

本資料のうち、枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

# 柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉 区分分離の基本原則について

平成28年10月4日

東京電力ホールディングス株式会社

1. 経緯
2. 区分分離の種類
3. 区分分離の設計方針
4. 分離設計の具体例(RHR)
5. まとめ

参考1 安全施設一覧

参考2 区分分離の設計方針(補足説明)

参考3 RHR関連概要図

## 1. 経緯

- 平成28年1月29日に報告した「柏崎刈羽原子力発電所における不適切なケーブルの敷設に係る対応について(報告)」に対して、当該報告の概要並びに原子力規制庁の当該報告に対する評価及び今後の対応方針について平成28年2月10日に報告された「柏崎刈羽原子力発電所における不適切なケーブルの敷設に係る東京電力からの報告に対する評価及び今後の対応について」において、以下の記載がなされている。

### 「4. 原子力規制庁の今後の対応

不適切なケーブル敷設に対する是正措置の実施状況及び根本原因分析を踏まえた再発防止対策の実施状況については、平成28年1月6日の原子力規制委員会に報告した対応方針のとおり、今後の保安検査等において確認していく。

特に、**新基準適合性審査を実施中の6・7号機における安全系ケーブル全体(既設ケーブルも含む)の敷設状況の新規制基準への適合性については、東京電力がどのように確認していくのか、その方法と結果について、今後の審査・検査プロセスの中で確認していく。」**

- 本資料では、ケーブルだけではなく区分分離全体の基本原則について再整理を行った。

## 2. 区分分離の種類(1/6)

①安全機能を有する構築物, 系統及び機器(安全施設)のうち, 重要度が特に高い安全機能を有するもの

(A) 多重性又は多様性を確保するために設置した同一の機能を有する安全施設との間において, 「**単一故障(従属要因による多重故障含む)**」が発生した場合であっても機能できるよう「**独立性**」を確保 【設置許可基準規則第十二条第2項】

(B) 他の安全施設との間, または非安全施設との間において,  
「**その一方の運転又は故障等**」により安全機能が阻害されないように  
「**機能的隔離及び物理的分離**」を実施 【設置許可基準規則第十二条第1項  
及び重要度分類指針】

※柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉では, 新規制基準を踏まえ, (A)(B)に加えて,  
設置許可基準規則第八条(火災による損傷の防止)に基づく区分分離や,  
設置許可基準規則第九条(溢水による損傷の防止等)に基づく区分分離も実施

②安全施設のうち, ①以外のもの

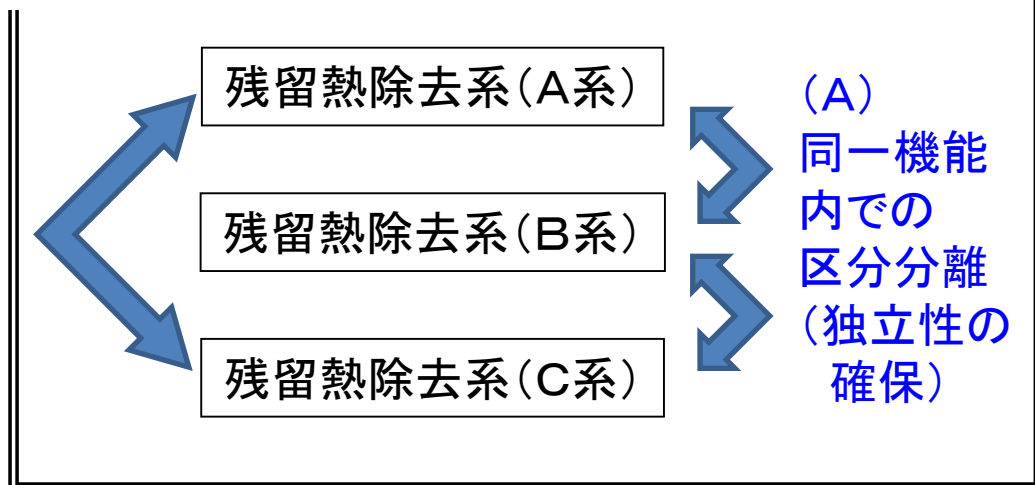
(B) 他の安全施設との間, または非安全施設との間において,  
「**その一方の運転又は故障等により**」安全機能が阻害されないように  
「**機能的隔離及び物理的分離**」を実施 【同①(B)】

設置許可基準規則: 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則  
重要度分類指針: 発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針

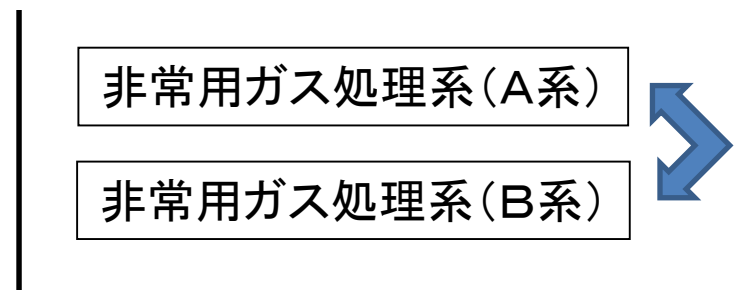
## 2. 区分分離の種類(2/6)

(具体例)

《安全施設(特に重要度の高い系統, MS-1)》



《安全施設(同左)》



《安全施設(MS-3)》



(B)  
異なる機能間での区分分離  
(機能的隔離及び  
物理的分離)

(A)(B)の2種類の区分分離  
をもって, 必要な安全機能を  
守っている

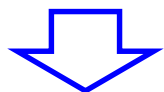
## 2. 区分分離の種類(3/6)

- ※(B)異なる機能間での区分分離(機能的隔離及び物理的分離)については、安全施設全てを対象としているが、  
「同位ないし上位の重要度を有する他方に期待される安全機能が阻害され、  
もって原子炉施設の安全が損なわれることのないように」  
することが目的である。

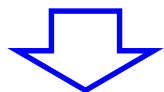
この目的を踏まえると、安全施設のうち、クラス3(PS-3, MS-3)の系統については、影響を与えられる側の系統として見たときには、当該安全機能が阻害された場合においても代替性や復旧性を考慮すると原子炉施設の安全が損なわれることはない、と評価できる。従って、以降、クラス3の系統については影響を与えられる側の系統としては省略する。

## 2. 区分分離の種類(4/6)

(A) 同一機能内での区分分離  
(独立性の確保)



共通要因又は従属要因によって、2以上の系列が同時に機能を損なわない設計が必要



同一機能内での分離を脅かすエネルギーを有する事象が発生した場合にも、当該機能が100%容量以上を維持できれば良い

(注) 新規制基準において、火災/溢水により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される場合には、その影響(火災/溢水)を考慮し、安全評価指針に基づき安全解析を行う必要がある、とされていることを踏まえ、分離を脅かす事象によって引き起こされるプラント状態を考慮して維持する容量を決定する

(B) 異なる機能間での区分分離  
(機能的隔離及び物理的分離)



1つのシステムの運転又は故障等で他の機能を有するシステムの“期待される安全機能”を損なわない設計が必要



“期待される安全機能” = 当該機能の100%容量、と整理できる



異なる機能間での分離を脅かすエネルギーを有する事象が発生した場合にも、各機能で100%容量以上が維持できれば良い(注)

## 2. 区分分離の種類(5/6)

同一機能内・異なる機能間での分離を脅かすエネルギーとは何か



○プラント内部で発生するエネルギー

- ・環境条件
- ・火災
- ・溢水
- ・内的エネルギー(配管内のエネルギー, 回転機器の回転エネルギー)

○プラント外部で発生するエネルギー

- ・地震
- ・津波
- ・その他自然現象, 人為事象(偶発的)



これらのエネルギーを想定した設計方針について整理する

## 2. 区分分離の種類(6/6)

※火災に対する分離については、本資料で再整理している設置許可基準規則第十二条に基づく分離と同第八条に基づく分離があり、以下のような違いがある。

### (A) 同一機能内での区分分離(独立性の確保) ……第十二条

火災によっても他区分の設備が損傷しないよう、火災の影響を受ける可能性のある機器について、IEEE384-1992(IEEE Standard Criteria for Independence of Class 1E Equipment and Circuits)に基づく離隔距離の確保、又は耐火障壁の設置により、同一機能内での区分分離を行う。

### (B) 異なる機能間での区分分離(機能的隔離及び物理的分離) ……第十二条

火災によっても他機能の安全設備の機能を確保するよう、火災の影響を受ける可能性のある機器について、IEEE384-1992(IEEE Standard Criteria for Independence of Class 1E Equipment and Circuits)に基づく離隔距離の確保、又は耐火障壁の設置により、異なる機能間での区分分離を行う。

### 区域又は区画内の安全機能が全喪失することを仮定した区分分離 (3時間耐火障壁による物理的分離) ……第八条

上記(A)(B)の区分分離に加え、原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する機器については、保守的に、火災により当該機器を設置する区域又は区画内の安全機能が全喪失することを仮定しても、少なくとも1区分以上の原子炉の高温停止及び低温停止機能が確保されるように、3時間耐火能力を有する耐火障壁等の設置により、原則として、安全系区分 I・II 間での区分分離を行う。



### 3. 区分分離の設計方針

前述のプラント内部で発生するエネルギー・プラント外部で発生するエネルギーを想定した分離設計の考え方について、分離方法毎に整理する。

別紙1参照

#### 4. 分離設計の具体例(RHR)

残留熱除去系(RHR)を用いて分離設計の具体例を示す。(概要図は別紙2参照)

	系統	構成機器	物理的分離		機能的隔離	その他 本体強化
			距離	障壁		
機 械 設 備	RHR系 (SHCモード)	ポンプ(A/B/C)	○	○	—	○
		熱交換器(A/B/C)	○	○	—	○
		配管【PCV内】	○	—	—	○
		配管【PCV外】	○	○	—	○
		弁(A/B/C)【PCV内】※1	○	—	—	○
		弁(A/B/C)【PCV外】※1	○	○	○	○
	RCW系	ポンプ(A/B/C)	○	○	—	○
		配管	○	○	—	○
		弁(A/B/C)※1	○	—	○	○
	RSW系	ポンプ(A/B/C)	○	○	—	○
		配管	○	○	—	○
		弁(A/B/C)※1	○	○	—	○
	DG系	非常用ディーゼル発電機(A/B/C)	○	○	—	○
		非常用ディーゼル発電機(A/B/C)補機 (始動用空気だめ, 潤滑油冷却器, 清水冷却器等)	○	○	—	○
	DGFO系	軽油タンク(A/B)	○	—	—	○
		DG(A/B/C)燃料ディタンク	○	○	—	○
		燃料移送ポンプ(A/B/C)	○	○	—	○
		燃料移送系配管(A/B/C)	○	○	—	○
		弁(A/B/C)※1	○	○	○	○

	系統	構成機器	物理的分離		機能的隔離	その他 本体強化
			距離	障壁		
機械設備 つづき	HECW系	ポンプ(A/B)	○	○	—	○
		冷凍機(A/B)	○	○	—	○
		配管	○	○	—	○
		弁(A/B)※1	○	○	○	○
	HVAC系	C/B計測制御電源盤区域(A/B/C)送風機	○	○	—	○
		C/B計測制御電源盤区域(A/B/C)排風機	○	○	—	○
		DG(A/B/C)/Z送風機	○	○	—	○
		DG(A/B/C)/Z排風機	○	○	—	○
		DG(A/B/C)非常用送風機	○	○	—	○
		RHR室空調機	○	○	—	○
		中央制御室送風機(A/B)	—	○	—	○
		中央制御室排風機(A/B)	—	○	—	○
		中央制御室再循環送風機(A/B)	—	○	—	○
		配管/ダクト	○	○	—	○
ダンパ(A/B)※1	○	—	—	○		
電気・計測制御設備	盤・ラック(非常用高圧/低圧母線, 現場多重伝送盤, 非常用ディーゼル発電機制御盤, 工学的安全施設盤, 中央運転監視盤)	○	○	○	○	
	ケーブル	○	—	—	○	

※1 弁ならびにダンパについては, SHCモードインサービス時に操作を実施する弁・ダンパ, 動作する制御弁, ならびに他の運転モードや他系統との機能的隔離のための弁について記載している。

## 5. まとめ

- 区分分離には以下の2つの種類があり, これらによって必要な安全機能を守っている

(A) 同一機能内での区分分離(独立性の確保)

(B) 異なる機能間での区分分離(機能的隔離及び物理的分離)

- 分離を脅かすエネルギーとしては, プラント内部／外部で発生するエネルギーがそれぞれ考えられるため, 各々について整理した結果を示した
- 柏崎刈羽6号及び7号炉は, 当該系／関連系(直接関連系, 間接関連系)について, 本区分分離の基本原則に基づき, プラント設計を行っている

当該系:安全機能を直接果たす構築物, 系統及び機器

関連系:当該系が, その機能を果たすために直接又は間接に必要とする構築物, 系統及び機器

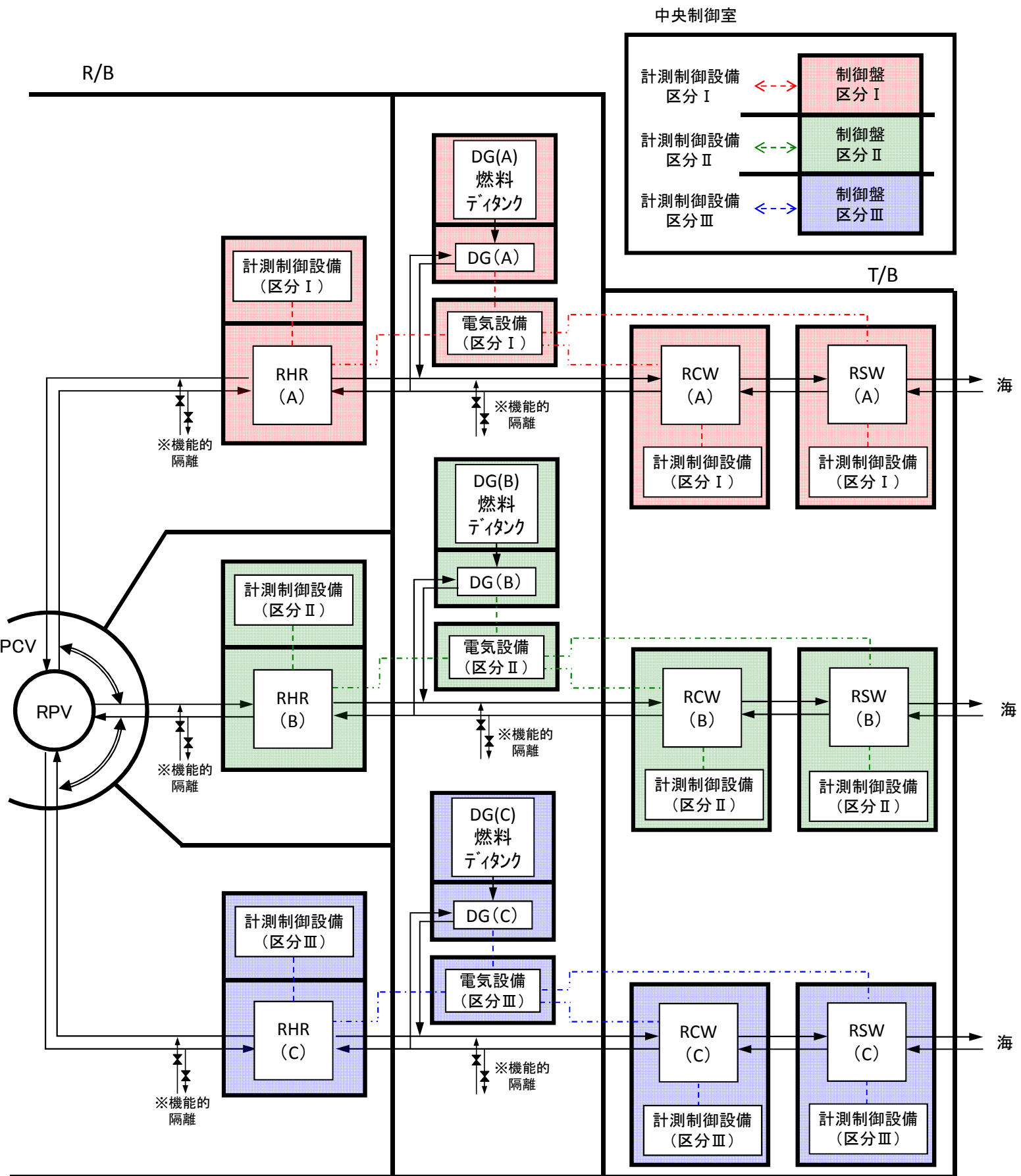
以上

## 区分分離の設計方針について

分離方法	想定事象	機器		分離手段		設計方針
				距離	障壁	
物理的分離	内的エネルギー	配管の損傷において影響がある機器		○	—	(格納容器内) ・パイプホイップ評価を行い、配管の破断により安全機能が損なわれないような配置設計(必要に応じてパイプホイップレストレイントを設置)とする。
				○	○	(格納容器外) ・系統区分を考慮した配置とし、安全上重要な系統及び機器については、原則、各区分ごとに障壁による分離配置を行い、配管の破断配管と分離する設計とする。
		回転機器の損傷において影響がある機器		○	○	(タービンミサイル) ・「タービンミサイル評価について」(昭和52年7月20日原子力委員会原子炉安全専門審査会)に基づきタービンミサイル評価を行い、使用済燃料プールへの落下確率が $10^{-7}$ /年以下であるように配置上の考慮を行う。 ・タービンミサイルが貫通しない障壁を設ける設計とする。
				○	○	(その他ポンプ、モータ等のインターナルミサイル) ・ポンプ、モータ、タービン(RCIC系、給水系)などの異常によりミサイルが発生する確率が $10^{-7}$ /年以下であること。 ・上記が不可能な場合には、安全上重要な系統、機器へのミサイル落下確率(破損に至らしめる確率)が $10^{-7}$ /年以下であること。 ・上記が不可能な場合には、離隔壁を追加すること。
	火災	火災において影響がある機器	ケーブル	○	—	・IEEE Std 384-1992(IEEE Standard Criteria for Independence of Class 1E Equipment and Circuits)に基づく離隔距離により分離する設計とする。 ・耐火障壁等により分離する設計とする。
		補機	○	○		
		盤・ラック	○	○		
その他 (想定事象に対する 頑健性の確保)	環境条件		各機器は想定される環境条件に耐えうる設計とする。			
	溢水 <sup>※</sup>		溢水の発生要因(想定破損、消火等、地震起因)ならびに溢水影響モード(没水、被水、蒸気曝露)それぞれに対し、『溢水の発生防止』、『溢水の拡大防止』、『溢水の影響防止』の3方策を適切に組み合わせることにより、複数の安全区分が同時に機能喪失しないよう設計する。			
	地震		耐震重要施設は基準地震動に対してその機能を損なわない設計とする。			
	津波 <sup>※</sup>		設計基準津波が各機器に到達しないよう防護する設計とする。			
	その他自然現象、人為事象(偶発的) <sup>※</sup>		屋内機器は影響を受けないこと、屋外機器は個別に防護する設計とする。			

分離方法	分離手段	設計方針
機能的隔離	隔離装置	タイラインを有する系統間を弁の構成によって隔離する、計装系において光変換カード等を系統間に介在させる、電気系において遮断器等を用いた隔離部分を設ける設計とする。

※想定事象に対する頑健性の確保のため、物理的分離を実施する場合がある。



※電気設備及び計測制御設備の機能的分離としての隔離装置は設備内に設ける。

- 凡例
- : 距離又は障壁による分離
  - : 配管
  - - - : 動力ケーブル
  - ↔ : パイプホイップレストレイント等による物理的分離
  - - - : 制御・計装ケーブル

RHR系(原子炉停止時冷却モード)主要設備 分離設計概要図

安全施設一覧

重要度分類指針		柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉			
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器		
PS-1	その損傷又は故障により発生する事象によって、 (a) 炉心の著しい損傷又は (b) 燃料の大量の破損を引き起こす恐れのある構築物、系統及び機器	1) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系（計装等の小口径配管・機器は除く。）	原子炉圧力容器	
			原子炉再循環系ポンプ		
			配管、弁		
			隔離弁		
			制御棒駆動機構ハウジング		
			中性子束計装管ハウジング		
		2) 過剰反応度の印加防止機能	制御棒カップリング	制御棒カップリング	制御棒カップリング
				制御棒駆動機構カップリング	
				制御棒駆動機構ラッチ機構	
		3) 炉心形状の維持機能	炉心支持構造物（炉心シュラウド、シュラウドサポート、上部格子板、炉心支持板、制御棒案内管）燃料集合体（但し、燃料を除く。）	炉心シュラウド	炉心シュラウド
				シュラウドサポート	シュラウドサポート
				上部格子板	上部格子板
				炉心支持板	炉心支持板
				燃料支持金具	燃料支持金具
				制御棒案内管	制御棒案内管
制御棒駆動機構ハウジング	制御棒駆動機構ハウジング				
燃料集合体（上部タイプレート）	燃料集合体（上部タイプレート）				
燃料集合体（下部タイプレート）	燃料集合体（下部タイプレート）				
燃料集合体（スペーサ）	燃料集合体（スペーサ）				
直接関連系（燃料集合体）	チャンネルボックス				
	1) 原子炉の緊急停止機能	原子炉停止系の制御棒による系（制御棒及び制御棒駆動系（スクラム機能））	制御棒	制御棒	
			制御棒案内管	制御棒案内管	
			制御棒駆動機構	制御棒駆動機構	
			直接関連系（原子炉停止系の制御棒による系）	水圧制御ユニット（スクラム°イロット弁、スクラム弁、アキュムレータ、窒素容器、配管、弁）	
			制御棒	制御棒	
			制御棒案内管	制御棒案内管	
	2) 未臨界維持機能	原子炉停止系（制御棒による系、ほう酸水注入系）	制御棒	制御棒	
			制御棒カップリング	制御棒カップリング	
			制御棒駆動機構カップリング	制御棒駆動機構カップリング	
			直接関連系（原子炉停止系の制御棒による系）	制御棒駆動機構 制御棒駆動機構ハウジング	
			ほう酸水注入系（ほう酸水注入ポンプ、注入弁、タンク出口弁、ほう酸水貯蔵タンク、ポンプ吸込配管及び弁、注入配管及び弁）	ほう酸水注入系（ほう酸水注入ポンプ、注入弁、タンク出口弁、ほう酸水貯蔵タンク、ポンプ吸込配管及び弁、注入配管及び弁）	
			ほう酸水注入系（間接関連系）	ポンプテストライン配管・弁、テストタンク、貯蔵タンク電気ヒータ	
	3) 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	逃がし安全弁（安全弁としての開機能）	逃がし安全弁（安全弁開機能）		

重要度分類指針		柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉		
分類	定義	機能	構造物、系統又は機器	
		4) 原子炉停止後の除熱機能	残留熱除去系 (ポンプ, 熱交換器, 原子炉停止時冷却モードのルートとなる配管及び弁)	
			直接関連系 (残留熱除去系)	熱交換器バイパス配管及び弁
			残留熱除去系 (間接関連系)	ポンプテストライン配管・弁, 停止時冷却モード注入ライン試験可能逆止弁試験装置
				原子炉隔離時冷却系 (ポンプ, サプレッションプール, タービン, サプレッションプールから注水先までの配管, 弁)
			直接関連系 (原子炉隔離時冷却系)	タービンへの蒸気供給配管, 弁
				ポンプ ミニマフローライン配管, 弁
				サプレッションプールストレナ
				復水貯蔵槽
				復水貯蔵槽出口水源切換弁
				ポンプの復水貯蔵槽からの吸込配管, 弁
				潤滑油冷却器及びその冷却器までの冷却供給配管
			原子炉隔離時冷却系 (間接関連系)	復水補給水系 (封水機能), ポンプテストライン配管・弁, 注水ライン試験可能逆止弁試験装置, タービン軸封装置, タービン/ポンプ室空調機
			高压炉心注水系 (ポンプ, サプレッションプール, 配管, 弁, 注入ヘッド)	
			直接関連系 (高压炉心注水系)	ポンプ ミニマフローライン配管, 弁
				サプレッションプールストレナ
				復水貯蔵槽
				復水貯蔵槽出口水源切換弁
			ポンプの復水貯蔵槽からの吸込配管, 弁	
		高压炉心注水系 (間接関連系)	ポンプテストライン配管・弁, 注水ライン試験可能逆止弁試験装置, 復水補給水系 (封水機能)	
			逃がし安全弁 (手動逃がし機能)	
		直接関連系 (逃がし安全弁 (手動逃がし機能))	原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管	
			駆動用窒素源 (アキュムレータ, アキュムレータから逃がし安全弁までの配管, 弁)	
		逃がし安全弁 (手動逃がし機能) (間接関連系)	高压窒素ガス供給系	
			自動減圧系 (手動逃がし機能)	
		直接関連系 (自動減圧系 (手動逃がし機能))	原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管	
			駆動用窒素源 (アキュムレータ, アキュムレータから逃がし安全弁までの配管, 弁)	
		自動減圧系 (手動逃がし機能) (間接関連系)	高压窒素ガス供給系	



重要度分類指針		柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉		
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器	
MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器	5) 炉心冷却機能	非常用炉心冷却系（低圧注水系、原子炉隔離時冷却系、高圧炉心注水系、自動減圧系）	残留熱除去系（低圧注水モード）（ポンプ、サブレーションプール、サブレーションプールから注水先までの配管、弁（熱交換器パイプライン含む）、注水ヘッダ）
			直接関連系（残留熱除去系（低圧注水モード））	ポンプ ミニマフローラインの配管、弁 サブレーションプールストレナ
			残留熱除去系（低圧注水モード）（間接関連系）	封水ポンプ・封水ライン配管・弁、ポンプテストライン配管・弁、注水ライン試験可能逆止弁試験装置
			原子炉隔離時冷却系（ポンプ、サブレーションプール、タービン、サブレーションプールから注水先までの配管、弁）	
			直接関連系（原子炉隔離時冷却系）	タービンへの蒸気供給配管、弁
				ポンプ ミニマフローライン配管、弁
				サブレーションプールストレナ
				復水貯蔵槽
				復水貯蔵槽出口水源切換弁
				ポンプの復水貯蔵槽からの吸込配管、弁
			潤滑油冷却器及びその冷却器までの冷却水供給配管	
			原子炉隔離時冷却系（間接関連系）	復水補給水系（封水機能）、ポンプテストライン配管・弁、注水ライン試験可能逆止弁試験装置、タービン軸封装置、タービン/ポンプ室空調機
			高圧炉心注水系（ポンプ、サブレーションプール、サブレーションプールから注水先までの配管、弁、注水ヘッダ）	
			直接関連系（高圧炉心注水系）	サブレーションプールストレナ
				ポンプ ミニマフローライン配管、弁
復水貯蔵槽				
復水貯蔵槽出口水源切換弁				
ポンプの復水貯蔵槽からの吸込配管				
高圧炉心注水系（間接関連系）	ポンプテストライン配管・弁、注水ライン試験可能逆止弁試験装置、復水補給水系（封水機能）			
自動減圧系（逃がし安全弁）				
直接関連系（自動減圧系（逃がし安全弁））	原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管			
	駆動用窒素源（アキュムレータ、アキュムレータから逃がし安全弁までの配管、弁）			
自動減圧系（逃がし安全弁）（間接関連系）	高圧窒素ガス供給系			

重要度分類指針		柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉	
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器
			原子炉格納容器 (格納容器本体、貫通部、所員用エアロック、機器搬入ハッチ、座部鉄筋コンクリートマット)
			直接関連系 (原子炉格納容器) <ul style="list-style-type: none"> <li>ダイヤフラムフロア</li> <li>ベント管</li> <li>スプレイ管</li> <li>ベント管付真空破壊弁</li> <li>逃がし安全弁排気管のクエンチ</li> </ul>
			原子炉格納容器 (間接関連系) <ul style="list-style-type: none"> <li>不活性ガス系</li> <li>ドライウエル冷却系</li> <li>残留熱除去系 (サプレッションプール水冷却モード)</li> </ul>
			原子炉建屋 (原子炉建屋原子炉棟)
			直接関連系 (原子炉建屋) <ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉建屋常用換気空調系隔離弁</li> </ul>
			原子炉建屋 (間接関連系) <ul style="list-style-type: none"> <li>計装用空気系</li> </ul>
			原子炉格納容器隔離弁及び格納容器バウンダリ配管
		原子炉格納容器, 原子炉格納容器隔離弁, 原子炉格納容器スプレイ冷却系, 原子炉建屋, 非常用ガス処理系, 非常用再循環ガス処理系, 可燃性ガス濃度制御系	直接関連系 (原子炉格納容器隔離弁及び格納容器バウンダリ配管) <ul style="list-style-type: none"> <li>主蒸気隔離弁駆動用空気又は窒素源 (アキュムレータ, アキュムレータから主蒸気隔離弁までの配管, 弁)</li> </ul>
	6) 放射性物質の閉じ込め機能, 放射線の遮蔽及び放出低減機能		原子炉格納容器隔離弁及び格納容器バウンダリ配管 (間接関連系) <ul style="list-style-type: none"> <li>不活性ガス系</li> </ul>
			主蒸気流量制限器
			残留熱除去系 (原子炉格納容器スプレイ冷却モード) (ポンプ, 熱交換器, サプレッションプール, サプレッションプールからスプレイ先 (ドライウエル及びサプレッションプール気相部) までの配管, 弁, スプレイ・ヘッダ (ドライウエル及びサプレッションプール))
			直接関連系 (残留熱除去系 (原子炉格納容器スプレイ冷却モード)) <ul style="list-style-type: none"> <li>ポンプ ミニマフローラインの配管, 弁</li> <li>サプレッションプールストレナ</li> </ul>
			残留熱除去系 (原子炉格納容器スプレイ冷却モード) (間接関連系) <ul style="list-style-type: none"> <li>封水ポンプ及び封水ラインの配管・弁, ポンプテストライン配管・弁</li> </ul>
			非常用ガス処理系 (乾燥装置, 排風機, フィルタ装置, 原子炉建屋原子炉棟吸込口から排気筒頂部までの配管, 弁)
			直接関連系 (非常用ガス処理系) <ul style="list-style-type: none"> <li>乾燥装置 (乾燥機能部分)</li> <li>排気筒 (非常用ガス処理系排気管の支持機能)</li> </ul>
			非常用ガス処理系 (間接関連系) <ul style="list-style-type: none"> <li>フィルタ装置スペースヒータ</li> </ul>
			可燃性ガス濃度制御系 (再結合装置, 格納容器から再結合装置までの配管, 弁, 再結合装置から格納容器までの配管, 弁)
			直接関連系 (可燃性ガス濃度制御系) <ul style="list-style-type: none"> <li>残留熱除去系 (再結合装置への冷却水供給を司る部分)</li> </ul>
			遮蔽設備 (原子炉遮蔽壁, 一次遮蔽壁, 二次遮蔽壁)

		重要度分類指針		柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉		
分類	定義	機能		構築物、系統又は機器		
		1) 工学的安全施設及び原子炉停止系の作動信号の発生機能	安全保護系	原子炉緊急停止の安全保護回路		
				<ul style="list-style-type: none"> <li>・非常用炉心冷却系作動の安全保護回路</li> <li>・主蒸気隔離の安全保護回路</li> <li>・原子炉格納容器隔離の安全保護回路</li> <li>・非常用ガス処理系作動の安全保護回路</li> </ul>		
2) 安全上必要なその他の構築物、系統及び機器		2) 安全上特に重要な関連機能	非常用所内電源系、制御室及びその遮蔽、非常用換気空調系、非常用補機冷却水系、直流電源系（いずれも、MS-1関連のもの）	非常用所内電源系（ディーゼル機関、発電機、発電機から非常用負荷までの配電設備及び電路）		
				直接関連系 （非常用所内電源系）	燃料系（軽油タンク～機関）	
					始動用空気系（空気だめ～機関）	
					吸気系	
					冷却水系	
				非常用所内電源系 （間接関連系）	始動用空気系（空気圧縮機～空気だめ）、排気配管	
				中央制御室		
				中央制御室遮蔽		
				中央制御室換気空調系（放射線防護機能及び有毒ガス防護機能） （非常用再循環送風機、非常用再循環フィルタ装置、空調ユニット、送風機、排風機、ダクト及びダンパ）		
				原子炉補機冷却水系 （ポンプ、熱交換器、非常用系負荷冷却ライン配管、弁）		
				直接関連系 （原子炉補機冷却水系）	サージタンク	
				原子炉補機冷却海水系 （ポンプ、配管、弁、ストレーナ（MS-1関連））		
				直接関連系 （原子炉補機冷却海水系）	ストレーナ（異物除去機能を司る部分）	
					取水路（屋外トレンチ含む）	
				原子炉補機冷却海水系 （間接関連系）	取水路スクリーン	
				直流電源系（蓄電池、蓄電池から非常用負荷までの配電設備及び電路）		
直流電源系 （間接関連系）	充電器、蓄電池室排気系					
計測制御電源系（蓄電池から非常用計測制御装置までの配電設備及び電路）						
		1) 原子炉冷却材を内蔵する機能（ただし、原子炉冷却材圧力バウンダリから除外されている計装等の小口径のもの及びバウンダリに直接接続されていないものは除く。）	主蒸気系、原子炉冷却材浄化系（いずれも、格納容器隔離弁の外側のみ）	原子炉冷却材浄化系（原子炉冷却材圧力バウンダリから外れる部分）		
				主蒸気系		
				原子炉隔離時冷却系タービン蒸気供給ライン（原子炉冷却材圧力バウンダリから外れる部分であって外側隔離弁下流からタービン止め弁まで）		

重要度分類指針		柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉 構築物、系統又は機器			
分類	定義	機能			
PS-2	1) その損傷又は故障により発生する事象によって、炉心の著しい損傷又は燃料の大量の破損を直ちに引き起こす恐れはないが、敷地外への過度の放射性物質の放出の恐れのある構築物、系統、および機器	2) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されているものであって、放射性物質を貯蔵する機能	放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの大きいもの）、使用済燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む）		
			放射性気体廃棄物処理系（活性炭式希ガスホールドアップ装置）		
			放射性気体廃棄物処理系（間接関連系）	排ガスフィルタ、排ガス抽出器、配管・弁	
			使用済燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む）		
PS-2	2) 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に作動を要求されるものであって、その故障により炉心冷却が損なわれる可能性の高い構築物、系統及び機器	3) 燃料を安全に取り扱う機能	燃料取替機		
			原子炉建屋クレーン		
PS-2	1) 安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能	燃料取扱設備	直接関連系（燃料取扱設備）	原子炉ウエル	
			逃がし安全弁（吹き止まり機能に関連する部分）	逃がし安全弁（吹き止まり機能に関連する部分）	
MS-2	1) PS-2の構築物、系統及び機器の損傷又は故障により敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分小さくするようにする構築物、系統及び機器	1) 燃料プール水の補給機能	非常用補給水系	残留熱除去系（ポンプ、サブプレッションプール、サブプレッションプールから燃料プールまでの配管、弁）	
			直接関連系（残留熱除去系）	ポンプミニマムフローラインの配管、弁 サブプレッションプールストレナ	
			残留熱除去系（間接関連系）	封水ポンプ及び封水ラインの配管・弁、ポンプテストライン配管・弁	
		2) 放射性物質放出の防止機能	放射性気体廃棄物処理系の隔離弁、排気筒（非常用ガス処理系排気筒の支持機能以外）	放射性気体廃棄物処理系（0G系）隔離弁	排気筒（非常用ガス処理系排気筒の支持機能以外の部分）
					燃料プール冷却材浄化系の燃料プール入口逆止弁
					原子炉建屋原子炉棟
			燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系	直接関連系（原子炉建屋）	原子炉建屋常用換気空調系隔離弁
				原子炉建屋（間接関連系）	計装用圧縮空気系
				非常用ガス処理系	
				直接関連系（非常用ガス処理系）	乾燥装置（乾燥機能部分） 排気筒（非常用ガス処理系排気筒の支持機能）
非常用ガス処理系（間接関連系）	フィルタ装置スペースヒータ				

重要度分類指針		柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉				
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器			
2) 異常状態への対応上特に重要な構築物、系統及び機器	1) 事故時のプラント状態の把握機能	事故時監視計器の一部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中性子束（起動領域モニタ）</li> <li>・原子炉スクラム用電磁接触器の状態</li> <li>・制御棒位置</li> </ul>			
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉水位（広帯域、燃料域）</li> <li>・原子炉圧力</li> </ul>			
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉格納容器圧力</li> <li>・サブプレッション・プール水温度</li> <li>・原子炉格納容器エリア放射線量率</li> </ul>			
2) 異常状態の緩和機能	BWRには対象機能なし。	制御室外原子炉停止装置（安全停止に関連するもの）	<ul style="list-style-type: none"> <li>[低温停止への移行]</li> <li>・原子炉圧力</li> <li>・原子炉水位（広帯域）</li> <li>[ドライウエルスプレイ]</li> <li>・原子炉水位（広帯域、燃料域）</li> <li>・原子炉格納容器圧力</li> <li>[サブプレッション・プール冷却]</li> <li>・原子炉水位（広帯域、燃料域）</li> <li>・サブプレッション・プール水温度</li> <li>[可燃性ガス濃度制御系起動]</li> <li>・原子炉格納容器水素濃度</li> <li>・原子炉格納容器酸素濃度</li> </ul>			
			制御室外原子炉停止装置（安全停止に関連するもの）の操作回路			
1) 原子炉冷却材保持機能（PS-1, 2以外のもの）	原子炉冷却材圧力バウンダリから除外される計装等の小口径配管，弁	計装配管，弁	試料採取系配管，弁			
			ドレン配管，弁			
			ベント配管，弁			
			2) 原子炉冷却材の循環機能	原子炉再循環系	原子炉再循環ポンプ	
					原子炉再循環ポンプ（間接関連系）	制御棒駆動水圧系（ページ水）
			3) 放射性物質の貯蔵機能	放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの小さいもの）注） 液体廃棄物処理系 注）現状では，液体及び固体の放射性廃棄物処理系が考えられる。	サブプレッションプール水排水系（サブプレッションプール水サージタンク）	
					復水貯蔵槽	
					液体廃棄物処理系（低電導度廃液系，高電導度廃液系）	
					液体廃棄物処理系（間接関連系）	サンプ・ポンプ・配管・弁，ろ過脱塩装置，濃縮装置（環境放出可能水の部分は含まず），堰
					固体廃棄物処理系（冷却材浄化系沈降分離槽，使用済樹脂槽，濃縮廃液タンク，固体廃棄物貯蔵庫）	
					固体廃棄物処理系（間接関連系）	ポンプ，配管，弁
					新燃料貯蔵庫	
発電機及びその励磁装置（発電機，励磁機）	直接関連系（発電機及び励磁装置）	固定子冷却装置				
		発電機水素ガス冷却装置				
		軸密封油装置				
		励磁電源系				

重要度分類指針		柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉			
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器		
PS-3	1) 異常状態の起回事象となるものであってPS-1及びPS-2以外の構築物、系統及び機器	4) 電源供給機能（非常用を除く）	タービン， 発電機及びその励磁装置， 復水系（復水器を含む） 給水系， 循環水系， 送電線， 変圧器， 開閉所	蒸気タービン（主タービン，主要弁，配管）	
				直接関連系 （蒸気タービン）	主蒸気系（主蒸気／駆動源）
					タービン制御系
					タービン潤滑油系
				蒸気タービン （間接関連系）	蒸気乾燥器（炉内構造物），湿分分離加熱器，タービングランド蒸気系，タービン補助蒸気系
				復水系（復水器を含む）（復水器，復水ポンプ，配管／弁）	
				直接関連系 （復水系（復水器含む））	復水器空気抽出系（蒸気式空気抽出系，配管／弁）
				給水系（電動駆動給水ポンプ，タービン駆動給水ポンプ，給水加熱器，配管／弁）	
				直接関連系 （給水系）	駆動用蒸気
				循環水系（循環水ポンプ，配管／弁）	
				直接関連系 （循環水系）	取水設備（屋外トレンチを含む）
				循環水系 （間接関連系）	放水設備
				常用所内電源系（発電機又は外部電源系から所内負荷までの配電設備及び電路（MS-1関連以外））	
				直流電源系（蓄電池，蓄電池から常用負荷までの配電設備及び電路（MS-1関連以外））	
				計装制御電源系（電源装置から常用計測制御装置までの配電設備及び電路（MS-1関連以外））	
				500kV及び154kV送電線	
				変圧器（所内変圧器）	
				変圧器（起動用開閉所変圧器，起動変圧器，予備電源変圧器，工所用変圧器，共通用高圧母線，共通用低圧母線）	
				直接関連系 （変圧器）	油劣化防止装置 冷却装置
				開閉所（母線，遮断器，断路器，電路）	
5) プラント計測・制御機能（安全保護機能を除く）	原子炉制御系， 運転監視補助装置（制御棒価値ミニマイザ）， 原子炉格計装の一部， 原子炉プラントプロセス計装の一部	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉制御系（制御棒価値ミニマイザを含む）</li> <li>原子炉核計装</li> <li>原子炉プラントプロセス計装</li> </ul>			
		補助ボイラ設備（補助ボイラ，給水タンク，給水ポンプ，配管／弁）			
直接関連系 （補助ボイラ設備）	補助ボイラ用変圧器から補助ボイラ給電部までの配電設備及び電路				
所内蒸気系及び戻り系（ポンプ，配管／弁）					

		重要度分類指針	柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉			
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器			
		6) プラント運転補助機能	補助ボイラ設備、計装用圧縮空気系	計装用圧縮空気設備（空気圧縮機、中間冷却器、配管、弁）		
				直接関連系（計装用圧縮空気設備）	後部冷却器	
					気水分離器	
					空気貯槽	
				原子炉補機冷却水系（MS-1）関連以外（配管／弁）		
				タービン補機冷却水系（タービン補機冷却ポンプ、熱交換器、配管／弁）		
				直接関連系（タービン補機冷却水系）	サージタンク	
					タービン補機冷却海水系（タービン補機冷却海水ポンプ、配管／弁、ストレーナ）	
				復水補給水系（復水移送ポンプ、配管／弁）		
				直接関連系（復水補給水系）	復水貯蔵槽	
2) 原子炉冷却材中放射性物質濃度を通常運転に支障のない程度に低く抑える構築物系統及び機器	1) 核分裂生成物の原子炉冷却材中の放散防止機能	燃料被覆管	燃料被覆管			
			燃料被覆管（間接関連系）	ウォーターロッド		
				上/下部端栓		
			タイロッド			
	2) 原子炉冷却材の浄化機能	原子炉冷却材浄化系、復水浄化系	原子炉冷却材浄化系（再生熱交換器、非再生熱交換器、ポンプ、ろ過脱塩装置、配管、弁）			
原子炉冷却材浄化系（間接関連系）			制御棒駆動水圧系（バージ水）			
			復水浄化系（復水ろ過装置、復水脱塩装置、配管、弁）			
1) 運転時の異常な過渡変化があっても、MS-1, 2とあいまって事象を緩和する構築物、系統及び機器	1) 原子炉圧力上昇の緩和機能	逃がし安全弁（逃がし弁機能）、タービンバイパス弁	逃がし安全弁（逃がし弁機能）			
			直接関連系（逃がし安全弁（逃がし弁機能））	原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管		
				駆動用窒素源（アキュムレータ、アキュムレータから逃がし安全弁までの配管、弁）		
			逃がし安全弁（逃がし弁機能）（間接関連系）	高圧窒素ガス供給系		
				タービンバイパス弁		
			直接関連系（タービンバイパス弁）	原子炉圧力容器からタービンバイパス弁までの主蒸気配管		
				駆動用油圧源（アキュムレータ、アキュムレータからタービンバイパス弁までの配管、弁）		
			タービンバイパス弁（間接関連系）	駆動用油圧系		
	2) 出力上昇の抑制機能	原子炉冷却材再循環系（再循環ポンプトリップ機能）、制御棒引抜監視装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉再循環制御系</li> <li>制御棒引抜阻止インターロック</li> <li>選択制御棒挿入系の操作回路</li> </ul>			
			制圧棒駆動水圧系（ポンプ、復水貯蔵槽、復水貯蔵槽から制圧棒駆動機構までの配管及び弁）			
	直接関連系（制圧棒駆動水圧系）	ポンプサクションフィルタ				
ポンプミニマムフローライン配管、弁						

重要度分類指針		柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉			
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器		
MS-3		3) 原子炉冷却材の補給機能	制御棒駆動水圧系, 原子炉隔離時冷却系	原子炉隔離時冷却系 (ポンプ, タービン, 復水貯蔵槽, 復水貯蔵槽から注入先までの配管, 弁) 直接関連系 (原子炉隔離時冷却系) タービンへの蒸気供給配管, 弁 ポンプミニマムフローライン配管, 弁 潤滑油冷却器及びその冷却器までの冷却水供給配管 原子炉隔離時冷却系 (間接関連系) 復水補給水系 (封水機能), ポンプテストライン配管・弁, 注水ライン試験可能逆止弁試験装置, タービン軸封装置, タービン/ポンプ室空調機	
		4) 原子炉冷却材の再循環流量低下の緩和機能	原子炉冷却材再循環ポンプMGセット	原子炉冷却材再循環ポンプMGセット	
		5) タービントリップ	BWRには対象機能なし。		
		2) 異常状態への対応上必要な構築物, 系統及び機器	1) 緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能	原子力発電所緊急時対策所, 試料採取系, 通信連絡設備, 放射能監視設備, 事故時監視計器の一部, 消火系, 安全避難通路, 非常用照明	免震重要棟内緊急時対策所, 3号炉原子炉建屋内緊急時対策所
					直接関連系 (免震重要棟内緊急時対策所, 3号炉原子炉建屋内緊急時対策所)
試料採取系 (異常時に必要な下記の機能を有するもの, 原子炉冷却材放射性物質濃度サンプリング分析, 原子炉格納容器雰囲気放射性物質濃度サンプリング分析)					
通信連絡設備 (1つの専用回路を含む複数の回路を有する通信連絡設備)					
放射能監視設備					
事故時監視計器の一部					
消火系 (水消火設備, 泡消火設備)					
消火系 (二酸化炭素消火設備, 等)					
直接関連系 (消火系)	圧力調整用消火ポンプ, 電動駆動消火ポンプ, ディーゼル駆動消火ポンプ ろ過水タンク 火災検出装置 (受信機含む) 防火扉, 防火ダンパ, 耐火壁, 隔壁 (消火設備の機能を維持担保するために必要なもの)				
安全避難通路					
直接関連系 (安全避難通路)	安全避難用扉				
安全避難通路 (間接関連系)	誘導灯, 標識				
非常用照明					



## 区分分離の設計方針(補足説明)

## (1) 内的エネルギー

内的エネルギーとしては、「配管内の高エネルギー」と「回転機器の回転エネルギー」がある。  
これらエネルギーに対しての分離設計に対するクライテリアを下表に示す。

機器	設計方針
配管の損傷において影響がある機器	(格納容器内) パイプホップ評価を行い、配管の破断により安全機能が損なわれないような配置設計(必要に応じてパイプホップレストレイントを設置)とする。
	(格納容器外) 系統区分を考慮した配置とし、安全上重要な系統及び機器については、原則、各区分ごとに障壁による分離配置を行い、配管の破断配管と分離する設計とする。
回転機器の損傷において影響がある機器	(タービンミサイル) ・「タービンミサイル評価について」(昭和52年7月20日原子力委員会原子炉安全専門審査会)に基づきタービンミサイル評価を行い、使用済燃料プールへの落下確率が $10^{-7}$ /年以下であるように配置上の考慮を行う。 ・タービンミサイルが貫通しない障壁を設ける設計とする。
	(その他ポンプ、モータ等のインターナルミサイル) ・ポンプ、モータ、タービン(RCIC系、給水系)などの異常によりミサイルが発生する確率が $10^{-7}$ /年以下であること。 ・上記が不可能な場合には、安全上重要な系統、機器へのミサイル落下確率(破損に至らしめる確率)が $10^{-7}$ /年以下であること。 ・上記が不可能な場合には、離隔壁を追加すること。

## (1-1) 内的エネルギー（配管の損傷）

配管の損傷においては、高温、高圧の配管系が不特定の原因により破断した際に起きる配管のむち打ち現象（パイプホイップ）による安全機能への影響を考慮する。配置設計、配管応力及びジェット力を踏まえて、配管破断時に安全上の設計要求を満足する設計とする。

### <安全上の設計要求>

破断を想定した以外のRPVバウンダリを構成するECCS等配管およびSRV排気管を含むADS機能によりプラントが安全に停止できること

機器	設計方針
配管の損傷において影響がある機器	(格納容器内) <u>パイプホイップ</u> 評価を行い、配管の破断により安全機能が損なわれないような配置設計（必要に応じてパイプホイップレストレイントを設置）とする。
	(格納容器外) 系統区分を考慮した配置とし、安全上重要な系統及び機器については、原則、各区分ごとに <u>障壁による分離配置</u> を行い、配管の破断配管と分離する設計とする。

### <PCV外での障壁による分離例>

MSTンネル室



原子炉建屋1階

MSTンネル室での配管の破断を考慮した場合、区分Ⅱ、区分Ⅲの安全機能に影響がないよう障壁による分離配置が達成されている。

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

## 【補足:パイプホイップ評価(1/2)】

### ＜パイプホイップ評価の基本方針＞

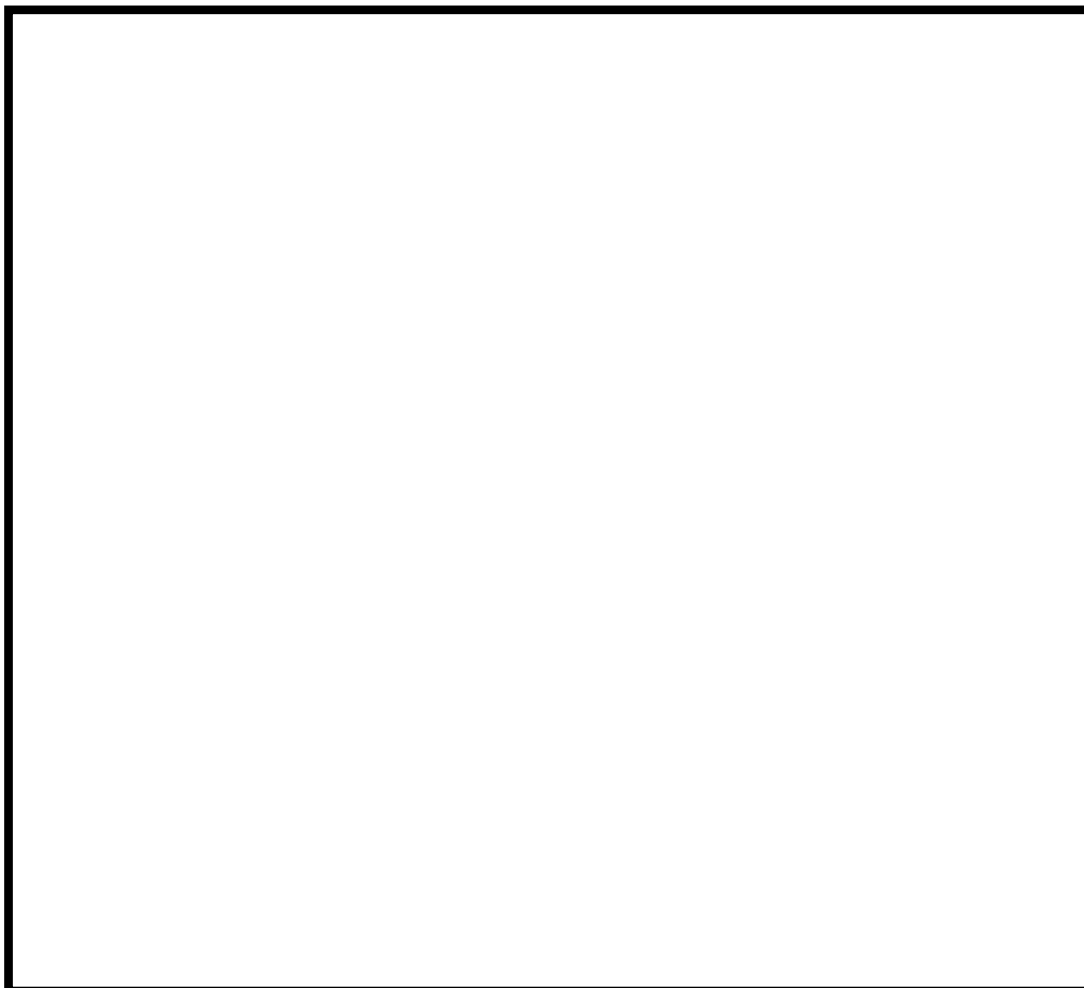
- ①配管系のうち、**高エネルギー配管**の応力評価を踏まえ、破断箇所を特定する。
- ②配管破断時のパイプホイップによる防護対象設備への影響を評価する。
- ③影響が想定される場合は**パイプホイップレストレイント**を設置する。
- ④最終的な配置設計を踏まえて安全上の要求を満足していることの確認を行う。

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

#### ＜高エネルギー配管の定義＞

プラントの通常運転圧力、および温度の最高値が、それぞれ19.3kg/cm<sup>2</sup>(275psig)を超えるか、または93.3℃(200° F)を超える配管。ただし、プラントの通常運転中、その系統が運転されている時間に対して、上記圧力または温度を超える時間が、2%以下の系統の配管は、低エネルギー配管とみなす。

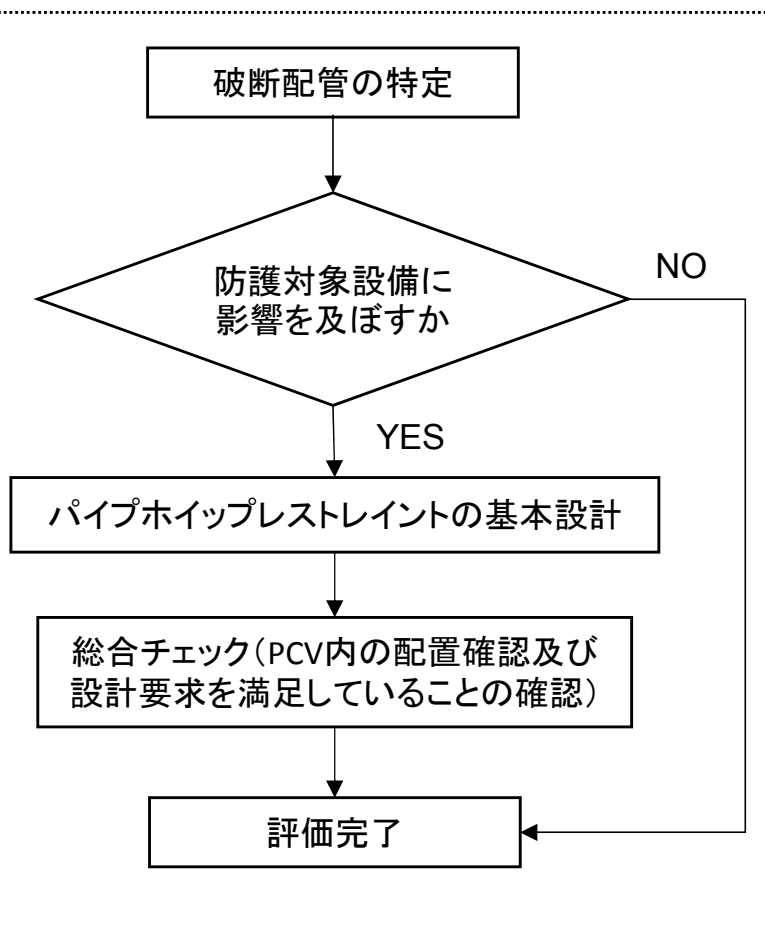
区域	高エネルギー配管
格納容器外	主蒸気系配管
	給水系配管
	原子炉隔離時冷却系配管
	原子炉冷却材浄化系配管
	制御棒駆動水圧系配管
格納容器内	主蒸気系配管
	給水系配管
	残留熱除去系配管
	高圧炉心注水系配管
	原子炉隔離時冷却系配管
	原子炉冷却材浄化系配管
	制御棒駆動水圧系配管
	ほう酸水注入系配管



格納容器内高エネルギー配管の鳥瞰図の例

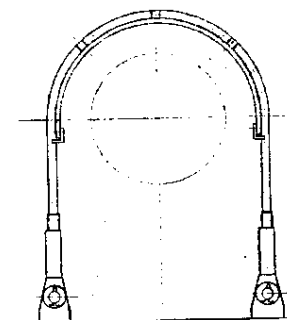
## 【補足:パイプホイップ評価(2/2)】

### ＜概略フローチャート＞



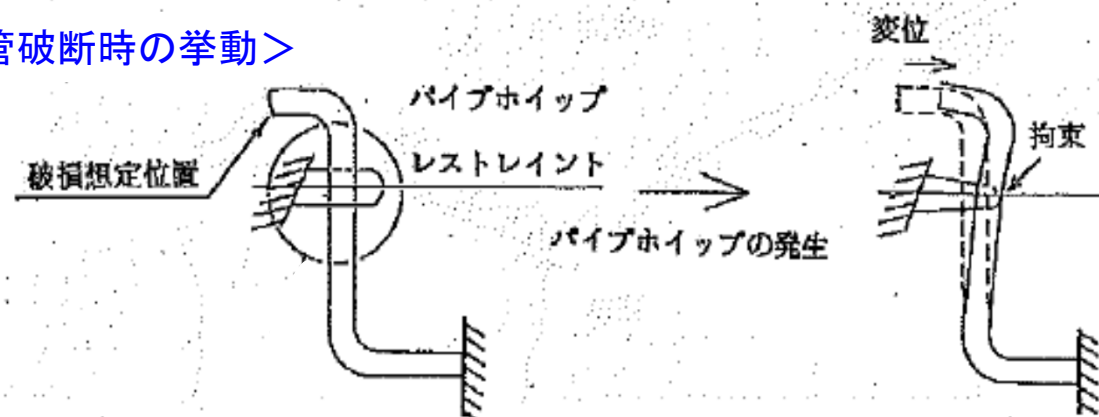
### ＜パイプホイップレストレイント＞

パイプホイップから防護対象設備を防護するためのU字型のレストレイント。破断配管のむち打ち変位を拘束すること及びエネルギーの吸収を目的とする。



パイプホイップレストレイントの構造

### ＜配管破断時の挙動＞



【通常時】

【配管破断時】

上記方針にてパイプホイップレストレイントを設置することにより、PCV内でのパイプホイップ時について安全上の設計要求を満足していることを確認。

## (1-2) 内的エネルギー（回転機器の損傷）

機器	設計方針
回転機器の損傷において影響がある機器	<p>（タービンミサイル）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「タービンミサイル評価について」（昭和52年7月20日原子力委員会原子炉安全専門審査会）に基づきタービンミサイル評価を行い、使用済燃料プールへの落下確率が<math>10^{-7}</math>/年以下であるように配置上の考慮を行う。</li> <li>・タービンミサイルが貫通しない障壁を設ける設計とする。</li> </ul>
	<p>（その他ポンプ，モータ等のインターナルミサイル）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ポンプ，モータ，タービン（RCIC系，給水系）などの異常によりミサイルが発生する確率が<math>10^{-7}</math>/年以下であること。</li> <li>・上記が不可能な場合には，安全上重要な系統，機器へのミサイル落下確率（破損に至らしめる確率）が<math>10^{-7}</math>/年以下であること。</li> <li>・上記が不可能な場合には，離隔壁を追加すること。</li> </ul>

## 【補足：タービンミサイル】

高速回転機器の破損によって破損する飛散物の評価については、「タービンミサイル評価について」(昭和52年7月20日原子力委員会原子炉安全専門審査会)に基づき評価する。

### ＜評価対象施設＞

- a.タービンミサイル発生及びこれに付随して生ずる異常状態後のプラント安全停止に必要なもの
- b.内蔵する放射性物質のインベントリが大きく損傷した場合、敷地外への過度の放射性物質放出の恐れがあるもの

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

評価対象施設			損傷確率評価
a	(a)	原子炉停止系	配置的に分離されているための評価対象外
	(b)	逃がし安全弁または自動減圧系(手動逃がし機能)	
	(c)	隔離時冷却系または高圧注入系	
	(d)	残留熱除去系(停止時冷却モード)	
	(e)	非常用所内電源系	
	(f)	制御室	
b	(g)	原子炉格納容器と原子炉冷却材圧力バウンダリの同時破損	厚さ2mの遮蔽壁で防護されているため評価対象外
	(h)	使用済燃料プール	評価対象

図 タービンミサイルを防止する設計

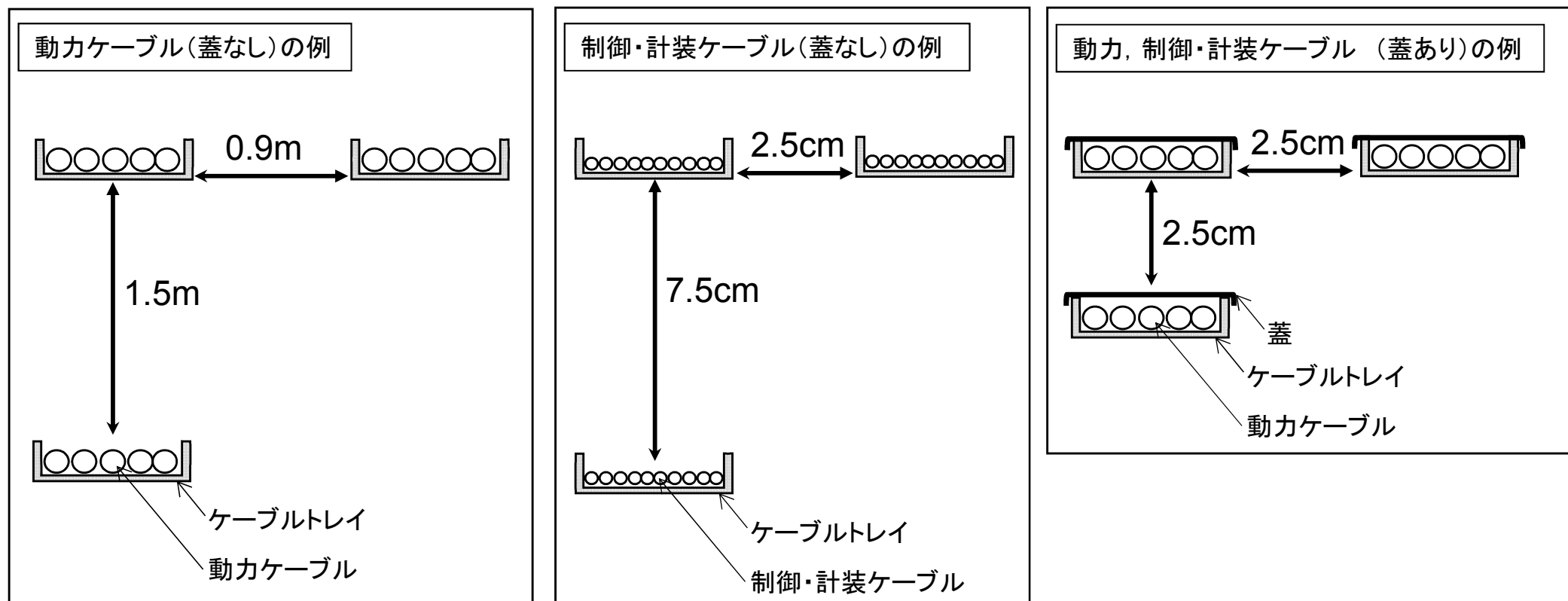
### ＜タービンミサイル評価＞

使用済燃料プールへの落下確率が $10^{-7}$ /年以下であるように配置上の考慮を行う

## (2) 火災において影響がある機器 (距離による分離)

### ● ケーブルの分離

IEEE384-1992に基づく離隔距離により分離する設計とする。





## (2) 火災において影響がある機器(障壁による分離)

### ●補機の分離

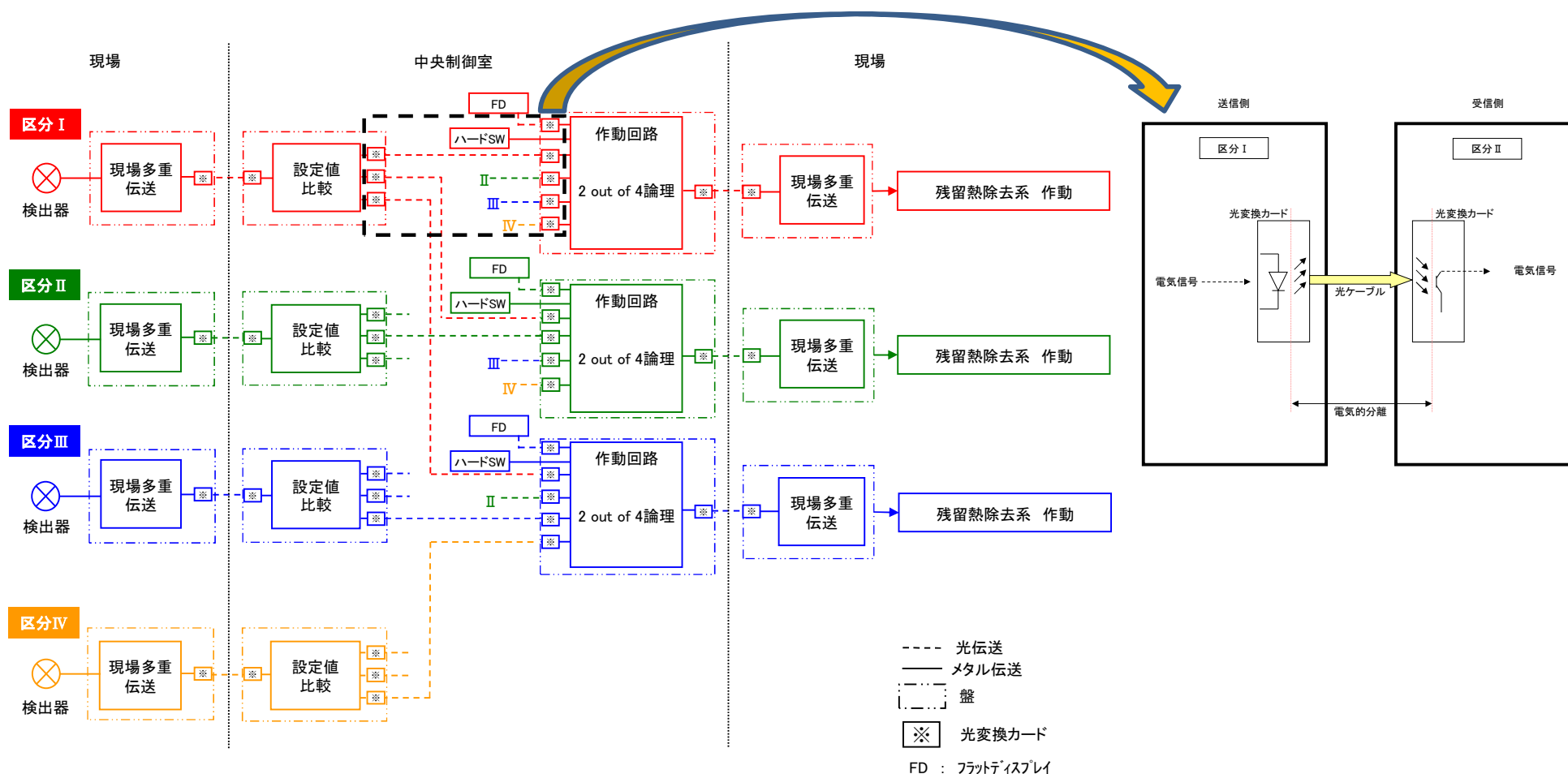
耐火障壁等により分離する設計とする(例:RHR系ポンプ)。

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

### (3) 隔離装置 (1 / 2)

#### ● 光変換カードによる分離

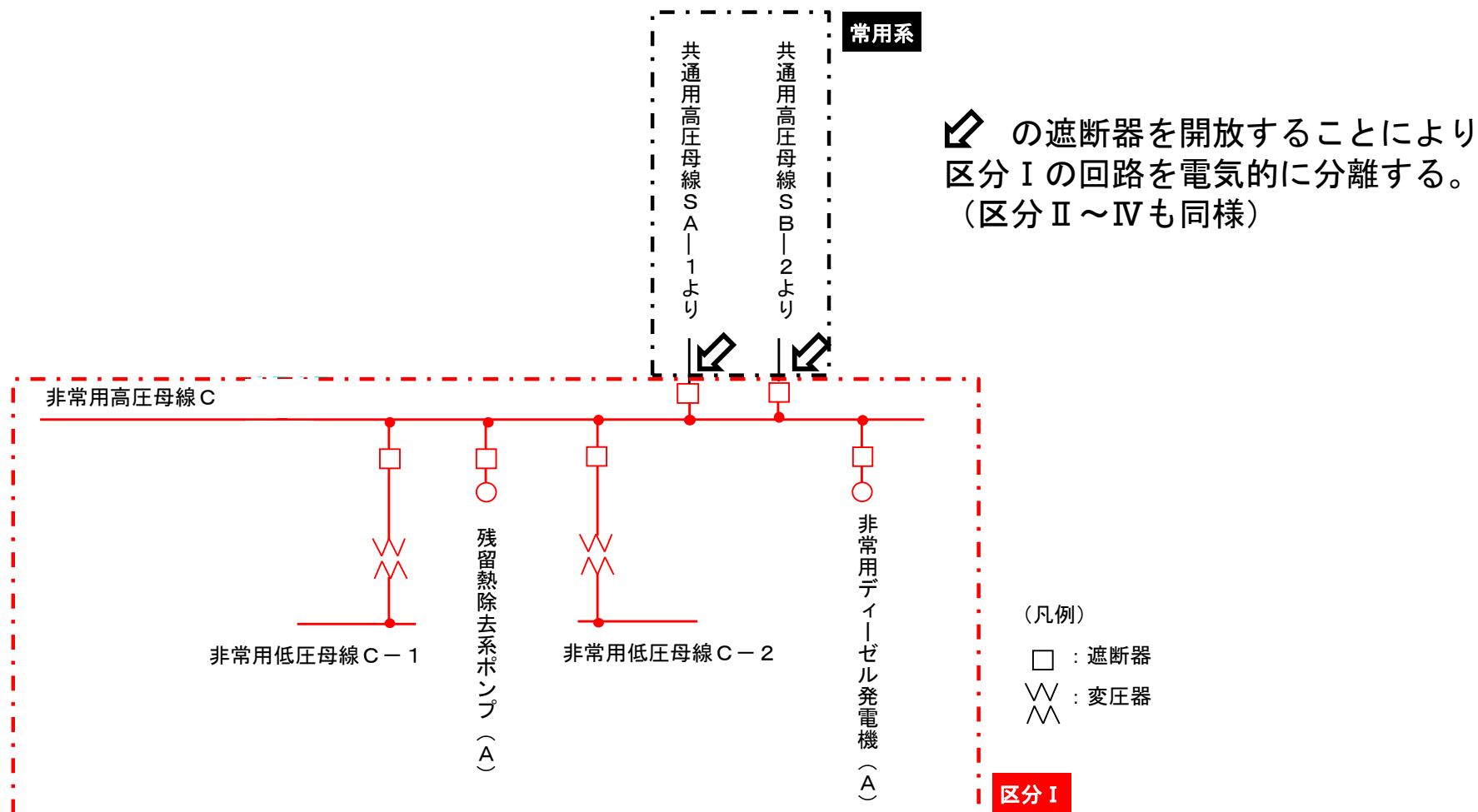
一方の回路で短絡，地絡等の故障が生じた場合でも，他方の回路の安全機能に影響を与えないように，光変換カードによって電気信号を光に変換して伝送を行うことで電氣的に分離する設計とする。



### (3) 隔離装置 (2/2)

#### ● 遮断器による分離

他の回路に過電流が生じた場合でも、当該回路の安全機能に影響を与えないように、電気回路の接点を開放することにより電氣的に分離する設計とする。



## (4) 溢水(1/4)

(A) 同一機能内での区分分離(独立性の確保)

(共通)

(B) 異なる機能間での区分分離(機能的隔離及び物理的分離)

溢水の発生要因(想定破損, 消火等, 地震起因)ならびに溢水影響モード(没水, 被水, 蒸気曝露)それぞれに対し、『溢水の発生防止』※1『溢水の拡大防止』※2『溢水の影響防止』※3の3方策を適切に組み合わせることにより, 複数の安全区分が同時に機能喪失しないよう設計している。

※1 溢水の発生防止対策例 : 耐震性強化, 隔離運用等

※2 溢水の拡大防止対策例 : 止水処理, 検知器の設置等

※3 溢水の影響防止対策例 : 機能喪失判定値の向上, 防護対象設備移設等

## (4) 溢水 (2 / 4)

### 【発生要因】

#### 【想定破損】

: 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水

- 水, 油, 蒸気を内包する設備(系統)を溢水源として想定
- 発生箇所は溢水源が存在する区画で, 単一箇所での発生を想定

#### 【消火等】

: 発電所内で生じる異常状態(火災を含む)の拡大防止のために設置される系統からの放水による溢水

- PCVスプレイによる放水, 消火栓からの放水を溢水源として想定
- 発生箇所は, PCVスプレイはPCV内, 消火栓からの放水は火災発生時に消火栓による消火活動を行う区画
- ガス消火設備や消火器等を用いて消火活動を行うことを前提としている区画は, 消火栓からの放水を想定しない

#### 【地震起因】

: 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水

- 耐震B,Cクラスに分類され, 基準地震動による地震力に対して耐震性が確保されてることを確認していない設備を溢水源として想定
- また, 地震に伴い発生する津波, SFPからのスロッシング水も溢水源として想定
- 全て同時に発生することを想定

# (4) 溢水 (3 / 4)

## 【具体的評価例】

● 想定破損による没水影響評価の実施(具体的な評価実施例)

### 評価ケースの設定

➢ 溢水発生区画

: K7 原子炉建屋地下1階パイプスペース(A)室 (R-B1-13)

➢ 溢水源

: 同区画内に存在する溢水源の中で溢水量が最大のものを代表溢水源に設定

存在する溢水源	溢水量(m3)	代表溢水源
FPC	96	
MUWC	149	
RHR	279	○
RCIC	126	
MUWP	188	

● 想定破損による没水影響評価の実施(具体的な評価実施例)

### 伝播範囲図



R-B1-2

● 想定破損による没水影響評価の実施(具体的な評価実施例)

### 伝播範囲図



R-B2-5

R-B2-2

● 想定破損による没水影響評価の実施(具体的な評価実施例)

### 伝播範囲図



R-B3-13

R-B3-4

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

# (4) 溢水 (4 / 4)

## 【具体的評価例】

● 想定破損による没水影響評価の実施 (具体的な評価実施例)

### 防護対象設備の機能喪失判定

溢水防護区画	溢水防護対象設備	区分	溢水水位(m)	機能喪失高さ(m)	判定	
					没水	被水※1
R-B3-13	サブプレッションプール浄化系ポンプ(G51-C001)	I	0.45	0.26	×	-
	サブプレッションプール浄化系ポンプ室空調機 (U41-B115)	I		0.14	×	-
R-B3-6	原子炉隔離時冷却系ポンプ (E51-C001)	I	3.00	1.02	×	○
	原子炉隔離時冷却系蒸気タービン用主油ポンプ (E51-C005)	I		1.02	×	○
	原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用蒸気タービン (E51-C002)	I		1.02	×	○
	原子炉隔離時冷却系復水ポンプ(E51-C003)	I		0.24	×	○
	原子炉隔離時冷却系真空ポンプ(E51-C004)	I		0.24	×	○
	原子炉隔離時冷却系弁 (E51-MO-F012)	I		1.41	×	○
	原子炉隔離時冷却系ポンプ吐出流量(E51-FT-006)	I		0.69	×	○
	原子炉隔離時冷却系弁 (E51-MO-F037)	I		3.01	○	○
	原子炉隔離時冷却系弁 (E51-MO-F400)	I		2.16	×	○
	原子炉隔離時冷却系弁 (E51-MO-F001)	I		3.87	○	○
原子炉隔離時冷却系弁 (E51-MO-F006)	I	1.53	×	○		
原子炉隔離時冷却系弁 (E51-AO-F031)	I	0.34	×	○		
原子炉隔離時冷却系弁 (E51-AO-F032)	I	0.34	×	○		
原子炉隔離時冷却系弁 (E51-HO-F401)	I	1.09	×	○		



● 想定破損による没水影響評価の実施 (具体的な評価実施例)

### 防護対象設備の機能喪失判定

溢水防護区画	溢水防護対象設備	区分	溢水水位(m)	機能喪失高さ(m)	判定	
					没水	被水※1
R-B3-5	残留熱除去系ポンプ(A) (E11-C001A)	I	2.22	0.55	×	○
	残留熱除去系弁 (E11-MO-F001A)	I		2.20	×	○
	残留熱除去系弁 (E11-MO-F012A)	I		1.77	×	○
	残留熱除去系弁 (E11-MO-F013A)	I		3.26	○	○
	残留熱除去系弁 (E11-MO-F004A)	I		4.02	○	○
	残留熱除去系熱交換器入口温度(E11-TE-006A)	I		2.30	○	○
	残留熱除去系ポンプ(A)室空調機(U41-B103)	I		0.26	×	○
	原子炉水位 (B21-LT-006A)	-		0.50	×	-
	残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008A-2)	I		0.68	×	-
	サブプレッションプール水位 (E22-LT-010A)	-		0.50	×	-
R-B3-2	サブプレッションプール水位 (E22-LT-010D)	-	1.77	0.47	×	-

※1: 上階からの溢水伝播がある場合は被水による影響も評価する。無い場合は評価不要とし、「-」で示す。(「5.3 想定破損による被水影響評価」参照)

※2: 通路部においては、ゆらぎの効果(0.05m)も考慮する。(補足説明資料17参照)

● 想定破損による没水影響評価の実施 (具体的な評価実施例)

### 判定

- 一部の防護対象設備の機能に影響を及ぼすものの、同一の安全機能を有する他の系列の機器(残留熱除去系(B)系等)の機能は維持される
- 従って、原子炉の停止機能、冷却機能及び放射性物質の閉じ込め機能が維持されるとともに、使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能が維持されることから、判定基準を満足する

原子炉施設												
分類	a.止める						b.冷やす			d.閉じ込める		
安全機能	緊急停止機能	水漏れ維持機能	原子炉隔離時高圧注水	低圧注水/冷温停止機能	注力逃がし機能		格納容器除熱機能			放射性物質閉じ込め機能(構造)	格納容器内の可燃性ガス削減機能	
機能判定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
系統機器	水圧制御ユニット	水圧制御ユニット	原子炉隔離時冷却系	高圧炉心注水	残留熱除去系	自動減圧安全弁	残留熱除去系(サブプレッションプール冷却モード)	格納容器スプレッド冷却系(B)系	格納容器スプレッド冷却系(B)系	非常用ガス処理系	可燃性ガス濃度制御系	
区分	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)	(A)	(B)
判定	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○

原子炉施設												
分類	e.サポート系											
安全機能	格納容器冷却水機能/冷却用海水供給機能	非常用電源機能	原子炉制御室非常用換気空調機能	直接関連系	事故時状態記録							
機能判定	○	○	○	○	○	○						
系統機器	原子炉隔離時冷却水系/原子炉隔離時冷却水	非常用交流電源/直流電源/制御室用直流電源/非常用電圧区分換気空調系	中央制御室換気空調系	換気空調設備非常用冷却系	格納容器冷却系	事故時対策						
区分	(A)	(B)	(C)	(A)	(B)	(A)						
判定	○	○	○	○	○	○						

使用済燃料プール					
分類	e.プール冷却		f.プールへの給水		g.f.
安全機能	冷却機能		注水機能		監視機能
機能判定	○		○		○
系統機器	燃料プール冷却浄化系	残留熱除去系	サブプレッションプール	残留熱除去系	監視機能
区分	(A)	(B)	(C)	SPCI	(A)
判定	○	×	○	×	○

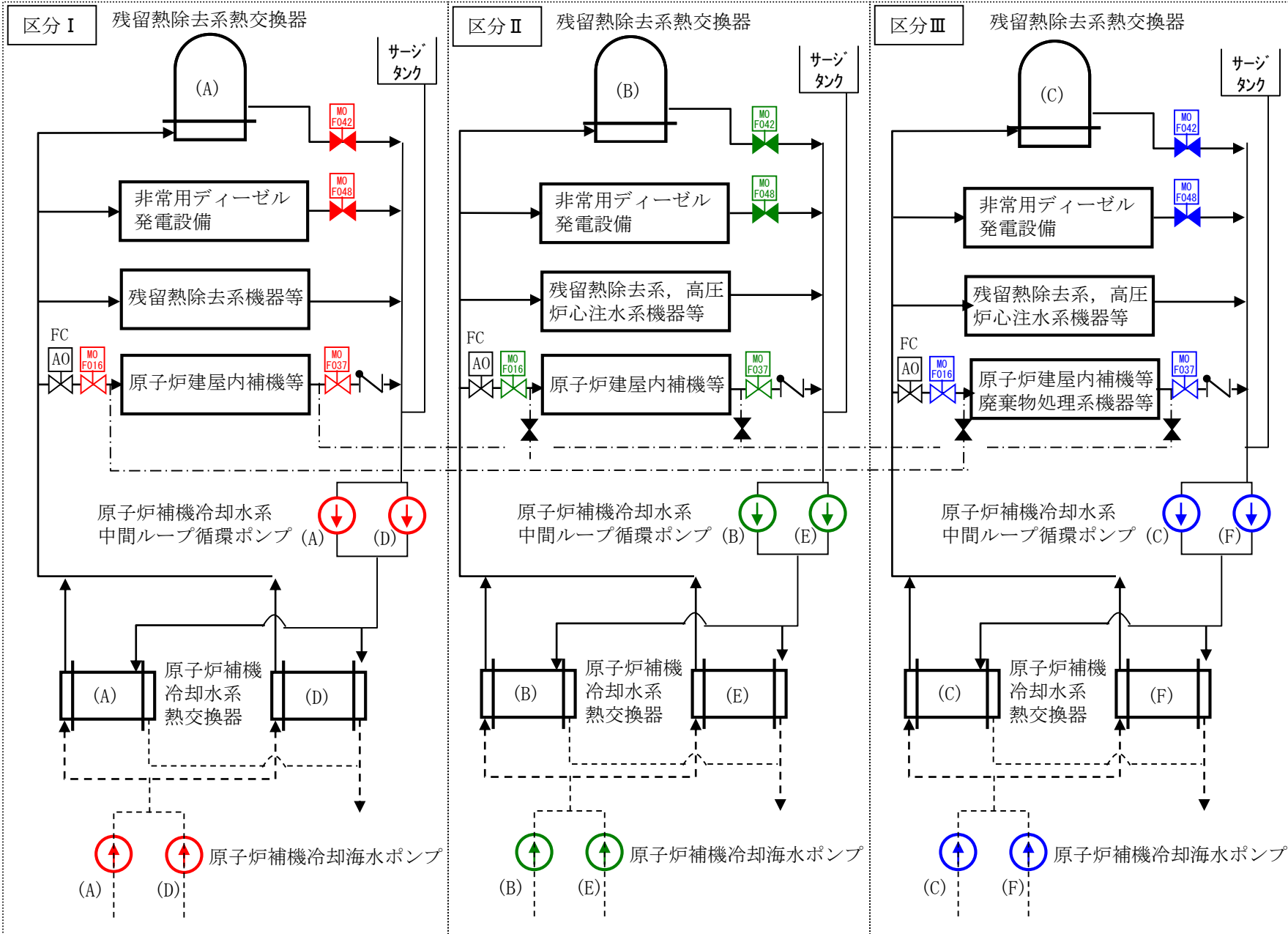
機能喪失した系統

参考3

RHR関連概要図

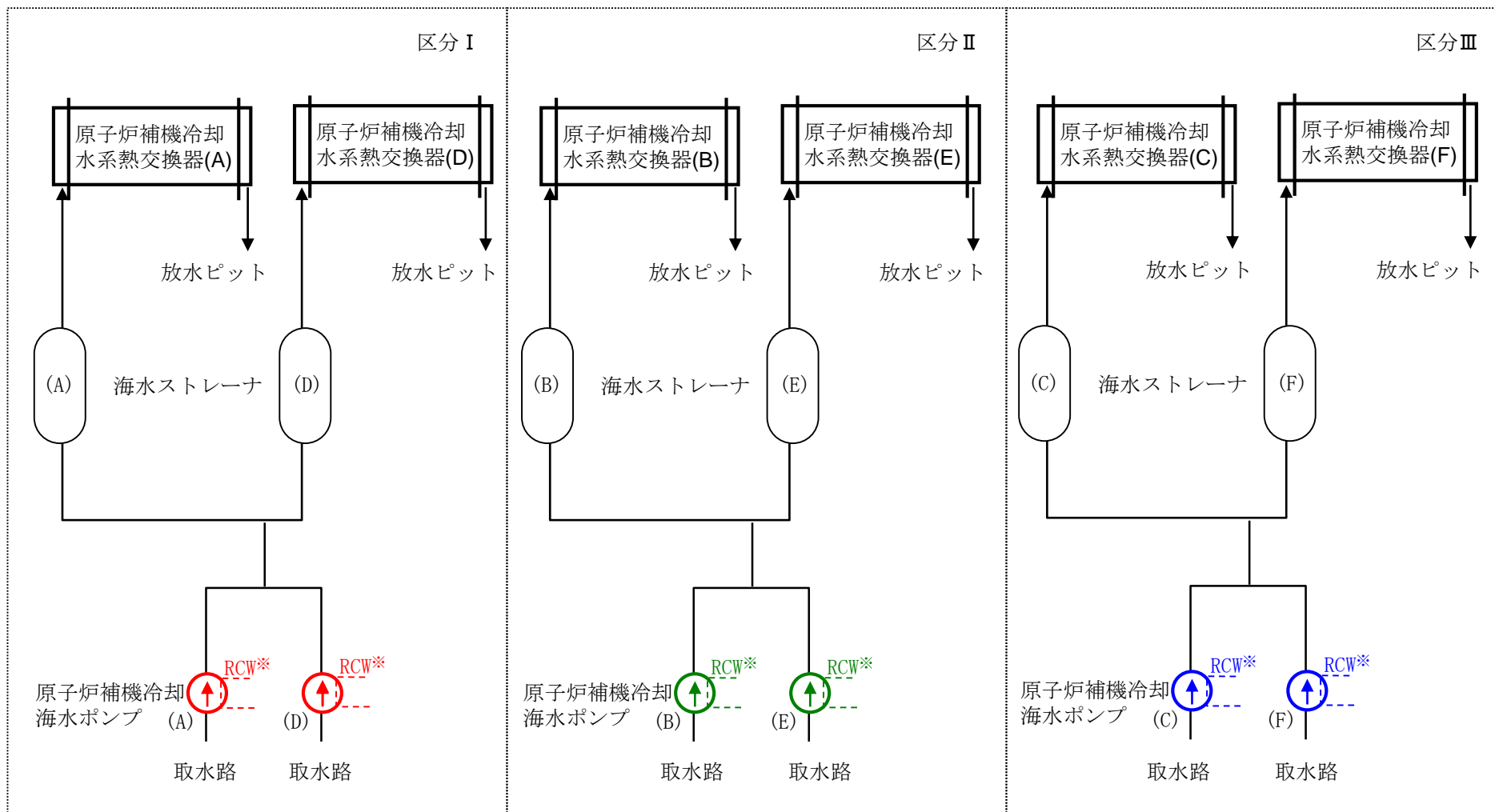






— 区分 I 電源供給     
 — 区分 II 電源供給     
 — 区分 III 電源供給     
 - - - - タイライン

**RCW系 系統図**



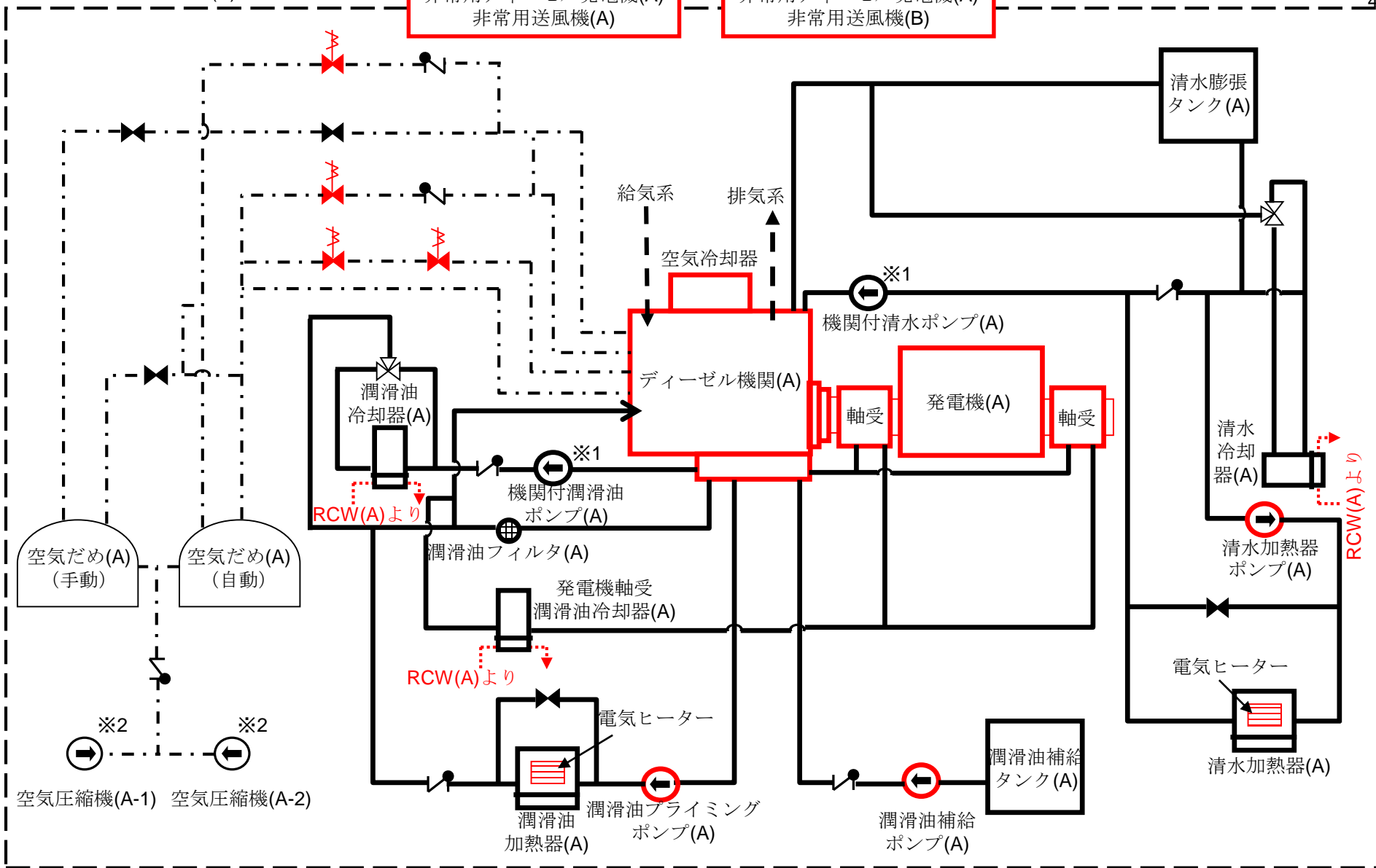
※ RCW：原子炉補機冷却水系

— 区分 I 電源供給

— 区分 II 電源供給

— 区分 III 電源供給

R S W系 系統図



--- : 始動空気系

— : 区分 I より電源供給  
(ディーゼル発電機(A)起動後は、ディーゼル発電機(A)より電源供給)

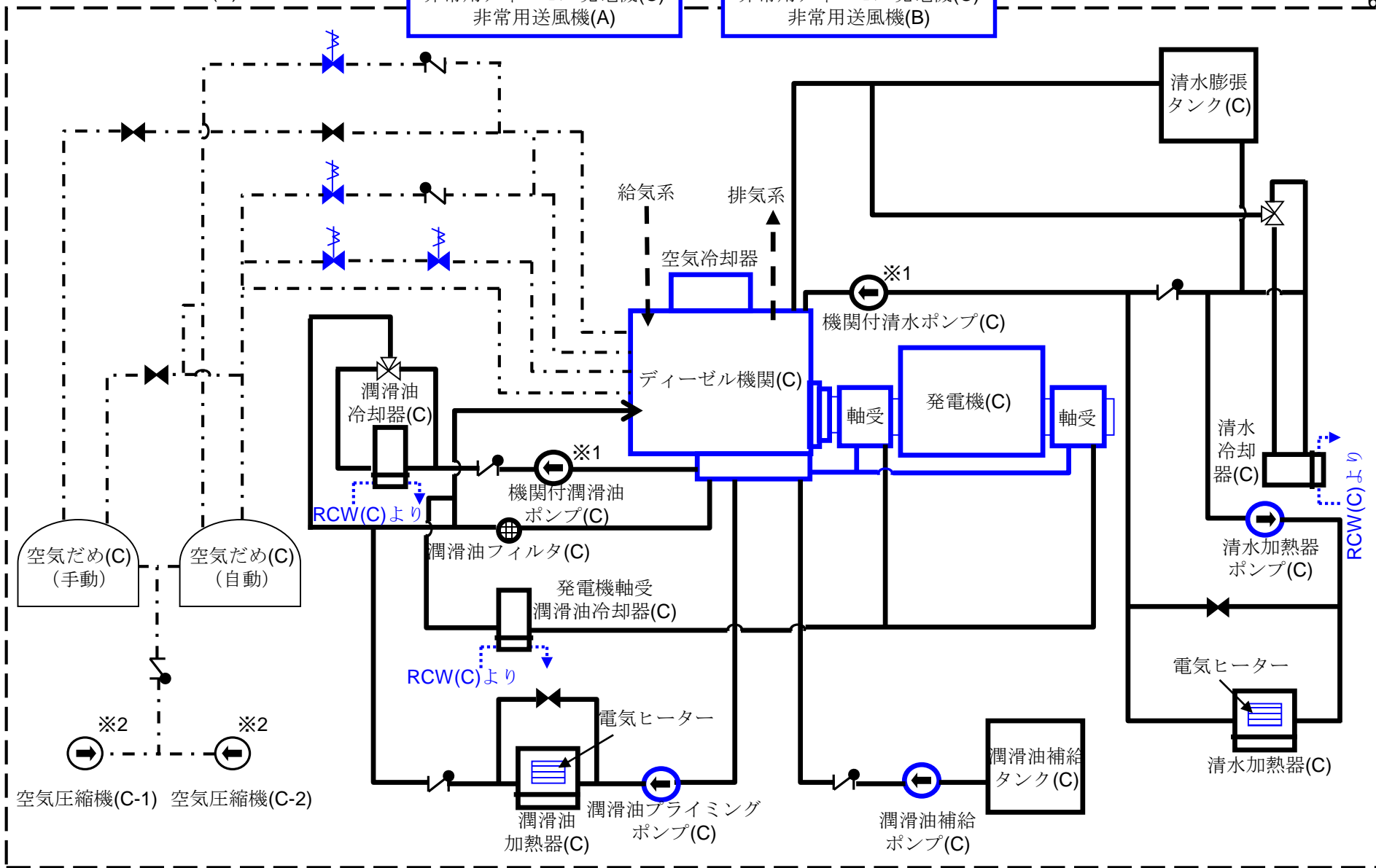
※1: ディーゼル機関の軸動力にて駆動

RCW: 原子炉補機冷却水系

※2: ディーゼル機関運転には必須とならない設備

非常用ディーゼル発電機 (A) 系統図



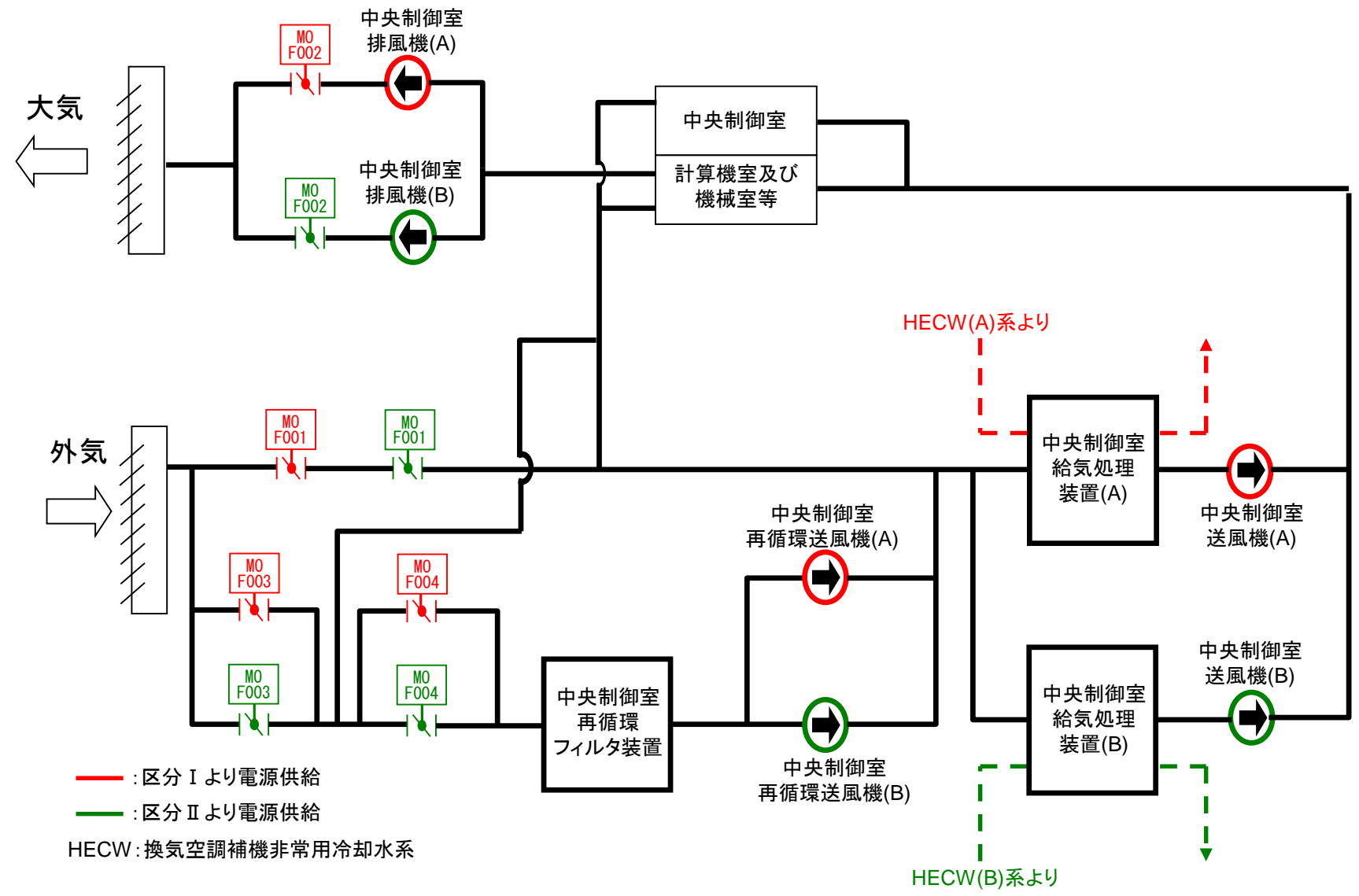


--- : 始動空気系

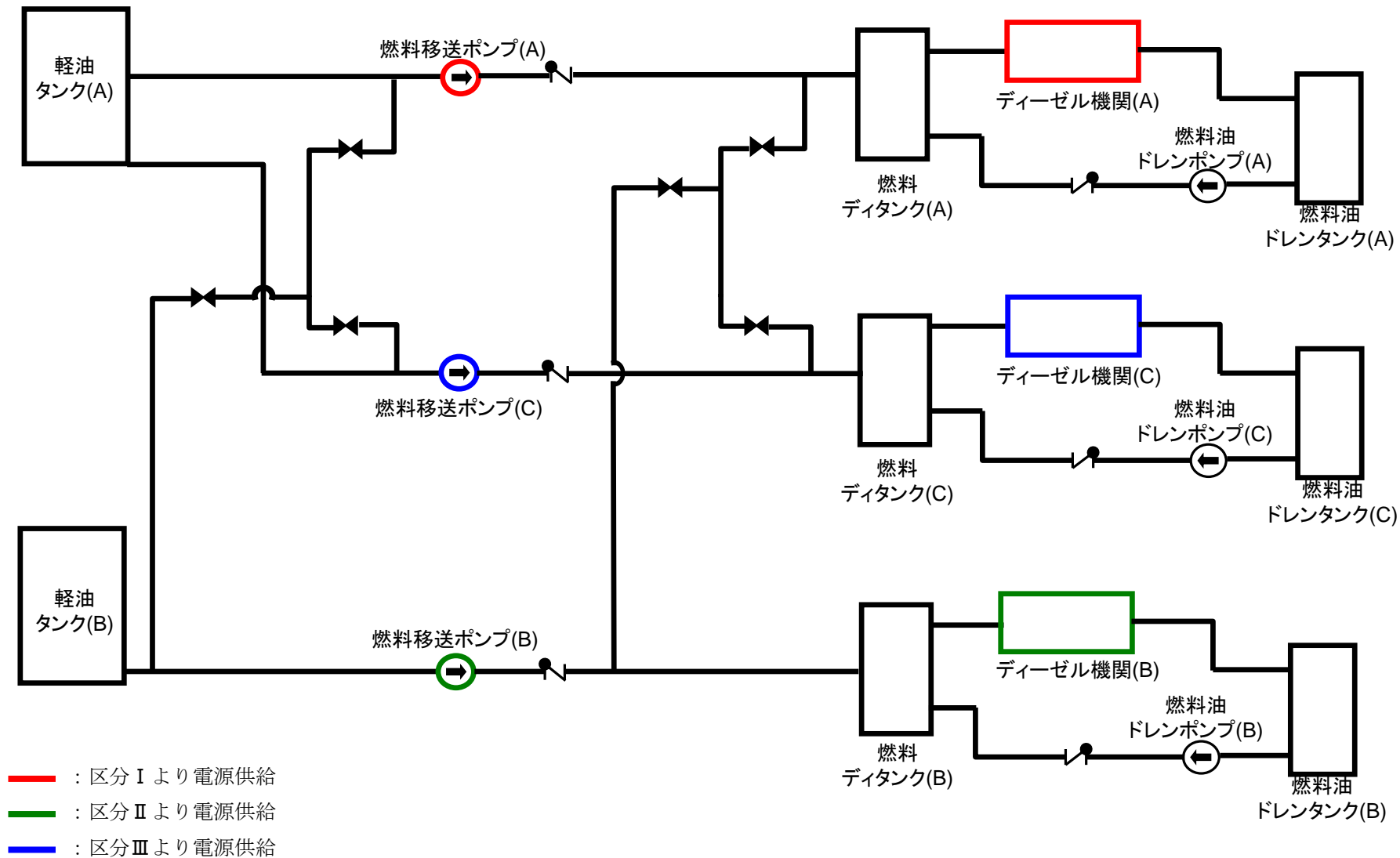
— : 区分Ⅲより電源供給  
(ディーゼル発電機(C)起動後は、ディーゼル発電機(C)より電源供給)

※1: ディーゼル機関の軸動力にて駆動      RCW: 原子炉補機冷却水系  
※2: ディーゼル機関運転には必須とならない設備

非常用ディーゼル発電機 (C) 系統図

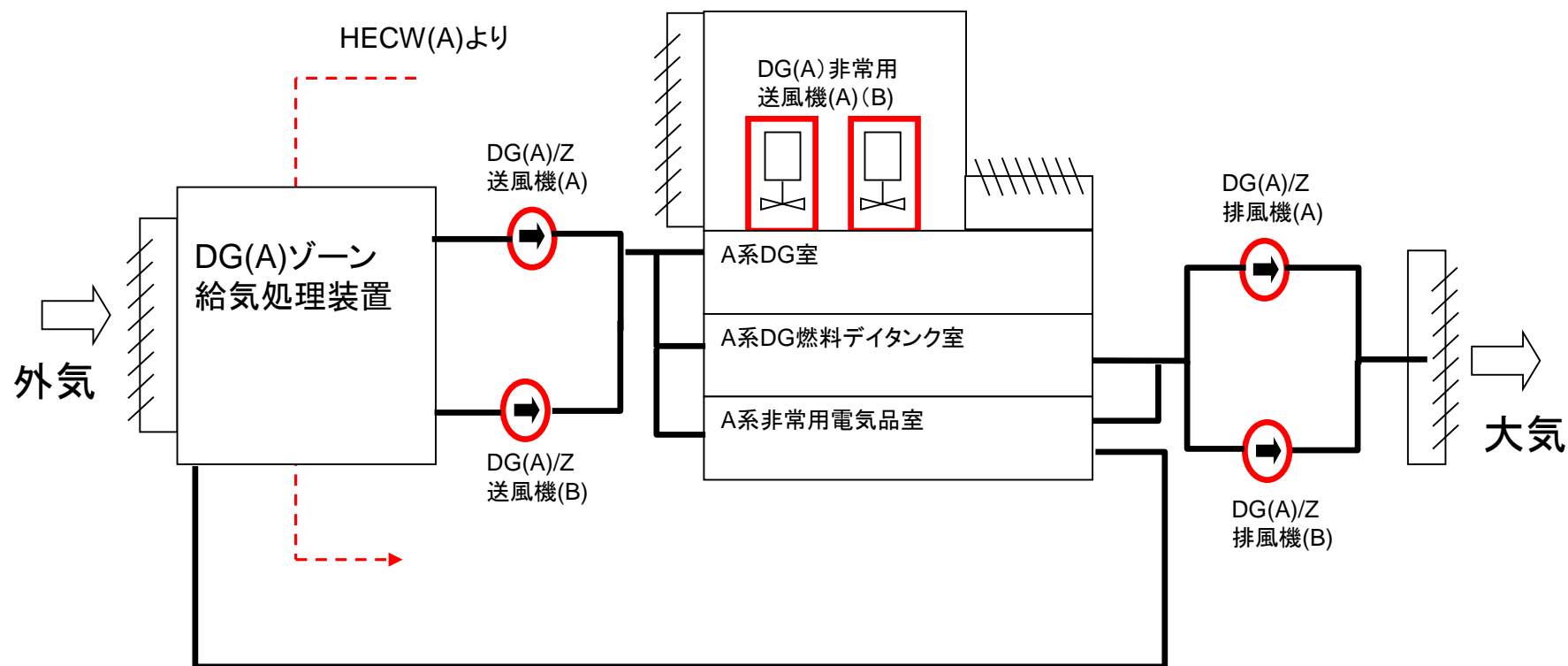


中央制御室換気空調系 系統図



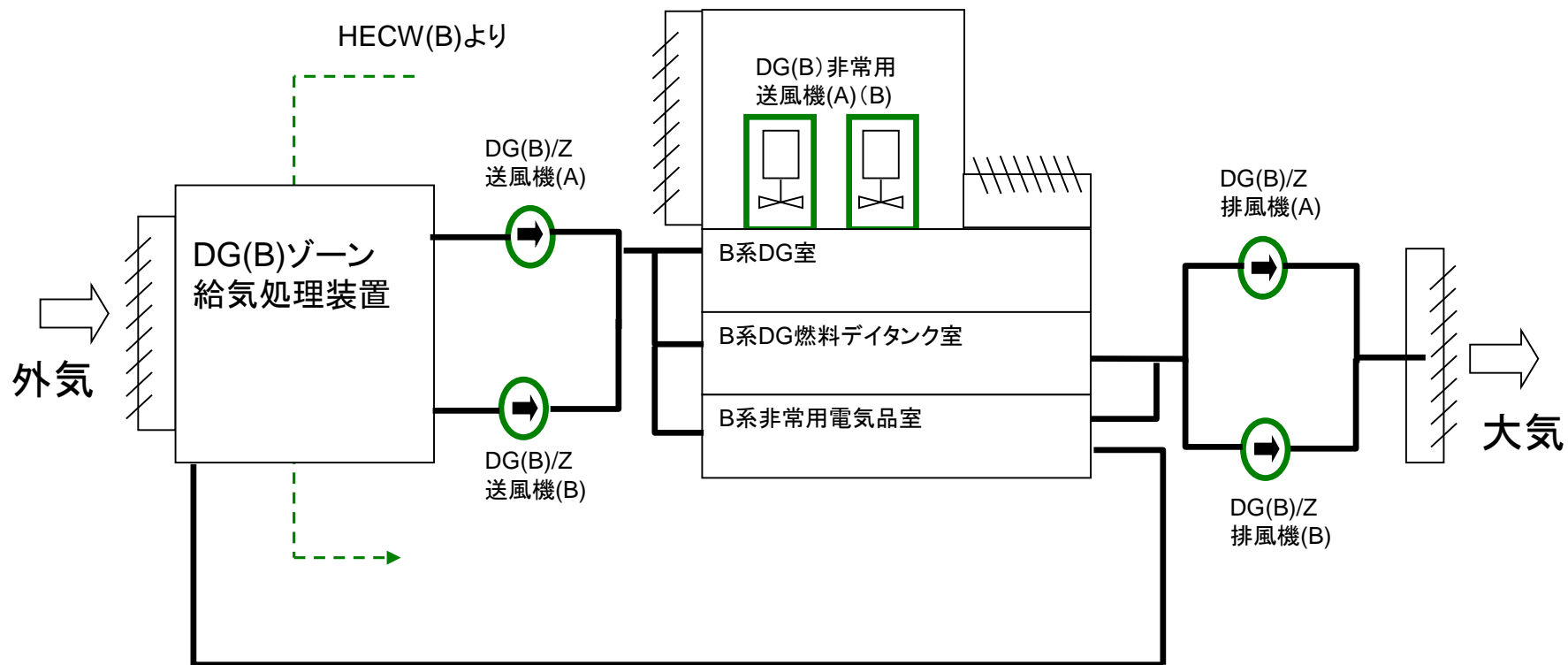
非常用ディーゼル発電設備燃料移送系 系統図





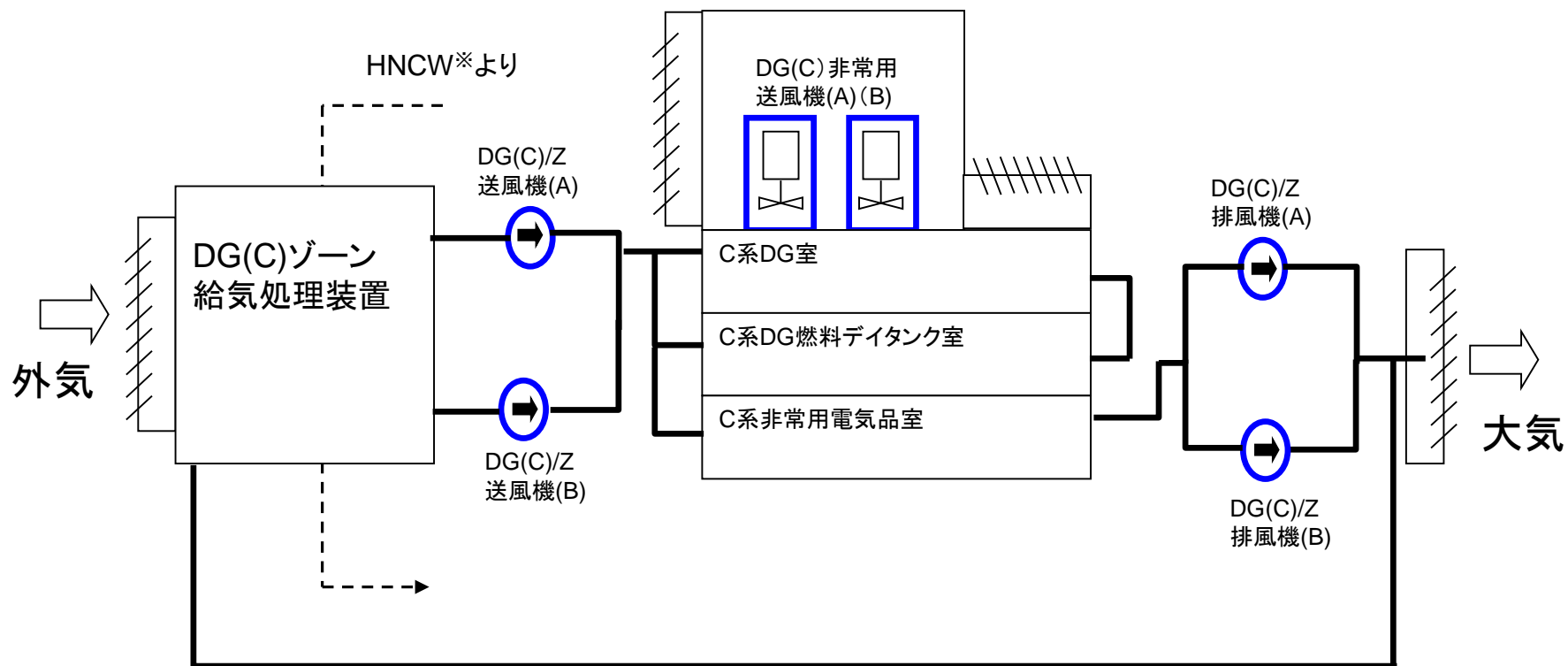
— : 区分 I より電源供給  
 DG: 非常用ディーゼル発電機  
 HECW: 換気空調補機非常用冷却水系

非常用電気品 (A) 区域換気空調系 系統図



- : 区分Ⅱより電源供給
- DG: 非常用ディーゼル発電機
- HECW: 換気空調補機非常用冷却水系

非常用電気品 (B) 区域換気空調系 系統図



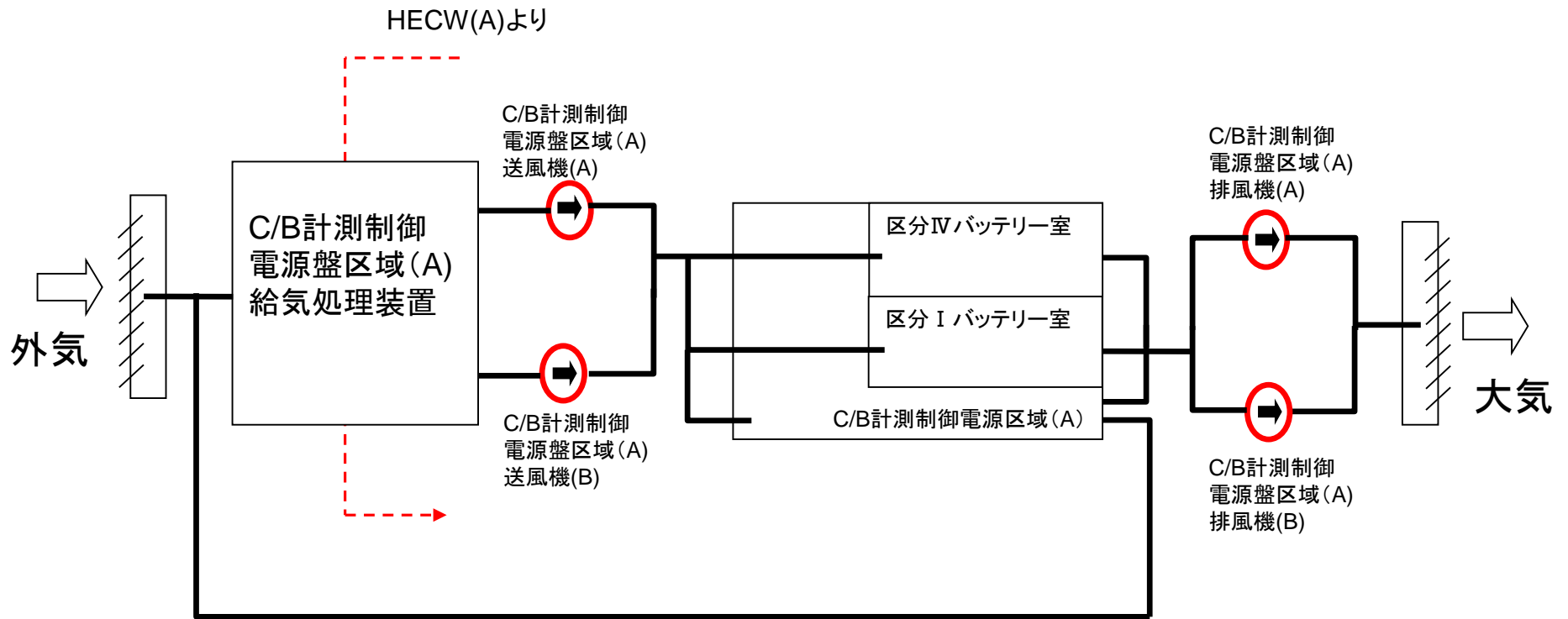
— : 区分Ⅲより電源供給

DG: 非常用ディーゼル発電機

HNCW: 換気空調補機常用冷却水系

※非常時においては外気のみ(補機冷却水系不要)にて冷却可能な設計とする

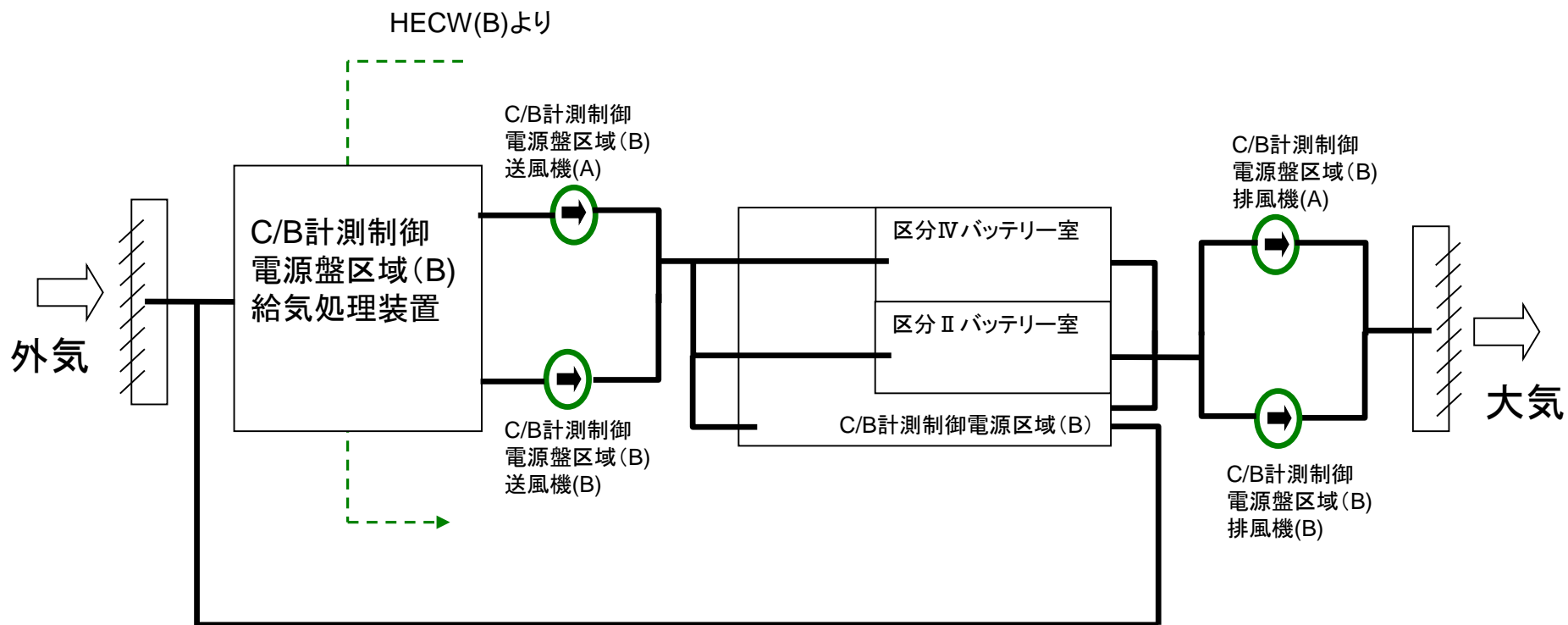
非常用電気品 (C) 区域換気空調系 系統図



— : 区分 I より電源供給

HECW: 換気空調補機非常用冷却水系

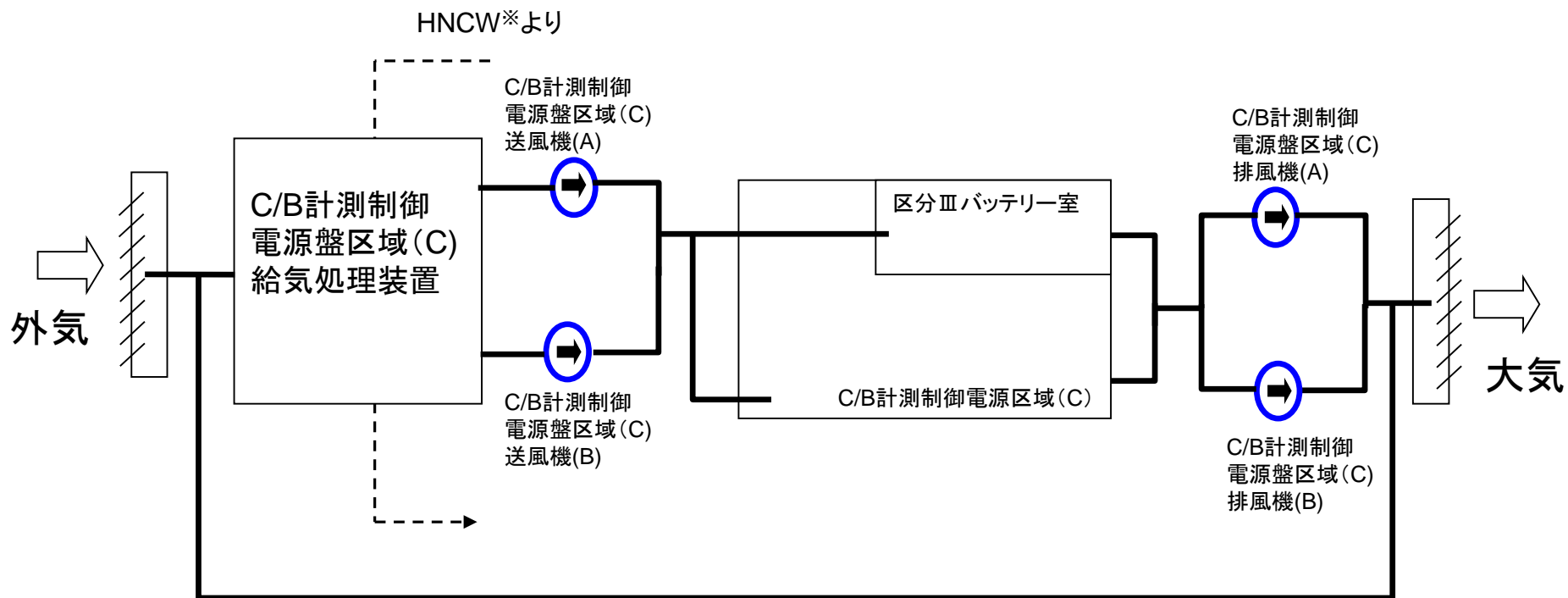
C/B計測制御電源盤区域 (A) 換気空調系 系統図



— : 区分IIより電源供給

HECW: 換気空調補機非常用冷却水系

C/B計測制御電源盤区域(B)換気空調系 系統図

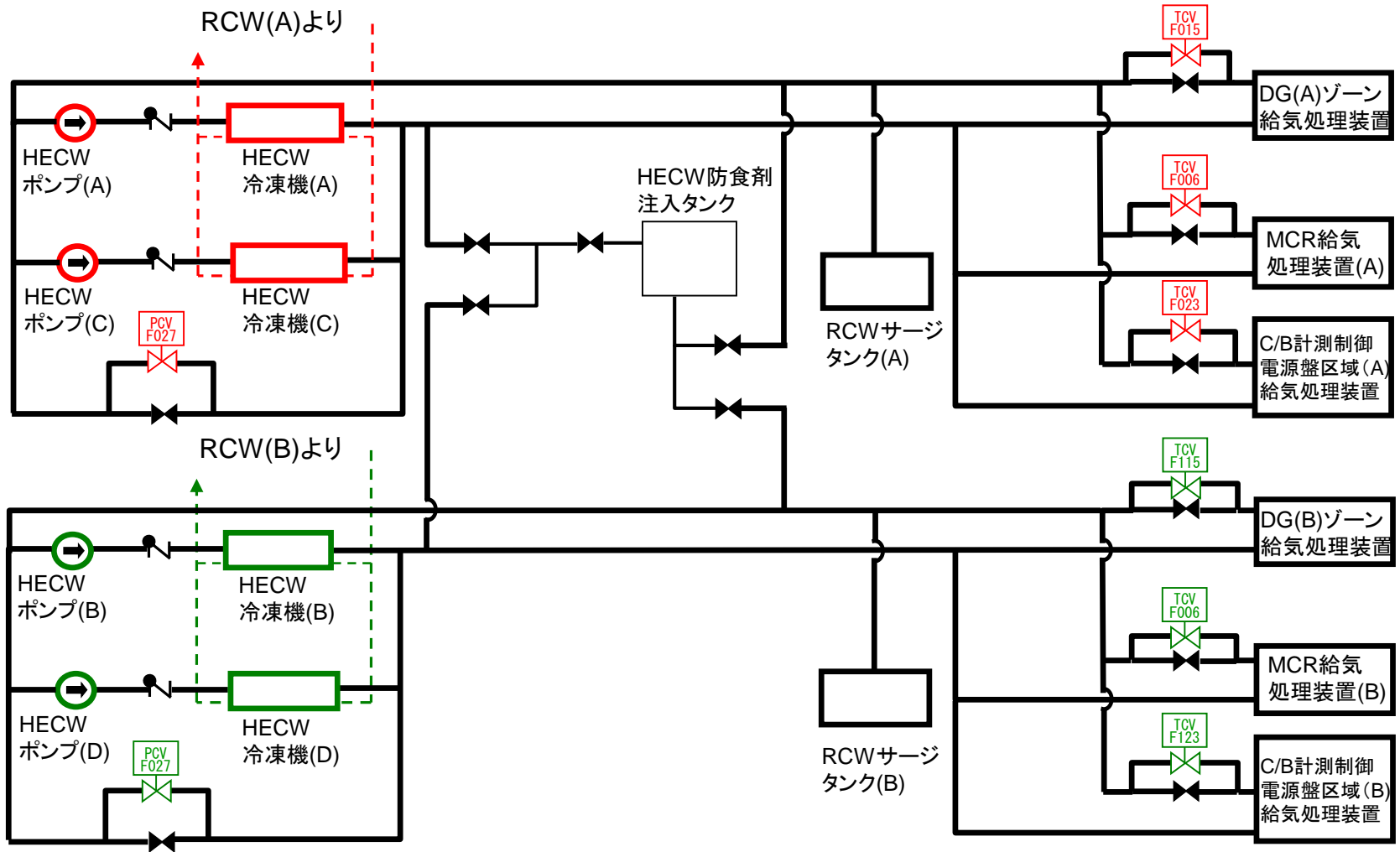


— : 区分Ⅲより電源供給

HNCW: 換気空調補機常用冷却水系

※非常時においては外気のみ(補機冷却水系不要)にて冷却可能な設計とする

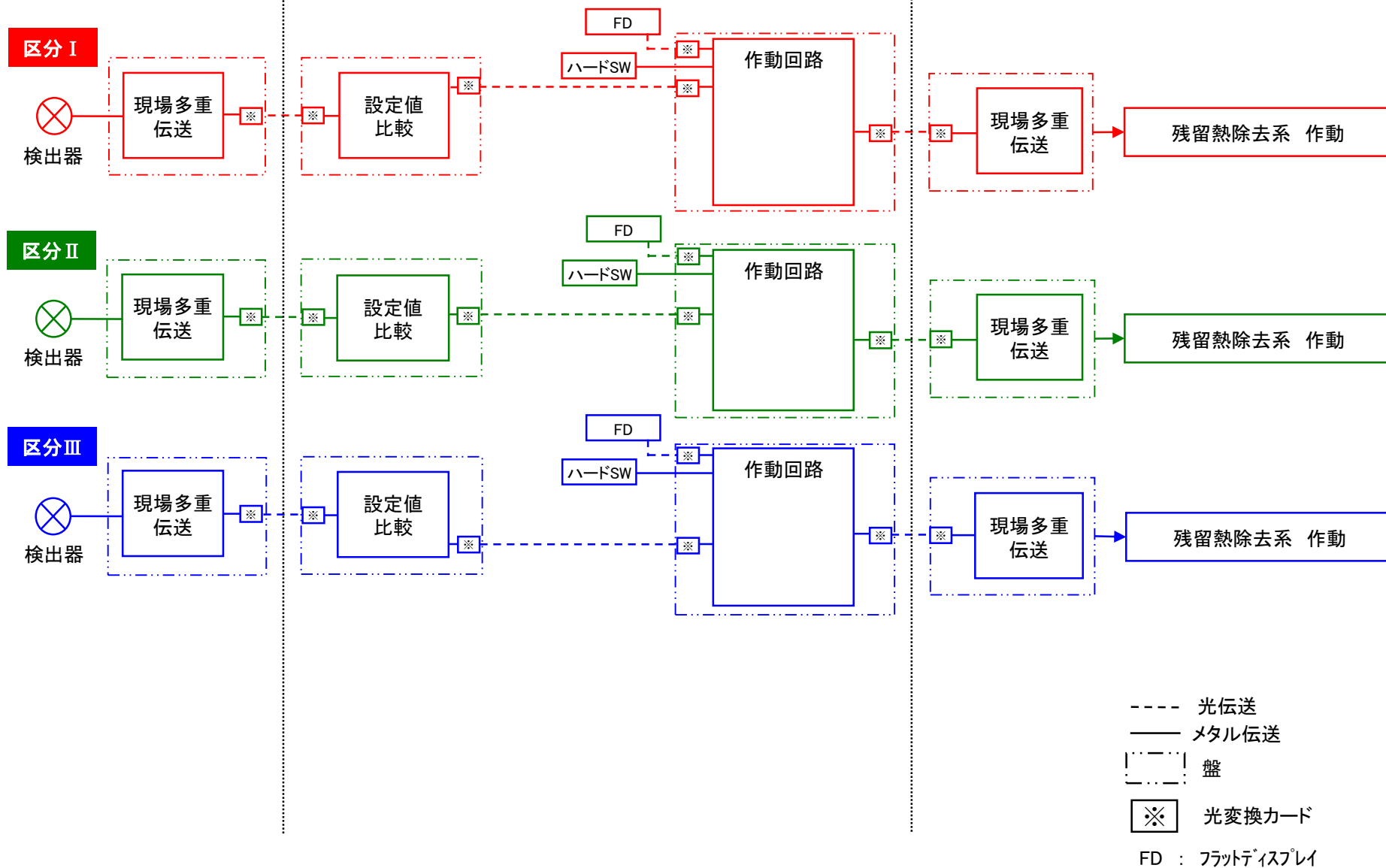
C/B計測制御電源盤区域(C) 換気空調系 系統図



DG: 非常用ディーゼル発電機  
 HECW: 換気空調補機非常用冷却水系  
 MCR: 中央制御室換気空調系  
 RCW: 原子炉補機冷却水系  
 C/B: コントロール建屋

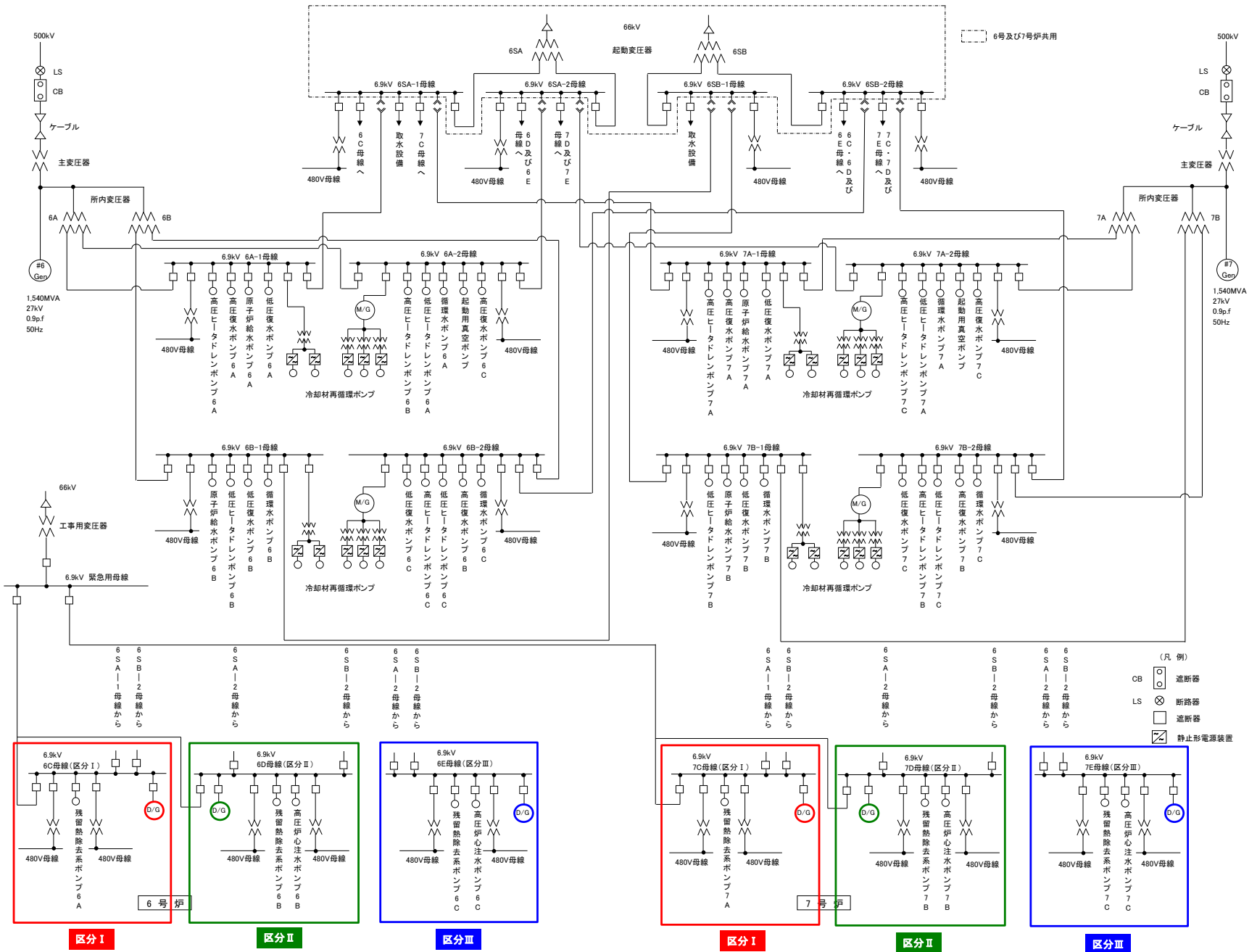
— : 区分 I より電源供給  
 — : 区分 II より電源供給  
 PCV: 圧力調整弁  
 TCV: 温度調整弁

非常用換気空調補機冷却系 系統図

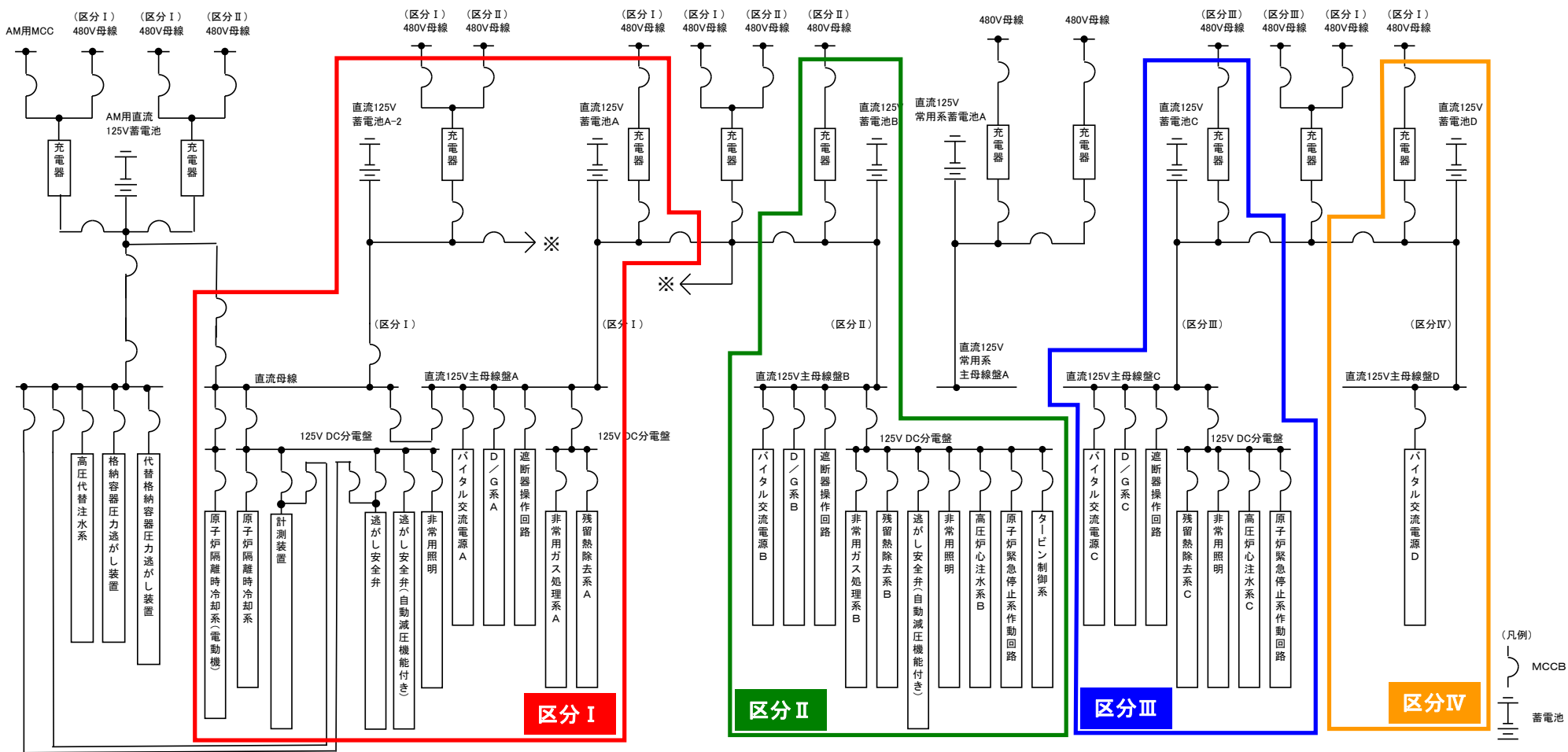


RHR (原子炉停止時冷却モード) - 計測制御設備 系統図 -

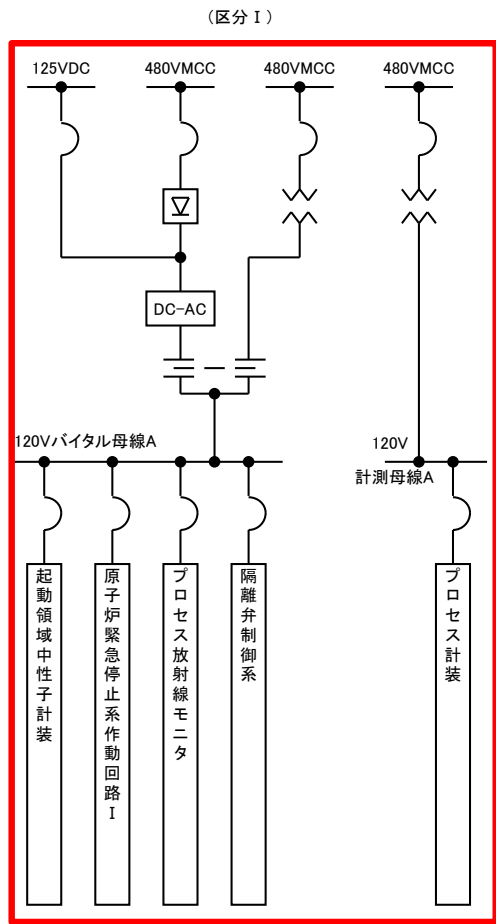




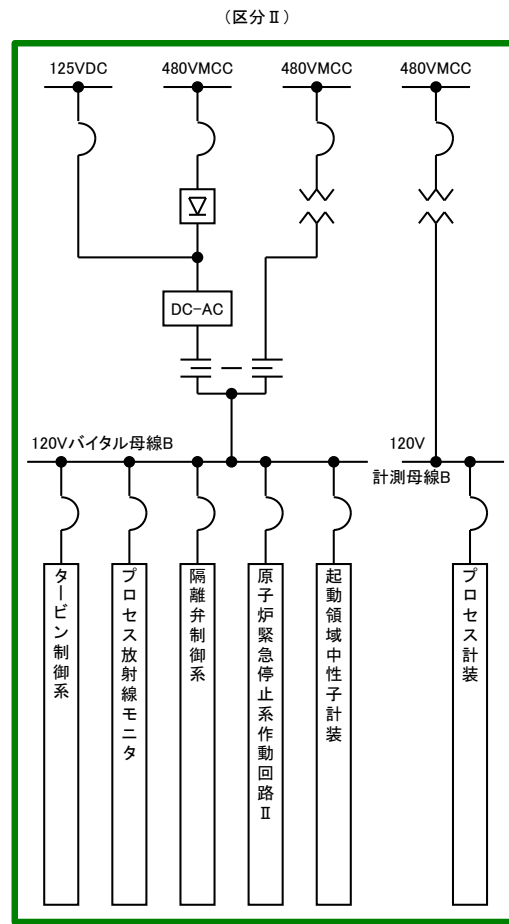
非常用電源系 系統図



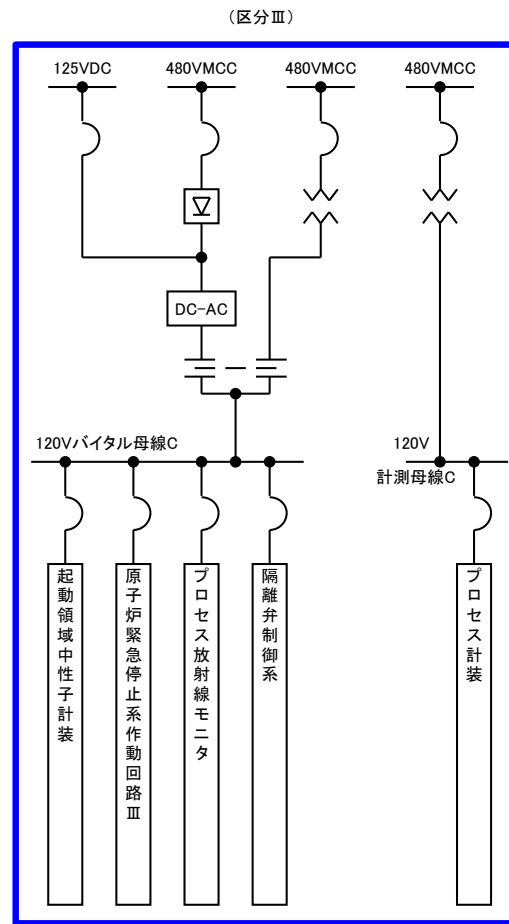
直流電源系 系統図



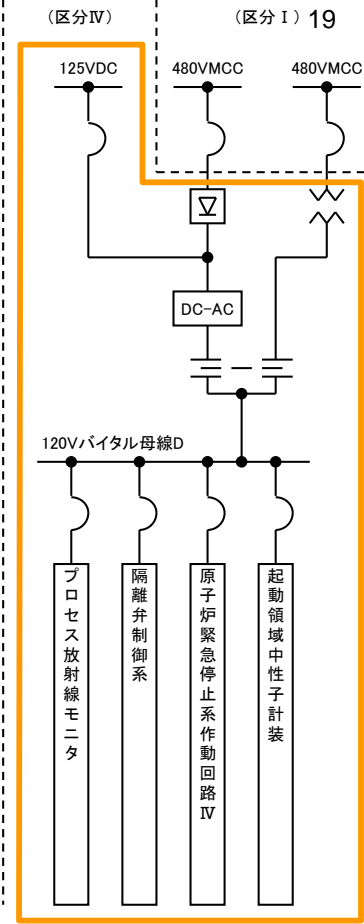
区分Ⅰ



区分Ⅱ



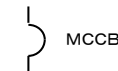
区分Ⅲ



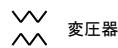
区分Ⅳ

## 計測制御電源系 系統図

(凡例)



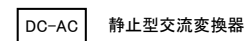
MCCB



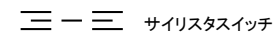
変圧器



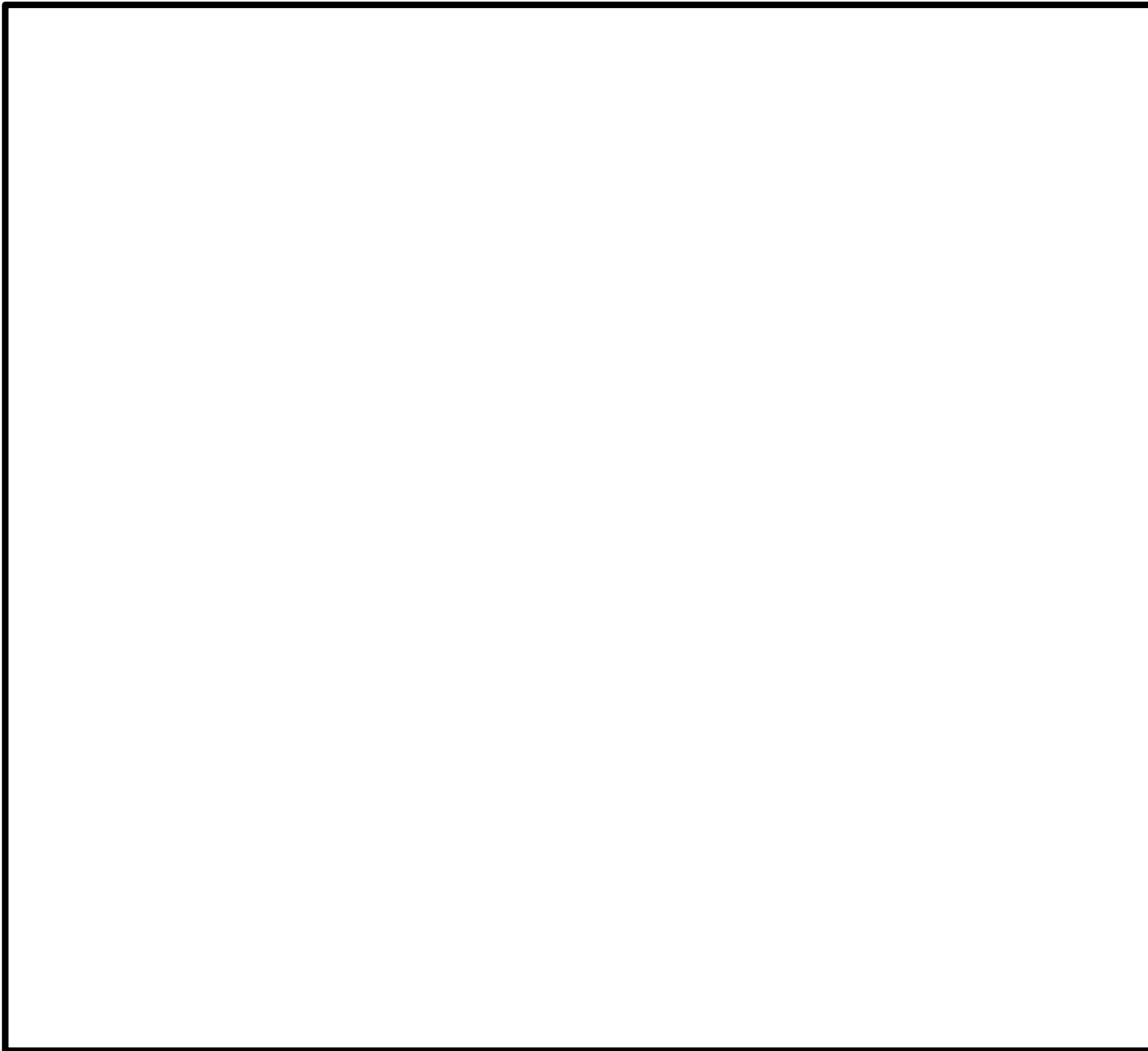
整流器



DC-AC 静止型交流変換器

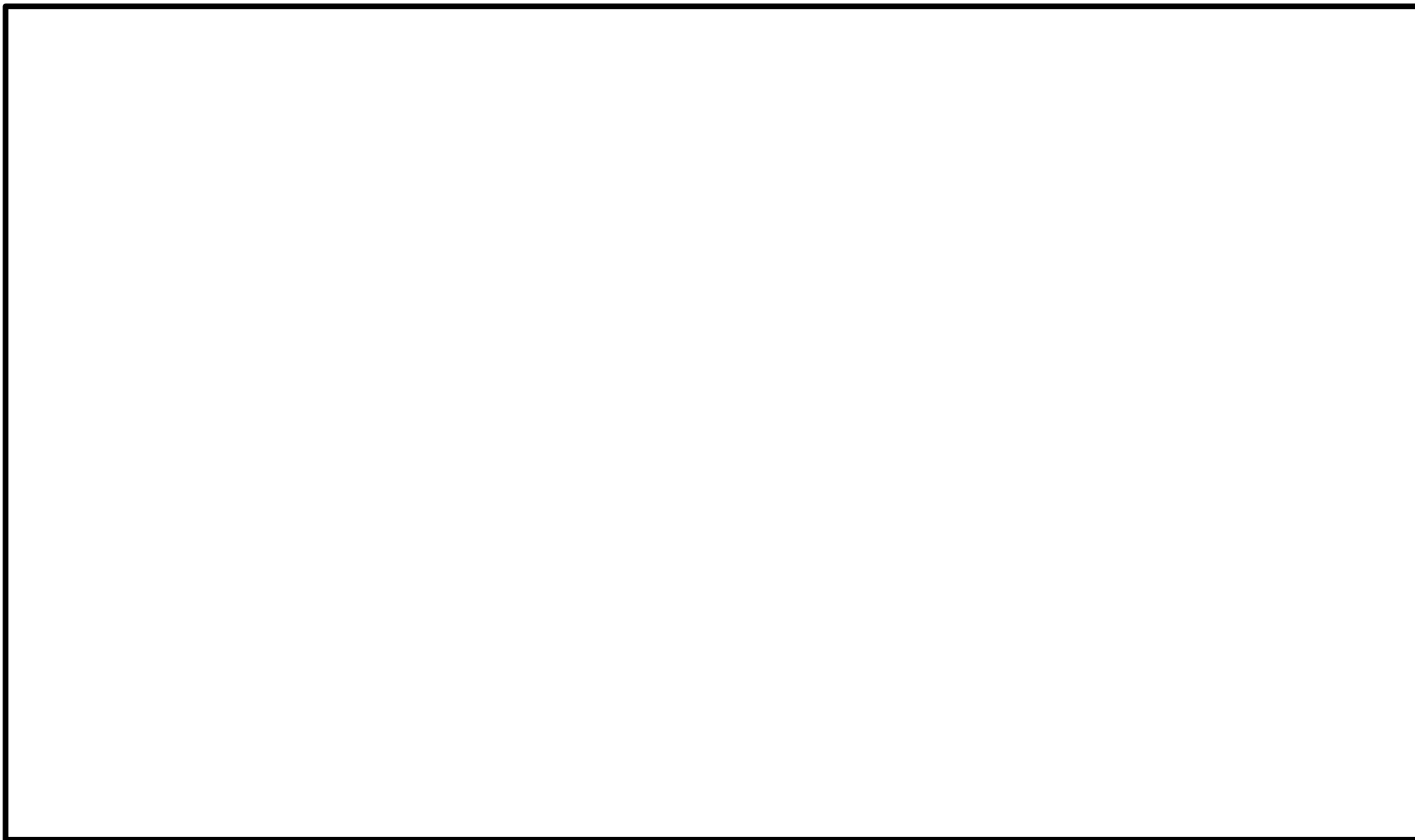


サイリスタスイッチ



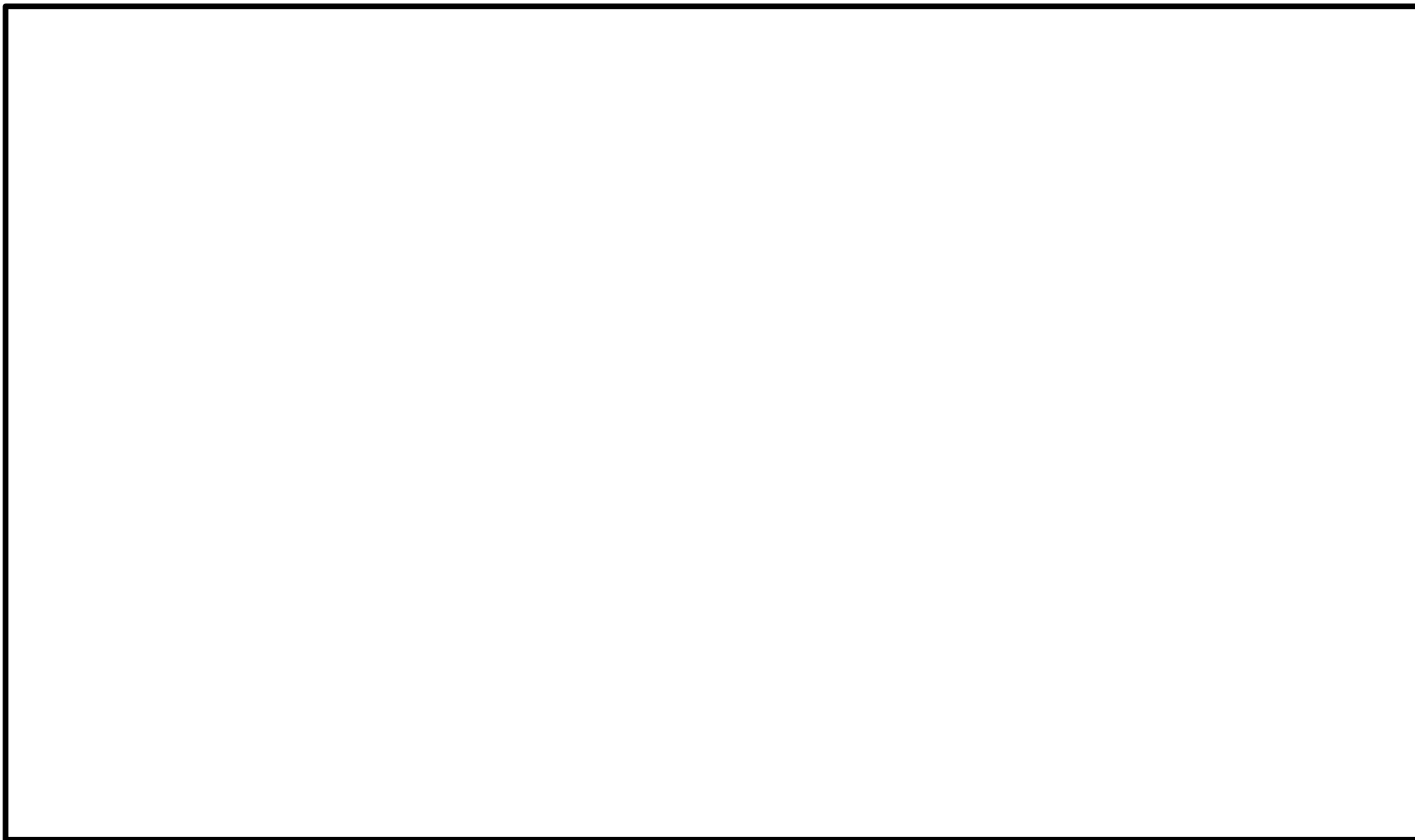
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

原子炉格納容器内の区分分離の概要図



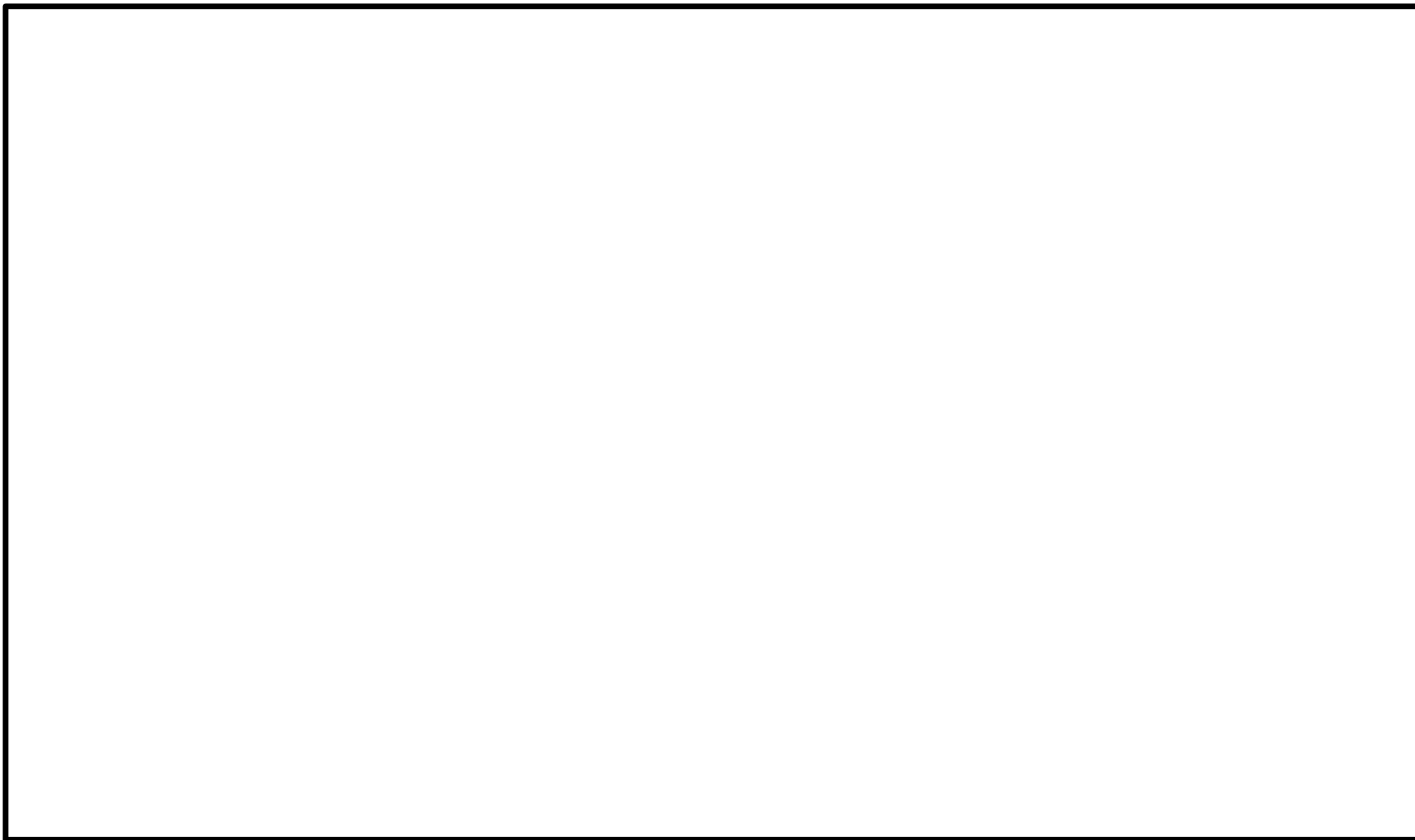
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

7号炉原子炉建屋 地下3階 機器配置図



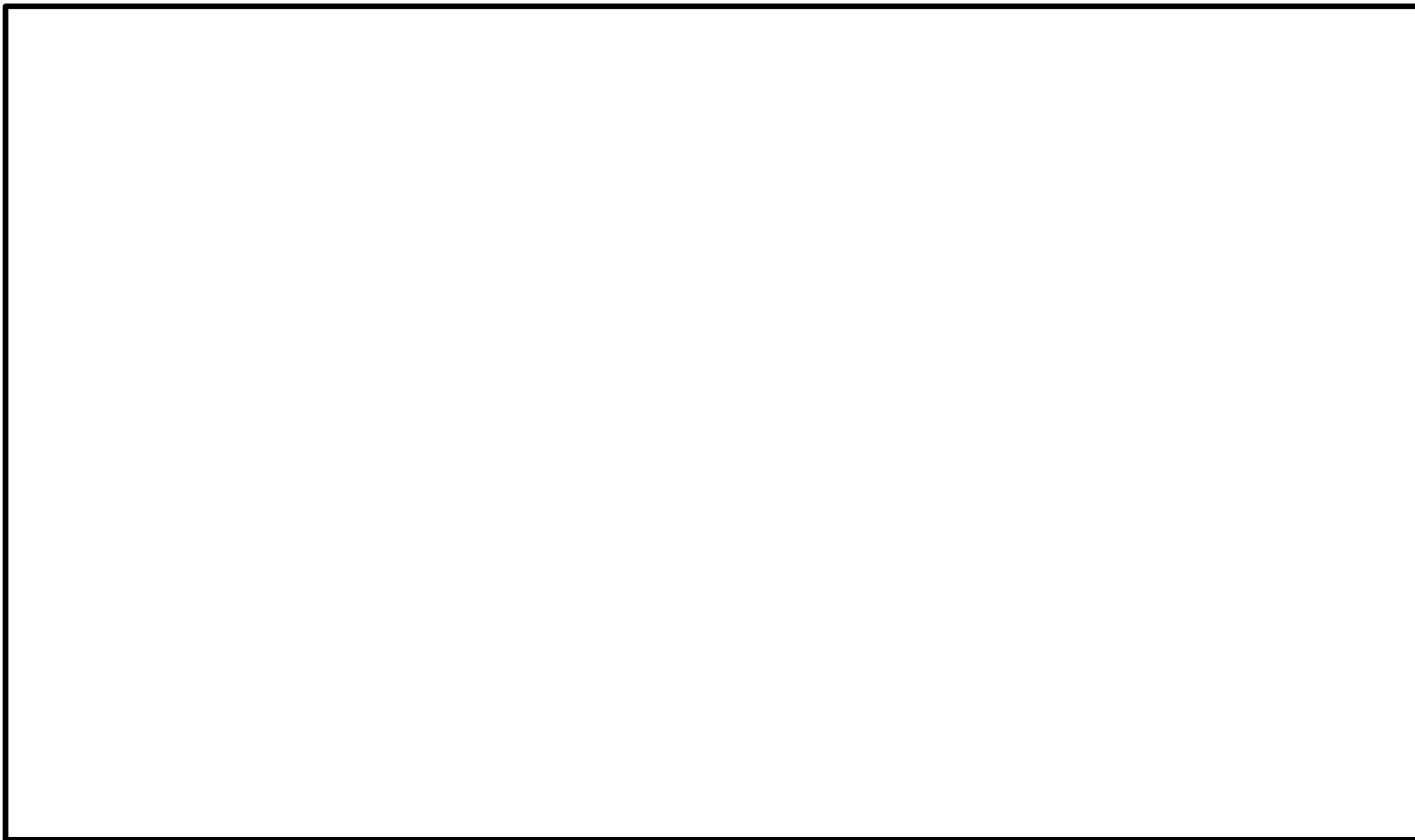
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

7号炉原子炉建屋 地下2階 機器配置図



枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

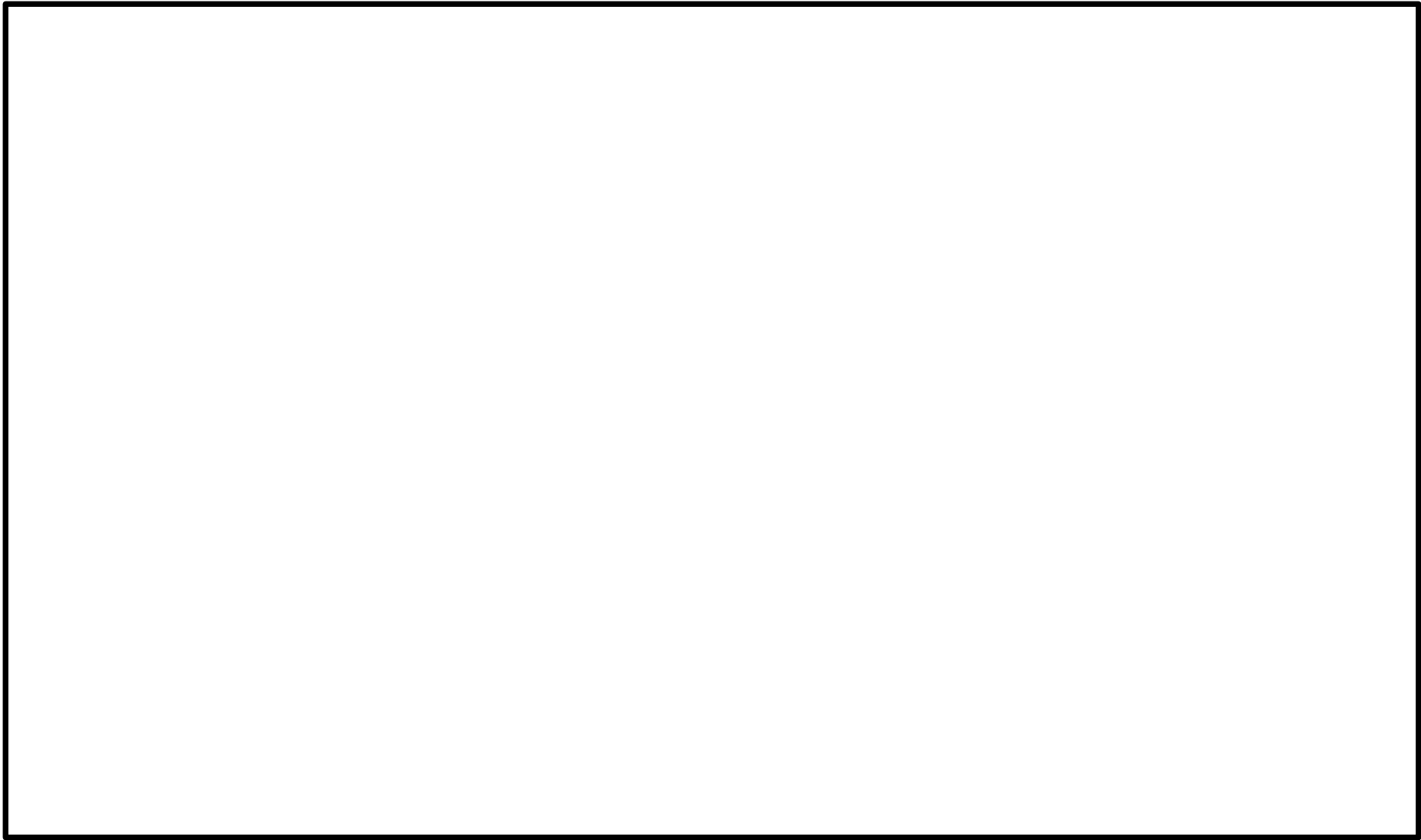
7号炉原子炉建屋 地下1階 機器配置図



枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

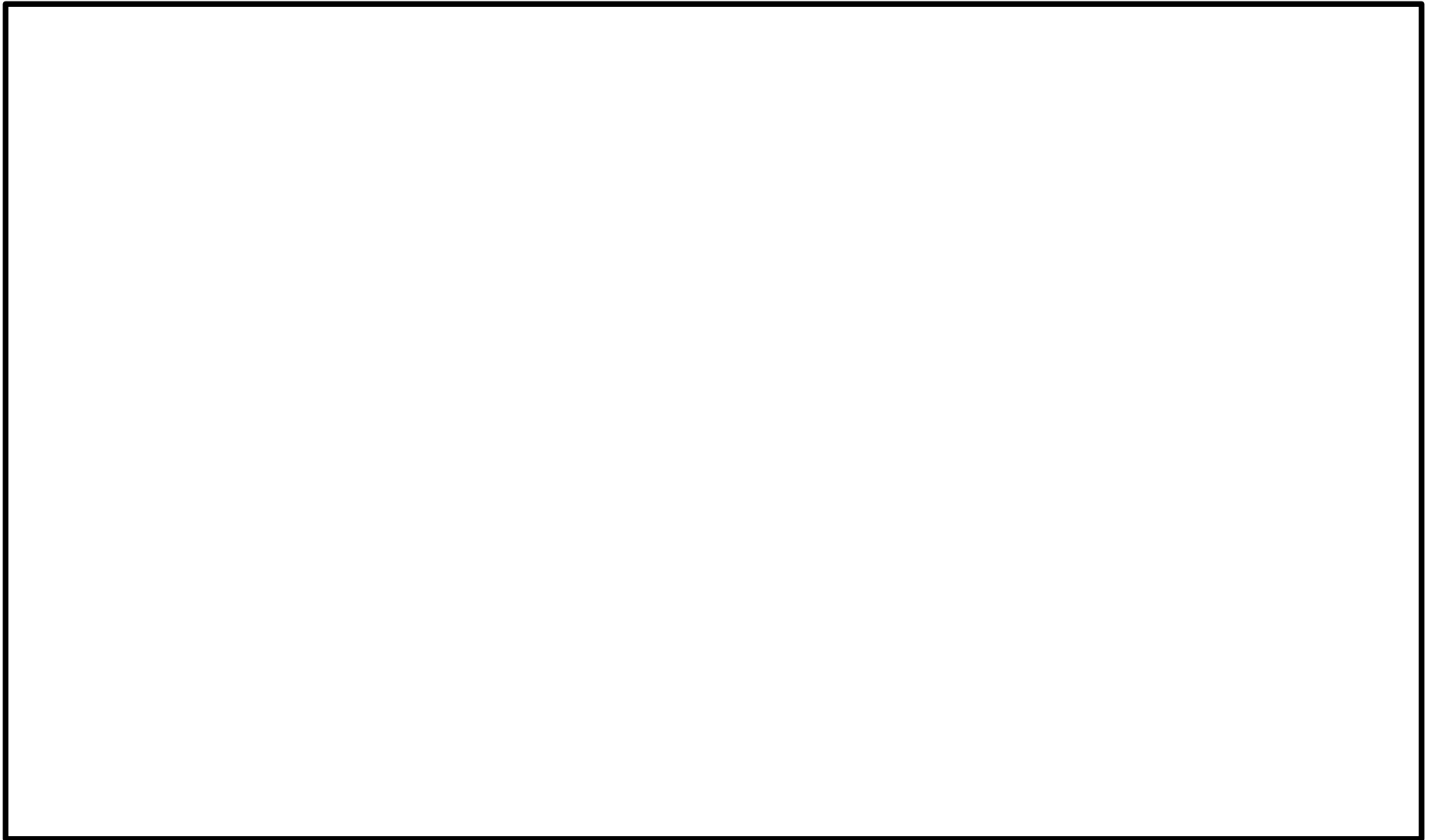
7号炉原子炉建屋 地上1階 機器配置図





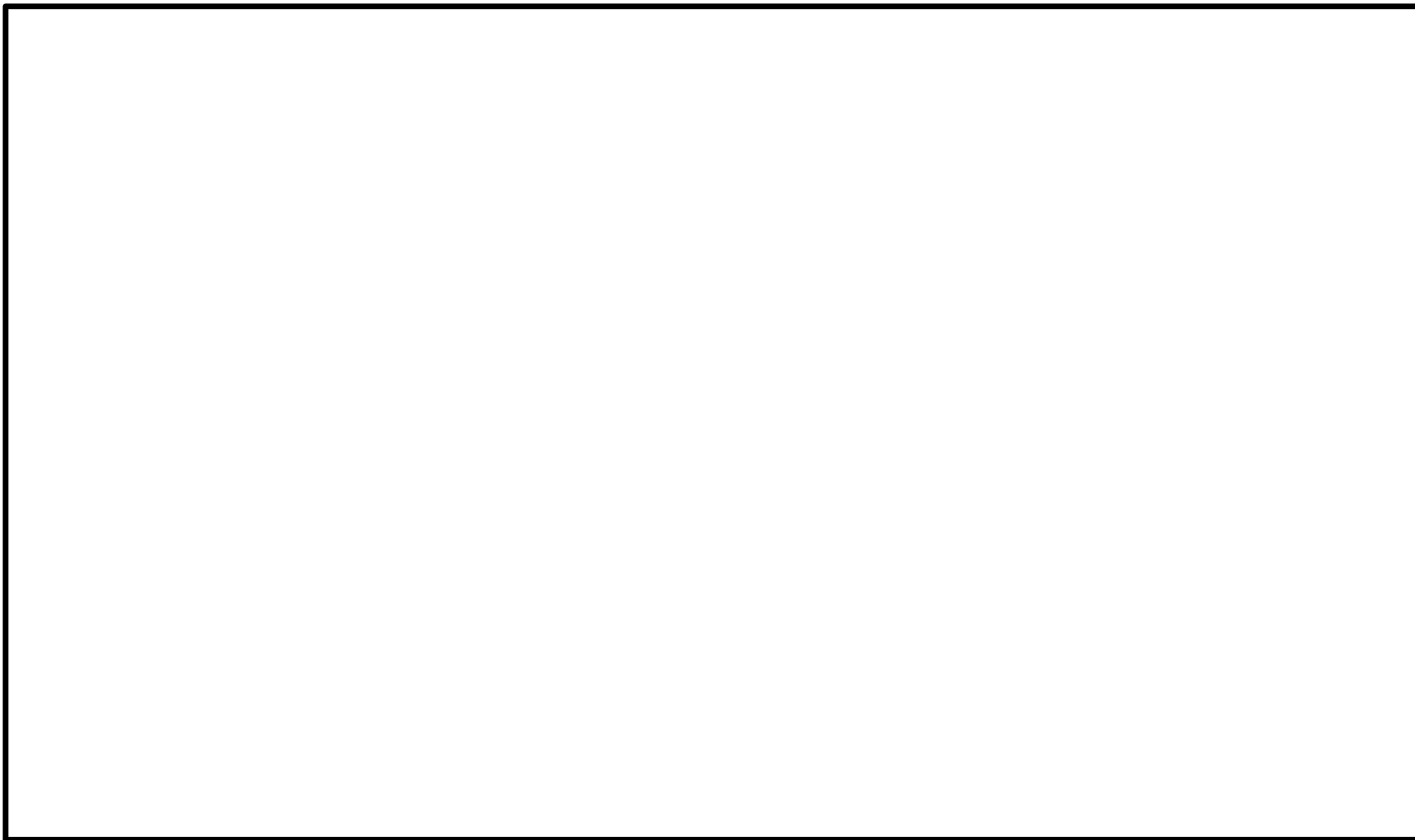
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

7号炉原子炉建屋 地上2階 機器配置図



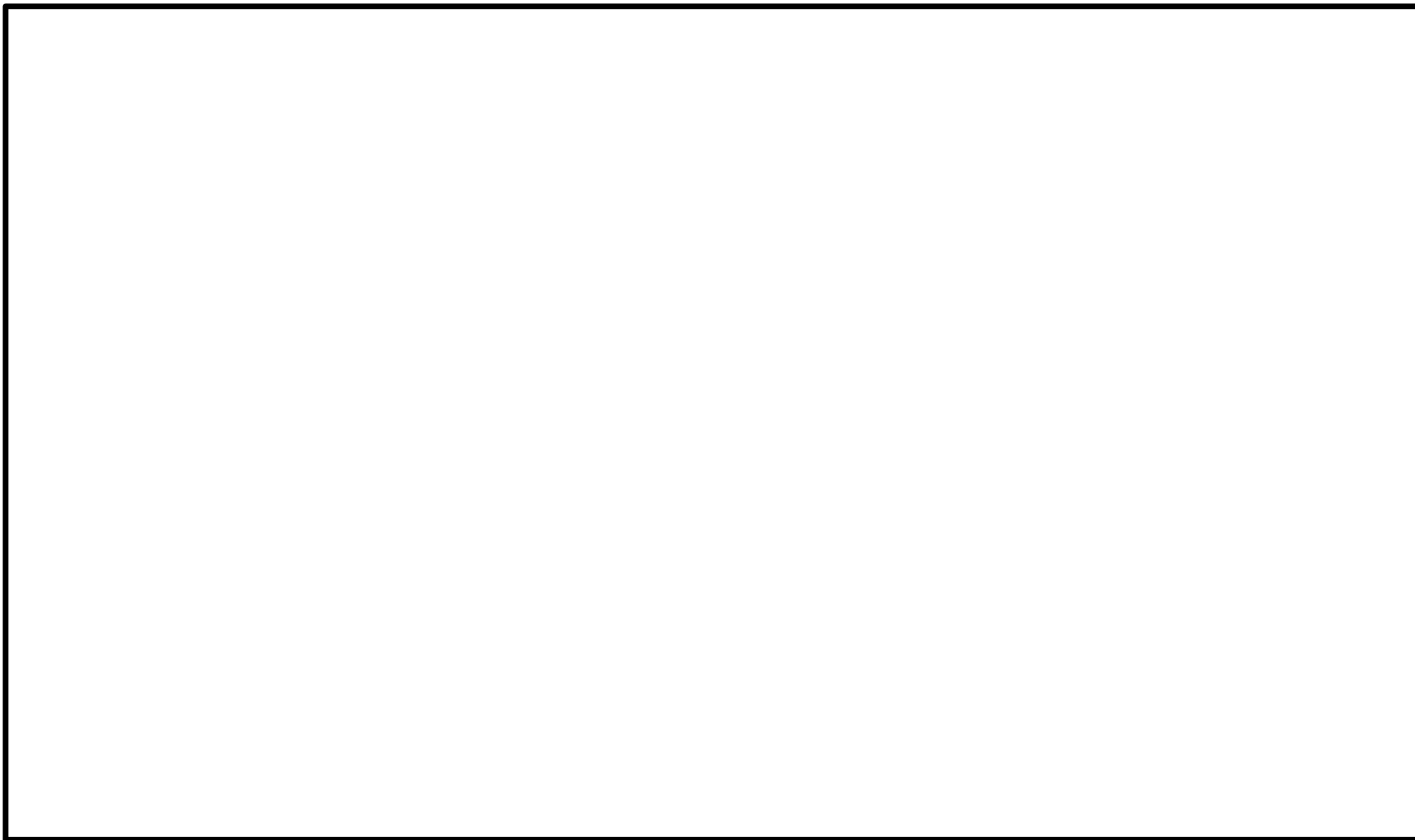
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

7号炉原子炉建屋 地上3階 機器配置図



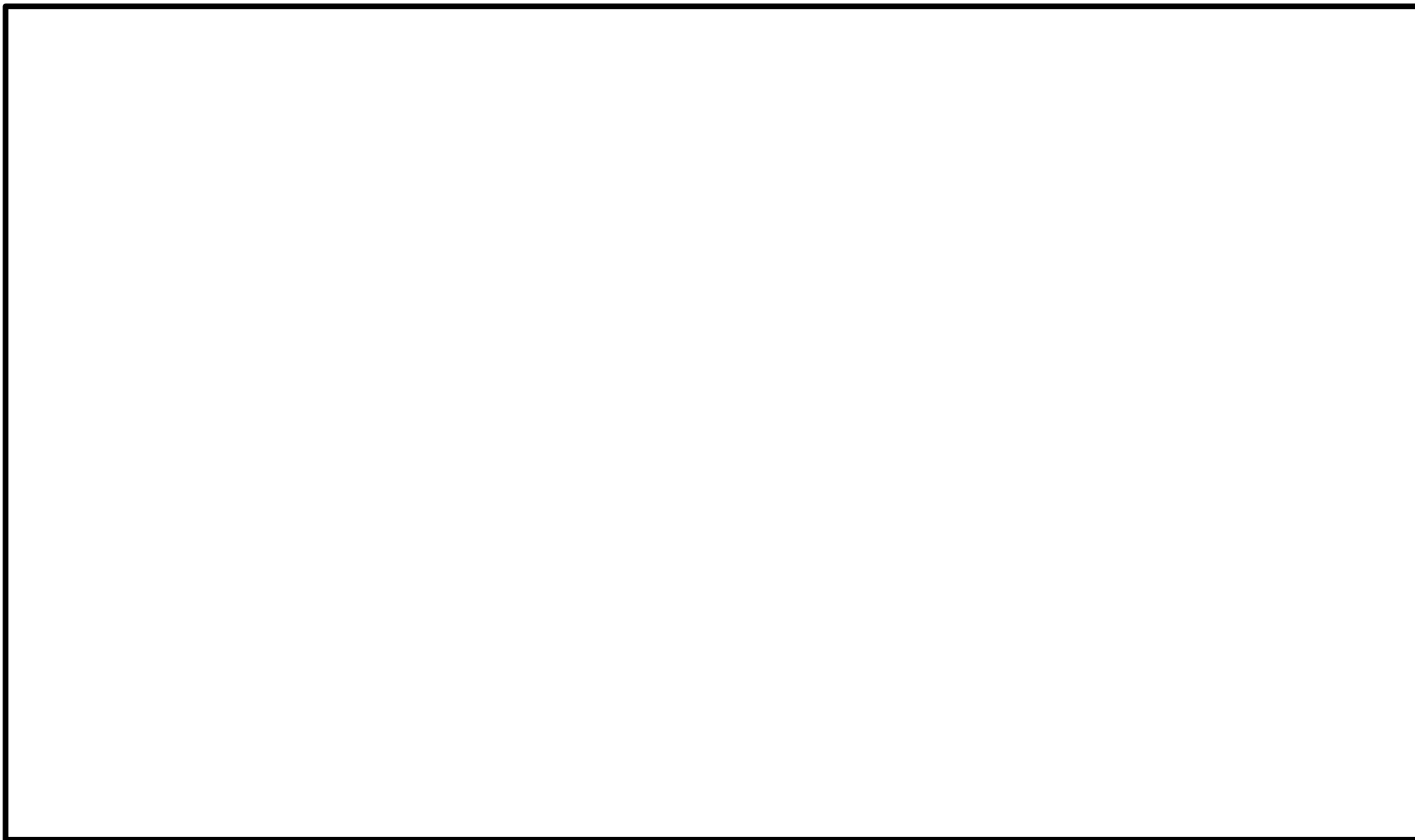
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

7号炉原子炉建屋 地上3階(中間階) 機器配置図



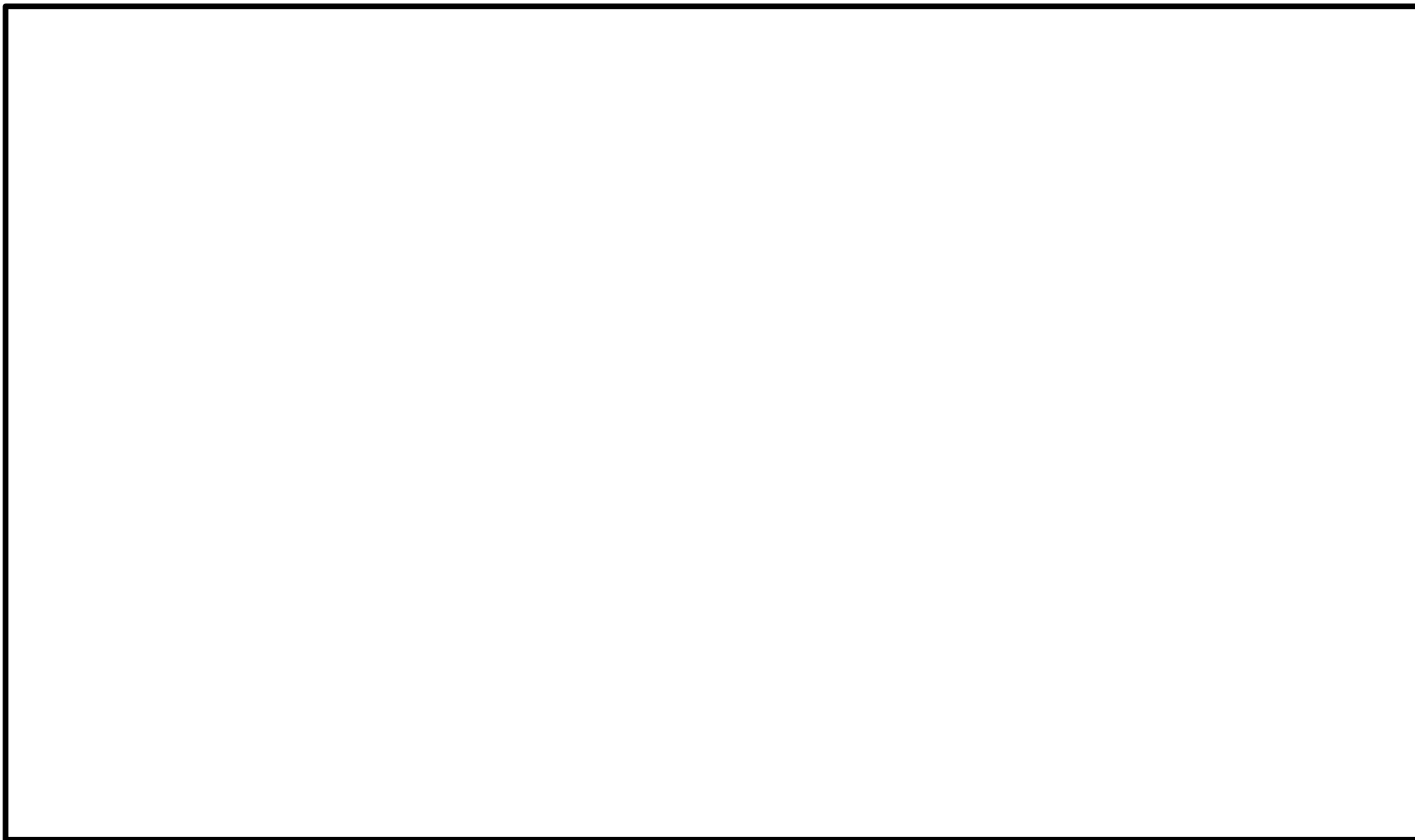
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

7号炉原子炉建屋 地上4階 機器配置図



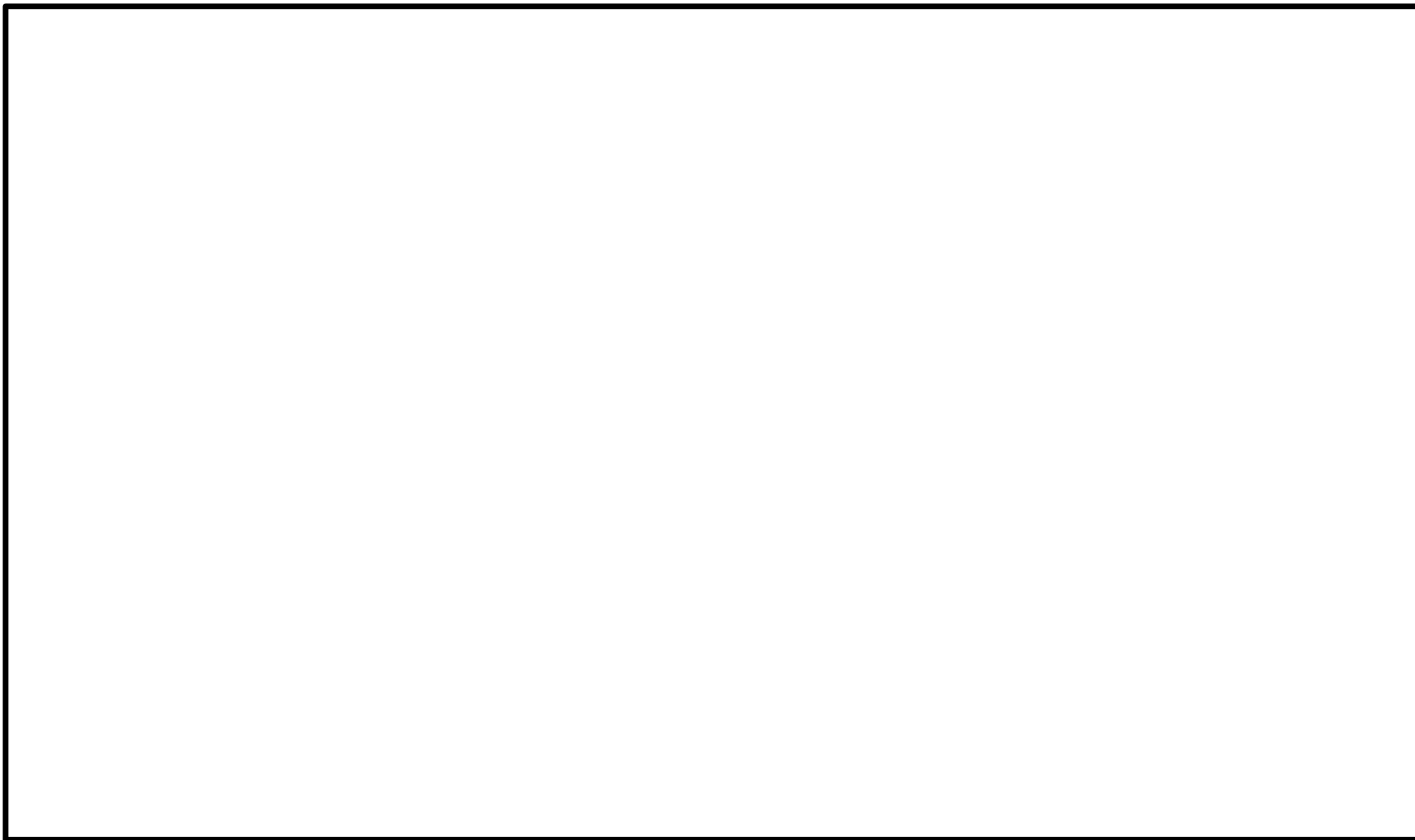
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

7号炉屋外 機器配置図



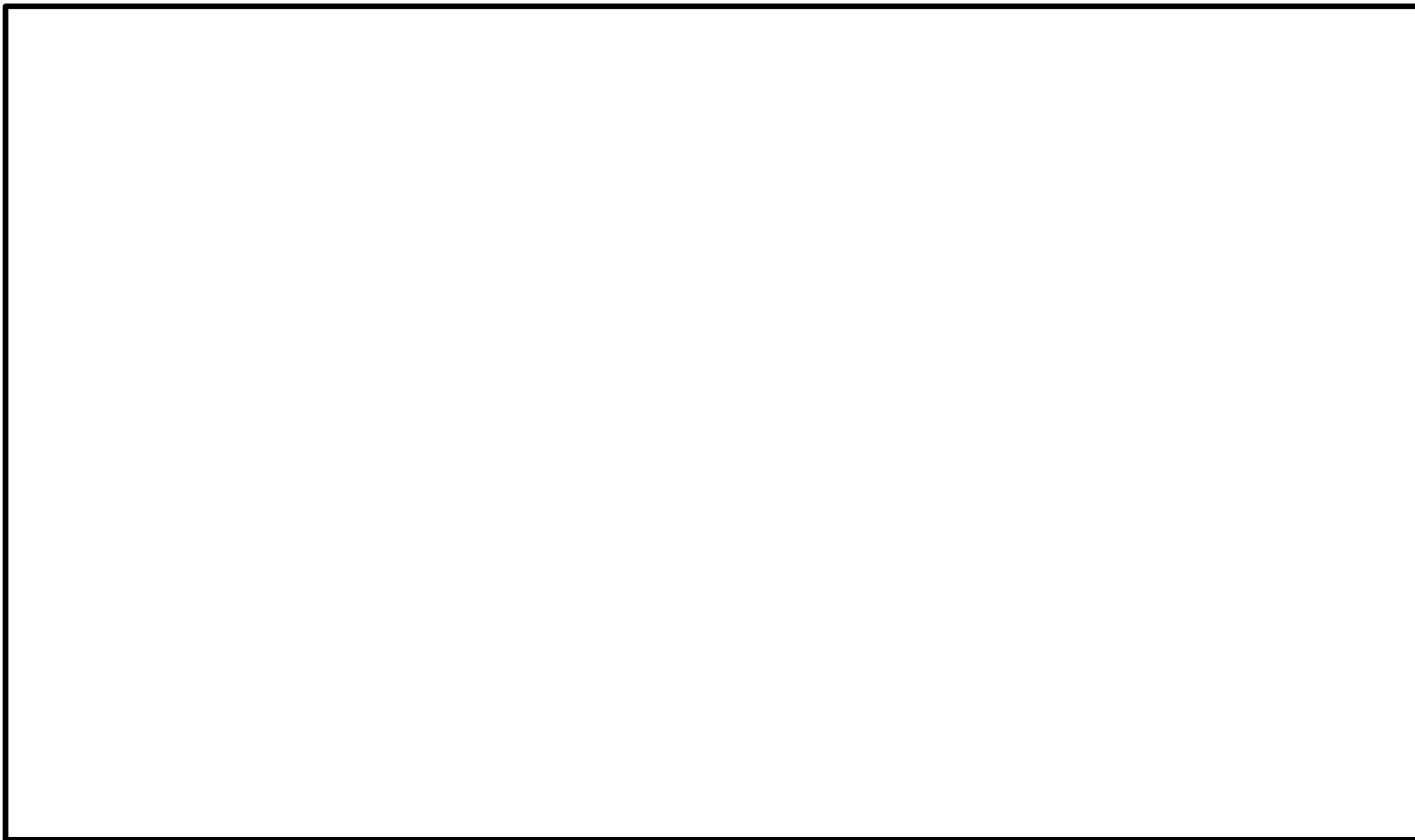
枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

7号炉タービン建屋 地下2階 機器配置図



枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

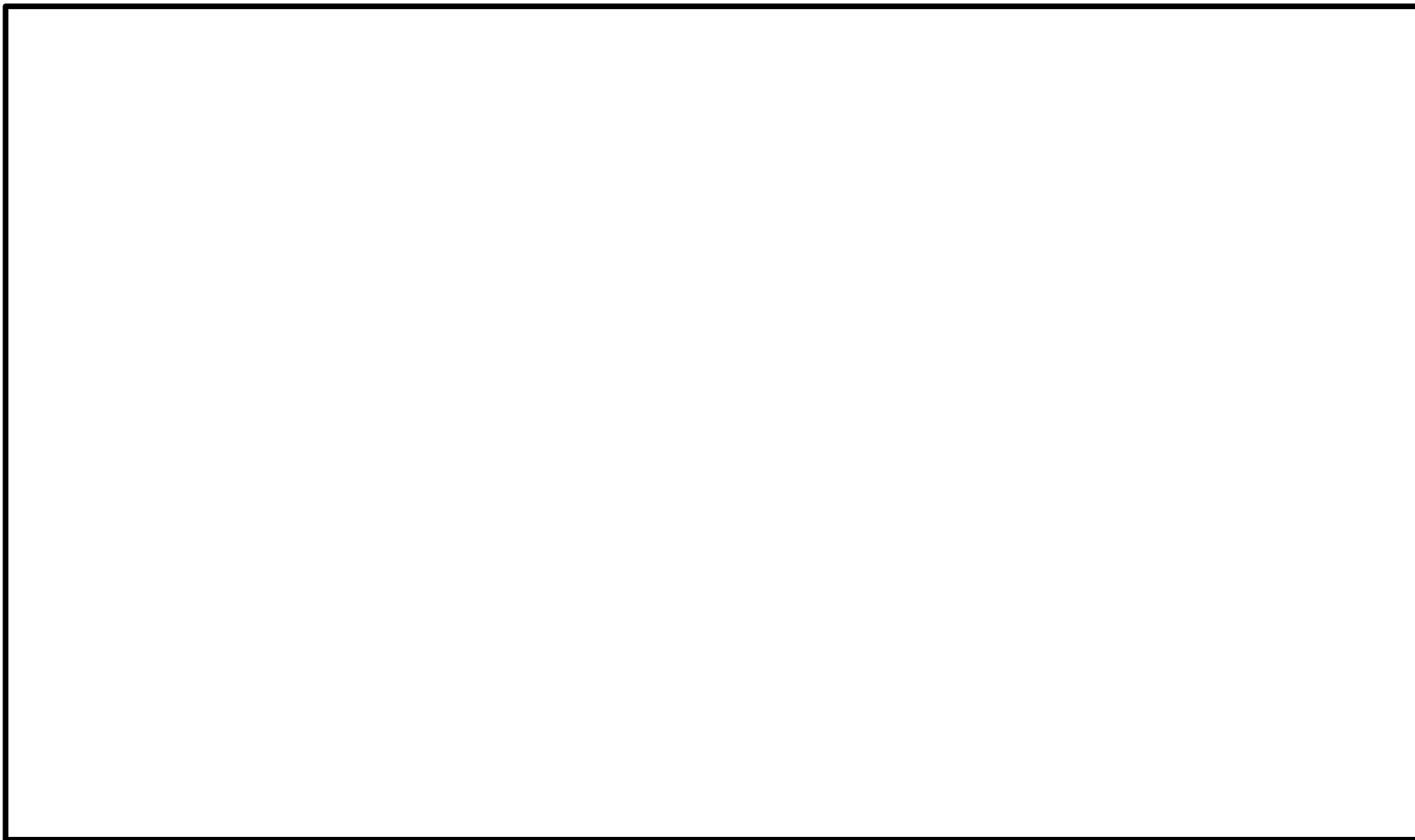
7号炉タービン建屋 地下1階 機器配置図



枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

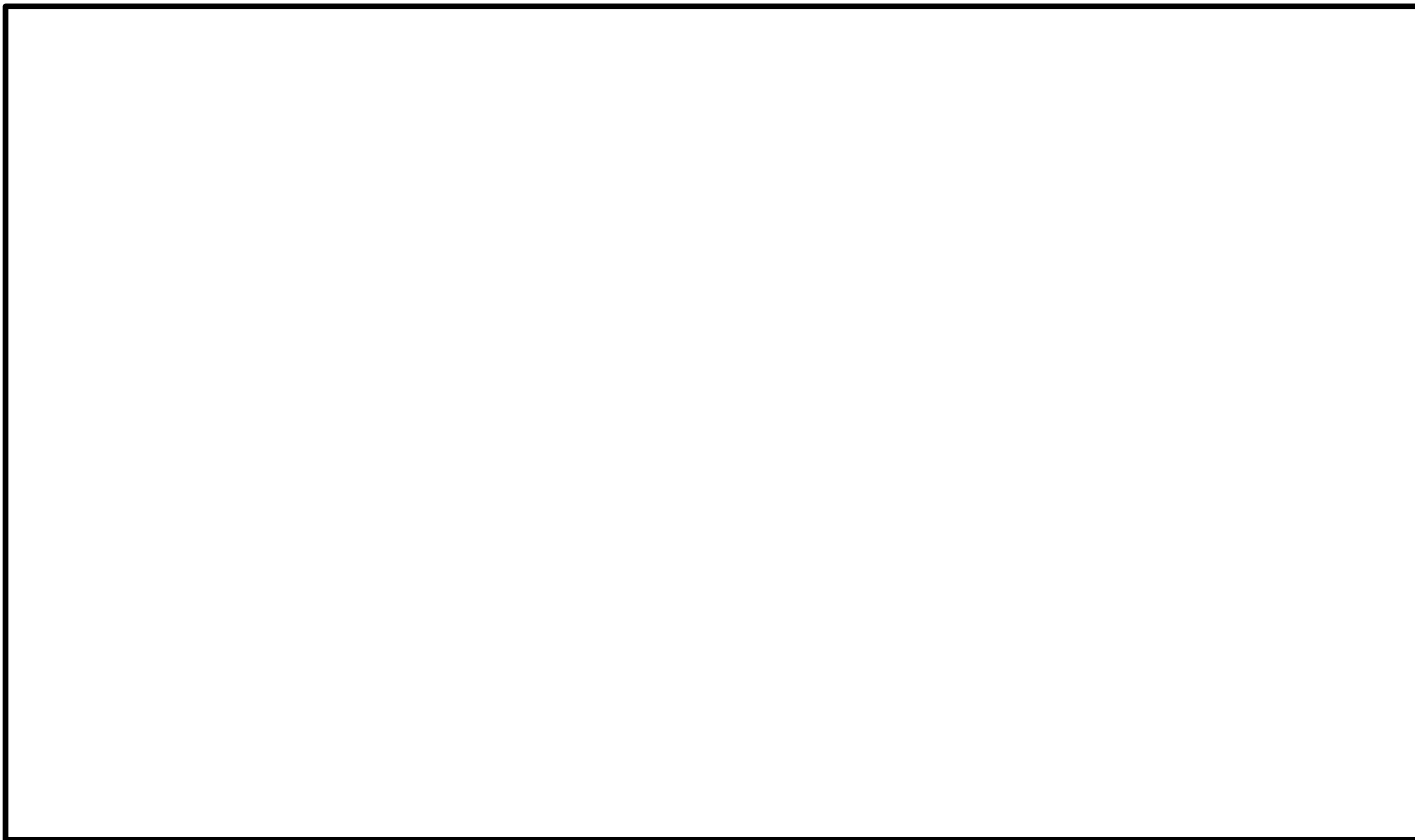
7号炉コントロール建屋 地下2階及び地下中2階 機器配置図





枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

7号炉コントロール建屋 地下1階及び地下中1階 機器配置図



枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

7号炉コントロール建屋 地上1階及び地上2階 機器配置図