

美浜・大飯・高浜発電所の  
安全性向上対策の実施状況等について  
(緊急時対応体制、訓練など)

平成29年8月29日

# 大飯発電所の教育訓練

- 新規制基準を踏まえ、運転員を対象とした重大事故等に対処するシミュレータ訓練を計画的に実施中。
- 重大事故等対処設備について、事故対応訓練上必要なものは、適宜シミュレータに反映。

## 【シビアアクシデント対応能力向上に向けたシミュレータ訓練概要】

訓練項目	概要
シビアアクシデント時プラント挙動コースの追加	<ul style="list-style-type: none"><li>・シビアアクシデントの概要、プラント挙動及び対応操作による影響（効果）を理解</li><li>・対応操作の目的、重要性を理解</li></ul>
全交流電源喪失訓練 （直員連携訓練に追加）	<ul style="list-style-type: none"><li>・地震、津波等により全交流電源喪失が発生し、海水系統、外部電源が復旧しないことを想定した対応 訓練</li></ul>
中央制御室主体の操作に係る成立性確認 訓練	<ul style="list-style-type: none"><li>・シミュレータを用いた重大事故等対策の有効性評価における中央制御室主体の操作に係る成立性確認訓練</li></ul>
プラント挙動理解力強化コースの追加	<ul style="list-style-type: none"><li>・基本的な現象、事故時固有の現象等のプラント挙動について理解力を強化し、プラント特性、プラント診断の技術力の維持、向上を図る</li></ul>

# 新規制基準を踏まえた運転シミュレータ訓練の実施状況（2/2）

- 福島第一原子力発電所事故以降、重大事故等対策設備を計画的にシミュレータに反映し、重大事故への対応訓練を実施。
- さらなる充実を図るため、炉心溶融モデルを使用した炉心損傷後における対応訓練を導入予定。

## (1) 重大事故等への対応訓練の実施状況（平成30年度内には炉心損傷後の対応訓練を導入）

プラント	平成23～28年度	平成29年度		平成30年度	
		上期	下期	上期	下期
	▽H23 福島第一事故 ▽H25 新規制基準施行				
大飯 3,4号機	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #90EE90; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #E0FFE0;">                     SA対策設備のシミュレータへの反映（適宜実施）                 </div> <div style="margin-left: 20px;"> <span style="color: red;">&lt;重大事故対応訓練&gt;</span>                      ▲H24 空冷式非常用発電装置                      ▲H25 大容量ポンプ                      ▲H26 ATWS※2緩和設備                 </div> </div> <p>（改造例）</p>		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #E0FFE0; display: inline-block;">                         継続的に反映（継続）                     </div>		
			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #FFFACD; display: inline-block;">                         炉心溶融モデル※1導入・訓練シナリオ作成検証                     </div>		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #FFDAB9; display: inline-block;">                         訓練実施                     </div>

※2：原子炉停止機能喪失

## (2) 炉心損傷後の対応訓練内容

- ・格納容器破損防止シーケンスを模擬した重大事故に対処するための訓練
- ・事故対応上必要となる重要な判断（炉心損傷判断など）に関する訓練

※1：軽水炉の炉心損傷、原子炉圧力容器破損、原子炉格納容器破損から、放射性物質の発生・移行・放出に至る事故シーケンス全般の現象解析に用いるプログラム

# モックアップ訓練設備の運用改善について

重大事故等発生時において実施する操作訓練については、実機で行うことが困難であるため、実機と同等の訓練用設備（モックアップ設備）を設置し、改善を図りながら訓練の実効性を向上。

## モックアップ設備の設置

訓練名称	設置年月
タービン動補助給水ポンプ手動起動	平成27年6月
ディスタンスピース取替え	平成27年2月
可搬式代替低圧注水ポンプ出口配管接続	平成28年3月
可搬式使用済燃料ピット水位計設置	平成27年3月
主蒸気逃がし弁操作	平成27年3月
補機冷却水配管海水通水時排水ライン接続	平成28年3月
中央制御室空調ダンパ操作	平成27年4月
可搬型計測器によるパラメータ採取	平成24年6月

## モックアップ設備の改善例

壁、保温等の障害物を設置し、可能な限り現場の狭隘な操作環境を模擬。



更に

## 遮光カーテンの設置

モックアップ設備の設置場所にある全ての窓に遮光カーテンを設置し、電源喪失時の操作環境を模擬。(H29.3)



## モックアップ設備による訓練実績(平成28年度)

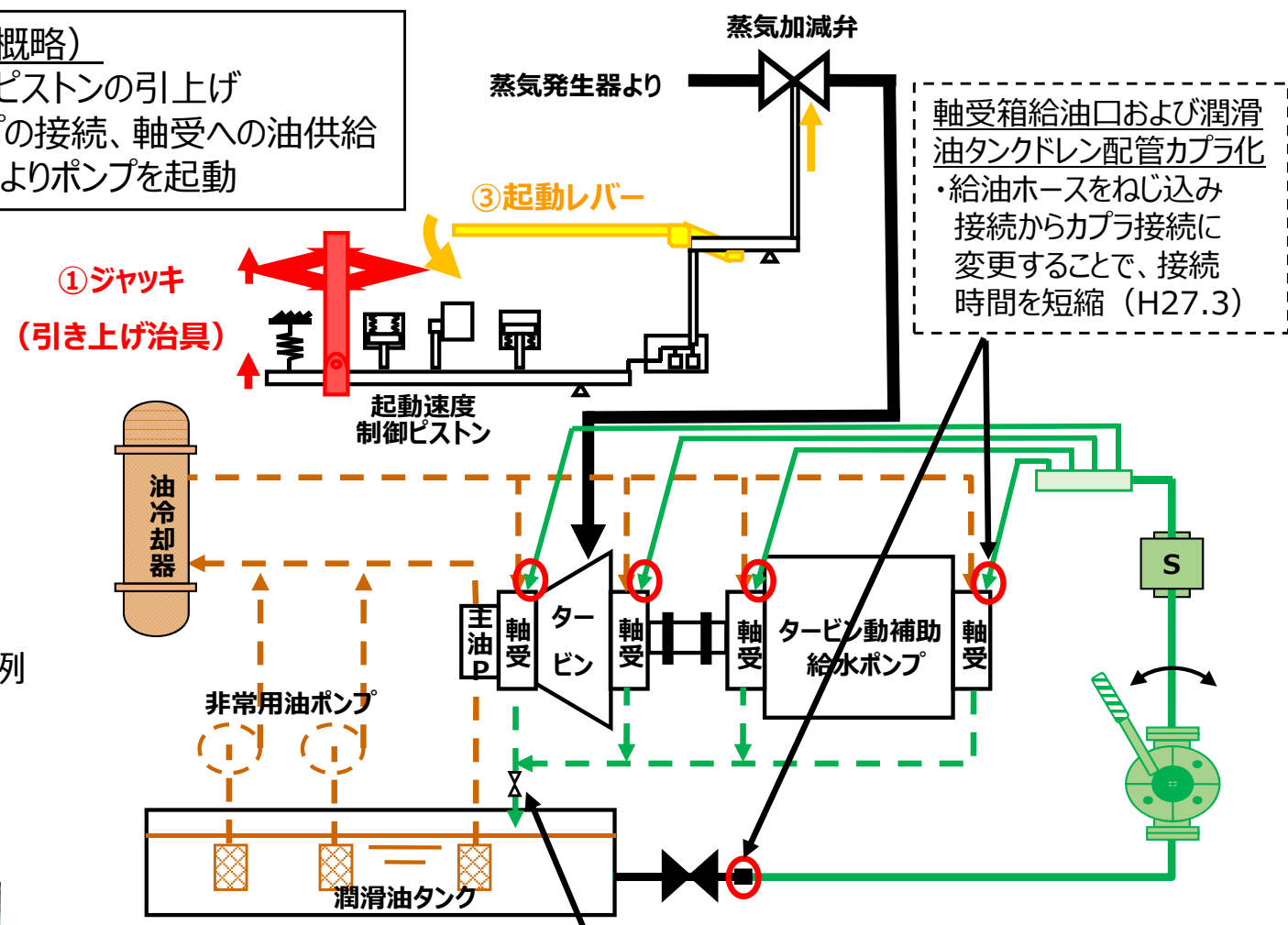
訓練回数：270回（のべ約1700人）

受講対象者：ディスタンスピース取替え（給水要員）、タービン動補助給水ポンプ手動起動（運転支援要員）、可搬式代替低圧注水ポンプ出口配管接続（運転支援要員、設備要員）、可搬式使用済燃料ピット水位計設置（設備要員）他

# タービン動補助給水ポンプ手動起動操作の改善

直流電源喪失時においても人力によりタービン動補助給水ポンプを起動できるよう、必要な設備を設置。また、訓練時に確認された課題について継続的な改善。

- 手動起動手順（概略）**
- ①. ジャッキによりピストンの引上げ
  - ②. 手動油ポンプの接続、軸受への油供給
  - ③. 起動レバーによりポンプを起動



軸受箱給油口および潤滑油タンクドレン配管カプラ化  
 ・給油ホースをねじ込み接続からカプラ接続に変更することで、接続時間を短縮 (H27.3)



②手動油ポンプ設置 (H25.6)  
 新規制基準対応

改善事例

軸受潤滑油戻り弁設置  
 ・潤滑油戻りライン仕切弁を恒設化し、手動起動準備時間を短縮 (H29.1)

手動油ポンプの保管場所変更および手動油ポンプ台車化  
 ・保管場所をタービン動補助給水ポンプ室内に変更および架台を台車化することにより、接続時間を短縮 (H27.3)



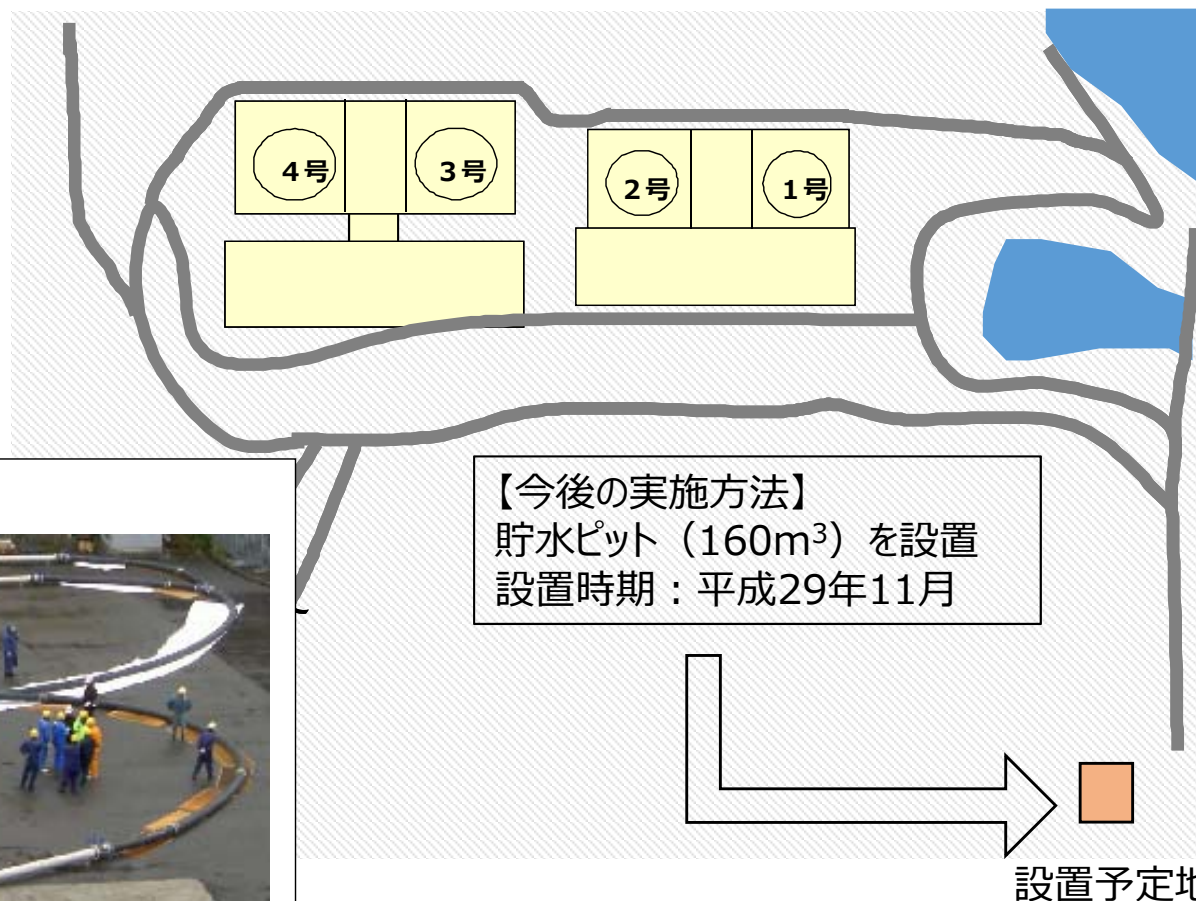
## 【現状】

- 大容量ポンプ、可搬式代替低圧注水ポンプの性能試験時は、設備保護の観点から海水の通水ができないため、水源として仮設水槽を用いて実施。
- 仮設水槽はリース品であり、美浜、高浜、大飯発電所及び他社での持ち回りとなるため、試験実施可能期間が限定。



## 【計画】

大容量ポンプ、可搬式代替低圧注水ポンプの定期試験等を円滑に実施するため、恒設の貯水ピットを設置予定。



## 【これまでの実施方法】

仮設水槽（約100m<sup>3</sup>）



# これまでの委員会における委員からの 質問に対する回答について

○トラブル情報、知見の収集について

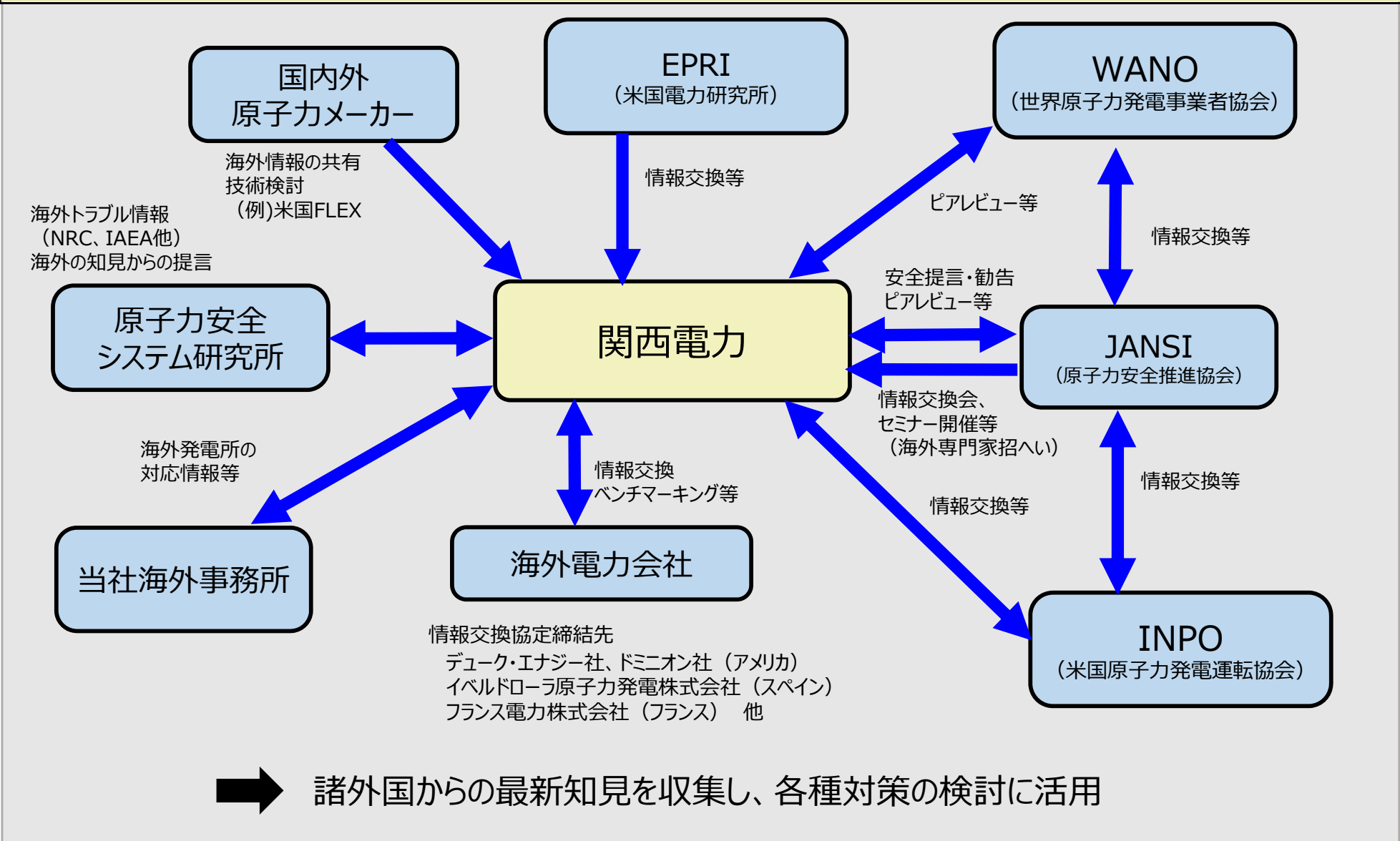
○複数サイト同時発災時の原子力事業本部の対応について



# トラブル情報、知見の収集について

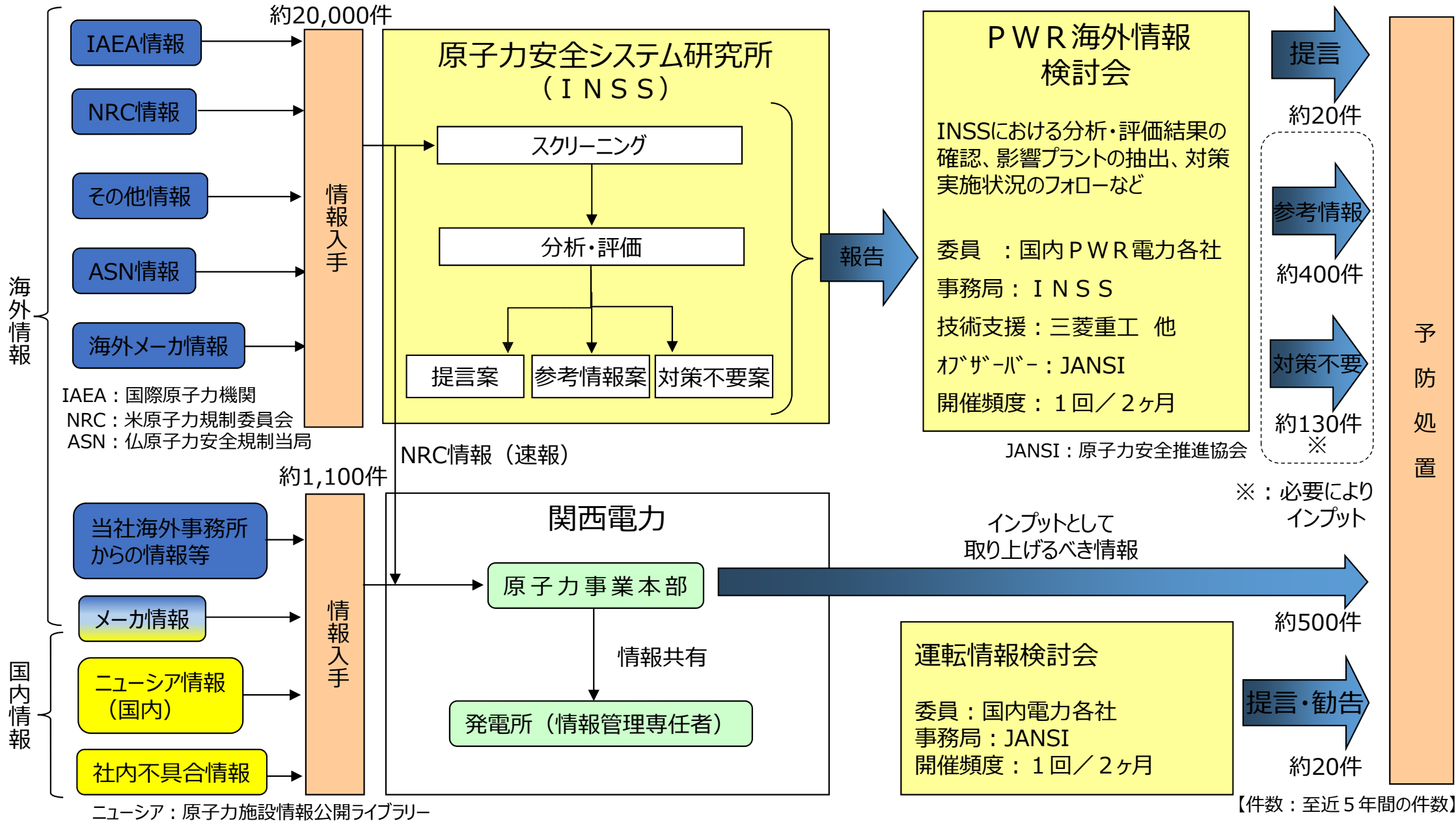
# 海外情報、知見等の収集及び反映の仕組み(1/2)

海外電力会社との情報交換協定締結、および海外の団体や研究への参画による直接の情報収集を行っている他、国内関係機関との情報交換、セミナー等を通じた情報収集、知見修得により、海外の先進事例や最新知見を収集し、適宜分析、反映して当社の取り組みに展開。



# 海外情報、知見等の収集及び反映の仕組み(2/2)

国内外トラブル情報を積極的に入手し、起こり得る不適合の原因を除去することにより、同種同類の不適合の発生を防止（予防処置）。



IAEA：国際原子力機関  
NRC：米原子力規制委員会  
ASN：仏原子力安全規制当局

JANSI：原子力安全推進協会

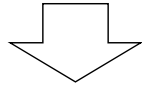
ニューシア：原子力施設情報公開ライブラリー

【件数：至近5年間の件数】

## ○海外事例：「その他情報」反映事例

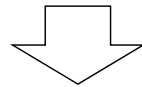
### 海外での取組み事例

米国エクセルエナジー社のモンティセロ発電所トレーニングセンターでは、放射線事故による中央制御室内の放射性物質濃度上昇事象を想定し、マスクを装着した異常時対応操作の訓練を行うことによりコミュニケーションの難しさを体験。



### 社内検討結果

中央制御室内でマスク着用判断となりうる訓練シナリオにて実施。



### 訓練結果

美浜・大飯・高浜発電所にて合計30回実施。  
(H27年～H28年)

訓練の結果、声がかもったり、視野が狭くなるため直員間のコミュニケーションがとりづらいことが分かり、咽喉型マイクの使用、ジェスチャーの活用、氏名を記載したテープを貼り付ける等コミュニケーションの充実を実施予定。



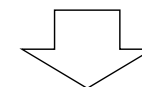
## ○国内事例：「ニューシア：保全品質情報」反映事例

### 事象概要

#### 【川内1号機の出カ上昇の延期】

平成27年8月20日、九州電力川内1号機において、電気出力75%で調整運転を行っていたところ、復水器の電気伝導率が上昇していることが確認され、水質分析の結果、微量な海水の漏えいと推定されたことから、出力上昇を延期。

原因は第6高圧給水加熱器非常用ラインドレン噴流による復水器細管の外面エロージョンが発生したものであり、当該の細管については施栓を行い使用しないこととした。



### 社内検討結果

復水器全水室の渦流探傷検査(ECT)の実施を決定

- ・高浜3,4号機については、平成27年9月,11月、大飯3,4号機は、平成29年3月,平成28年11月に実施し、異常のないことを確認済。
- ・渦流探傷検査の方法として、従来法（通常ECT、高感度ECT）に加え、ドレン噴流の恐れのある箇所については、新手法（管支持板の影響ノイズを除去した高感度ECT）を採用。
- ・他のプラントについては、再稼動点検に合わせて実施予定。

海外の原子力発電所視察で得た知見を反映し、発電所内での緊急時活動を改善。

## 視察による情報入手 (H27.4)

【フランス電力ゴルフエッシュ発電所】

緊急時活動について、

- ① 個人単位で果たすべき役割を詳細に
- ② 具体的な実施事項をチェックシート化し、緊急時活動の漏れを防止

## 大飯発電所での緊急時活動の改善WGで検討

大飯発電所での検討の結果、以下を実施。(H27.9～H28.5)

- 緊急時活動を行う要員(約70名)の一人ひとりについて、詳細に役割を明確化。
- 緊急時活動を漏れなく、的確に行えるよう、実施すべき活動を記載したチェックシート形式の手順書を作成。

## 試行

大飯発電所原子力防災訓練にて試行。(H28.3)

## 評価・導入

訓練参加者のアンケートから効果を確認し、正式導入を決定。(H28.8)

## 水平展開

高浜発電所 H28.8  
美浜発電所 H29.2  
に正式導入。

本部長 (所長)

副本部長 (ユニット指揮者)

総務班長

広報班長

...

保修班長 (電気)

保修班長 (原子炉)

...

班員

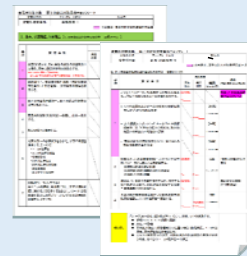
班員

(支援対応) (収束対応)

発電所全体の“資源配分の決定・管理”を本部長の機能として明確化

ユニットの事故収束にかかる役割を副本部長の機能として明確化

班長、班員の役割範囲も明確化



活動チェックシートを整備。上から順に“√”を入れるだけで抜け漏れなし

【手順書 (活動チェックシート)】



その他にもマニュアルを整備

【その他マニュアル類】

## 【参加者意見】

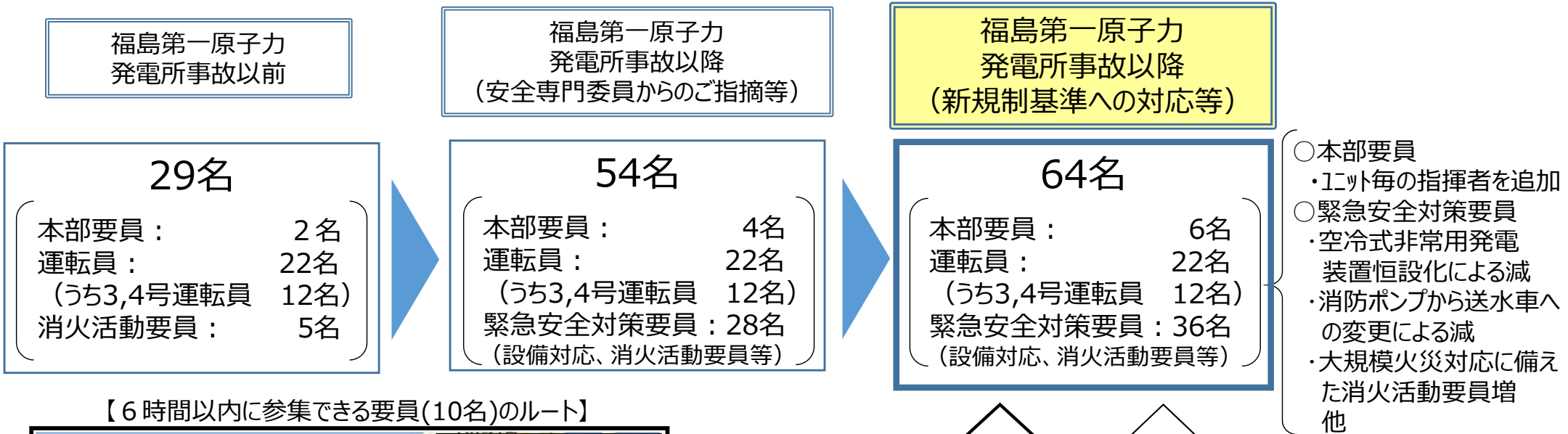
- ・「体制発令後、チェックシートに従い速やかに指示できた。」
- ・「各班において、活動に抜けが無いが、チェックシートを用いて確認できた。」

# 複数サイト同時発災時の 原子力事業本部の対応について

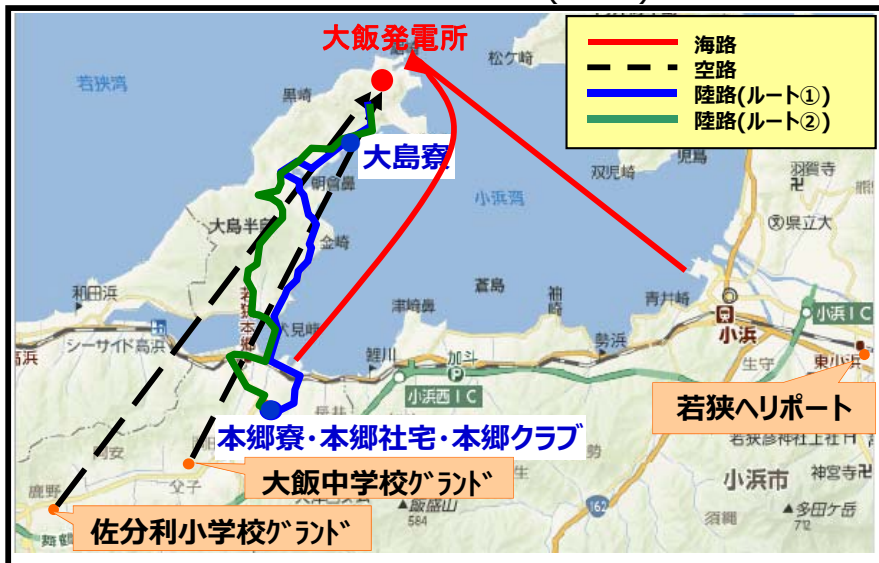
# 組織・体制の充実 ～大飯3,4号機の初動および召集体制の強化～

福島第一原子力発電所事故の知見等を踏まえ、大飯3,4号機の初動・召集体制を強化。

- ・万が一に備え、発電所構内に初動対応要員として64名が24時間常駐。
- ・また、本部要員として10名が事故発生から6時間以内に召集できる体制。



【6時間以内に参集できる要員(10名)のルート】



自然災害等による交通手段の途絶を想定した場合でも、本部要員として10名が、6時間以内に徒歩で参集できるエリア(大島寮、本郷寮等)にいる体制を構築

発電所員 : 約380名  
協力会社 : 約150名

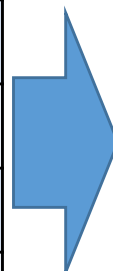
プラントメーカーによる技術支援  
若狭地区 : 11名  
神戸地区 : 約400~500名

# 大飯3,4号機重大事故発生時の初動対応体制

発電所常駐社員を増強し、発電所への外部からのアクセスが制限される場合であっても、当面の間、事故対応が行えるよう体制を整備。

申請中の保安規定の記載人数

要員		震災前	前回再稼動時 (H24)
中央制御室	運転員	22名	22名
本部要員	本部指揮	1名	1名
	通報連絡	1名	2名
	工口指揮		
	現場調整		1名
緊急安全対策要員	電源要員		6名
	運転支援要員		2名
	消火活動要員	5名	5名
	ガレキ除去要員		1名
	給水要員		14名
	設備要員		
合計		29名	54名



現在 (H29)	高浜3,4号機の要員
22名	24名
1名	1名
2名	2名
2名	2名
1名	1名
2名	4名
6名	2名
7名	7名
2名	4名
10名	13名
9名	10名
64名	70名

系統構成の差異等による作業内容・ボリュームの違い

※

※

アクセスルートでの作業内容の違い

※

※

※：緊急安全対策の各要員は、複数の作業を実施し、高浜と大飯で個々の作業分類が異なる。総数としては送水車を使用する分、大飯が2名少なくなっている。



**他原子力事業者**

- 全国12社間での協力協定
- 西日本5社間での協力協定

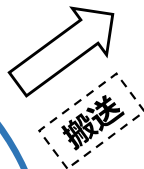


**支援拠点**

◇ 原子力研修センター など



- 複数サイトに対する要員・資機材の支援拠点
- 美浜支援センターからの資機材、要員の集結拠点 など



**発電所原子力緊急時対策本部**

- ◇ 設置場所：発電所緊急時対策所
- ◇ 本部長：発電所長

**高浜**

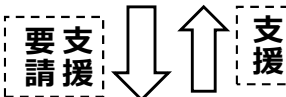
常駐要員 70名  
参集要員 48名

**大飯**

常駐要員 64名  
参集要員 10名

**メーカー、協力会社、ゼネコン等**

- 事故進展予測 (INSS)
- プラント設計 (三菱など)
- 建物設計 (ゼネコン)



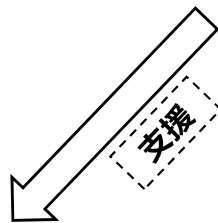
**本店原子力緊急時対策本部**

- ◇ 設置場所：原子力事業本部
- ◇ 指揮：社長、原子力事業本部長、副事業本部長

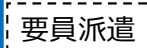
- 事故情報収集と社内外への連絡
- 事故制圧の技術的支援
- E R C、自治体対応
- 報道対応
- 現地支援拠点の運営
- 住民避難の支援

<同時発災に、よりの確に対応するための課題>

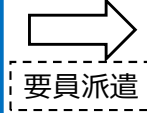
- 同時発災に対応した体制 (指揮命令) 構築
- 同時発災体制の構築に伴う、設備面の整備



オフサイトセンター  
(2箇所設置の想定)



関係自治体



**美浜原子力緊急事態支援センター**

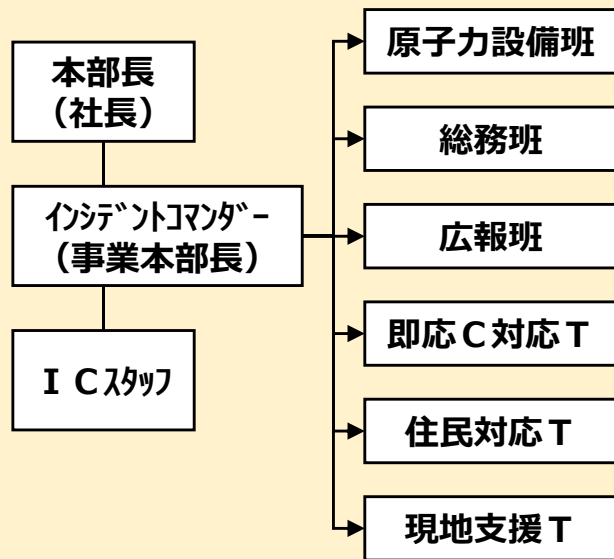
- ロボット、重機等の提供
- オペレーター派遣 など



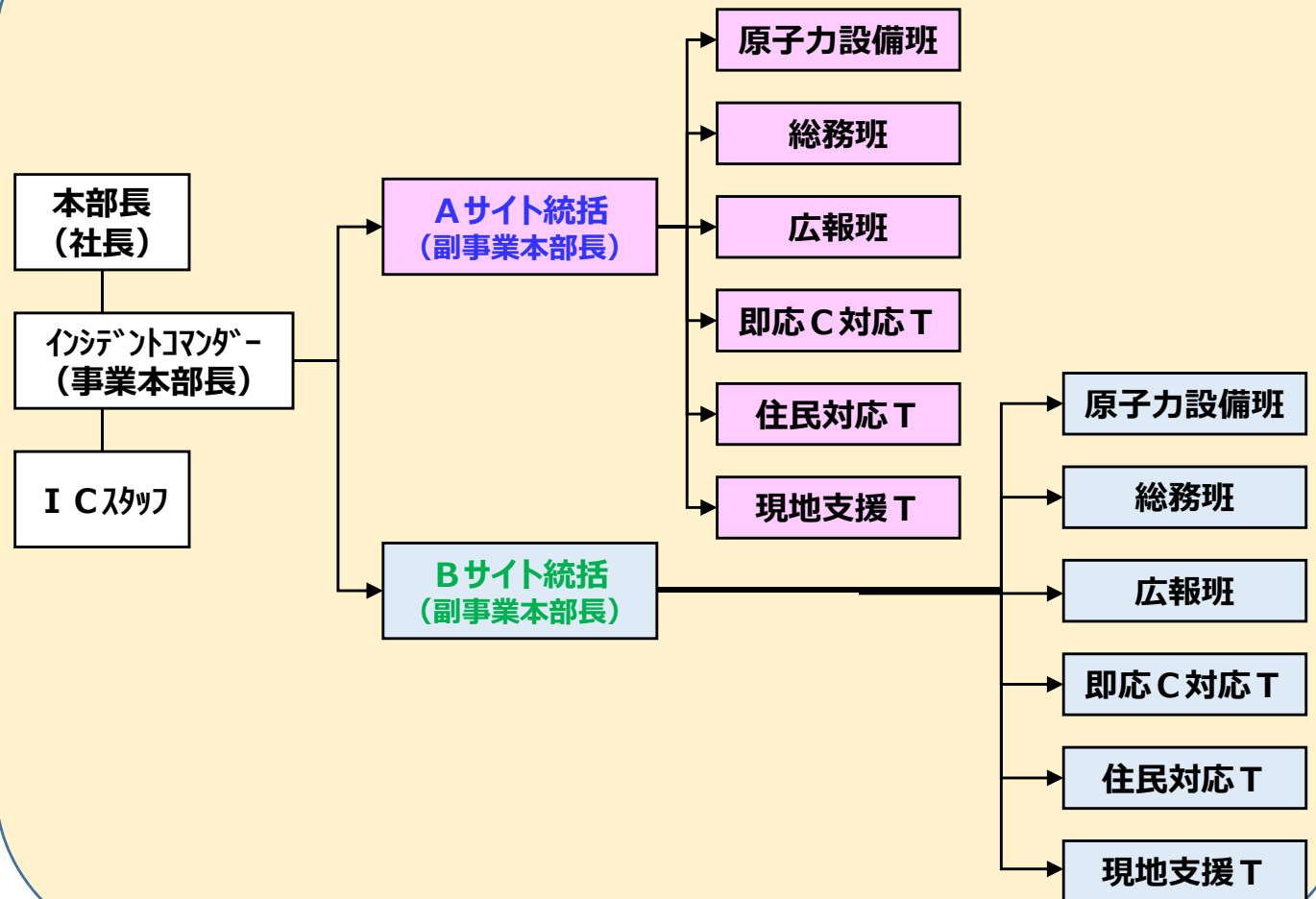
具体的改善内容

- 同時発災時は、情報輻輳による混乱を防止すると共に本部要員が的確に行動するため、副事業本部長クラス（3名）から発災サイト毎の統括を指名し、原則として担当統括の指揮の下で独立的に対応。
- 本部長・I C（インシデントマンダ－）※ は、必要に応じ、担当統括に対して指示・指導・助言。

## 単独サイト発災時の体制



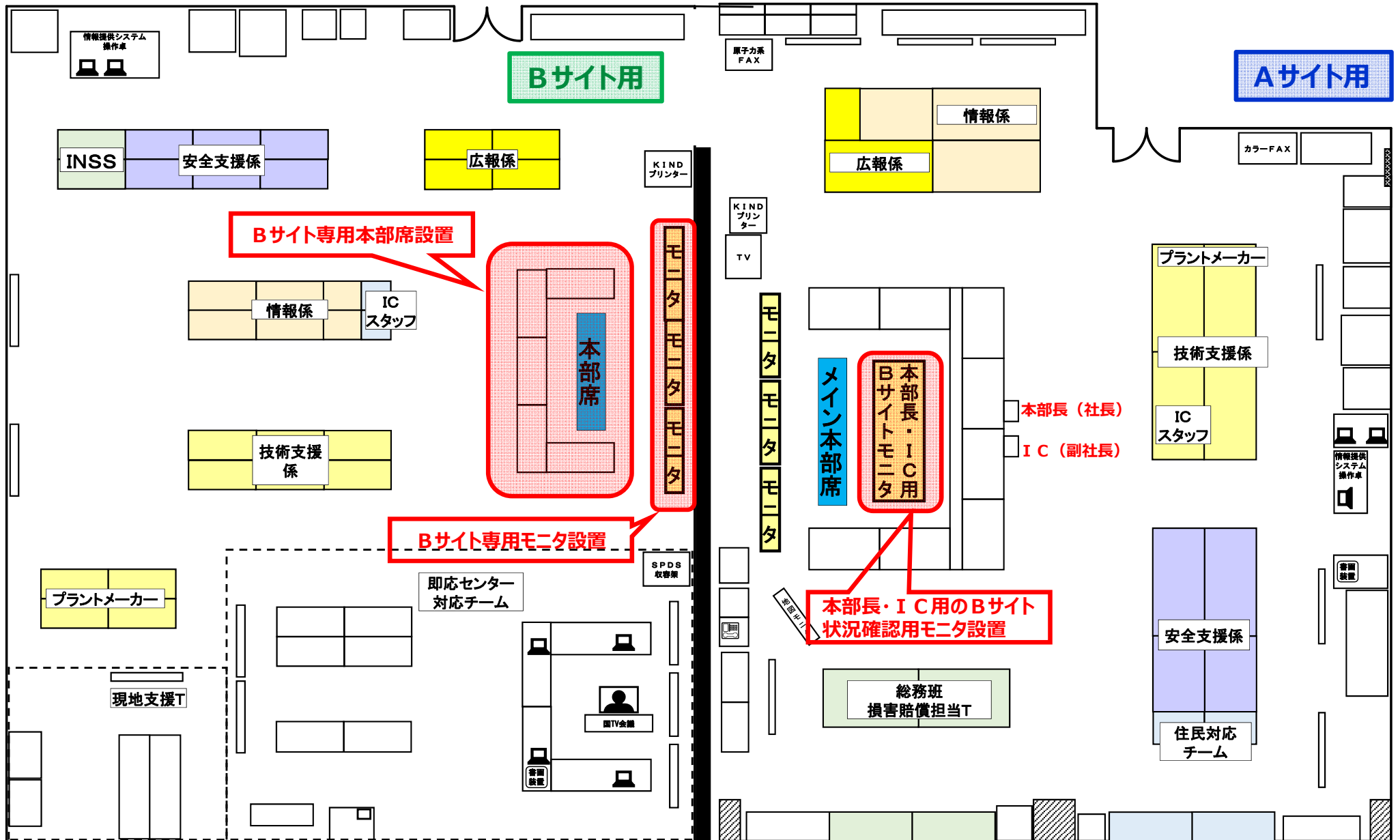
## 複数サイト発災時の体制



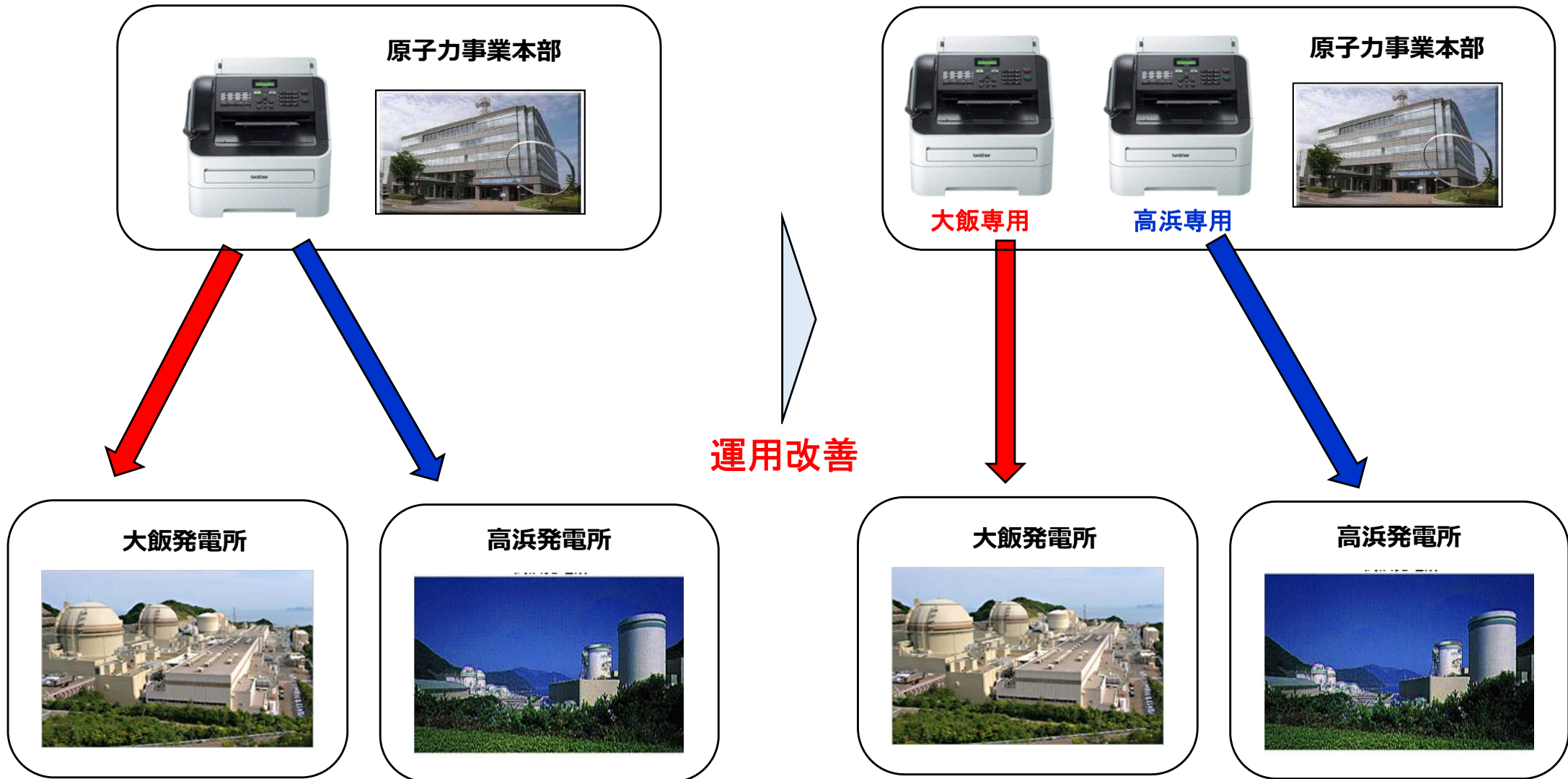
※現場指揮官。緊急時対応に係る全ての重要事項の報告を受け、本部内への指揮命令を一元的に発信する人物。

- 前頁の組織の分離を有効に機能させるため、本店緊急時対策本部のレイアウトも発災サイト毎で分離して対応。  
（本部長・I CはAサイト本部席で両サイトの対応を指揮することとし、本部長・I C用のBサイト状況確認モニタを設置。）
- また分離に際してBサイト専用の本部席・モニタを新たに設置。

                     = 同時発災ハード対策

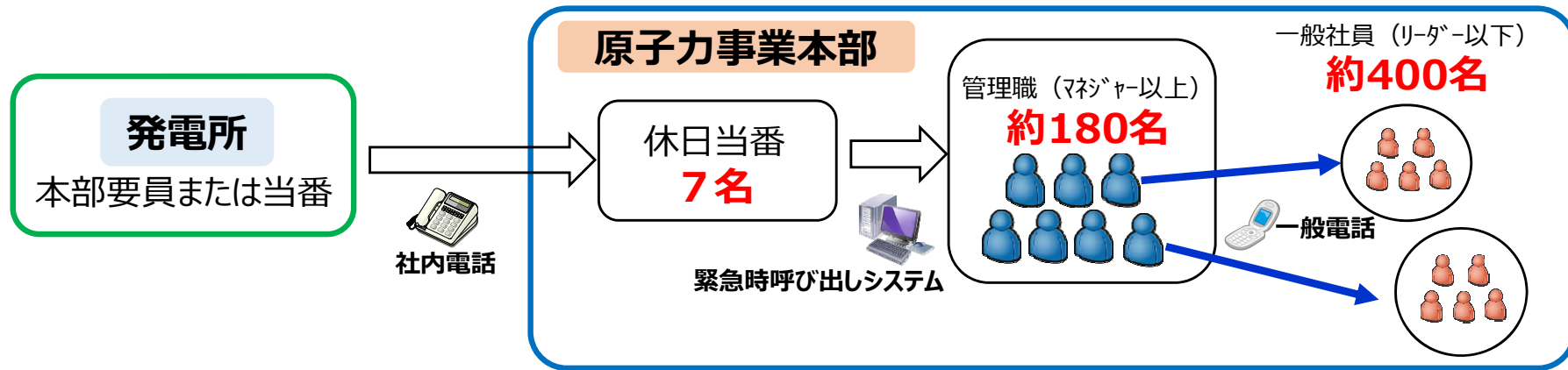


緊急時通報システムおよび複合機での一斉連絡以外の一般 F A X において、情報の輻輳を防ぐために、各サイト専用の F A X を設置。（H29.8）



# 休日における原子力事業本部要員の召集経路・要員参集イメージ

【要員召集経路】 発電所からの連絡を受け、休日当番者は直ちに呼出しシステムを用いて管理職を召集。管理職は電話にて一般社員を招集。



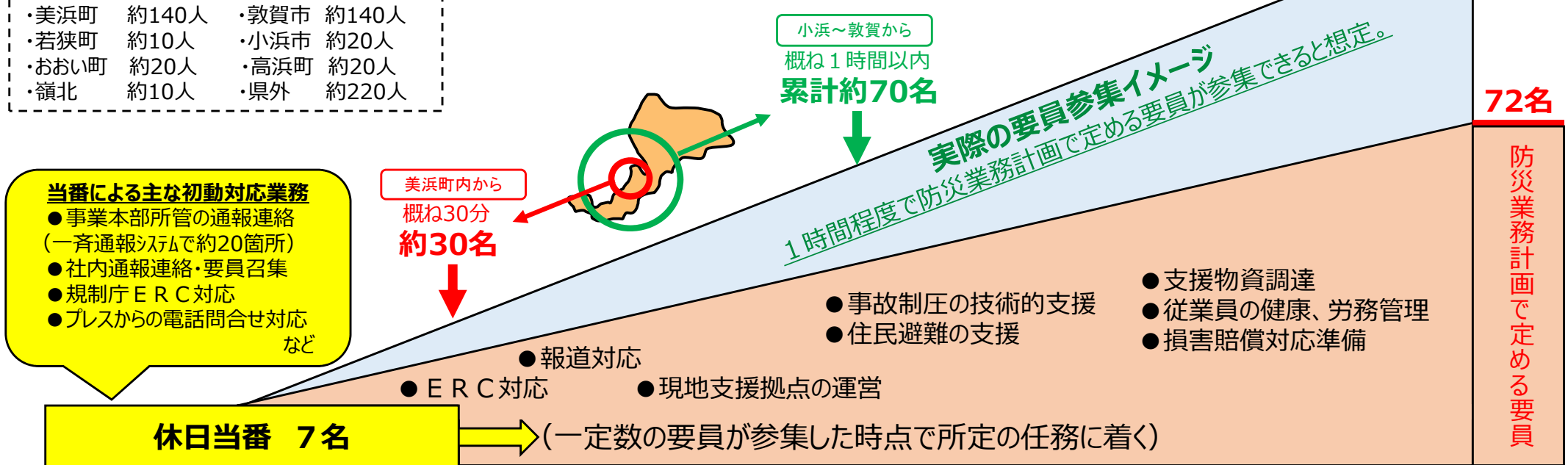
## 【要員参集イメージ】

初動対応は当番者7名で対処するが、原子力事業本部要員は、原子力事業本部が所在する美浜町と隣接する敦賀市にそれぞれ140人が居住しており、30分以降から順次参集し、概ね1時間で防災業務計画で定める体制が構築できる。

周辺府県等から  
概ね6時間以内  
累計  
約300名

### 原子力事業本部要員の居住地内訳

・美浜町 約140人	・敦賀市 約140人
・若狭町 約10人	・小浜市 約20人
・おおい町 約20人	・高浜町 約20人
・嶺北 約10人	・県外 約220人



原子力災害発生時の原子力事業本部の役割は、発電所への技術的支援、要員・物資の支援を迅速的確に行うことであり、本部長（社長）の指揮の下で、主として以下の業務を行う。＜防災業務計画より抜粋＞

班	係	主な任務
原子力設備班	情報係	本部指示の伝達、社内外情報の収集・連絡・記録、関係官公庁への報告、災害状況の把握、他原子力事業者への応援要請
	安全支援係	事故状況の把握・評価の支援、アクシデントマネジメントの支援、汚染拡大防止措置に関する支援、放射線影響範囲の推定等に関する支援、原子力緊急事態支援組織との連携
	技術支援係	原子力発電設備の被害状況の把握、事故拡大防止策に関する支援、事故原因の究明・除去に関する支援、復旧対策に関する支援、原子力発電設備の設計工事情報の確認、プラントメーカーおよび建設会社との連携
	特命支援係	原子力設備班長が指示する事項
総務班	総括係	本部の設営・運営、行政（危機管理箇所）・社外防災機関との連携（要員派遣を含む。）、本部要員の召集、通話制限、燃料・ヘリコプター・要員等の全社融通調整、他の班および係に属さない事項
	保健係	従業員の健康管理、医療・防疫対策に関する事項、放射線緊急医療対策に関する支援
	労務係	労働組合対応、従業員の出勤状況の把握、サービスに関する事項、従業員・従業員家族等の安否確認および被災状況の把握社宅・寮等の被害状況の把握、など
	資材係	資材の調達・輸送、他電力からの資材・役務の融通調整、復旧車両全般の燃料の調達・輸送、ヘリコプターの確保、物資の陸上輸送手段の確保、契約関係
班 広報	広報係	社外報道機関への対応、マスメディアを通じた安全および復旧状況等に関する広報、社内広報媒体での社内情報提供、関係自治体への広報
即応センター対応チーム		E R Cへの状況説明の等の対応
現地支援チーム		拠点の選定、支援物資の調達・輸送・管理、区域出入管理・汚染測定
住民対応チーム		自治体との連携、避難所・被災者・地域モニタリングの対応計画作成
損害賠償担当チーム		相談窓口の設置、補償対応計画の作成

**当社は、原子力災害が発生した際には全社を上げて最大限の対応を行うこととしており、同時発災はもとより、防災体制の更なる充実に向け訓練等を通じて継続的に検証・改善を図っていく。**

# 参 考

# 美浜原子力緊急事態支援センターによる同時発災対応のイメージ

## 美浜原子力緊急事態支援センター

- 出動要請を受けた宿泊当番者（2名）が、他の支援センター員を招集。
- 支援センター内に連絡本部を設置（本部要員：所長、副所長、総括GM）
- 出動準備、出動
  - ・ 宿泊当番者（2名）と初動対応者（4名：1時間以内に参集）にて出動準備、出動。
  - ・ 他の要員（15名※）は順次参集し、出動準備、順次出動。※連絡本部要員3名を含む。

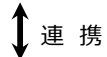
## 後方支援拠点（原子力研修センター）

- 支援センターは、後方支援拠点到着後より関西電力の指揮下に入る。
- 関西電力からの指示に従い、大飯発電所及び高浜発電所に出動する。

## 大 飯 発 電 所

- 支援センターから9名（要員8名、予備要員1名）を派遣。
- 要員及び資機材は、ロボットコントロール車、重機コントロール車、箱車、ワゴン車で運搬。無線重機は大型重機運搬車で運搬。

緊急時対策所（関西電力）



連携

現場統括者（支援センター）

ロボット・無線ヘリコプター操作チーム



- 支援センター：現場リーダー、無線ヘリコプター操作
- 事業者：ロボット操作



無線重機

- 支援センター：オペレーター
- 事業者：補助

## 高 浜 発 電 所

- 支援センターから9名（要員8名、予備要員1名）を派遣。
- 要員及び資機材は、ロボットコントロール車、重機コントロール車、箱車、ワゴン車で運搬。無線重機は大型重機運搬車で運搬。

緊急時対策所（関西電力）



連携

現場統括者（支援センター）

ロボット・無線ヘリコプター操作チーム



- 支援センター：現場リーダー、無線ヘリコプター操作
- 事業者：ロボット操作



無線重機

- 支援センター：オペレーター
- 事業者：補助