

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構  
大洗研究所（南地区）高速実験炉原子炉施設（「常陽」）

第 10 条（誤操作の防止）

2022 年 7 月 1 日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構  
大洗研究所高速実験炉部

## 第 10 条：誤操作の防止

### 目 次

1. 要求事項の整理
2. 設置許可申請書における記載
3. 設置許可申請書の添付書類における記載
  - 3.1 安全設計方針
  - 3.2 気象等
  - 3.3 設備等
4. 要求事項への適合性
  - 4.1 基本方針
  - 4.2 誤操作の防止
  - 4.3 運転員の操作性確保
  - 4.4 要求事項（試験炉設置許可基準規則第 10 条）への適合性説明

#### (別紙)

- 別紙 1 : 中央制御室における環境条件の考慮
- 別紙 2 : 誤操作を防止するための措置
- 別紙 3 : 運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時等における運転員の操作
- 別紙 4 : 運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時における中央制御室での放射線被ばく
- 別紙 5 : 中央制御室空調再循環運転の概要

#### (添付)

- 添付 1 : 設置許可申請書における記載
- 添付 2 : 設置許可申請書の添付書類における記載（安全設計）
- 添付 3 : 設置許可申請書の添付書類における記載（適合性）

## < 概 要 >

試験研究用等原子炉施設の設置許可基準規則の要求事項を明確化するとともに、それら要求に対する高速実験炉原子炉施設の適合性を示す。

## 1. 要求事項の整理

試験炉設置許可基準規則第 10 条における要求事項等を第 1.1 表に示す。

第 1.1 表 試験炉設置許可基準規則第 10 条における要求事項及び本申請における変更の有無

要求事項	変更の有無
<p>1 試験研究用等原子炉施設は、誤操作を防止するための措置を講じたものでなければならない。</p> <p><b>【解釈】</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>第 1 項に規定する「誤操作を防止するための措置を講じたもの」とは、人間工学上の諸因子を考慮して、盤の配置及び操作器具、弁等の操作性に留意すること、計器表示及び警報表示において試験研究用等原子炉施設の状態が正確かつ迅速に把握できるよう留意すること、保守点検において誤りを生じにくいよう留意すること等の措置を講じたものであることをいう。</li></ul>	無
<p>2 安全施設は、容易に操作することができるものでなければならない。</p> <p><b>【解釈】</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>第 2 項に規定する「容易に操作することができるもの」とは、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（余震等を含む。）及び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を想定しても、運転員が容易に設備を運転できるものをいう。</li></ul> <p>また、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生後、ある時間までは、運転員の操作を期待しなくても必要な安全機能が確保されるものをいう。</p>	有

2. 設置許可申請書における記載

添付 1 参照

3. 設置許可申請書の添付書類における記載

3.1 安全設計方針

(1) 設計方針

添付 2 参照

(2) 適合性

添付 3 参照

3.2 気象等

該当なし

3.3 設備等

該当なし

※ 添付の朱書き：審査進捗を踏まえて記載を見直す箇所

## 4. 要求事項への適合性

### 4.1 基本方針

原子炉施設は、誤操作を防止するように設計する。また、安全施設は、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（余震等を含む。）及び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を想定しても、運転員が容易に操作できるように設計する【中央制御室における環境条件の考慮：別紙1参照】とともに、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生後、ある時間までは、運転員の操作を期待しなくても必要な安全機能が確保されるものとする。

### 4.2 誤操作の防止

中央制御室に設置する制御盤等（操作スイッチ等を含む。）は、人間工学上の諸因子を考慮して、系統及び機器に応じた配置とし、名称等を表示するとともに、各盤には、操作スイッチ等とともに、原子炉施設の状態が正確かつ迅速に把握できるように運転表示、計器表示及び警報表示を設け、保守点検においても誤りが生じにくいように設計する。警報表示（原子炉保護系の作動に係るものを含む。）については、原子炉施設の状態がより正確かつ迅速に把握できるように、重要度に応じて色分けするものとし、警報（ブザー又はベル）を発することで、運転員の注意を喚起して、その内容を表示できるものとする。また、現場の盤及び弁に対して銘板の取付けによる識別を行い、保守点検における誤操作を防止する設計とする【誤操作を防止するための措置：別紙2参照】。

### 4.3 運転員の操作性確保

原子炉を安全に停止するために必要な安全機能を有する安全施設に係る操作は、中央制御室において、集中して対応できるものとする。運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時、及び運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生後に、その動作が期待される安全施設は、運転員の操作を期待しなくても必要な安全機能が確保されるように設計する【運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時等における運転員の操作：別紙3参照】。また、中央制御室には、設計基準事故が発生した場合に、原子炉の運転の停止その他の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、遮蔽その他の適切な放射線防護措置【運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時における中央制御室での放射線被ばく：別紙4】、気体状の放射性物質及び中央制御室外の火災により発生する燃焼ガスに対する換気設備の隔離【中央制御室空調再循環運転の概要：別紙5】その他の適切に防護するための設備を設ける。

#### 4.4 要求事項（試験炉設置許可基準規則第10条）への適合性説明

（誤操作の防止）

第十条 試験研究用等原子炉施設は、誤操作を防止するための措置を講じたものでなければならない。

2 安全施設は、容易に操作することができるものでなければならない。

#### 適合のための設計方針

##### 1 について

中央制御室に設置する制御盤等（操作スイッチ等を含む。）は、人間工学上の諸因子を考慮して、系統及び機器に応じた配置とし、名称等を表示するとともに、各盤には、操作スイッチ等とともに、原子炉施設の状態が正確かつ迅速に把握できるように運転表示、計器表示及び警報表示を設け、保守点検においても誤りが生じにくいように設計する。警報表示（原子炉保護系の作動に係るものを含む。）については、原子炉施設の状態がより正確かつ迅速に把握できるように、重要度に応じて色分けするものとし、警報（ブザー又はベル）を発することで、運転員の注意を喚起して、その内容を表示できるものとする。また、現場の盤及び弁に対して銘板の取付けによる識別を行い、保守点検における誤操作を防止する設計とする。

##### 2 について

安全施設は、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（余震等を含む。）及び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を想定しても、運転員が容易に操作できるように設計する。

原子炉を安全に停止するために必要な安全機能を有する安全施設に係る操作は、中央制御室において、集中して対応できるものとする。運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時、及び運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生後に、その動作が期待される安全施設は、運転員の操作を期待しなくても必要な安全機能が確保されるように設計する。また、中央制御室には、設計基準事故が発生した場合に、原子炉の運転の停止その他の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、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及び中央制御室外の火災により発生する燃焼ガスに対する換気設備の隔離その他の適切に防護するための設備を設ける。

## 中央制御室における環境条件の考慮



運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故に同時にもたらされる環境条件（余震等を含む。）及び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として、以下が想定される（環境条件の想定に係る検討結果：第1表参照）。

- ・ 地震を起因事象として、原子炉がスクラムし、余震が継続するケース
- ・ 地震、竜巻、風（台風）、積雪、落雷、森林火災、火山により、外部電源喪失が発生し、原子炉がスクラムするケース
- ・ 森林火災、火山の影響により、ばい煙又は降灰が発生し、これらの取り込みを防止するため、中央制御室空調を再循環運転とするケース

(1) 地震を起因事象として、原子炉がスクラムし、余震が継続するケース

地震に係る原子炉保護系（スクラム）の作動設定値は150galである。原子炉スクラム後において、運転員に期待される対応は、「監視」である。当該時のプラント挙動は緩慢であり、連続的な監視を必要としないことから、余震が継続する場合にあっても、運転員は安全にその役割を果たすことができる。なお、中央制御室は、耐震Sクラス施設であり、相応の頑健性を有し、また、制御盤等は床又は壁に固定するため、地震発生時においても運転操作に影響を及ぼすことはない。

(2) 地震、竜巻、風（台風）、積雪、落雷、森林火災、火山の影響により、外部電源喪失が発生し、原子炉がスクラムするケース

原子炉スクラム後において、運転員に期待される対応は、「監視」である。中央制御室は、非常用ディーゼル電源系に接続される非常用照明設備を有し、また、計器・記録計について、無停電電源系より給電するものとしており、外部電源喪失が発生した場合にあっても、運転員は安全にその役割を果たすことができる。なお、中央制御室は、外部からの衝撃による損傷の防止に係る重要安全施設であり、相応の頑健性を有するため、竜巻、風（台風）、積雪、落雷、森林火災、火山の影響が発生した場合においても運転操作に影響を及ぼすことはない。

(3) 森林火災、火山の影響により、ばい煙又は降灰が発生し、これらの取り込みを防止するため、中央制御室空調を再循環運転とするケース

敷地内外において、多量のばい煙が原子炉施設に到達するおそれが確認された場合には、原子炉を停止する。また、降灰予報等が発表され、多量の降下火砕物が原子炉施設に到達するおそれが確認された場合には、原子炉を停止する。原子炉停止後において、運転員に期待される対応は、「監視」である。

ばい煙又は降灰については、中央制御室空調を再循環運転とし、これらの取り込みを防止することで、その影響を排除する。従事者は支障なく中央制御室に入り、又は一定期間とどまることが可能であり、運転員は安全にその役割を果たすことができる。

第1表 環境条件の想定に係る検討結果

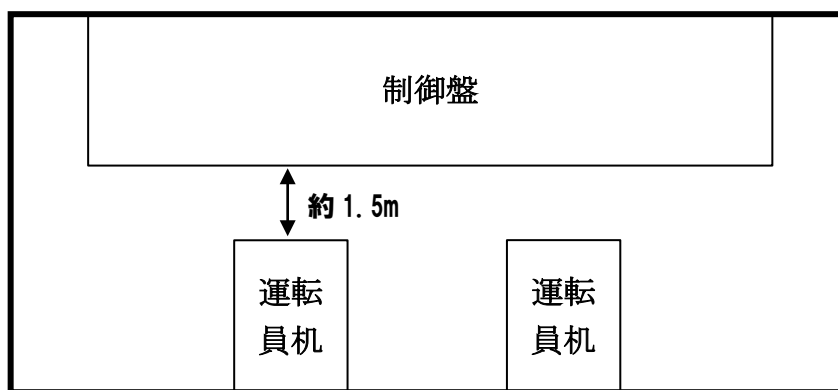
起因事象	同時にもたらされる環境条件等	操作の容易性への影響
地震	内部火災	・ 中央制御室は、火災防護措置により、その機能は維持されるため、対象外とする。
	内部溢水	・ 中央制御室は、溢水防護措置により、その機能は維持されるため、対象外とする。
	余震	・ 環境条件として考慮とする。
	外部電源喪失	・ 環境条件として考慮とする。
竜巻、風（台風）		
積雪		
落雷		
森林火災、火山		
	ばい煙	・ 環境条件として考慮とする。
	降灰	

## 中央制御室における地震発生時の操作性

中央制御室の環境条件の一つとして、「地震を起因事象として、原子炉がスクラムし、余震が継続するケース」を想定しており、原子炉スクラム後において、運転員に期待される対応は、「監視」である。

中央制御室の制御盤等は床又は壁に固定しており、地震発生時において、それらが運転操作に影響を及ぼすことはない。さらに、以下に示すように、運転員の体勢及び天井照明の落下の観点でも運転操作に影響を及ぼすことはない。

- (1) 地震発生時には、運転員は運転員机に掴まることで体勢を維持することができる。(第1図参照)

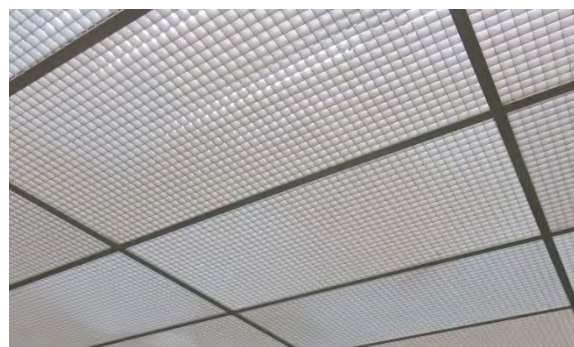


第1図 中央制御室制御盤及び運転員機の配置

- (2) 中央制御室の天井照明は、第2図に示すとおり、地震動による影響を受けやすい吊り下げ構造ではなく、天井に敷設したレールに固定することで、落下を防止している。なお、天井照明の下方に設置しているルーバー（第3図参照）については、ワイヤー等により落下を防止するものとする。



第2図 中央制御室天井照明



第3図 中央制御室ルーバー

誤操作を防止するための措置

原子炉施設の健全性を確保するために必要なパラメータを監視するとともに、原子炉施設の安全性を確保するために必要な操作を手動により行うことができるものとするため、中央制御室には、各種の制御盤及び監視盤を設ける。これらの制御盤及び監視盤にあつては、以下に示す設計上の考慮により、運転員の誤操作を防止している。

#### (1) 盤配置

制御盤等は、系統及び機器に応じた配置としている（第1図参照）。原子炉の起動・出力上昇等に係る操作（制御棒の引抜き）は、主に原子炉制御盤にて実施する。1次制御盤においては、原子炉出口冷却材温度、原子炉入口冷却材温度、1次主冷却系の冷却材流量等を監視する。2次制御盤においては、最終ヒートシンクである主冷却器・主送風機の運転状況や2次主冷却系の冷却材流量等を監視する。格納容器雰囲気調整系盤では、格納容器の温度や圧力等を監視する。

#### (2) 盤面配置

制御盤等は、上段に警報表示、中段に監視のための計器等、下段に操作スイッチ等を配置している。警報表示を上段に配置することで、操作エリアの後方からも、警報表示の状況を確認することが可能となる。また、人間工学的な操作性を考慮し、中段に計器等を、下段に操作スイッチ等を配置することで、運転員は、自然な体勢で、容易に操作及び監視することができる。さらに、これらについて、系統・ループごとの配列を考慮した配置とし、名称を表示することで、人間工学的に誤操作や誤判断を防止でき、また、原子炉施設の状態が正確かつ迅速に把握できるように運転表示、計器表示及び警報表示を設け、保守点検においても誤りが生じにくいように設計している（第2図参照）。また、操作スイッチには、その重要性を考慮して操作方法の異なるものを用いるほか、意図しない操作を防止するため、保護カバーを設置している（第3図参照）。

#### (3) 警報機能

警報表示（原子炉保護系の作動に係るものを含む。）については、原子炉施設の状態がより正確かつ迅速に把握できるように、重要度に応じて色分けするものとし、警報（ブザー又はベル）を発することで、運転員の注意を喚起したうえで、その内容を表示できるものとする（第4図参照）。

#### (4) 保守点検における誤操作防止

現場の盤、弁に対して銘板の取り付けによる識別を行い、保守点検における誤操作を防止している（第5図参照）。

核物質防護情報（管理情報）が含まれているため公開できません。

第1図 系統及び機器に応じた制御盤の配置

<制御盤の構成（一例：原子炉制御盤）>

核物質防護情報（管理情報）が含まれているため公開できません。

<系統・ループごとの配置（1次制御盤）>

<系統ミミック配列（電源盤）>

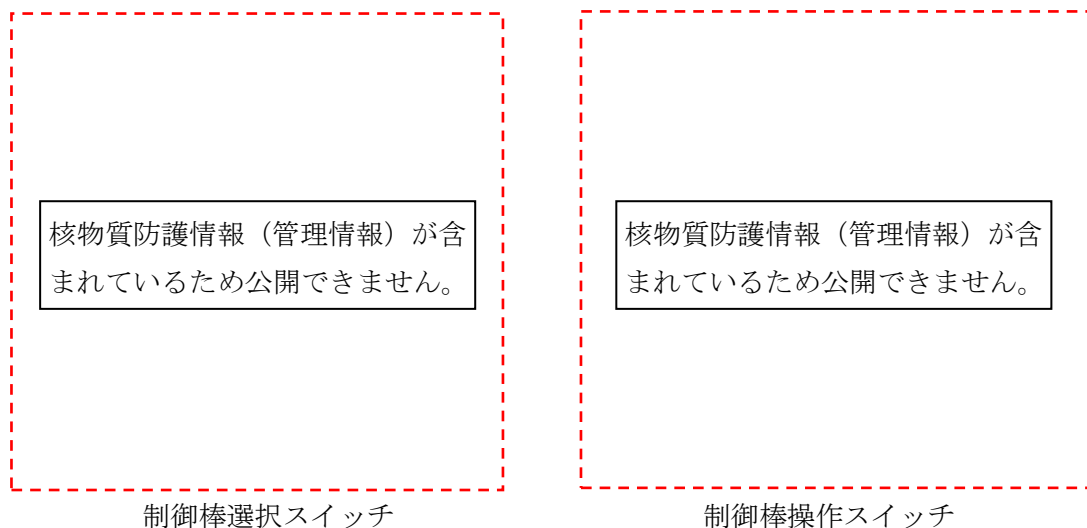
核物質防護情報（管理情報）が含まれているため公開できません。

第2図 盤面配置

### <制御棒操作スイッチ>

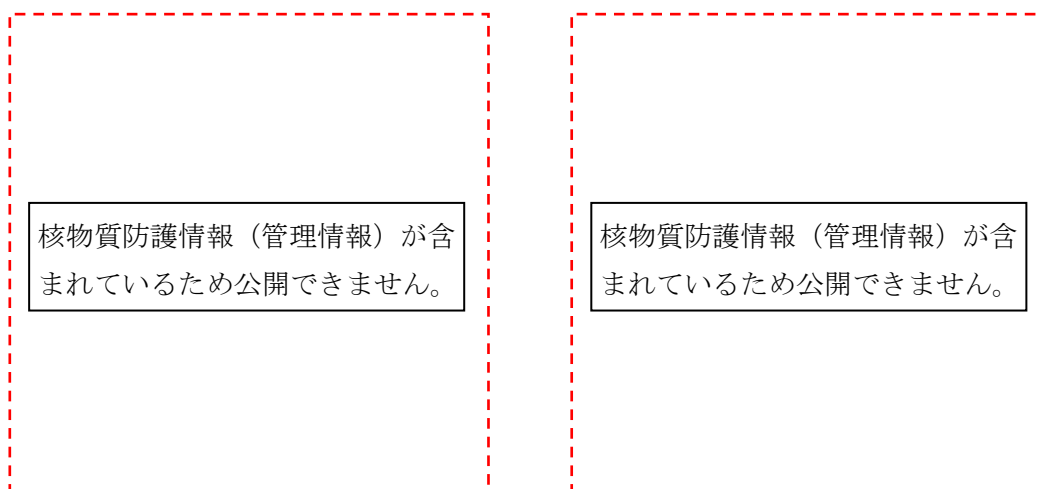
制御棒及び後備炉停止制御棒の引抜き操作では、以下の2段階の操作とし、誤操作を防止している。

- ①制御棒選択スイッチにより操作する制御棒又は後備炉停止制御棒を選択。
- ②制御棒操作スイッチにより選択した制御棒又は後備炉停止制御棒を操作。



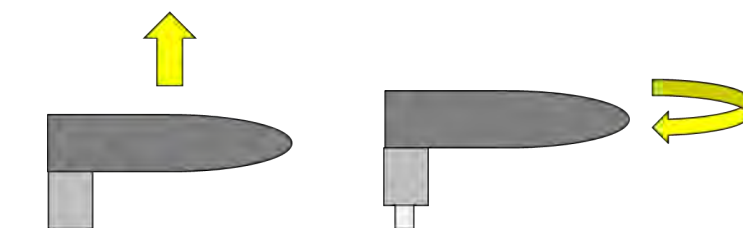
### <運転モードスイッチ>

運転モードスイッチには、鍵によるロック機構を設け、誤操作を防止している。



### <2段階操作スイッチ>

遮断器は、スイッチを垂直に引き出してから、捻るという2段階の手順で操作するスイッチにより、誤操作を防止している。



第3図 (1/2) 操作スイッチ等に係る誤操作防止措置

核物質防護情報（管理情報）が含まれているため公開できません。

< 操作スイッチの識別 >

核物質防護情報（管理情報）が含まれているため公開できません。

ピストル型・赤  
(インターロック等)

ピストル型  
(ポンプ等)

楕円型  
(弁等)

菊型  
(選択スイッチ等)

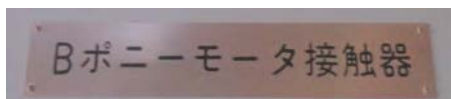
第3図 (2/2) 操作スイッチ等に係る誤操作防止措置



核物質防護情報（管理情報）が含まれているため公開できません。

第4図 警報表示の色分け（ランプチェック時）

<盤の銘板>



<弁の銘板>



第5図 保守点検における誤操作防止

運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時等  
における運転員の操作

「常陽」では、運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時、及び運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生後に、その動作が期待される安全施設は、運転員の操作を期待しなくても必要な安全機能が確保されるように設計する。

「常陽」における運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の事象一覧及び概要を第1表及び第2表に示す。また、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故において、その動作が期待される安全施設の一覧を第3表に示す。

原子炉保護系作動時のプラントの基本的な挙動及び原子炉保護系作動後の冷却系の主な状態を第1図及び第2図に示す。これらの事象の収束等は、運転員の操作を介在することなく、予め設定されたシーケンスやインターロック等の動作により達成される。中央制御室において、運転員に期待される対応は、「監視」である。ただし、中央制御室には、手動スクラムボタン及び手動アイソレーションボタンを設けており、運転員は、手動により、原子炉を急速に停止することができる（停止後の原子炉の冷却の確保は、1次主冷却系及び2次主冷却系の継続運転により達成）。

第1表 運転時の異常な過渡変化の事象一覧及び概要

事象	事象の概要
未臨界状態からの制御棒の異常な引抜き	原子炉の起動時に運転員の誤操作等によって制御棒の連続的な引抜きが生じ、炉心に異常な正の反応度が付加される。
出力運転中の制御棒の異常な引抜き	原子炉を定格出力又はその近傍の出力で運転している際に、運転員の誤操作等によって制御棒の連続的な引抜きが生じ、炉心に異常な正の反応度が付加される。
1次冷却材流量増大	原子炉の出力運転中に、電氣的故障等の原因により1次主循環ポンプの回転数が上昇し、炉心流量が異常に増大する。
1次冷却材流量減少	原子炉の出力運転中に、電氣的故障等の原因により1次主循環ポンプの主電動機が停止して、1次冷却材流量が減少する。
外部電源喪失	原子炉の出力運転中に、送電系統の故障や電氣設備の故障などにより系統機器の動力の一部又は全部が喪失し、運転状態が乱される。
2次冷却材流量増大	原子炉の出力運転中に、電氣的故障等の原因により2次主循環ポンプの回転数が上昇し、2次冷却材流量が異常に増大する。
2次冷却材流量減少	原子炉の出力運転中に、電氣的故障等の原因により2次主循環ポンプが停止して、2次冷却材流量が減少する。
主冷却器空気流量の増大	原子炉の出力運転中に、原子炉冷却材温度制御系の故障等の原因により主冷却機のベーン、ダンパが全開状態となり、主冷却器空気流量が異常に増大する。
主冷却器空気流量の減少	原子炉の出力運転中に、電氣的故障等の原因により主送風機が停止して、主冷却器空気流量が減少する。

第2表 設計基準事故の事象一覧及び概要

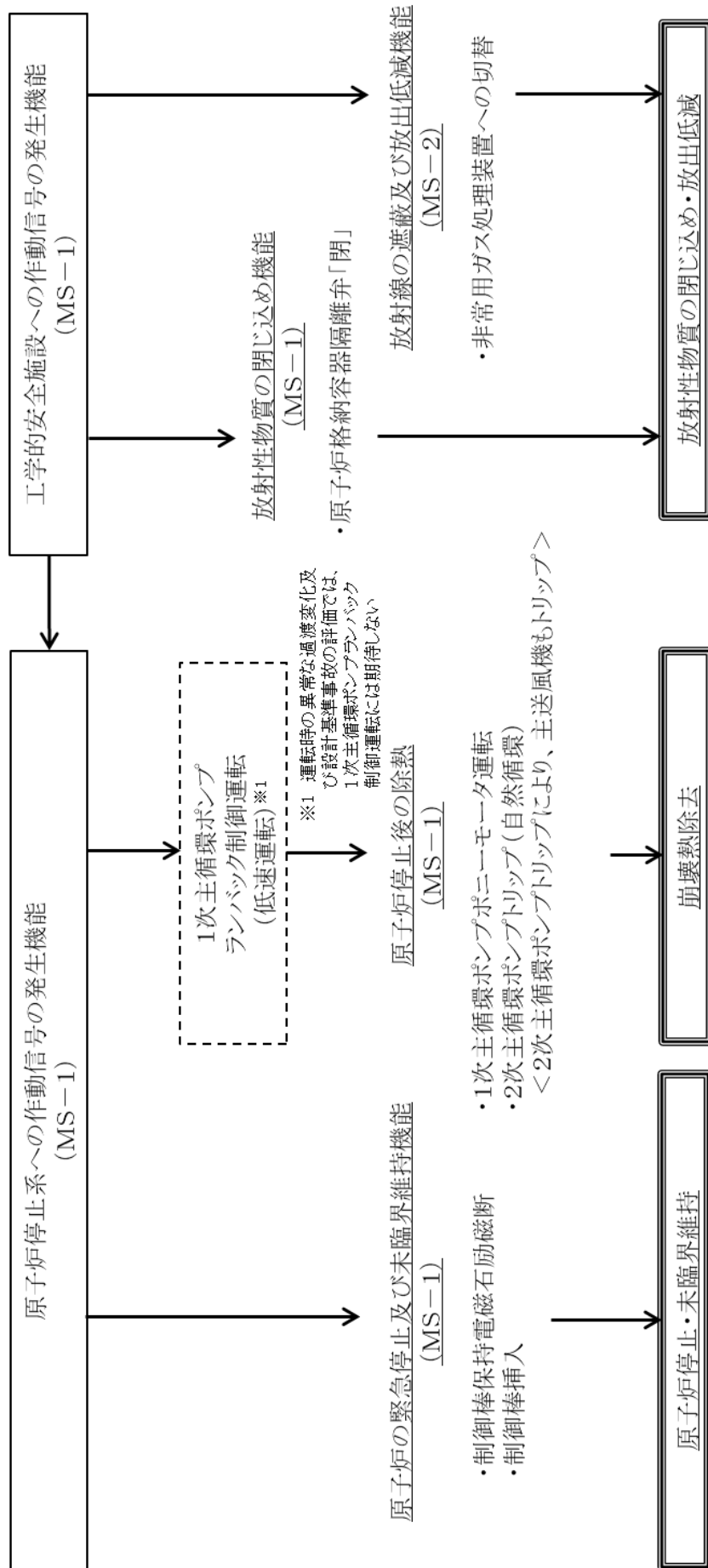
事象	事象の概要
燃料スランピング事故	原子炉の出力運転中に、何らかの熱的あるいは機械的原因で燃料ペレットが燃料被覆管内で下方に密に詰まり、炉心に異常な正の反応度が付加される。
1次主循環ポンプ軸固着事故	原子炉の出力運転中に、何らかの機械的原因により1次主循環ポンプ1台の軸が固着し、1次冷却材流量が減少する。
1次冷却材漏えい事故	原子炉の出力運転中に、何らかの原因で1次主冷却系又は1次補助冷却系の配管が破損し、1次冷却材が漏えいする。 また、配管・機器の二重壁内に保持された漏えいナトリウムが、原子炉停止後、保守のため格納容器内床下を空気雰囲気置換した状態で二重壁外に漏えいし、プール状に溜る。
冷却材流路閉塞事故	原子炉の出力運転中に、何らかの原因で原子炉容器内に異物が存在し、燃料集合体内の1次冷却材の流路が局部的に閉塞される。
2次主循環ポンプ軸固着事故	原子炉の出力運転中に、何らかの機械的原因により2次主循環ポンプ1台の軸が固着し、2次冷却材流量が減少する。
2次冷却材漏えい事故	原子炉の出力運転中に、何らかの原因で2次主冷却系の主配管が破損し、2次冷却材が漏えいする。
主送風機風量瞬時低下事故	原子炉の出力運転中に、何らかの電氣的又は機械的原因により主送風機1台の風量が瞬時に低下し、主冷却器空気流量が減少する。
燃料取替取扱事故	原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備水冷却池における燃料集合体の取扱中に、何らかの原因で燃料集合体が落下して破損し、内蔵されている核分裂生成物が漏えいする。
気体廃棄物処理設備破損事故	原子炉の出力運転中に、何らかの原因で気体廃棄物処理設備に破損が生じ、内蔵されている核分裂生成物が漏えいする。
1次アルゴンガス漏えい事故	原子炉の出力運転中に、何らかの原因で1次アルゴンガス系に破損が生じ、核分裂生成物を含んだ1次アルゴンガスが漏えいする。

第3表 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故で使用する安全施設の一覧 (1/2)

分類	機能	構築物、系統又は機器	関連系
MS-1	原子炉の緊急停止及び未臨界維持機能	① 制御棒 ② 制御棒駆動系 1) 駆動機構 2) 上部案内管 3) 下部案内管	① 炉心支持構造物 1) 炉心支持板 2) 支持構造物 ② 炉心バレル構造物 1) バレル構造物 ③ 炉心構成要素 1) 炉心燃料集合体 2) 照射燃料集合体 3) 内側反射体 4) 外側反射体 (A) 5) 材料照射用反射体 6) 遮へい集合体 7) 計測線付実験装置 8) 照射用実験装置
	1次冷却材漏えい量の低減機能	① 原子炉容器 1) リークジャケット ② 1次主冷却系、1次補助冷却系及び1次ナトリウム充填・ドレン系のうち、原子炉冷却材バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁の配管 (外側) 又はリークジャケット	① 関連するプロセス計装 (ナトリウム漏えい検出器)
	原子炉停止後の除熱機能	① 1次主冷却系 1) 1次主循環ポンプモーター 2) 逆止弁 ② 2次主冷却系 1) 主冷却機 (主送風機を除く。)	① 原子炉容器 1) 本体 ② 1次主冷却系、1次補助冷却系及び1次ナトリウム充填・ドレン系 1) 原子炉冷却材バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁 (ただし、計装等の小口径のものを除く。) ③ 2次主冷却系、2次補助冷却系、2次ナトリウム純化系及び2次ナトリウム充填・ドレン系 1) 冷却材バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁 (ただし、計装等の小口径のものを除く。)

第3表 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故で使用する安全施設の一覧 (2/2)

分類	機能	構築物、系統又は機器	関連系
MS-1	放射性物質の閉じ込め機能	① 格納容器 ② 格納容器バウンダリに属する配管・弁	
	工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	① 原子炉保護系 (スクラム) ② 原子炉保護系 (アイソレーション)	① 関連する核計装 ② 関連するプロセス計装
	安全上特に重要な関連機能	① 非常用ディーゼル電源系 (MS-1に 関連するもの) ② 交流無停電電源系 (MS-1に 関連するもの) ③ 直流無停電電源系 (MS-1に 関連するもの)	① 関連する補機冷却設備
MS-2	放射線の遮蔽及び放出低減機能	① アニュラス部排気系 1) アニュラス部排気系 (アニュラス部 常用排気フィルタを除く。) ② 非常用ガス処理装置 ③ 主排気筒	
	事故時のプラント状態の把握機能	① 事故時監視計器の一部	

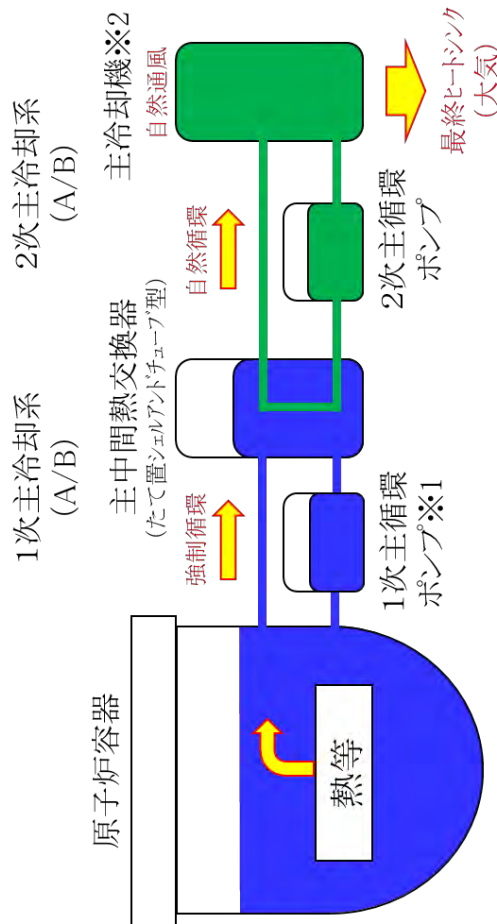


【その他】

- ・ 安全上特に重要な関連機能 (MS-1) ⇒ 運転時の異常な過渡変化「外部電源喪失」において、電源を供給
- ・ 1次冷却材漏えい量の低減機能 (MS-1) ⇒ 設計基準事故「1次冷却材漏えい事故」において、漏えい量を低減

第1図 原子炉保護系作動時のプラントの基本的な挙動

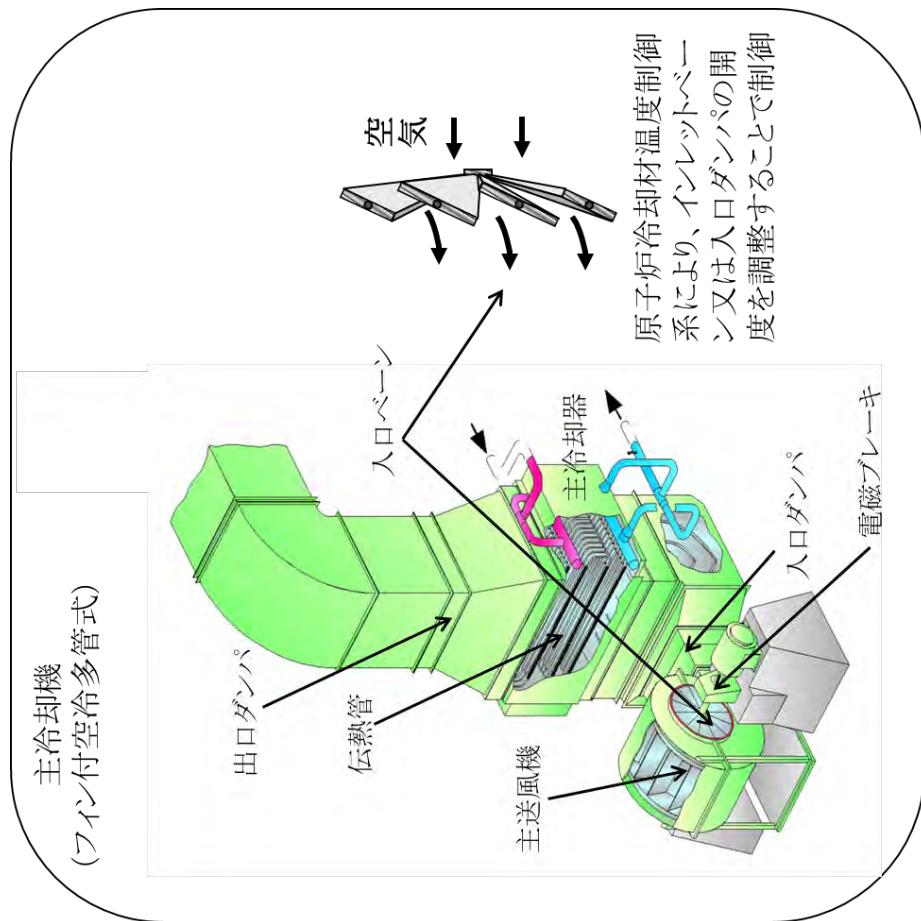




1次主循環ポンプ： 主電動機 低速運転(ファンバック制御)又は  
 ポニモーター 運転※1  
 2次主循環ポンプ： 停止(自然循環)  
 主送風機： 停止(自然通風)

※1： 起因事象が外部電源喪失及び1次主循環ポンプに係る故障時を除いた場合には、通常、ファンバック制御(低速運転)による強制循環冷却に移行するが、当該機能は安全評価において期待しない。

※2： 原子炉保護系動作直後には、主送風機が停止するとともに入口ベーン・ダンパは全閉となる。それ以降は、原子炉冷却材温度制御系により開度を調整。



第2図 原子炉保護系作動後の冷却系の主な状態

運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時  
における中央制御室での放射線被ばく

「常陽」における運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の事象の収束等は、「別紙3 運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時等における運転員の操作」に示すとおり、運転員の操作を介在することなく、予め設定されたシーケンスやインターロック等の動作により達成される。運転員に期待される対応は、「監視」であり、当該対応は、中央制御室で実施される。

運転時の異常な過渡変化にあつては、「燃料被覆管は機械的に破損しないこと」、「冷却材は沸騰しないこと」、「燃料最高温度が燃料熔融温度を下回ることを判断基準とし、想定された事象が生じた場合に、炉心が損傷に至ることなく、かつ、原子炉施設は通常運転に復帰できる状態で事象が収束されることを確認している。炉心に含まれる放射性物質等は、原子炉冷却材バウンダリに内包された状態にあり、中央制御室の居住性に影響を及ぼすことはない。

設計基準事故においては、以下に示す4事象を除くものは、炉心に含まれる放射性物質等が、原子炉冷却材バウンダリに内包された状態にあり、中央制御室の居住性に影響を及ぼすことはない。

- ・ 1次冷却材漏えい事故
- ・ 1次アルゴンガス漏えい事故
- ・ 気体廃棄物処理設備破損事故
- ・ 燃料取替取扱事故

上記事象について、設計基準事故と同じ手法・条件（相対線量及び相対濃度を除く。）を用いて、中央制御室における実効線量を評価した結果を以下に示す。相対線量及び相対濃度については、中央制御室が、主排気筒からESE約20mの位置・格納容器（ドーム部）からNE約20mの位置にあることに鑑み、相応の値を使用した（第1表参照）。当該評価結果は、放射線業務従事者の線量限度を十分に下回っている。

	希ガスからの ガンマ線による 実効線量 (mSv)	よう素の吸入摂取 による実効線量 (mSv)	実効線量 (合計) (mSv)
1次冷却材漏えい事故	$8.0 \times 10^{-5}$	$3.1 \times 10^{-3}$	$3.1 \times 10^{-3}$
1次アルゴンガス漏えい事故	$2.9 \times 10^{-3}$	$2.0 \times 10^{-5}$	$2.9 \times 10^{-3}$
気体廃棄物処理設備破損事故	$1.6 \times 10^{-2}$	$3.6 \times 10^{-3}$	$2.0 \times 10^{-2}$
燃料取替取扱事故	$3.1 \times 10^{-2}$	$6.7 \times 10^{-1}$	$7.0 \times 10^{-1}$

第1表 中央制御室の被ばく評価に使用する相対線量及び相対濃度

	相対線量 (Gy/MeV・Bq)		相対濃度 (h/m <sup>3</sup> )	
	主排気筒放出	地上放出	主排気筒放出	地上放出
1次冷却材漏えい事故 1次アルゴンガス漏えい事故	$3.0 \times 10^{-19}$	$1.4 \times 10^{-17}$	～0	$3.6 \times 10^{-7}$
気体廃棄物処理設備 破損事故	$3.2 \times 10^{-19}$	$1.7 \times 10^{-17}$	～0	$4.6 \times 10^{-7}$
燃料取替取扱事故	—	$1.7 \times 10^{-17}$	—	$4.6 \times 10^{-7}$

中央制御室の位置

主排気筒からESE約20mの位置  
格納容器（ドーム部）からNE約20mの位置

核物質防護情報（管理情報）が含まれているため公開できません。

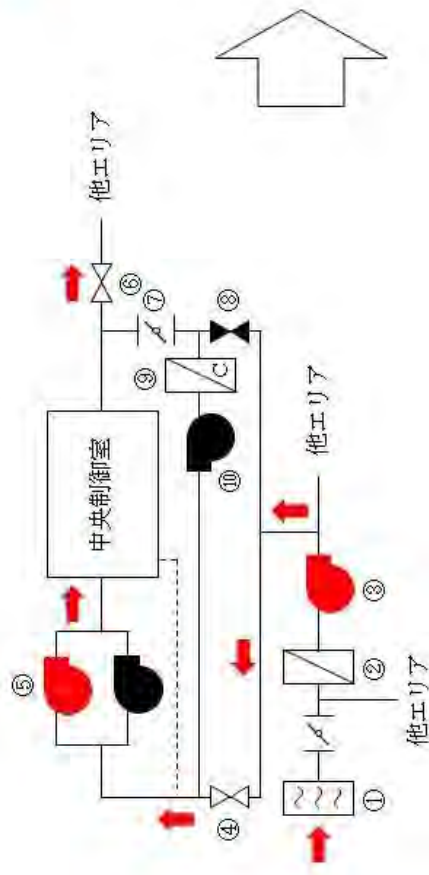
## 中央制御室空調再循環運転の概要

中央制御室空調再循環運転の概要を第1図に示す。通常運転時において、外気は、ルーバー、フィルタ、外気取入れファン及び空調器を経由し、中央制御室に導入される。設計基準事故時において、必要な場合には、プレフィルタ・HEPAフィルタ・チャコールフィルタを経由して、中央制御室に取り込む「低汚染モード」、及び閉回路を構築し、雰囲気空気を再循環する「高汚染モード」の中央制御室空調再循環運転を適用することで、換気設備の隔離を図ることができる。

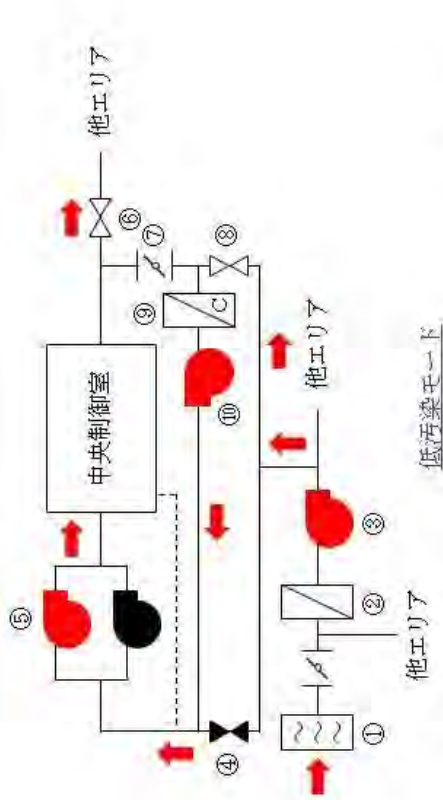
設計基準事故時に、放射性物質が放出され、排気筒モニタの警報設定値又は環境エリアモニタの警報設定値を超えた場合には、中央制御室空調再循環運転を「高汚染モード」に切り替え、中央制御室内への放射性物質の流入を防止する。「高汚染モード」を長期間継続し、酸素濃度が基準値を下回るおそれが生じた場合には、中央制御室空調再循環運転を「低汚染モード」に切り替え、フィルタを経由して外気を取り入れることにより、中央制御室内への放射性物質の流入を抑制しつつ、酸素濃度の回復を図る。

設計基準事故時における中央制御室での放射線被ばくは、「別紙4 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故時における中央制御室での放射線被ばく」に示したとおりであり、「低汚染モード」に切り替えて外気を取り入れても、中央制御室内の放射性物質の濃度は低く抑制されるが、放射線業務従事者の防護のため、必要に応じて呼吸保護具等を着用できるよう資機材を整備している。

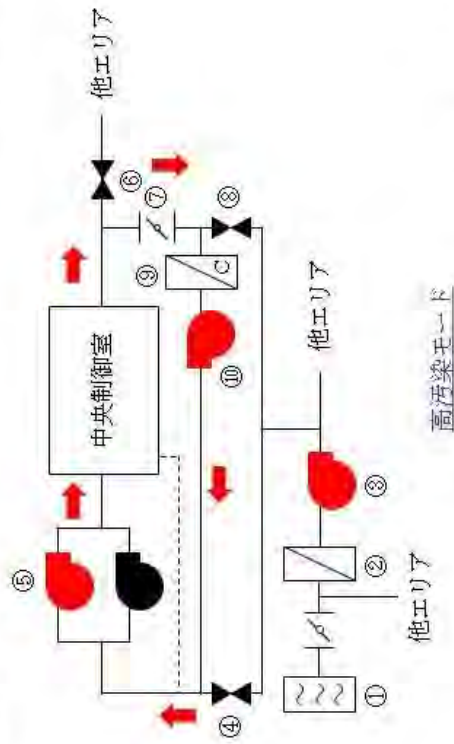
なお、中央制御室空調再循環運転の適用については、原子炉施設保安規定の下部要領の異常時運転マニュアルに定めている。



通常運転時において、外気は、ルーバー (①)、フィルタ (②)、ガラスウールを使用)、外気取入れファン (③)、V92-1 (④) 及び空調器 (⑤) : 1台運転) を経由し、中央制御室に導入され、V92-3 (⑥) より排気される。また、中央制御室には還流ライン (破線部) が設けられており、一部の空気は還流される。なお、DP92-3 (⑦) 及びV92-2 (⑧) は「閉」、再循環ファン (⑩) は「停止」で運用される。



V92-1 (④) 「閉」、V92-2 (⑧) 「閉」及び再循環ファン (⑩) 「運転」とし、再循環用フィルタ (⑥) : プレフィルタ・HEPAフィルタ・チャコールフィルタを使用) を経由し、外気を取り入れる。なお、DP92-3 (⑦) は「閉」で運用される。



V92-1 (④) 「閉」、V92-2 (⑧) 「閉」、V92-3 (⑥) 「閉」、DP92-3 (⑦) 「閉」及び再循環ファン (⑩) 「運転」とし、再循環用フィルタ (⑥) : プレフィルタ・HEPAフィルタ・チャコールフィルタを使用) を経由する再循環ラインを形成する。

第1図 中央制御室空調再循環運転の概要

参考：中央制御室空調再循環運転時の中央制御室内酸素濃度及び炭酸ガス濃度の評価結果

酸素濃度挙動評価に係るパラメータ等

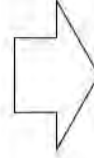
在室人員	[人]	10
中央制御室バウンダリ	[m <sup>3</sup> ]	1230
成人呼吸気の酸素量(吸気) 初期酸素濃度 <sup>*1</sup>	[%]	20.95
成人呼吸気の酸素量(呼気) <sup>*1</sup>	[%]	16.40
成人の呼吸量(歩行時) <sup>*1</sup>	[ℓ/min]	24
許容酸素濃度 <sup>*2</sup>	[%]	18



許容酸素濃度到達時間：約55時間

炭酸ガス濃度挙動評価に係るパラメータ

在室人員	[人]	10
中央制御室バウンダリ	[m <sup>3</sup> ]	1230
初期炭酸ガス濃度	[%]	0.08
呼吸による排出する炭酸ガス濃度(軽作業) <sup>*1</sup>	[m <sup>3</sup> /h]	0.08
許容炭酸ガス濃度 <sup>*2</sup>	[%]	1.5



許容炭酸ガス濃度到達時間：約60時間

※1：空気調和・衛生工学便覧(空気調和設備編)

※2：労働安全衛生規則



添付 1 設置許可申請書における記載

5. 試験研究用等原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備

ロ. 試験研究用等原子炉施設の一般構造

(3) その他の主要な構造

原子炉施設は、(1) 耐震構造、(2) 耐津波構造に加え、以下の基本方針に基づき、「設置許可基準規則」に適合するように設計する。

- f. 安全施設は、その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を想定しても、運転員が容易に操作できるように、また、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生後、ある時間までは、運転員の操作を期待しなくても、原子炉の固有の安全性及び安全保護回路の動作により、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が安全に終止できるように設計する。

## 添付 2 設置許可申請書の添付書類における記載（安全設計）

### 1. 安全設計の考え方

#### 1.1 安全設計の方針

##### 1.1.7 誤操作の防止に関する基本方針

原子炉施設は、誤操作を防止するように設計する。また、安全施設は、その運転が必要となる環境条件を想定しても、運転員が容易に操作できるように設計する。

(1) 中央制御室に設置する制御盤等（操作スイッチ等を含む。）は、系統及び機器に応じた配置とし、名称等を表示するとともに、各盤には、操作スイッチ等とともに、原子炉施設の状態が正確かつ迅速に把握できるように運転表示、計器表示及び警報表示を設け、保守点検においても誤りが生じにくいように設計する。警報表示（原子炉保護系の作動に係るものを含む。）については、原子炉施設の状態がより正確かつ迅速に把握できるように、重要度に応じて色分けするものとし、警報（ブザー又はベル）を発することで、運転員の注意を喚起して、その内容を表示できるものとする。

(2) 運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時、及び運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生後に、その動作が期待される安全施設は、運転員の操作を期待しなくても必要な安全機能が確保されるように設計する。また、中央制御室には、設計基準事故が発生した場合に、原子炉の運転の停止その他の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、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及び中央制御室外の火災により発生する燃焼ガスに対する換気設備の隔離その他の適切に防護するための設備を設ける。

添付 3 設置許可申請書の添付書類における記載（適合性）

添付書類八

1. 安全設計の考え方

1.8 「設置許可基準規則」への適合

原子炉施設は、「設置許可基準規則」に適合するように設計する。各条文に対する適合のための設計方針は次のとおりである。

(誤操作の防止)

第十条 試験研究用等原子炉施設は、誤操作を防止するための措置を講じたものでなければならない。

2 安全施設は、容易に操作することができるものでなければならない。

適合のための設計方針

### 1 について

中央制御室に設置する制御盤等（操作スイッチ等を含む。）は、系統及び機器に応じた配置とし、名称等を表示するとともに、各盤には、操作スイッチ等とともに、原子炉施設の状態が正確かつ迅速に把握できるように運転表示、計器表示及び警報表示を設け、保守点検においても誤りが生じにくいように設計する。警報表示（原子炉保護系の作動に係るものを含む。）については、原子炉施設の状態がより正確かつ迅速に把握できるように、重要度に応じて色分けするものとし、警報（ブザー又はベル）を発することで、運転員の注意を喚起して、その内容を表示できるものとする。

### 2 について

運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時、及び運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生後に、その動作が期待される安全施設は、運転員の操作を期待しなくても必要な安全機能が確保されるように設計する。また、中央制御室には、設計基準事故が発生した場合に、原子炉の運転の停止その他の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、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及び中央制御室外の火災により発生する燃焼ガスに対する換気設備の隔離その他の適切に防護するための設備を設ける。

添付書類八の以下の項目参照

1. 安全設計の考え方
6. 計測制御系統施設