

中国電力資料

【説明順】

- ・論点項目<15>
重大事故に対応する要員は常時確保できているか
- ・論点項目<16>
重大事故に対応する要員はどうやって異常事態を検知し、検知後はどう行動するのか
- ・論点項目<17>
アクセスルートの確保手段は用意されているか
- ・論点項目<18>
原子炉水位が不明になる等、計装系に異常があっても適切な操作ができるか
- ・論点項目<19>
重大事故に対応する訓練は行われているか
- ・論点項目<13>
重大事故対策の結果、どれだけ安全性が向上したのか
- ・論点項目<14>
新規規制基準対応設備を導入したことで、新たな弱点が生じていないか

・論点項目<15>

重大事故に対応する要員は常時確保できているか

重大事故等に対処する要員（1/3）

- 平日の勤務時間帯に加えて、夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外）において、重大事故等が発生した場合でも速やかに対策を行えるよう、発電所構内に必要な重大事故等に対処する要員である1, 2号運転員、緊急時対策要員及び自衛消防隊を常時確保する。
- また、あらかじめ定めた連絡体制に基づき、平日の勤務時間帯、夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外）において、必要な重大事故等に対処する要員を非常招集する。
- 要員参集後においては、参集した要員の中から必要要員を確保し、101名※の原子力防災組織体制に移行する。なお、参集した残りの要員は、交替要員として免震重要棟等で待機する。

※：101名のうち、92名は緊急時対策所に、運転員9名は中央制御室で対応する。

【平日の勤務時間帯】

- 重大事故等が発生し緊急時体制が発令された場合、電話、所内通信連絡設備等にて発電所構内の重大事故等に対処する要員に対して非常招集を行い、緊急時対策本部を設置したうえで活動を実施する。
- 中長期的な対応も交替できるよう運転員以外の発電所員についてもほぼ全員（約450名）が重大事故等に対処する要員であることから、平日の勤務時間帯での要員確保は可能である。

【夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外）】

- 重大事故等が発生し緊急時体制が発令された場合、電話、所内通信連絡設備等や要員招集システムを用いて緊急時対策本部体制を構成する重大事故等に対処する要員に対し非常招集を実施する。
- 重大事故等が発生した場合でも速やかに対策を行えるよう、47名の重大事故等に対処する要員（1, 2号運転員、緊急時対策要員及び自衛消防隊）を、発電所構内に常時確保する。要員は、免震重要棟又はその近傍、1, 2号炉制御室建物又はその近傍及び3号炉制御室建物又はその近傍で執務若しくは待機し、招集連絡を受けた場合は、速やかに緊急時対策所に集合する。

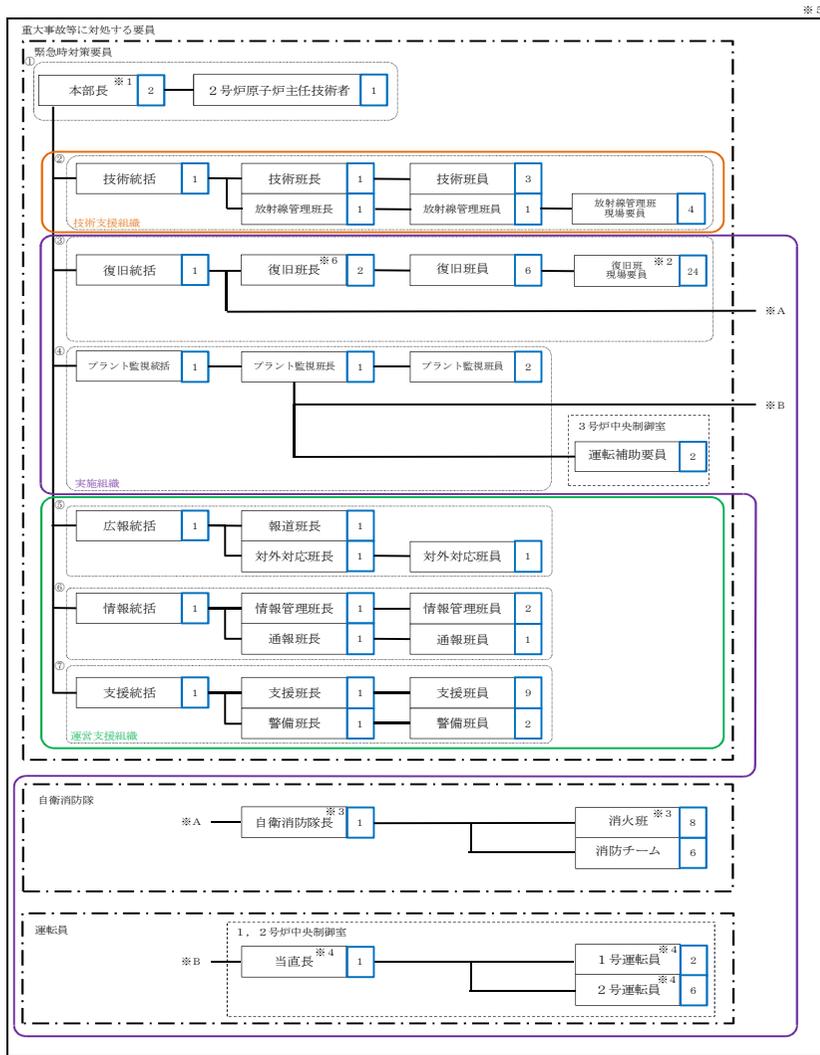
重大事故等に対処する要員（2/3）

<夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外）における対応要員>

- 夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外）において、初動対応を行う重大事故等に対処する要員47名は、当社社員と給水確保、電源確保、燃料確保、アクセスルート確保、放射線管理及び消火対応に当たる自衛消防隊長及び協力会社社員（18名）等で構成する。
- これらの要員が初動対応を行い、その後は非常招集等に基づき順次参集する要員により体制を拡充し、緊急時対策本部の全体体制の要員数（101名）を確保するとともに、発電所での対応者と待機者を選し、12時間毎を目途に交代することで長期的な対応にも対処可能な体制を構築する。
- 発電所員約540名のうち約390名が10km圏内に在住しており、夜間及び休日や大型連休中であって、要員の参集手段が徒歩移動のみである場合を想定しても、訓練実績等から7時間以内に150名程度の参集が可能と考えており、長期的な事故対応を行うために外部から発電所へ参集する重大事故等に対処する要員（54名）は、要員参集の目安としている8時間以内に確保可能である。

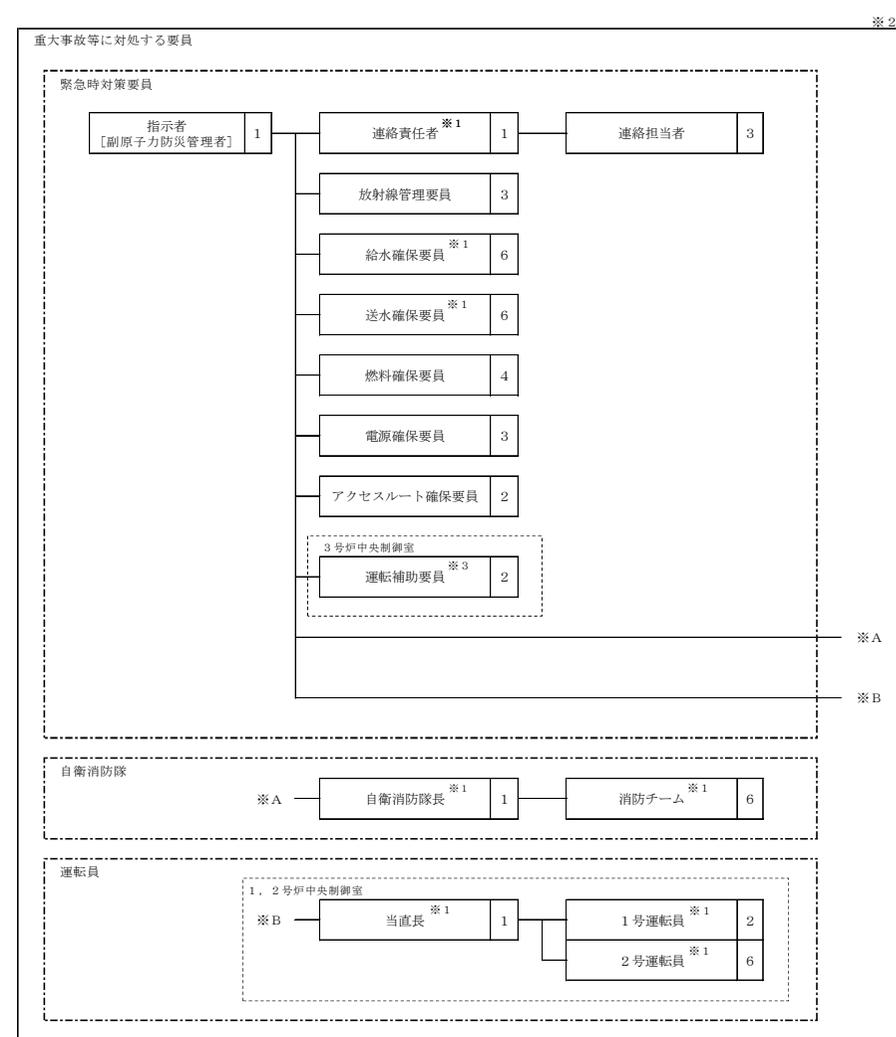
<1号炉対応要員>

- 廃止措置号炉である1号炉は、すべての使用済燃料が1号炉の燃料プールに保管され、十分な期間にわたり冷却された状態であり、対応作業までに時間的な余裕があるため、監視や運転操作対応については、号炉ごとに確立した指揮命令系統のもと、中央制御室に常駐している運転員により対応に当たる。
- 可搬型設備により1号炉の燃料プールへ注水する操作については、平日の勤務時間帯においては発電所内に勤務する緊急時対策要員、夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外）においては、発電所外から参集した緊急時対策要員で2号炉の対応を優先しつつ対応に当たる。



- ※1 本部員含む。
- ※2 役割に応じたチームを編成する。
- ※3 火災発生時以外は復旧班員として活動を行う。
- ※4 火災発生時は自衛消防隊として活動を行う。
- ※5 1, 2号炉を含め本体制にて対応するが、1号炉については必要な措置を講じるまでに時間的余裕があるため、2号炉対応を優先する。
- ※6 復旧班長2名のうち1名が、1号炉復旧対応を実施する際に、必要な指示を実施する。
- は人数を示す
- ①: 意思決定・指揮
- ②: 情報収集・計画立案
- ③: 復旧対応
- ④: プラント監視対応
- ⑤: 対外対応
- ⑥: 情報管理
- ⑦: ロジスティック・リソース管理

原子力防災組織 体制図
(要員参集後)



- ※1 火災発生時は自衛消防隊として活動を行う。
- ※2 1, 2号炉を含め本体制にて対応するが、1号炉については必要な措置を講じるまでに時間的余裕があるため、2号炉対応を優先する。
- ※3 故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムの発生により、1, 2号炉中央制御室(1号及び2号運転員を含む。)が機能しない場合に活動を期待する要員。

原子力防災組織 体制図
(夜間及び休日(平日の勤務時間帯以外))

▪ 論点項目<16>

重大事故に対応する要員はどうやって異常事態を検知し、検知後はどう行動するのか

- 重大事故等が発生し緊急時体制が発令された場合，電話，所内通信連絡設備等や要員招集システムを用いて，発電所構内及び構外の緊急時対策本部体制を構成する重大事故等に対処する要員に対して非常招集を行い，緊急時対策本部を設置したうえで活動を実施する。

【事象発生確認から要員への連絡経路】

- 発電所において警戒事態該当事象，原子力災害対策特別措置法該当事象が発生した場合，事象発見者（当直長等）から連絡責任者へ連絡され，所長（原子力防災管理者）へ報告される。
- 所長（原子力防災管理者）は，ただちに緊急時体制を発令し，これを受けて連絡責任者は，電話，所内通信連絡設備等や，要員招集システム（メール）を用いて重大事故等に対処する要員を非常招集する。

【発電所構内の要員の参集】

- 平日勤務時間帯において、緊急時対策要員のほとんどが管理事務所で執務しており、招集連絡を受けた場合は、速やかに緊急時対策所に集合する。
- 夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外）において、発電所構内に常駐する47名の重大事故等に対処する要員（初動対応要員）は、免震重要棟又はその近傍、1, 2号炉制御室建物又はその近傍及び3号炉制御室建物又はその近傍で執務若しくは待機しており、招集連絡を受けた場合は、速やかに緊急時対策所に集合する。

【発電所構外の要員の参集】

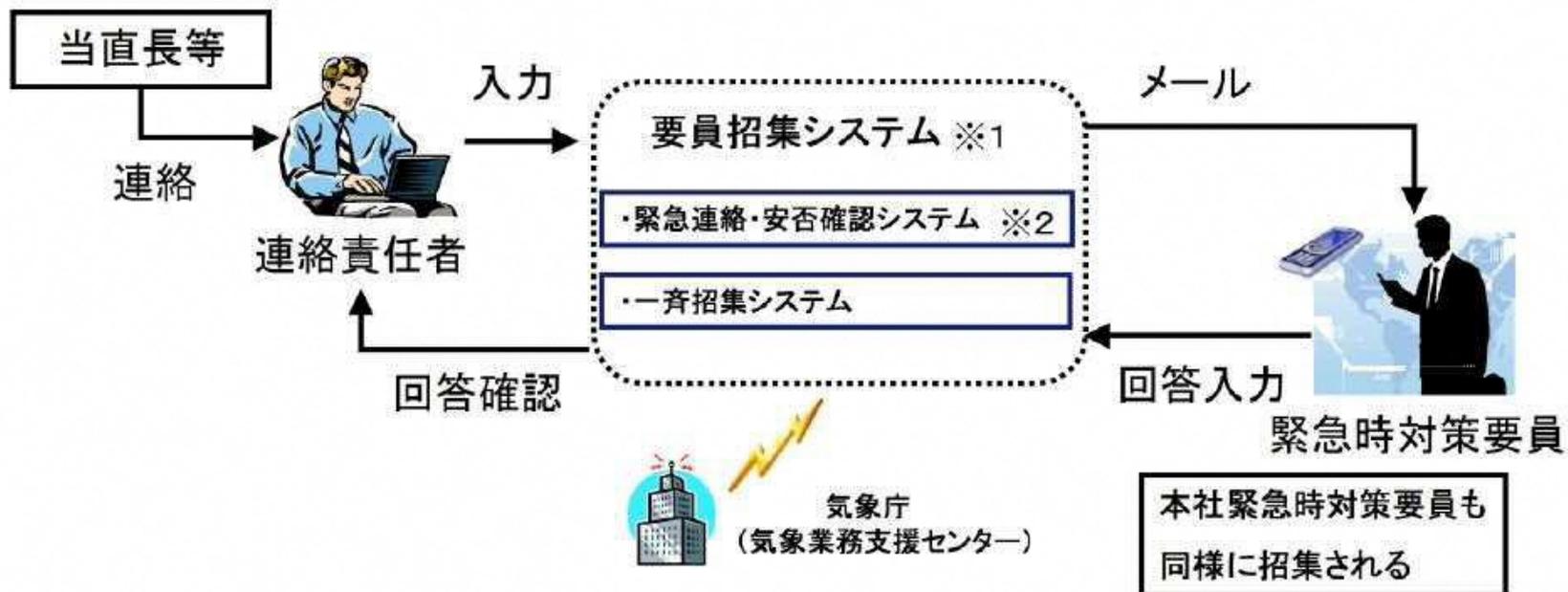
- 夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外）に重大事故等が発生した場合に、発電所外にいる緊急時対策要員を速やかに非常招集するため、「要員招集システム」、「通信連絡手段」等を活用し、要員の非常招集を実施する。
- 松江市内で震度6弱以上の地震が発生した場合には、社内規程に基づき、非常招集連絡がなくても自主的に発電所に参集する。
- 集合場所は、基本的には構外参集拠点（緑ヶ丘施設、宮内（社宅・寮）及び佐太前寮）とするが、発電所の状況が入手できる場合は、直接発電所へ参集可能とする。
- 構外参集拠点（緑ヶ丘施設、宮内（社宅・寮）及び佐太前寮）に参集した緊急時対策要員は、緊急時対策本部と非常招集に係る以下の確認、調整を行い、発電所に集団で移動する。
 - ① 発電所の状況（発電所への移動が可能なプラント状況かどうか（格納容器ベントの実施見通し）、発電所に行くための必要な装備（放射線防護服、マスク、線量計を含む。））
 - ② その他発電所で得られた情報（発電所への移動に関する道路状況等、移動するうえで有益な情報）
 - ③ 発電所へ移動する人の情報（人数、体調、移動手段（徒歩、車両）、連絡先）

非常招集連絡	非常招集の実施
<p>原子力災害対策指針の「警戒事態」, 「施設敷地緊急事態」, 「全面緊急事態」に該当する事象が発生した場合, 以下のフローにて緊急時対策要員に対する招集連絡を行う。</p>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p><平日昼間></p> </div> <div style="width: 48%;"> <p><夜間・休日昼間></p> </div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ○電話又は要員招集システムにより招集連絡を受けた緊急時対策要員は, 直接発電所に向けて参集する。また, 松江市内で震度6弱以上の地震が発生した場合は, 電話又は要員招集システムによる招集連絡がなくとも自主的に発電所に参集する。 ○地震等により家族, 自宅等が被災した場合や自治体からの避難指示等が出された場合は, 家族を一旦避難所に避難させるなどの必要な措置を行い, 家族の身の安全を確保したうえで移動する。 ○集合場所は, 基本的に構外参集拠点(緑ヶ丘施設, 宮内(社宅・寮)及び佐太前寮)とするが, 発電所の状況が入手できる場合は直接発電所へ参集可能とする。 ○構外参集拠点(緑ヶ丘施設, 宮内(社宅・寮)及び佐太前寮)に参集した要員は, 緊急時対策本部と非常招集に係る以下の確認, 調整を行い, 通信連絡設備, 懐中電灯等を持参し, 発電所と連絡を取りながら, 集団で移動する。構外参集拠点(緑ヶ丘施設, 宮内(社宅・寮)及び佐太前寮)には通信連絡設備として衛星電話設備(携帯型)を各5台配備する。 ①発電所の状況(発電所への移動が可能なプラント状況かどうか(格納容器ベントの実施見通し), 発電所に行くための必要な装備(放射線防護服, マスク, 線量計を含む。)) ②その他発電所で得られた情報(発電所への移動に関する道路状況等, 移動するうえで有益な情報) ③発電所へ移動する人の情報(人数, 体調, 移動手段(徒歩, 車両), 連絡先) ○発電用原子炉主任技術者は通信連絡手段により, 必要の都度, 発電所の連絡責任者と連絡をとり, 原子炉施設の運転に関し, 保安上の指示を行う。

図1 緊急時対策要員の非常招集の流れ

■ 要員招集システムによる対応要員の招集

連絡責任者が要員招集システムを操作し、招集メールを発信する。



※1 発電所沿岸で津波警報、大津波警報が発令された場合は気象庁の情報により要員招集システムからも招集メールが自動配信される。

※2 松江市内で震度6弱以上の地震が発生した場合、自主的に参集を開始するが、地震情報は当該システムからも自動配信される。

図2 緊要員招集システムによる非常招集連絡

・論点項目<17>

アクセスルートの確保手段は用意されているか

- 高圧発電機車，大量送水車，移動式代替熱交換設備等の可搬型重大事故等対処設備（以下「可搬型設備」という。）は，大型航空機の衝突等を考慮し，原子炉建物，タービン建物，廃棄物処理建物から100m以上離れた複数の保管場所に保管している。（表1参照）
- 保管場所は，基準津波の影響を受けない，防波壁の内側の場所としている。また，基準地震動Ssによる被害（周辺構造物の損壊等）の影響を受けない場所としている。（表1参照）

表1 保管場所の標高，離隔距離，地盤の種類

保管場所	標高	原子炉建等からの 離隔距離※1,2	常設代替交流電源設備 からの離隔距離※3	地盤の種類
第1保管エリア	EL50m	約270m	約480m	切土地盤 (一部，埋戻部)
第2保管エリア	EL44m	約260m	—※4	盛土地盤 (輪谷貯水槽 (西1/西2))
第3保管エリア	EL13~33m	約200m	約530m	切土地盤
第4保管エリア	EL8.5m	約320m	約630m	切土地盤 (一部，埋戻部)

※ 各設備の保管場所については，今後の検討結果等により変更となる可能性がある。

※1 原子炉建物，タービン建物，廃棄物処理建物のうち，各保管場所からの距離が最も短い建物からの離隔距離を示す。

※2 低圧原子炉代替注水系が位置する低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽及び格納容器フィルタベント系が位置する第1ベントフィルタ格納槽と保管場所の離隔距離は，原子炉建物近傍に位置していることから原子炉建物からの離隔距離を代表とした。

※3 常設代替交流電源設備と高圧発電機車及びタンクローリを配置している保管場所との離隔距離を示す。

※4 第2保管エリアに高圧発電機車及びタンクローリを配置しないため「—」としている。

保管場所の位置は，機密に係る事項のため公開できません。

屋外アクセスルートの設定と確保 (1/4)

- 可搬型設備の運搬経路及び要員の移動経路として、基準地震動Ssによる被害及び基準津波の影響を受けない経路を含めた複数のアクセスルートを設定している。

【地震による屋外アクセスルートへの影響】

- 周辺構造物の損壊によるアクセスルートへの影響を考慮しても、アクセスルートに必要な幅員3m（可搬型設備の車両幅と、原子炉等への注水のためのホース敷設幅を考慮し設定）が確保可能であることを確認している。
 - 変圧器等の火災想定施設に火災が発生した場合でも、アクセスルートからの離隔距離が確保されており、アクセスルートへの影響はないことを確認している。
 - 緊急時対策所～可搬型設備の保管場所～2号炉原子炉建物等の作業場所までのアクセスルートについては、地震による影響を考慮しあらかじめ段差緩和対策を行うことで、仮復旧なしで可搬型設備の通行が可能であることを確認している。
- アクセスルートに積雪や火山灰の降灰、がれきの発生があった場合、保管場所に分散保管しているホイールローダを用いて除雪等を実施することで、アクセスルートを確保する。
例えば、積雪の場合は20cmの積雪量に対して、最長77分で、火山灰の場合は56cmの降灰厚さに対して、最長218分で、アクセスルートの確保が可能である。また、がれきの発生に対しても、1kmあたり43分で撤去可能で、アクセスルートの確保が可能である。
- 一部のアクセスルートに、土石流の発生や送電線の垂れ下がりにより影響が及んだ場合を考慮し、それらの影響を受けない連絡通路をあらかじめ設置し、アクセスルートを確保する。なお、要員の安全確保上、事象発生後すぐの復旧作業は実施しない。

アクセスルートの位置は、機密に係る事項のため公開できません。

【ホイールローダによる除雪及び除灰作業】

- アクセスルートの復旧においては、気象予報等を踏まえてアクセス性に支障が生じる前にあらかじめ除雪や除灰等の活動を開始する運用である。島根原子力発電所に保管されているホイールローダによる除雪及び除灰に要する時間を以下のとおり算定した。

(1) 除雪

- ホイールローダの押し出し可能量を16tとし、積雪量20cmを道路外へ押し出すことを想定。
- 除雪作業時の移動速度は、ホイールローダの1速のカタログ値の平均的な速度から設定。
- 緊急時対策所及び保管場所から可搬型設備が通行する水源、接続先、送水先までのルートの除雪に要する時間は最長77分である。

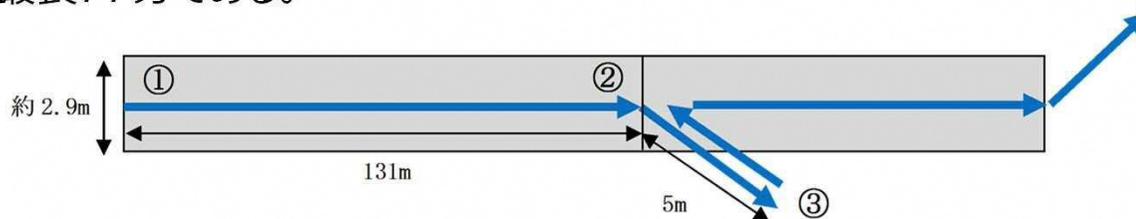


図1 除雪方法イメージ

(2) 除灰

- ホイールローダの押し出し可能量を16tとし、降灰厚さ56cmを道路外へ押し出すことを想定。
- 除灰作業時の移動速度は、ホイールローダの1速のカタログ値の平均的な速度から設定。
- 緊急時対策所及び保管場所から可搬型設備が通行する水源、接続先、送水先までのルートの除灰に要する時間は最長218分である。

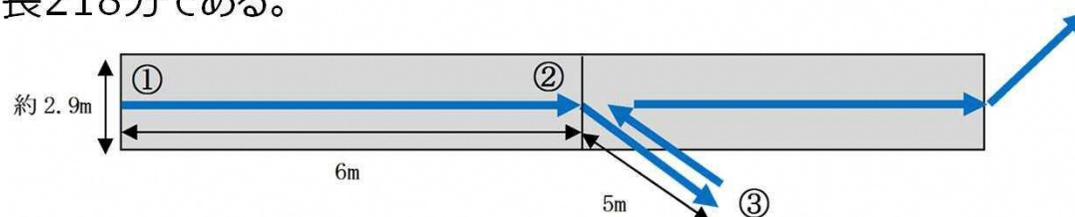


図2 除灰方法イメージ

【ホイールローダによるがれき撤去作業】

➤ 島根原子力発電所に保管されているホイールローダによるがれき撤去に要する時間を以下のとおり算定し、撤去時間を合成して、がれきの撤去速度は1 kmあたり43分である。

(1) 5t未満のがれき

- 5t未満のがれきは50m区間毎に道路外へ押し出すことを想定。
- 5t未満のがれき撤去時の移動速度は、ホイールローダの1速のカタログ値の平均的な速度から設定。
- 1kmあたり（20箇所）の撤去時間は26分である。

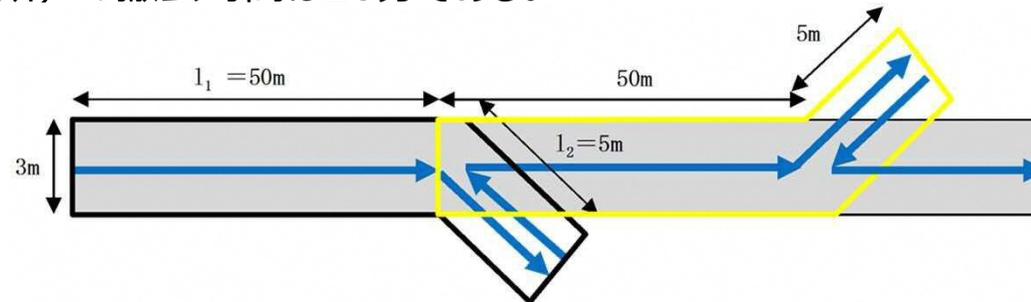


図3 撤去方法イメージ (5t以上)

(2) 5t以上のがれき

- 5t以上のがれきは100m区間に1箇所と仮定して道路外へ押し出すことを想定。
- 移動速度は対象が重量物であることを考慮して1速の平均的な速度の20%程度と設定。
- 1kmあたり（10箇所）の撤去時間は43分である。

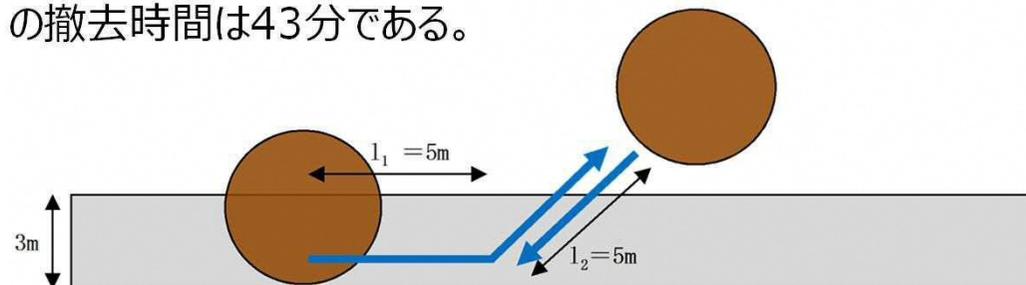


図4 撤去方法イメージ (5t未満)

【土石流の発生や送電線の垂れ下がりの影響を受けない連絡通路の設置】

- 緊急時対策所から保管場所等への要員の移動において、土石流の発生や送電線の垂れ下がりが発生しても、通行可能なよう連絡通路を設置する。
- 土石流の影響を考慮し、2セット準備している可搬型設備は、その保管場所を分散して配置し、いずれか1セットは土石流の影響を受けない保管場所に配置する。

<凡例>

- : アクセスルート
 - : 連絡通路 (新規)
- <想定災害>
- : 土石流影響範囲
 - : 送電線垂れ下がり

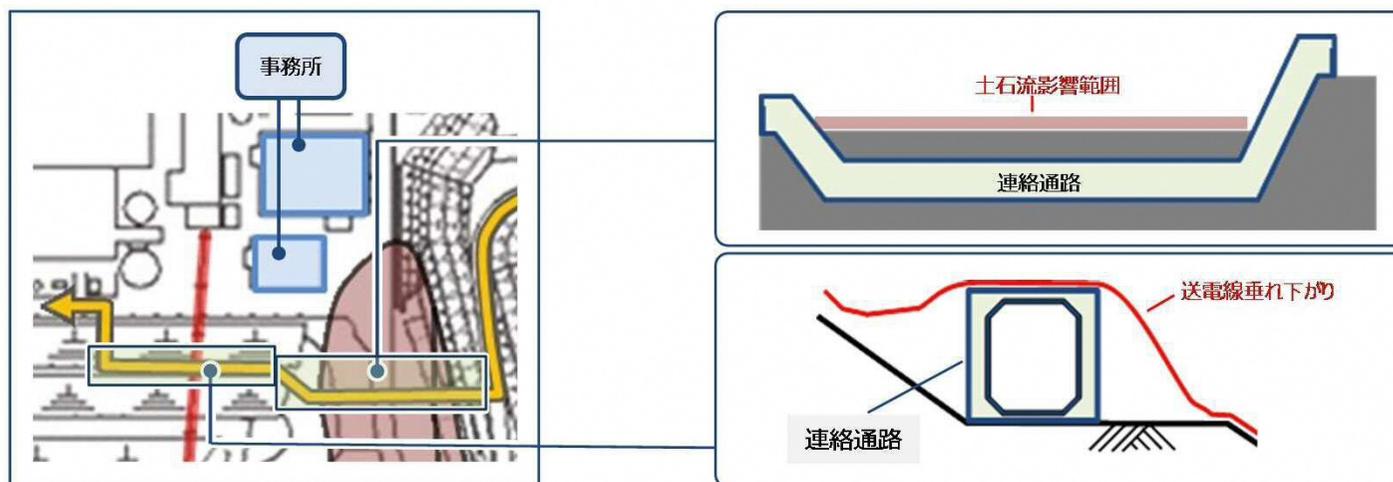


図5 連絡通路設置イメージ

①地震時の影響評価結果

地震発生時にアクセスルート周辺に転倒する可能性のある常置品や仮置資機材がある場合、固縛や転倒防止処置によりよりアクセス性に与える影響がないことを確認している。

万一、周辺にある常置品が転倒した場合を考慮し、通行可能な通路幅が確保できない場合は、あらかじめ移動又は撤去等を行うことでアクセス性に与える影響がないことを確認している。



図7 転倒防止処置例

移動対象 (窒素ガスボンベ)



移動前



移動後

図8 物品移動処置状況

②地震時随件事象（火災）の影響評価結果

アクセスルート近傍の地震随伴火災の発生の可能性がある，油内包機器及び水素ガス内包機器のうち，転倒の可能性がある耐震Sクラスでない機器について耐震性を評価した結果，耐震裕度があり転倒するおそれがないことから，転倒に伴う油漏洩等による火災源とならないため，アクセス性に与える影響がないことを確認している。

③地震時随件事象（溢水）の影響評価結果

アクセスルートがある建物のフロアについて，地震により溢水源となるタンク等の損壊に伴い，各フロアにおける最大溢水水位が歩行可能な溢水高さであることを確認した結果，最大溢水水位は19cmであり，歩行可能な水深である30cm以下であることから，アクセス性に与える影響がないことを確認している。

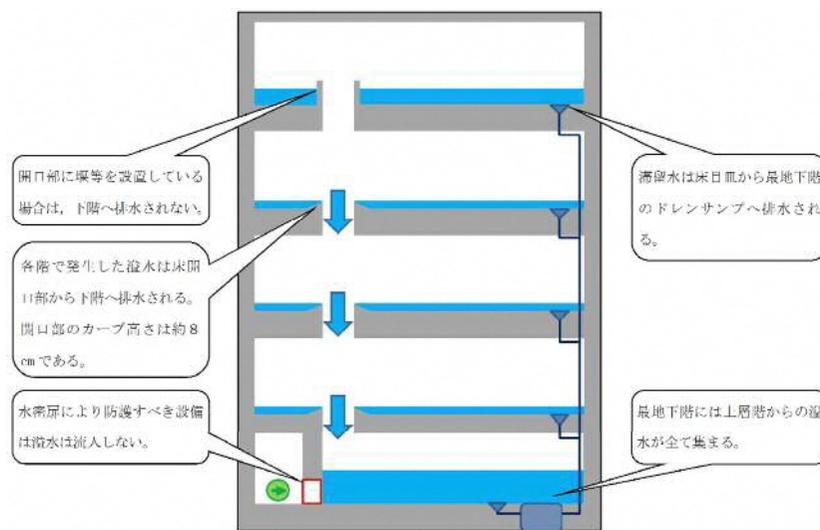


図9 水位評価概要図

▪ 論点項目<18>

原子炉水位が不明になる等, 計装系に異常があっても適切な操作ができるか

■ パラメータの推定

- 重大事故等対策を成功させるため把握することが必要な原子炉施設の状態を直接監視するパラメータ（以下「主要パラメータ」という。）を測定する機器の故障，計測範囲超過又は電源喪失により，計測が困難となった場合には，主要パラメータ毎に設定している他の計器の測定値を用いて主要パラメータを推定する手段を整備する。

■ 原子炉水位計の設置

- 原子炉水位計は，主要用途に応じて，複数の水位計を設置する。（表1，図1参照）

表1 原子炉水位計の種類と主要用途

計器名称	計測範囲※1	主要用途
原子炉水位 (狭帯域)※2	0 ~ 150cm	通常時監視 給水制御
原子炉水位 (広帯域)	-400 ~ 150cm	通常時監視 事故時監視
原子炉水位 (燃料域)	-800 ~ -300cm	事故時監視
原子炉水位 (SA)	-900 ~ 150cm	事故時監視
原子炉水位 (停止域)※2	0 ~ 1000cm	停止時監視

(参考)

レベル	水位※1
通常運転水位	83cm
燃料棒有効長頂部 (TAF)	-427cm
燃料棒有効長底部 (BAF)	-798cm

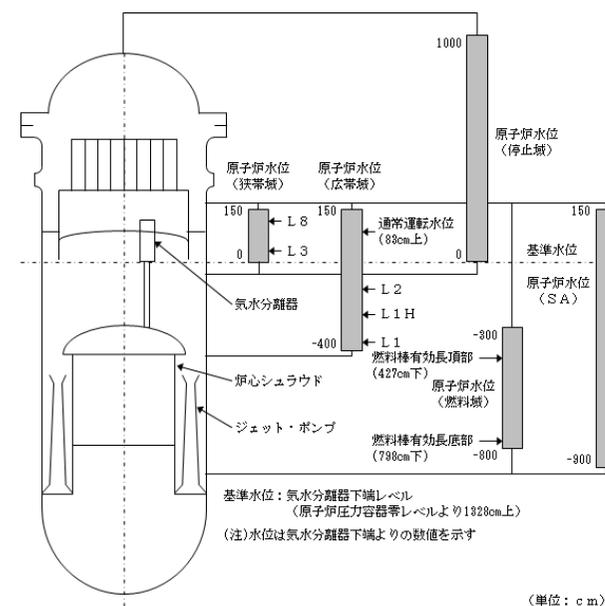


図1 原子炉水位計の概要図

※1：基準点(0cm)は気水分離器下端（原子炉圧力容器零レベルより1328cm）
 ※2：自主対策設備

■ 計器故障時に原子炉水位を推定する手段

- 原子炉水位（広帯域）および原子炉水位（燃料域）が故障した場合は、当該計器の他チャンネル又は原子炉水位（SA）により推定する。また、原子炉水位（SA）が故障した場合は、原子炉水位（広帯域）および原子炉水位（燃料域）により推定する。
- 機器動作状態にある注水ポンプの流量より、崩壊熱による原子炉水位変化量を考慮し、原子炉圧力容器内の水位を推定する。
- 主蒸気配管より上まで注水した場合、原子炉圧力とサプレッション・チェンバ圧力の差圧から、原子炉圧力容器の満水を推定する。

■ 電源喪失時に原子炉水位を推定する手段

- 外部電源・非常用ディーゼル発電機喪失時は、計器電源は蓄電池から給電する。
- 蓄電池から給電されている間に、ガスタービン発電機または高圧発電機車を準備して給電元の切り替えを実施する。
- ガスタービン発電機または高圧発電機車からの給電が困難となった場合で蓄電池が枯渇するおそれがある場合は、可搬型直流電源設備から給電する。
- 計器への給電が困難な場合は、可搬型計測器により計測する。（図2，3参照）

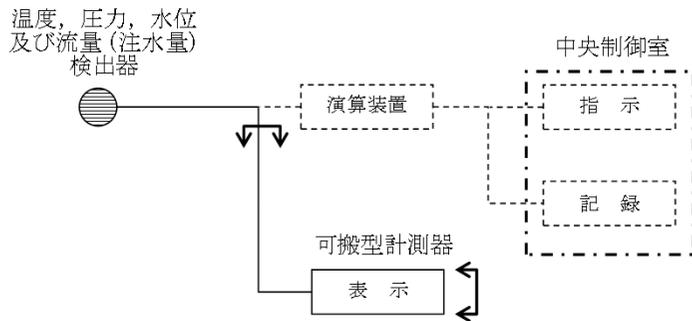


図2 可搬型計測器の概略構成図



図3 可搬型計測器による計測風景

■ 原子炉水位計の測定原理

- 原子炉水位計は、凝縮槽（基準配管）を原子炉圧力容器（RPV）の近傍に設置し、凝縮槽とRPVの液相に接続した計装配管により格納容器外へ圧力を導き、差圧（DP）を計測し中央制御室等では水位として監視している。
- 検出器には凝縮槽側とRPV側の水位（ L_r , L_s ）に応じた水頭圧（ H_r , H_s ）および原子炉圧力（ P_{RPV} ）が加わるが、差圧（DP）は原子炉圧力成分が相殺され水頭圧差（ $H_r - H_s$ ）となる。
- 凝縮槽の水位（ L_s ）は常に一定※であるため、RPV側液相密度（ ρ_r ）、凝縮槽側液相密度（ ρ_s ）を校正条件として定めることで、差圧（DP）から原子炉水位（ L_r ）へ換算している。

（※：急激な原子炉減圧等により凝縮槽内の水が蒸発し、水位の低下が生じる条件下では、 L_s 一定の条件が成立しないため、水位不明と判断する）

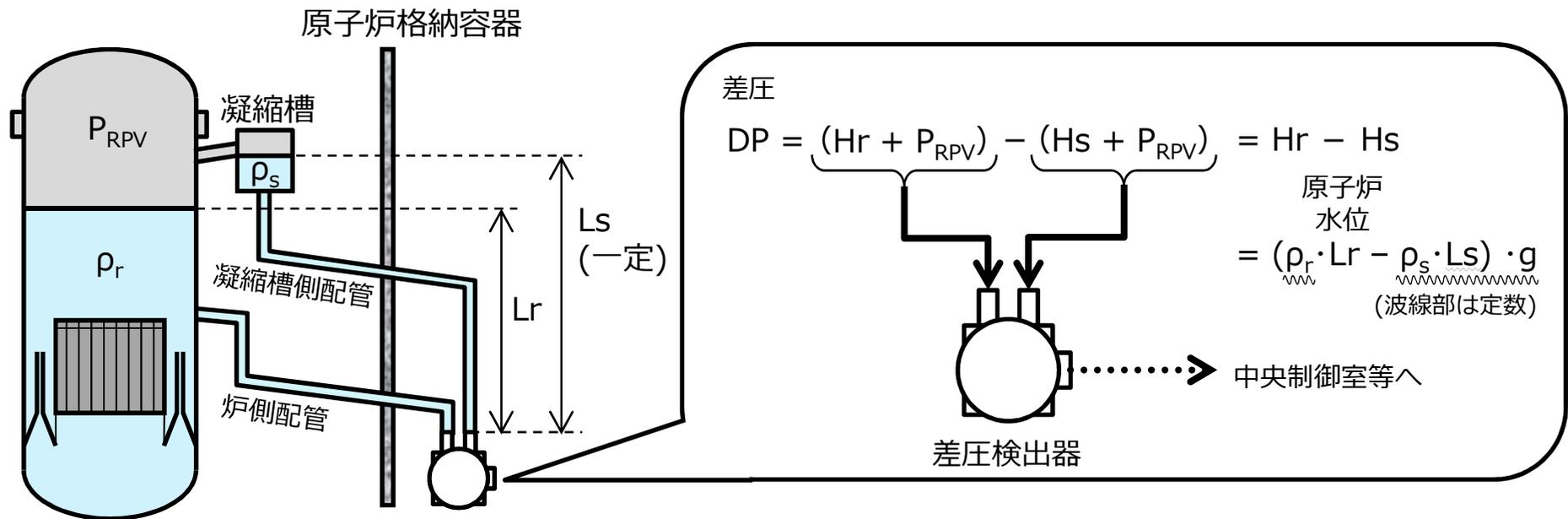


図4 原子炉水位計測原理 概要図

■ 原子炉水位不明時の判断

- 重大事故等対処設備として、原子炉水位（広帯域）、原子炉水位（燃料域）および原子炉水位（SA）は設置しており、重大事故等時に原子炉水位を確認するが、以下の場合に原子炉水位不明を判断する。
 - 原子炉水位計の電源が喪失した場合
 - 原子炉水位の指示に「ばらつき」があり、原子炉水位が燃料棒有効長頂部以上であることが判定出来ない場合
 - ドライウェル雰囲気温度が、原子炉圧力に対する飽和温度に達した場合（事故時操作要領書（徴候ベース）の中で定める水位不明判断曲線で水位不明領域に入った場合）
 - 凝縮槽液相部温度と気相部温度がほぼ一致し、有意な差が認められない場合

■ 原子炉水位不明時の対応

- 有効性評価のうち、原子炉水位不明を判断する、格納容器破損モード「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温）」では、以下のとおり対応を行うことで損傷炉心の冷却を維持することとしている。
 - 外部水源にてLOCA破断口までの原子炉水位回復のため、200m³/hで30分継続して注水する。その後、LOCA破断口から格納容器へ流出しサプレッション・プール水位の上昇につながるため、崩壊熱による蒸発量相当の注水量に切替える。
- 上記操作により水位維持ができない場合は、サプレッション・プール水位の顕著な上昇がなく、原子炉圧力容器表面温度が上昇すると考えられるため、以下により損傷炉心の冷却維持を判断する。
 - 崩壊熱相当の注水量以上で原子炉注水を継続していること。
 - サプレッション・プール水位が顕著に上昇していること。
- 上記が確認できない場合で、原子炉圧力容器下鏡温度が300℃に到達した時点で、損傷炉心の冷却失敗を判断し、原子炉圧力容器破損に備えた対応を実施する。
- 水位不明時の対応を含め、当該対応操作については、事故時操作要領書に記載しており、適切な対応が可能である。

▪ 論点項目<19>

重大事故に対応する訓練は行われているか

重大事故等対策の対処に係る教育及び訓練（1/4）

- 重大事故等に対処する要員（1, 2号運転員, 緊急時対策要員及び自衛消防隊）は, 常日頃から重大事故等時の対応のための教育及び訓練を実施することにより, 事故対応に必要な力量の習得を行い, 重大事故等時においても的確な判断のもと, 平常心をもって適切な対応操作が行えるように準備している。また, 教育及び訓練は, 原子炉施設保安規定に基づく社内規程に基づき実施しており, 事故時操作の知識及び技術の向上に努めている。
- 東京電力福島第一原子力発電所事故以降は, 事故の教訓を踏まえた緊急安全対策を整備し, 全交流動力電源喪失時における初動活動に備え各種訓練を継続的に実施してきている。具体的には, 電源確保及び給水確保の訓練, がれき撤去のための訓練等を必要な時間内に成立することの確認も含め, 継続的に実施している。
- 新規制基準として新たに要求された重大事故等対策に係る教育及び訓練は, 保安規定及び社内規程に適切に定め, 知識及び技能の向上を図るために定められた頻度, 内容で実施し, 必要に応じて手順等の改善を図り実効性を高めていくこととしている。教育及び訓練の結果を評価し, 継続的改善を図っていくこととしている。

重大事故等対策の対処に係る教育及び訓練（2/4）

- 運転員及び緊急時対策要員に対する教育及び訓練は、机上教育にて重大事故等の現象に対する幅広い知識を付与するため、アクシデントマネジメントの概要について教育するとともに、役割に応じて重大事故等の発電用原子炉施設の挙動等の教育を実施する。
- 重大事故等対策に係る教育及び訓練は、運転員及び緊急時対策要員の役割に応じ、基本教育、要素訓練及び総合訓練をそれぞれ年1回以上実施する。
- 教育及び訓練は、当社社員だけでなく、協力会社社員も業務委託契約に基づき実施することとしており、当社が主催する訓練に参加することで必要な力量の維持向上を図ることとしている。

【要素訓練】

- 基本教育を踏まえ、発電用原子炉施設の冷却機能の回復のために必要な電源確保及び可搬型重大事故等対処設備を使用した給水確保等の対応操作を習得することを目的に、実施組織の要員に対し、重大事故等対策に関する教育として手順の内容理解（作業の目的、事故シーケンスとの関係等）や資機材の取扱い方法等の習得を図るため要素訓練等を年1回以上実施する。

【総合訓練】

- 組織全体としての力量向上を図るために発電所は、年1回以上総合訓練を実施する。
- 各要素訓練を組み合わせ、原子力防災組織内各班の情報連携や組織全体の運営が適切に行えるかどうかの検証を実施する。
- 本社等と行う総合訓練においては、当社経営層も参加し、緊急時対策本部における活動の指揮命令及び情報収集、並びに他の災害対策本部等との連携についての活動訓練を実施することにより、原子力災害発生時における発電所と本社等のコミュニケーションの強化を図っている。
- 総合訓練では、適宜、オフサイトセンターや自治体等への情報提供等の連携、原子力事業所災害対策支援拠点の立ち上げ、他の原子力事業者との連携（協力要請等）、社外への情報提供（模擬記者会見訓練）等にも取り組んでいる。

表1 訓練の頻度の考え方

項目	頻度	訓練の方針	訓練の内容
要素訓練	1回／年以上	<ul style="list-style-type: none"> •各要員に対し必要な教育及び訓練項目を年1回以上実施し、評価することにより、力量が維持されていることを確認する。 •各要員が力量の維持及び向上を図るためには、各要員の役割に応じた教育及び訓練を受ける必要がある。各要員の役割に応じた教育及び訓練を年1回以上、毎年繰り返すことにより、各手順を習熟し、力量の維持及び向上を図る。 •各要員の力量評価の結果に基づき教育及び訓練の有効性評価を行い、年1回の実施頻度では力量の維持が困難と判断される教育又は訓練については、年2回以上の実施頻度に見直す。 	<ul style="list-style-type: none"> •給水活動及び電源復旧活動等の各項目の教育及び訓練
総合訓練	1回／年以上	<ul style="list-style-type: none"> •想定した原子力災害への対応、各機能や組織間の連携等、組織があらかじめ定められた機能を発揮できることを総合的に確認する訓練を年1回以上実施し、評価することにより、緊急時対策要員の実効性等を確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> •緊急時対策要員の実効性等を総合的に確認

表2 主な訓練内容

項目	主な訓練内容	訓練実績 (2014年4月～2020年3月)
要素訓練	<ul style="list-style-type: none"> 大量送水車による原子炉等への注水訓練 高圧発電機車による電源供給訓練 ホイールローダを使用したアクセスルート確保訓練 重大事故の対応を含めたシミュレータ訓練 高線量や夜間等を想定した防護具等を着用して行う訓練 等 	<ul style="list-style-type: none"> 自社シミュレータ訓練：68回 (累計参加人数：566名) 社外シミュレータ訓練：55回 (累計参加人数：69名) 発電所における要素訓練：331回
総合訓練	<ul style="list-style-type: none"> 各要素訓練を組み合わせた組織全体の運営検証 社外へのプラントの状況説明などを行う模擬記者会見訓練 等 	<ul style="list-style-type: none"> 発電所における総合訓練：7回



高圧発電機車による電源供給訓練



大量送水車による原子炉等
への注水訓練



総合防災訓練

図1 訓練状況

▪ 論点項目<13>

重大事故対策の結果, どれだけ安全性が向上したのか

- 島根原子力発電所2号炉のPRAの参考評価として、現在、整備している重大事故等対処設備等の一部を考慮した評価を実施した。より詳細な評価は今後、安全性向上評価にて実施していく。評価にて考慮した主な重大事故等対処設備を下表に示す。

機能	設備
炉心冷却機能	低圧原子炉代替注水系
格納容器熱除去機能	格納容器フィルタベント系
サポート機能	常設代替交流電源設備

- 内部事象運転時レベル1 PRAについて、炉心損傷頻度は 6.2×10^{-6} / 炉年から 7.4×10^{-8} / 炉年まで低下し、重大事故等対処設備を考慮することで炉心損傷頻度は約83分の1まで低減した。地震レベル1 PRAについて、炉心損傷頻度は 7.9×10^{-6} / 炉年から 3.7×10^{-6} / 炉年まで低下し、重大事故等対処設備を考慮することで炉心損傷頻度は約2分の1まで低減した。

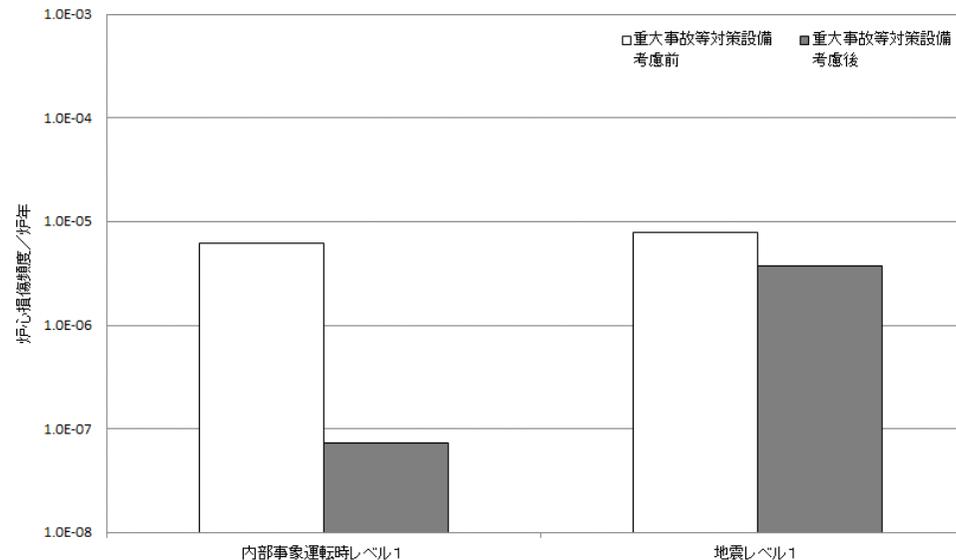


図1 炉心損傷頻度の前後比較

- 内部事象運転時レベル1 P R Aについて、炉心損傷頻度の中で支配的な事故シーケンスグループは、ベースケース及び感度解析ともに崩壊熱除去機能喪失であったが、崩壊熱除去機能喪失の炉心損傷頻度は約95分の1に低下した。
- 崩壊熱除去機能喪失の炉心損傷頻度が大きく低下した要因は、崩壊熱除去機能の多様化が影響したものと考えられる。

表2 事故シーケンスグループの寄与割合

事故シーケンス	重大事故等対策設備考慮前		重大事故等対策設備考慮後	
	CDF(／炉年)	寄与割合(%)	CDF(／炉年)	寄与割合(%)
高圧注水・減圧機能喪失	5.1E-09	<0.1	5.1E-09	6.9
高圧・低圧注水機能喪失	3.3E-09	<0.1	4.9E-11	<0.1
全交流動力電源喪失	2.7E-09	<0.1	1.7E-12	<0.1
崩壊熱除去機能喪失	6.2E-06	約100	6.5E-08	88
原子炉停止機能喪失	6.4E-10	<0.1	6.4E-10	0.9
LOCA時注水機能喪失	4.3E-13	<0.1	4.3E-13	<0.1
格納容器バイパス (インターフェイスシステムLOCA)	3.3E-09	<0.1	3.3E-09	4
合計	6.2E-06	100	7.4E-08	100

- 論点項目<14>

新規制基準対応設備を導入したことで、
新たな弱点が生じていないか

<SA設備等の設置に伴う既存設備への影響について>

- 重大事故等対処設備の設置工事や既設設備の改造工事を行う場合、既設設備等に悪影響を与えないことを条件に工事内容を検討しており、工事計画の中でも手順書に従い、影響有無を評価していることから、当該工事が悪影響を及ぼすことはないと考える。

<SA設備を起因とする重大事故等の発生について>

- 重大事故等対処設備は、事故が生じ、設計基準事故対処設備が機能喪失した場合にも事故への対処が行えるように備えるものであり、重大事故等対処設備の故障等が生じたとしても、それが起因となって過酷事象に至るような状況にはならないと考える。

<SA設備等の設置に伴う手順の整備について>

- 新規制基準に基づき、設計基準対象施設および重大事故等対処設備を設置することにより、設備が増加し、手順が煩雑になることに伴うヒューマンエラー発生の増加が懸念されるものの、対応手順を整備し、教育訓練等を通じて、力量の維持・向上を図り、ヒューマンエラーの防止を図っていくこととしている。（詳細は、次頁参照）

【手順の整備】

プラントに異常が発生した場合等において、重大事故への進展を防止するため、図1のとおり対応手順を整備している。

各種手順は、運転員が使用するもの（運転操作手順書）と緊急時対策要員が使用するもの（緊急時対策本部用手順書）と、使用する要員に応じて整備している。なお、使用目的によっては、相互の手順の完遂により機能を達成する場合があることから、重大事故等対処設備の使用に当たっては、中央制御室と緊急時対策本部の間で緊密な情報共有を図っていくこととしている。

また、プラントの状態によって設備選択をすることになるが、手順書に設備選択の優先順位を明記することにより、設備増加に伴い判断に迷うことの無いように配慮している。

[各種手順書間の繋がり，移行基準]

- 各種手順を事故の進展状況に応じて適切に使用可能とするため、手順書間の移行基準を定めている。また、事故対応中は、複数の手順書を並行して使用することを考慮して、手順書間での対応の優先順位が存在する場合は、手順書にその旨を定めている。

[重大事故等発生時の対応]

- 図1に示す手順を有効かつ適切に使用しプラントの状態に応じた対応を行うために、運転員及び緊急時対策要員は、常日頃から対応操作について教育訓練等を実施し、手順の把握、機器や系統特性の理解及び発電用原子炉の運転に必要な知識等の習得、習熟を図っている。

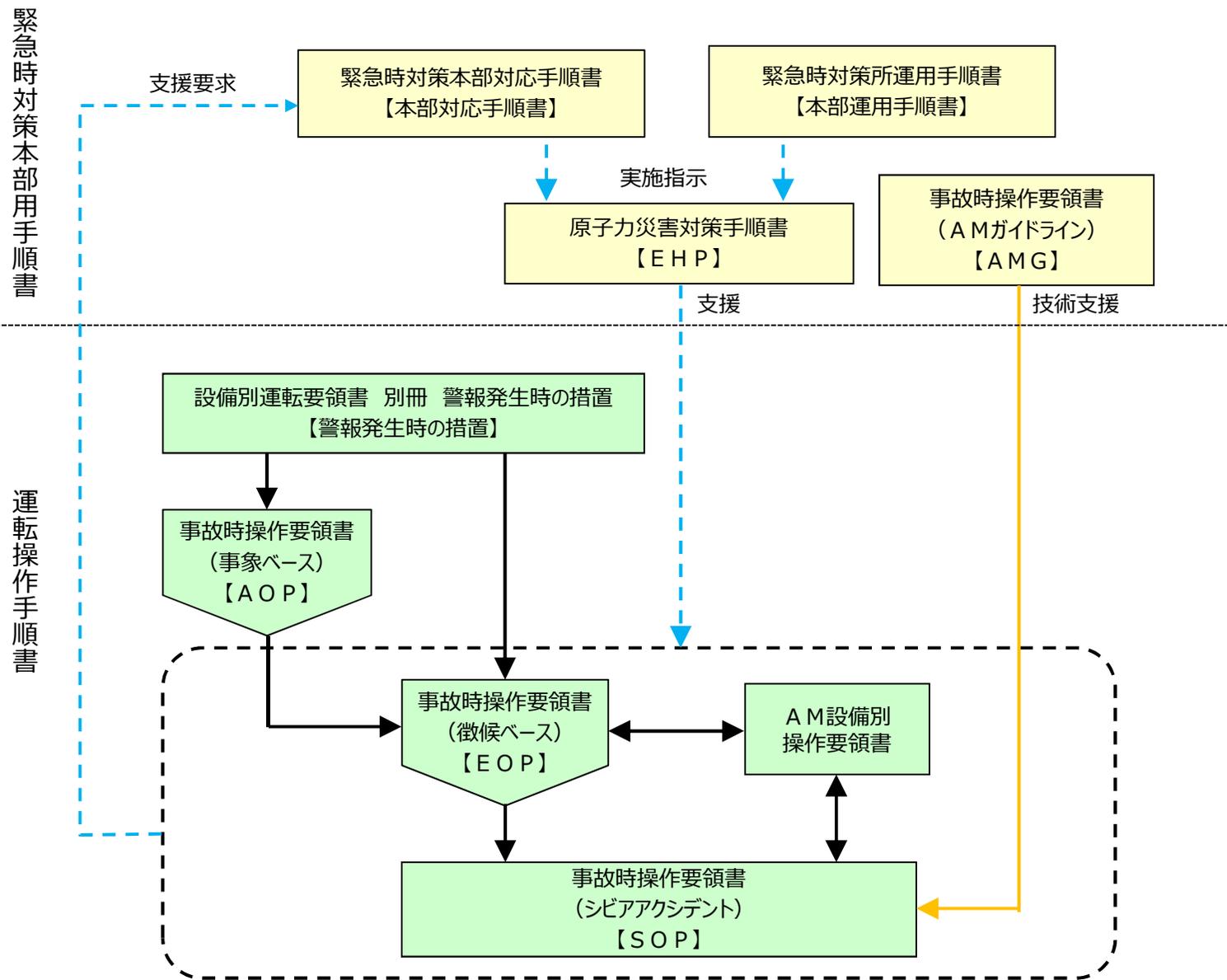


図1 手順書体系の概要図