

# 9条：溢水による損傷の防止等(1/2)

## 溢水影響評価ガイド

### 【要求事項】

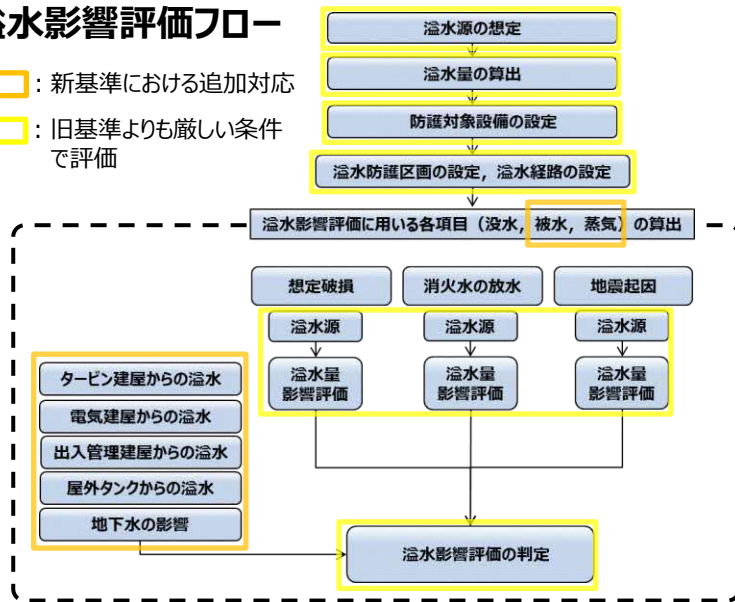
想定される溢水が発生した場合においても原子炉施設の安全機能を損なわないこと  
(溢水による損傷の防止)

- ・ 溢水源として地震起因による溢水，想定破損による溢水，消火水の放水による溢水（建屋外からの流入を含む）を考慮し，防護対象設備が没水，被水及び蒸気の影響を受けて，その安全機能※1を損なわない設計とすること。

※1 原子炉の高温停止・低温停止，放射性物質の閉じ込め機能，使用済燃料ピットの冷却機能・給水機能

### 溢水影響評価フロー

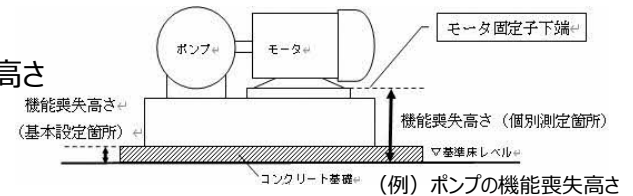
- : 新基準における追加対応
- : 旧基準よりも厳しい条件で評価



以下の評価により，防護対象設備が機能喪失しないことを確認

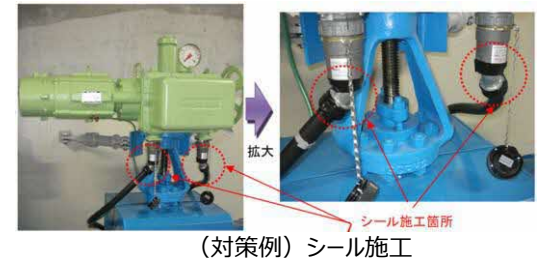
### 没水影響評価

溢水水位 < 設備の機能喪失高さであることを確認



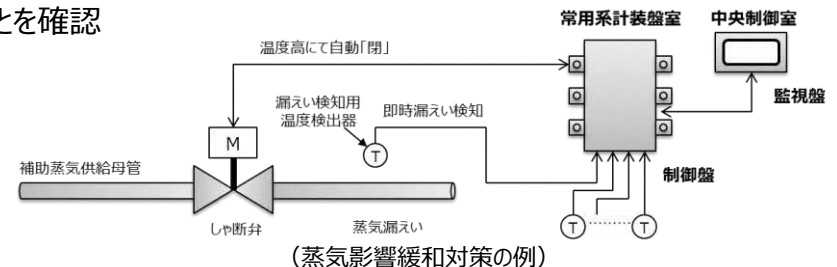
### 被水影響評価

被水源からの直接の被水，天井面の開口部又は貫通部からの被水影響により機能影響がないことを確認



### 蒸気影響評価

熱流体解析コードを用いて解析を実施し，エリアの環境温度を算出「エリアの環境温度 < 防護対象設備の確認済耐環境温度」であることを確認



### 溢水評価の条件

- ・ 溢水防護区画の水位が，最も高くなるよう溢水経路を設定する。
- ・ 系統からの溢水量は，系統保有水の全量，消火水放水は原則3時間を想定する（破損想定，運用等により低減できる場合を除く）。

## 9条：溢水による損傷の防止等(2/2)

### 溢水影響評価ガイド

#### 【要求事項】

想定される溢水が発生した場合においても原子炉施設の安全機能を損なわないこと

(溢水による損傷の防止)

- ・ 溢水源として地震起因による溢水，想定破損による溢水，消火水の放水による溢水（建屋外からの流入を含む）を考慮し，防護対象設備が没水，被水及び蒸気の影響を受けて，その安全機能※<sup>1</sup>を損なわない設計とすること。

放射性物質を含む液体の漏えいが防止されていること

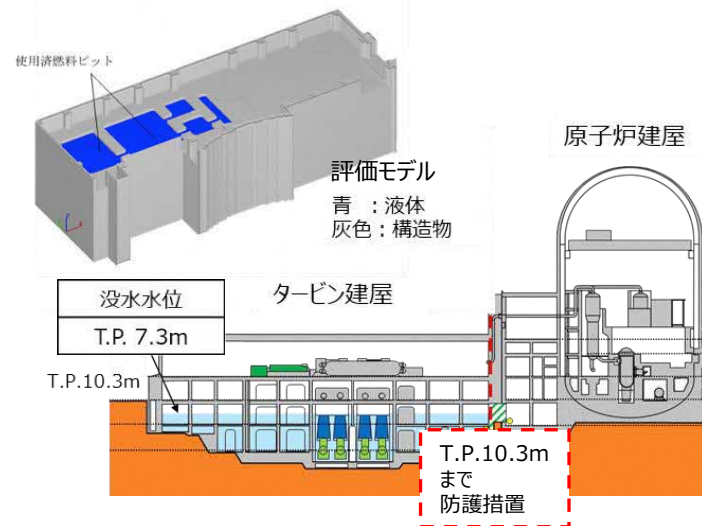
- ・ 放射性物質を含む液体が容器，配管その他設備から漏えいするおそれがある場合には，放射性物質を含む液体が管理区域外へ漏えいしないよう，必要な対策を施すこと。

※<sup>1</sup> 原子炉の高温停止・低温停止，放射性物質の閉じ込め機能，使用済燃料ピットの冷却機能・給水機能

#### スロッシング※<sup>2</sup> 評価

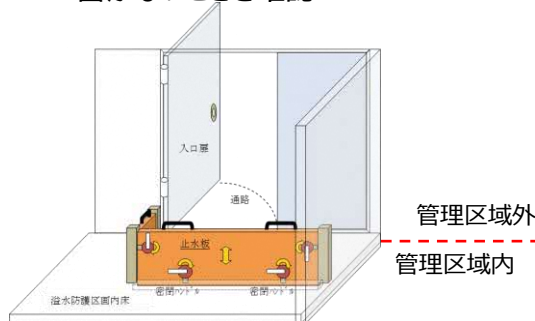
- ・ 基準地震動による使用済燃料ピット等のスロッシングによる溢水量を推定するため，3次元流動解析を実施
- ・ 使用済燃料ピットの冷却及び遮蔽に必要な水位が確保されていることを確認

※<sup>2</sup> 外部からの長周期振動による容器内の液体の揺動



#### タービン建屋からの溢水影響評価

防護対象設備が設置される原子炉建屋との境界に対して，溢水防護措置（逆止弁，貫通部止水処置等）を講ずることにより，タービン建屋からの溢水による影響がないことを確認



(対策例) 止水板の設置

#### 放射性物質を含む液体の漏えい防止

- ・ 管理区域内で発生した溢水は，建屋の最地下階に貯留される。
- ・ 貯留される地下階の範囲及び溢水の伝播経路となる範囲について，溢水影響評価結果を基に，溢水防護措置（止水板の設置，配管等の貫通部への止水処置等）を講ずることにより，機器の破損等により生じた放射性物質を含んだ液体が，管理区域外に伝播しないことを確認

## 7条：不法侵入

### 【要求事項】

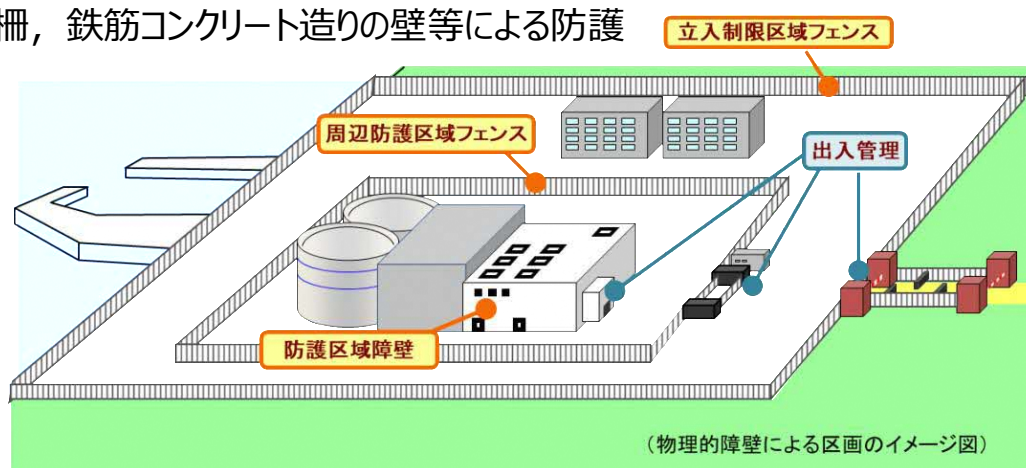
不正アクセス行為（サイバーテロを含む）を防止するための設備を設けること

### 不正アクセス行為（サイバーテロを含む。）への対応 （電気通信回線を通じた外部からのアクセス遮断措置）

原子炉施設及び特定核燃料物質の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムが、電気通信回線を通じて妨害行為又は破壊行為を受けないよう、電気通信回線を通じた当該情報システムに対する外部からのアクセスを遮断する措置を講じる。

### （侵入防止及び出入管理）

- ・区域の設定，人の容易な侵入を防止できる柵，鉄筋コンクリート造りの壁等による防護
- ・探知施設による集中監視
- ・外部との通信連絡
- ・物品の持込み点検
- ・警備員による監視及び巡視



### 不正アクセス行為（サイバーテロを含む。）への対応への手順など

- ・予め手順を整備し，的確に実施
- ・計画に基づき適切に保守管理・点検を実施し，設備の機能を維持（必要に応じ補修）
- ・教育を定期的に行う

## 10条：誤操作防止

### 【要求事項】

安全施設は、操作時に同時に与えられる環境条件（余震等）を想定しても、容易に操作することができるものでなければならない。

### 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故に対応するための設備の設計

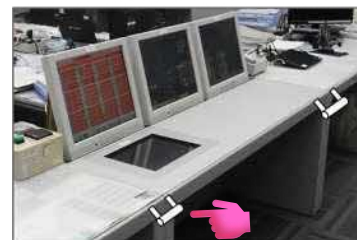
- ・中央制御室において容易に操作することができる。
- ・現場操作が必要な箇所は、環境条件※1を想定し、適切な対応を行うことにより容易に操作することができる。

※1 環境条件（地震、内部火災、内部溢水、外部電源喪失、ばい煙、有毒ガス、降下火砕物及び凍結）を想定

- ・地震発生時における「操作器への誤接触防止」及び「運転員の安全確保」のため、中央制御室の主盤等に手摺を設置する。



主盤



運転指令卓



運転員机

手摺の設置イメージ

# 11条：安全避難通路等

## 【要求事項】

安全施設が安全機能をそこなわないため、次の設備を設けなければならない。

- ・事故対策のための作業が生じた場合、避難用の照明とは別に作業が可能な照明及びその電源を設けること。
- ・仮設照明の準備に時間的猶予がある場合、仮設照明（可搬型）による対応を考慮してもよい。

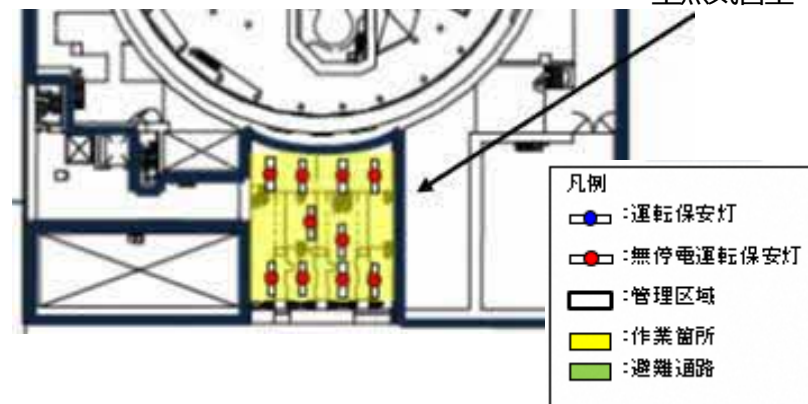
## 作業が可能な照明

- ・避難用の照明（非常灯，誘導灯）とは別に，運転保安灯又は無停電運転保安灯を設置する。

照明の電源

	ディーゼル発電機	内蔵電池
運転保安灯	供給可能	なし
無停電運転保安灯	供給可能	あり

(例)  
主蒸気管室



- ・照明設備設置箇所以外での対応が必要となった場合に備え，初動操作に対応する運転員が常駐している中央制御室に可搬型照明を配備する。

## ＜可搬型照明＞

- ・懐中電灯（乾電池式）
- ・ヘッドライト（乾電池式）
- ・ワークライト（乾電池式）



※暗所での懐中電灯使用状況



※暗所でのヘッドライト使用状況



※暗所でのワークライト使用状況

## 12条：安全施設

### 【要求事項】

安全施設は、その機能の重要度に応じて、安全機能が確保されたものでなければならない。

- ・安全機能が特に高い安全機能を有する系統は、事故後長期間で想定される静的機器の単一故障を仮定しても所定の安全機能を達成できること。

(除外要件)

- ・最も過酷な条件にて、安全上支障のない期間に除去・修復できる。・・・単一故障を想定しなくてよい
- ・単一故障の発生の可能性が極めて小さいことが合理的に説明できる。・・・多重性の要求は適用しない
- ・他の系統にて機能代替できることが安全解析等により確認できる。・・・多重性の要求は適用しない

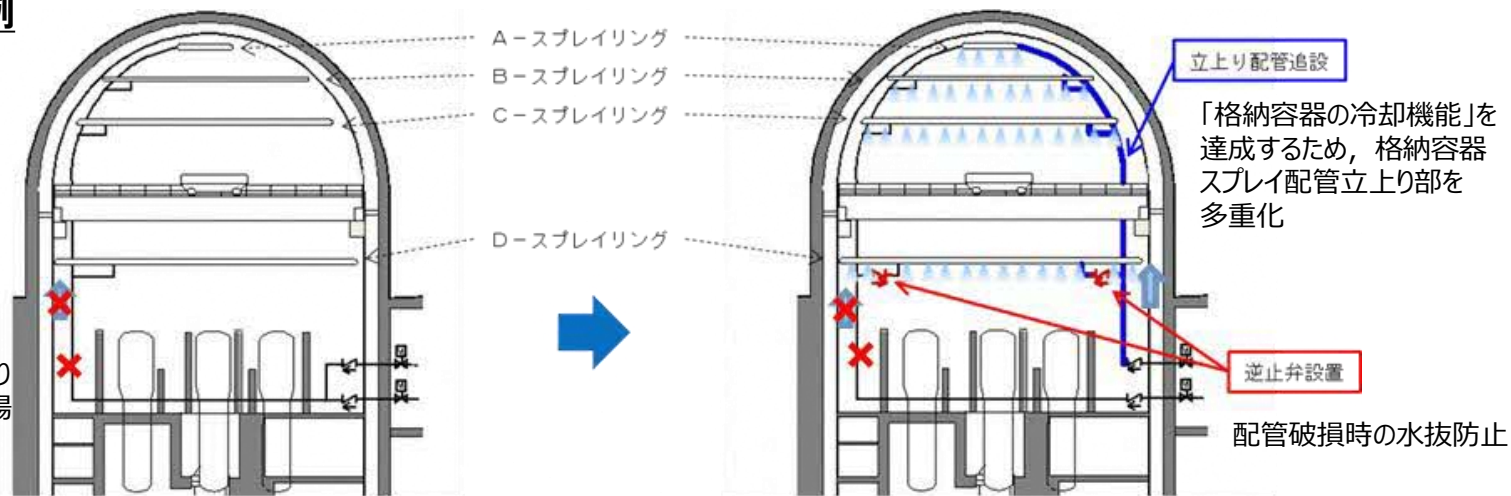
### 安全施設は、次のいずれかの設計とする

- ① 想定される静的機器の単一故障を仮定しても、所定の安全機能を達成できる。
- ② 安全上支障の無い期間に、確実に除去又は修復できる。
- ③ 他の系統を用いて、その機能を代替できることが安全解析等により確認できる。

### ①とするための対策例

スプレイ水がスプレイリングに供給できなくなるため、スプレイ流量は確保できないことになる。

格納容器スプレイ配管立上り部が、多重化されていない場合、その単一故障として「全周破断」を仮定する。



格納容器スプレイ配管の立上り部を多重化

# 14条：全交流動力電源喪失対策設備

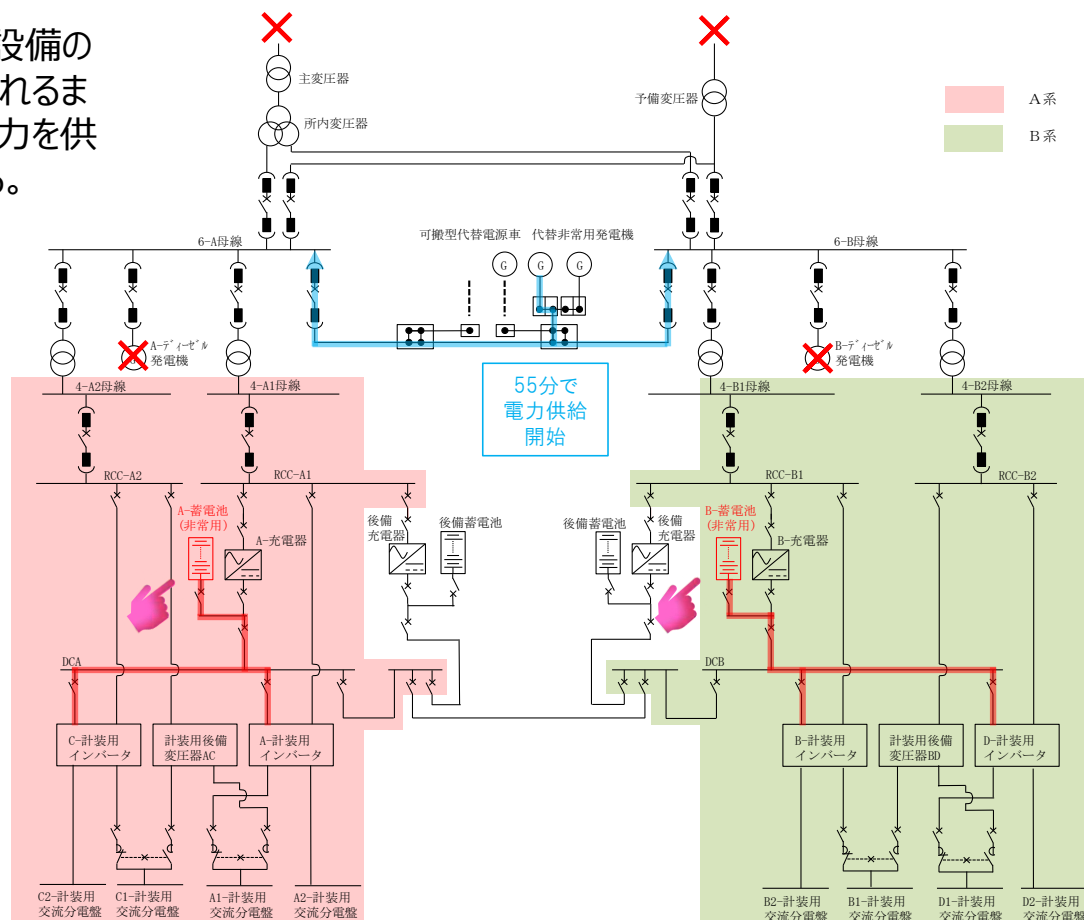
## 【要求事項】

全交流動力電源喪失※<sup>1</sup>に備えて、非常用所内直流電源設備は、必要とする電気容量を一定時間（重大事故等に対処するための電源設備から電力が供給されるまでの間）確保できること。

※ 1 外部電源の喪失及び非常用所内交流動力電源の喪失の重畳

全交流動力電源喪失時から、重大事故等対処設備の常設代替交流電源設備からの電力供給が開始されるまでの約55分に対し、約8時間にわたって必要な電力を供給させる容量を有する蓄電池（非常用）を設ける。

	定格容量	各時間までの保守率を考慮した必要容量	保守率を考慮した必要容量
A蓄電池	2,400Ah	1分間→987Ah 5分間→508Ah 1時間→693Ah 8時間30分→1,395Ah	1,395Ah
B蓄電池	2,400Ah	1分間→974Ah 5分間→489Ah 1時間→661Ah 8時間30分→1,761Ah	1,761Ah



蓄電池の設計容量2,400Ah > 必要な蓄電池容量（A蓄電池：1,395Ah，B蓄電池：1,761Ah）

# 16条：燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設

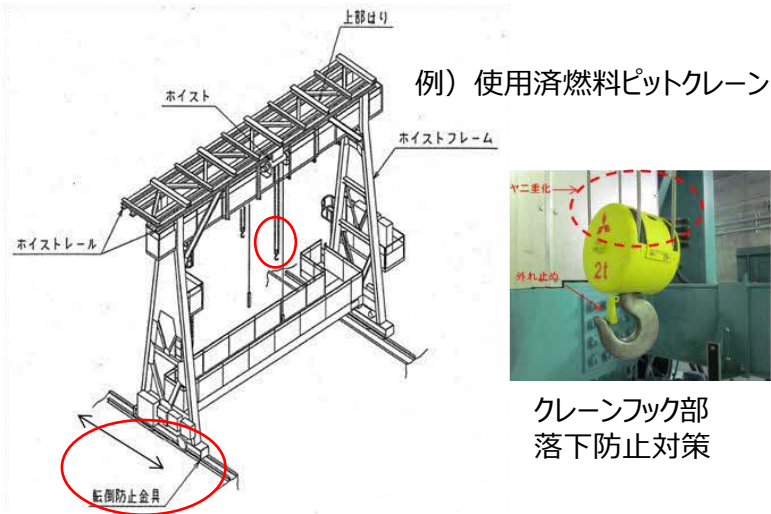
## 【要求事項】

使用済燃料の貯蔵施設は、以下を考慮して設けること

- ・重量物の落下時においてもその機能が損なわれないものとする。
- ・使用済燃料貯蔵槽の水位、水温、燃料取扱場所の放射線量を測定できる設備を設けなければならない。  
⇒水位の著しい低下などを検知し、自動的に警報すること。  
⇒外部電源が利用できない場合も、監視できること。

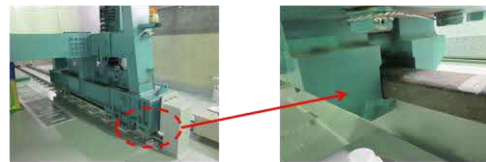
重量物は、落下防止対策が適切に施されていることを確認

水位・温度・放射線量を測定する設備

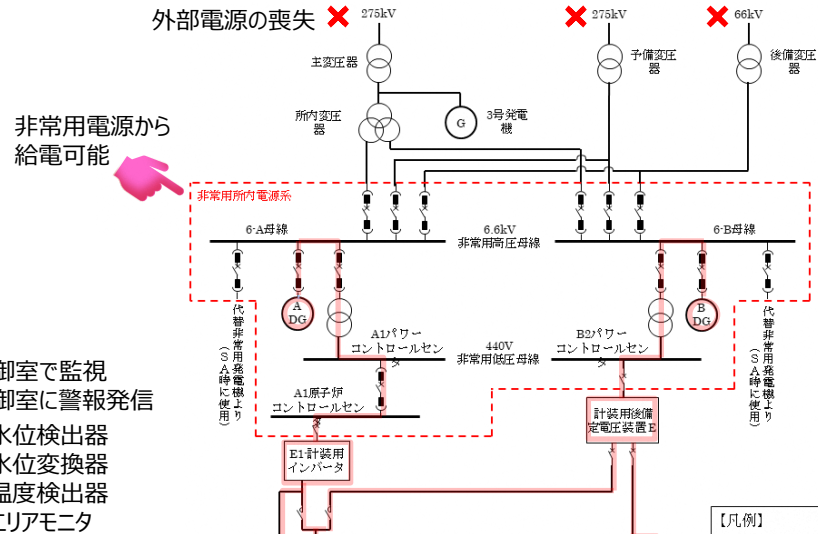


例) 使用済燃料ピットクレーン

クレーンフック部  
落下防止対策

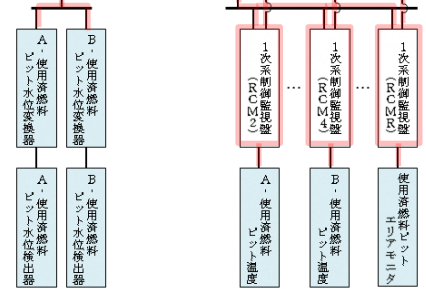
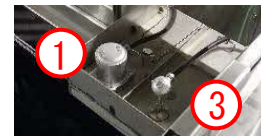


転倒防止金具によるクレーン浮き上がり、  
脱線防止対策



中央制御室で監視  
中央制御室に警報発信

- ①水位検出器
- ②水位変換器
- ③温度検出器
- ④エリアモニタ



【凡例】

- : 差込型遮断器
- : 遮断器
- : 電磁接触器
- : 使用済燃料ピット監視設備





# 17条：原子炉冷却材圧力バウンダリ

## 【要求事項】

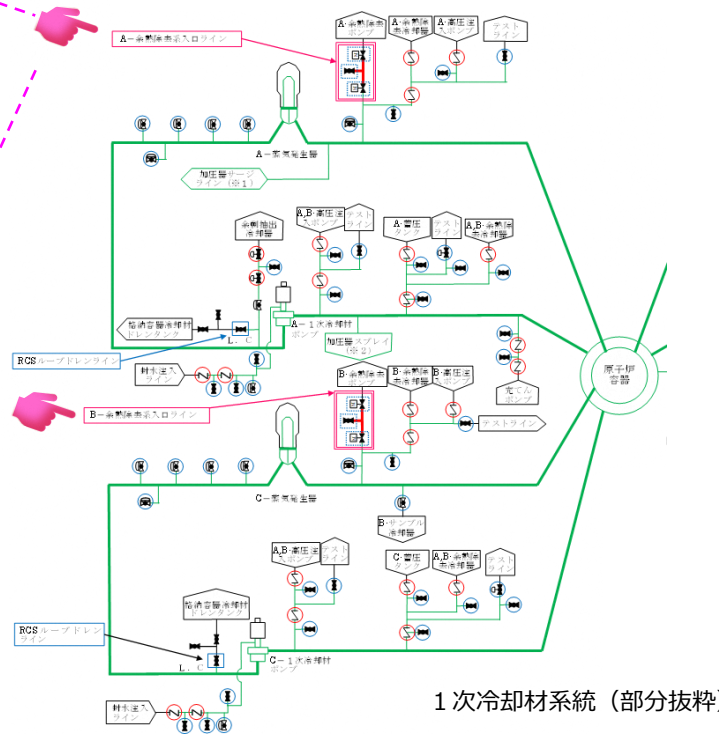
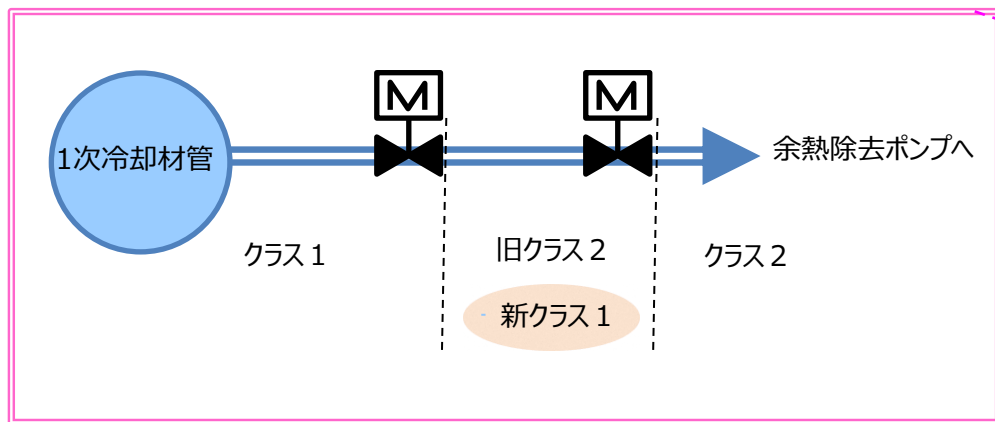
原子炉冷却材圧力バウンダリとして、以下の範囲が含まれること

- ・通常時又は事故時に開となるおそれがある通常時閉及び事故時閉となる弁を有するものは、原子炉側からみて、第2隔離弁を含むまでの範囲とする。

### 原子炉冷却材圧力バウンダリの拡大範囲：余熱除去系統入口ライン※1

- ・従来はクラス2機器としていたが、原子炉冷却材圧力バウンダリ範囲としてクラス1機器※2における要求を満足
- ・クラス1機器供用期間中検査を継続的に行い健全性を確認
- ・配管と管台の溶接継手に対して追加の非破壊検査（浸透探傷検査）を継続的に行い健全性を確認

※1 開となるおそれがあり、通常時閉及び事故時に該当  
 ※2 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器



1次冷却材系統（部分抜粋）

## 【要求事項】

安全保護回路は、以下を考慮して設けること

- ・不正アクセス行為その他の電子計算機に使用目的に沿うべき動作をさせず、又は使用目的に反する動作をさせる行為による被害を防止することができるものとする。

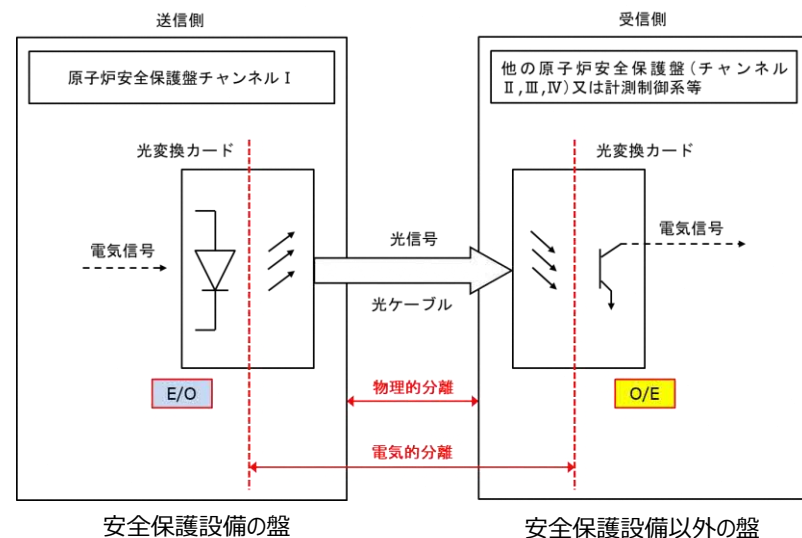
安全保護回路は、以下の設計方針により不正アクセスを防止する。

## （物理的分離）

- ・盤の施錠等により、許可された者以外にハードウェアを直接接続させない。
- ・発電所出入管理により、物理的アクセスを制限
- ・システムへのパスワード管理等により、電気的アクセスを制限

## （機能的分離）

- ・信号を外部へ伝送する場合、外部ネットワークと直接接続せず、防護装置を介した一方方向通信に制限し、ハードウェアレベルで外部からの信号を受信しない。



E/O, O/E：光変換カード

## （調達管理）

- ・設計・製作・試験及び変更管理の各段階において、以下の規程・指針に基づき、検証及び妥当性確認がなされたソフトウェアを使用  
「安全保護系のデジタル計算機の適用に関する規程」(JEAC4620-2008)  
「デジタル安全保護系の検証及び妥当性確認に関する指針」(JEAG4609-2008)

## （ソフトウェア信頼性）

- ・固有のプログラム及び言語を使用し、一般的なコンピュータウイルスが動作しない環境

# 33条：保安電源(1/4)

## 【要求事項】

設計基準対処施設に接続する電線路は、以下を考慮して設けること

- ・電線路のうち少なくとも二回線は、それぞれ互いに独立したものであって、受電可能なものであり、かつ、電力系統に連系するものでなければならない。  
(2つ以上の外部電源の受電回路を設け、電線路の上流側の1つの変電所等の停止で全ての送電が停止しないこと)
- ・電線路のうち少なくとも一回線は、他の回線と物理的に分離して受電できるものでなければならない。  
(同一の送電鉄塔等に架線されないこと)

## 泊発電所の外部電源系

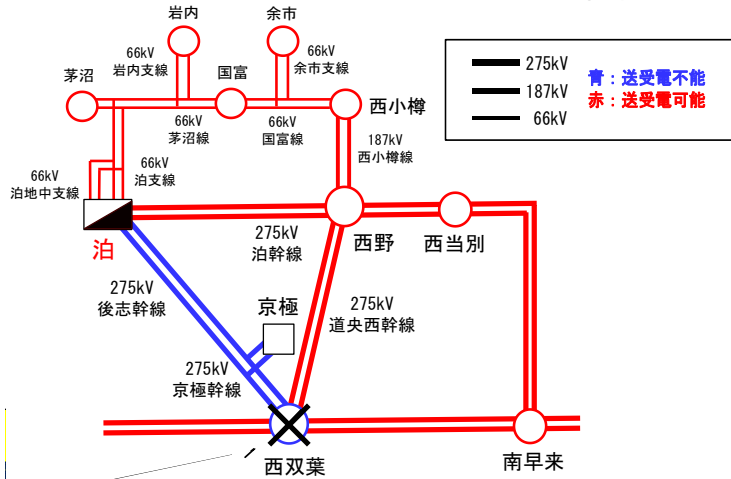
275kV送電線 2ルート4回線、66kV送電線 1ルート2回線の合計3ルート6回線にて電力系統に連系

## 電線路の独立性

275kV泊幹線及び後志幹線を含む275kV系統は、ループ状に形成し、1つの変電所が停止しても送電可能

(西双葉開閉所が事故等により全停電した場合)

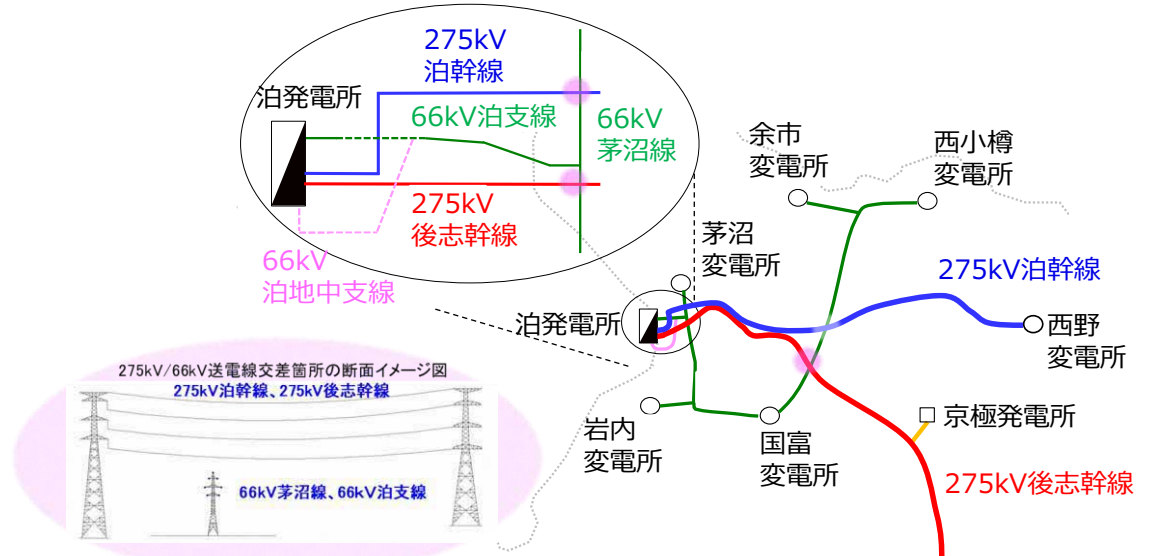
- ・西野変電所から275kV 泊幹線又は国富変電所から66kV泊地中支線にて泊発電所への電力供給が可能



## 電線路の物理的分離

送電線の交差箇所で送電線事故が発生した場合も、275kV送電線1ルートで供給が可能

● 275kV系統と66kV系統の交差箇所



※66kV送電線は275kV送電線より下方で交差しているため、66kV送電線による275kV送電線への影響はない。

# 33条：保安電源(2/4)

## 【要求事項】

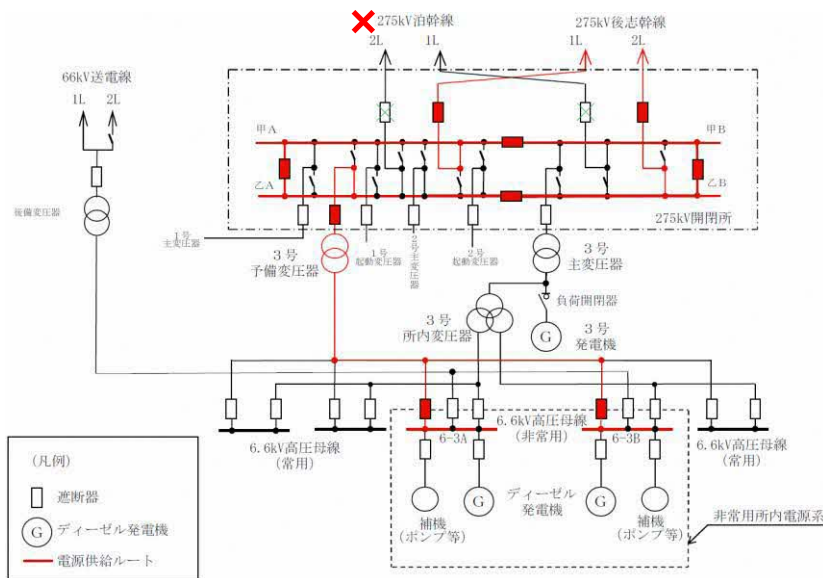
設計基準対処施設に接続する電線路は、以下を考慮して設けること

- ・電線路は、同一の工場等の二以上の発電用原子炉施設を電力系統に連系する場合には、いずれの二回線が喪失した場合においても電力系統からこれらの発電用原子炉施設への電力の供給が同時に停止しないものでなければならない。

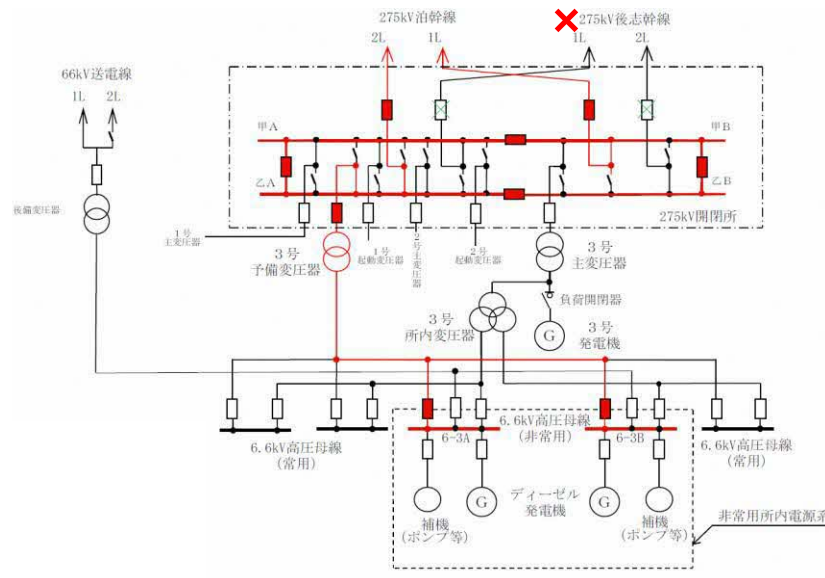
(3回線以上が接続し、各号炉にタイラインで接続すること)

## 電線路 2 回線喪失時の電力の供給

泊発電所に接続する275kV送電線及び66kV送電線は、1回線で3号炉の停止に必要な電力を供給できる容量があり、275kV送電線4回線はタイラインで接続されていることから、いかなる2回線が喪失しても、原子炉を安全に停止するための電力を他の275kV送電線及び66kV送電線から受電できる構成及び必要な容量を有する。



275kV 送電線（泊幹線）2回線電源喪失時の電源供給



275kV 送電線（後志幹線）2回線電源喪失時の電源供給

- ・非常用母線は、通常時、275kV送電線から予備変圧器を介して、予備変圧器から受電できない場合は、主変圧器及び所内変圧器を介して受電できる。また、66kV送電線から後備変圧器を介して受電できる。