

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 11 条（安全避難通路等）に係る説明書

2022 年 5 月 20 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

目 次

1. 要求事項の整理
2. 要求事項への適合性
 - 2.1 安全避難通路及び照明用の電源が喪失した場合においても機能を損なわない避難用の照明
 - 2.2 設計基準事故が発生した場合に用いる照明及びその専用の電源
 - 2.3 要求事項（試験炉設置許可基準規則第 11 条）への適合性説明

(別紙)

別紙 1 : 安全避難通路及び避難用の照明の構成と配置

別紙 2 : 可搬型照明の配備

1. 要求事項の整理

試験炉設置許可基準規則第 11 条における要求事項等を第 1.1 表に示す。本要求事項は、新規制基準における追加要求事項に該当する。

第 1.1 表 試験炉設置許可基準規則第 11 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には、次に掲げる設備を設けなければならない。</p> <p>一 その位置を明確かつ恒久的に表示することにより容易に識別できる安全避難通路</p> <p>二 照明用の電源が喪失した場合においても機能を損なわない避難用の照明</p> <p>三 設計基準事故が発生した場合に用いる照明（前号の避難用の照明を除く。）及びその専用の電源</p> <p>【解釈】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 設計基準において想定される事象に対して試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれない（安全施設が安全機能を損なわない。）ために必要な安全施設以外の施設、設備等への措置を含む。 ・ 第 3 号に規定する「設計基準事故が発生した場合に用いる照明」とは、昼夜及び場所を問わず、試験研究用等原子炉施設内で事故対策のための作業が生じた場合に、作業が可能となる照明のことをいい、現場作業の緊急性との関連において、仮設照明の準備に時間的猶予がある場合には、仮設照明（可搬型）による対応を含む。 	<p>有</p>

2. 要求事項への適合性

2.1 安全避難通路及び照明用の電源が喪失した場合においても機能を損なわない避難用の照明

原子炉施設の建物内には安全避難通路を設けるとともに、安全避難通路には、その位置を容易に識別できるように、誘導灯又は誘導標識を設ける。また、安全避難通路に設置した避難用の照明については、バッテリー内蔵型とするか、又は非常用ディーゼル電源系若しくは直流無停電電源系より給電できるものとし、通常の照明用の電源を喪失した場合においても、機能を損なわないように設計する【安全避難通路及び避難用の照明の構成と配置：別紙1参照】。

2.2 設計基準事故が発生した場合に用いる照明及びその専用の電源

設計基準事故時に、昼夜及び場所を問わず、原子炉施設内で事故対策のための作業が生じた場合に、作業が可能となるよう、バッテリー内蔵型の可搬型照明を配備する【可搬型照明の配備：別紙2参照】。

2.3 要求事項（試験炉設置許可基準規則第 11 条）への適合性説明

（安全避難通路等）

第十一条 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げる設備を設けなければならない。

- 一 その位置を明確かつ恒久的に表示することにより容易に識別できる安全避難通路
- 二 照明用の電源が喪失した場合においても機能を損なわない避難用の照明
- 三 設計基準事故が発生した場合に用いる照明（前号の避難用の照明を除く。）及びその専用の電源

適合のための設計方針

- 一 原子炉施設の建物内には、安全避難通路を設けるとともに、その位置を容易に識別できるように、誘導灯又は誘導標識を設ける。
- 二 安全避難通路に設置した避難用の照明については、バッテリー内蔵型とするか、又は非常用ディーゼル電源系若しくは直流無停電電源系より給電できるものとし、通常の照明用の電源を喪失した場合においても、機能を損なわないように設計する。
- 三 設計基準事故時に、昼夜及び場所を問わず、原子炉施設内で事故対策のための作業が生じた場合に、作業が可能となるよう、バッテリー内蔵型の可搬型照明を配備する。

安全避難通路及び避難用の照明の構成と配置

原子炉建物及び原子炉附属建物、主冷却機建物における安全避難通路を第1図及び第2図に示す。安全避難通路には、誘導灯又は誘導標識を設置する（第3図参照）。また、避難用の照明として、直流無停電電源系より給電される電源別置型の直流非常灯を設置し、避難に必要な照度を確保する（第4図参照）。なお、直流非常灯は、安全避難通路において2ルクス以上の照度を確保するように順次更新する計画である*1。第一使用済燃料貯蔵建物、第二使用済燃料貯蔵建物、廃棄物処理建物、旧廃棄物処理建物及びメンテナンス建物における安全避難通路にあっても、基本的に同様とする。ただし、第二使用済燃料貯蔵建物及び廃棄物処理建物の階段室については、既設備を活用し、電池内蔵型の直流非常灯（定格点灯時間：30分）を用いる（第5図参照）。

*1： 安全避難通路について、最新の建築基準法（2022年3月時点）に基づき、配置設計を実施した。建築基準法第35条／同施行令第126条の5では、「照明は、直接照明とし、床面において1ルクス以上の照度を確保することができるものとする。」を規定している。当該照明には、LEDを使用する計画である。温度上昇（火災時を考慮）に伴う光束の低下を見込み、常温で2ルクス以上の照度を確保するものとした。なお、今後の詳細設計により、配置等が変更される場合がある。

- : 直流非常灯
- : 誘導標識
- : 安全避難通路



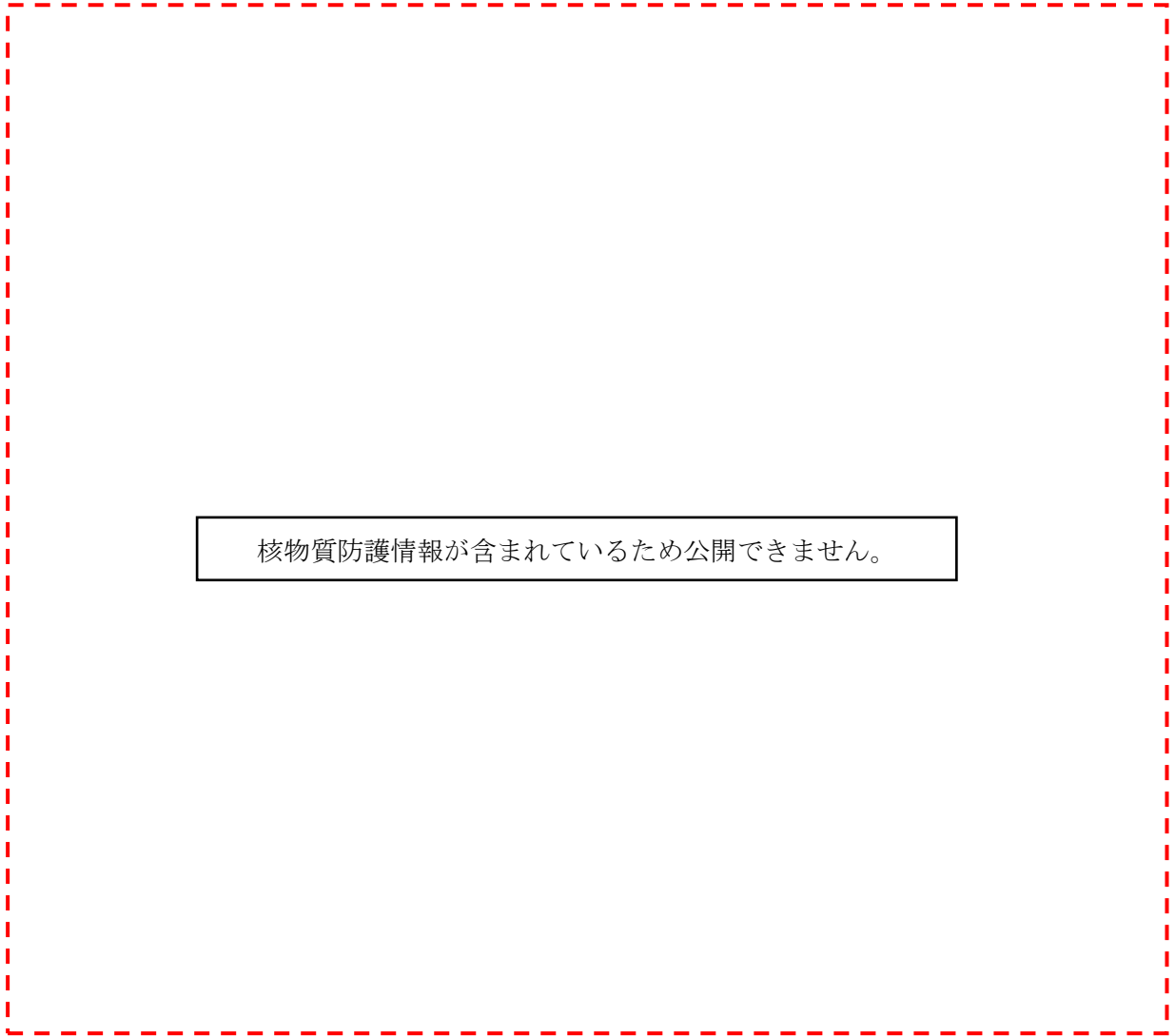
第1図 原子炉建物・原子炉附属建物における安全避難通路 (1/8 : 屋上)

- : 直流非常灯
- : 誘導標識
- : 安全避難通路



第1図 原子炉建物・原子炉附属建物における安全避難通路 (2/8 : 2F)

- : 直流非常灯
- : 誘導標識
- : 安全避難通路



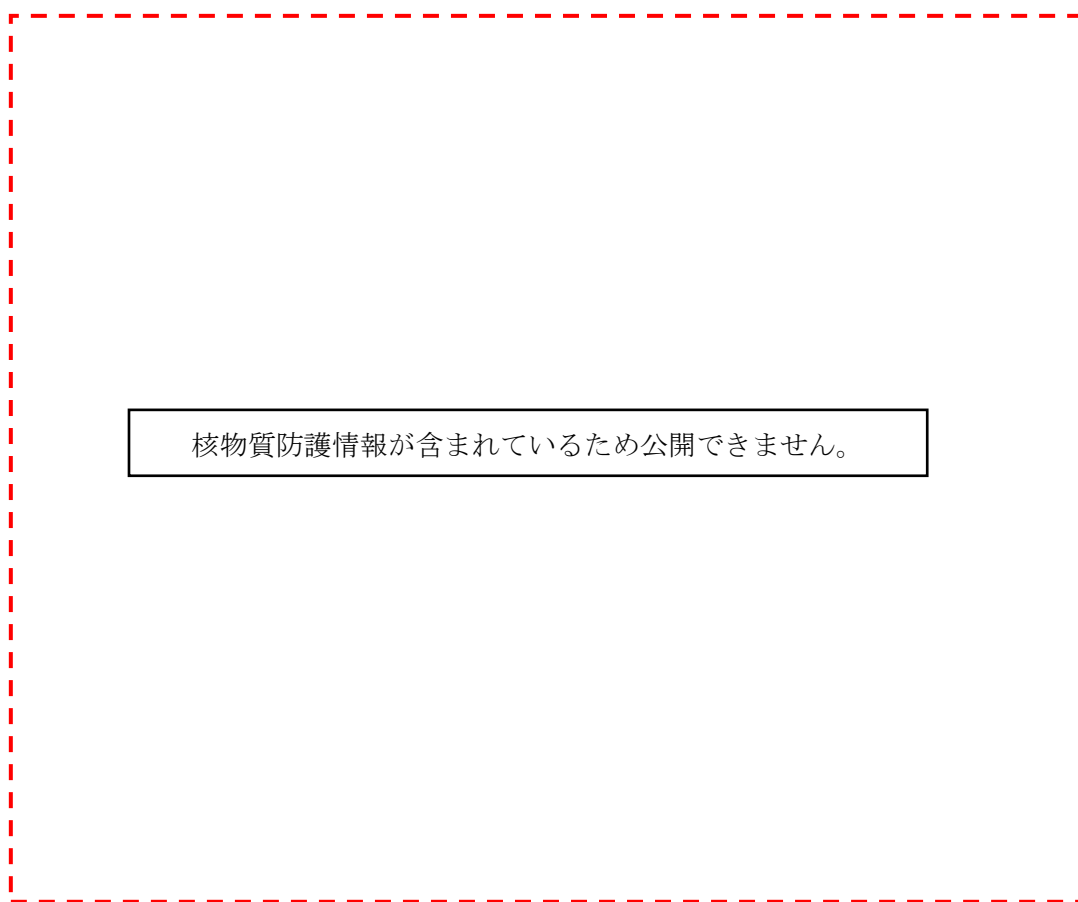
第1図 原子炉建物・原子炉附属建物における安全避難通路 (3/8 : M2F)

- : 直流非常灯
- : 誘導標識
- : 安全避難通路



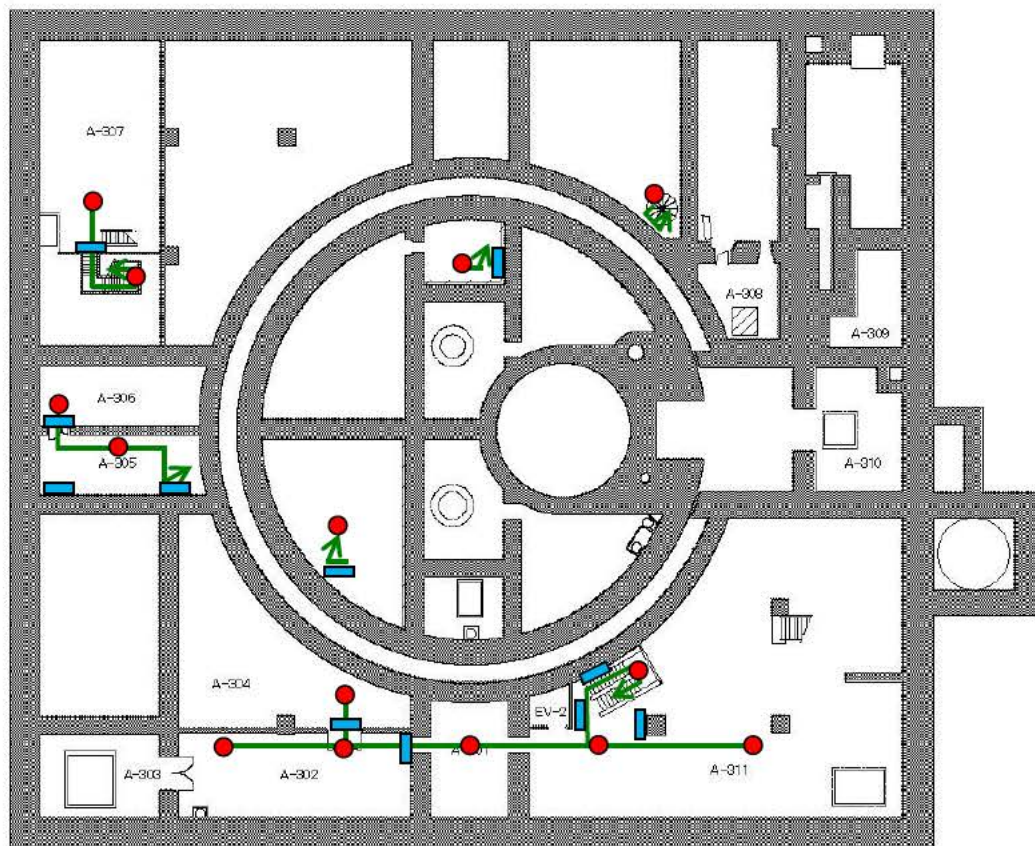
第 1 図 原子炉建物・原子炉附属建物における安全避難通路 (4/8 : 1F)

- : 直流非常灯
- : 誘導標識
- : 安全避難通路



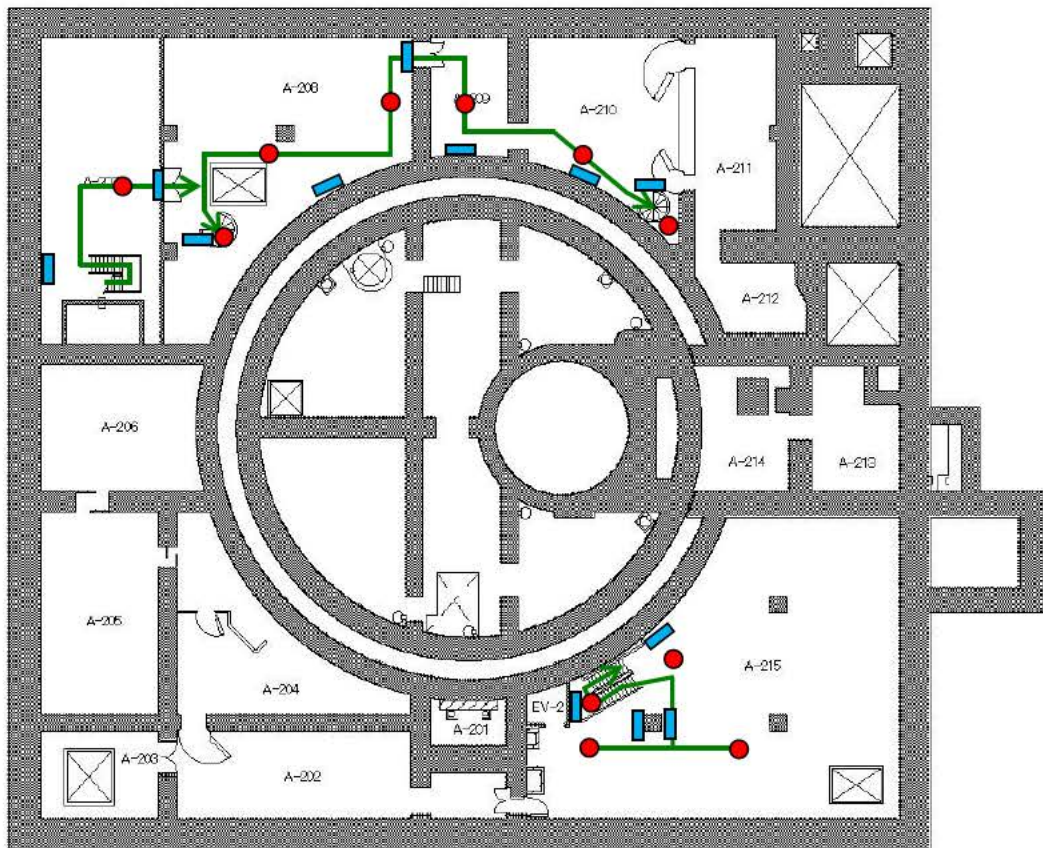
第1図 原子炉建物・原子炉附属建物における安全避難通路（5/8：BM1F）

- : 直流非常灯
- : 誘導標識
- : 安全避難通路



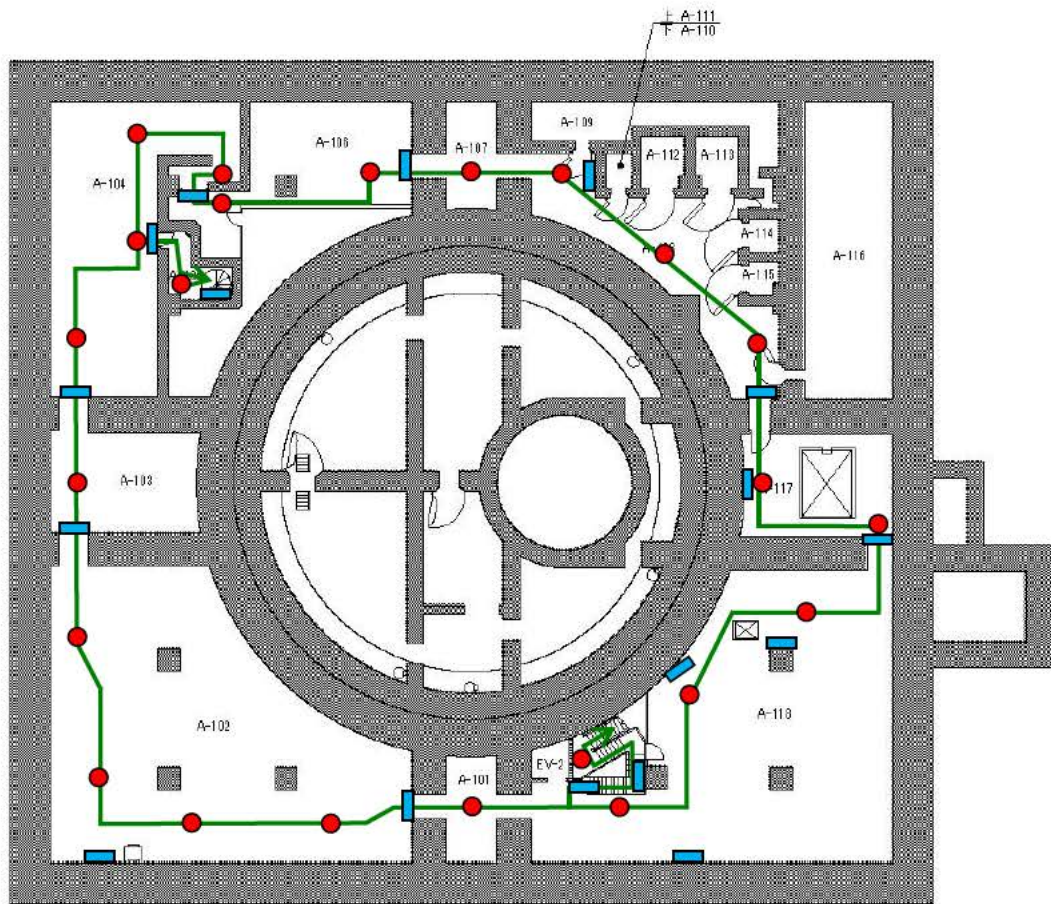
第1図 原子炉建物・原子炉附属建物における安全避難通路 (6/8 : B1F)

- : 直流非常灯
- : 誘導標識
- : 安全避難通路



第1図 原子炉建物・原子炉附属建物における安全避難通路 (7/8 : BM2F)

- : 直流非常灯
- : 誘導標識
- : 安全避難通路



第1図 原子炉建物・原子炉附属建物における安全避難通路 (8/8 : B2F)

- : 直流非常灯
- : 誘導標識
- : 安全避難通路

核物質防護情報が含まれているため公開できません。

第2図 主冷却機建物における安全避難通路 (1/3 : 屋上、4F、3F)

● : 直流非常灯

■ : 誘導標識

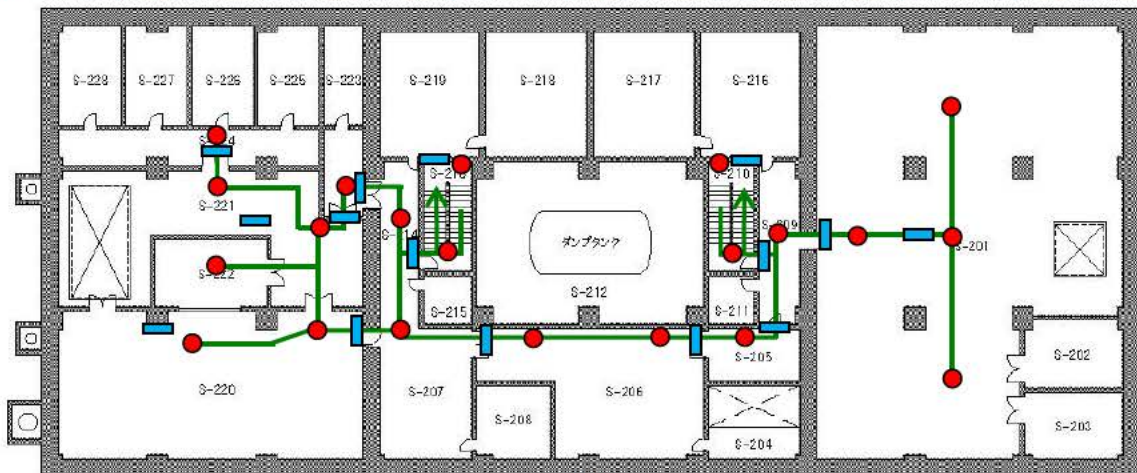
→ : 安全避難通路



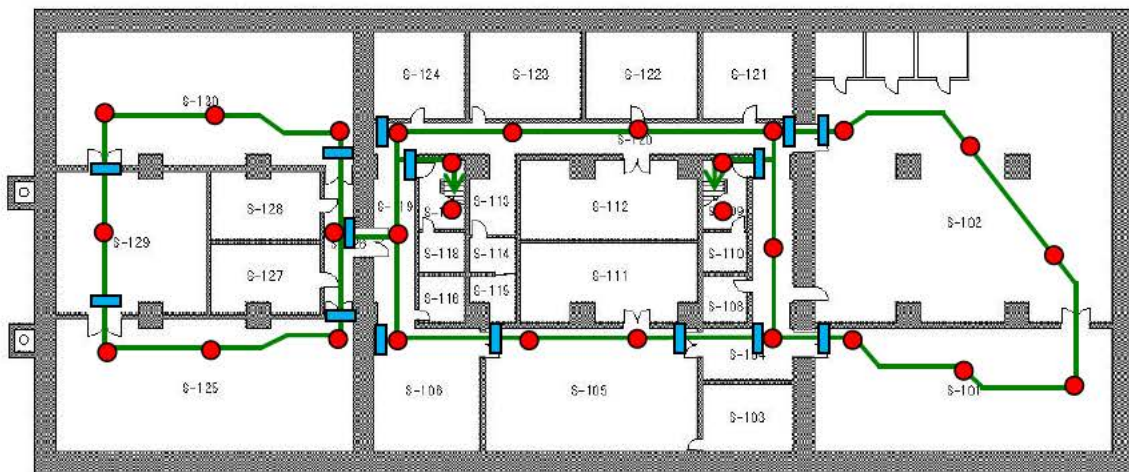
第2図 主冷却機建物における安全避難通路 (2/3 : 2F、1F)

- : 直流非常灯
- : 誘導標識
- ➡ : 安全避難通路

核物質防護情報が含まれているため公開できません。



B1F



B2F

第2図 主冷却機建物における安全避難通路 (3/3 : BM1F、B1F、B2F)



安全避難通路の設定例

誘導灯



誘導標識



※ 安全避難通路には、誘導灯又は誘導標識を設置

第3図 安全避難通路の設定イメージ



第 4 図 電源別置型の直流非常灯の設置イメージ



第 5 図 電池内蔵型の直流非常灯の設置イメージ

可搬型照明の配備

「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。このため、運転員に期待する対応は「監視」であり、当該対応は、中央制御室で実施される。中央制御室にあっては、設計基準事故時に、昼夜及び場所を問わず、原子炉施設内で事故対策のための作業が生じた場合に、作業が可能となるよう、バッテリー内蔵型の可搬型照明を配備する（第1図参照）。なお、充電式の可搬型照明の充電は、一般電源系又は非常用ディーゼル電源系により行う。

【参考】

「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概要を参考第1表と参考第2表に示す。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参考第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参考第1図及び参考第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。



懐中電灯及びヘッドライト
(乾電池式又は充電式)



LED ランタン
(乾電池式又は充電式)

	員数 (保管場所：中央制御室出入口付近)
懐中電灯	7 個
ヘッドライト	7 個
LED ランタン	8 個

第 1 図 バッテリー内蔵型の可搬型照明

参考第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。

参考第2表 設計基準事故の事象一覧及び概要

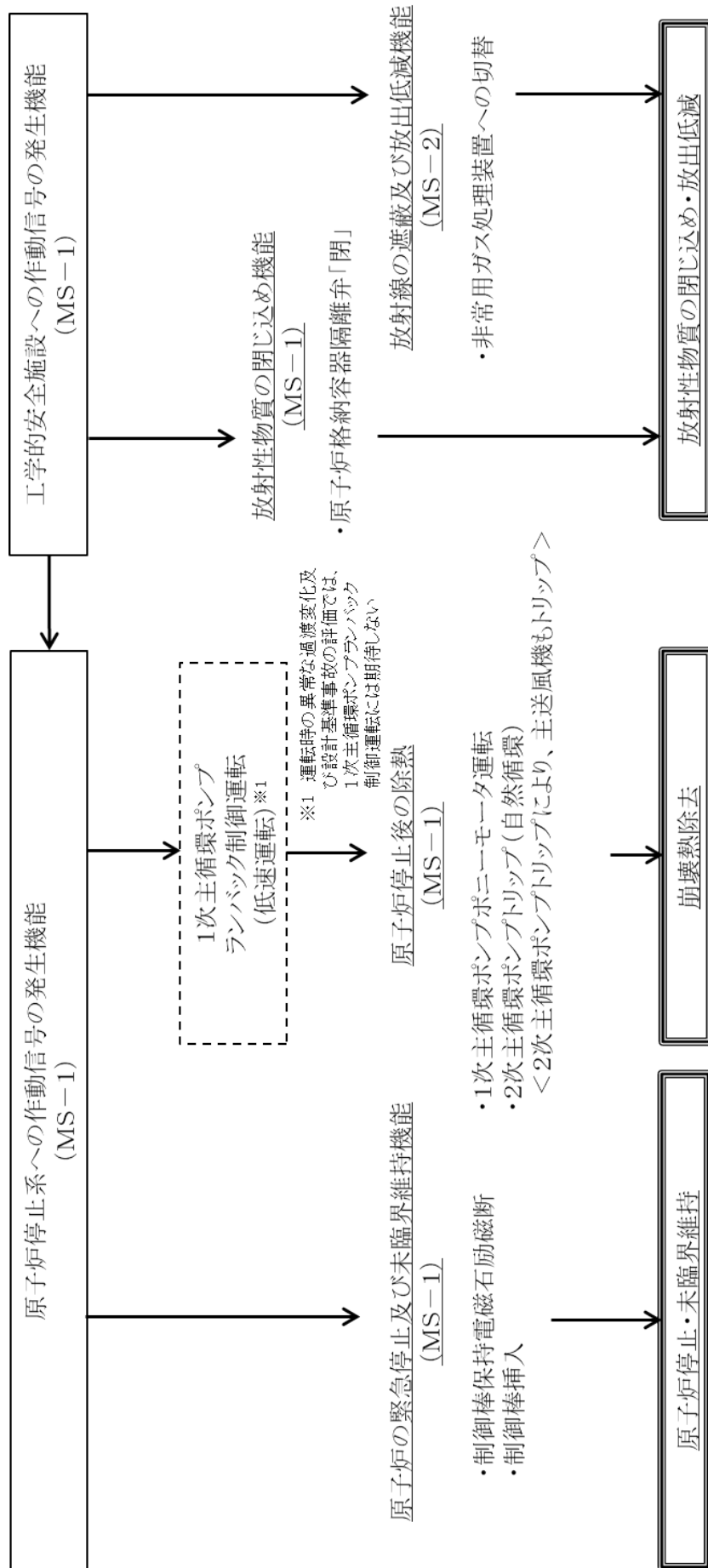
事象	事象の概要
燃料スランピング事故	原子炉の出力運転中に、何らかの熱的あるいは機械的原因で燃料ペレットが燃料被覆管内で下方に密に詰まり、炉心に異常な正の反応度が付加される。
1次主循環ポンプ軸固着事故	原子炉の出力運転中に、何らかの機械的原因により1次主循環ポンプ1台の軸が固着し、1次冷却材流量が減少する。
1次冷却材漏えい事故	原子炉の出力運転中に、何らかの原因で1次主冷却系又は1次補助冷却系の配管が破損し、1次冷却材が漏えいする。 また、配管・機器の二重壁内に保持された漏えいナトリウムが、原子炉停止後、保守のため格納容器内床下を空気雰囲気置換した状態で二重壁外に漏えいし、プール状に溜る。
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。

参考第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 (別図1参照)	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 (別図2参照)	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 関連するブローラス計装 (ナトリウム漏えい検出器)
	原子炉停止後の除熱機能 (別図3参照)	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・弁 (ただし、計装等の小口径のものを除く。)

参考第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)

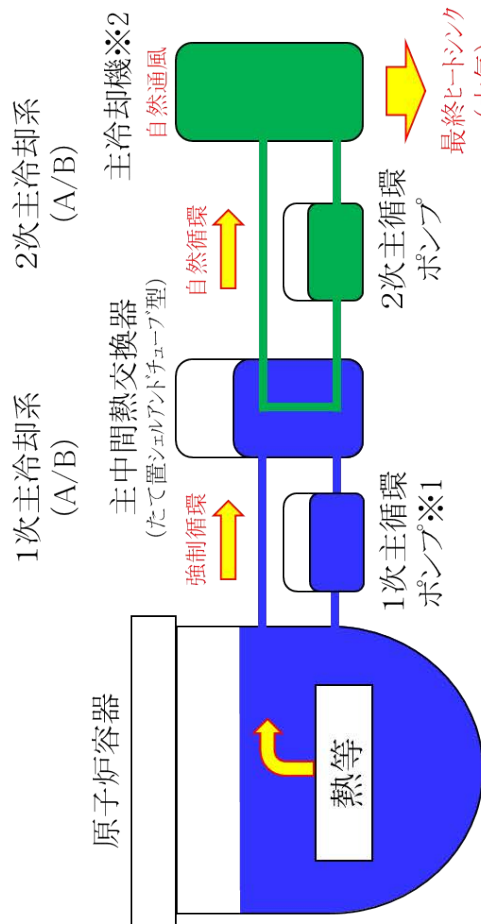
分類	機能	構築物、系統又は機器	関連系
MS-1	放射線物質の閉じ込め機能 (別図4参照)	① 格納容器 ② 格納容器ハウダリに属する配管・弁	① 関連する核計装 ② 関連するプロセス計装
	工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	① 原子炉保護系(スクラム) ② 原子炉保護系(アインレーション)	
	安全上特に重要な関連機能	① 非常用ディーゼル電源系(MS-1に関連するもの) ② 交流無停電電源系(MS-1に関連するもの) ③ 直流無停電電源系(MS-1に関連するもの)	① 関連する補機冷却設備
MS-2	放射線の遮蔽及び放出低減機能 (別図4参照)	① アニュラス部排気系 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

参考第1図 原子炉保護系作動時のプラントの基本的な挙動



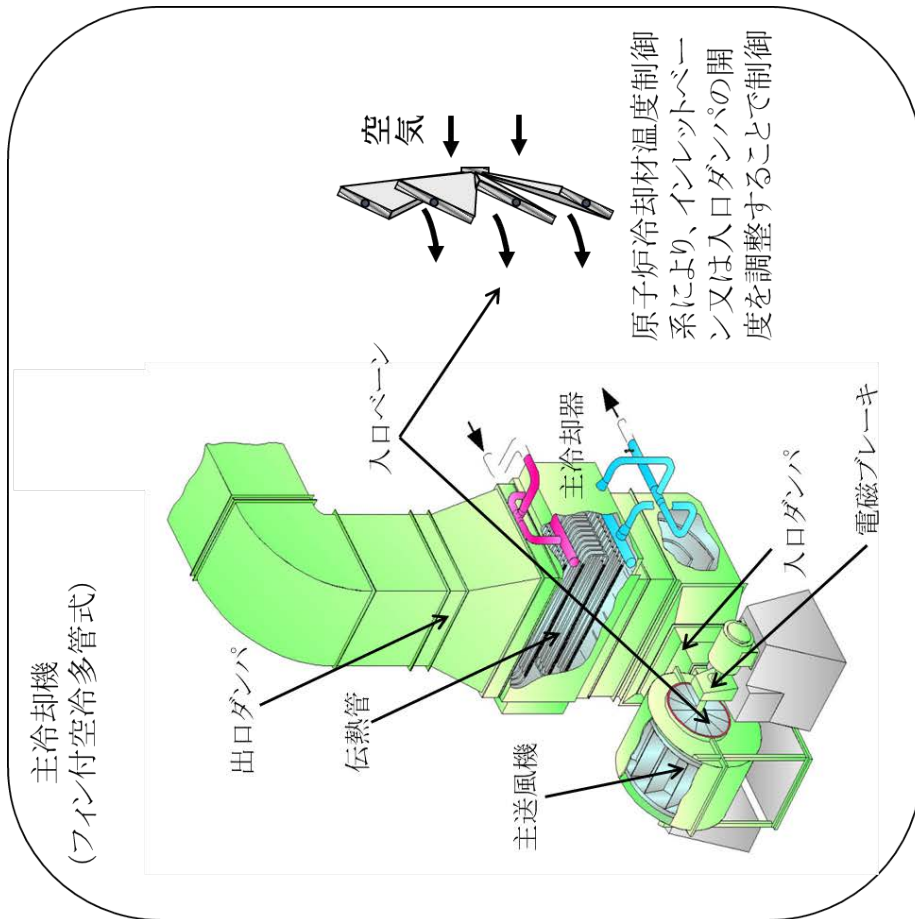
1次主循環ポンプ： 主電動機 低速運転(ファンバック制御)又は
ポニーモーター 運転※1

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。



原子炉冷却材温度制御系により、入口ダンパの開度を調整することで制御

参考第2図 原子炉保護系作動後の冷却系の主な状態