

本資料のうち、枠囲みの内容は、
商業機密あるいは防護上の観点か
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	工認-189 改0
提出年月日	平成30年3月2日

V-1-5-4 中央制御室の機能に関する説明書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 中央制御盤等	1
2.2 外部状況把握	1
2.3 居住性の確保	2
2.4 通信連絡	2
3. 中央制御室の機能に係る詳細設計	2
3.1 中央制御室制御盤等	2
3.1.1 中央制御室制御盤の構成	2
3.1.2 誤操作防止	2
3.1.3 試験及び検査	3
3.1.4 信頼性	3
3.2 外部状況把握	3
3.2.1 監視カメラ	3
3.2.2 気象観測設備等	3
3.2.3 公的機関からの気象情報入手	3
3.3 居住性の確保	3
3.3.1 換気設備	3
3.3.2 生体遮蔽装置	4
3.3.3 照明	4
3.3.4 酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計	4
3.3.5 チェンジングエリア	5
3.4 通信連絡	5

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（以下「技術基準規則」という。）」第 38 条及び第 74 条並びにそれらの「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（以下「解釈」という。）」に関わる原子炉制御室（以下「中央制御室」という。）のうち、中央制御室の機能について説明するものである。併せて技術基準規則第 47 条第 4 項及び第 5 項、第 77 条及びそれらの解釈に関わる中央制御室の通信連絡設備について説明する。

なお、技術基準規則第 38 条及びその解釈に係る発電用原子炉施設の外部の状況を把握する機能及び中央制御室に施設する酸素濃度計以外は要求事項に変更がないため、今回の申請において変更は行わない。

今回は、中央制御室の機能のうち、中央制御盤等に関する機能、外部状況把握に関する機能、居住性を確保する機能及び通信連絡に関する機能について説明する。

2. 基本方針

2.1 中央制御室制御盤等

中央制御室制御盤は、反応度制御系統及び原子炉停止系統に係る設備を操作する機能、非常用炉心冷却設備等非常時に原子炉の安全を確保するための設備を操作する機能、発電用原子炉及び原子炉冷却材系統に係る主要な機器の動作状態を表示する機能、主要計測装置の計測結果を表示する機能、その他の発電用原子炉を安全に運転するために必要な機能を有し、当該操作が必要となる理由となった事象が有意な可能性をもって同時にもたらされる環境条件及び発電用原子炉施設で有意な可能性をもって同時にもたらされる環境条件（地震、内部火災、内部溢水、外部電源喪失並びににばい煙、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することができる設計とする。

また、中央制御室の火災への防護としては、火災により発電用原子炉施設の安全性が損なわれないように火災の発生防止、火災の感知及び消火対策並びに火災の影響軽減対策を講じるとともに、内部溢水への防護としては、内部溢水により安全機能を損なわないために溢水源となる機器を設けない設計とする。

具体的な、火災に対する防護措置については、V-1-1-7「発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書」、内部溢水に対する防護措置については、V-1-1-8「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」に示す。

2.2 外部状況把握

中央制御室は、発電用原子炉施設に迫る津波等の自然現象を監視カメラの映像等により昼夜にわたり監視できる装置、気象観測設備等及び公的機関から地震、津波、竜巻情報等を入手することにより発電用原子炉施設の外部の状況を把握できる機能を有する設計とする。

なお、監視カメラは、地震荷重等を考慮し必要な強度を有する設計とするとともに、所内常設直流電源設備から給電できる設計とする。

2.3 居住性の確保

1 次冷却系統に係る発電用原子炉施設の損壊又は故障その他の異常が発生した場合に発電用原子炉の運転の停止その他の発電用原子炉施設の安全性を確保するための措置をとるため、従事者が支障なく中央制御室に入り、又は一定期間とどまり、かつ、当該措置をとるための操作を行うことができるよう、中央制御室の気密性、遮蔽その他の適切な放射線防護措置、気体状の放射性物質並びに中央制御室外の火災等により発生する燃焼ガスやばい煙、有毒ガス及び降下火砕物に対する換気設備の隔離その他の適切な防護措置を講じる。

炉心の著しい損傷が発生した場合において運転員がとどまるために必要な設備である中央制御室換気系及び中央制御室遮蔽、可搬型の酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計、並びに可搬型照明（SA）により居住性を確保する。また、中央制御室への汚染の持ち込みを防止するための身体汚染検査、作業服の着替え等を行うための区画（以下「チェンジングエリア」という。）を設ける。

2.4 通信連絡

中央制御室の機能に関する通信連絡設備として、原子炉冷却系統に係る発電用原子炉施設の損壊又は故障その他の異常の際に、操作等の指示、連絡を行うことができる警報装置及び多様性を確保した通信設備（発電所内）並びに、炉心の著しい損傷が発生した場合において、発電所内の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡を行うことができる通信設備（発電所内）により、発電所内の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡できる機能を有する設計とする。

また、設計基準事故その他の異常の際並びに重大事故等が発生した場合において、発電所外の通信連絡をする必要がある場所と通信連絡を行うことができる通信設備（発電所外）により、発電所外の通信連絡をする必要がある場所と通信連絡ができる機能を有する設計とする。

3. 中央制御室の機能に係る詳細設計

3.1 中央制御室制御盤等

3.1.1 中央制御室制御盤の構成

中央制御盤は、発電用原子炉及び主要な関連設備の監視操作を可能とした中央監視操作盤と中央制御室内裏側直立盤で構成する。

中央監視操作盤は、プラントの起動／停止、トリップ等に関連する運転上重要な設備の監視操作、又は通常運転時において監視操作の頻度が高い設備についての監視操作ができる設計とする。

中央制御室内裏側直立盤は、中央監視操作盤での運転のサポート及びプラントの異常時に安全を保つため必要な設備の監視操作ができる設計とする。

3.1.2 誤操作防止

中央制御室の環境条件、中央制御室の配置及び作業空間に留意するとともに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）を系統毎にグループ化して主制御盤に集約し、操作方法に統一性を持たせ、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。

また、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。

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、操作器具の大きさや形状等は統一し、操作方法等も一貫性を持たせた設計とする。

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。

誤操作することなく適切に運転操作するための対策を第2表に示す。

3.1.3 試験及び検査

中央制御室制御盤及び現場盤は、中央制御室制御盤及び現場盤で監視又は操作を行う試験及び検査ができる設計とする。

3.1.4 信頼性

中央制御室制御盤に設置する警報機能は、一部の機能が故障した場合においても、その機能がすべて喪失しない設計とする。

3.2 外部状況把握

3.2.1 監視カメラ

発電用原子炉施設に影響を及ぼす可能性がある自然現象や発電所構内の状況（陸側、海側）等を監視するため、屋外に暗視機能などを持った監視カメラを設置し、中央制御室にて遠隔操作することにより昼夜にわたり把握することができる設計とする。

監視カメラは耐震Sクラスの設備とし、地震、積雪、降下火砕物、降雨及び風の荷重を適切に考慮し必要な強度を有する設計とするとともに所内常設直流電源設備から受電する設計とする。

監視カメラで把握可能な自然現象等を第3表、監視カメラの仕様を第4表、監視カメラの配置を第1図に示す。

具体的な監視カメラの強度及び給電の機能は、V-1-1-2「耐震設計上重要な設備を設置する施設に関する説明書（自然現象への配慮に関する説明を含む。）」に示す。

3.2.2 気象観測設備等

発電所構内の状況の把握に有効なパラメータは、気象観測設備等で測定し中央制御室にて確認できる設計とする。

中央制御室で入手できる外部状況把握可能なパラメータ及び計測範囲を第5表に示す。なお、その他重大事故等時の対応として、可搬型気象観測設備も保管している。

3.2.3 公的機関からの気象情報入手

中央制御室に電話、FAX等を設置し、公的機関からの地震、津波、竜巻情報等を入手できる設計とする。

3.3 居住性の確保

3.3.1 換気設備

中央制御室換気系は、設計基準事故時に放射線業務従事者等を内部被ばくから防護し必要な

運転操作を継続することができるようにするため、他の換気系とは独立に外気をチャコールフィルタ系に通して取り入れるか、又は外気との連絡口を遮断し、チャコールフィルタ系を通して閉回路循環運転できるように設計する。

外部火災により発生するばい煙や有毒ガス並びに降下火砕物による中央制御室内の操作雰囲気悪化に対しては、手動で中央制御室換気系の給気隔離弁及び排気隔離弁及び排煙装置隔離弁を閉止し、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。

格納容器ベント時の運転員の被ばくを低減する対策として、中央制御室内に中央制御室待避室を設置する。ベント実施時には待避室内に待機可能とし、中央制御室待避室内は中央制御室待避室空気ポンプユニット（空気ポンペ）により5時間加圧する設計とする。

具体的な、換気設備の機能については、V-1-7-3「中央制御室の居住性に関する説明書」に示す。

3.3.2 生体遮蔽装置

中央制御室遮蔽は、設計基準事故が発生した場合においては事故後30日間、炉心の著しい損傷が発生した場合においては事故後7日間とどまっても中央制御室の気密性及び中央制御室換気系の機能とあいまって、居住性に係る判断基準100mSvを超えない設計とする。

具体的な、中央制御室の遮蔽設計、その他の適切な防護の妥当性評価は、V-4-2-1「中央制御室の生体遮蔽装置の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書」に示す。

3.3.3 照明

操作に必要な照明は、地震、竜巻・風（台風）、積雪、落雷、外部火災、降下火砕物の降下に伴い外部電源が喪失した場合、ディーゼル発電機が起動することにより照明用電源が確保されるとともに、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代替電源設備から開始される前までの間においても、中央制御室の直流非常灯により、運転操作に必要な照明を確保できる設計とする。

炉心の著しい損傷が発生した場合においても、必要な照明は可搬型照明（SA）により確保できる設計とするともに、全交流動力電源喪失時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給電できる設計とする。

具体的な、中央制御室照明及び中央制御室用可搬型照明の機能、照明設備への給電の機能は、V-1-1-12「非常用照明に関する説明書」に示す。

3.3.4 酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計

設計基準事故時及び重大事故等時の対応として、中央制御室の酸素及び二酸化炭素濃度を確認する乾電池を電源とした可搬型の酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計は、活動に支障がない範囲にあることを把握できる設計とする。また、酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計は、付属のスイッチにより設置場所で操作が可能な設計とする。

酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計の仕様を第6表に示す。

具体的な中央制御室内の酸素濃度及び二酸化炭素濃度の評価については、V-1-7-3「中央制御室の居住性に関する説明書」に示す。

3.3.5 チェンジングエリア

炉心の著しい損傷が発生し、中央制御室の外側が放射性物質により汚染した状況下において、中央制御室への汚染の持ち込みを防止することができるよう身体の汚染検査、作業服の着替え等を行うための区画を設けることができる設計とする。

具体的な、チェンジングエリアの機能については、V-1-7-2「管理区域の出入管理設備及び環境試料分析装置に関する説明書」に示す。

3.4 通信連絡

原子炉冷却系統に係る発電用原子炉施設の損壊又は故障その他の異常の際に、中央制御室等から人が立ち入る可能性のある原子炉建屋、タービン建屋等の建屋内外各所の人に操作、作業、退避の指示、事故対策のための集合等の連絡をブザー鳴動及び音声等により行う警報装置及び音声等により行う多様性を確保した通信設備（発電所内）により、発電所内の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡できる設計とする。重大事故等が発生した場合において、衛星電話設備（固定型）等の通信設備（発電所内）により、発電所内の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡できる設計とする。

また、設計基準事故その他の異常の際並びに重大事故等が発生した場合において、発電所外の通信連絡をする必要がある場所と通信連絡を行うことができる通信設備（発電所外）により、発電所外の通信連絡をする必要がある場所と通信連絡ができる設計とする。

具体的な通信連絡設備については、V-1-1-10「通信連絡設備に関する説明書」に示す。

第1表 主要な監視及び操作の対象

機能	監視及び操作の対象
反応度制御系統及び原子炉停止系統に係る設備の操作機能	制御棒駆動系の手動操作，原子炉スクラムの手動操作
非常用炉心冷却設備等，非常時に発電用原子炉の安全を確保するための設備の操作機能	非常用炉心冷却系設備作動の手動操作，原子炉格納容器スプレイ作動の手動操作，主蒸気ライン隔離の手動操作，原子炉格納容器隔離の手動操作，低温停止への移行の手動操作，
発電用原子炉及び原子炉冷却材設備に係る主要な機器又は器具の動作状態の表示機能	制御棒の動作状態，発電用原子炉及び原子炉冷却材系統に係る主要なポンプの動作状態，発電用原子炉及び原子炉冷却材系統に係る主要な弁の開閉状態
主要計測装置の計測結果表示機能	中性子束，制御棒位置，原子炉スクラム用電磁接触器の状態，原子炉圧力，原子炉水位（広帯域，燃料域），残留熱除去系流量，サブプレッションプール水位，サブプレッションプール温度，復水貯蔵タンク水位，原子炉隔離時冷却系流量，高圧炉心スプレイ系流量，低圧炉心スプレイ系流量，原子炉格納容器圧力，原子炉格納容器水素濃度，原子炉格納容器酸素濃度，原子炉格納容器エリア放射線量率（高レンジ），非常用ガス処理系流量，可燃性ガス濃度制御装置等
発電用原子炉の運転に著しい支障を及ぼすおそれが生じた場合，放射性物質の濃度若しくは線量当量率が著しく上昇した場合又は流体上の放射性廃棄物が著しく漏えいするおそれが生じた場合に当該異常状態を警報表示する機能	原子炉水位（広帯域，燃料域）の低及び高警報，原子炉圧力の低及び高警報，中性子束レベルの高警報，プロセスモニタリング設備の高警報，エリアモニタリング設備の高警報，ドライウェル内ガス冷却装置冷却器凝縮水流量の高警報，ドライウェル高電導度廃液サンプル水位の高警報，使用済燃料プール水位の低及び水温の高警報等
安全保護系及びそれにより駆動又は制御される機器の状態表示機能	原子炉トリップ信号の各チャンネルの状態表示（注1），工学的安全施設作動信号の各チャンネルの状態表示（注1），原子炉トリップ信号により動作する機器の状態表示（注2），工学的安全施設作動信号により動作する機器の状態表示（注3）

<p>発電用原子炉施設の外部の状況の把握機能</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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（地震，津波，風（台風），竜巻，降水，積雪，落雷，火山，外部火災（森林火災，近隣工場等の火災を含む），船舶の衝突）の影響や発電用原子炉施設の外部状況 ・ 津波，風（台風），竜巻，凍結，降水等による発電用原子炉施設内の状況の把握に有効なパラメータ（潮位計，取水ピット水位，風向，風速，気温，降水量等） ・ 公的機関からの地震，津波，竜巻，落雷等の気象情報
----------------------------	--

（注1） バイパス状態を含む。

（注2） 使用不能状態を含む。

（注3） 電動弁の熱的過負荷保護装置は，設計基準事故時において不要作動しないように設定するため，保護装置の使用状態又は不使用状態の表示は行わない。

第2表 誤操作することなく適切に運転操作するための対策

項目	対策
環境条件に対する考慮	<p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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とする。</p>
視認性	<p>a. 中央制御室制御盤の配置</p> <p>(a) 中央制御室制御盤は、主制御盤及び補助制御盤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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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<small>（黄色）</small>に分割して配置している。</p> <p>(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き、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。</p> <p>(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。</p>

視認性（続き）	<p>(g) 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。</p> <p>(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。</p> <p>b. 盤面器具の配列</p> <p>(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。</p> <p>(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している。</p> <p>(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。</p>
(2) 操作性	<p>a. 操作器具</p> <p>(a) 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。</p> <p>(b) 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。</p> <p>(c) 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。</p>

第3表 監視カメラにより把握可能な自然現象等

自然現象等	把握できる発電用原子炉施設の外の状況
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
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
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
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。

第4表 監視カメラの仕様

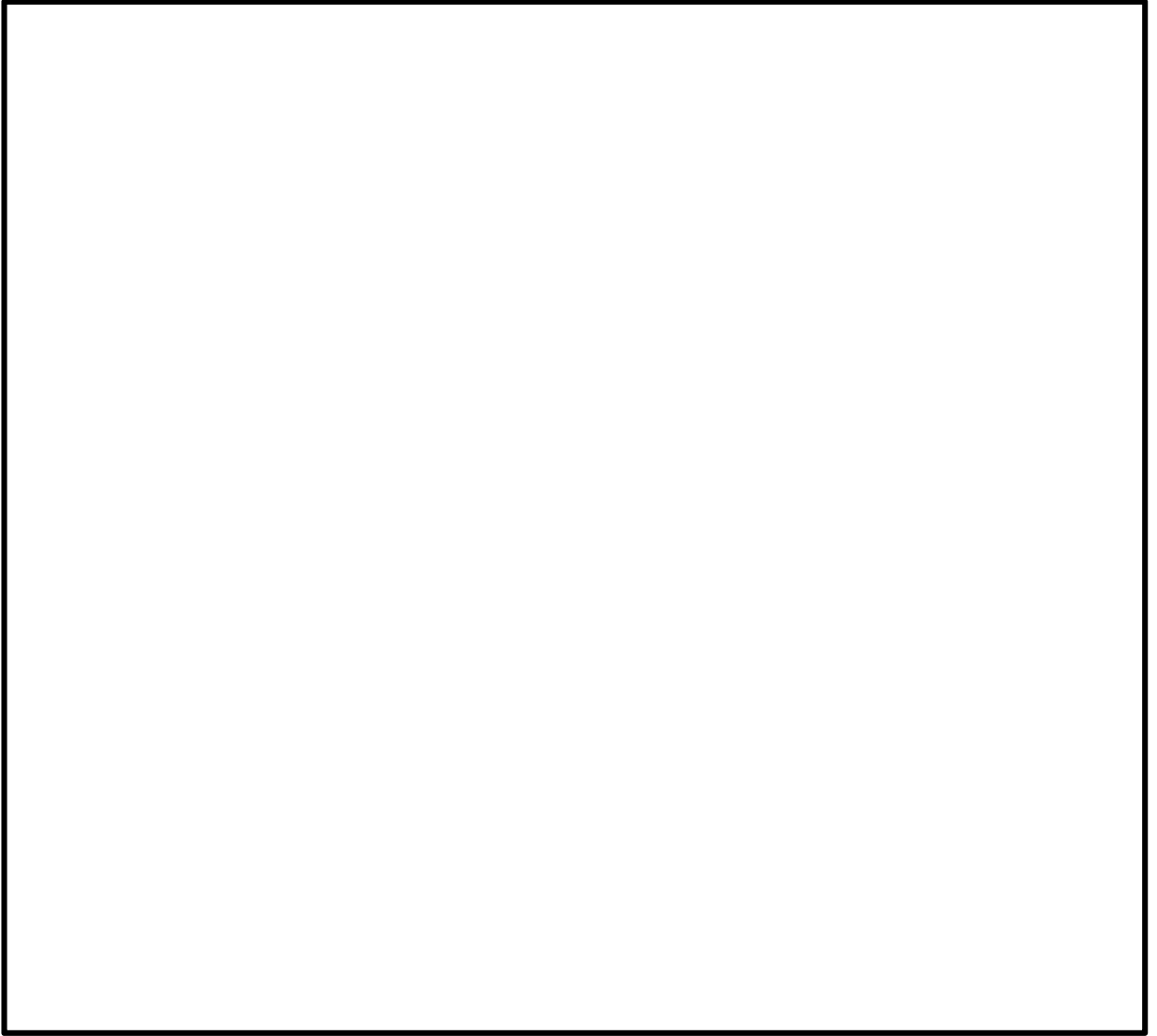
設置場所	原子炉建屋屋上，防潮堤上部
暗視機能	あり
ズーム機能	可視光カメラ（低照度カメラ）／なし 赤外線カメラ／デジタルズーム4倍
遠隔上下左右可動	水平 360°（連続） 上下 ±90°

第5表 中央制御室で入手できる外部状況把握可能なパラメータ及び計測範囲

設備名	パラメータ		計測範囲	
気象観測設備	大気温度		-10~40°C	
	雨量		0~49.5 mm (記録紙印字幅)	
	風向 (EL. +18m/EL. +89m/EL. +148m)		0~540° (N~S)	
	風速 (EL. +18m/EL. +89m/EL. +148m)		0~30m/s (10分間平均値)	
	日射量		0~1.2kW/m ²	
	放射収支量		0.05~-0.25kW/m ²	
津波監視設備	潮位計 (新設)		E.L. -5.0~20.0m	
	取水ピット水位 (新設)		E.L. -7.8~2.3m	
固定式周辺モニタリング設備	モニタリング・ポスト	空間γ線	低レンジ (NaI (Tl) シンチレーション)	10 ¹ ~10 ⁵ nGy/h
			高レンジ (電離箱)	10 ⁻⁸ ~10 ⁻¹ Gy/h

第6表 酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計の仕様

名称	仕様等
酸素濃度計	<ul style="list-style-type: none"> ・測定（使用）範囲：0.0～40.0vol% ・測定精度：±0.1vol% 【メーカー値】 ・電源：乾電池 (交換により容易に電源が確保できるもの)
二酸化炭素濃度計	<ul style="list-style-type: none"> ・測定（使用）範囲：0.0～5.0vol% ・測定精度：±3.0%F.S 【メーカー値】 ・電源：乾電池 (交換により容易に電源が確保できるもの)



第1図 監視カメラの配置