

福島第一原子力発電所事故を踏まえた 原子力災害時の初動体制等に係る 追加安全対策について

1. 初動人員体制の強化
2. 指揮命令系統の明確化
3. 運転員等のシビアアクシデント対応能力の向上
4. 途絶しない情報通信網の確立
5. 災害対応資機材等の充実

平成24年3月30日

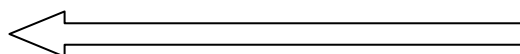
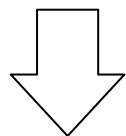
関西電力株式会社

・H23.4.8 福島事故を踏まえた安全性向上対策実行計画 等

	主な対策内容
緊急対策	電源車の配備、消防ポンプ・消火ホースの配備、扉等へのシール施工 等
応急対策	空冷式非常用発電装置の設置、海水供給用可搬式ポンプの設置、防潮堤・防護壁の設置 等
追加対策	恒設非常用発電機の設置、大容量ポンプの配置、海水ポンプモータ予備品の保有 等
シビアアクシデント対策	通信手段の確保、高線量防護服の配備、水素爆発防止対策、免震事務棟の設置 等

・H23.11.28 ソフト面等の安全対策実行計画

	主な対策内容
ソフト面の対策	緊急時対応体制の強化、発電所支援体制の強化、通信の強化、マニュアルの整備と訓練の実施、資機材運搬手段の多様化 等
ハード面の対策	防潮堤・防護壁等の設置(具体的な計画表明)、免震事務棟の設置(具体的な計画表明)、外部電源の信頼性向上・強化 等



H23.12.26 東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会による中間報告 等

<追加計画項目>

1. 初動人員体制の強化 2
2. 指揮命令系統の明確化 3
3. 運転員等のシビアアクシデント対応能力の向上 4
4. 途絶しない情報通信網の確立 5
5. 災害対応資機材等の充実 6

1. 初動人員体制の強化

(初動対応要員のさらなる増員、協力会社による発電所支援体制の構築)

事故前

11月時点の実行計画

今回の追加対策

福島事故の知見

常駐

参集

事故前の倍の人数

事故前の倍の人数

80人

美浜: 26人
高浜: 29人
大飯: 29人

運転員等が常駐

131人

美浜: 26+16人
高浜: 29+16人
大飯: 29+15人

休日・夜間に地震・津波により全プラントで全交流電源喪失が発生した場合において電源・給水の確保が可能な体制を構築

155人

美浜: 26+16+5人
高浜: 29+16+9人
大飯: 29+15+10人

左記に加え、外部の支援なしでの給水確保に十分な余裕を持った体制

477人

美浜: 153人
高浜: 164人
大飯: 160人

事故時に社員が参集

488人

美浜: 153人
高浜: 164人
大飯: 160人

+メーカー: 11人

緊急時に設計根拠や機器の詳細な情報を即座に入手し、事故収束手段を検討する体制を構築

約900人

美浜: 153人
高浜: 164人
大飯: 160人

+メーカー: 11人

+協力会社: 約410人

美浜: 約110人 高浜: 約150人 大飯: 約150人
・現場作業(例; モータ、弁、ポンプ修理)
・放射線管理支援(例; 放射線測定)
・エンジニアリング支援(例; 炉心管理)

非常時に必要な技量を持った要員の派遣を確実にうけることができるよう要員派遣体制を構築

初動対応要員のさらなる増員(大飯発電所の例)

- ケーブルつなぎ込み口の改造により少人数でも迅速な電源確保を可能にするとともに、外部支援がない状態であっても電源確保と給水確保が独立して実施できるよう、初動対応要員を現状の44名から10名増員する

現状	
運転員	22名
運転員の支援	2名
当番	2名
消防	5名
当番(現場指揮)	1名
瓦礫	1名
電源確保	8名
給水確保	3名
合計	44名
守衛	3名
合計	47名

4月以降の計画		余裕
運転員	22名	
運転員の支援	2名	
当番	3名 (1名追加)	1名
消防	5名	
当番(現場指揮)	1名	
瓦礫	1名	
電源確保 (燃料補給) [必要数4]	8 ↓ 4→6名 (2名追加)	2名
給水確保 [必要数11]	3 ↓ 7→14名 (7名追加)	3名
合計	54名 (+10名)	6名
守衛	3名	
合計	57名 (+10名)	

2. 指揮命令系統の明確化

の福島事故
の知見

事故前

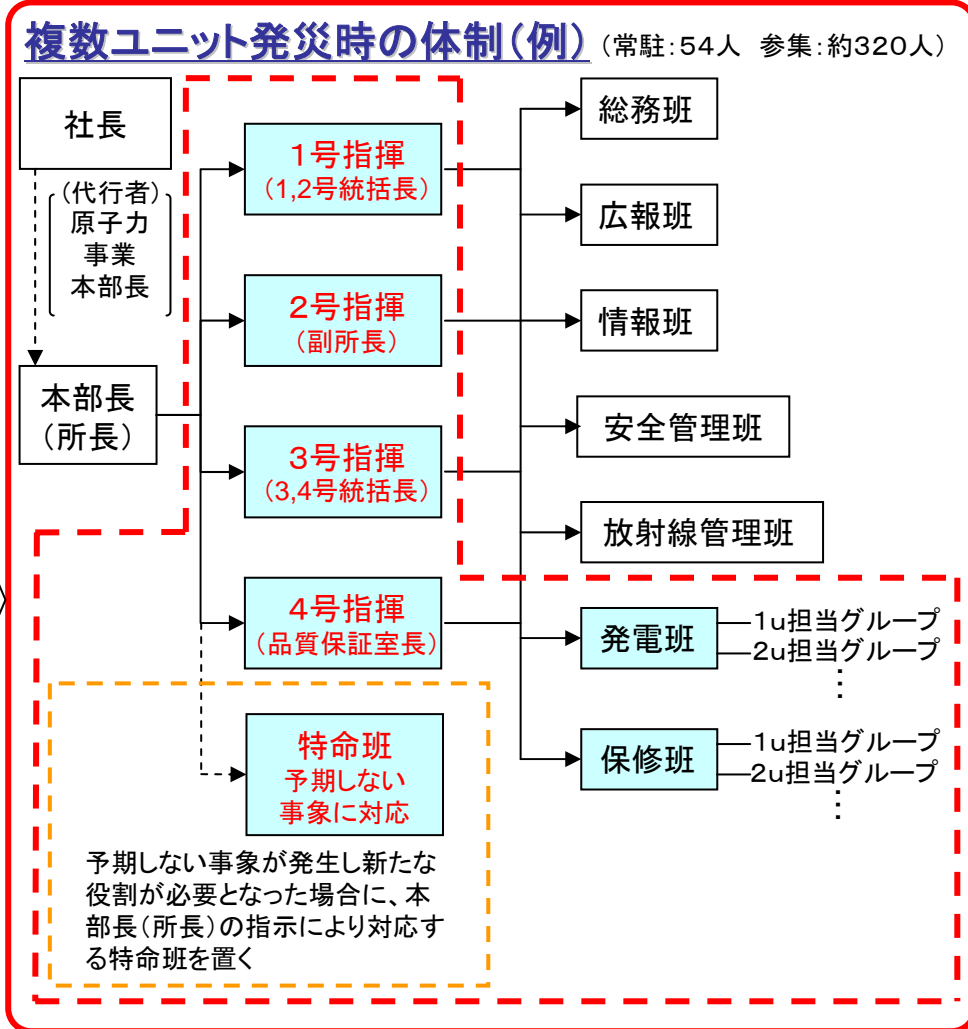
11月時点の
実行計画

今回の追加対策

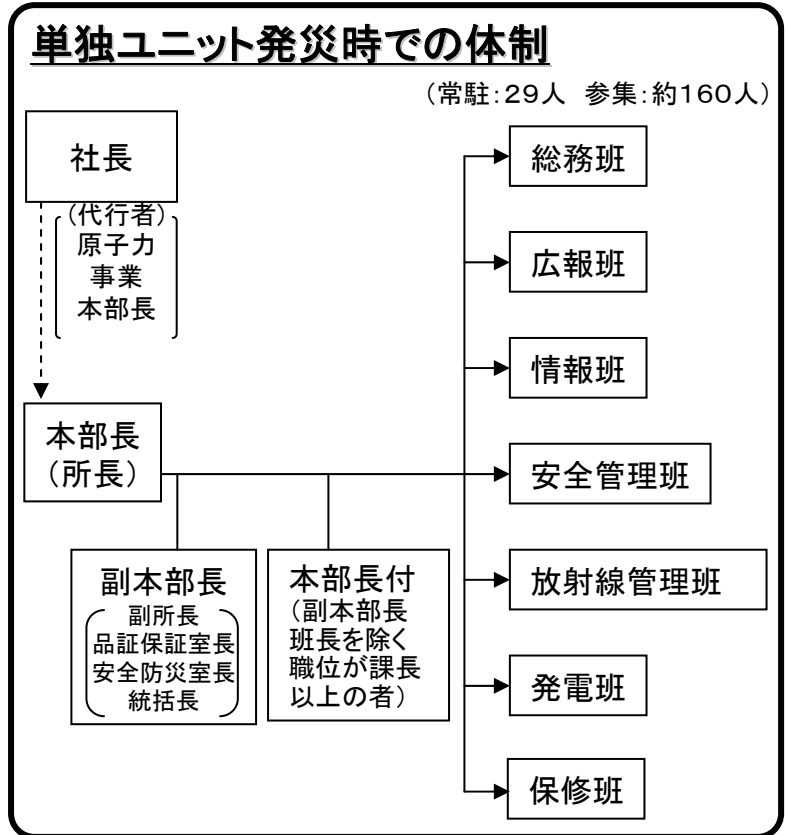
・緊急時の海水注入判断が不明確

・複数ユニット同時発災時に情報が混乱
・予期しない事象に対応する役割が不明確

原子力災害発生時における指示明確化
(発電所長)蒸気発生器への海水注入判断
(当直課長)プラント運転操作や停止判断



緊急時対応体制(大飯発電所の例)



3. 運転員等のシビアアクシデント対応能力の向上

事故前

11月時点の実行計画

今回の追加対策

福島事故の知見

- ・長時間の全交流電源喪失事故の発生
- ・複数号機同時発災

- ・中央制御室での監視と操作を前提にしたマニュアル
- ・非常用復水器動作状況の誤認識
- ・SPDSが使用出来ない状態での事故対応

福島事故の反映

実効性の向上

シビアアクシデントマニュアルの整備

- ・地震津波による機器損壊等の想定不十分

福島事故を反映したマニュアルの整備

- ・地震津波による機器損壊等を想定したマニュアル整備

現場操作の詳細情報を盛り込んだマニュアルの整備

4-1

4-2

- ・現場操作機器の設置場所、操作方法等の詳細を明記
- ・SA時の線量率予測図の作成

アクシデントマネジメントの概要の教育

- ・SAやAMの概要教育
- ・SA対応時の操作訓練

福島事故を反映したマニュアルに基づく教育

- ・マニュアルに基づく操作手順等の教育と訓練

自らがプラント状態を理解して対応するための教育

4-3

- ・メーカー等の協力を得て実地も含めた教育を実施
- ・協力会社に対して、SA対応時の教育を行う

原災法に基づく総合訓練の実施

- ・原災法に基づく訓練(1回/年)

福島事故を反映した具体的な訓練の実施

- ・電源接続や給水などの個別訓練の実施
- ・総合訓練の実施

より厳しい条件を想定した訓練の実施

4-4

- ・抜き打ち参集訓練
- ・通信設備等が使用不能な場合を想定した訓練
- ・高線量環境を想定した訓練
- ・複合事象を想定した実機の模擬制御盤による訓練

シビアアクシデント対応

①中央制御室での必要パラメータが確認できない場合の代替確認手段について、妥当かどうか再チェックする。

全交流電源喪失

現状マニュアルの例

ステップ	操作または確認事項	操作または確認失敗の場合の措置
4	S/Gへの補助給水流量を確認する。 (1) タービン動補助給水ポンプ 「自動起動」 (2) 補助給水流量 (全S/Gへの合計流量が125m ³ /h以上) (3) タービン動補助給水ポンプ起動速度制御ピ ストン油供給電磁弁バイパス弁(DW-318) を開く。	手で起動する。

再チェック箇所

流量計で確認
出来なければ
現地の状態確
認で判断する

②上記マニュアルで開閉する弁等について、設置場所および必要情報をマニュアルへ追加記載する。

現状マニュアルの例

弁名称	弁・ダンパ 番号	現在の 状態	AM操作で 「開」の 必要の ある弁	注意・備考
安全注入信号(S信号)により隔離される弁				
充てんライン格納容器隔離弁	CS-157	開・閉	○	充てん系による注入を実施する場合は「開」にする必要がある
充てんライン止め弁	CS-155	開・閉	○	充てん系による注入を実施する場合は「開」にする必要がある
格納容器隔離動作 A(T信号)で隔離される弁				
加圧器逃がしタンクガス分析ライン格納容器第1隔離弁	RC-077	開・閉	×	



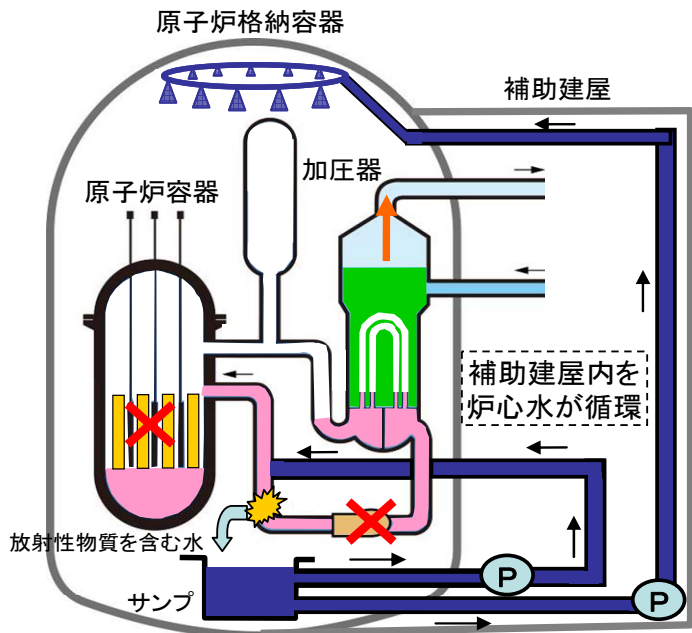
追加記載例

弁名称	弁・ダンパ 番号	設置 場所	現在の 状態	AM操作で 「開」の 必要の ある弁	注意・備考
安全注入信号(S信号)により隔離される弁					
充てんライン格納容器隔離弁	CS-157	アキュム EL22	開・閉	○	充てん系による注入を実施する場合は「開」にする必要がある。 〈訓練ならびに知見を踏まえ必要情報を適宜追加〉
充てんライン止め弁	CS-155		開・閉	○	充てん系による注入を実施する場合は「開」にする必要がある。
格納容器隔離動作 A(T信号)で隔離される弁					
加圧器逃がしタンクガス分析ライン格納容器第1隔離弁	RC-077		開・閉	×	

- ・ 整備・拡充したマニュアルにより訓練を実施し妥当性を検証する
- ・ AM知見の拡充に努め、適宜マニュアルを充実していく

炉心が損傷すると

発電所建屋内の放射線量が上昇



放射線量に関する情報を事
前に入手し、現地作業、避
難誘導等に活用する

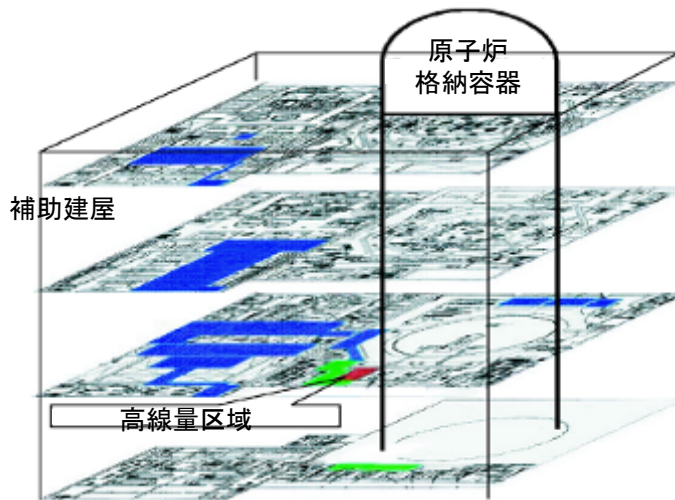
事前に発電所建屋内の線量
率予測図を作成し、マニュアル
類に反映



事象進展を踏まえた各系統等からの
放射線の影響を解析で求め、これを
活用する
(2年程度かけて順次実施予定)

線量率予測図 のイメージ

建屋内



(色により線量率を区分)

- : 〇〇mSv/h以上
- : △△~〇〇mSv/h
- : □□~△△mSv/h

AM対応要員に対する教育

○事故シナリオ

- ・事故時の圧力・温度等で作動する機器のロジックやシーケンス等も含めた事故進展の知識の向上

○対応策

- ・AM対応時に使用する系統、機器(系統状態、機器の構造・挙動等)に対する深い知識の向上

○プラントの設計思想

- ・機器等の設計思想を踏まえたAM対応時の使用条件・発揮能力等についての深い知識の向上

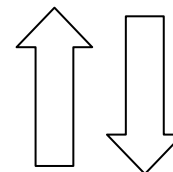
机上のみならず、実地を含めた教育を実施していく

協力会社支援要員に対する教育

- 発生事象、初動対応等の知識の付与

メーカー等外部専門家の
協力を得て
強化を図っていく

- 教育資料等の充実
- 技術者の派遣等による講義
(例)・メーカーを含めた設備検証
・米国スリーマイル島(TMI)
事故反映事項の検証 等



- ・国内外のAM全般に関する最新知見の収集・反映

・福島事故の教訓を反映し、訓練の充実を図る

○参集訓練

- ・寮等を出発地点とする参集訓練を実施（実態に即した参集訓練を実施）
- ・ 予め訓練の実施を周知しない
- ・ 夜間等に実施 等

○高線量環境を想定した訓練

○プラントパラメータ表示システムや通信設備が使用不能な場合を想定した訓練

以下の観点に着目して訓練を実施

- ・ データ収集方法の明確化 — データ採取場所、採取者、取纏め者の明確化等
- ・ データ伝送代替方法の確認 — 中央制御室と事故対策本部間等で緊急時衛星通報システムを用いたメールでの送信等

○シミュレータ訓練での複合事象(地震と全交流電源喪失時)発生時に

おける応用対応能力向上訓練

- ・ 運転サポートセンターおよびNTCにおいて訓練を実施

○今回の追加対応の検証

- ・ 複数機同時発災時、号機毎に役割を明確化
- ・ 強化した通信設備の活用
- ・ 新知見等を反映したAMマニュアルの検証 等

訓練の実施結果を各種要領や次回訓練に反映するとともに、
適宜最新知見を反映し、訓練の充実を図る

4. 途絶しない情報通信網の確立

事故前

11月時点の実行計画

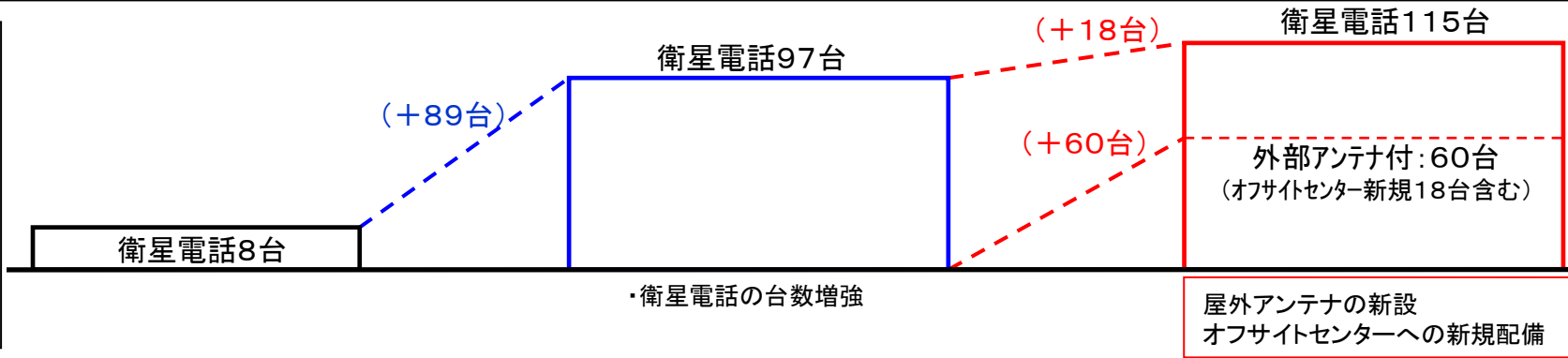
今回の追加対策

福島事故の知見

- ・全交流電源喪失や津波による浸水時に通常の通信設備が遮断された
- ・使用済み燃料プール水位監視不能
- ・モニタリングポスト監視不能

- ・事故により屋外の放射線量が上昇した場合、衛星電話が屋外で使用できなくなる可能性がある
- ・福島事故において、敷地内に設置されていたモニタリングポスト全てが監視不能となった
- ・原子炉水位等重要計器の不信頼

衛星電話



社内LAN

有線回線によるネットワーク

衛星回線によるネットワークを追加

- ・社内ネットワークのバックアップ回線として追加

発電所敷地境界
モニタリングポスト

測定データの有線による伝送

モニタリングポストの電源強化

- ・バッテリー容量等の増強

モニタリングポストのバックアップ回線の新設 5-2

- ・モニタリングポスト測定データの伝送系に無線を追加

可搬型モニタリングポストの整備 5-2

- ・代替監視用の可搬型モニタリングポストを整備

計器

使用済燃料プールの水位監視機能の強化

- ・非常用電源につながる水位監視カメラと水位計を新設

原子炉等の状態を監視する計測器の開発 5-3

- ・過酷な環境下においても計測できるシステムを研究開発

・衛星携帯電話による屋内での通信を 確実にするため、屋外アンテナを追加設置

発電所



	震災前	現状	今後
美浜発電所	1	24	24
	[0	→ 0	→ 10]
大飯発電所	1	26	26
	[0	→ 0	→ 10]
高浜発電所	1	23	23
	[0	→ 0	→ 10]

[] : 屋外アンテナ付

原子力事業本部



[] : 屋外アンテナ付

	震災前	現状	今後
	2	14	14
	[0	→ 0	→ 12]

本店(大阪)

衛星電話数

	震災前	現状	今後
	3	10	10



・連絡手段を充実させるため、オフサイトセンターに衛星携帯電話(屋外アンテナ付)を新規配備

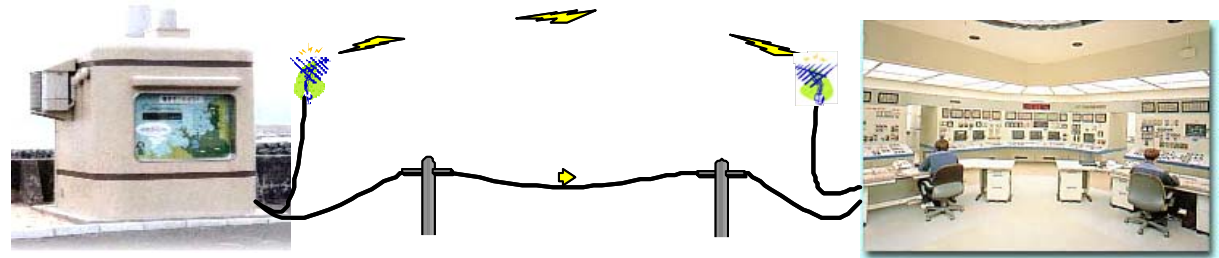
オフサイトセンター 美浜・大飯・高浜

震災前	現状	今後
0	→ 0	→ 各 6
(計 18)		



・バックアップ回線の新設

固定式モニタリングポストのデータ伝送系の
二重化(有線に無線を追加)



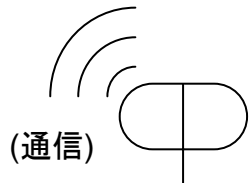
・可搬型モニタリングポストの整備

災害時には固定式モニタリングポストは
機能しなくなることも想定し、

可搬型モニタリングポスト(電源・通信機能付)を整備

6台×3発電所=18台を整備

固定式モニタリングポストの電源については
すでに強化済
・バッテリー1時間から4時間に増強
・小型発電機の配備



電源は、AC電源の他、内蔵バッテリー+着脱式外部バッテリーにより長期間の連続測定を想定。通信機能も有す。

- ・福島第一原子力発電所の炉心損傷という過酷な事故を踏まえ、過酷事故環境下においても、プラント重要パラメータを計測可能な計装システムを開発し、将来的にはその実用化に向けた検証を行う。

■技術課題

- ・過酷事故(SA)環境条件下における
監視機能維持のための計装システムの耐環境性強化
- ・対象パラメータに対する技術適用性の検証と成立性の確立
- ・事故環境下での計測値、信頼性確認方法の確立 等

■過酷事故計装システムへの要求

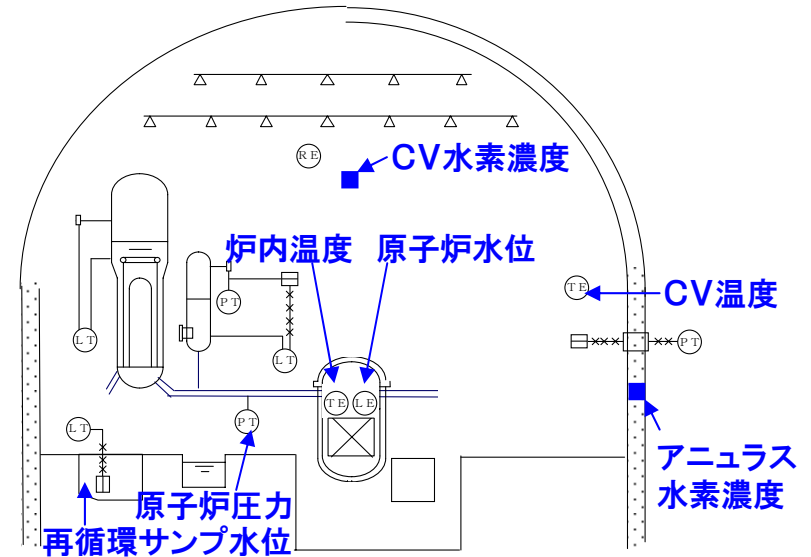
- ・過酷事故時の耐環境性
- ・電源喪失時のバックアップ手段確保 等

■検討項目

- ・耐熱材料・耐放射線材料の適用
- ・環境変化に対するセンサ出力補償方法
- ・遠隔校正方法の検討 等

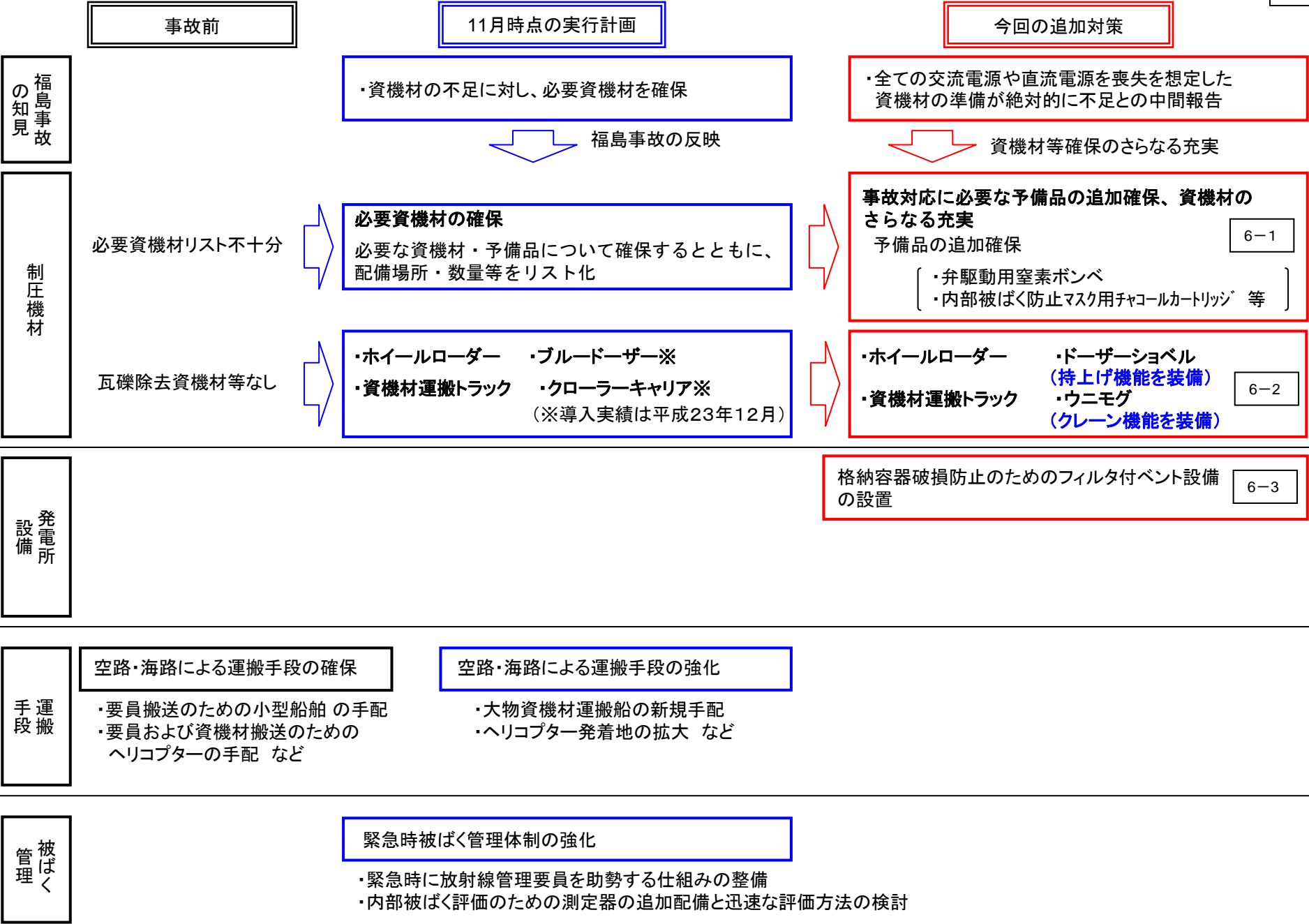
■研究スケジュール

- ・H24.1～H26.9



研究項目	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度
1.計装システムの要求条件の定義	□			
2.計装システムの基本計画の策定		▬		
3.計装システムの開発			▬	
4.規格・指針案の作成		▬		
5.研究成果のまとめ				▬

5. 災害対応資機材等の充実



資機材の充実と予備品の追加確保(1/2)

現 状

水源確保用

- ・ 消防ポンプ
- ・ 可搬式エンジン駆動ポンプ
- ・ 消火ホース

等

電源確保用

- ・ 空冷式非常用電源装置
- ・ 電源ケーブル

等

その他

- ・ 懐中電灯
- ・ ホイールローダー
- ・ タンクローリー
- ・ 衛星携帯電話
- ・ トランシーバ

等

必要な資機材・予備品を確保するとともに、
配備場所・数量等をリスト化

資機材リスト(4ユニット合計)

別紙4

1. 電源応急復旧に必要な資機材

資機材	数量	点検頻度	担当	保管場所	備考
空冷式非常用発電装置 1825 KVA	8台	1回/2週間 (起動試験)	電気係修課 タービン 修修課	背面通路 EL. 31m 背面通路 EL. 33m	必要な設備へ供給する電源容量に応じて運転する。 (高温停止に必要な台数: 1台/ユニット)
電源車用接続工具類	一式	1回/年(外観点検)	電気係修課	第二事務所	

ディーゼル発電機代替冷却海水供給に必要な資機材については、別紙2-1-5、別紙2-1-6および別紙2-1-7に記載

2. 蒸気発生器への給水確保に必要な資機材

資機材	数量	点検頻度	担当	保管場所	備考
消防ポンプ(可搬式エンジン駆動ポンプ) [吐出圧 0.8MPa、定格流量 46m ³ /h以上]	6台	2回/年(外観点検・機能点検) 1回/年(総合点検)	所長室	吉見トンネル	
消防ポンプ(可搬式エンジン駆動ポンプ) [吐出圧 1.0MPa、定格流量 36m ³ /h以上]	8台				
消防ポンプ(可搬式エンジン駆動ポンプ) [吐出圧 0.8MPa、定格流量 67m ³ /h以上]	8台				
消防ポンプ(可搬式エンジン駆動ポンプ) [吐出圧 1.0MPa、定格流量 52m ³ /h以上]	20台				
消火ホース	一式	2回/年(外観点検)	所長室	吉見トンネル	計504本
消火ホース分岐管	一式	2回/年(外観点検)	所長室	吉見トンネル	計8本
フローズルフランジアダプタ	一式	1回/年(外観点検)	タービン修修課	1、2号機タービン建屋3階	
M/Sドレン管フランジアダプタ (ボルト・ナット含む)	一式	1回/年(外観点検)	タービン修修課	1、2号機主蒸気ヘッド室	
逆止弁フランジアダプタ	一式	1回/年(外観点検)	タービン修修課	3、4号機主蒸気主給水配管室	
トラップフランジアダプタ	一式	1回/年(外観点検)	タービン修修課	3、4号機主蒸気主給水配管室	
ブローダウンタンク入口フランジアダプタ (ボルト・ナット含む)	一式	1回/年(外観点検)	タービン修修課	3、4号機ブローダウンタンク室	

今後の計画

資機材の充実

- ・ 計測機器の電源確保のためのバッテリー
- ・ 弁作動用空気確保のためのコンプレッサー

等

予備品の追加確保

- ・ 内部被ばくの確実な防止のためのマスク用チャコールカートリッジ
- ・ 空気作動弁等の動力確保のための窒素ボンベ

等

さらなる資機材リストの作成・配備

必要な資機材・予備品が不足した場合に、速やかに手配(購入・借用等)が行えるよう、協力会社持資機材も含め整備した資機材リストを作成し、原子力事業本部や各発電所に配備

事故対策に必要な資機材を必要数以上に確保

資機材の充実と予備品の追加確保(2/2)

- ・漂流物および瓦礫についてはホイールローダにより撤去可能であるが、ブルドーザおよびクローラキャリア、さらには今後配備予定のウニモグ等のクレーン機能を追加強化し、更なる瓦礫撤去機能を強化していく

ホイールローダー [H23.6.1]



資機材運搬トラック(2t, 4t) [H23.4.4]



ブルドーザー [H23.12.16]



クローラキャリア [H23.12.16]



約6ヶ月以降
(H24.7以降目途)

ホイールローダー



資機材運搬トラック(2t, 4t)



ドーザーショベル



物を持ち上げる機能を
を装備

ウニモグ



物を掴む:クレーン
(グラップル)機能を
装備

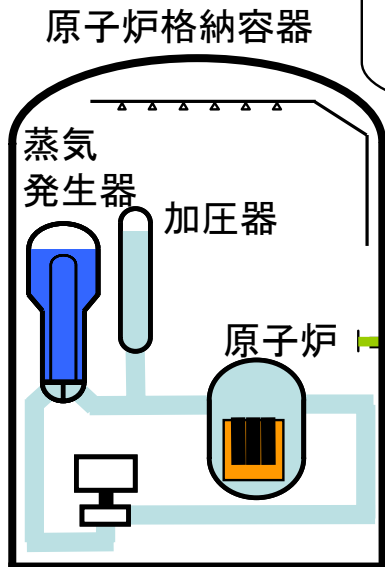
置換え
(性能強化)

フィルタ付ベント設備

- ・万一、炉心損傷により格納容器の内圧が大幅に上昇した際に、格納容器の圧力を低減し損傷を防止
- ・フィルタ機能を有することで、放射性物質を除去し、土地汚染による長期避難を極小化

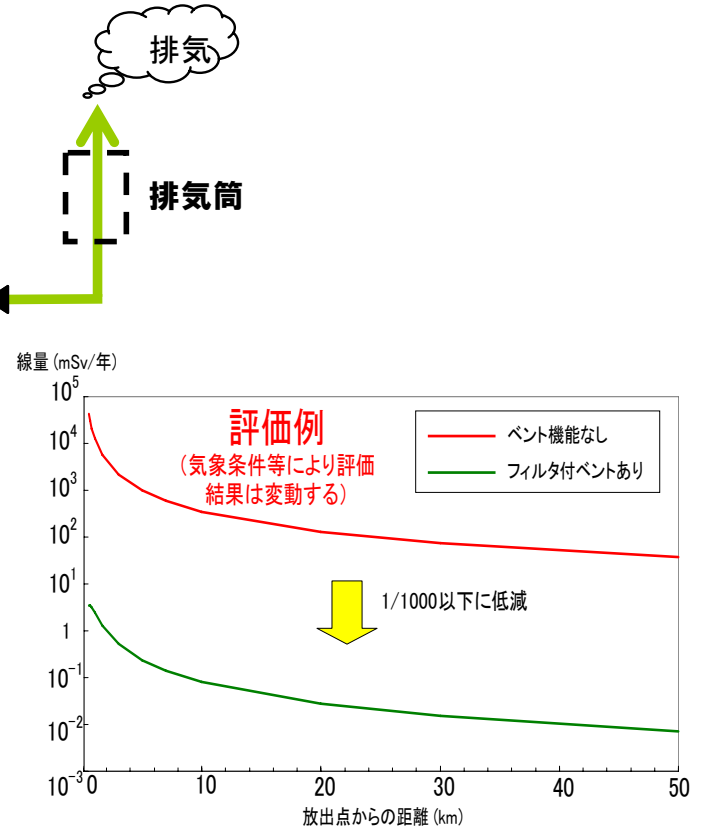
概念図

格納容器からの放射性物質を含んだ気体を外部へ放出する前に、フィルタを通すことにより、放出する気体から放射性物質を除去



気体の流れ

フィルタ



排気

排気筒

- これまでに実施している安全性向上対策の計画に加え、今回、新たに策定した追加対策を鋭意実施し、安全性向上対策をさらに充実し、実効性の向上に取り組んでまいります。
- 今後も、福島第一原子力発電所事故についての情報収集、分析を継続的に実施し、新たな知見獲得に努める等、原子力発電所の安全性の向上に、全社一丸となって努力してまいります。