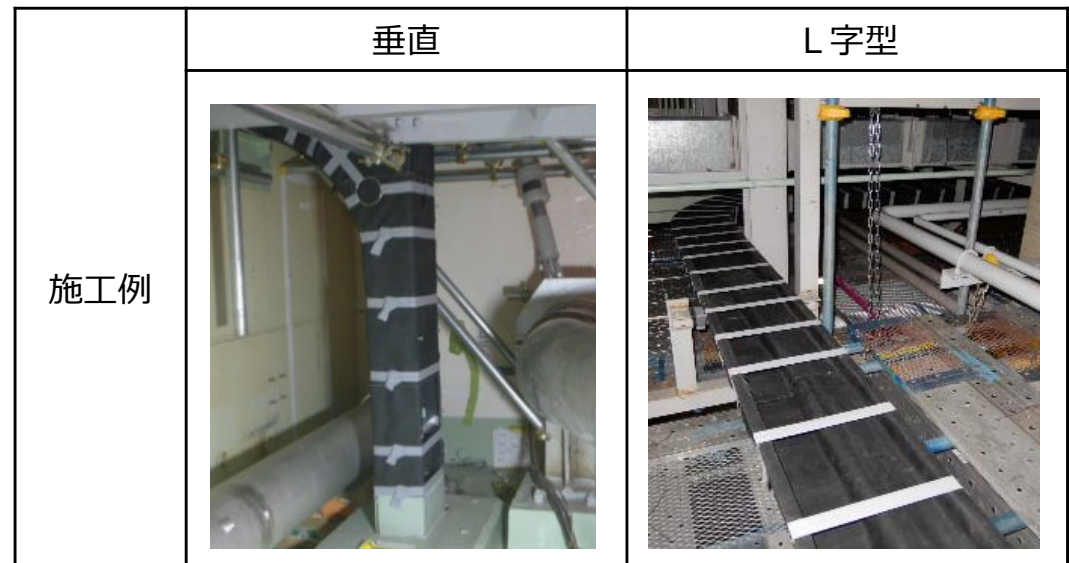
① 防火シートの施工方法



② 防火シート施工状況

工種	高浜 1, 2号機	美浜 3号機
進捗状況※	8 / 6 2 区画	8 / 3 9 区画
完了予定	2020年 5月中旬(1号機) 2020年12月下旬(2号機)	2020年 6月下旬

※火災区画毎に防火シートの施工、検査を行っており、対象区画に対する検査完了区画を示す



中長期対策工事の状況

緊急時対策所設置工事の状況

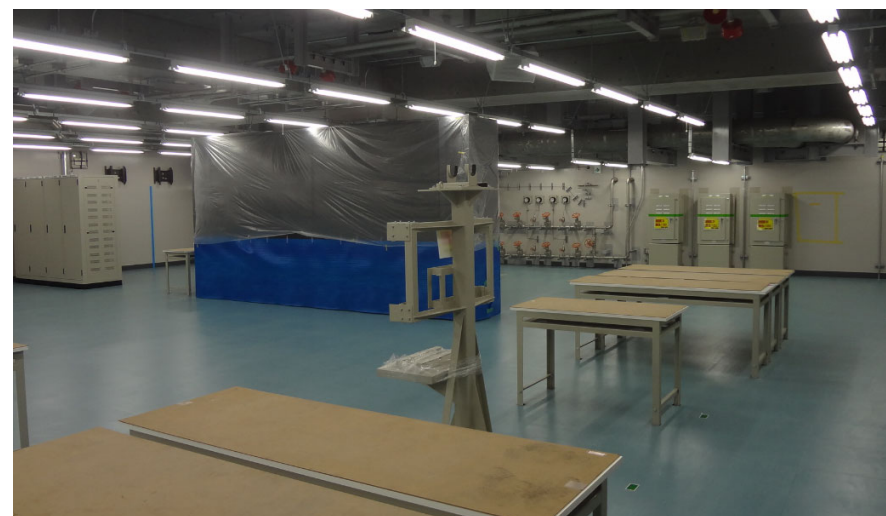
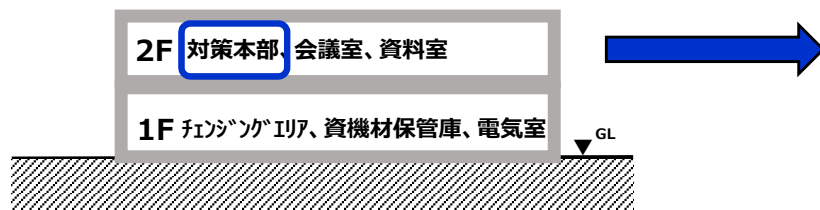
○緊急時対策所設置工事

プラントに緊急事態が発生した場合に、事故の制圧・拡大防止を図るための対策本部となる緊急時対策所を設置
 ・高浜発電所：2019年6月28日に運用開始

主な仕様	高浜発電所	大飯発電所	美浜発電所
構造	耐震構造 地下1階、地上1階	耐震構造 地上2階	耐震構造 地上1階
建屋内面積	約750㎡	約740㎡	約300㎡
収容想定人員	約200人	約110人	約100人
主な設備	換気および遮蔽設備、通信連絡設備、情報把握設備、代替交流電源		
運用開始予定	2019年6月運用開始	2019年度内	2020年7月頃
許認可	2016年4月設置変更許可 2016年6月工事計画認可	2018年7月27日設置変更許可申請 (審査中)	2016年10月設置変更許可 2016年10月工事計画認可

大飯発電所 緊急時対策所（屋内工事中）

【大飯発電所緊急時対策所イメージ】



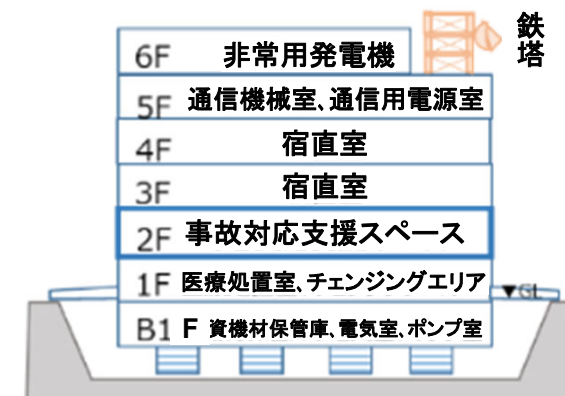
免震事務棟設置工事の状況

○免震事務棟設置工事

事故対応が膨大かつ長期化した場合の支援を目的に、主に、初動要員の宿直場所、要員待機場所、資機材受入れ及び保管場所として、自主的な位置付けで免震事務棟を設置

- ・高浜、大飯発電所：2019年3月28日に運用開始
- ・美浜発電所：2020年7月頃に運用開始予定

【免震事務棟のイメージ】



図は、高浜、大飯発電所。
美浜発電所は、地上2階。

会議室

事故対応のない時は、通常の会議室として使用



高浜発電所 免震事務棟 (全景)



大飯発電所 免震事務棟 (全景)

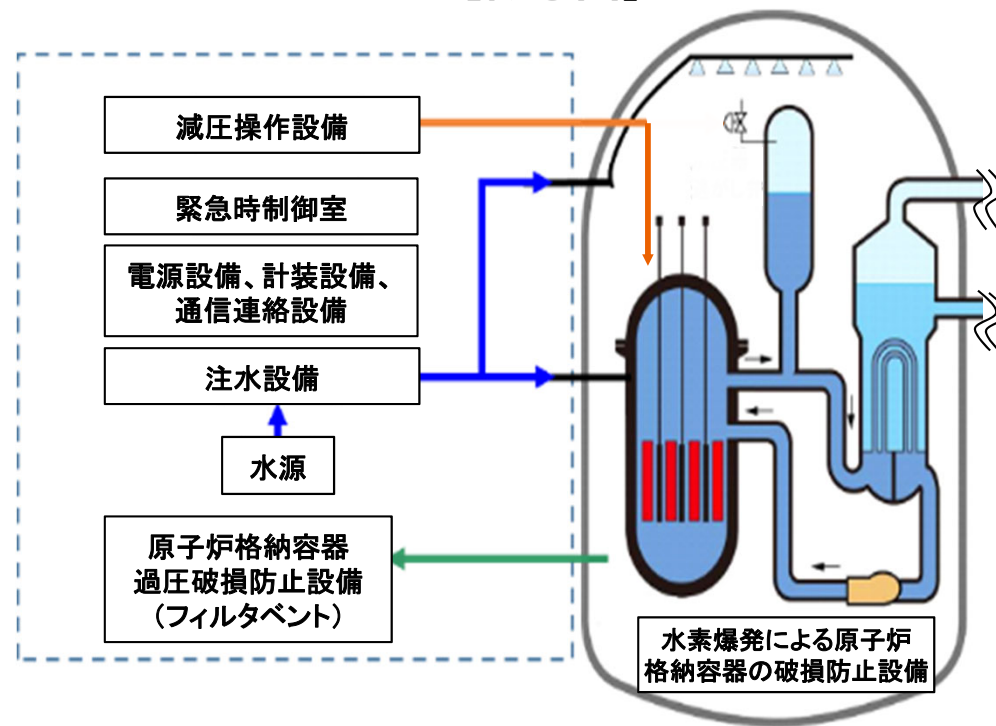


特定重大事故等対処施設の状況

特定重大事故等対処施設 【概念図】 原子炉格納容器

○特定重大事故等対処施設設置

原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突やその他のテロリズム等により、原子炉を冷却する機能が喪失し、炉心が著しく損傷した場合に備えて、格納容器の破損を防止するための機能を有する施設を設置。



	美浜3号機	高浜1,2号機	高浜3,4号機	大飯3,4号機	
本体施設の 工事計画認可	2016.10.26	2016.6.10	3号機：2015. 8.4 4号機：2015.10.9	2017.8.25	
設置期限※1	2021.10.25	2021.6.9	3号機：2020. 8.3 4号機：2020.10.8	2022.8.24	
実施状況	設置変更 許可	2018.4.20申請 (審査中)	2018.3.7許可	2016.9.21許可	2019.3.8申請 (審査中)
	工事計画 認可	-	・第1回申請：2019.4.25 認可 ・第2回申請：2019.9.13 認可 ・第3回申請：2019.10.24 認可 ・第4回申請：2019.5.31 申請(審査中) ※2	2019.8.7認可	-
	工事	工事中	工事中	工事中	工事中

※1：実用炉規則により、本体施設の工事計画認可から5年までに設置することを要求

※2：4分割申請

高浜発電所・大飯発電所における
作業員の負傷に関する原因と対策
および労働災害防止に向けた今後の取組み

(発生の状況)

- 9月19日10時30分頃、作業員の1名が頭痛を訴え、作業を一時中断
- 同日12時00分昼休憩（別の作業員が体調不良を訴え、午後の作業へは復帰せず）
- 同日15時30分頃、本坑から分岐したトンネル内で鉄製の壁を設置する作業を行っていた作業員10名のうち、1名が気分を悪くして倒れた。他の8名も体調不良を訴え、計9名の方を救急搬送。
- 9名のうち8名が入院し、一酸化炭素中毒と診断。(何れも命に別状はなく、翌20日に退院)

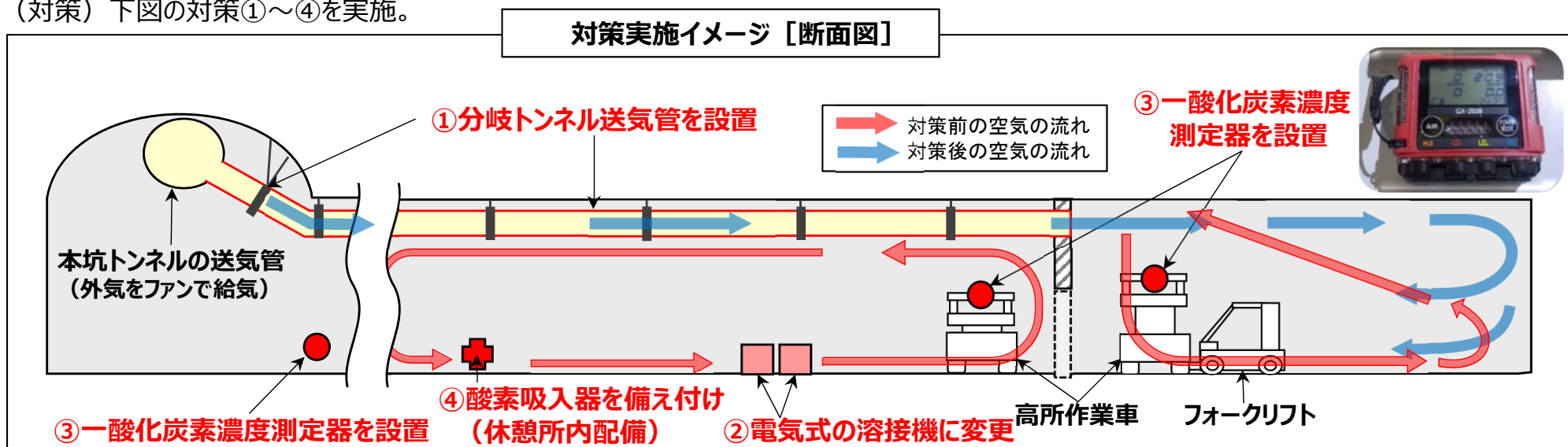
(調査内容)

- 一酸化炭素中毒に繋がる要因を抽出すべく、次の調査を実施。
 - ①被災者からの聞き取り調査（気分が悪くなった時期や作業員の配置）
 - ②再現試験、検証（現場で使用していた機器の配置や運転状態）
 - ・ 一酸化炭素発生源の調査
 - ・ 換気状況

(原因)

分岐トンネル内の換気が不十分であり、エンジン付溶接機から発生した一酸化炭素が作業現場付近に滞留し、周辺で作業していた作業員が一酸化炭素中毒となったものと推定。

(対策) 下図の対策①～④を実施。

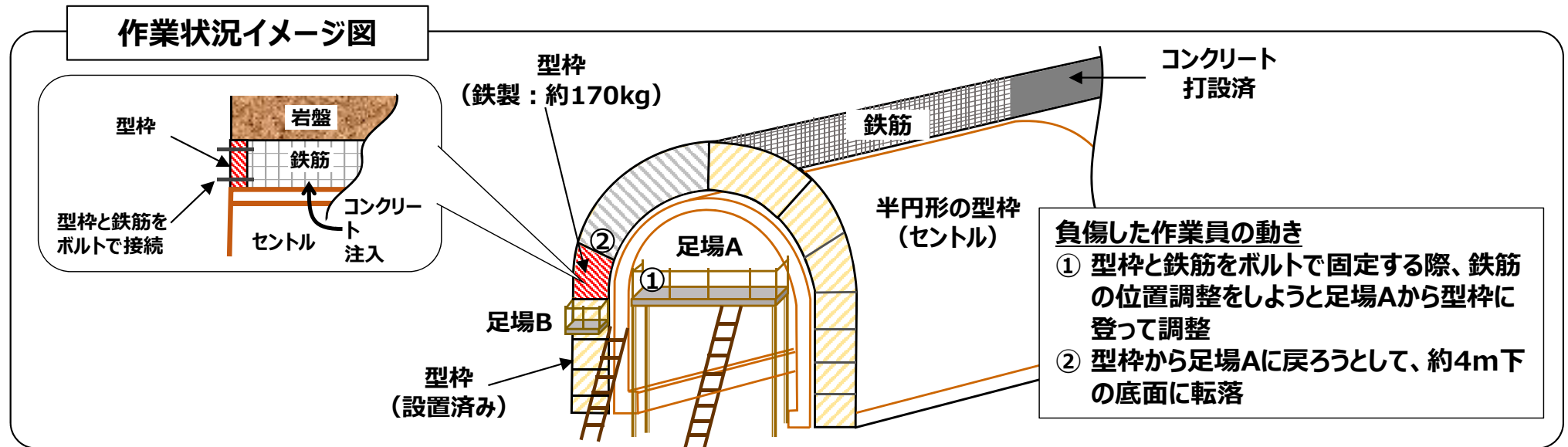


当時の現場環境を踏まえた被災者の方からの要望

- ・ 外気を取り入れて欲しい
- ・ 安全な作業環境の確保（一酸化炭素の濃度測定）を徹底して欲しい
- ・ 内燃機関を有する機器を極力使用しないで欲しい
- ・ 万々に備え、酸素吸入装置を設置して欲しい など

(発生の状況)

10月31日 8時40分頃、トンネル内壁を覆うコンクリートを打設するため、扇型の型枠を設置していたところ、作業員が約4m下の底面に転落。被災者は、14日以上入院が必要と診断され、現在、入院治療中。

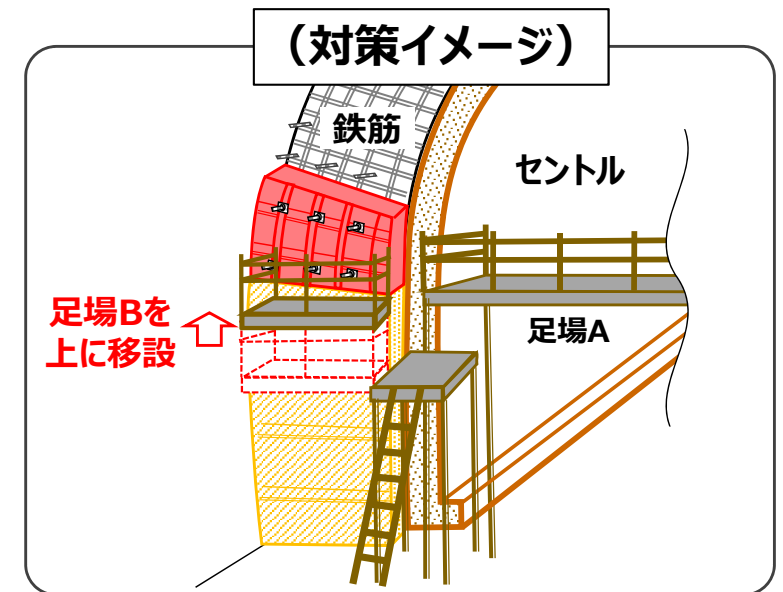


(原因)

「足場から身を乗り出して作業しない」というルールを定めていたにもかかわらず、型枠の取り付けにあたり、型枠を固定するための鉄筋の位置調整を行う際、足場から身を乗り出し作業を実施したため、足を滑らせて転落した。

(対策)

足場上で型枠の取り付けや調整が行えるよう、足場の位置を変更する。



重大災害発生を踏まえた労働災害防止に係る取組み（1/2）

○至近に発生した美浜・高浜・大飯発電所での協力会社作業員の労働災害における問題点

事象	美浜 3号機 使用済み燃料ピット耐震補強工事における協力会社作業員の負傷（9.17）	高浜 1・2号機 安全対策工事における協力会社作業員の負傷（9.19）	大飯 3・4号機 構内トンネル設置工事における協力会社作業員の負傷（10.31）
概要	<ul style="list-style-type: none">吊上げ中のコンクリートブロック下半分が割れて落下。作業員は、吊上げたコンクリートブロックの移動範囲（旋回範囲）外に退避していたが、ブロック落下により倒壊した足場上にいたため、足場と共に落下し、負傷。	<ul style="list-style-type: none">送排気ファンを設置し、換気評価を行っていたが、トンネル内の換気が不十分であり、エンジン付溶接機から発生した一酸化炭素が当該場所に滞留し、作業員が一酸化炭素中毒を発症。	<ul style="list-style-type: none">コンクリートを打設するための型枠を取付ける際、鉄筋の位置ずれを足場上で調整できなかったことから、足場から身を乗り出して離れ、型枠に上り、高所から転落し、負傷。
問題点	<ul style="list-style-type: none">コンクリートブロック落下時の影響範囲に対する<u>考慮が不十分</u>。	<ul style="list-style-type: none"><u>換気評価が不十分</u>。一酸化炭素発生に対する<u>検討が不十分</u>。	<ul style="list-style-type: none">作業前に抽出したリスクへの対策「足場から身を乗り出さない」が守られていなかった。 （基本動作の不遵守）

【災害発生要因】

○危険要因の抽出不足

【災害発生要因】

○基本動作・ルールの不遵守



重大災害発生を踏まえた労働災害防止に係る取組み (2/2)

美浜、高浜、大飯における労働災害の要因を踏まえ、当社が主体となって以下の取組みを行う。

	具体的な対策	実施時期
当社幹部から全作業員への注意喚起	各発電所長が全作業員に対し、「想定していなかった状況が確認された場合は作業の遅れを気にせず、必ず、一旦立ち止まること」等を直接注意喚起	美浜:11/6、約2,400名 高浜:11/6、約3,600名 大飯:11/7、約1,600名
	原子力事業本部土木建築幹部が朝礼等の場で、土木建築工事の全作業員に対し、基本動作遵守の重要性等について、書面を配布して周知 ・作業手順の遵守、安全防保護具の完全着用 ・想定外の事象が発生した場合は、作業の遅れを気にせず「一旦立ち止まる」	〔11/26時点〕 現在実施中の全工事(85件)について完了
当社社員による現場確認 (対象：作業中の土木建築工事)	現場確認により危険要因を抽出し、対策を実施 【視点】-特殊な作業場所、作業方法に起因した危険はないか 例) ・片側閉塞トンネル内で内燃機関を使用する作業 ・アニュラス内の狭い足場を使用する作業 -作業計画段階以降に手順が変わったことで新たな危険要因は発生していないか 例) ・人力からクレーン作業への変更	11/6,7実施 61件名中、2件について新たなリスクが抽出され対策を実施 今後も同様の視点でリスクを抽出し、対策を実施する取り組みを継続
	作業責任者の現場管理に対する指導 【主な取組内容】 ・当社と元請会社の2名が、現場で1～2時間、作業責任者の安全管理状況および指示状況を確認し、適切な現場管理を行うよう指導	〔11/26時点〕 161人/約230人 完了〔完了予定〕 12月末日途 今後も定期的に実施
基本動作の徹底に向けた取組み (当社から元請会社に対して求めた内容)	作業員自らが基本動作を守る意識を高めるための活動 【主な取組内容】 ・作業前ミーティングにおいて、従来実施していた当日作業の危険性に関する注意点を共有する活動に加え、各作業員が自らの作業内容に応じた「基本動作の遵守に関する宣言」を行う。 宣言例) 重量物運搬時は作業姿勢を確保し、腰を落として持ち上げるようにする。 ・元請会社が「基本動作遵守を徹底させるため自社でどのような取組を実践するのか」について意見を出し合い(10月中に実施)、それらを踏まえ、現場で実践する事項を決定し、展開していく。 例) 作業員の中から「相互注意リーダー」を選任して、不安全行動等に対して注意する。 (注意しあえる雰囲気・環境作り)	10月～11月末 各作業現場において継続実施中。 10月中に元請会社が意見を出し合った上で、現場へ展開中。 美浜：33社、約45件 高浜：72社、約120件 大飯：31社、約60件

新たな規制基準の既存の施設等への適用 (バックフィット) への対応

新たな規制基準の既存の施設等への適用（バックフィット）への対応

バックフィット件名	概要	適用期限	対応状況
警報が発表されない可能性のある津波への対応	地すべり単独による津波は、基準津波として選定する必要あり。適切な期間内に、本件を反映した設置変更許可の申請が必要と原子力規制委員会が決定。 <対象> 高浜 1～4	高浜 1～4 号炉稼働時まで	<ul style="list-style-type: none"> ・2019年9月26日に設置変更許可申請 ・審査中  16 ~ 17
大山火山の噴火に伴う降下火砕物の層厚評価を見直しへの対応	噴出規模11km ³ のDNPは火山影響評価として想定する自然現象として認定。設置変更許可申請が必要と原子力規制委員会が決定	2019年12月27日までに設置変更許可を申請	<ul style="list-style-type: none"> ・2019年9月26日に設置変更許可申請 ・審査中  18
火災防護に係る審査基準の一部改正に係る対応	火災を早期に感知するため2種類の感知器を組み合わせ設置しているが、それぞれの感知器の設置要件を明確化し、全域に網羅的に設置することを要求。	2024.2.13以降最初の施設定期検査終了の日	工事中
有毒ガス防護に関する規則改正への対応	敷地内外で有毒ガスが発生した場合でも中央制御室の運転員等や重大事故等時に重要な操作を行う要員が必要な操作を行えるよう、吸気中濃度を基準値以下とすることを要求。	2020.5.1以降最初の施設定期検査終了の日	<ul style="list-style-type: none"> ・2019年2月8日に設置変更許可申請 ・審査中
高エネルギーアーク対策	保安電源設備において、アーク放電による対象電気盤の損壊の拡大を防止することを要求	<ul style="list-style-type: none"> ①2019.8.1以降最初の施設定期検査終了の日（非常用D/G電気盤除く） ②2021.8.1以降最初の施設定期検査終了の日（非常用D/G電気盤のみ） 	<ul style="list-style-type: none"> ①工事計画認可済 ②準備完了次第、工事計画認可申請予定

注：「警報が発表されない可能性のある津波への対応」以外は美浜 3、高浜 1～4、大飯 3、4 が対象

【原子炉設置変更許可（2015年2月、2016年4月）の概要】

- 津波の波源としてFO-A～FO-B～熊川断層の3連動を考慮するとともに、福井県の津波想定を参照し、若狭海丘列付近断層を波源として追加。これによる津波と、陸上や海底での地すべりによる津波との組み合わせを考慮。
- 発電所敷地の高さ3.5mに対して、津波による敷地への浸水防止対策として、防潮ゲート（高さ8.5m）等を設置。
- 大津波警報が発表された場合にゲートを閉止する運用としている。防潮ゲート閉止前に津波が襲来する場合はゲート開条件、防潮ゲート閉止後に津波が襲来する場合はゲート閉条件で、それぞれ基準津波高さを設定。

＜基準津波高さ＞ ゲート閉時：取水路防潮ゲート前面 T.P.+5.5m
 ゲート開時：3,4号炉海水ポンプ室 T.P.+2.5m



高浜発電所への影響が大きいと考えられる隠岐トラフ海底地すべり発生想定位置(3地点)

【これまでの主な経緯】

2019/1/16 原子力規制委員会（津波に関する追加要求）

- 2018年12月インドネシアでの「火山起因の地すべりに伴う」津波発生時に、津波警報が発表されなかったことに着目。
- 高浜発電所は大津波警報を受けて防潮ゲートを閉止する運用のため、防潮ゲートが開状態での津波による重要設備への影響を確認し報告することを指示。



当社は、重要設備等への影響評価結果として以下を報告（2019/6/13）

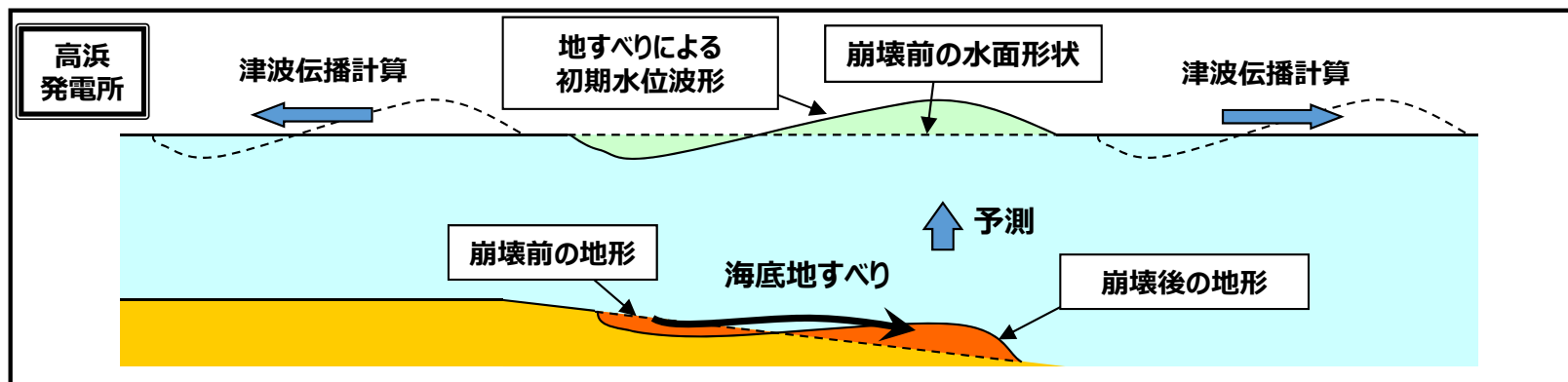
- 3, 4号炉稼動時（現状）：施設影響なし。
- 1～4号炉稼動時：潮位計による防潮ゲート閉止運用を追加することで施設影響なし。

2019/7/3 原子力規制委員会（原子炉設置変更許可申請の決定）

- 地すべり単独による津波は、基準津波として選定する必要があり、適切な期間内に、本件を反映した設置変更許可の申請が必要。
- 現状では直ちに対策を講じなければならない状態にはないが、1～4号炉稼動時は、敷地遡上及び海水ポンプ取水性への影響が否定できない。

【海底地すべりによる津波評価の方法】

海底地すべりによる津波の評価では、崩壊前後の海底地すべり地形を元に初期水位波形を設定（予測）し、津波伝播計算を行う。



【原子炉設置変更許可申請（2019年9月26日）の概要】

- 既許可の基準津波に加え、津波警報が発表されない可能性がある津波として「隠岐トラフ海底地すべり(単独)による津波」を選定。
- 1～4号機が運転中（防潮ゲートが全て開状態）に、当該の津波が発生した場合に備え、防潮ゲートの運用変更等を行う。
- ⇒ 運用変更等により、海水ポンプの取水性能への影響や敷地への遡上がないことを確認。

【防潮ゲートの運用変更等】

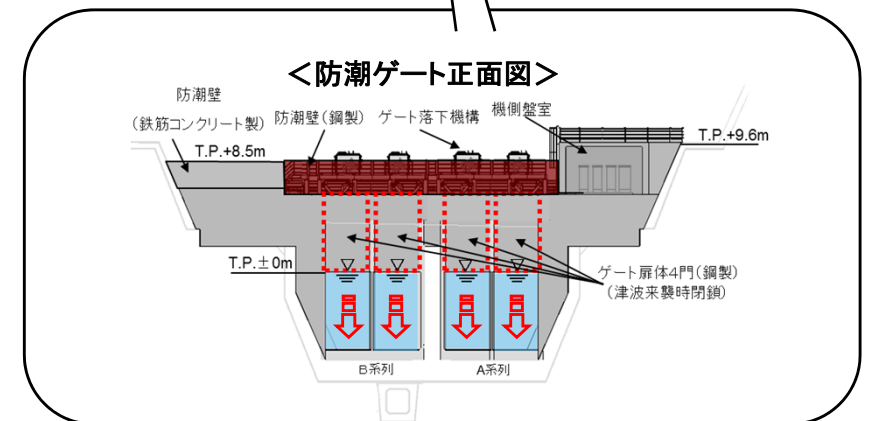
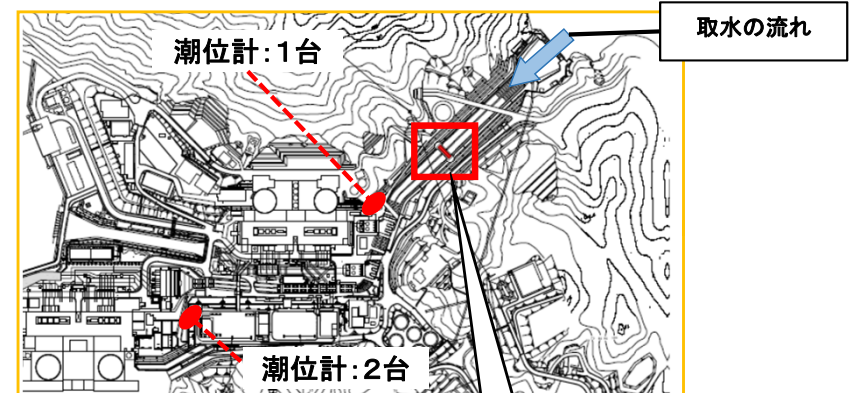
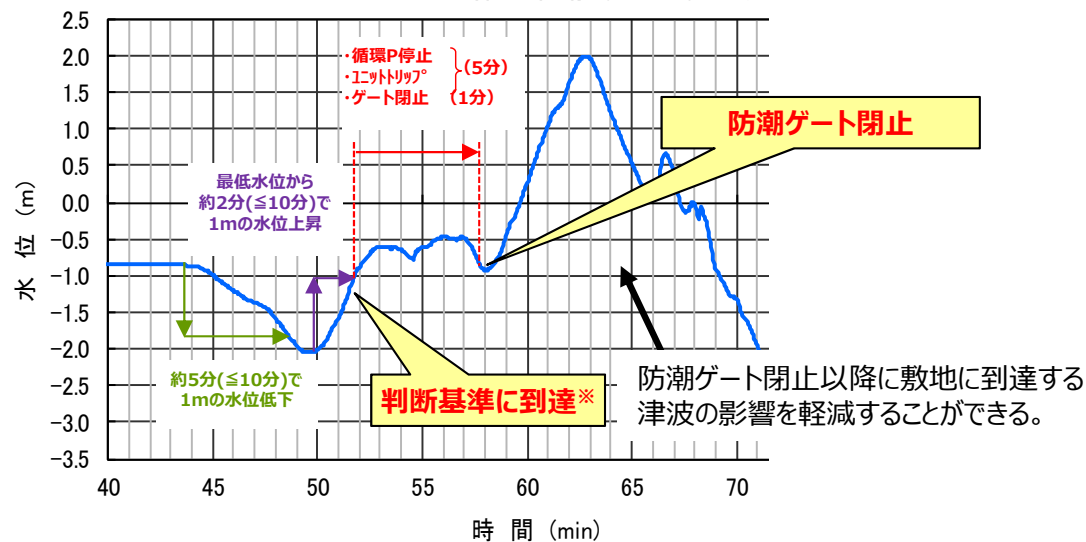
○潮位計において通常の潮汐とは異なる潮位変動※を把握した場合、津波と判断し、以下の対応を行う。

※：3台ある潮位計のうち、2台以上の観測潮位が10分以内に1m以上低下し、その後、最低潮位から10分以内に1m以上上昇した潮位変動

・潮位変動から防潮ゲート閉止までの対応（保安規定に反映済み）

- (1) 潮位計（3台設置）において、潮位変動が判断基準に到達したことを確認。
- (2) 循環水ポンプを停止。
- (3) 原子炉トリップスイッチにより原子炉を停止。
- (4) 遠隔操作により防潮ゲートを閉止。

1号炉海水ポンプ室



降下火砕物の層厚評価見直しに係る美浜、高浜、大飯発電所の設置変更許可申請

【これまでの主な経緯】

2019年3月29日 当社は大山火山の降灰層厚等を報告

- 《概要》・報告徴収命令に記載の越畑地点等7地点を含む14地点の降灰情報から等層厚線を作成し、シミュレーションを実施。
- ・DNPの噴出規模：最大11.0km³
- ・各発電所の降灰層厚(最大11.0km³時)：美浜13.5cm、高浜21.9cm、大飯19.3cm

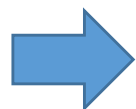
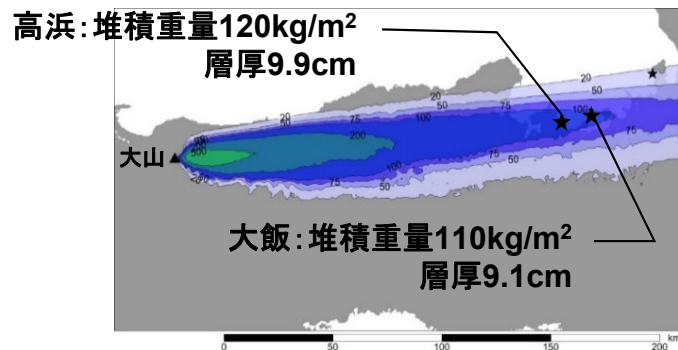
2019年6月19日 原子力規制委員会（原子炉設置変更許可申請命令の決定）

- 原子力規制委員会は、DNPの噴出規模11km³は火山影響評価として想定する自然現象として認定。2019年12月27日までに設置変更許可を申請するよう命じた。
- 本件の設置変更許可が出るまでは、他の審査・検査中の案件や今後の申請される案件は、既許可の通り、従前の想定で規制基準への適合性を判断すること、および本件許可の時点で他案件への反映などを判断するとされた。

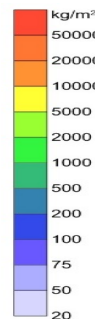
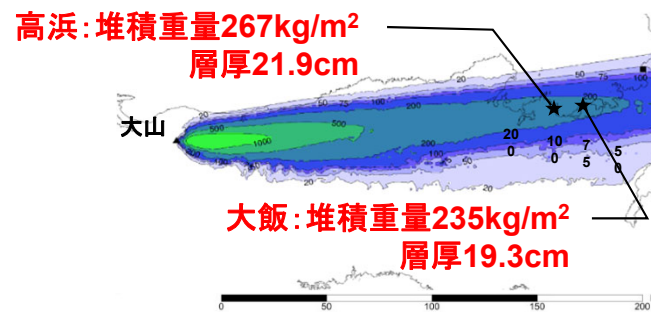
【原子炉設置変更許可申請（2019年9月26日）の概要】

- DNPの噴出規模を見直し、既許可と同様にシミュレーションを実施し、降下火砕物の最大層厚を算出。
- 発電所の建屋や設備が降下火砕物の重量に耐えられること、建屋内の機器の吸気や排気に影響がないことを確認。

【降下火砕物シミュレーションの結果（高浜、大飯の例）】



噴出規模
の見直し




【降下火砕物の最大層厚】




発電所	現在の設置変更許可		今回の申請	
	噴出規模	層厚	噴出規模	層厚
美浜発電所	5 km ³	10 cm	11 km ³	15 cm
高浜発電所				25 cm
大飯発電所				22 cm

これまでの委員会における委員からの指摘への対応

(1) 設備対策

- ・高浜1,2号機バッフルフォーマボルト回り止めピンの健全性確認  20

(2) 人材育成、教育訓練

- ・中央制御盤取替（シミュレータ訓練の状況）  21 ~ 22
- ・持続的なプラント運営に向けた要員の技術力維持向上  23 ~ 24
- ・事故時対応能力の向上訓練（運転員、指揮者クラス）  25

高浜1,2号機バッフルフォーマボルト回り止めピンの健全性確認

【原子力安全専門委員会の指摘】（第94回委員会、2019.3.15）

バッフルフォーマボルト（以下「BFB」）の目視点検、内部疲労を見つける点検を実施すべき。

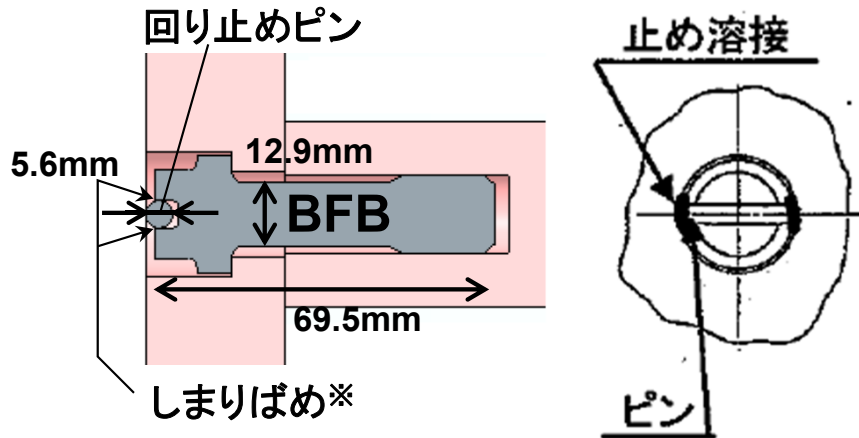
○目的

回り止めピンの健全性を確認することで、仮にBFB首下部が完全に破断していた場合においても、一定の期間であれば BFB及び回り止めピンが異物にならないことを確認する。

目視点検

- ・今回の停止中に目視点検を実施していない、高浜1号機の目視点検を再稼働前(2020年1月)に実施
- ・ボルト頭部及び回り止めピンが健全であることを確認

【BFB、回り止めピン】



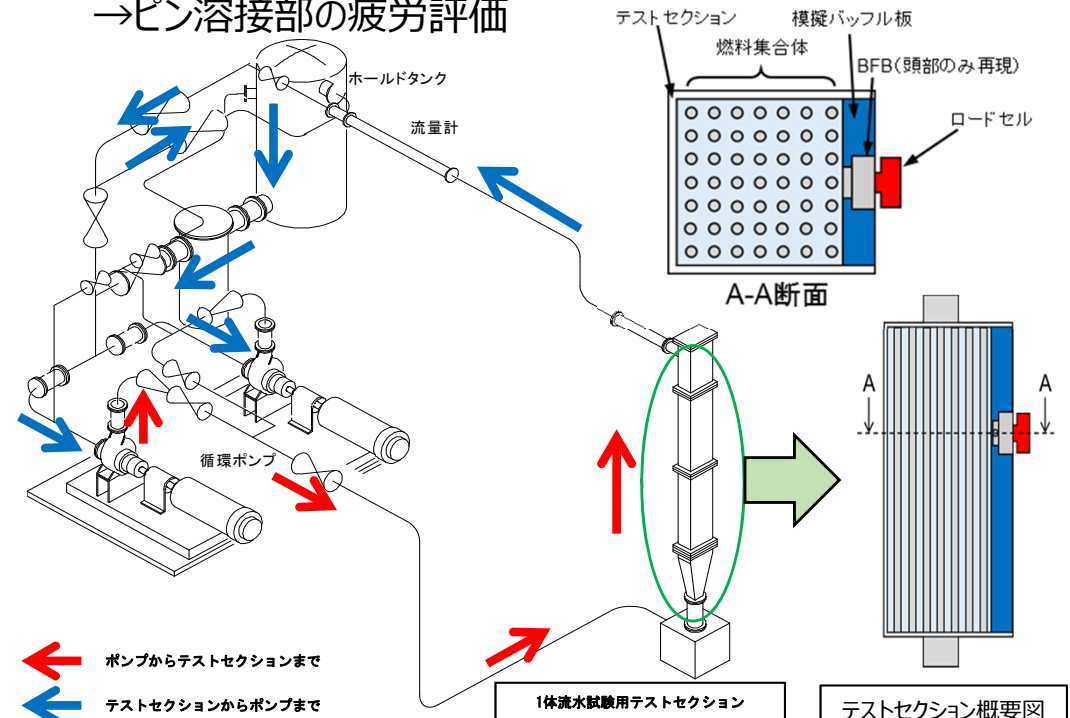
※炉内構造物の組立て時に、回り止めピンを取り付ける溝にその溝の幅より少し径が大きいピンを押し込んで固定する。

これまでの目視点検実績

1号機	第26回	第22回	第20回	第17回
	2009年	2004年	2001年	1997年
2号機	第27回(今停止期間)	第25回	第22回	第21回
	2011年	2009年	2004年	2003年

回り止めピン健全性評価

- ・モックアップ試験等による健全性評価を今年度中(2019年8月～2020年3月)に実施
- ・回り止めピンによる保持力を評価
→保持力が流体励振力を上回っていることを確認
- ・モックアップ試験により流体励振力を測定
→ピン溶接部の疲労評価



中央制御盤取替（シミュレータ訓練の状況）（1/2）

【原子力安全専門委員会の指摘】（第85回委員会、2016.5.13）

- インターフェースが大きく変わることから、運転員の習熟期間を十分に確保すること、過去の不具合など先行事例の知見を反映すること。
- デジタル計器への取り替えに先立ち、訓練を行い、不具合を洗い出し、それらに関する安全性まで考え、検討すること。

【シミュレータ設置、習熟訓練の状況】

新型中央制御盤運用開始に先立ち、運転員の習熟訓練を実施中

実施内容	
盤慣れ訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・VDU画面の選択 ・警報発信時の対応
通常操作訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・ユニット起動、停止 ・定期点検、起動時の各種検査等の対応
事故・故障対応訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・主給水管破断等のDB事象対応 ・S/G除熱機能の維持等のSA事象対応 ・多重故障対応、新型制御盤特有の故障対応
SA対応訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・成立性確認訓練
フォローアップ訓練 (必要に応じて)	ユニット起動、停止及び事故時対応の弱点フォローアップ

年度	2016	2017	2018	2019	2020～
シミュレータ工程	準備	製作・据付	習熟訓練	現時点	反復訓練
本体工程			既設撤去・新設設置・機能試験	仮設盤運用	



原子力運転サポートセンター内の高浜シミュレータ室

【訓練状況】

- 習熟訓練は予定どおり進んでおり、必須カリキュラム（5日間を3回/班）は2019年7月までに全班完了。
現在は、これまでの訓練を振り返り、各班ごとに更なる習熟を目指した訓練（5日間/班）を実施している。
- 通常操作、事故・故障対応操作の習熟は着実に進んでおり、訓練評価結果は良好である。

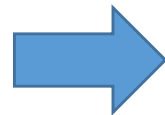
【受講者の改善意見と対応状況】

- 訓練中の気付き事項として、ほう酸ポンプ起動試験手順書にて、ポンプ停止時の操作内容（停止・引きロック→自動を押す）が記載されていたが、状態もあわせてVDU画面にて確認する旨、手順書の注意事項欄に追記するよう提案した。
（改善状況） 訓練中の気付き事項について検討の上、ほう酸ポンプ起動試験手順書記載について、ポンプ停止時の操作内容（停止・引きロック→自動を押す）に加え、状態もあわせてVDU画面にて確認する旨、手順書の注意事項欄に追記した。
- 監視操作画面のディーゼル発電機力率表示が、デジタル表示（絶対値表示）に変わったため力率の遅れ、進みが分からなくなった。（アナログ計器では指針の位置で遅れ、進みが分かった）
（改善状況） 監視操作画面のディーゼル発電機力率表示を力率の遅れ、進みが分かるよう画面表示を改善し監視機能の充実を図った。

アナログ計器（中央制御室盤力率計）

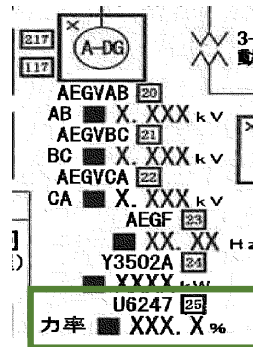


デジタル表示
に変更

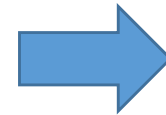


デジタル表示（力率計）イメージ

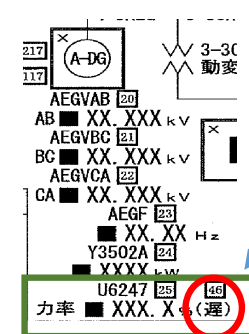
<改善前>



力率の遅れ、
進みの表示改善



<改善後>



力率の遅れ
表示の例

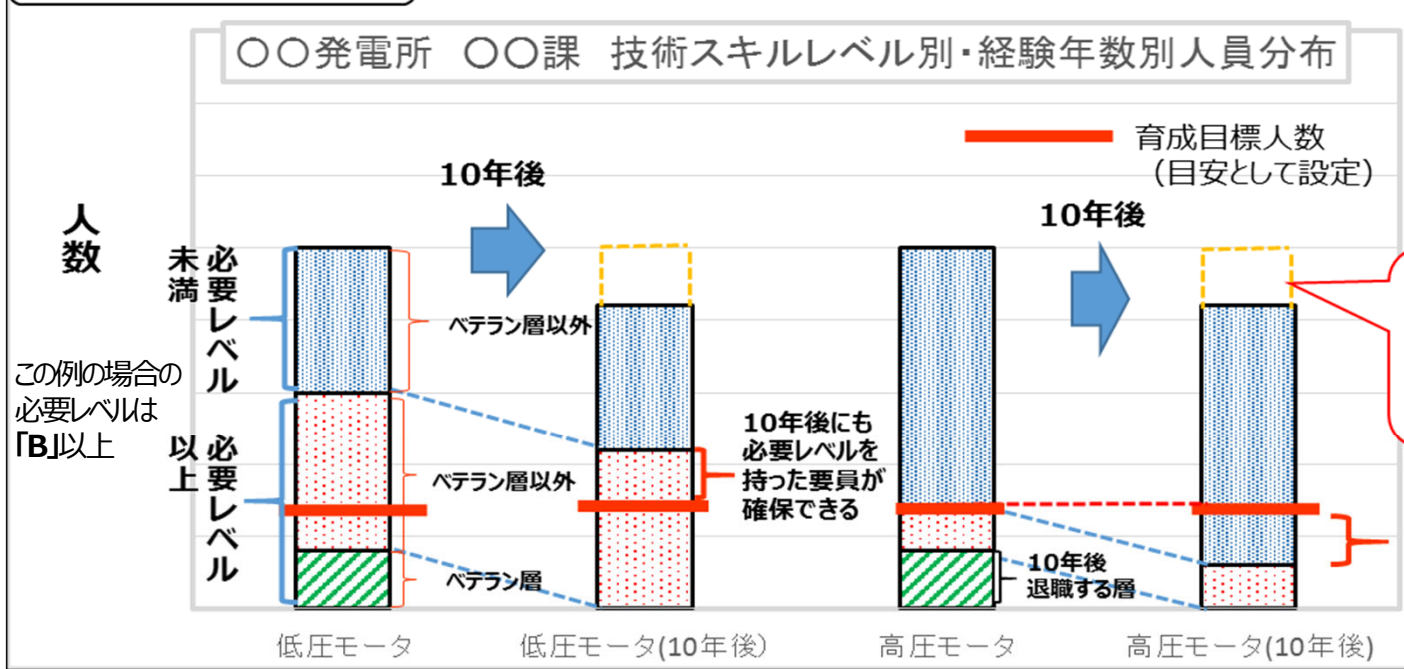
持続的なプラント運営に向けた要員の技術力維持向上 (1/2)

【原子力安全専門委員会の指摘】(大飯3, 4号機の報告書、2017.11.22)
 ○想定する運転期間中の人的資源等を確保するための方策を構築すること

分類	抽出された課題
C: 評価	○育成の仕組みはあるが動機付けが一律ではなく、育成状況にばらつきがある
A: 改善	○育成目標が定性的なため、目標の共有が難しい場合がある
P: 計画	○職能等によっては「何を優先して教えるか」の絞込みができておらず、円滑な知識・スキルの積上げに支障となる場合がある
D: 実施	○運転中プラントの実機経験が不足している発電所の要員については、継続的に取り組む必要がある ○ベテラン層の大量退職に備えてノウハウの文書化が必要な場合がある

- ➡ ○育成結果の評価・見える化による育成状況把握
- ➡ ○見える化した育成状況を元に育成目標を設定
 ・育成結果を元に明確化された育成目標を共有することによる効果的な教育計画の策定
- ➡ ○育成目標に合わせた育成計画を策定
 ・優先的に習得すべき知識・スキルの精査・絞込みを行うことによる目標の共有
 ・目標との乖離が大きいものについては、配置転換やOJTによる育成の強化
- ➡ ○育成計画に基づき育成を実施
 ・育成の推進力としてキーマンを置き、育成責任の明確化、事業本部との連携とサポートによる育成管理の充実
 ・OJT指導者研修の実施 など

見える化の例



例) 保守課の技術スキル

区分	レベル
A	実務を通じた現場ベースの対象設備の知識を十分理解している
B	対象設備の基礎的知識を理解している
C	対象設備の理解が不十分である

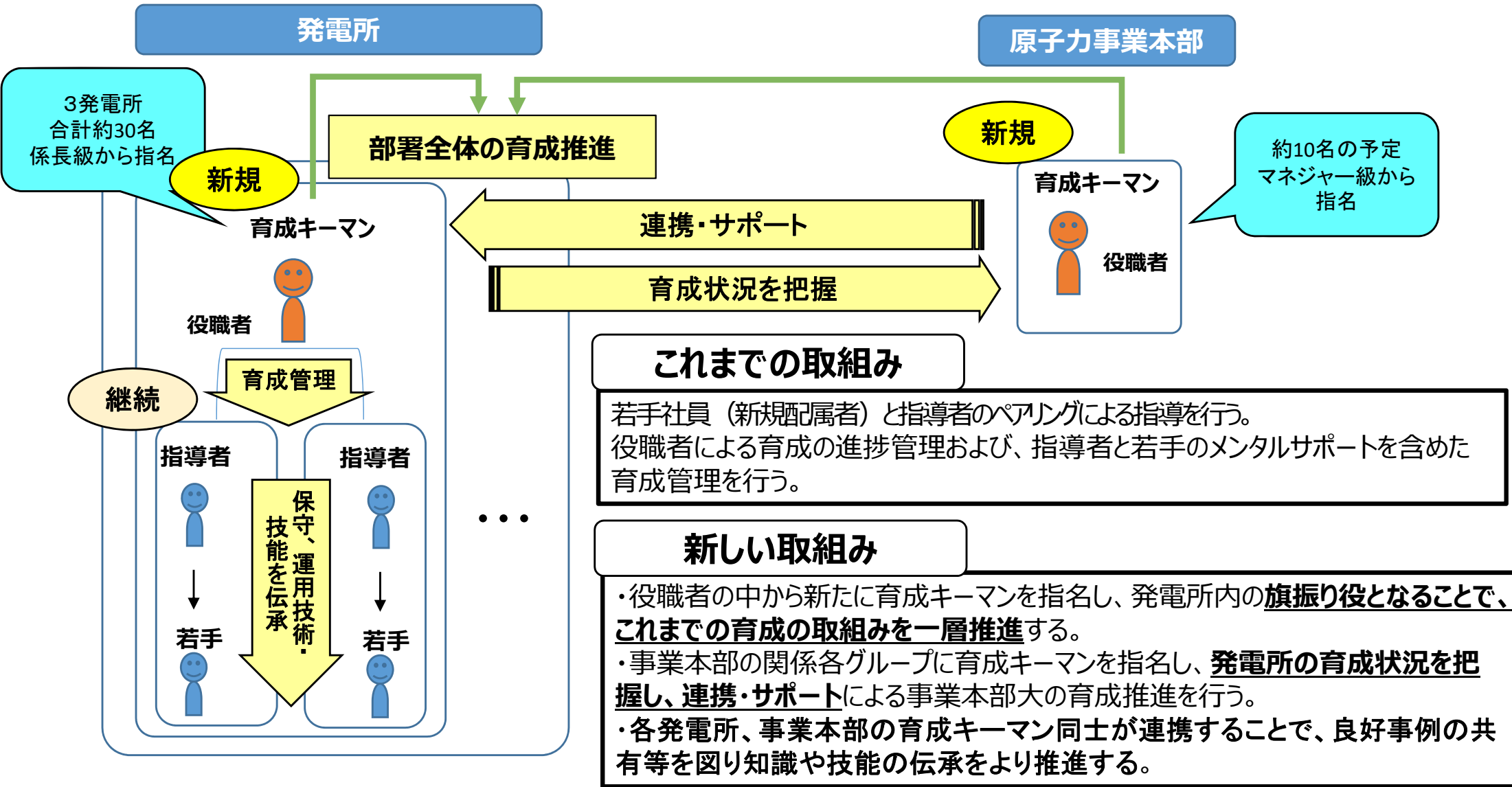
・スキル別に年齢構成を考慮した育成目標人数を目安として設定し、育成を実施する。
 ・育成状況に応じて、育成計画を設定し、策定する。

今後育成する必要あり
 ※現時点では、レベルに達していないが、10年後には、必要レベルに達する必要がある層

育成の強化を計画

育成管理の充実の例

育成の推進力としてキーマンを置き、育成責任の明確化と、事業本部との連携とサポートにより育成管理の充実を図る。



事故時対応能力の向上訓練(運転員、指揮者クラス)

【原子力安全専門委員会の指摘】(第80回委員会、2015.5.7)
〇プラント挙動に関する物理事象をしっかりと押さえて、教育・訓練への対応を図ること。

炉心溶融モデル(MAAP)を用いた訓練 (対象：運転員)

目的：炉心損傷後のパラメータ挙動をシミュレータで模擬し、中央制御室での対応操作に関する知識・技能向上に寄与する。

実施内容：動画教材などを併用しながら知識面（炉心損傷判断）を向上

シミュレータによる対応訓練で技能面（炉心損傷後の対応操作、操作によるパラメータ挙動、効果検証）を向上

【実績】2019年9月末実績で234名が受講

今後の予定：格納容器過圧破損・格納容器過温破損・水素燃焼に至る事象を4事象用意し、4年で一巡するよう計画

年	H30年度	R1年度	R2年度	R3年度	R4年度	R5年度	...
訓練事象	①	②	③	④	①	②	...
訓練事象 実施回数	1巡目				2巡目		



シミュレータでの訓練の様子

【原子力安全専門委員会の指摘】(大飯3, 4号機の報告書、2017.11.22)

〇運転員や緊急安全対策要員等の意思決定能力や現場力の強化を図るための教育訓練について、実践的かつ実効的な訓練となるよう発電所と原子力事業本部が連携を図り、現場の意見を踏まえ改善に努めていくこと。

たいかん訓練(対象：指揮者クラス)

目的：福島第一事故の教訓として、重大事故時に発電所対策本部の指揮者が的確に統率・指揮できるよう、緊急時のリーダーシップ能力を高める。

実施内容：

- ・コントローラーから、シナリオに基づき情報を電話のみで伝達
- ・指揮者等の役割を付与されたプレイヤーは、電話による情報を基に、状況把握、対応策検討、意思決定、指令等の対応
- ・次々に阻害事象（例：現場の不審者からの連絡、現場でのけが人発生）を伝達し、ストレス下での対応を訓練
- ・訓練後、全員が振り返りの討議に参加し、自身とチーム全体での気づき事項を出し合い、自身の反省と改善に繋げる

【実績】2016～2018年度に計16回（約2時間/回）実施
 合計115名が参加

プレイヤー <発電所対策本部>

コントローラー <別室>



情報伝達は電話のみ

プレイヤーの動きをモニタリング