

本資料のうち、枠囲みの内容は、営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	補足-240-4 改3
提出年月日	平成30年7月23日

中央制御室の機能に関する説明書に係る補足説明資料

平成30年7月
日本原子力発電株式会社

中央制御室の機能に関する説明書に係る補足説明資料
設計基準事故時の中央制御室の機能

設計基準事故時の中央制御室の機能

目 次

- 1 環境条件
 - 1.1 現場操作が必要となる操作の抽出
 - 1.2 環境条件の抽出
 - 1.3 環境条件下における操作の容易性
- 2 誤操作防止対策
 - 2.1 中央制御室の誤操作防止対策
 - 2.2 中央制御室以外の誤操作防止対策
 - 2.3 その他の誤操作防止対策
- 3 中央制御室から外の状況を把握する設備
 - 3.1 中央制御室から外の状況を把握する設備の概要
 - 3.2 津波・構内監視カメラについて
 - 3.3 津波・監視カメラ映像サンプル
 - 3.4 津波・監視カメラで把握可能な自然現象等
 - 3.5 中央制御室にて把握可能なパラメータ
- 4 酸素濃度計等
 - 4.1 酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計の設備概要
 - 4.2 酸素濃度，二酸化炭素の管理

1. 環境条件

1.1 現場操作が必要となる操作の抽出

安全施設のうち，中央制御室での操作のみならず，中央制御室以外の設計基準対象施設の現場操作を抽出し，現場操作場所を特定する。

具体的には，運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故（以下「設計基準事故等」という。）時に必要な操作（事象発生から冷温停止まで）のうち，事象の拡大防止，あるいは，事象を収束させるために必要な操作を抽出する。また，新規制基準適合性に係る審査において必要な現場操作についても，安全施設が安全機能を損なわないために必要な操作を抽出する。

抽出結果は以下のとおり。

- ・ 中央制御室における操作
- ・ 原子炉保護系母線停止操作
- ・ 使用済燃料プール冷却・注水機能復旧操作
- ・ 全交流動力電源喪失時の負荷切り離し操作
- ・ 中央制御室外原子炉停止操作

1.2 環境条件の抽出

前節で抽出した現場操作が必要となる起因事象及び起因事象と同時にもたらされる環境条件について，抽出する。

現場操作が必要となる起因事象として，地震，津波，設置許可基準規則第6条に示す設計基準事象，内部火災，内部溢水，設計基準事故等を想定する。なお，設置許可基準規則第6条で整理した「発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く）」は，考慮が不要もしくは自然現象に包絡される。

これらの起回事象と同時にもたらされる環境条件について、中央制御室における環境条件を第 1.2-1 表に、中央制御室以外の場所における環境条件を第 1.2-2 表に示す。

第 1.2-1 表 中央制御室に同時にもたらされる環境条件への対応 (1/3)

起回事象	同時にもたらされる中央制御室の環境条件	中央制御室での操作性（操作の容易性）を確保するための設計方針
内部火災 (地震起因含む)	火災による中央制御室内設備の機能喪失	中央制御室に粉末消火器又は二酸化炭素消火器を設置するとともに、常駐する運転員によって火災感知器及び火災報知設備による早期の火災感知を可能とし、火災が発生した場合の運転員の対応を社内規定類に定め、運転員による速やかな消火を行うことで運転操作に影響を与えず容易に操作ができる設計とする。
内部溢水 (地震起因含む)	溢水による中央制御室内設備の機能喪失	中央制御室内には溢水源がない設計とする。また、火災が発生したとしても、運転員が火災状況を確認し、粉末消火器又は二酸化炭素消火器にて初期消火を行うことで、消火水による溢水により運転操作に影響を与えず容易に操作ができる設計とする。
地震	余震	中央制御室及び制御盤は、原子炉建屋付属棟に設置し、基準地震動による地震力に対し必要となる機能が喪失しない設計とする。また、制御盤は床等に固定することにより、地震発生時においても運転操作に影響を与えない設計とする。さらに、制御盤に手摺を設置するとともに天井照明設備には落下防止措置を講じることにより、地震発生時における運転員の安全確保及び制御盤上の操作器具への誤接触を防止できる設計とする。

第 1.2-1 表 中央制御室に同時にもたらされる環境条件への対応 (2/3)

起因事象	同時にもたらされる中央制御室の環境条件	中央制御室での操作性（操作の容易性）を確保するための設計方針
地震	外部電源喪失又は全交流動力電源喪失による照明等の所内電源の喪失	中央制御室における運転操作に必要な照明は、地震、竜巻・風（台風）、積雪、落雷、外部火災（森林火災）及び火山に伴い外部電源が喪失した場合には、非常用ディーゼル発電機 ^{*1} からの給電により、操作に必要な照明用電源を確保し、容易に操作ができる設計とする。
竜巻・風（台風）		中央制御室の照明設備については、非常用照明とし、外部電源が喪失しても照明を確保する設計とする。
積雪		また、直流非常灯及び蓄電池内蔵型照明のほか、中央制御室には可搬型照明を配備し、操作が必要な盤面や計器等を照らすことで運転操作を可能とする。
落雷		※1 非常用ディーゼル発電機は各自然現象に対して健全性が確保される設計とする。
外部火災（森林火災）		地震：耐震Sクラスであり、基準地震動に対して、健全性を確保する。
火山		竜巻：設計基準の竜巻による複合荷重（風圧、気圧差、飛来物衝撃力）に対して、外殻その他による防護で健全性を確保する。
外部火災（森林火災）		風：設計基準の風（台風）による風圧に対して、外殻その他による防護で健全性を確保する。
火山	積雪：設計基準の積雪による堆積荷重に対して外殻その他による防護で健全性を確保する。	
凍結	凍結による中央制御室内環境への影響	中央制御室換気系の給気隔離弁及び排気隔離弁を閉止し、閉回路循環運転を行うことで外気を遮断することから、運転操作に影響を与えず容易に操作ができる設計とする。

第 1.2-1 表 中央制御室に同時にもたらされる環境条件への対応 (3/3)

起回事象	同時にもたらされる中央制御室の環境条件	中央制御室での操作性（操作の容易性）を確保するための設計方針
津波	—※1	—
降水	—※2	—
生物学的事象	—※3	—
高潮	—※4	—

※1 津波防護対象設備は、津波の敷地への流入防止、漏水による安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止、津波防護の多重化及び水位低下による安全機能又は重大事故に対処するために必要な機能への影響防止を考慮した津波防護対策を講じる設計とするため、中央制御室の環境条件に影響はない。

※2 外部事象防護対象施設は、森林法に基づき観測記録を上回る設計基準降水量を設定し、構内排水路を設けて海域へ排水を行うことにより、その安全性を損なうおそれがない設計とする。また、重大事故等対処設備は、降水に対して防水対策を行う設計とする。これらのことから、降水は中央制御室の環境条件に影響はない。

※3 外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備は、海生生物及び小動物の侵入を防止する設計とするため、中央制御室の環境条件に影響はない。

※4 外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備は、高潮の影響を受けない敷地高さ以上に設置し高潮により影響を受けることがない設計とするため、中央制御室の環境条件に影響はない。

第 1.2-2 表 中央制御室以外に同時にもたらされる環境条件への対応

起因事象	同時にもたらされる中央制御室以外 ^{*1} の環境条件	中央制御室以外での操作性（操作の容易性）を確保するための設計方針
内部火災 (地震起因含む)	火災による現場設備の機能喪失	現場操作が必要となる状況において、内部火災の影響はない。当該区画へのアクセスルートは複数あることから問題ない。
内部溢水 (地震起因含む)	溢水による現場設備の機能喪失	現場操作が必要となる状況において、内部溢水の影響はない。当該区画へのアクセスルートは複数あることから問題ない。
地震	余震	地震発生時の対応として、「運転員は地震が発生した場合に操作を中止し安全確保に努める。」ことを社内規程類に定めることとしている。
竜巻・風（台風）	外部電源喪失又は全交流動力電源喪失による照明等の所内電源の喪失	外部電源喪失時においても、現場の照明は、非常用ディーゼル発電機から給電され ^{*2} 、機能が喪失することはない設計とし、また、蓄電池内蔵型照明を備えており、機能が喪失しない設計とする。 ※2 各自然現象に対する非常用ディーゼル発電機の健全性確保状況については、第 1.2-1 表と同様。
積雪		
落雷		
外部火災 (森林火災)		
火山		
外部火災 (森林火災)	燃焼ガス、ばい煙や有毒ガスによる建屋内環境への影響	外気取り入れ運転を行っている建屋換気系は、外気取り入れ口にフィルタを設置しているため、建屋内環境への影響はない。また、建屋換気系を停止し、外気取り入れを遮断することから建屋内環境への影響はない。
火山	降下火砕物による建屋内環境への影響	
凍結	凍結による建屋内環境への影響	建屋換気系により環境温度が維持されるため、建屋内環境への影響はない。
津波	—	—
降水	—	—
生物学的事象	—	—
高潮	—	—

1.3 環境条件下における操作の容易性

(1) 中央制御室における操作の容易性（環境条件に対する考慮）

a. 中央制御室の通常時の環境

中央制御室は，運転員の居住性，監視操作性等に鑑み，以下を考慮した設計とする。

(a) 温度

中央制御室の換気系により，運転操作に適した室温（21℃～24℃）に調整可能な設計としている。

(b) 照度

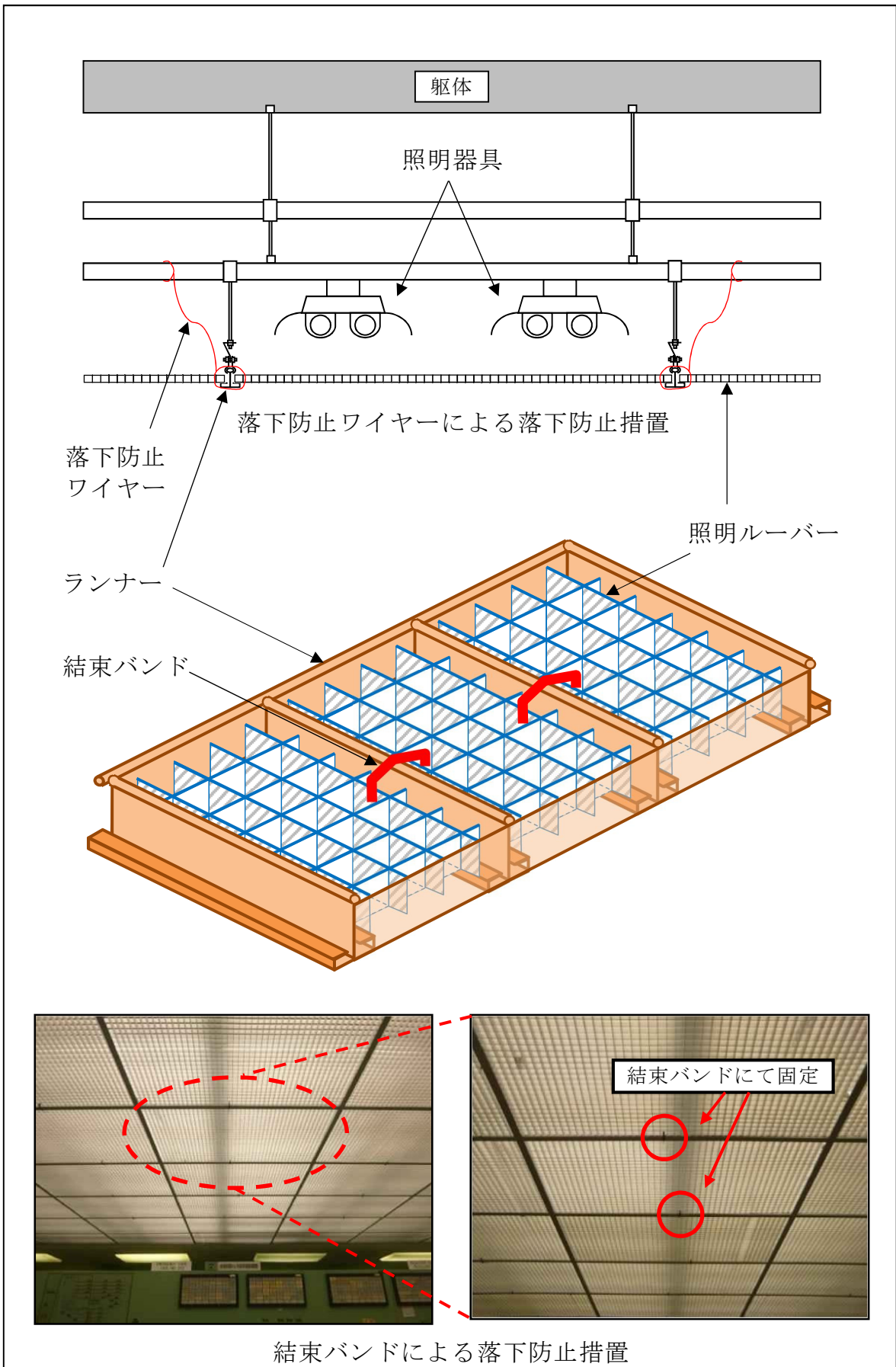
中央制御室の照明設備については，運転監視業務に加え，机上業務も考慮して運転員常駐箇所は通常 1,000 ルクスを確保可能な設計とする。

なお，不快なグレア（ディスプレイに照明が映り込むことによる見えづらさ）の軽減及び視認性を高めるため，天井に照明ルーバーを設置しており，照明ルーバーは地震等での落下を防止するため，落下防止ワイヤーの設置及び結束バンドによる固定を行う。

(c) 騒音

運転員間のコミュニケーションが適切に行えるような騒音レベルを維持できる設計（室内騒音条件として 85dB（A）未満^{*1}の設計）とする。

※1 騒音障害防止のためのガイドラインに基づく，管理区分Ⅰ（「作業環境の継続的維持に努める」としている管理区分）となる基準値



第 1.3-1 図 中央制御室照明ルーバー落下防止措置

b. 中央制御室の環境に影響を与える可能性のある事象に対する考慮

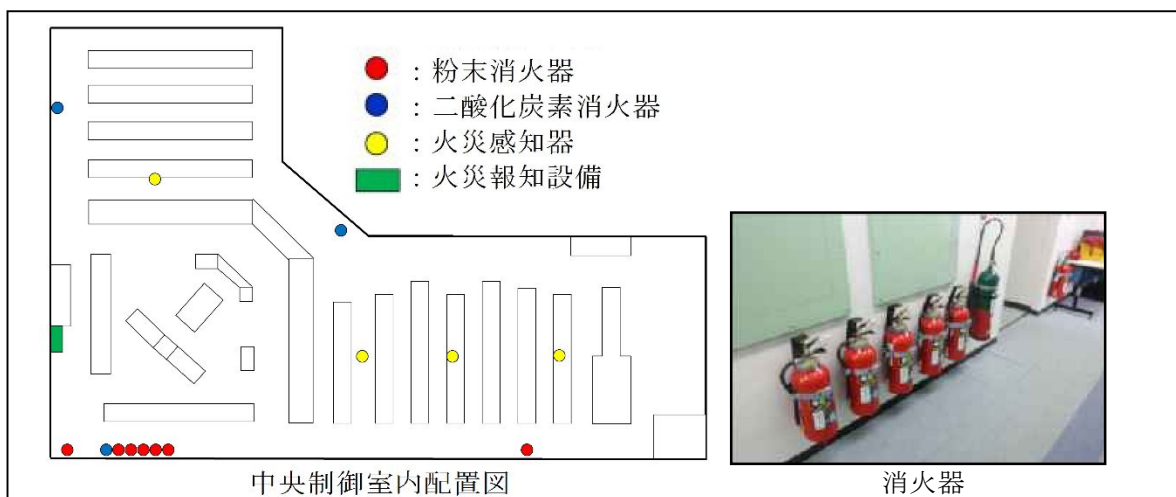
中央制御室における環境条件に対し、以下のとおり設計する。

(a) 火災による中央制御室内設備の機能喪失

中央制御室に粉末消火器又は二酸化炭素消火器を設置するとともに、常駐する運転員によって火災感知器及び火災報知設備による早期の火災感知を可能とし、火災が発生した場合の運転員の対応を社内規程類に定め、運転員による速やかな消火を行うことで運転操作に影響を与えず容易に操作ができる設計とする。

(b) 地震

中央制御室及び制御盤は、原子炉建屋付属棟内に設置し、基準地震動による地震力に対し必要となる機能が喪失しない設計とする。また、制御盤は床等に固定することにより、地震発生時においても運転操作に影響を与えない設計とする。さらに、制御盤に手摺を設置するとともに天井照明設備には落下防止措置を講じることにより、地震発生時における運転員の安全確保及び制御盤上の操作器具への誤接触を防止できる設計とする。



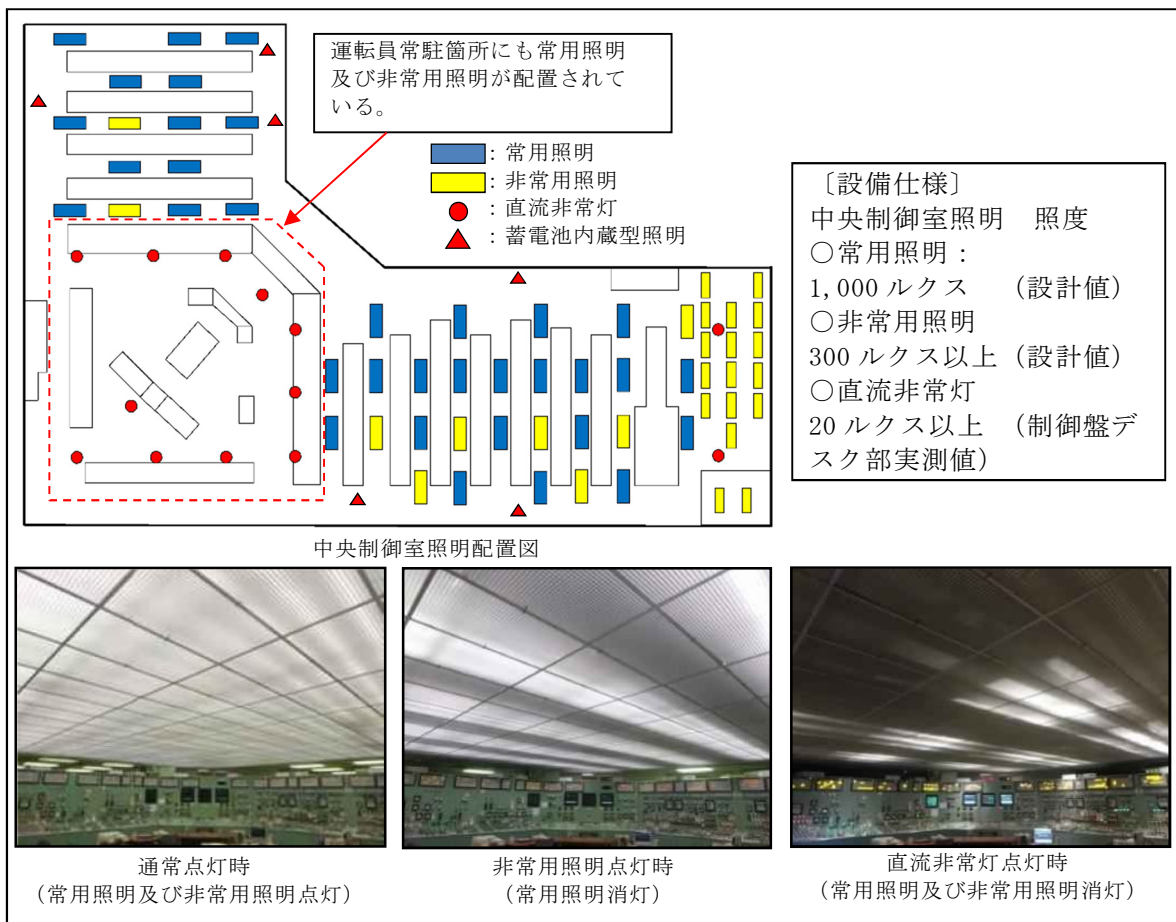
第 1.3-2 図 中央制御室の火災防護措置

(c) 外部電源喪失又は全交流動力電源喪失による照明等の所内電源の喪失

中央制御室における運転操作に必要な照明は、地震、竜巻・風（台風）、積雪、落雷、外部火災（森林火災）及び火山に伴い外部電源が喪失した場合には、非常用ディーゼル発電機からの給電により、操作に必要な照明用電源を確保し、容易に操作ができる設計とする。

中央制御室の照明設備については、非常用照明とし、外部電源が喪失しても照明（制御盤デスク部：300ルクス以上）を確保する設計とする。

また、直流非常灯及び蓄電池内蔵型照明のほか、中央制御室には可搬型照明を配備し、操作が必要な盤面や計器等を照らすことで運転操作を可能とする。

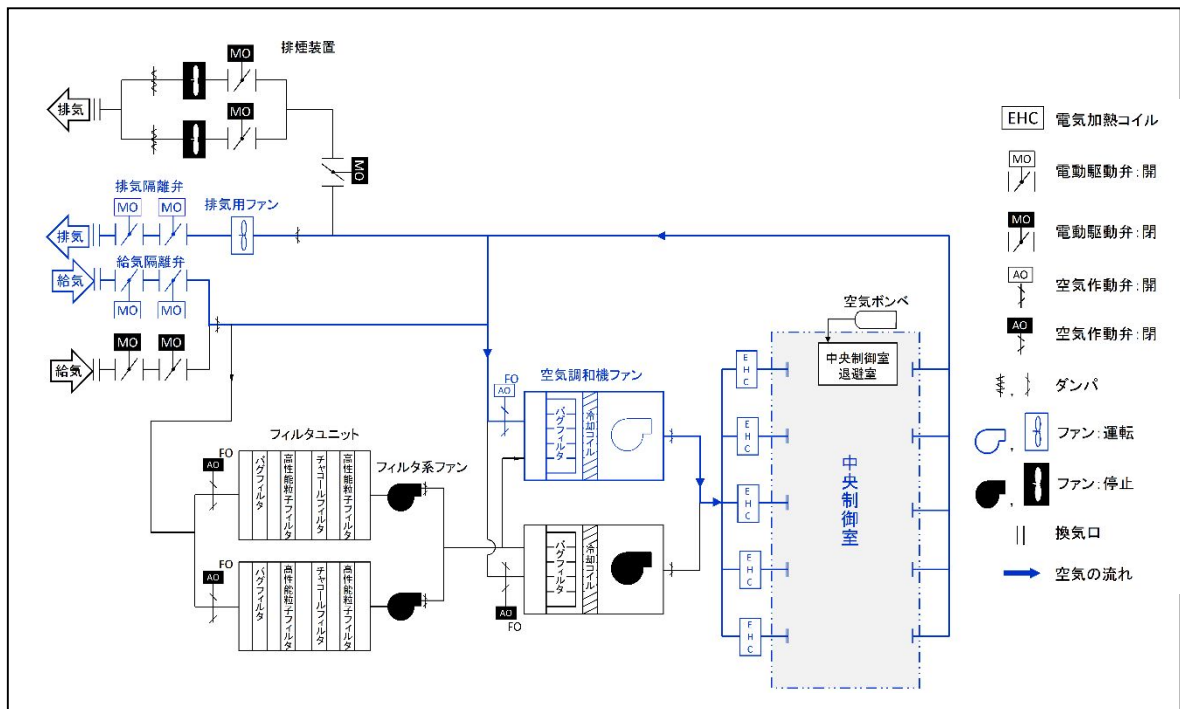


第 1.3-3 図 中央制御室の照明設備

(d) ばい煙等の発生による中央制御室内環境への影響

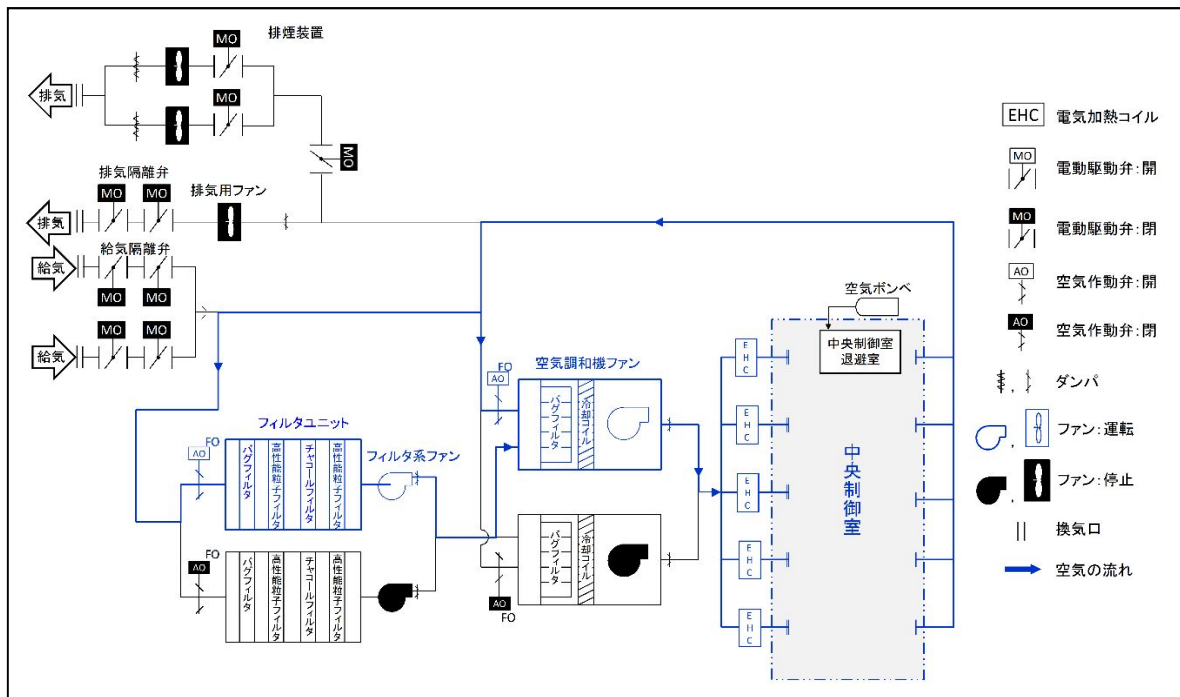
燃焼ガス，ばい煙，有毒ガス又は降下火砕物による中央制御室内の操作環境の悪化に対しては，手動で中央制御室換気系の給気隔離弁及び排気隔離弁を閉止し，閉回路循環運転を行うことで外気を遮断することから，運転操作に影響を与えず容易に操作ができる設計とする。

- 中央制御室換気系について，通常運転時は給気隔離弁，空気調和機ファン及び排気用ファンにより中央制御室の換気を行う。外気及び再循環空気は，空気調和機ファンにより中央制御室に供給し，排気用ファンにより中央制御室外に直接排気する設計とする。



第 1.3-4 図 中央制御室換気系の概要図（通常運転時）

- ・事故時は、給気隔離弁及び排気隔離弁を閉操作することで、外気から隔離し、室内空気を空気調和機に通して再循環する設計とする。この時、再循環空気の一部をフィルタユニットにより浄化することで、運転員を放射線被ばくから防護する設計とする。外気取り入れ時には、給気隔離弁を開操作することで、外気を浄化して中央制御室内に取り入れることが可能な設計とする。



第 1.3-5 図 中央制御室換気系の概要図（閉回路循環運転時）

- ・ 燃焼ガス， ばい煙， 有毒ガス 又は 降下火砕物 に対しては、手動で給気隔離弁及び排気隔離弁を閉操作し、閉回路循環運転へ切り替えることで外気を遮断する設計とする。

中央制御室換気系仕様

空気調和機ファン	台数：2台
	容量：約 42,500m ³ /h (1台あたり)
排気用ファン	台数：1台
	容量：約 3,400m ³ /h (1台あたり)
フィルタ系ファン	台数：2台
	容量：約 5,100m ³ /h (1台あたり)
フィルタユニット	基数：2基
高性能粒子フィルタ	粒子除去効率：99.97%以上
チャコールフィルタ	よう素除去効率：97%以上

(e) 内部溢水による中央制御室内環境への影響

中央制御室内には溢水源となる機器を設けない設計とする。また、火災が発生したとしても、運転員が火災状況を確認し、粉末消火器又は二酸化炭素消火器にて初期消火を行うことで、消火水による溢水により運転操作に影響を与えず容易に操作ができる設計とする。

(f) 凍結による中央制御室内環境への影響

中央制御室の換気系により環境温度が維持されることで、運転操作に影響を与えず容易に操作ができる設計とする。

(2) 中央制御室以外における操作の容易性（環境条件に対する考慮）

a. 設計基準事象において求められる現場操作

(a) 原子炉保護系母線停止操作

火災により原子炉保護系の論理回路が励磁状態を維持し、原子炉をスクラムさせる必要がある場合には、現場での原子炉保護系母線停止操作が必要となる。

(b) 使用済燃料プール冷却・注水機能復旧操作

地震時の溢水の要因により燃料プール冷却浄化系の機能が喪失した際に、残留熱除去系により使用済燃料プールの冷却及び注水機能を維持する必要があり、その際に現場での手動弁操作が必要となる。

第 1.3-1 表 燃料プール冷却浄化系機能喪失時の残留熱除去系への切替操作のための現場操作機器

操作対象機器		対象区画
機器番号	機器名称	
E12-F170A	RHR(A)-FPC ライン隔離弁	RB-3-1 (MSIV-LCS マニホールド室)
E12-F170B	RHR(B)-FPC ライン隔離弁	
G41-F036	FPC 系-RHR 系連絡出口弁	RB-4-1 (エレベータ正面)
G41-F016	FPC 系-RHR 系連絡入口弁	RB-4-19 (FPC ポンプ室)

(c) 全交流動力電源喪失時の負荷切り離し操作

全交流動力電源喪失時で、非常用ディーゼル発電機又は外部電源復旧が不可能な場合に、重大事故等に対処するために必要な電力を常設代替交流電源設備から供給するため、受電準備の現場操作として不要な負荷の切り離し操作が必要となる。

(d) 中央制御室外原子炉停止操作

火災その他の異常な事態により中央制御室内での操作が困難な場合、中央制御室外原子炉停止装置において、原子炉スクラム後の高温状態から冷温状態に移行させる操作が必要となる。

なお、中央制御室から避難する必要がある場合、かつ、時間的余裕がある場合は、中央制御室を出る前に原子炉スクラム操作を実施する。スクラム操作が不可能な場合は、中央制御室外において原子炉保護系論理回路の電源を遮断すること等により行うことができる設計とする。

b. 中央制御室以外の環境に影響を与える可能性のある事象に対する考慮

(a) 原子炉保護系母線停止操作

火災による原子炉保護系論理回路の励磁状態維持を想定するため、想定火災としては原子炉保護系継電器盤を発火箇所とする。

それに対し、操作場所である原子炉建屋付属棟1階（電気室）は、発火箇所である中央制御室と位置的分散がなされており、想定される環境条件においてもアクセス性に影響はなく、操作可能である。

現場において操作を行う盤に付設された機器名称・機器番号が記載された銘板と使用する手順書に記載されている機器名称・機器番号を照合し、操作対象であることを確認してから操作を行うことで、誤操作防止を図る。また、本操作を行う制御盤に設置されている計器を確認することにより、操作が実施されたことの確認も容易である。

(b) 使用済燃料プール冷却・注水機能復旧操作

溢水事象発生時に想定される環境条件（水位、温度、線量、化学薬品、照明、感電、漂流物）の観点から評価し、アクセス性に影響はな

く、操作可能である。

現場弁等を操作する際に使用する工具については、現場弁等の仕様や構造に応じた適正な工具を中央制御室内及び廃棄物処理操作室近傍に配備し、操作が容易に実施可能である。

(c) 全交流動力電源喪失時の負荷切り離し操作

全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの間においても操作できるように、蓄電池内蔵型照明を設置することにより、アクセス性に影響はなく、操作可能である。また、可搬型照明を配備していることから、必要により使用することが可能である。

全交流動力電源喪失時に負荷切り離し操作を実施する際は、当該電源盤で電源切状態を確認できることにより、操作が実施されたことの確認も容易である。なお、負荷切り離し操作を行う盤に付設された機器名称・機器番号が記載された銘板と使用する手順書に記載されている機器名称・機器番号を照合し、操作対象であることを確認してから操作を行うことで、誤操作防止を図る。

(d) 中央制御室外原子炉停止操作

火災その他の異常な事態により中央制御室内での操作が困難な場合においても、中央制御室外原子炉停止装置は中央制御室から離れた場所に設置し位置的に分散されているため、想定される環境条件においてもアクセス性に影響はなく、操作可能である。

現場にて操作を行う制御盤に付設された機器名称・機器番号が記載された銘板と使用する手順書に記載されている機器名称・機器番号を

照合し，操作対象であることを確認してから操作を行うことで，誤操作防止を図る。また，本操作を行う制御盤に設置されている計器を確認することにより，操作が実施されたことの確認も容易である。

2 誤操作防止対策

2.1 中央制御室の誤操作防止対策

発電用原子炉の設計基準事故等の対応操作に必要な各種指示の確認及び発電用原子炉を安全に停止するために必要な安全保護回路並びに工学的安全施設関係の操作盤は、中央制御室から操作が可能な設計とする。

また、中央制御室の制御盤は、盤面器具（指示計、記録計、操作器具、表示装置、警報表示）を系統ごとにグループ化して主制御盤に集約し、操作方に統一性を持たせ、運転員の動線や運転員間のコミュニケーションを考慮した配置とすることにより、情報共有及びプラント設備全体の情報把握を行うことで、通常運転、設計基準事故等時において運転員の誤操作を防止するとともに、容易に操作ができる設計とする。

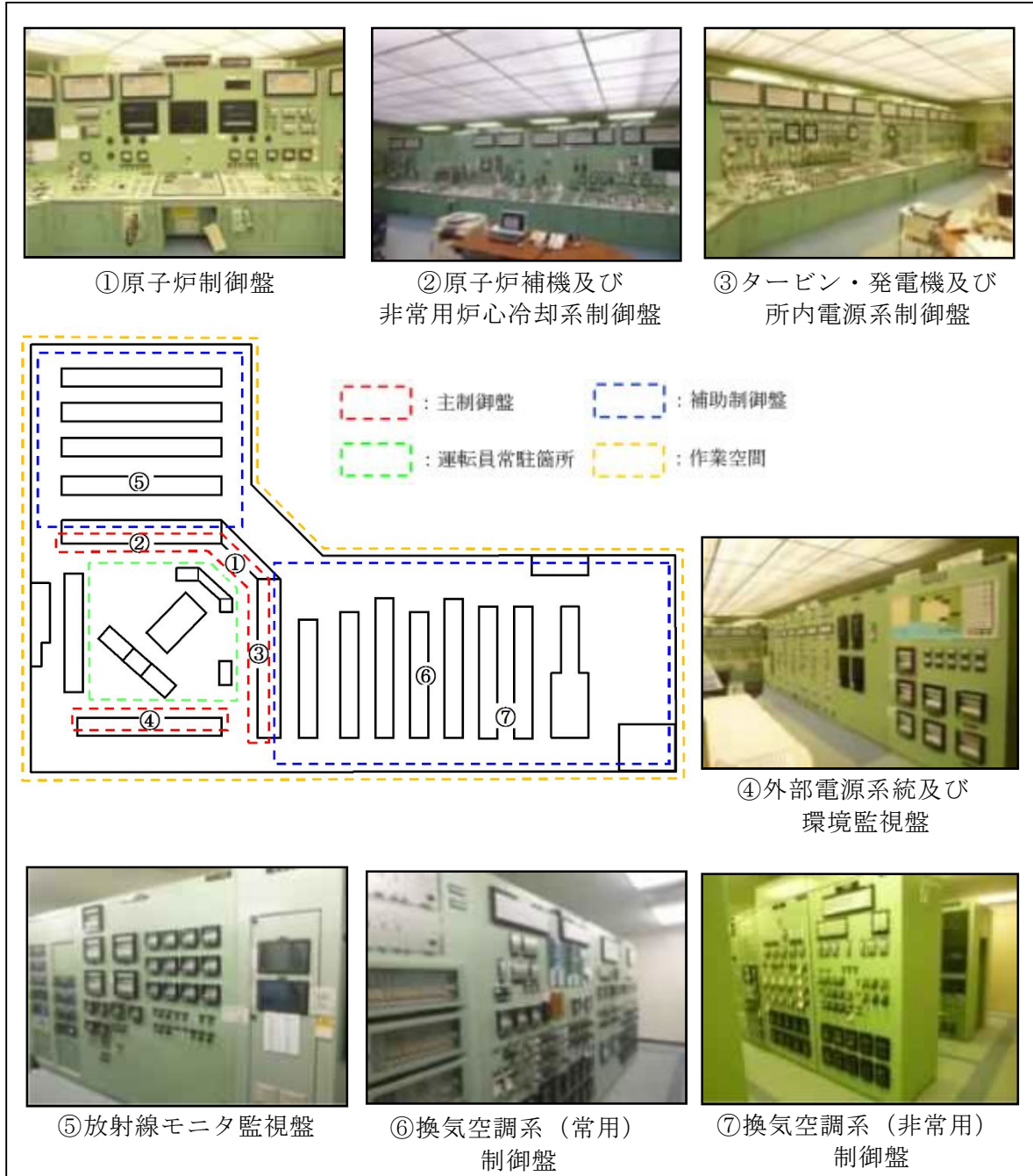
なお、運転開始以降に発生した、スリーマイルアイランド事故等から得られた運転員の誤操作防止に関する知見を反映しており、重要な指示計及び記録計の識別表示、警報の重要度に応じた色分け、ディスプレイの設置、操作器具の識別等を行っている。

(1) 視認性

a. 中央制御室制御盤の配置

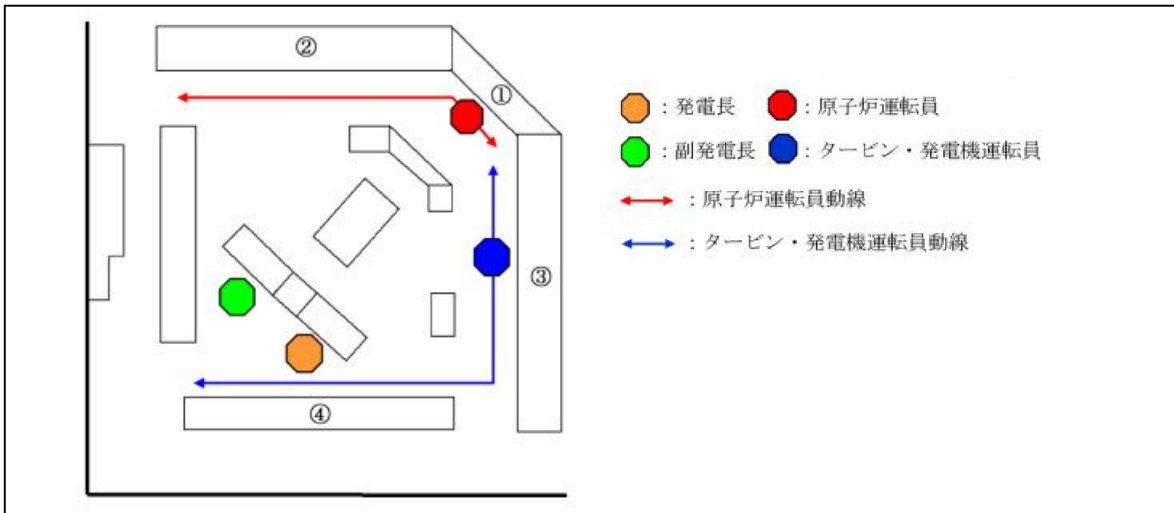
- (a) 中央制御室制御盤は、中央監視操作盤（以下「主制御盤」という）及び中央制御室内裏側直立盤（以下「補助制御盤」という）から構成されており、プラントの起動、停止及び通常運転時の監視・操作が必要なものに加え、監視・操作頻度が高いもの、また、プラントの異常時にプラントを安全に保つために必要なものについては、主制御盤に配置する。主制御盤は、左側から安全系、原子炉系、タービン・所内電源系の順で配置し、それぞれの盤面器具を集約して配列する。上記

以外で中央制御室に配置することで運転上のメリットが高いものについては、補助制御盤に配置する。



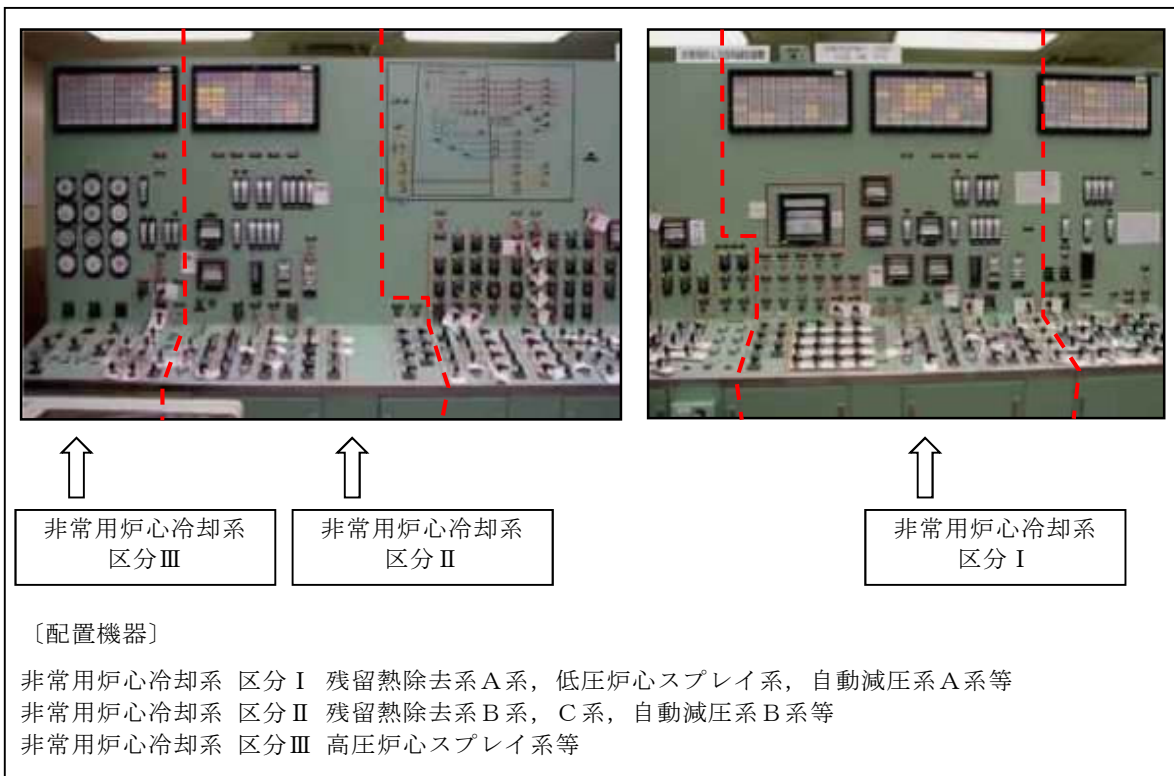
第 2.1-1 図 中央制御室の制御盤配置

(b) 主制御盤は、集中して運転操作及び監視が可能であり、運転員の動線やコミュニケーションを考慮した配置となっている。



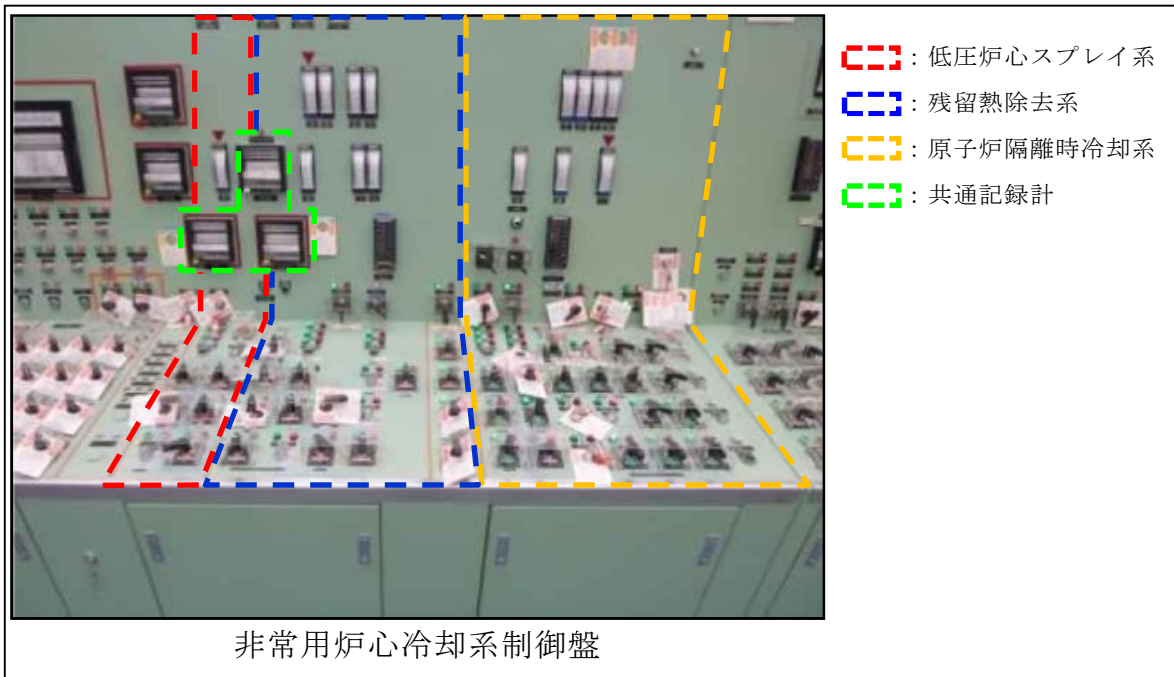
第 2.1-2 図 主制御盤の配置及び運転員の動線

(c) 非常用炉心冷却系制御盤については、制御盤自体で系統区分を行い配置している。



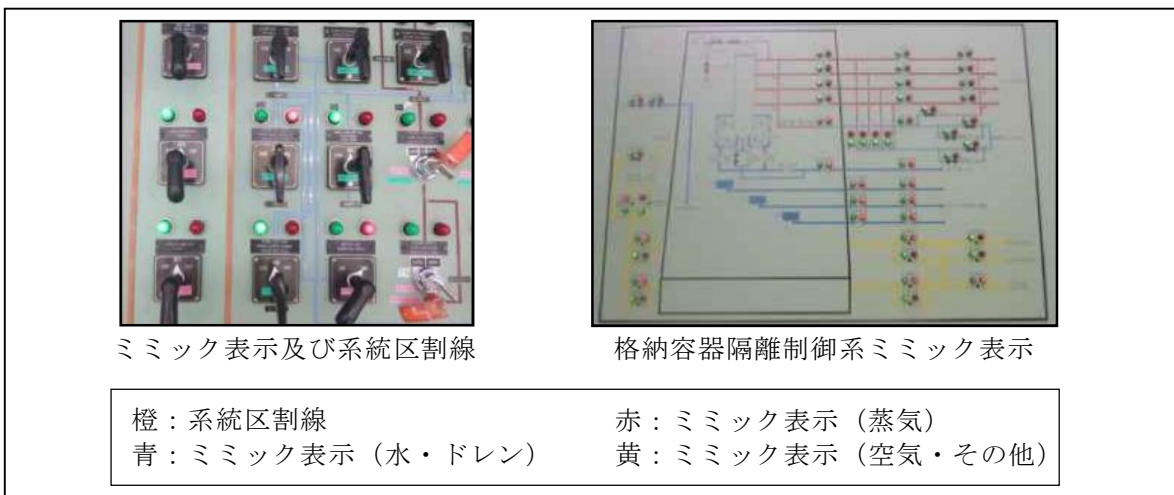
第 2.1-3 図 非常用炉心冷却系制御盤の盤面配列

(d) 運転員の誤判断及び誤操作防止を考慮し、盤面を系統ごとに分割して配置している。



第 2.1-4 図 制御盤の系統分割 (例)

(e) 異なる系統間には、デスク部に系統区割線を設置し系統間の識別を容易にしており、非常用炉心冷却系統、原子炉隔離時冷却系統、格納容器隔離制御系統の制御盤については、誤操作防止のため、ミミック表示を行っている。



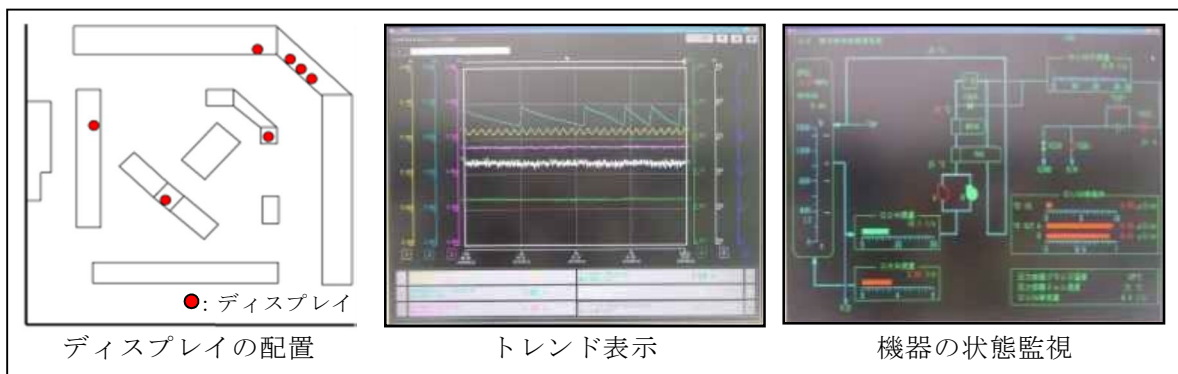
第 2.1-5 図 ミミック表示及び系統区割線 (例)

- (f) 設計基準事故等において運転員がプラントの状態をよりの確に判断できるように原子炉圧力，水位等重要な指示計及び記録計について識別表示（色，形状，位置）を行っている。



第 2.1-6 図 重要指示計等の識別表示 (例)


- (g) 発電用原子炉施設の状態を監視するための運転支援装置としてディスプレイを設置している。ディスプレイは機器の状態監視，パラメータの指示及びトレンドを監視することに使用できる。



第 2.1-7 図 ディスプレイによる状態監視 (例)

- (h) 警報発報時に警報重要度の識別を可能とし、また、事故時のような短時間に多数の警報発報がある場合でも、それらの重要度を確実かつ容易に識別し判断できることで運転員の負荷が軽減されるよう、警報の色分けを行っている。

①重故障：赤 ②中故障：緑 ③軽故障：白



警報表示灯

重要度に応じた色分けによる分類

①重故障：赤

- ・工学的安全施設の作動を示す警報。
- ・原子炉，タービン発電機の緊急停止及び 275kV 電源喪失，所内用変圧器，起動用変圧器トリップを示す警報。
- ・放射能の発電所外異常放出を示す警報。

②中故障：緑

- ・重要補機のトリップを示す警報。
- ・工学的安全施設の異常を示す警報。
- ・非常用ディーゼル発電機起動を示す警報。
- ・6.9kV 母線喪失を示す警報。

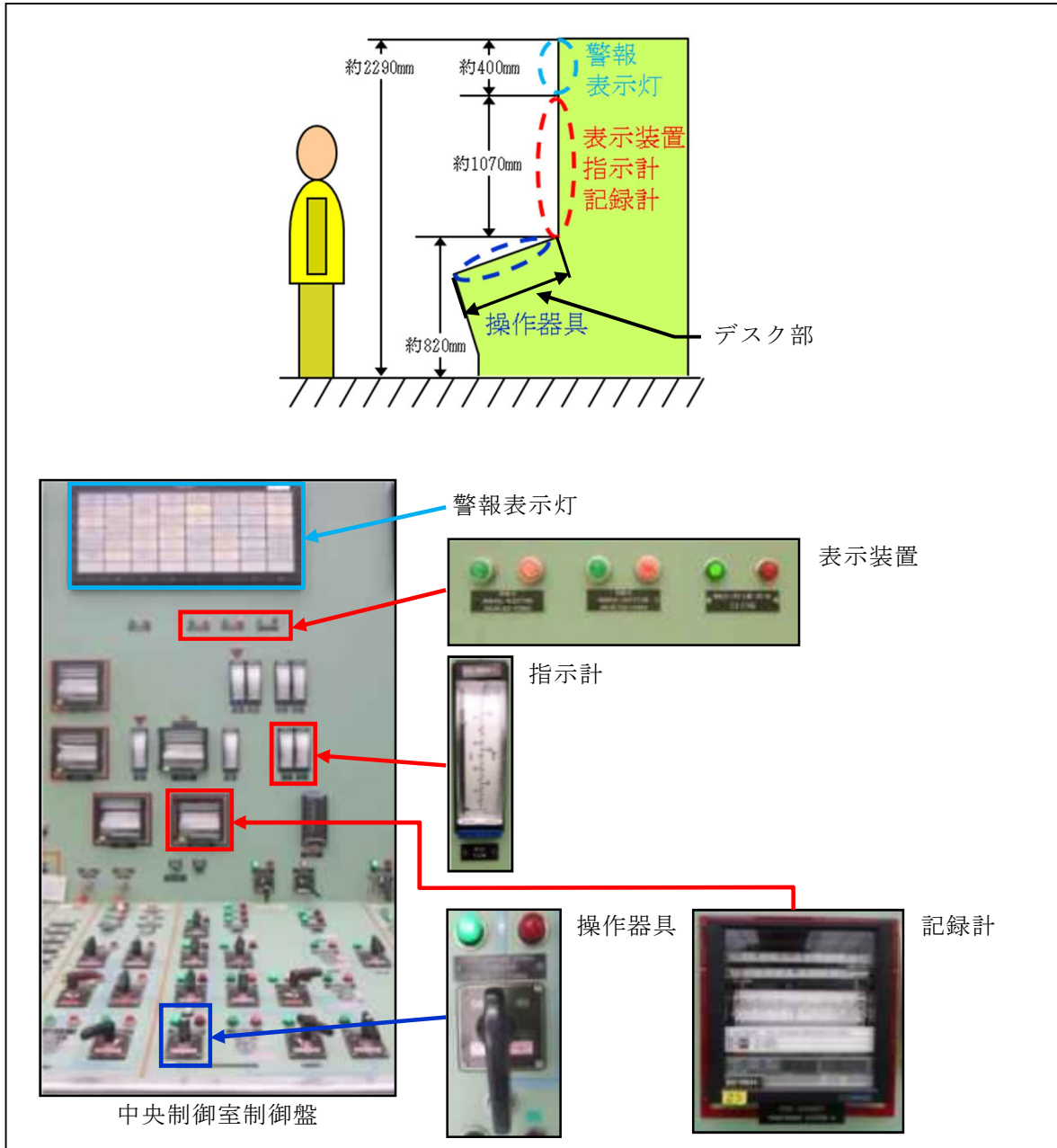
③軽故障：白

- ・機器の単体故障等“重故障”“中故障”以外のもの。

第 2.1-8 図 警報の重要度識別

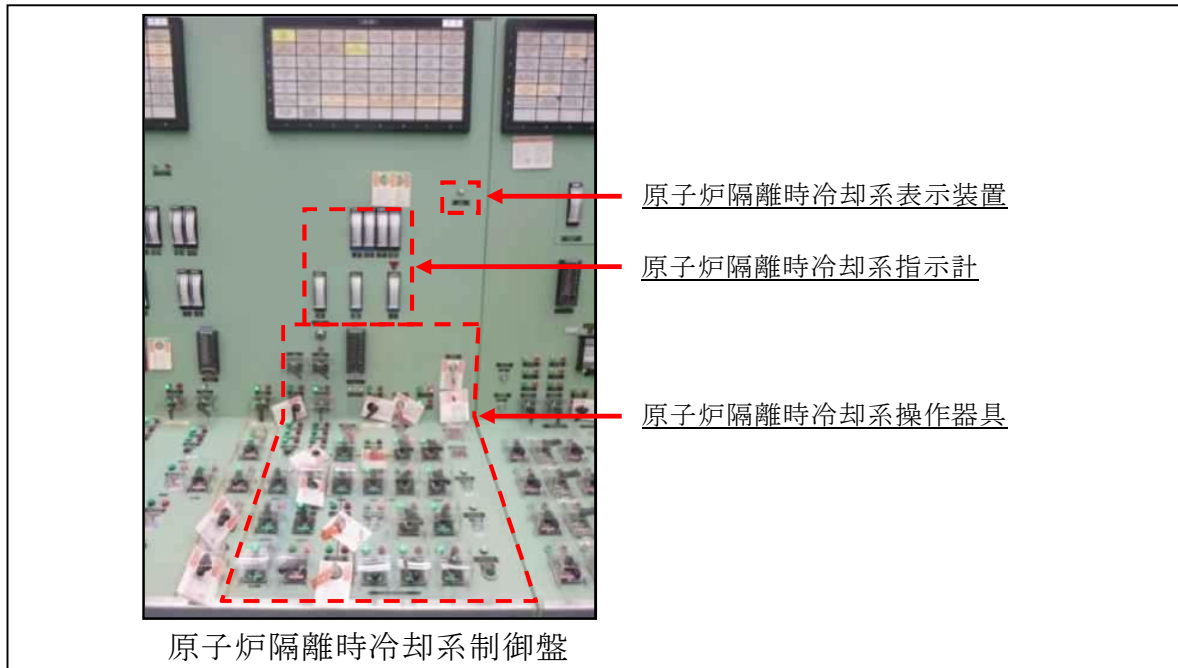
b. 盤面器具の配列

- (a) 運転員の操作に関連する指示計，記録計，表示装置は，操作を行う位置から監視が可能である。また，操作頻度の高い操作器具については操作性を考慮し，盤面デスク部に配置している。



第 2.1-9 図 制御盤の盤面配置

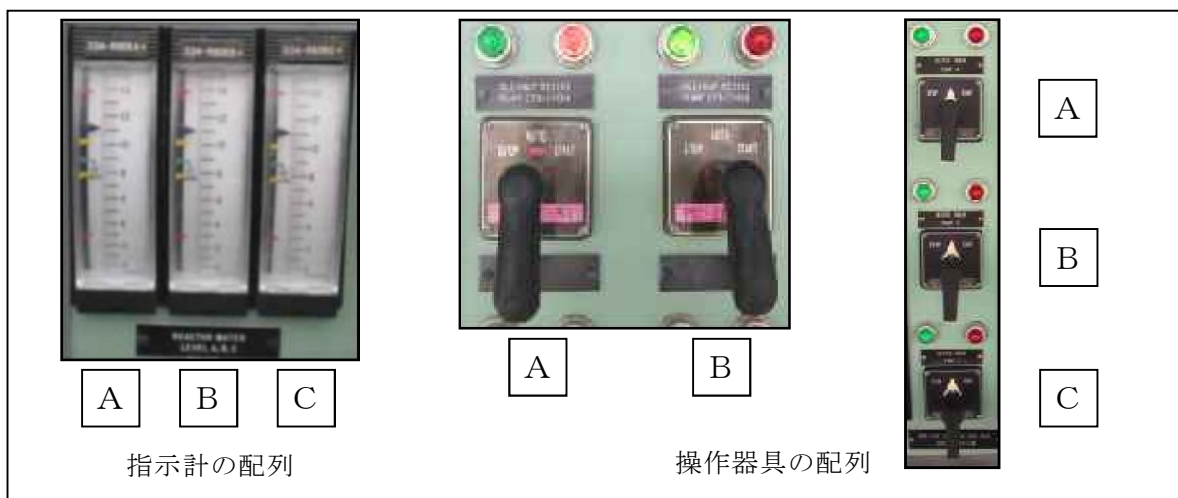
- (b) 関連の深い指示計，記録計，表示装置及び操作器具は近接配置とされている。



第 2.1-10 図 指示計等の近接配置 (例)

- (c) 中央制御室制御盤に設置されている同種の指示計及び操作器具は向かって左又は上から A，B，C の順に配列している。

なお，一部の現場制御盤で機器配置と操作器具の配列が異なることによる誤認識を防止するため，機器配置に合わせて配列している。



第 2.1-11 図 同種指示計等の配列 (例)

(2) 操作性

運転員の判断負担の軽減化あるいは誤操作防止対策として、視覚的要素での識別を可能とするための操作器具の大きさや形状等の統一、並びに、操作方法等も一貫性を持たせた設計とする。また、中央制御室の制御盤は、運転員2名でプラント全体の情報を監視し、機器を操作する設計とする。

a. 操作器具


- ・操作器具は、不安全な操作や運転員の意図しない操作を防止するよう、操作器具の適切な配置（操作時に対象外の操作器具に触れることがないよう配置）、保護カバーの設置、鍵操作型スイッチの設置、ボタン型スイッチを設置する。



第 2.1-12 図 操作器具（例）

- ・操作器具の操作方法は、運転員の慣習に基づく動作・方向感覚に合致させている。（例：操作器具は右が「入（開）」、左が「切（閉）」）
- ・操作器具は、大きさ、形状等、操作性を考慮して選定し、操作器具の色、形状、操作方法は一貫性を持ち、用途に応じて統一性を持た

せた設計とする。また、安全上の重要な操作器具はほかの操作器具と色分けによる識別が可能な設計とする。

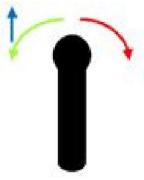


ピストル型 (赤・黒) キー付ピストル型 ステッキ型 オーバル型 キクヒラ型

操作器具の識別例

a. 操作器具の形状：ピストル型（ポンプ，遮断器等），キー付ピストル型（原子炉モードスイッチ等），ステッキ型（弁等），オーバル型（周波数及び電圧等調節用），キクヒラ型（選択スイッチ等）

b. 操作器具の色：赤（重要機器），黒（その他の機器）



操作器具の操作方法

- ← 時計回り方向
：動作（起動，開弁）
- ← 反時計回り方向
：リセット（停止，閉弁）
- ← 反時計回り方向＋引き抜き方向
：ロック（固定式保護機構）

第 2.1-13 図 操作器具の識別（例）

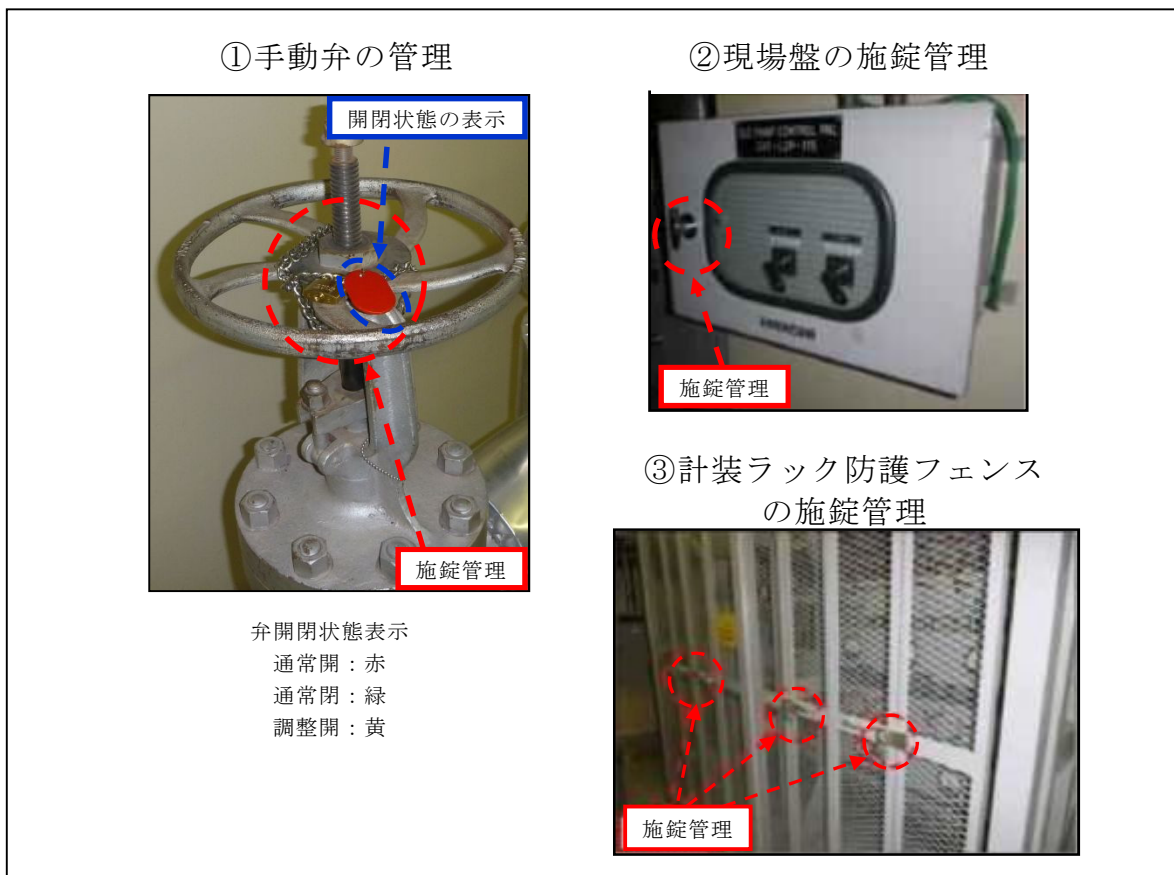
2.2 中央制御室以外の誤操作防止対策

中央制御室以外の場所における運転員等の誤操作を防止するため、原子発電用炉施設の安全上重要な機能を損なうおそれのある機器の盤及び手動弁の施錠管理、人身安全・外部環境に影響を与えるおそれのある手動弁の施錠管理、現場盤及び計装ラックの識別管理、配管の色分けによる識別管理を行う設計とする。

また、この対策により現場操作の容易性も確保する。

(1) 施錠管理

発電用原子炉施設の安全上重要な機能に障害をきたすおそれのある機器の盤及び手動弁の施錠管理、人身安全・外部環境に影響を与えるおそれのある手動弁の開閉状態表示及び施錠管理を行う。また、重要な計装ラックには、防護フェンスを設置し、施錠管理を行う。



第 2.2-1 図 施錠管理 (例)

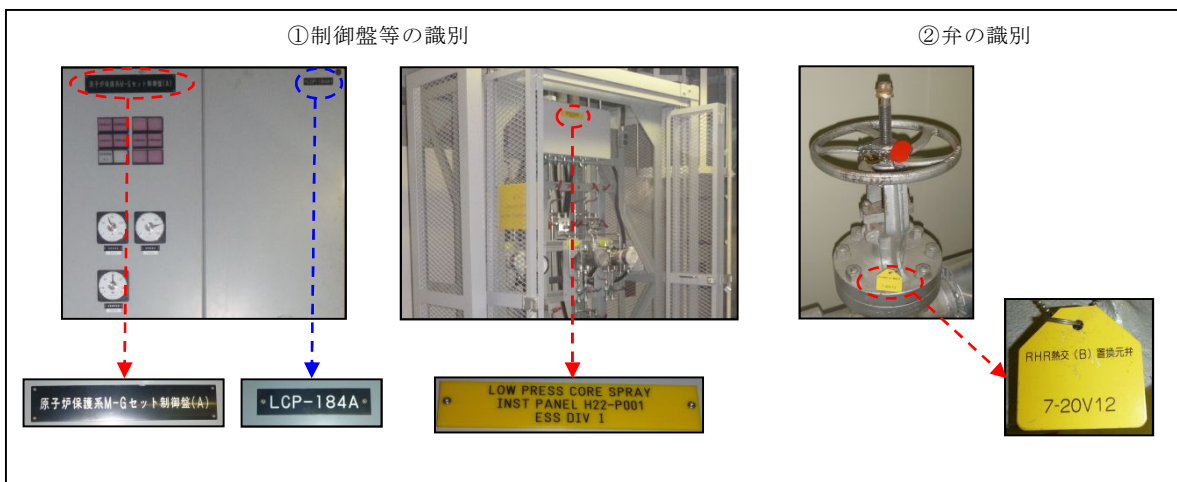
(2) 識別管理

系統名称の表示，配管の色分けによる識別管理を行うことにより，現場での誤操作を防止している。また，内包する流体等の流れ方向を示す矢印を表示している。



第 2.2-2 図 配管の識別管理（例）

制御盤等及び弁については，機器名称及び機器番号が記載された銘板を取り付けることにより識別を行っている。現場操作時は，これら銘板と使用する手順書，操作禁止札に記載されている機器名称及び機器番号を照合し，操作対象であることを確認してから操作を行うことで誤操作防止を図る。



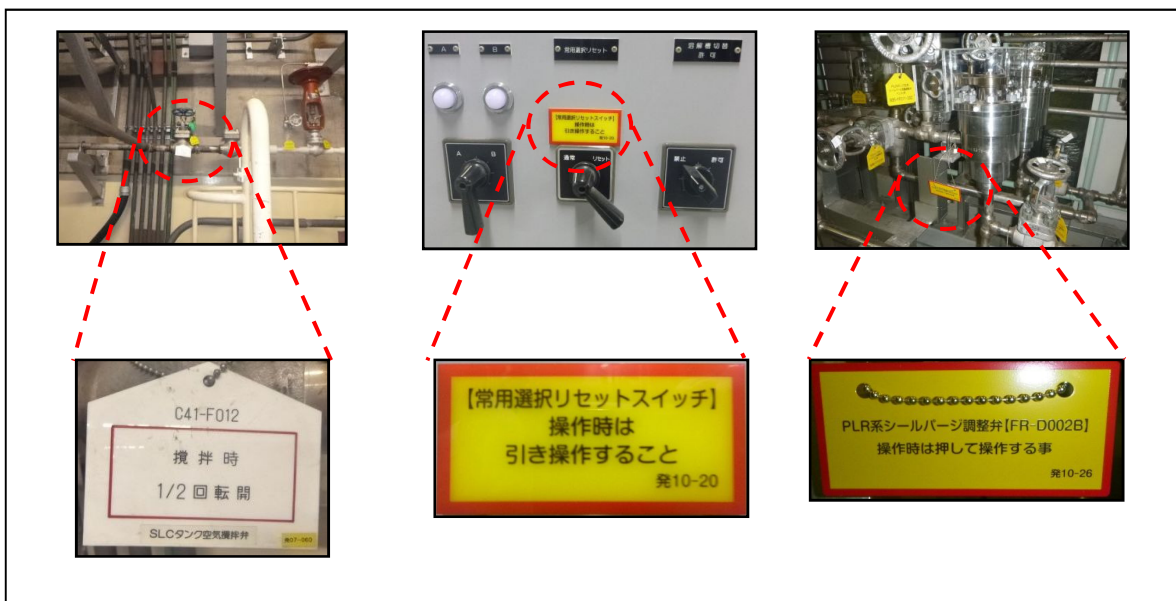
第 2.2-3 図 制御盤等及び弁の識別管理（例）

(3) 注意喚起表示

開度調整時の補助（目安）として、運転手順書に記載されている開度を注意喚起表示銘板へ記載することにより、弁操作時における開度調整の視認性を向上させる。

なお、開度調整が必要な弁（流量調整弁、圧力調整弁、温度調整弁）については、開度調整後にパラメータ（流量、圧力、温度）確認を行い、その弁が適切な開度に調整されていることを確認する。

また、通常とは異なる操作が必要な機器等に対しては、注意喚起表示を現場に掲示し、機器破損（誤操作）を防止する。

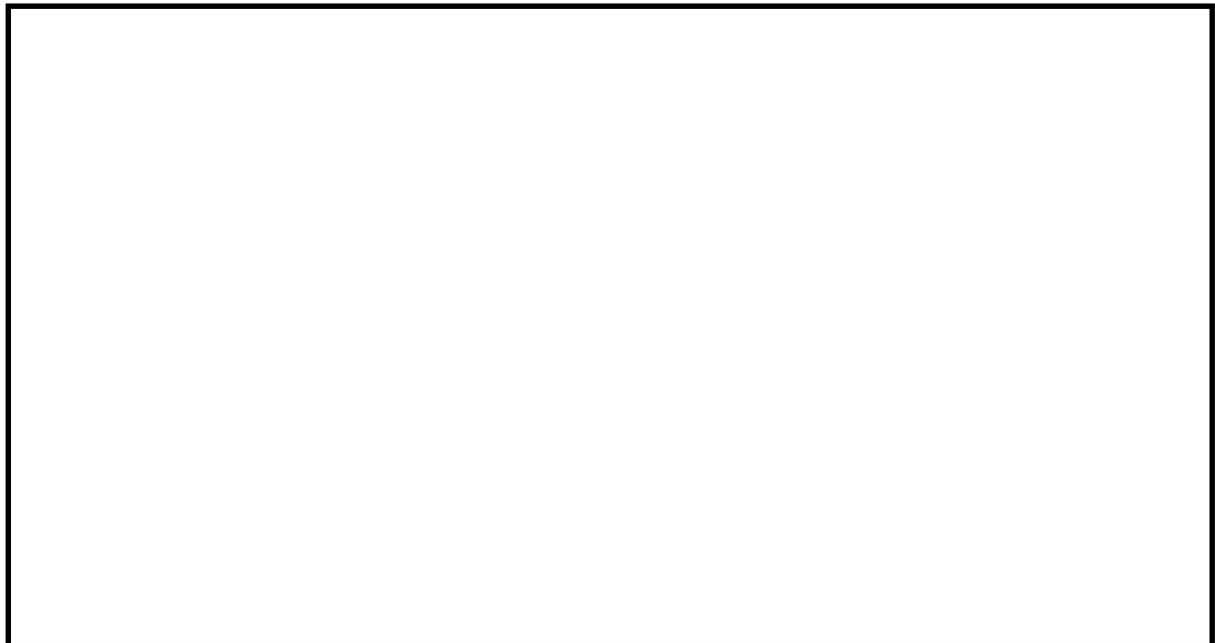


第 2.2-4 図 注意喚起表示による識別（例）

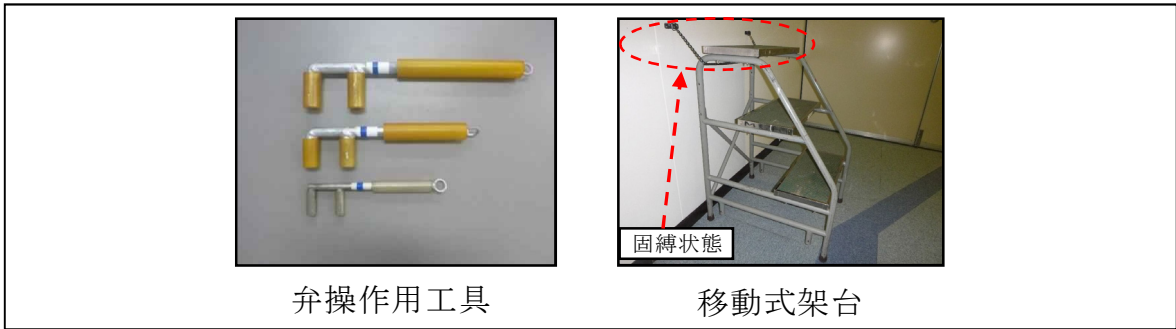
(4) 工具等・可搬型照明の配備

現場弁の操作については、各種弁の仕様や構造に応じた適正な工具を運転員が常駐している中央制御室内（管理区域外）、及び現場操作の起点としている廃棄物処理操作室近傍（管理区域内）に運転操作に必要な数を配備する。操作の対象が高所にある場合には、近傍に配備した移動式架台を使用することにより、容易に操作が可能である。なお、移動式架台については、安全設上重要な設備への接触による悪影響を防止するため、固縛を行う。

外部電源の喪失に対して、必要な箇所には非常用ディーゼル発電機から給電される照明を設置しているため、機能を喪失することはない。また、全交流動力電源喪失に対しては、直流非常灯及び蓄電池内蔵型照明を必要な箇所に設置することで、現場操作及び現場へのアクセスに影響がない設計とする。また、中央制御室には可搬型照明を配備しており、必要に応じてこれらを使用できるようにしている。



第 2.2-5 図 弁操作工具の保管場所



第 2.2-6 図 弁操作用工具及び移動式架台 (例)



第 2.2-7 図 可搬型照明 (例)

2.3 その他の誤操作防止対策

(1) 操作禁止札による識別

機器の点検等の作業を実施する場合、安全処置事項を明記した「操作禁止札」を処置した箇所に取り付け、機器の状態を識別することで当該機器の誤操作防止を図る。



第 2.3-1 図 操作禁止札による識別（例）

3 中央制御室から外の状況を把握する設備

3.1 中央制御室から外の状況を把握する設備の概要

以下の設備等を用いることで、中央制御室内にて原子炉施設の外の状況の把握が可能な設計とする。概略を第 3.1-1 図に、配置を第 3.1-2 図に示す。

(1) 津波・構内監視カメラ

原子炉施設に影響を及ぼす可能性のある自然現象等（風（台風）、竜巻、降水、積雪、落雷、火山の影響、森林火災、近隣工場等の火災、船舶の衝突、及び地震、津波）、及び自然現象等による発電所構内、原子炉施設への影響の概況を原子炉建屋屋上及び防潮堤上部に設置する津波・構内監視カメラの映像により、昼夜にわたり監視できる設計とする。

(2) 取水ピット水位計／潮位計

津波来襲時の海水面水位変動を監視できる設計とする。

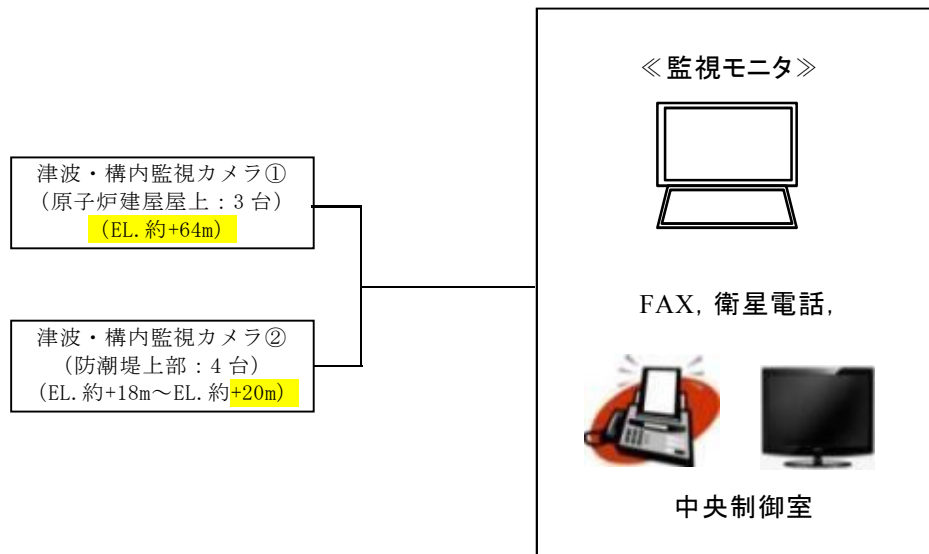
(3) 気象観測設備

発電所構内に設置している気象観測設備により、風向・風速等の気象状況を常時監視できる設計とする。

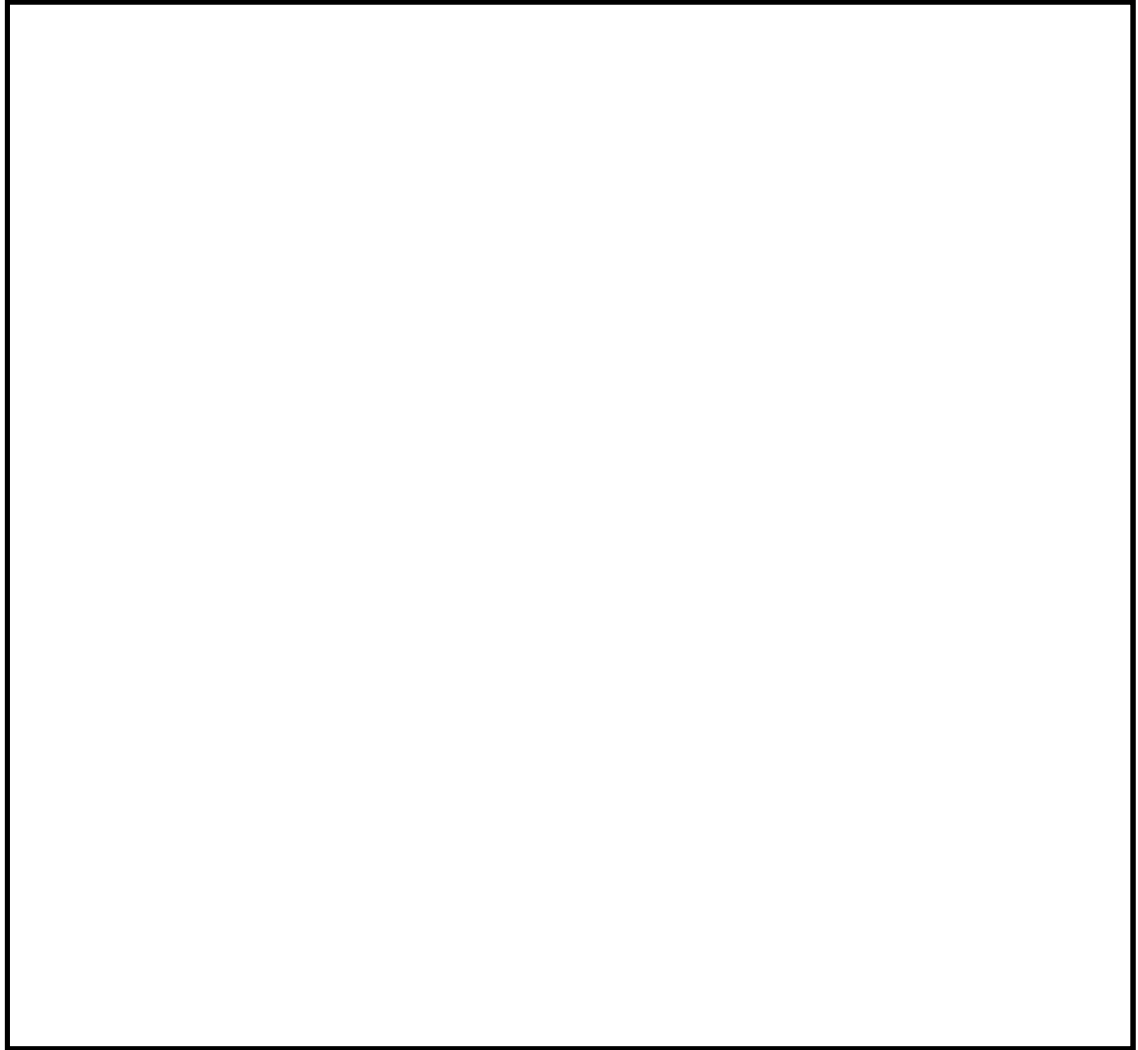
また、周辺モニタリング設備により、発電所周辺監視区域境界付近の外部放射線量率を把握できる設計とする。

(4) 公的機関等の情報を入手するための設備

公的機関等からの地震，津波，竜巻情報等を入手するために，中央制御室に電話，FAX 等を設置している。また，社内ネットワークに接続されたパソコンを使用することで，雷・降雨予報，天気図等の公的機関からの情報を入手することが可能な設計とする。



第 3.1-1 図 中央制御室における外部状況把握の概略



第 3.1-2 図 中央制御室から外の状況を把握する設備の配置図

3.2 津波・構内監視カメラについて

津波・構内監視カメラは原子炉施設に影響を及ぼす可能性のある自然現象等（風（台風）、竜巻、降水、積雪、落雷、火山の影響、森林火災、近隣工場等の火災、船舶の衝突、及び地震、津波）、及び自然現象等による発電所構内、原子炉施設への影響の概況を適切に監視できる位置・方向で基準津波（T.P. +17.1m）の影響を受けない高所に設置する。

第 3.2-1 表に津波・構内監視カメラの概要を示す。

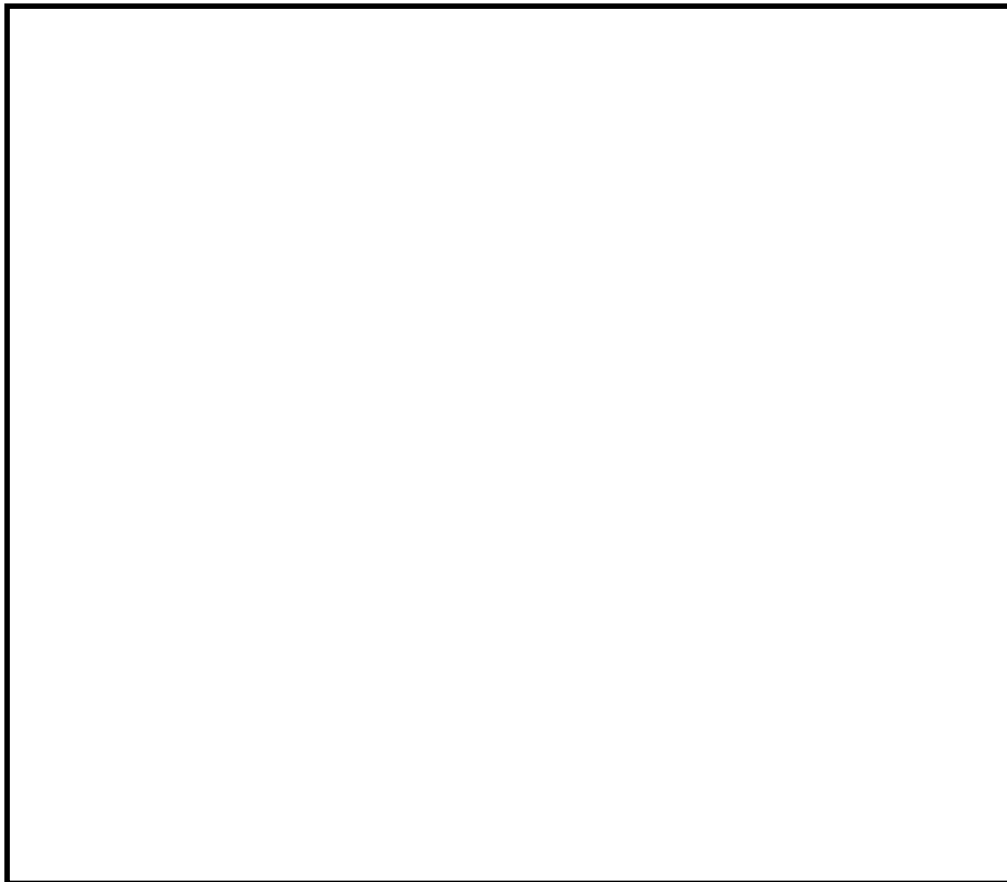
津波・構内監視カメラは、取付け部材、周辺の建物、設備等で死角となるエリアをカバーすることができるように配慮して配置する。ただし、一部死角となるエリアがあるが、構内のタービン建屋付近等のごく限られた場所であり、その他の監視可能な領域の監視により、発電用原子炉施設に影響を及ぼす可能性のある自然現象等を十分把握可能である。また、一部死角となるタービン建屋付近に設置されている主変圧器、起動変圧器については、津波・構内監視カメラにて全体像のうち上半分程度が監視可能で、自然現象等による影響を十分把握可能である。なお、中央制御室にて警報による監視も可能である。

同エリアにあるアクセスルートについては目視監視を行う時間が確保できることから問題はない。津波・構内監視カメラが監視可能な原子炉施設及び周辺の構内範囲を第 3.2-1 図に示す。

なお、可視光カメラによる監視が期待できない夜間の濃霧発生時や強雨時においては、赤外線カメラによる監視機能についても期待できない状況となることが考えられる。その場合は、津波・構内監視カメラ以外で中央制御室にて監視可能なパラメータを監視することで、外部状況の把握に努めつつ、気象等に関する公的機関からの情報も参考とし、原子炉施設に影響を及ぼす可能性がある自然現象等を把握する。

第 3.2-1 表 津波・構内監視カメラの概要

	津波・構内監視カメラ
外観	
カメラ構成	可視光と赤外線
ズーム	デジタルズーム 4 倍
遠隔可動	水平可動: 360° (連続), 垂直可動: ±90°
夜間監視	可能 (赤外線カメラ)
耐震設計	S クラス
供給電源	所内常設直流電源設備
風荷重	設計竜巻を考慮した荷重にて設計
積雪荷重, 堆積量	積雪を考慮した荷重, 設置高さにて設計
降下火砕物荷重, 堆積量	降下火砕物を考慮した荷重, 設置高さにて設計
台数	原子炉建屋屋上 3 台, 防潮堤上部 4 台



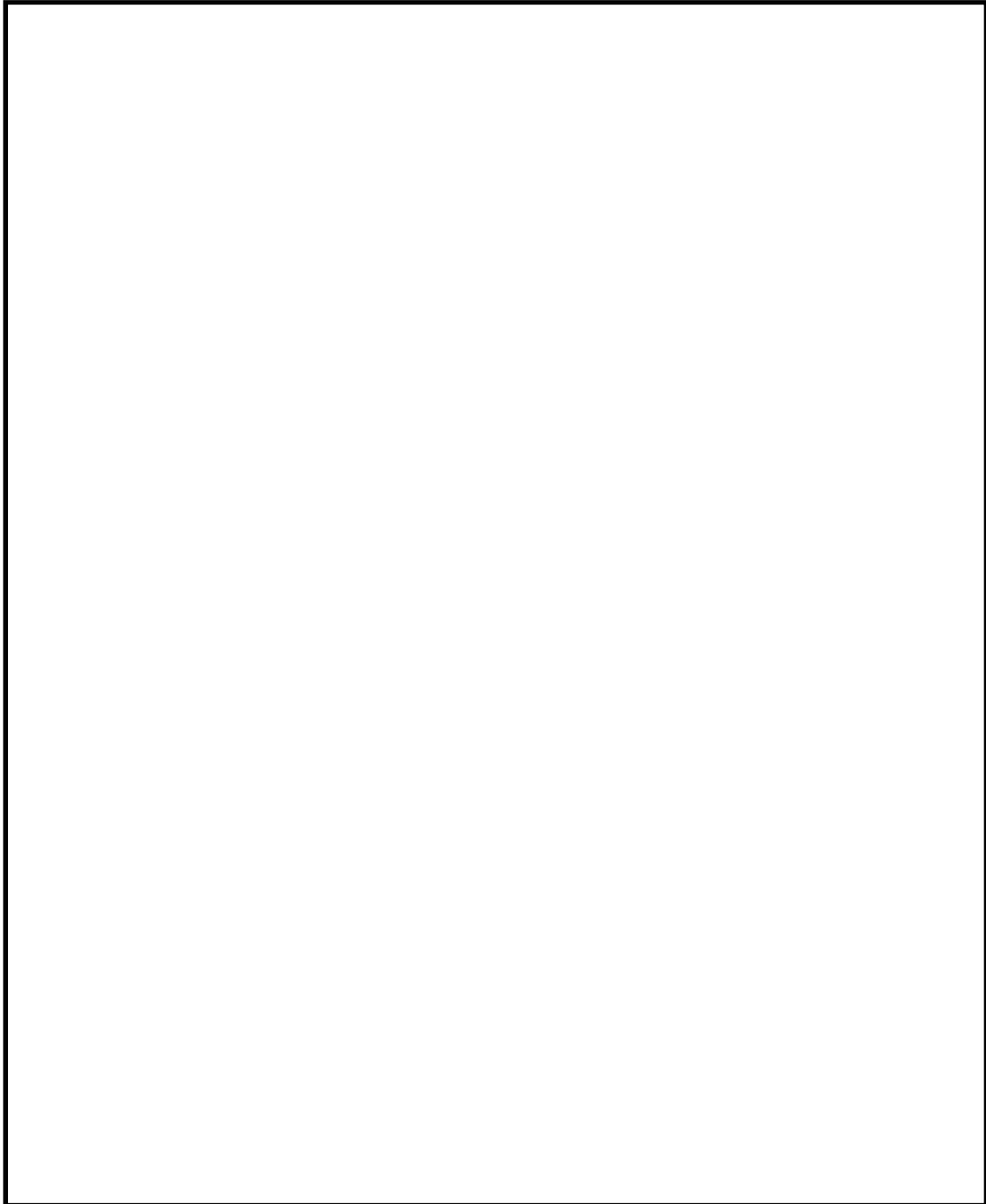
*1: 一部死角となるエリアがあるが, 死角となるのは, 構内のタービン建屋付近 (主変圧器, 起動変圧器) 等のごく限られた場所であり, その他の監視可能な領域の監視により, 発電用原子炉施設に影響を及ぼす可能性のある自然現象等を十分把握可能である。

第 3.2-1 図 津波・構内監視カメラの監視可能な範囲

3.3 津波・構内監視カメラ映像サンプル

中央制御室において，津波・構内監視カメラにより監視できる映像のサンプルを第 3.3-1 図に示す。

また，津波・構内監視カメラの撮影方向を第 3.3-2 図に示す。



第 3.3-2 図 津波・構内監視カメラの撮影方向

3.4 津波・構内監視カメラで把握可能な自然現象等

地震，津波，及び設置許可基準規則の解釈第6条に記載されている「想定される自然現象」，「発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）」のうち，津波・構内監視カメラにより把握可能な自然現象等を第3.4-1表に示す。

第3.4-1表 津波・構内監視カメラにより中央制御室で把握可能な自然現象等

自然現象等	6条選定事象		4条	5条	把握できる発電用原子炉施設の外の状況
	自然	人為	地震	津波	
風(台風)	○				風(台風)・竜巻(飛来物含む)による発電所及び原子炉施設への被害状況や設備周辺における影響の有無
竜巻	○				
降水	○				発電所構内の排水状況や降雨の状況
積雪	○				降雪の有無や発電所構内及び原子炉施設への積雪状況
落雷	○				発電所構内及び原子炉施設周辺の落雷の有無
火山	○				降下火砕物の有無や堆積状況
津波				○	津波襲来の状況や発電所構内及び原子炉施設への影響の有無
地震			○		地震発生後の発電所構内及び原子炉施設への影響の有無
外部火災※1	○	○			火災状況，ばい煙の方向確認や発電所構内及び原子炉施設への影響の有無
船舶の衝突		○			発電所港湾施設等に衝突した船舶の状況確認及び原子炉施設への影響の有無

※1：外部火災は「森林火災」，「近隣工場等の火災」を含む。

3.5 中央制御室にて把握可能なパラメータ

津波・構内監視カメラ以外に中央制御室にて把握可能なパラメータを第

3.5-1 表に示す。

第 3.5-1 表 津波・構内監視カメラ以外に中央制御室にて把握可能なパラメータ

パラメータ		測定レンジ	測定レンジの考え方
大気温度		-10℃～40℃	測定下限は、凍結リスクが生じる 0℃をカバーできる設定とする。
雨量		0～49.5 mm (記録紙印字幅)	積算雨量を記録紙に印字し、50 mmを超えると記録紙は再度 0mm から印字する。1 時間当たりの積算雨量から、1 時間雨量(mm/h)を読みとることができる設計とする。
風向 (EL. +18m/EL. +89m/EL. +148m)		0～540°(N～S)	台風等の影響の接近と離散を把握できる設計とする。
風速 (EL. +18m/EL. +89m/EL. +148m)		0～30m/s (10 分間平均値)	陸地内部で通常起こりうる風速を測定できる設定とする。
日射量		0 kW/m ² ～1.2kW/m ²	大気安定度を識別できる設計とする。
放射収支量		0.05 kW/m ² ～-0.25kW/m ²	
取水口潮位(新設)		EL. -5.0 m～20.0m	津波による水位の低下に対して非常用海水系の取水を確保するため、常用系ポンプの停止水位及び非常用海水系ポンプの取水可能水位 (-6.08m) を把握可能な設計とする。 なお、設計基準を超える津波による原子炉施設への影響を把握するための設備としては監視カメラを用いる設計とする。
取水ピット水位(新設)		EL. -7.8 m～2.3m	
空間線量率 (モニタリング・ポスト A～D)	低レンジ	10 ¹ nGy/h～10 ⁵ nGy/h	「発電用軽水型原子炉施設における事故時の放射線計測に関する審査指針」に定める測定上限値(10 ⁸ nGy/h=10 ⁻¹ Gy/h)を満足する設計とする。
	高レンジ	10 ⁻⁸ Gy/h～10 ⁻¹ Gy/h	

4 酸素濃度計等

4.1 酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計の設備概要

外気から中央制御室への空気の取り込みを停止した場合に、酸素濃度、二酸化炭素濃度が事故対策のための活動に支障がない範囲にあることを正確に把握するため、中央制御室に酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計を配備する。酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計の概要を第 4.4-1 表に示す。

第 4.1-1 表 酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計の概要

機器名称及び 外観	仕様等	
(酸素濃度計) 	検知原理	ガルバニ式
	検知範囲	0.0～40.0vol%
	表示精度	±0.1vol%
	電源	電 源：乾電池（単四×2本） 測定可能時間：約 3,000 時間 （バッテリー切れの場合、予備を可動させ、乾電池交換を実施する。）
	個数	1 個（故障時及び保守点検による待機除外時のバックアップ用として予備 1 個を保有する。）
(二酸化炭素濃度計) 	検知原理	NDIR（非分散型赤外線）
	検知範囲	0.0～5.0vol%
	表示精度	±3.0%F.S
	電源	電 源：乾電池（単三×4本） 測定可能時間：約 12 時間 （バッテリー切れの場合、予備を可動させ、乾電池交換を実施する。）
	個数	1 個（故障時及び保守点検による待機除外時のバックアップ用として予備 1 個を保有する。）

4.2 酸素濃度，二酸化炭素の管理

労働安全衛生法，J E A C 4622-2009「原子力発電所中央制御室運転員等の事故時被ばくに関する規定」及び鉱山保安法施行規則を踏まえ，酸素濃度が19%を下回るおそれのある場合，又は二酸化炭素濃度が1.0%を上回るおそれのある場合に，外気をフィルタで浄化しながら取り入れる運用とする。なお，法令要求等における酸素濃度及び二酸化炭素濃度の基準値は以下のとおりである。

酸素濃度の人体への影響についてを第4.2-1表，二酸化炭素濃度の人体への影響についてを第4.2-2表に示す。

(1) 酸素濃度

酸素欠乏症等防止規則（一部抜粋）

（定義）

第二条 この省令において，次の各号に掲げる用語の意義は，それぞれ当該各号に定めるところによる。

- 一 酸素欠乏 空気中の酸素の濃度が十八パーセント未満である状態をいう。

（換気）

第五条 事業者は，酸素欠乏危険作業に労働者を従事させる場合は，当該作業を行う場所の空気中の酸素の濃度を十八パーセント以上（第二種酸素欠乏危険作業に係る場所にあつては，空気中の酸素の濃度を十八パーセント以上，かつ，硫化水素の濃度を百万分の十以下）に保つように換気しなければならない。ただし，爆発，酸化等を防止するため換気することができない場合又は作業の性質上換気することが著しく困難な場合は，この限りでない。

鉱山保安法施行規則（一部抜粋）

第十六条の一

- 一 鉱山労働者が作業し，又は通行する坑内の空気の酸素含有率は十九パーセント以上とし，炭酸ガス含有率は一パーセント以下とすること。

第4.2-1表 酸素濃度の人体への影響について
（〔出典〕厚生労働省ホームページ抜粋）

酸素濃度	症状等
21%	通常の空気状態
18%	安全限界だが連続換気が必要
16%	頭痛，吐き気
12%	目まい，筋力低下
8%	失神昏倒，7～8分以内に死亡
6%	瞬時に昏倒，呼吸停止，死亡

(2) 二酸化炭素濃度

鉱山保安法施行規則（一部抜粋）

第十六条の一

- 一 鉱山労働者が作業し、又は通行する坑内の空気の酸素含有率は十九パーセント以上とし、炭酸ガス含有率は一パーセント以下とすること。

J E A C 4622-2009 「原子力発電所中央制御室運転員等の事故時被ばくに関する規定」（一部抜粋）

【付属書解説 2.5.2】事故時の外気の取り込み

中央制御室換気空調設備の隔離が長期に亘る場合には、中央制御室内のCO₂濃度の上昇による運転員等の操作環境の劣化防止のために外気を取り込む場合がある。

(1) 許容CO₂濃度

事務所衛生基準規則（昭和47年労働省令第43号、最終改正平成16年3月30日厚生労働省令第70号）により、事務室内のCO₂濃度は100万分の5000（0.5%）以下と定められており、中央制御室のCO₂濃度もこれに準拠する。

したがって、中央制御室居住性の評価にあたっては、上記濃度（0.5%）を許容濃度とする。

第4.2-2表 二酸化炭素濃度の人体への影響について
（〔出典〕消防庁 二酸化炭素設備の安全対策
について（通知）平成8年9月20日）

二酸化炭素濃度	人体への影響
<2%	はっきりした影響は認められない
2%～3%	呼吸深度の増加，呼吸数の増加
3%～4%	頭痛，めまい，悪心，知覚低下
4%～6%	上記症状，過呼吸による不快感
6%～10%	意識レベルの低下，その後意識喪失へ進む，ふるえ，けいれんなどの付随運動を伴うこともある
10%<	意識喪失，その後短時間で生命の危険あり

中央制御室の機能に関する説明書に係る補足説明資料

重大事故等時の中央制御室の機能

目次

1. 重大事故等時の中央制御室の機能について	1
1.1 重大事故等時の監視操作設備	1
1.1.1 設計方針	1
1.1.2 構成と機能分担	1
1.1.2.1 構成	1
1.1.2.2 機能分担	2
1.1.3 設計上の考慮事項	5
1.1.4 その他の中央制御室設計について	7
1.2 誤操作の防止	13
1.2.1 誤操作防止に係る設計方針について	13
1.2.2 表示機能について	19
1.2.2.1 SA監視操作盤の表示の例	20
1.2.3 操作機能について	21
1.2.3.1 SA監視操作盤の操作の例	22
1.2.4 警報表示機能	26
1.2.4.1 SA監視操作盤の警報表示の例	26
1.2.5 ソフトウェア故障の考慮について	28
1.2.5.1 冗長化構成	28
1.2.5.2 ソフトウェアの機能喪失時における補機の手動操作手順	28
2. 重大事故等時の監視操作設備に係る設計上の考慮事項の補足について	29
2.1 各運転状態で期待する中央制御室の監視操作設備	29
2.1.1 重大事故等時の監視操作設備の復旧	29
2.2 常時起動とする設計について	31
2.3 表示パラメータ及びSBO時に監視可能なパラメータ	31
2.4 設計基準事故対処設備との分離及び切替について	36
2.4.1 中央監視操作盤に関する分離設計	36
2.5 重大事故等時の監視操作設備の設置場所について	38

1. 重大事故等時の中央制御室の機能について

東海第二発電所では、重大事故等時の中央制御室における監視操作設備として、設計基準事故対処設備と兼用する中央制御室制御盤と重大事故等対処設備として新たに設置するSA制御盤を用いる設計とする。

また、設計基準事故対処設備としての中央制御室制御盤に係る要求事項及び設計方針に準じて、誤操作防止、電源の確保、試験・検査、信頼性及び環境条件等を考慮した設計とすることで、重大事故等を収束するために中央制御室で必要な監視及び操作が可能な設計とする。

本資料では、重大事故等時に運転員が中央制御室にて監視及び操作するための各設備の機能及び設計等について説明する。

1.1 重大事故等時の監視操作設備

1.1.1 設計方針

重大事故等時には、設計基準事故対処設備と兼用する中央制御室制御盤と重大事故等対処設備として新たに設置するSA制御盤を用いて、原則として中央制御室における監視及び操作が可能な設計とする。

設計基準事故対処設備と兼用する中央制御室制御盤である中央監視操作盤及び中央制御室内裏側直立盤は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時においても使用しており、重大事故等時においても引き続き使用する。

重大事故等対処設備として新たに設置するSA制御盤であるSA監視操作盤、高圧代替注水設備制御盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤は、通常運転時、異常な過渡変化時及び設計基準事故時においては使用せず、重大事故等時においてのみ使用する。ただし、重大事故等発生時において、発生初期の監視操作を速やかに実施する観点から、通常運転時より起動しておく設計とする。

SA監視操作盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤には、デジタル制御装置を適用し、監視及び操作には耐震性を有したVDU^(注)を使用し、タッチオペレーション方式により監視及び操作が可能な設計とする。

また、重大事故等のうち、全交流動力電源喪失（以下、SBOという）発生時に常設代替交流電源設備又は可搬型代替交流電源設備が速やかに起動できなかった場合には、残された直流電源の負荷低減のために中央制御室制御盤の不要な直流負荷を切り離し、SA監視操作盤にて中央制御室で必要な監視及び操作を継続可能な設計とする。

(注) VDU：ビジュアルディスプレイユニット (Visual Display Unit)

1.1.2 構成と機能分担

1.1.2.1 構成

中央監視操作盤は、設計基準事故対処設備と兼用する重大事故等対処設備のパラメータ及び補機類をハードウェア器具により監視及び操作が可能な設計とする。中央制御室内裏側直立盤では、設計基準事故対処設備と兼用する重大事故等対処設備の補機

類をハードウェア器具により操作が可能な設計とする。

SA監視操作盤は、重大事故等対処設備のパラメータ及び補機類（ただし、中央監視操作盤、中央制御室内裏側直立盤、高圧代替注水設備制御盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤で操作する補機を除く）を原則として、VDUにより監視及び操作が可能な設計とする。SA監視操作盤は2面を設置する構成とする。SA制御盤にはデジタル制御装置を収納し、計器への電源供給はSA変換器盤を経由して供給する。設計基準事故対処設備と兼用する重大事故等対処設備のパラメータについては、DB/SA分離盤により電氣的に分離し、伝送を行う設計とする。

高圧代替注水設備制御盤は、重大事故等対処設備のうち、高圧代替注水設備に係るパラメータ及び補機類をハードウェア器具により監視及び操作が可能な設計とする。

常設代替高圧電源装置遠隔操作盤は、重大事故等対処設備のうち、常設代替交流電源装置に係るパラメータ及び補機類をVDUにより監視及び操作が可能な設計とする。常設代替高圧電源装置遠隔操作盤にはデジタル制御装置を収納し、常設代替高圧電源装置を起動できる設計とするとともに、現場設置の常設代替高圧電源装置制御盤からも起動できる設計とする。

重大事故等時における中央制御室の監視操作設備の構成概略を第1-1-2-1-1図に示す。

1.1.2.2 機能分担

重大事故等時における中央監視操作盤、中央制御室内裏側直立盤、SA監視操作盤、高圧代替注水設備制御盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤の機能分担について、(1)パラメータ監視及び(2)補機操作の2つの観点で述べる。

(1) パラメータ監視に係る機能分担

中央監視操作盤では、設計基準事故対処設備と兼用する重大事故等対処設備のパラメータを監視可能な設計とする。

SA監視操作盤では、設計基準事故対処設備と兼用する重大事故等対処設備及び重大事故等対処設備として新規設置するパラメータの双方（ただし、高圧代替注水設備制御盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤で監視するパラメータを除く）を監視可能な設計とする。

高圧代替注水設備制御盤では、重大事故等対処設備として新規設置する高圧代替注水設備のパラメータが監視可能な設計とする。

常設代替高圧電源装置遠隔操作盤では、重大事故等対処設備として新規設置する常設代替高圧電源装置のパラメータが監視可能な設計とする。

また、重大事故等時においても、安全パラメータ表示システム（SPDS）へのパラメータ伝送が可能な設計とする。

(2) 補機操作に係る機能分担

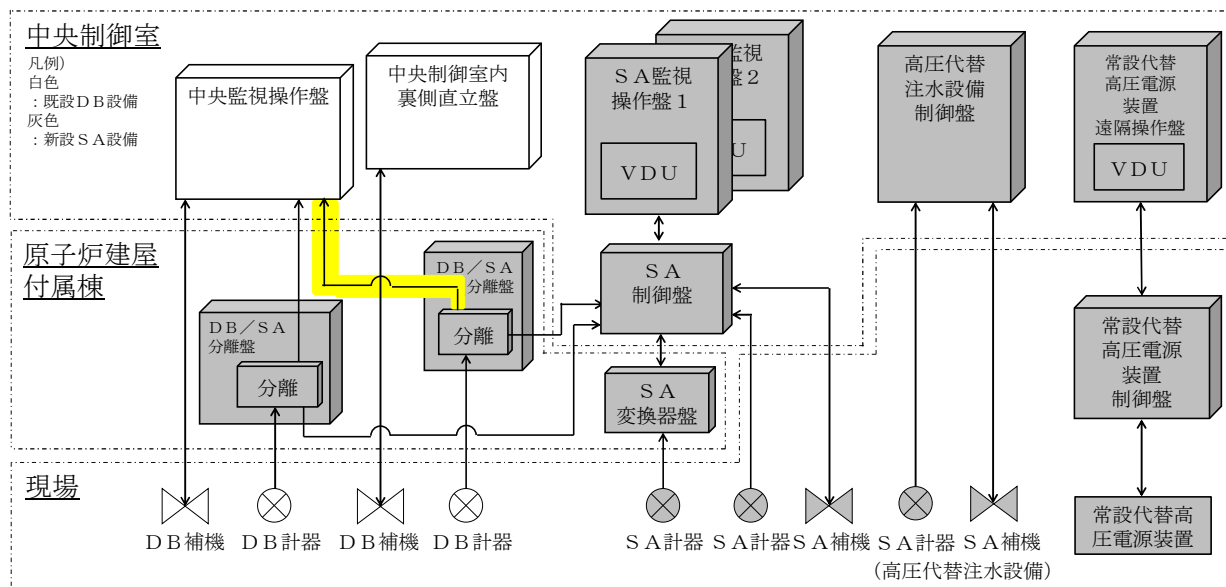
中央監視操作盤及び中央制御室内裏側直立盤では、設計基準事故対処設備と兼用する重大事故等対処設備の補機を操作可能な設計とする。

S A監視操作盤では、重大事故等対処設備として新規設置する補機（ただし、高圧代替注水設備制御盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤で操作する補機を除く）を操作可能な設計とする。

高圧代替注水設備制御盤では、重大事故等対処設備として新規設置する高圧代替注水設備の補機を操作可能な設計とする。

常設代替高圧電源装置遠隔操作盤では、重大事故等対処設備として新規設置する常設代替交流電源設備を操作可能な設計とする。

上記を踏まえ、重大事故等時における中央制御室の監視操作設備の機能分担を第1-1-2-2-1表に整理する。



第1-1-2-1-1図 重大事故等時における中央制御室の監視操作設備の構成概略

第1-1-2-2-1表 重大事故等時における中央制御室の監視操作設備の機能分担

盤名称	中央制御室でのパラメータ監視	中央制御室での補機操作
中央監視操作盤	DBと兼用するSAのパラメータを監視 【例】・高圧炉心スプレイ系系統流量 ・低圧炉心スプレイ系系統流量	DBと兼用するSAの補機を操作 (ハードウェア操作器) 【例】・高圧炉心スプレイ系ポンプ ・高圧炉心スプレイ系注入弁
中央制御室内裏側直立盤	—	DBと兼用するSAの補機を操作 (ハードウェア操作器) 【例】・中央制御室換気系空気調和機ファン
SA監視操作盤	DBと兼用する設備を含むSAのパラメータを監視(高圧代替注水設備及び常設代替高圧電源装置のパラメータは除く) 【例】・高圧炉心スプレイ系系統流量 ・低圧代替注水系原子炉注水流量	DBと兼用しないSAの補機(高圧代替注水設備及び常設代替高圧電源装置の補機は除く)を操作(タッチオペレーション) 【例】・常設低圧代替注水系ポンプ ・代替循環冷却系ポンプ
高圧代替注水設備制御盤	DBと兼用しないSAの高圧代替注水設備のパラメータを監視 【例】・高圧代替注水系系統流量	DBと兼用しないSAの高圧代替注水設備の補機を操作(ハードウェア操作器) 【例】・高圧代替注水系タービン止め弁
常設代替高圧電源装置遠隔操作盤	DBと兼用しないSAの常設代替高圧電源装置のパラメータを監視 【例】・常設代替高圧電源装置発電機電力 ・常設代替高圧電源装置発電機周波数	DBと兼用しないSAの常設代替交流電源設備を操作(タッチオペレーション) 【例】・常設代替高圧電源装置

1.1.3 設計上の考慮事項

中央監視操作盤、中央制御室内裏側直立盤、S A監視操作盤、高圧代替注水設備制御盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤については、下記の各条件を考慮した設計とする。その他に考慮した事項については、「2. 重大事故等時の監視操作設備に係る設計上の考慮事項の補足について」に示す。

(1) 誤操作防止に対する考慮

中央監視操作盤、中央制御室内裏側直立盤、S A監視操作盤、高圧代替注水設備制御盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤は、誤操作防止を考慮した設計とする。

特に、S A監視操作盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤においては、タッチオペレーションにて運転するための人間工学的考慮の観点から設計を行い、運転員の誤操作を防止する設計とする。タッチオペレーションに対する誤操作防止の詳細については、「1.2 誤操作防止」で述べる。

(2) 電源喪失に関する考慮

S A監視操作盤、高圧代替注水設備制御盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤は、緊急用直流125V主母線盤を介して常設代替交流電源設備又は可搬型代替交流電源設備等の交流電源及び常設代替直流電源設備又は可搬型代替直流電源設備の直流電源から給電し、S B Oが24時間継続する場合においても機能を喪失しない設計とする。

中央監視操作盤及び中央制御室内裏側直立盤は、非常用直流電源設備より給電されるが、非常用直流電源設備が機能喪失した場合は、上記と同じく緊急用直流125V主母線盤を介して給電可能な設計とする。

重大事故等時には、常設代替交流電源設備又は可搬型代替交流電源設備から給電するとともに、常設代替交流電源設備又は可搬型代替交流電源設備が起動失敗し、S B Oが継続した場合には、負荷低減のために中央監視操作盤を含む他の不要な直流負荷を切り離し、常設代替直流電源設備又は可搬型代替直流電源設備からの給電を継続することで、S A監視操作盤にて中央制御室で必要な監視及び操作を継続可能な設計とする。

また、S A監視操作盤、高圧代替注水設備制御盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤は重大事故等時にのみ使用するが、重大事故等が発生した初期において運転員による監視及び操作を速やかに実施する観点から、通常運転時より給電する設計とする。

各運転状態（電源の状態）で期待する設備等の詳細については、「2.1 各運転状態で期待する中央制御室の監視操作設備」に示す。通常運転時より給電する設計の詳細については、「2.2 常時起動する設計について」に示す。

(3) 試験及び検査に関する考慮

中央監視操作盤、中央制御室内裏側直立盤、S A監視操作盤、高圧代替注水設備制御盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤は、各々の盤で監視又は操作を行う設備に対して試験及び検査が行える設計とする。

(4) 信頼性に関する考慮

中央監視操作盤，中央制御室内裏側直立盤，SA監視操作盤，高圧代替注水設備制御盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤は，高い信頼性を有する設計とする。なお，更なる信頼性向上に資する自主対策として，SA監視操作盤については，ソフトウェアが機能喪失しても，盤内において手動で補機操作回路に信号を入力可能な設計を採用するとともに，必要な手順を整備することとする。詳細な手順は「1.2.5 ソフトウェア故障の考慮について」に示す。

また，自己診断機能により制御装置やネットワークの異常を検知可能な設計とする。

(5) 環境条件に関する考慮

環境条件については，下記の各条件を考慮した設計とする。

a. 耐震性に対する考慮

添付書類 V-2-6-7-1 「計測制御設備の盤の耐震性についての計算書」による。

b. 耐サージ性に対する考慮

添付書類 V-1-1-6 「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」の「2.3 環境条件等 (3) 電磁的障害」による。

c. 温度，湿度に対する考慮

添付書類 V-1-1-6 「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」の「2.3 環境条件等 (1) 環境圧力，環境温度及び湿度による影響，放射線による影響，屋外の天候による影響（凍結及び降水）並びに荷重」による。

d. 火災に対する考慮

添付書類 V-1-1-6 「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」の「2.3 環境条件等 (4) 周辺機器等からの悪影響」による。

e. 放射線に対する考慮

添付書類 V-1-1-6 「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」の「2.3 環境条件等 (1) 環境圧力，環境温度及び湿度による影響，放射線による影響，屋外の天候による影響（凍結及び降水）並びに荷重，(6) 設置場所における放射線の影響」による。

1.1.4 その他の中央制御室設計について

(1) 制御盤配置

- ・中央制御室の監視操作エリアは、すべての運転状態において運転員がそれぞれの運転タスクを行えるよう区分等を考慮する。
- ・中央制御室の監視操作エリアは、運転員相互の視認性及び運転員間のコミュニケーションを考慮して配置する。
- ・SA監視操作盤、高圧代替注水設備制御盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤の配置についても、運転員の視認性及び操作性並びに運転員間のコミュニケーションを考慮して配置する。

(2) 照明設備及び換気設備

中央制御室には、重大事故等が発生した場合においても運転員がとどまるために必要な設備として照明設備及び換気設備を設置する。これらの設備については、重大事故等が発生した場合においても、常設代替交流電源設備である常設代替高圧電源装置からの給電を可能とする。

常設代替高圧電源装置の容量は、重大事故等対策の有効性評価で考慮している事象のうち、最大負荷を要求される事象（「全交流動力電源喪失（長期TB）、全交流動力電源喪失（TBD、TBU）、全交流動力電源喪失（TBP）」）に対して、十分な電源供給容量を確保している。

SBO時の照明については、SBO時から95分以上点灯する作業用照明（直流非常灯）を配備し、SBO時から常設代替高圧電源装置による給電が開始される前までの間（事故発生後約95分以内）の照明を確保する。

常設代替高圧電源装置による給電が開始された後については、中央制御室内の作業用照明（非常用照明）にて照明は確保できる。

- ・中央制御室作業用照明（非常用照明）照度：300ルクス（設計値）
- ・中央制御室作業用照明（直流非常灯）照度：20ルクス以上（制御盤デスク部実測値）
- ・中央制御室常用照明照度：1,000ルクス（設計値）

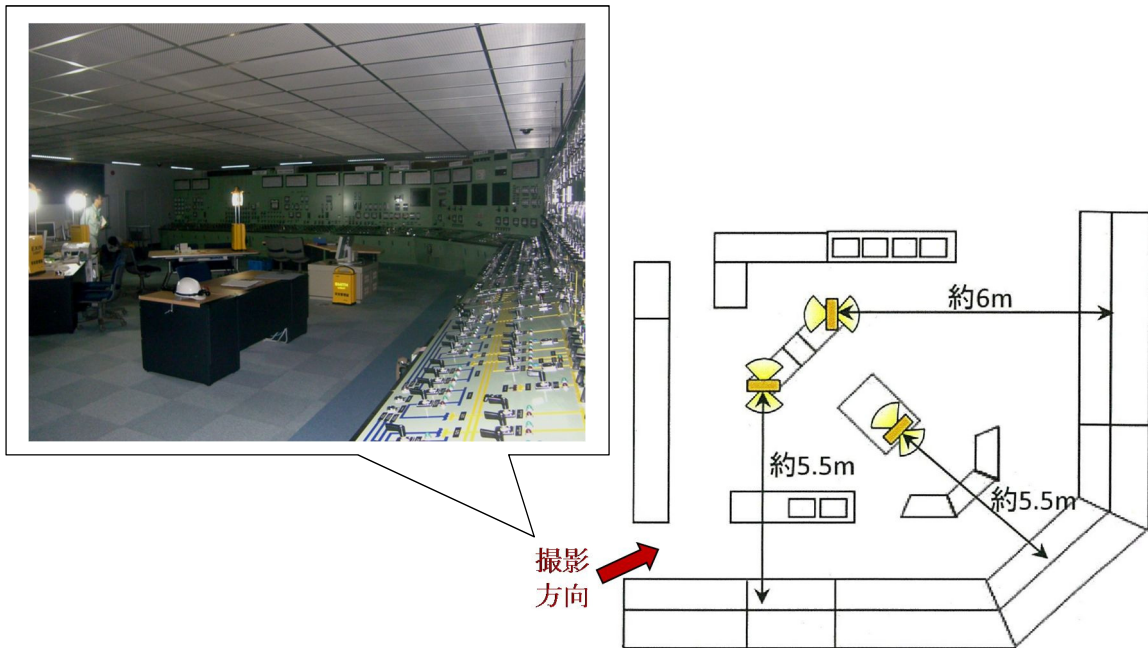
一方、中央制御室の全照明が消灯した場合には、常設代替高圧電源装置から給電できる可搬型照明（SA）により必要な照度を確保する。仮に、これらの照明が使用できない場合においても必要な照度を確保できるよう、ヘッドライト等の資機材を中央制御室に配備する。

第1-1-4-1表に中央制御室に配備している可搬型照明（SA）及び資機材の概要を示す。

中央制御室の全照明が消灯した場合に使用する可搬型照明（SA）は、3個使用する。個数は、シミュレーション施設を用いて監視操作に必要な照度を確保できることを確認しているとともに、操作箇所に応じて可搬型照明（SA）の向きを変更することにより、さらに照度を確保できることを確認している。（第1-1-4-1図参照）

可搬型照明（S A）の照度は、主制御盤から約6mの位置に設置した場合で、作業用照明（直流非常灯）の実測値である照度（20ルクス以上）に対し、室内照明全消灯状態にて主制御盤垂直部平均で約20ルクス以上の照度を確認している。

なお、換気設備については常設代替交流電源設備又は可搬型代替交流電源設備が起動するまでの間、起動しないが、居住性に係る被ばく評価においては、保守的に、S B O 発生後、2時間後に起動することを条件として評価しており、必要な居住環境が確保されていることを確認している。（第1-1-4-2図～第1-1-4-4図参照）

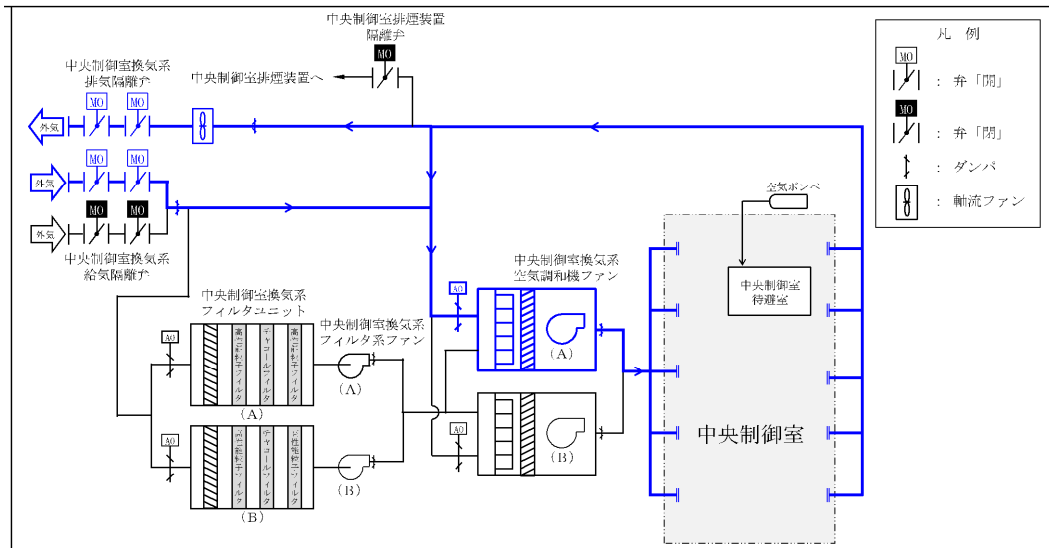


第 1-1-4-1 図 シミュレーション施設における可搬型照明（S A）確認状況

第 1-1-4-1 表 中央制御室における可搬型照明（S A）及び資機材の概要

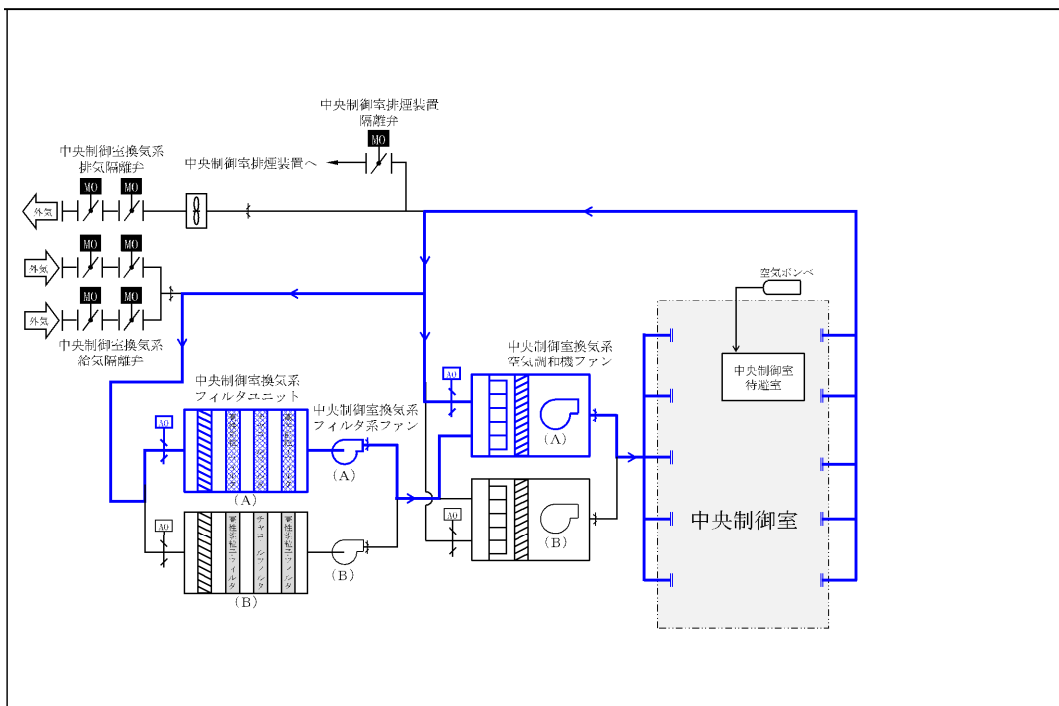
名称及び外観	数 量	仕 様
可搬型照明（S A） 	3 個 （予備 1 個（中央制御室待避室の予備 1 個と共用））	（A C）100V-240V 点灯時間：片面 24 時間 両面 12 時間
ランタン 	16 個 （予備 4 個）	電池：単一電池 4 本 点灯時間：約 45 時間
ヘッドライト 	7 個 （予備 7 個）	電池：単三電池 3 本 点灯時間：約 12 時間

- ・通常時、中央制御室換気系空気調和機ファンにより中央制御室の換気を行う。



第1-1-4-2図 中央制御室換気系の概要図 (通常運転運転時)

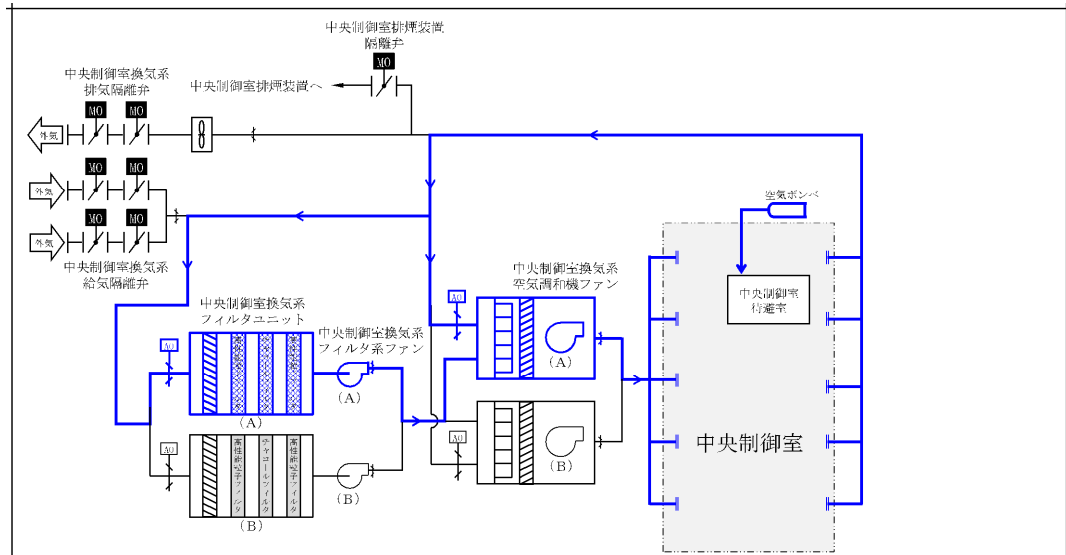
- ・事故時には外気との連絡口を遮断し、中央制御室フィルタ系ファンにより、高性能粒子フィルタ、チャコールフィルタを通る閉回路循環方式とし、運転員等を放射線被ばくから防護する。
- ・また、外気との遮断が長期にわたり室内の環境が悪くなった場合には、外気を浄化しながら取り入れることが可能である。



第1-1-4-3図 中央制御室換気系の概要図

(重大事故等時 ブルーム通過前及びブルーム通過後 (閉回路循環方式))

- さらに重大事故等発生後の格納容器圧力逃がし装置を作動させる場合においては、中央制御室待避室を空気ポンペにより正圧化することで、放射性物質の中央制御室待避室内への流入を防ぎ、中央制御室にとどまる運転員等の被ばくを低減させることが可能である。



第1-1-4-4図 中央制御室換気系の概要図

(重大事故等時 (ブルーム通過時))

設備仕様

- 中央制御室換気系空気調和機ファン
台数：1 (予備 1) 容量：約 42,500 m³/h (1 台当たり)
- 中央制御室換気系フィルタ系ファン
台数：1 (予備 1) 容量：約 5,100 m³/h (1 台当たり)
- 中央制御室待避室空気ポンペ
本数：13 (予備 7)
容量：約 47L (1 本当たり)

(3) 中央制御室の環境に影響を与える可能性のある事象に対する考慮

中央制御室の環境に影響を与える可能性のある事象として、想定される起因事象と同時にもたらされる環境条件（地震、内部火災、内部溢水、外部電源喪失、全交流動力電源喪失並びに中央制御室外の火災等により発生した燃焼ガスやばい煙、有毒ガス、降下火砕物及び凍結による操作雰囲気悪化）を想定しても、誤操作することなく容易に運転操作できる設計とするための対応については、補足説明資料「設計基準事故時の中央制御室の機能」における「第1.2-1表 中央制御室に同時にもたらされる環境条件への対応）」及び「第1.2-2表 中央制御室以外に同時にもたらされる環境条件への対応」に示す。

1.2 誤操作の防止

1.2.1 誤操作防止に係る設計方針について

(1) 監視・操作対象

重大事故等時の監視操作設備の監視対象パラメータを第1-2-1-1表に，操作対象システムを第1-2-1-2表に示す。

第 1-2-1-1 表 重大事故等時の監視操作設備の監視対象パラメータ

分類	No.	パラメータ名	中央監視 操作盤	SA監視 操作盤	高圧代替 注水設備 制御盤	常設代替 高圧電源装置 遠隔操作盤	備考
原子炉圧力容器内の温度	1	原子炉圧力容器温度	-	○	-	-	
	1	原子炉圧力	○	○	-	-	
原子炉圧力容器内の圧力	2	原子炉圧力 (SA)	-	○	-	-	
	1	原子炉水位 (広帯域)	○	○	-	-	
原子炉圧力容器内の水位	2	原子炉水位 (燃料域)	○	○	-	-	
	3	原子炉水位 (SA広帯域)	-	○	○	-	
	4	原子炉水位 (SA燃料域)	-	○	○	-	
	1	高圧代替注水系系統流量	-	-	○	-	
原子炉圧力容器への注水量	2	低圧代替注水系原子炉注水流量 (常設ライオン用)	-	○	-	-	
	3	低圧代替注水系原子炉注水流量 (常設ライオン狭帯域用)	-	○	-	-	
	4	低圧代替注水系原子炉注水流量 (可搬ライオン用)	-	○	-	-	
	5	低圧代替注水系原子炉注水流量 (可搬ライオン狭帯域用)	-	○	-	-	
	6	代替循環冷却系原子炉注水流量	-	○	-	-	
	7	原子炉隔離時冷却系系統流量	○	○	-	-	
	8	高圧炉心スプレイ系系統流量	○	○	-	-	
	9	残留熱除去系系統流量	○	○	-	-	
	10	低圧炉心スプレイ系系統流量	○	○	-	-	

第 1-2-1-1 表 重大事故等時の監視操作設備の監視対象パラメータ

分類	No.	パラメータ名	中央監視 操作盤	SA監視 操作盤	高圧代替 注水設備 制御盤	常設代替 高圧電源装置 遠隔操作盤	備考
原子炉格納容器への注水量	1	低圧代替注水系格納容器スプレイ流量 (常設ライン用)	-	○	-	-	
	2	低圧代替注水系格納容器スプレイ流量 (可搬ライン用)	-	○	-	-	
	3	低圧代替注水系格納容器下部注水流量	-	○	-	-	
原子炉格納容器内の温度	1	ドライウエル雰囲気温度	-	○	○	-	
	2	サブレーション・チェンバ雰囲気温度	-	○	-	-	
	3	サブレーション・プール水温度	-	○	○	-	
	4	格納容器下部水温	-	○	-	-	
原子炉格納容器内の圧力	1	ドライウエル圧力	-	○	○	-	
	2	サブレーション・チェンバ圧力	-	○	-	-	
原子炉格納容器内の水位	1	サブレーション・プール水位	-	○	○	-	
	2	格納容器下部水位	-	○	-	-	
原子炉格納容器内の水素濃度	1	格納容器内水素濃度 (SA)	-	○	-	-	
原子炉格納容器内の放射線量率	1	格納容器雰囲気放射線モニタ (D/W)	-	○	-	-	
	2	格納容器雰囲気放射線モニタ (S/C)	-	○	-	-	
未臨界の維持又は監視	1	起動領域計装	-	○	-	-	
	2	平均出力領域計装	-	○	-	-	
最終ヒートシンクの確保 (代替循環冷却系)	1	代替循環冷却系ポンプ入口温度	-	○	-	-	
	2	サブレーション・プール水温度	-	○	-	-	
	3	代替循環冷却系格納容器スプレイ流量	-	○	-	-	

第 1-2-1-1 表 重大事故等時の監視操作設備の監視対象パラメータ

分類	No.	パラメータ名	中央監視 操作盤	SA監視 操作盤	高圧代替 注水設備 制御盤	常設代替 高圧電源装置 遠隔操作盤	備考
最終ヒートシンクの確保 (格納容器圧力逃がし装置)	1	フィルタ装置水位	-	○	-	-	
	2	フィルタ装置圧力	-	○	-	-	
	3	フィルタ装置スクラビング水温度	-	○	-	-	
	4	フィルタ装置出口放射線モニタ (高レンジ・低レンジ)	-	○	-	-	
	5	フィルタ装置入口水素濃度	-	○	-	-	
最終ヒートシンクの確保 (耐圧強化ベント系)	1	耐圧強化ベント系放射線モニタ	-	○	-	-	
	1	残留熱除去系熱交換器入口温度	-	○	-	-	
最終ヒートシンクの確保 (残留熱除去系)	2	残留熱除去系熱交換器出口温度	-	○	-	-	
	3	残留熱除去系系統流量	○	○	-	-	
	4	残留熱除去系海水系系統流量	○	○	-	-	
	5	緊急用海水系流量 (残留熱除去系熱交換器)	-	○	-	-	
	6	緊急用海水系流量 (残留熱除去系補機)	-	○	-	-	
				-	○	-	-

第 1-2-1-1 表 重大事故等時の監視操作設備の監視対象パラメータ

分類	No.	パラメータ名	中央監視 操作盤	SA監視 操作盤	高圧代替 注水設備 制御盤	常設代替 高圧電源装置 遠隔操作盤	備考
水源の確保	1	サブレーション・プール水位	-	○	-	-	
	2	代替淡水貯槽水位	-	○	-	-	
	3	西側淡水貯水設備水位	-	○	-	-	
	4	常設高圧代替注水系ポンプ吐出圧力	-	○	○	-	
	5	常設低圧代替注水系ポンプ吐出圧力	-	○	-	-	
	6	代替循環冷却系ポンプ吐出圧力	-	○	-	-	
	7	原子炉隔離時冷却系ポンプ吐出圧力	○	○	-	-	
	8	高圧炉心スプレイ系ポンプ吐出圧力	○	○	-	-	
	9	残留熱除去系ポンプ吐出圧力	-	○	-	-	
	10	低圧炉心スプレイ系ポンプ吐出圧力	-	○	-	-	
原子炉建屋内の水素濃度	1	原子炉建屋水素濃度	-	○	-	-	
	2	静的触媒式水素再結合器動作監視装置	-	○	-	-	
原子炉格納容器内の酸素濃度	1	格納容器内酸素濃度 (SA)	-	○	-	-	
	1	使用済燃料プール水位・温度 (SA広域)	-	○	-	-	
	2	使用済燃料プール温度 (SA)	-	○	-	-	
常設代替高圧電源装置の監視	3	使用済燃料プールエリア放射線モニタ (高レンジ・低レンジ)	-	○	-	-	
	1	常設代替高圧電源装置発電機電力	-	-	-	○	
常設代替高圧電源装置周波数	2	常設代替高圧電源装置発電機周波数	-	-	-	○	

第 1-2-1-2 表 重大事故等時の監視操作設備の操作対象系統

操作機器設置場所	操作対象系統
中央監視操作盤	<ul style="list-style-type: none"> ・ A T W S 緩和設備 ・ 原子炉再循環系 ・ 自動減圧系 ・ 原子炉隔離時冷却系 ・ 原子炉系 ・ 不活性ガス系 ・ 高圧炉心スプレイ系 ・ 低圧炉心スプレイ系 ・ 残留熱除去系 ・ 燃料プール冷却系 等
中央制御室内裏側直立盤	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中央制御室換気空調系 ・ 非常用ガス処理系
S A 監視制御盤	<ul style="list-style-type: none"> ・ 低圧代替注水系 ・ 緊急用海水系 ・ 格納容器圧力逃がし系 ・ 耐圧強化ベント系 ・ 代替格納容器スプレイ冷却系 ・ 代替循環冷却系 ・ 格納容器下部注水系 ・ サンプリング装置（格納容器内水素・酸素濃度（S A）） ・ 代替燃料プール冷却系 等
高圧代替注水設備制御盤	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高圧代替注水系
常設代替高圧電源装置遠隔操作盤	<ul style="list-style-type: none"> ・ 常設代替高圧電源装置

(2) 盤面機器表示機能，操作機能及び警報機能

中央監視操作盤，中央制御室内裏側直立盤，S A監視操作盤，高圧代替注水設備制御盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤は，設計基準事故対処設備としての中央制御室制御盤の誤操作防止を考慮した設計を踏襲し，盤面機器及び盤面表示（操作器，指示計，警報）をシステムごとにグループ化した配列等を行うことで，重大事故等時において運転員の誤操作を防止するとともに容易に操作ができるものとする。

1.2.2 表示機能について

(1) 運転員に必要な情報は，理解しやすい表示方法とする。

（例）補機／弁等のシンボルの形状・状態変化の統一

(2) VDUを用いる場合は，表示画面は運転員の慣習に適合した情報表示とする。

（例）機器を上からA／B／Cの順に表示

(3) VDUを用いる場合は，事故時等，監視操作範囲が複数の系統に渡るタスクでは，処置に則した監視情報と操作器を極力1画面に表示する。

(4) 操作器は，標準的な形状を設け，釦の配置位置や大きさ等可能な限り統一する事で，誤操作防止を図る。

以下、VDUを用いた場合の表示機能について画面例を用いて説明する。ハードウェア器具を用いる中央監視操作盤，中央制御室内裏側直立盤及び高圧代替注水設備制御盤の表示機能については，補足説明資料「設計基準事故時の中央制御室の機能」における「誤操作防止対策」に準じることとする。

1.2.2.1 SA監視操作盤の表示の例

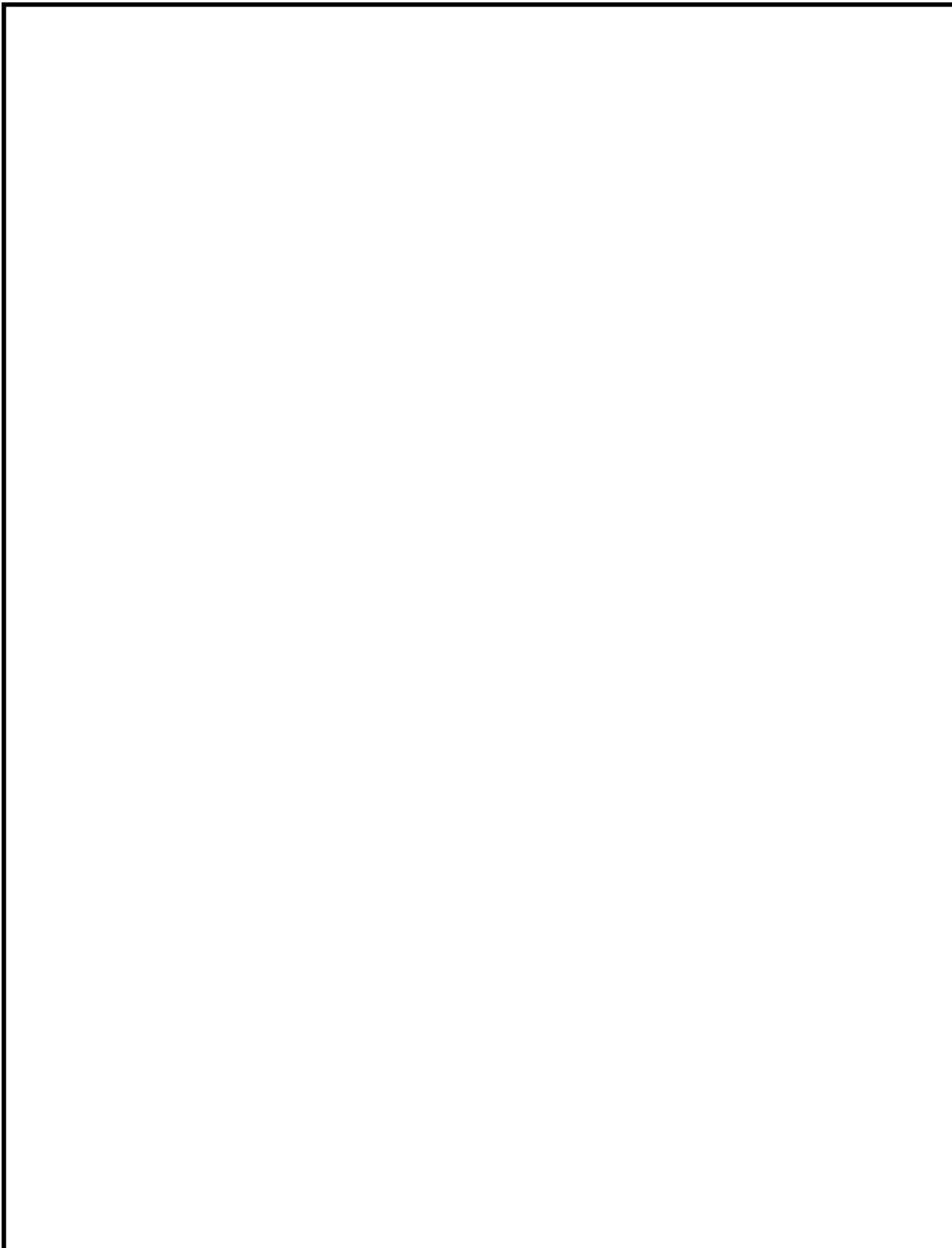


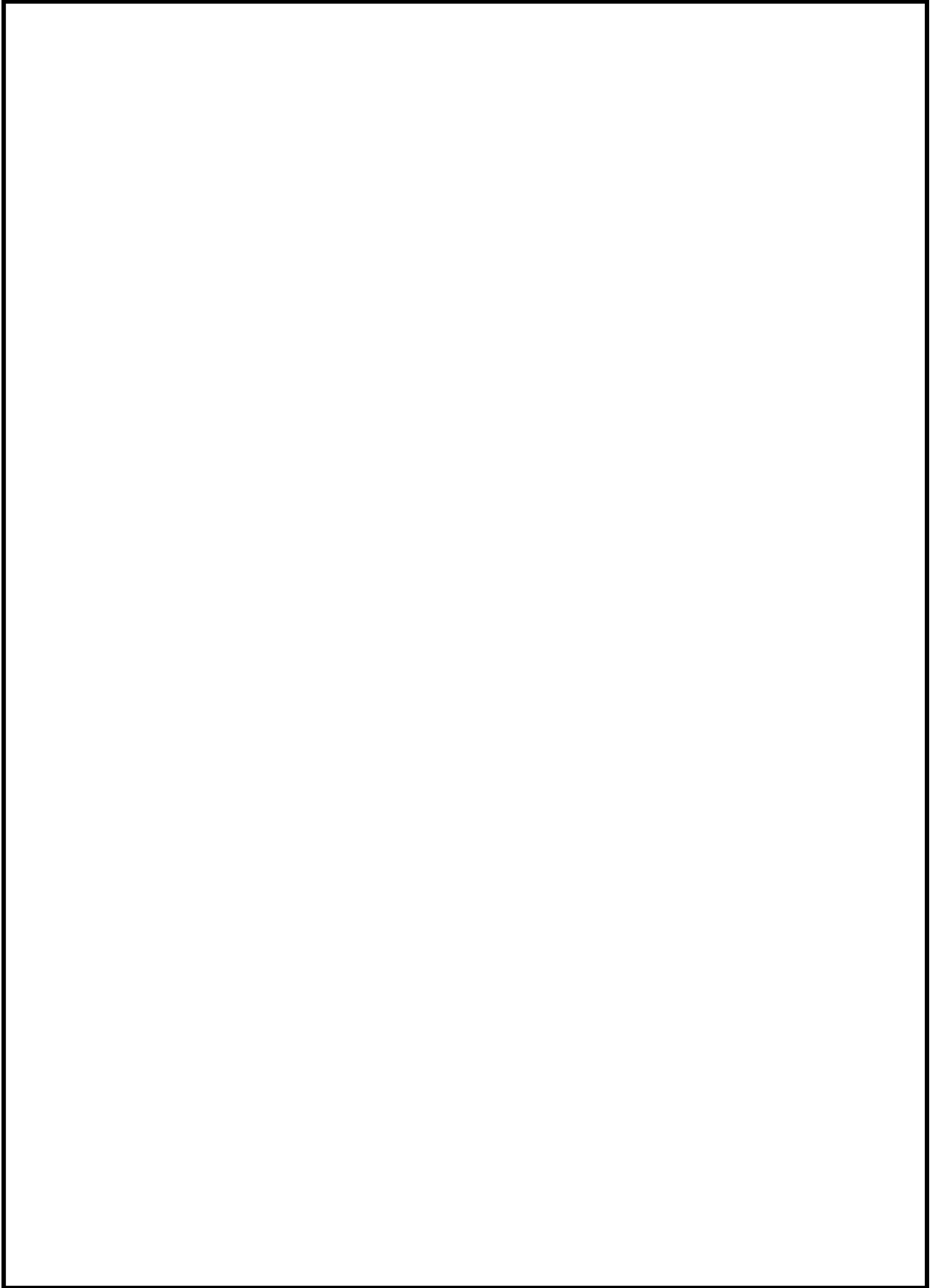
1.2.3 操作機能について

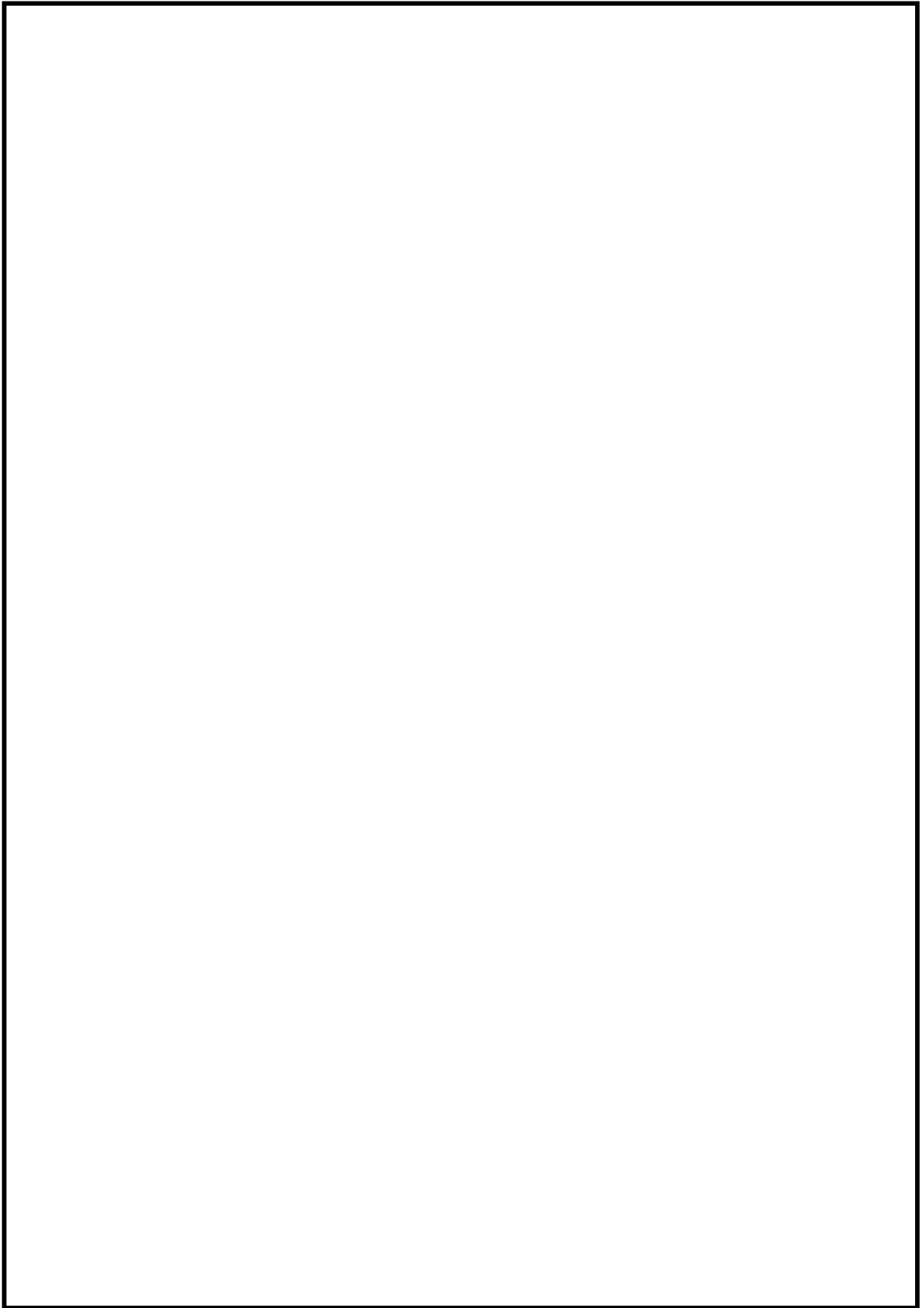
- (1) 操作器は運転員の慣習に基づく動作・方向感覚に合致したものとする。
(例) 操作器内の釦は左が「停止（閉）」，右が「起動（開）」
- (2) 操作器は，色，形，大きさのコーディングや操作方法に一貫性を持たせる設計とする。
- (3) VDUを用いる場合は，画面のタッチ領域は十字カーソル等とし，タッチ可能な領域を識別するとともに，操作信号を出力するタッチ領域は十分な大きさを確保し，隣接するタッチ領域とも距離を離す。
- (4) VDUを用いる場合は，操作信号を出力する操作器は，操作器をアクティブにした状態でないと操作器の操作が行えないようにする。

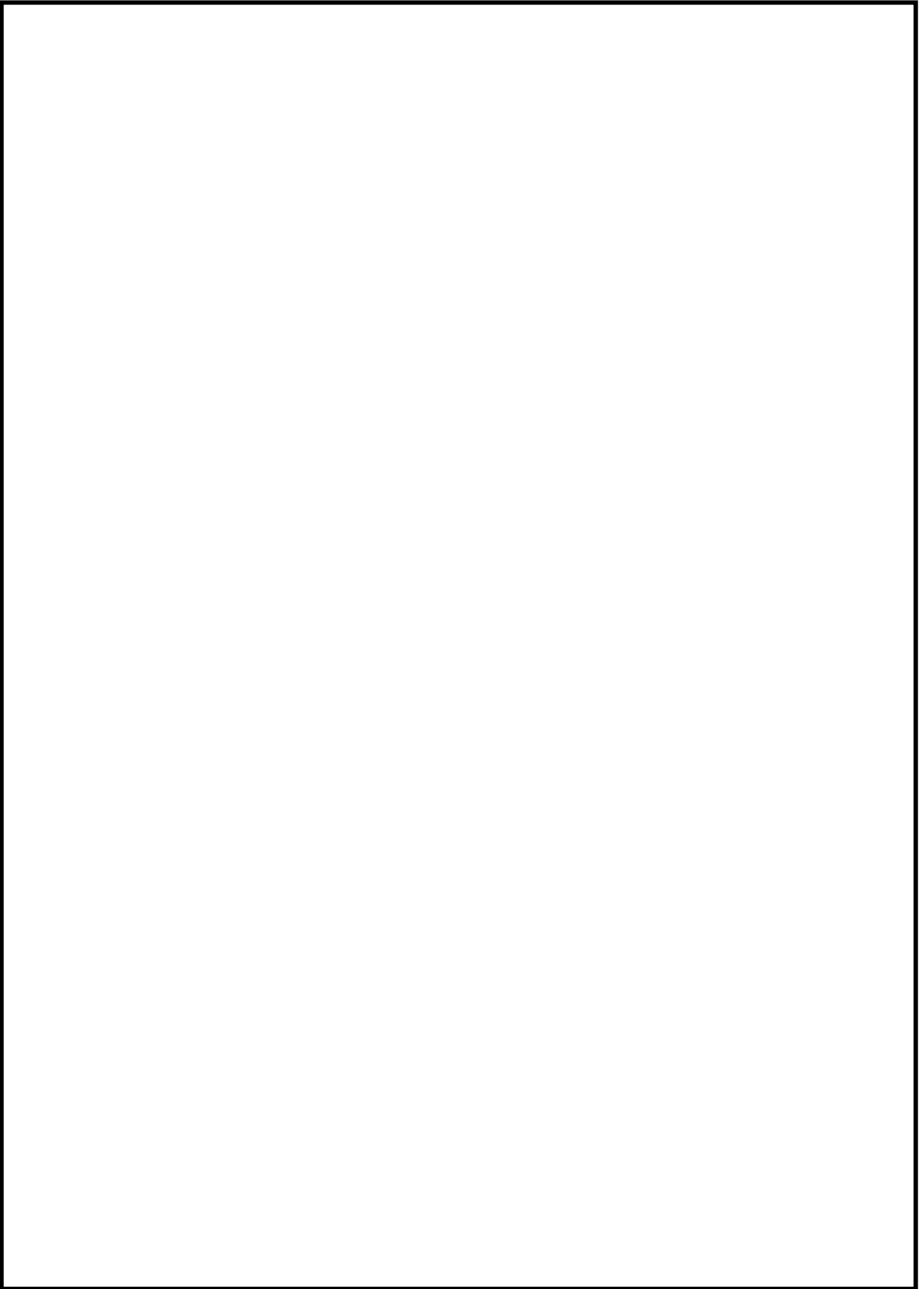
以下、VDUを用いた場合の操作機能について画面例を用いて説明する。ハードウェア器具を用いる中央監視操作盤，中央制御室内裏側直立盤及び高圧代替注水設備制御盤の操作機能については，補足説明資料「設計基準事故時の中央制御室の機能」における「誤操作防止対策」に準じることとする。

1.2.3.1 SA監視操作盤の操作の例









1.2.4 警報表示機能

警報発信時は、吹鳴音を吹鳴させ、中央監視操作盤の代表警報及びVDUの警報を点滅表示させる。また、警報の重要度・緊急度を確実かつ容易に識別・判断できるように色と音（ブザー吹鳴）による識別を行う。

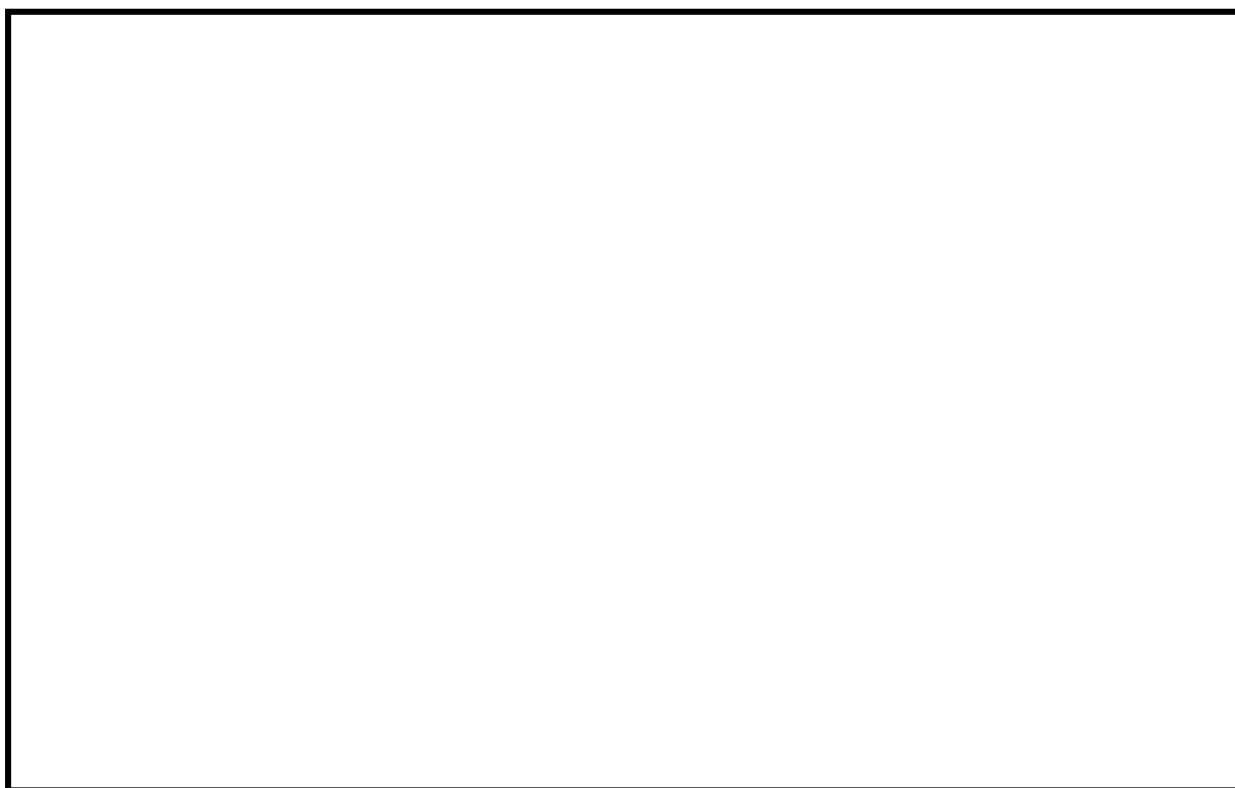
警報の重要度は警報の色により識別可能とする。

- ・重故障：「赤」異常であり、運転員に対応操作を要求する警報
- ・軽故障：「黄」異常であり、運転員に系統や機器状態等の確認を要求する警報

警報発信時において、警報確認操作を実施した後は、警報の点滅表示を連続点灯に切替るとともに、ブザー吹鳴を停止する設計とする。

以下、VDUを用いた場合の警報表示機能について画面例を用いて説明する。ハードウェア器具を用いる中央監視操作盤、中央制御室内裏側直立盤及び高圧代替注水設備制御盤の操作機能については、補足説明資料「設計基準事故時の中央制御室の機能」における「誤操作防止対策」に準じることとする。

1.2.4.1 SA監視操作盤の警報表示の例





1.2.5 ソフトウェア故障の考慮について

1.2.5.1 冗長化構成

SA監視操作盤には、使用実績豊富なソフトウェアを採用することとしており、重大事故等時における補機操作には問題ないと考えているが、更なる信頼性向上に資する自主対策として、デジタル制御装置は多重化しVDUについても相互バックアップ機能を設けることにより単一故障に対しても機能喪失しないように考慮した設計とする。万が一、ソフトウェアが機能喪失しても、盤内において手動で補機操作回路に信号を入力可能な設計を採用するとともに、必要な手順を整備することとする。

盤内への手動信号入力の対象補機は、第1-2-1-2表においてSA監視操作盤の操作対象となっている系統の補機である。

具体的な手順を1.2.5.2 に示す。

1.2.5.2 ソフトウェアの機能喪失時における補機の手動操作手順

SA監視操作盤での補機操作ができなくなった場合の手段として、制御盤内で補機の操作信号を手動で直接入力する手順を整備する。

(a) 手順着手の判断基準

給電中に制御盤のソフトウェアが機能喪失し、SA監視操作盤での補機操作ができない場合。

(b) 操作手順

補機の操作信号を手動で直接入力する概要を以下に示す。

- ① 制御盤の補機への出力信号がOFFになっていることを確認する。
- ② 手順に定められた制御盤内のスイッチを操作し、補機の操作信号を手動で直接入力する。

2. 重大事故等時の監視操作設備に係る設計上の考慮事項の補足について

2.1 各運転状態で期待する中央制御室の監視操作設備

設計基準事故時や重大事故等時の各状態において期待する、中央制御室での監視操作設備について、以下に述べる。

① 設計基準事故時（DB）

- ・主に中央監視操作盤及び中央制御室内裏側直立盤を用いて監視操作する。
- ・SA監視操作盤、高圧代替注水設備制御盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤は使用しない。

② 重大事故等時（SA）のうち、SBOが継続しない場合

（常設代替交流電源設備又は可搬型代替交流電源設備が起動成功した場合）

- ・中央監視操作盤及び中央制御室内裏側直立盤を用いて監視操作する。
- ・SA監視操作盤、高圧代替注水設備制御盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤を用いた監視操作も行う。

③ 重大事故等時（SA）のうち、SBOが継続した場合

（常設代替交流電源設備又は可搬型代替交流電源設備が起動失敗した場合）

- ・常設代替直流電源設備又は可搬型代替直流電源設備の負荷を低減するために不要な直流電源負荷を切り離す。
- ・中央監視操作盤及び中央制御室内裏側直立盤を用いて監視操作する。
- ・SA監視操作盤、高圧代替注水設備制御盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤を用いた監視操作を行う。

④ 重大事故等時（SA）のうち、SBOが継続後、交流電源が復旧した場合

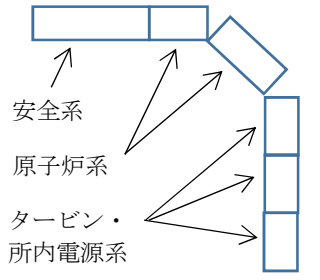

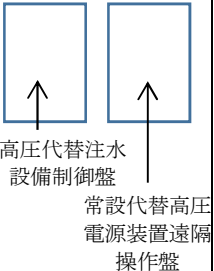
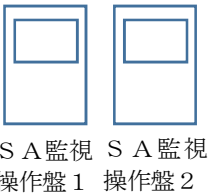
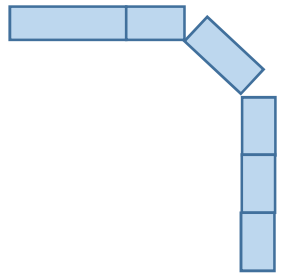
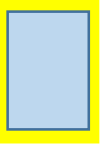
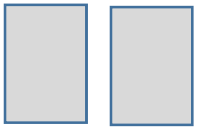
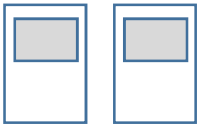
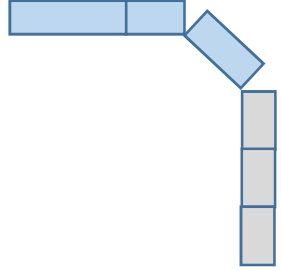


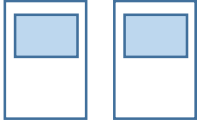
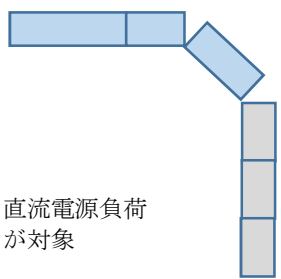


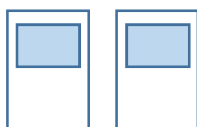
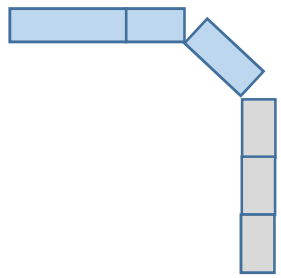


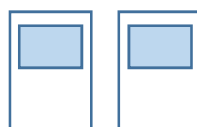
- ・中央監視操作盤及び中央制御室内裏側直立盤を用いて監視操作する。
- ・SA監視操作盤、高圧代替注水設備制御盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤を用いた監視操作を行う。

①～④を整理した結果を第2-1-1表に示す。

2.1.1 重大事故等時の監視操作設備の復旧

重大事故等時のうち、SBO発生後、交流電源が復旧した場合には、中央監視操作盤、中央制御室内裏側直立盤、SA監視操作盤、高圧代替注水設備制御盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤が給電したことを確認した上で、中央監視操作盤、中央制御室内裏側直立盤、SA監視操作盤、高圧代替注水設備制御盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤を用いて監視操作する。

第 2-1-1 表 各運転状態で期待する監視操作設備

運転状態	当該の運転状態で期待する設備 (期待する設備：水色 期待しない設備：灰色)				電源
	中央監視操作盤	中央制御室内裏側直立盤	高压代替注水設備制御盤 常設代替高压電源装置遠隔操作盤	S A 監視操作盤	
運転状態	 <p>安全系 原子炉系 タービン・所内電源系</p>		 <p>高压代替注水設備制御盤 常設代替高压電源装置遠隔操作盤</p>	 <p>S A 監視操作盤 1 S A 監視操作盤 2</p>	
① D B					非常用ディーゼル発電機
② S A のうち、S B O が継続しない					常設代替交流電源設備又は可搬型代替交流電源設備
③ S A のうち、S B O が継続する	 <p>直流電源負荷が対象</p>	 <p>直流電源負荷が対象</p>	 <p>直流電源負荷が対象</p>	 <p>直流電源負荷が対象</p>	常設代替直流電源設備又は可搬型代替直流電源設備
④ S A のうち、③の後に交流電源が復旧					常設代替交流電源設備又は可搬型代替交流電源設備

2.2 常時起動とする設計について

重大事故等は、起因事象により突然発生する場合や設計基準事故から事象進展した結果生じる場合があるため、重大事故等時にのみ使用する監視操作設備であっても、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時においても使用可能な状態にしておかなければ、起動操作や機器の起動中には機能を発揮できず、重大事故等発生初期における運転員の監視操作が速やかに行えない可能性がある。

従って、S A監視操作盤、高圧代替注水設備制御盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤は、重大事故等が生じると同時に機能を発揮できるように常時起動とする設計とする。

重大事故等時に期待する設備の使用を開始する時期（例）を第2-2-1表に示す。

第2-2-1表 重大事故等時に期待する設備の使用を開始する時期（例）

設備分類	補機（ポンプ類，弁等）	補機（動力電源）	監視操作設備
設備例	常設低圧代替注水系ポンプ	常設代替交流電源設備又は可搬型代替交流電源設備	S A操作監視盤
上記設備が使用開始する時期	重大事故等時において，事象進展に伴い当該ポンプの起動が必要になった時	外部電源が喪失した際に非常用ディーゼル発電機が全台起動失敗した時	重大事故等が生じると同時
起動に係る基本設計	必要に応じて起動	必要に応じて起動	常時起動

2.3 表示パラメータ及びS B O時に監視可能なパラメータ

重大事故等時の監視操作設備の表示パラメータ及びS B O時において中央制御室で監視可能なパラメータを第2-3-1表に示す。

第2-3-1表 重大事故等時の監視操作設備の表示パラメータ及びSBO時において中央制御室で監視可能なパラメータ

No.	パラメータ名称	重大事故等 対処設備	ERSS 伝 送パラメータ (※1)	SPDS へ のバックッ プ対象	中央監視 操作盤	S A監視 操作盤	高压代替 注水設備 制御盤	常設代替 高压電源 装置遠隔 操作盤	SBO 時 監視可能 パラメータ	備考
1	原子炉圧力容器温度	○	○	○	○	○	○	○	●	SBO 時必要負荷
2	原子炉圧力	○	○	○	○	○	○	○	●	SBO 時必要負荷
3	原子炉圧力 (S A)	○	○	○	○	○	○	○	●	SBO 時必要負荷
4	原子炉水位 (広帯域)	○	○	○	○	○	○	○	●	SBO 時必要負荷
5	原子炉水位 (燃料域)	○	○	○	○	○	○	○	●	SBO 時必要負荷
6	原子炉水位 (S A広帯域)	○	○	○	○	○	○	○	●	SBO 時必要負荷
7	原子炉水位 (S A燃料域)	○	○	○	○	○	○	○	●	SBO 時必要負荷
8	高压代替注水系統流量	○	○	○	○	○	○	○	●	SBO 時必要負荷
9	低压代替注水系原子炉注水流量 (常設ライン用)	○	○	○	○	○	○	○	●	SBO 時必要負荷
10	低压代替注水系原子炉注水流量 (常設ライン狭帯域用)	○	○	○	○	○	○	○	●	SBO 時必要負荷
11	低压代替注水系原子炉注水流量 (可搬ライン用)	○	○	○	○	○	○	○	●	SBO 時必要負荷
12	低压代替注水系原子炉注水流量 (可搬ライン狭帯域用)	○	○	○	○	○	○	○	●	SBO 時必要負荷
13	代替循環冷却系原子炉注水流量	○	○	○	○	○	○	○	●	SBO 時必要負荷
14	原子炉隔離時冷却系系統流量	○	○	○	○	○	○	○	●	SBO 時必要負荷
15	高压炉心スプレイ系系統流量	○	○	○	○	○	○	○	×	交流電源
16	残留熱除去系系統流量	○	○	○	○	○	○	○	×	交流電源
17	低压炉心スプレイ系系統流量	○	○	○	○	○	○	○	×	交流電源

※1：原子力事業者防災業務計画の改定に合わせ、必要に応じて適宜見直ししていく。

第2-3-1表 重大事故等時の監視操作設備の表示パラメータ及びSBO時において中央制御室で監視可能なパラメータ

No.	パラメータ名称	重大事故等 対処設備	ERSS 伝 送パラメータ (※1)	SPDS へ のバックア ップ対象	中央監視 操作盤	S A監視 操作盤	高压代替 注水設備 制御盤	常設代替 高压電源 装置遠隔 操作盤	SBO 時 監視可能 パラメータ	備考
18	低圧代替注水系格納容器スプレイ流量 (常設ライン用)	○	○	○	—	○	—	—	●	SBO 時必要負荷
19	低圧代替注水系格納容器スプレイ流量 (可搬ライン用)	○	○	○	—	○	—	—	●	SBO 時必要負荷
20	低圧代替注水系格納容器下部注水流量	○	○	○	—	○	—	—	●	SBO 時必要負荷
21	ドライウエル雰囲気温度	○	○	○	—	○	○	—	●	SBO 時必要負荷
22	サブレーション・チェンバ雰囲気温度	○	○	○	—	○	—	—	●	SBO 時必要負荷
23	サブレーション・プール水温度	○	○	○	—	○	○	—	●	SBO 時必要負荷
24	格納容器下部水温	○	○	○	—	○	—	—	●	SBO 時必要負荷
25	ドライウエル圧力	○	○	○	—	○	○	—	●	SBO 時必要負荷
26	サブレーション・チェンバ圧力	○	○	○	—	○	—	—	●	SBO 時必要負荷
27	サブレーション・プール水位	○	○	○	—	○	○	—	●	SBO 時必要負荷
28	格納容器下部水位	○	○	○	—	○	—	—	●	SBO 時必要負荷
29	格納容器内水素濃度 (S A)	○	○	○	—	○	—	—	×	交流電源
30	格納容器雰囲気放射線モニタ (D/W)	○	○	○	—	○	—	—	●	SBO 時必要負荷
31	格納容器雰囲気放射線モニタ (S/C)	○	○	○	—	○	—	—	●	SBO 時必要負荷
32	起動領域計装	○	○	○	—	○	—	—	●	SBO 時必要負荷
33	平均出力領域計装	○	○	○	—	○	—	—	●	SBO 時必要負荷
34	代替循環冷却系ポンプ入口温度	○	○	○	—	○	—	—	○	

※1：原子力事業者防災業務計画の改定に合わせ、必要に応じて適宜見直ししていく。

第2-3-1表 重大事故等時の監視操作設備の表示パラメータ及びSBO時において中央制御室で監視可能なパラメータ

No.	パラメータ名称	重大事故等 対処設備	ERSS 伝 送パラメータ (※1)	SPDS へ のバックア ップ対象	中央監視 操作盤	S A監視 操作盤	高压代替 注水設備 制御盤	常設代替 高压電源 装置遠隔 操作盤	SBO 時 監視可能 パラメータ	備考
35	代替循環冷却格納容器スプレイ流量	○	○	○	-	○	-	-	○	
36	フィルタ装置水位	○	○	○	-	○	-	-	●	SBO 時必要負荷
37	フィルタ装置圧力	○	○	○	-	○	-	-	●	SBO 時必要負荷
38	フィルタ装置スクラビング水温度	○	○	○	-	○	-	-	●	SBO 時必要負荷
39	フィルタ装置出口放射線モニタ (高レンジ・低レンジ)	○	○	○	-	○	-	-	●	SBO 時必要負荷
40	フィルタ装置入口水素濃度	○	○	○	-	○	-	-	×	交流電源
41	耐圧強化ベント系放射線モニタ	○	○	○	-	○	-	-	●	SBO 時必要負荷
42	残留熱除去系熱交換器入口温度	○	○	○	-	○	-	-	×	交流電源
43	残留熱除去系熱交換器出口温度	○	○	○	-	○	-	-	×	交流電源
44	残留熱除去系海水系統流量	○	○	○	○	○	-	-	×	交流電源
45	緊急用海水系流量 (残留熱除去系熱交換器)	○	○	○	-	○	-	-	○	
46	緊急用海水系流量 (残留熱除去系補機)	○	○	○	-	○	-	-	○	
47	代替淡水貯槽水位	○	○	○	-	○	-	-	●	SBO 時必要負荷
48	西側淡水貯水設備水位	○	○	○	-	○	-	-	●	SBO 時必要負荷
49	常設高压代替注水系ポンプ吐出圧力	○	○	○	-	○	○	-	●	SBO 時必要負荷
50	常設低压代替注水系ポンプ吐出圧力	○	○	○	-	○	-	-	○	
51	代替循環冷却系ポンプ吐出圧力	○	○	○	-	○	-	-	○	

※1：原子力事業者防災業務計画の改定に合わせ、必要に応じて適宜見直ししていく。

第2-3-1表 重大事故等時の監視操作設備の表示パラメータ及びSBO時において中央制御室で監視可能なパラメータ

No.	パラメータ名称	重大事故等 対処設備	ERSS 伝 送パラメータ (※1)	SPDS へ のバックア ップ対象	中央監視 操作盤	S A監視 操作盤	高压代替 注水設備 制御盤	常設代替 高压電源 装置遠隔 操作盤	SBO 時 監視可能 パラメータ	備考
52	原子炉隔離時冷却系ポンプ吐出圧力	○	○	○	○	○	-	-	●	SBO 時必要負荷
53	高压炉心スプレイ系ポンプ吐出圧力	○	○	○	○	○	-	-	×	交流電源
54	残留熱除去系ポンプ吐出圧力	○	○	○	-	○	-	-	×	交流電源
55	低压炉心スプレイ系ポンプ吐出圧力	○	○	○	-	○	-	-	×	交流電源
56	原子炉建屋水素濃度	○	○	○	-	○	-	-	○	
57	静的触媒式水素再結合器動作監視装置	○	○	○	-	○	-	-	○	
58	格納容器内酸素濃度 (S A)	○	○	○	-	○	-	-	×	交流電源
59	使用済燃料プール水位・温度 (S A広域)	○	○	○	-	○	-	-	●	SBO 時必要負荷
60	使用済燃料プール温度 (S A)	○	○	○	-	○	-	-	●	SBO 時必要負荷
61	使用済燃料プールエリア放射線モニタ (高レンジ・低レンジ)	○	○	○	-	○	-	-	●	SBO 時必要負荷
62	常設代替高压電源装置発電電力	○	-	-	-	-	-	○	×	交流電源
63	常設代替高压電源装置発電機周波数	○	-	-	-	-	-	○	×	交流電源

※1：原子力事業者防災業務計画の改定に合わせ、必要に応じて適宜見直ししていく。

2.4 設計基準事故対処設備との分離及び切替について

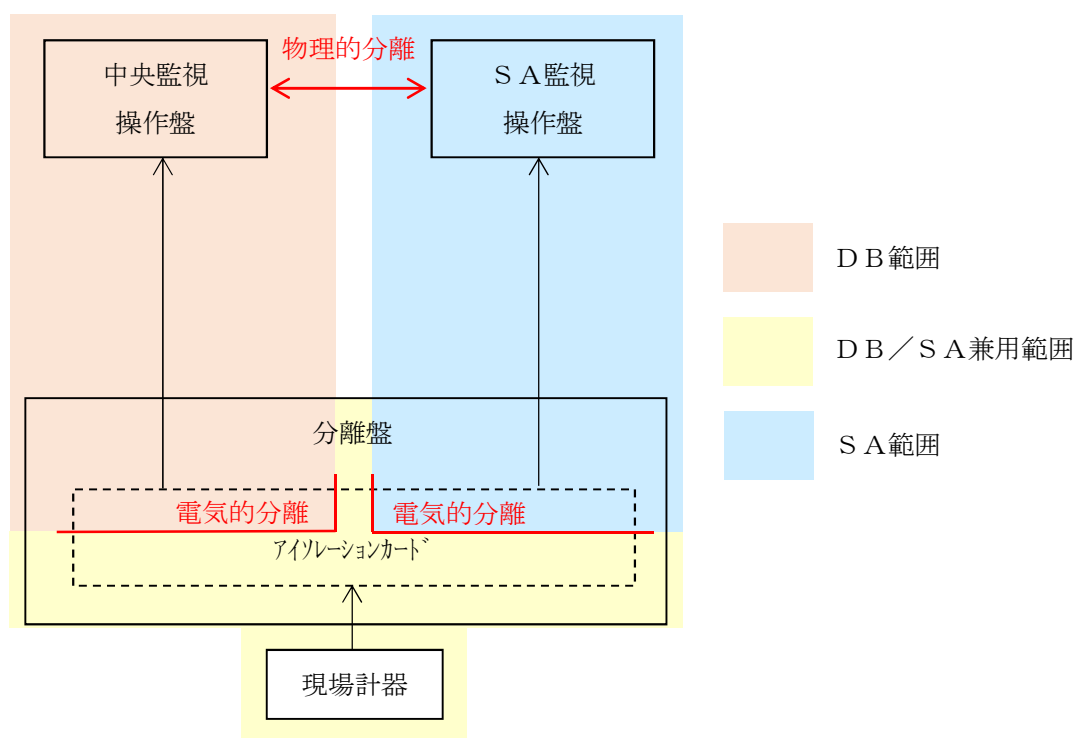
S A監視操作盤は，設計基準事故対処設備の中央監視操作盤と物理的，電氣的に分離し，他の設備に悪影響を及ぼさないよう独立した設計とする。

2.4.1 中央監視操作盤に関する分離設計

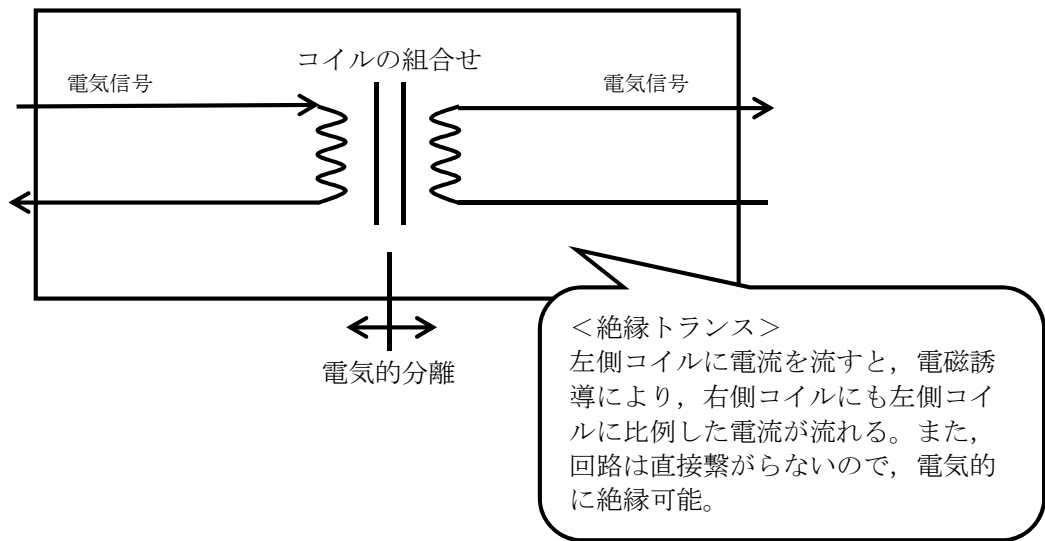
S A監視操作盤へ出力するDBと兼用するパラメータについては，S A監視操作盤の故障の影響を設計基準事故対処設備に与えないようアイソレーションカードを用いることで，電氣的分離を図りつつ，信号の取り出しが可能な設計とする。また，S A監視操作盤へのアイソレーションカードからの信号取り出しの配線については，設計基準事故対処設備の配線等と独立して設置する設計とする。

また，アイソレーションカードは，常時給電可能な設計とする。

分離設計の概念図は第2-4-1-1図，アイソレーションカードの概念図を第2-4-1-2図に示す。



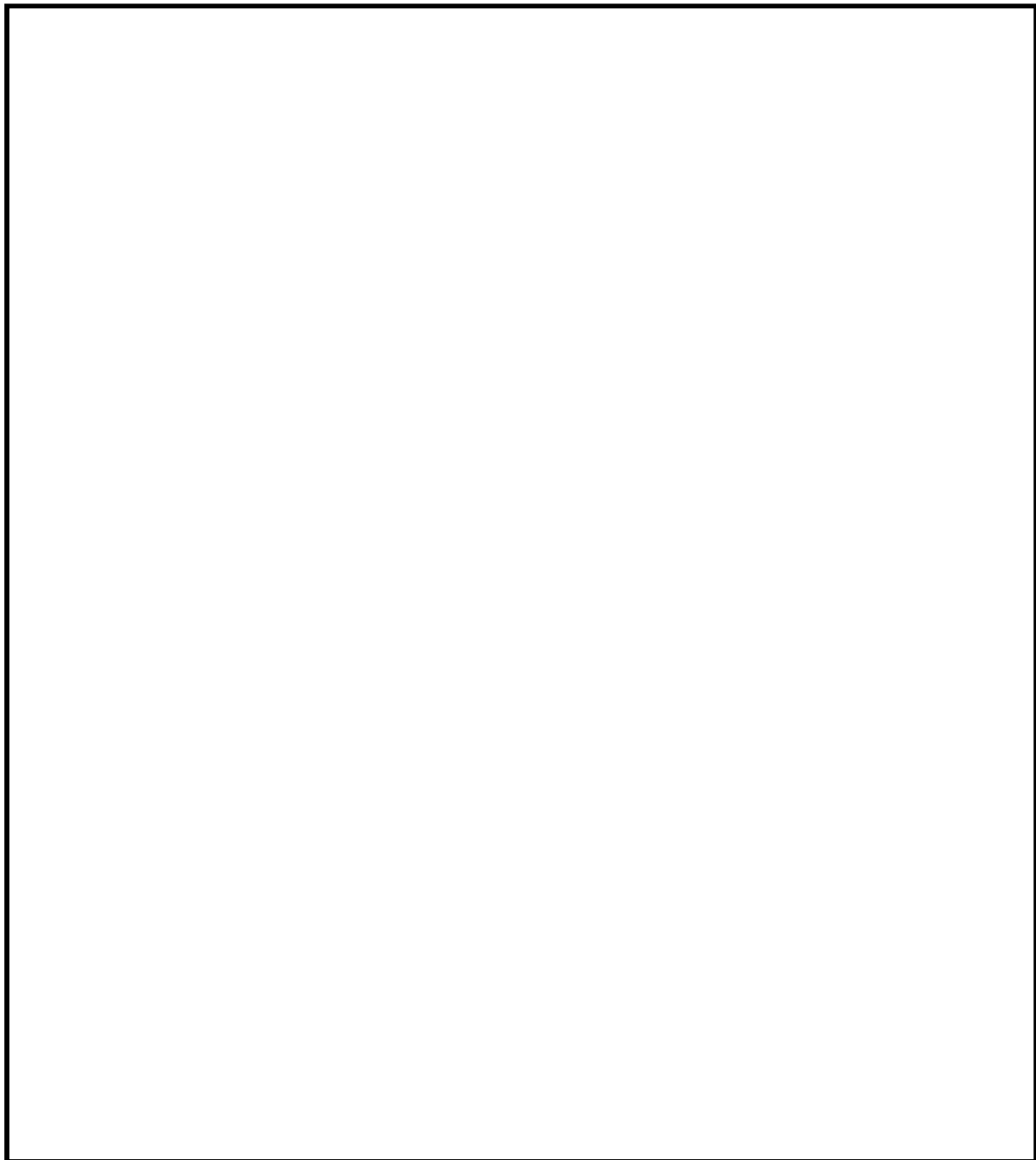
第2-4-1-1図 分離設計の概念図



第 2-4-1-2 図 アイソレーションカードの概念図

2.5 重大事故等時の監視操作設備の設置場所について

中央監視操作盤，中央制御室裏側直立盤，S A 監視操作盤，高圧代替注水設備制御盤及び常設代替高圧電源装置遠隔操作盤の設置場所は中央制御室とする。具体的な設置場所を第2-5-1-1図に示す。



第 2-5-1-1 図 重大事故等時の監視操作設備の設置場所