

泊発電所3号炉審査資料	
資料番号	SA52H r. 4.0
提出年月日	令和4年8月31日

泊発電所3号炉

設置許可基準規則等への適合状況について (重大事故等対処設備) 補足説明資料

52条

令和4年8月
北海道電力株式会社

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

目次

52 条

52-1 SA 設備基準適合性一覧表

52-2 配置図

52-3 試験・検査説明資料

52-4 系統図

52-5 容量設定根拠

52-6 単線結線図

52-7 原子炉格納容器内水素再結合装置 (PAR) について

52-8 原子炉格納容器の水素濃度測定について

52-9 格納容器水素イグナイタについて

52-10 可搬型重大事故等対処設備の接続口等について

5 2 - 1 S A設備 基準適合性一覽

|

泊発電所3号炉 SA設備基準適合性 一覧表(常設)

第52条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備		原子炉格納容器内水素処理装置	類型化区分	エビデンス		
第43条	第1項	第1号	環境温度・湿度・圧力／屋外の天候／放射線	原子炉格納容器	A	[補足説明資料]52-2 配置図
			荷重	(有効に機能を発揮する)	-	-
			海水	対象外(海水を通水しない)	/	-
			電磁波	(機能が損なわれない)	-	-
			他設備からの影響	(周辺機器等からの悪影響により機能を失うおそれがない)	-	-
	第2号	操作性	対象外 (操作不要)	/	-	
	第3号	試験・検査 (検査性、系統構成・外部入力)	その他 (触媒の取り出しが可能) (外観の確認が可能)	N	[補足説明資料]52-3 試験・検査説明資料	
	第4号	切り替え性	【CV内水素濃度低減】 DB施設としての機能を有さない (切替せず使用)	Ba2	-	
	第5号	悪影響防止	系統設計	【水素濃度低減】 他設備から独立 (他の系統から独立) (作動時の水素処理による温度上昇が他設備に悪影響を及ぼさない)	A c	-
			配置設計	地震、溢水、火災、外部からの衝撃の影響を及ぼさない	-	-
			その他(飛散物)	対象外	/	-
	第6号	設置場所	対象外 (操作不要)	/	-	
第2項	第1号	常設SAの容量	【CV内水素濃度低減】 SA設備単独で系統の目的に応じ使用 (CV内の水素濃度を低減できる容量で設計)	C	[補足説明資料]52-5 容量設定根拠	
		共用の禁止	(共用しない)	-	-	
	第3号	共通要因故障防止	【水素濃度低減】 緩和設備／同一目的のSA設備なし	/	-	
		サポート系要因	対象外(サポート系なし)	/	-	

・記号は「共-2 類型化区分及び適合内容」における類型化区分を示す。
 ・「-」は全ての設備に適用する共通の設計方針であることを示し、個別条文の適合方針としては記載せず、43条適合方針としてのみ記載する。
 ・「/」は当該設備が対象外であることを示し、記載すべき設計方針がないことを表す。

泊発電所3号炉 SA設備基準適合性 一覧表(常設)

第52条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備		原子炉格納容器内水素処理装置温度	類型化区分	エビデンス		
第43条	第1項	第1号	環境温度・湿度・圧力／屋外の天候／放射線	原子炉格納容器	A	[補足説明資料]52-2 配置図
			荷重	(有効に機能を発揮する)	-	-
			海水	対象外(海水を通水しない)	/	-
			電磁波	(機能が損なわれない)	-	-
			他設備からの影響	(周辺機器等からの悪影響により機能を失うおそれがない)	-	-
	第2号	操作性	対象外 (操作不要)	/	-	
	第3号	試験・検査 (検査性、系統構成・外部入力)	計測制御設備 (模擬入力による機能・性能の確認(特性確認)が可能) (校正が可能)	J	[補足説明資料]52-3 試験・検査説明資料	
	第4号	切り替え性	【CV内水素濃度低減】 DB施設としての機能を有さない (切替せず使用)	Ba2	-	
	第5号	悪影響防止	系統設計	【水素濃度低減】 他設備から独立 (他の系統から独立) (水素処理装置の水素処理性能に悪影響を及ぼさない)	A c	-
			配置設計	地震、溢水、火災、外部からの衝撃の影響を及ぼさない	-	-
			その他(飛散物)	対象外	/	-
	第6号	設置場所	対象外 (操作不要)	/	-	
	第2項	第3号	共通要因故障防止	【水素濃度低減】 緩和設備／同一目的のSA設備なし	/	-
			サポート系要因	対象(サポート系あり) 異なる駆動源 (デューブル発電機に対して多様性を持った代替非常用発電機から給電)	C	-
			第1号	常設SAの容量	【CV内水素濃度低減】 SA設備単独で系統の目的に応じ使用 (炉心損傷時の原子炉格納容器内水素処理装置の作動時に想定される温度範囲を計測できる設計)	C
第2号	共用の禁止	(共用しない)	-	-		

・記号は「共-2 類型化区分及び適合内容」における類型化区分を示す。
 ・「-」は全ての設備に適用する共通の設計方針であることを示し、個別条文の適合方針としては記載せず、43条適合方針としてのみ記載する。
 ・「/」は当該設備が対象外であることを示し、記載すべき設計方針がないことを表す。

泊発電所3号炉 SA設備基準適合性 一覧表(常設)

第52条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備		格納容器水素イグナイタ	類型化区分	エビデンス			
第43条	第1項	第1号	環境温度・湿度・圧力／屋外の天候／放射線	原子炉格納容器	A	[補足説明資料]52-2 配置図	
			荷重	(有効に機能を発揮する)	-	-	
			海水	対象外(海水を通水しない)	/	-	
			電磁波	(機能が損なわれない)	-	-	
			他設備からの影響	(周辺機器等からの悪影響により機能を失うおそれがない)	-	-	
	第2号	操作性	中央制御室操作 (中央制御室の制御盤での操作が可能)	B	-		
	第3号	試験・検査 (検査性、系統構成・外部入力)	その他 (機能・性能の確認(抵抗及び電圧の測定)が可能)	N	[補足説明資料]52-3 試験・検査説明資料		
	第4号	切り替え性	【CV内水素濃度低減】 DB施設としての機能を有さない (切替せず使用)	Ba2	-		
	第5号	悪影響防止	系統設計	【水素濃度低減】 弁等で系統構成 (遮断器にて他の系統と分離可能) (作動時の水素燃焼による温度上昇が他設備に悪影響を及ぼさない)	Aa	-	
			配置設計	地震、溢水、火災、外部からの衝撃の影響を及ぼさない	-	-	
			その他(飛散物)	対象外	/	-	
	第6号	設置場所	中央制御室操作 (操作は中央制御室から可能)	B	-		
	第1項	第1号	常設SAの容量	【CV内水素濃度低減】 SA設備単独で系統の目的に応じ使用 (炉心の著しい損傷に伴い事故初期にCV内に大量に放出される水素を計画的に燃焼させ、CV内の水素濃度ピークを抑制する設計)	C	[補足説明資料]52-5 容量設定根拠	
			第2号	共用の禁止	(共用しない)	-	-
			第2項	第3号	共通要因故障防止	【水素濃度低減】 緩和設備／同一目的のSA設備なし	/
サポート系要因	対象(サポート系あり) 異なる駆動源 (ディーゼル発電機に対して多様性を持った代替非常用発電機から給電)	C			-		

・記号は「共-2 類型化区分及び適合内容」における類型化区分を示す。
 ・「-」は全ての設備に適用する共通の設計方針であることを示し、個別条文の適合方針としては記載せず、43条適合方針としてのみ記載する。
 ・「/」は当該設備が対象外であることを示し、記載すべき設計方針がないことを表す。

泊発電所3号炉 SA設備基準適合性 一覧表(常設)

第52条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備		格納容器水素イグナイタ温度	類型化区分	エビデンス			
第43条	第1項	第1号	環境温度・湿度・圧力／屋外の天候／放射線	原子炉格納容器	A	[補足説明資料]52-2 配置図	
			荷重	(有効に機能を発揮する)	-	-	
			海水	対象外(海水を通水しない)	/	-	
			電磁波	(機能が損なわれない)	-	-	
			他設備からの影響	(周辺機器等からの悪影響により機能を失うおそれがない)	-	-	
	第2号	操作性	対象外 (操作不要)	/	-		
	第3号	試験・検査 (検査性、系統構成・外部入力)	計測制御設備 (模擬入力による機能・性能の確認(特性確認)が可能) (校正が可能)	J	[補足説明資料]52-3 試験・検査説明資料		
	第4号	切り替え性	【CV内水素濃度低減】 DB施設としての機能を有さない (切替せず使用)	Ba2	-		
	第5号	悪影響防止	系統設計	【水素濃度低減】 他設備から独立 (他の系統から独立) (水素イグナイタの水素処理性能に及ぼさない)	A c	-	
			配置設計	地震、溢水、火災、外部からの衝撃の影響を及ぼさない	-	-	
			その他(飛散物)	対象外	/	-	
	第6号	設置場所	対象外 (操作不要)	/	-		
	第2項	第1号	常設SAの容量	【CV内水素濃度低減】 SA設備単独で系統の目的に応じ使用 (炉心損傷時の格納容器内水素イグナイタの作動時に想定される温度範囲を計測できる設計)	C	-	
			第2号	共用の禁止	(共用しない)	-	-
			第3号	共通要因故障防止	【水素濃度低減】 緩和設備／同一目的のSA設備なし	/	-
サポート系要因	対象(サポート系あり) 異なる駆動源 (ディーゼル発電機に対して多様性を持った代替非常用発電機から給電)	C		-			

・記号は「共-2 類型化区分及び適合内容」における類型化区分を示す。
 ・「-」は全ての設備に適用する共通の設計方針であることを示し、個別条文の適合方針としては記載せず、43条適合方針としてのみ記載する。
 ・「/」は当該設備が対象外であることを示し、記載すべき設計方針がないことを表す。

泊発電所3号炉 SA設備基準適合性 一覧表(常設)

第52条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備		格納容器雰囲気ガス試料採取設備	類型化区分	エビデンス		
第43条	第1項	第1号	環境温度・湿度・圧力／屋外の天候／放射線	C/V以外の屋内-その他 (原子炉建屋)	B d	-
			荷重	(有効に機能を発揮する)	-	-
			海水	海水又は淡水 (海水を通水する可能性あり)	II	-
			電磁波	(機能が損なわれない)	-	-
		他設備からの影響	(周辺機器等からの悪影響により機能を失うおそれがない)	-	-	
		第2号	操作性	対象外 (操作不要)	/	-
		第3号	試験・検査 (検査性、系統構成・外部入力)	-	-	[補足説明資料]52-3 試験・検査説明資料
		第4号	切り替え性	DB施設と同じ用途で使用又は切替せず使用 (切替せず使用)	B b	[補足説明資料]52-4 系統図
		第5号	系統設計	-	-	[補足説明資料]52-4 系統図
	配置設計		地震、溢水、火災、外部からの衝撃の影響を及ぼさない	-	-	
	その他(飛散物)		対象外	/	-	
		第6号	設置場所	対象外 (操作不要)	/	-
		第1項	第1号	常設SAの容量	-	-
		第2号	共用の禁止	(共用しない)	-	-
		第2項	第3号	共通要因故障防止 環境条件、自然現象、外部人為事象、溢水、火災	-	-
サポート系要因	-			/	-	

・記号は「共-2 類型化区分及び適合内容」における類型化区分を示す。
 ・「-」は全ての設備に適用する共通の設計方針であることを示し、個別条文の適合方針としては記載せず、43条適合方針としてのみ記載する。
 ・「/」は当該設備が対象外であることを示し、記載すべき設計方針がないことを表す。

泊発電所3号炉 SA設備基準適合性 一覧表(可搬)

第52条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備		可搬型格納容器内水素濃度計測ユニット	類型化区分	エビデンス			
第43条	第1項	第1号	環境条件における健全性	環境温度・湿度・圧力/屋外の天候/放射線	C/V以外の屋内-その他(原子炉建屋)	B d	[補足説明資料]52-2 配置図
			荷重		(有効に機能を発揮する)	-	-
			海水		対象外(海水を通水しない)	/	-
			電磁波		(機能が損なわれない)	-	-
			他設備からの影響		(周辺機器等からの悪影響により機能を失うおそれがない)	-	-
	第2号	操作性	<p>【CV水素濃度監視】 現場操作 (運搬設置：台車等により運搬、移動ができる設計、設置場所にて固定できる) (弁操作：弁操作等にて速やかに切替えられる) (接続作業：簡便な接続規格による接続、及び計装ケーブルの接続はコネクタ接続とし接続規格を統一し、確実に接続できる)</p>	A⑥ A⑦ A⑧	[技術的能力]添付資料1.9.7 [補足説明資料]52-2 配置図		
	第3号	試験・検査(検査性、系統構成・外部入力)	計測制御設備 (機能・性能の確認(特性確認)が可能) (校正が可能)	J	[補足説明資料]52-3 試験・検査説明資料		
	第4号	切り替え性	<p>【CV水素濃度監視】 DB施設としての機能を有さない (弁を設置)</p>	Ba1	[補足説明資料]52-4 系統図		
	第5号	悪影響防止	系統設計	<p>【水素濃度監視】 通常時は分離 (通常時に接続先の系統と分離された状態)</p>	A b	[補足説明資料]52-2 配置図 [補足説明資料]52-4 系統図	
			配置設計	地震、溢水、火災、外部からの衝撃の影響を及ぼさない(固縛により固定)	-	-	
			その他(飛散物)	対象外	/	-	
	第6号	設置場所	現場操作 (操作は設置場所でも可能)	A a	[補足説明資料]52-2 配置図		
	第3項	第1号	可搬SAの容量	<p>【CV水素濃度監視】 その他 (CV内の水素濃度を測定できる計測範囲を有する設計 保有数は1個、故障時及び保守点検時のバックアップとして 1個の合計2個)</p>	C	-	
			可搬SAの接続性	簡便な接続規格 専用の接続	C D	[補足説明資料]52-2 配置図	
			異なる複数の接続箇所の確保	対象外	/	-	
			設置場所	SFP事故時以外に使用する設備 (放射線の高くなるおそれの少ない場所を選定)	B	[補足説明資料]52-2 配置図	
保管場所			<p>【水素濃度監視】 緩和設備/同一目的のSA設備なし/屋内</p>	A a	[補足説明資料]52-2 配置図		
アクセラート			屋内アクセラート	A	[技術的能力]添付資料1.0.2		
第7号			共通要因故障防止	環境条件、自然現象、外部人為事象、溢水、火災	<p>【水素濃度監視】 緩和設備/同一目的のSA設備なし</p>	/	-
	サポート系要因	対象(サポート系あり) 異なる駆動源 (ディーゼル発電機に対して多様性を持った代替非常用発電機から給電)		D	-		

・記号は「共-2 類型化区分及び適合内容」における類型化区分を示す。
 ・「-」は全ての設備に適用する共通の設計方針であることを示し、個別条文の適合方針としては記載せず、43条適合方針としてのみ記載する。
 ・「/」は当該設備が対象外であることを示し、記載すべき設計方針がないことを表す。

泊発電所3号炉 SA設備基準適合性 一覧表(可搬)

第52条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備		可搬型ガスサンプル冷却器用冷却ポンプ	類型化区分	エビデンス			
第1項	第1号	環境条件における健全性	環境温度・湿度・圧力/屋外の天候/放射線	C/V以外の屋内-その他(原子炉建屋)	B d	[補足説明資料]52-2 配置図	
		荷重		(有効に機能を発揮する)	-	-	
		海水		対象外(海水を通水しない)	/	-	
		電磁波		(機能が損なわれない)	-	-	
		他設備からの影響		(周辺機器等からの悪影響により機能を失うおそれがない)	-	-	
	第2号	操作性		【CV水素濃度監視】 現場操作 (運搬設置：台車等により運搬、移動ができる設計、設置場所にて固定できる) (操作スイッチ操作：現場の操作スイッチにより操作が可能) (弁操作：弁操作等にて速やかに切替えられる) (接続作業：簡便な接続規格による接続、及び電源ケーブルの接続はコネクタ接続とし接続規格を統一し、確実に接続できる)	A⑥ A⑦ A⑧ A⑩	[技術的能力]添付資料1.9.7 [補足説明資料]52-2 配置図	
	第3号	試験・検査(検査性、系統構成・外部入力)		ポンプ (機能・性能及び漏えいの確認が可能) (分解が可能)	A	[補足説明資料]52-3 試験・検査説明資料	
	第4号	切り替え性		【CV水素濃度監視】 DB施設としての機能を有さない (弁を設置)	Ba1	[補足説明資料]52-4 系統図	
	第5号	悪影響防止	系統設計		【水素濃度監視】 通常時は分離 (通常時に接続先の系統と分離された状態)	A b	[補足説明資料]52-2 配置図 [補足説明資料]52-4 系統図
			配置設計		地震、溢水、火災、外部からの衝撃の影響を及ぼさない(固縛により固定)	-	-
その他(飛散物)				高速回転機器 (今回配備)	B	-	
第6号	設置場所		現場操作 (操作は設置場所でも可能)	A a	[補足説明資料]52-2 配置図		
第3項	第1号	可搬SAの容量		【CV水素濃度監視】 その他 (サンプリングガスを冷却し、計測可能な温度範囲に収めることができる容量を有する設計) (保有数は1個、故障時及び保守点検時のバックアップとして1個の合計2個)	C	-	
	第2号	可搬SAの接続性		簡便な接続規格 専用の接続	C D	[補足説明資料]52-2 配置図	
	第3号	異なる複数の接続箇所の確保		対象外	/	-	
	第4号	設置場所		SFP事故時以外に使用する設備 (放射線の高くなるおそれの少ない場所を選定)	B	[補足説明資料]52-2 配置図	
	第5号	保管場所		【水素濃度監視】 緩和設備/同一目的のSA設備なし/屋内	A a	[補足説明資料]52-2 配置図	
	第6号	アクセスルート		屋内アクセスルート	A	[技術的能力]添付資料1.0.2	
	第7号	共通要因故障防止	環境条件、自然現象、外部人為事象、溢水、火災		【水素濃度監視】 緩和設備/同一目的のSA設備なし	/	-
			サポート系要因		対象(サポート系あり) 異なる駆動源 (ディーゼル発電機に対して多様性を持った代替非常用発電機から給電)	D	-

・記号は「共-2 類型化区分及び適合内容」における類型化区分を示す。
 ・「-」は全ての設備に適用する共通の設計方針であることを示し、個別条文の適合方針としては記載せず、43条適合方針としてのみ記載する。
 ・「/」は当該設備が対象外であることを示し、記載すべき設計方針がないことを表す。

泊発電所3号炉 SA設備基準適合性 一覧表(可搬)

第52条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備		可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置	類型化区分	エビデンス		
第1項	第1号	環境条件における健全性	環境温度・湿度・圧力／屋外の天候／放射線	C/V以外の屋内-その他(原子炉建屋)	B d	[補足説明資料]52-2 配置図
		荷重		(有効に機能を発揮する)	-	-
		海水		対象外(海水を通水しない)	/	-
		電磁波		(機能が損なわれない)	-	-
	他設備からの影響		(周辺機器等からの悪影響により機能を失うおそれがない)	-	-	
	第2号	操作性	<p>【CV水素濃度監視】 現場操作 (運搬設置：台車等により運搬、移動ができる設計、設置場所にて固定できる) (操作スイッチ操作：現場の操作スイッチにより操作が可能) (弁操作：弁操作等にて速やかに切替えられる) (接続作業：簡便な接続規格による接続、及び電源ケーブルの接続はコネクタ接続とし接続規格を統一し、確実に接続できる)</p>	A⑥ A⑦ A⑧ A⑩	[技術的能力]添付資料1.9.7 [補足説明資料]52-2 配置図	
	第3号	試験・検査(検査性、系統構成・外部入力)	圧縮機 (機能・性能及び漏えいの確認が可能) (分解が可能)	M	[補足説明資料]52-3 試験・検査説明資料	
	第4号	切り替え性	<p>【CV水素濃度監視】 DB施設としての機能を有さない (弁を設置)</p>	B a1	[補足説明資料]52-4 系統図	
	第5号	悪影響防止	系統設計	<p>【水素濃度監視】 通常時は分離 (通常時に接続先の系統と分離された状態)</p>	A b	[補足説明資料]52-2 配置図 [補足説明資料]52-4 系統図
			配置設計	地震、溢水、火災、外部からの衝撃の影響を及ぼさない(固縛により固定)	-	-
その他(飛散物)			高速回転機器(今回配備)	B	-	
第6号	設置場所	現場操作 (操作は設置場所でも可能)	A a	[補足説明資料]52-2 配置図		
第3項	第1号	可搬SAの容量	<p>【CV水素濃度監視】 その他 (サンプリングガスをCV内に戻すことができる吐出圧力を有する設計) (保有数は1個、故障時及び保守点検時のバックアップとして1個の合計2個)</p>	C	-	
	第2号	可搬SAの接続性	簡便な接続規格 専用の接続	C D	[補足説明資料]52-2 配置図	
	第3号	異なる複数の接続箇所の確保	対象外	/	-	
	第4号	設置場所	SFP事故時以外に使用する設備 (放射線の高くなるおそれの少ない場所を選定)	B	[補足説明資料]52-2 配置図	
	第5号	保管場所	<p>【水素濃度監視】 緩和設備／同一目的のSA設備なし／屋内</p>	A a	[補足説明資料]52-2 配置図	
	第6号	アクセスルート	屋内アクセスルート	A	[技術的能力]添付資料1.0.2	
	第7号	共通要因故障防止	環境条件、自然現象、外部人為事象、溢水、火災	<p>【水素濃度監視】 緩和設備／同一目的のSA設備なし</p>	/	-
			サポート系要因	対象(サポート系あり) 異なる駆動源 (ディーゼル発電機に対して多様性を持った代替非常用発電機から給電)	D	-

・記号は「共-2 類型化区分及び適合内容」における類型化区分を示す。
 ・「-」は全ての設備に適用する共通の設計方針であることを示し、個別条文の適合方針としては記載せず、43条適合方針としてのみ記載する。
 ・「/」は当該設備が対象外であることを示し、記載すべき設計方針がないことを表す。

泊発電所3号炉 SA設備基準適合性 一覧表(可搬)

第52条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備		格納容器空気サンプルライン隔離弁操作用可搬型窒素ガスボンベ	類型化区分	エビデンス		
第43条	第1項	第1号	環境条件・湿度・圧力/屋外の天候/放射線	C/V以外の屋内-その他(原子炉建屋)	B d	[補足説明資料]52-2 配置図
			荷重	(有効に機能を発揮する)	-	-
			海水	対象外(海水を通水しない)	/	-
			電磁波	(機能が損なわれない)	-	-
			他設備からの影響	(周辺機器等からの悪影響により機能を失うおそれがない)	-	-
	第2号	操作性	【CV水素濃度監視】 現場操作 (工具確保;一般的な工具)(弁操作;弁操作等にて速やかに切替えられる) (接続作業;簡便な接続規格による接続)	A⑤ A⑥ A⑩	[技術的能力]添付資料1.9.7 [補足説明資料]52-2 配置図	
	第3号	試験・検査(検査性、系統構成・外部入力)	容器 (機能・性能及び漏えいの確認が可能) (規定圧力及び外観の確認可能)	C	[補足説明資料]52-3 試験・検査説明資料	
	第4号	切り替え性	【CV水素濃度監視】 DB施設としての機能を有さない (弁を設置)	Ba1	[補足説明資料]52-4 系統図	
	第5号	悪影響防止	系統設計	【水素濃度監視】 通常時は分離 (通常時に接続先の系統と分離された状態)	A b	[補足説明資料]52-2 配置図 [補足説明資料]52-4 系統図
			配置設計	地震、溢水、火災、外部からの衝撃の影響を及ぼさない(固縛により固定)	-	-
			その他(飛散物)	対象外	/	-
	第6号	設置場所	現場操作 (操作は設置場所でも可能)	A a	[補足説明資料]52-2 配置図	
第3項	第1号	可搬SAの容量	【CV水素濃度監視】 負荷に直接接続 (弁全開に必要な容量に対して十分な容量) (保有数は1個、故障時及び保守点検時のバックアップとして1個の合計2個)	B	[補足説明資料]52-5 容量設定根拠	
		第2号	可搬SAの接続性	簡便な接続規格	C	[補足説明資料]52-2 配置図
		第3号	異なる複数の接続箇所の確保	対象外	/	-
		第4号	設置場所	SFP事故時以外に使用する設備 (放射線の高くなるおそれの少ない場所を選定)	B	[補足説明資料]52-2 配置図
		第5号	保管場所	【水素濃度監視】 緩和設備/同一目的のSA設備なし/屋内	A a	[補足説明資料]52-2 配置図
		第6号	アクセスルート	屋内アクセスルート	A	[技術的能力]添付資料1.0.2
		第7号	共通要因故障防止	環境条件、自然現象、外部人為事象、溢水、火災	【水素濃度監視】 緩和設備/同一目的のSA設備なし	/
サポート系要因	対象外(サポート系なし)			/	-	

・記号は「共-2 類型化区分及び適合内容」における類型化区分を示す。
 ・「-」は全ての設備に適用する共通の設計方針であることを示し、個別条文の適合方針としては記載せず、43条適合方針としてのみ記載する。
 ・「/」は当該設備が対象外であることを示し、記載すべき設計方針がないことを表す。


泊発電所3号炉 SA設備基準適合性 一覧表(可搬)


第52条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備		可搬型大型送水ポンプ車	類型化区分	エビデンス		
第1項	第1号	環境条件における健全性	環境温度・湿度・圧力/屋外の天候/放射線	屋外	C	[補足説明資料]52-2 配置図
		荷重		(有効に機能を発揮する)	-	-
		海水		海水通水 (使用時に海水を通水) (取水する際の遺物の流入防止を考慮)	I	-
		電磁波		(機能が損なわれない)	-	-
		他設備からの影響		(周辺機器等からの悪影響により機能を失うおそれがない)	-	-
	第2号	操作性	【CV水素濃度監視】 現場操作 (工具確保:一般的な工具) (運搬設置:車両として移動可能、車輪止めを搭載) (操作スイッチ操作:付属の操作器等により現場での操作が可能) (弁操作:弁操作等にて速やかに切替えられる) (接続作業:フランジ接続とし可搬型ホースを確実に接続できる)	A⑤ A⑥ A⑦ A⑧ A⑩	[技術的能力]添付資料1.5.5 [補足説明資料]52-2 配置図	
	第3号	試験・検査(検査性、系統構成・外部入力)	ポンプ (機能・性能及び漏えいの確認が可能) (分解が可能) (車両として運転状態及び外観の確認が可能)	A	[補足説明資料]52-3 試験・検査説明資料	
	第4号	切り替え性	【CV水素濃度監視】 DB施設としての機能を有さない (弁を設置)	Ba1	[補足説明資料]52-4 系統図	
	第5号	悪影響防止	系統設計	【水素濃度監視】 通常時は分離 (通常時に接続先の系統と分離された状態)	A b	[補足説明資料]52-2 配置図 [補足説明資料]52-4 系統図
			配置設計	地震、溢水、火災、外部からの衝撃の影響を及ぼさない(固縛等により固定)	-	-
その他(飛散物)			高速回転機器 (今回配備)	B	-	
第6号	設置場所	現場操作 (操作は設置場所でも可能)	A a	[補足説明資料]52-2 配置図		
第3項	第1号	可搬SAの容量	【CV水素濃度監視】 原子炉建屋の外から水又は電力を供給 (サンプリングガスを冷却し、計測可能な温度範囲に取めることができる容量で設計) (保有数は2セット2台に、故障時及び保守点検による待機除外時のバックアップ用として1台を加えた合計4台を分散して保管)	A	[補足説明資料]52-5 容量設定根拠	
	第2号	可搬SAの接続性	フランジ接続	B	[補足説明資料]52-10 可搬型重大事故等対処設備の接続口について	
	第3号	異なる複数の接続箇所の確保	複数設置 (原子炉建屋内の異なる区画に複数箇所設置し、異なる建屋面から接続)	A	[補足説明資料]52-10 可搬型重大事故等対処設備の接続口について	
	第4号	設置場所	SFP事故時以外に使用する設備 (放射線の高くなるおそれの少ない場所を選定)	B	[補足説明資料]52-2 配置図	
	第5号	保管場所	緩和設備/同一目的のSA設備なし/屋外	B a	[補足説明資料]52-2 配置図	
	第6号	アクセラート	屋外アクセラート	B	[技術的能力]添付資料1.0.2	
	第7号	共通要因故障防止	環境条件、自然現象、外部人為事象、溢水、火災	【水素濃度監視】 緩和設備/同一目的のSA設備なし	/	-
サポート系要因			対象外(サポート系なし)	/	-	

・記号は「共-2 類型化区分及び適合内容」における類型化区分を示す。
 ・「-」は全ての設備に適用する共通の設計方針であることを示し、個別条文の適合方針としては記載せず、43条適合方針としてのみ記載する。
 ・「/」は当該設備が対象外であることを示し、記載すべき設計方針がないことを表す。

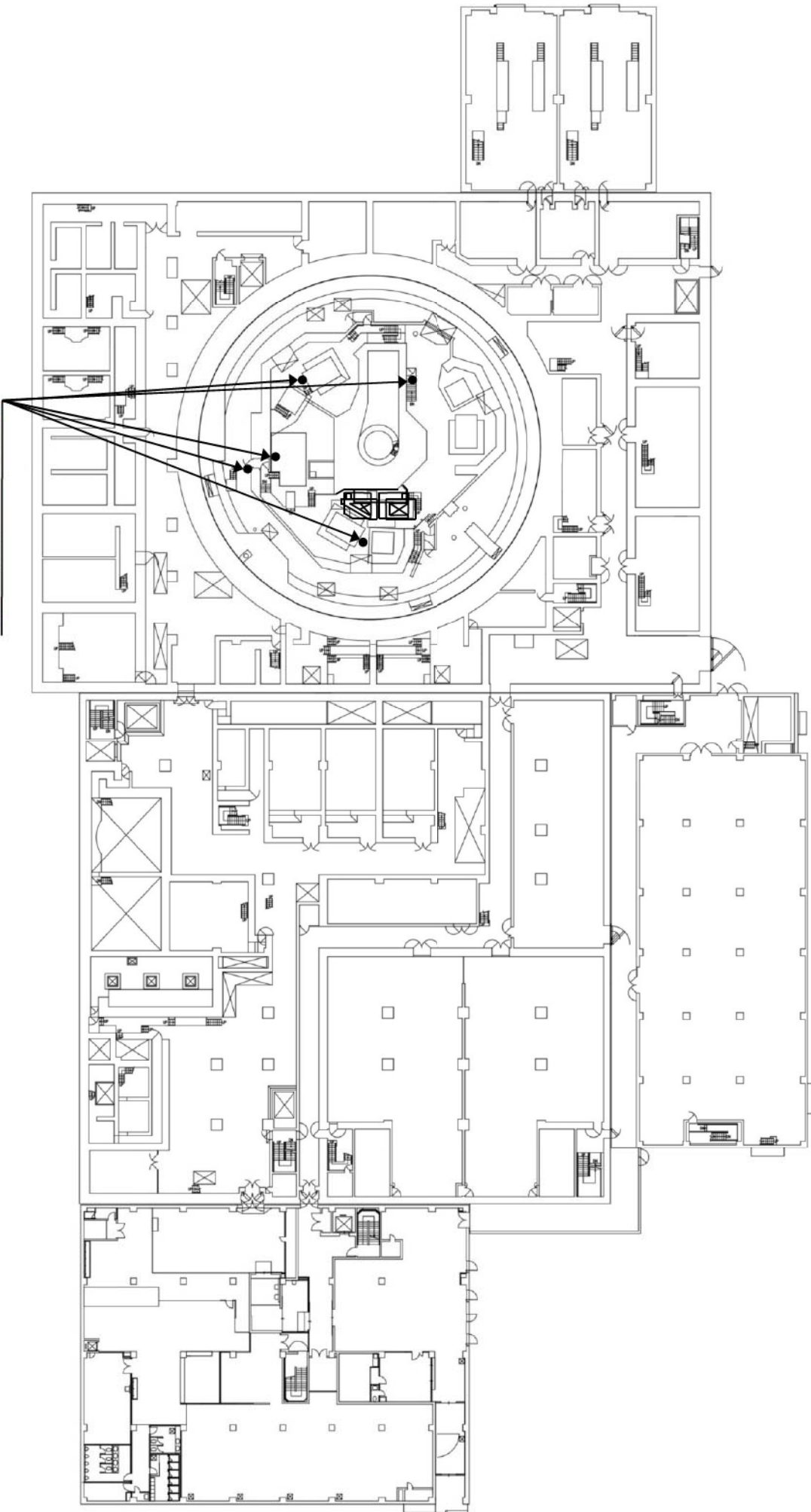
5 2 - 2 配置図

凡例

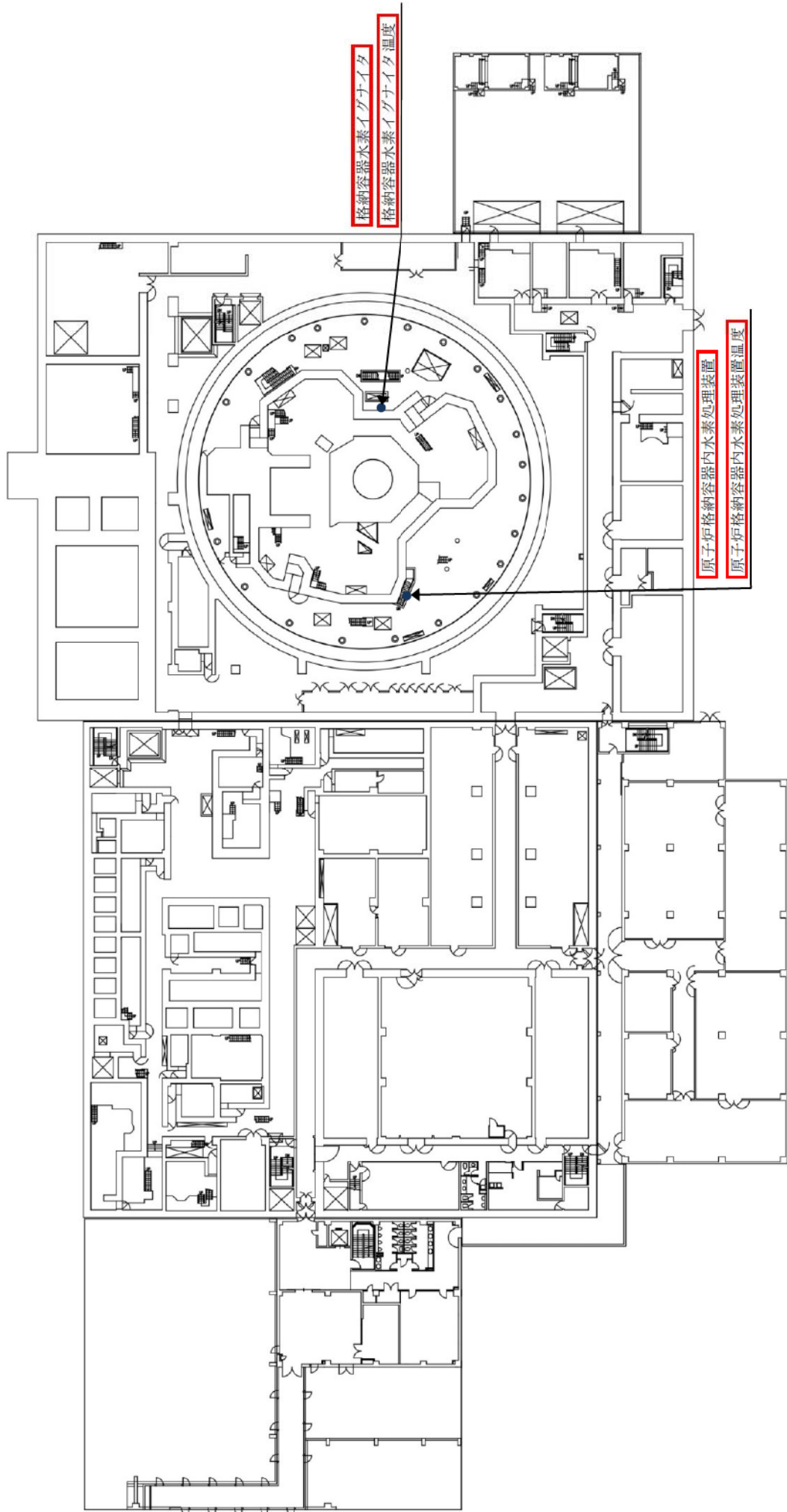
 : 設計基準事故対処設備等

 : 重大事故等対処設備

格納容器水素イグナイター
格納容器水素イグナイター温度

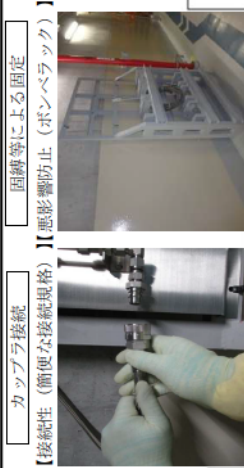


T.P. 10.3m



T. P. 17. 8m

格納容器空サンプラライン隔離弁操作可搬型窒素ガスポンベ（保管場所・設置場所）



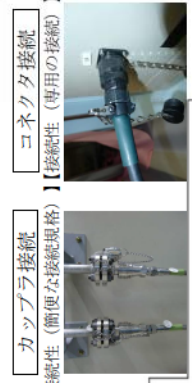
【接続性（簡便な接続規格）】
【悪影響防止（ボンベバック）】
固縛等による固定

可搬型ガスサンプラ冷却器用冷却ポンプ（保管場所・設置場所）



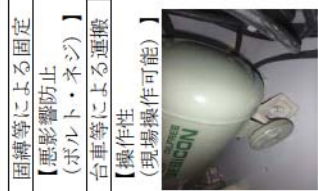
カップラ接続
【接続性（簡便な接続規格）】
台車等による運搬
【悪影響防止（現場操作可能）】

可搬型格納容器内水素濃度計測ユニット（保管場所・設置場所）



カップラ接続
【接続性（簡便な接続規格）】
台車等による運搬
【悪影響防止（現場操作可能）】
固縛等による固定
【悪影響防止（ボルト・ネジ）】

可搬型代替ガスサンプラリング圧縮装置（保管場所・設置場所）



固縛等による固定
【悪影響防止（ボルト・ネジ）】
台車等による運搬
【悪影響防止（ボルト・ネジ）】

カップラ接続



【接続性（簡便な接続規格）】
【操作性（現場操作可能）】

可搬型ガスサンプラ冷却器用冷却ポンプ（保管場所）



固縛等による固定
【悪影響防止（ボルト・ネジ）】
台車等による運搬
【悪影響防止（ボルト・ネジ）】

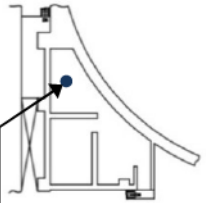
**格納容器水素イクナイタ
格納容器水素イクナイタ温度**

可搬型格納容器内水素濃度計測ユニット（保管場所）

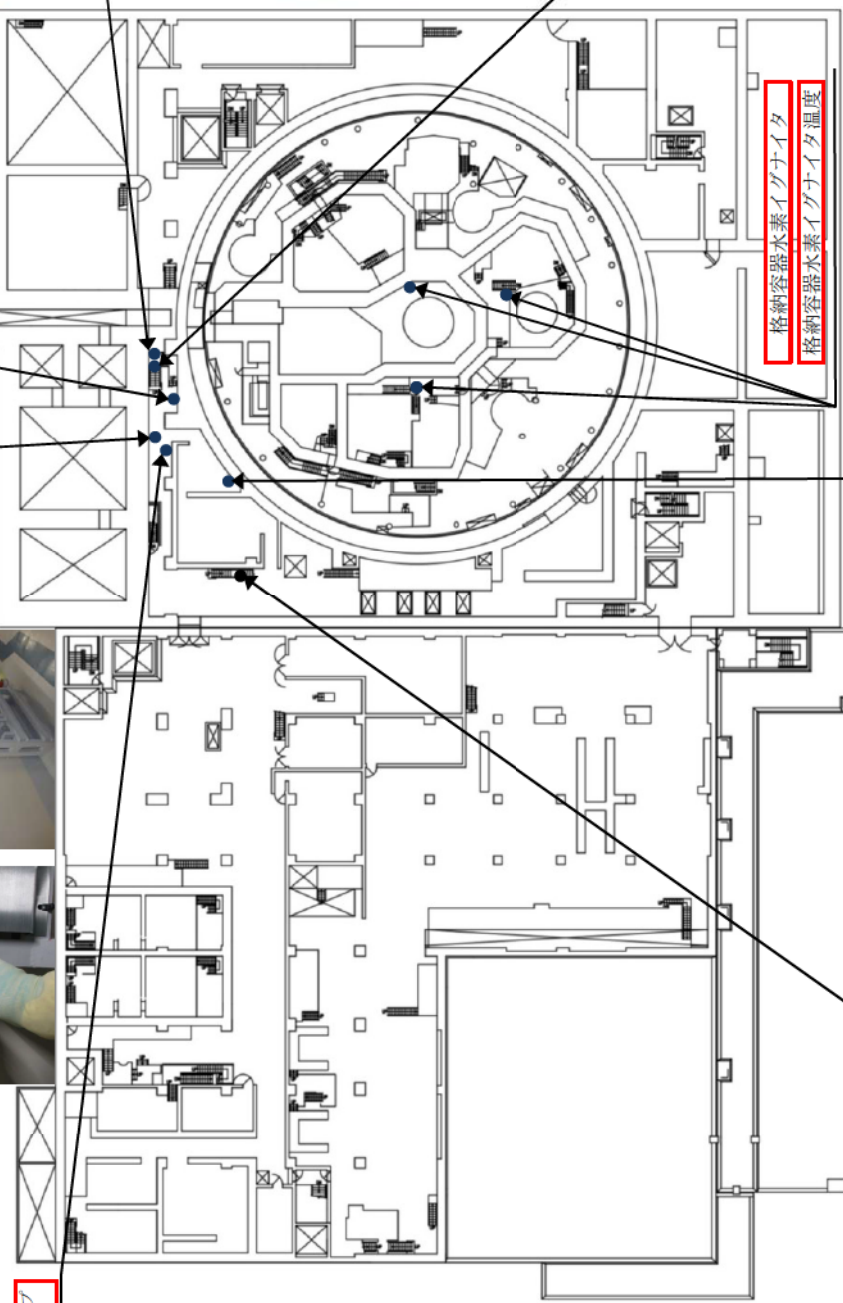


固縛等による固定
【悪影響防止（ボルト・ネジ）】
台車等による運搬
【悪影響防止（ボルト・ネジ）】

格納容器窒素用ガス試験採取設備



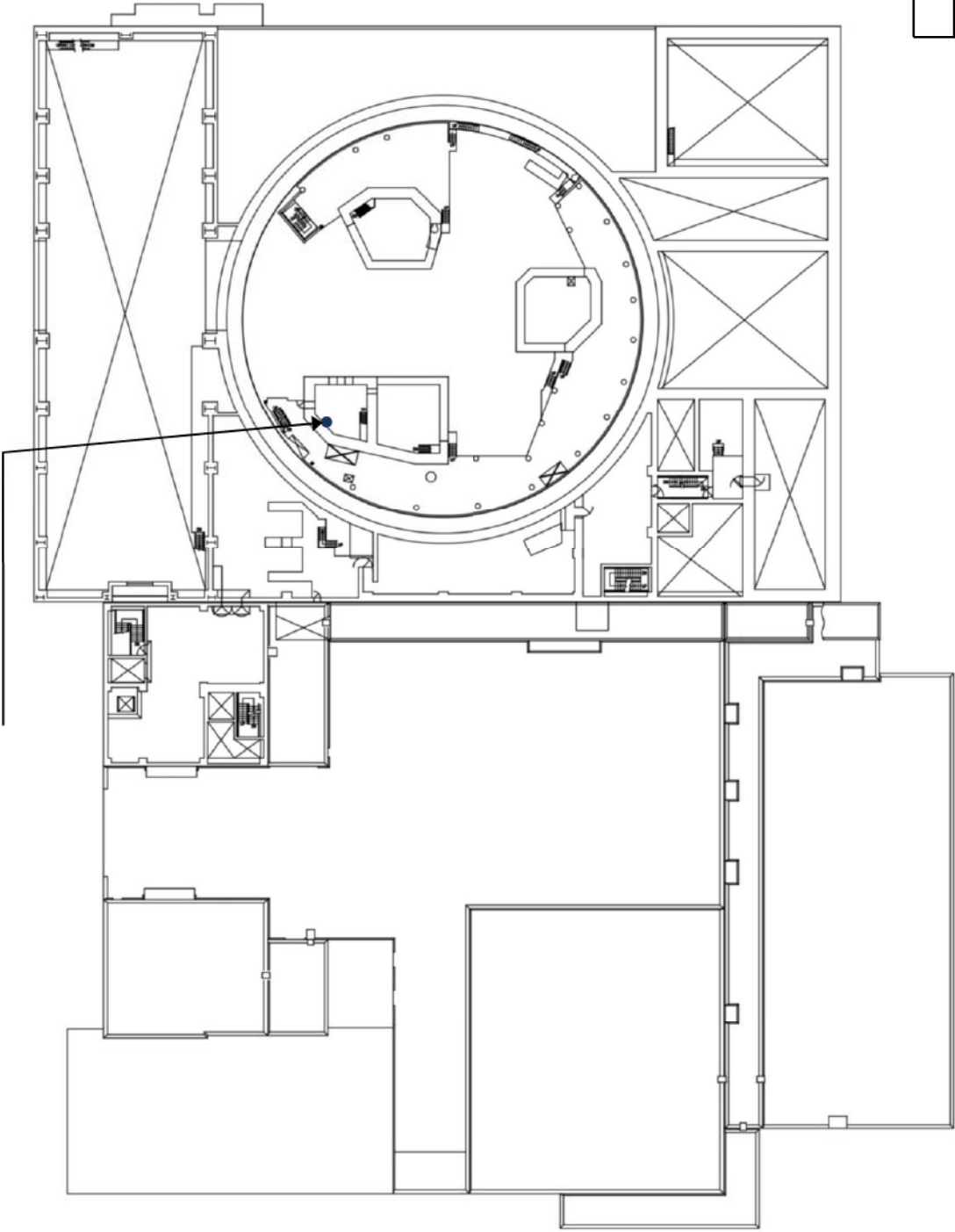
【接続性（簡便な接続規格）】
【操作性（現場操作可能）】



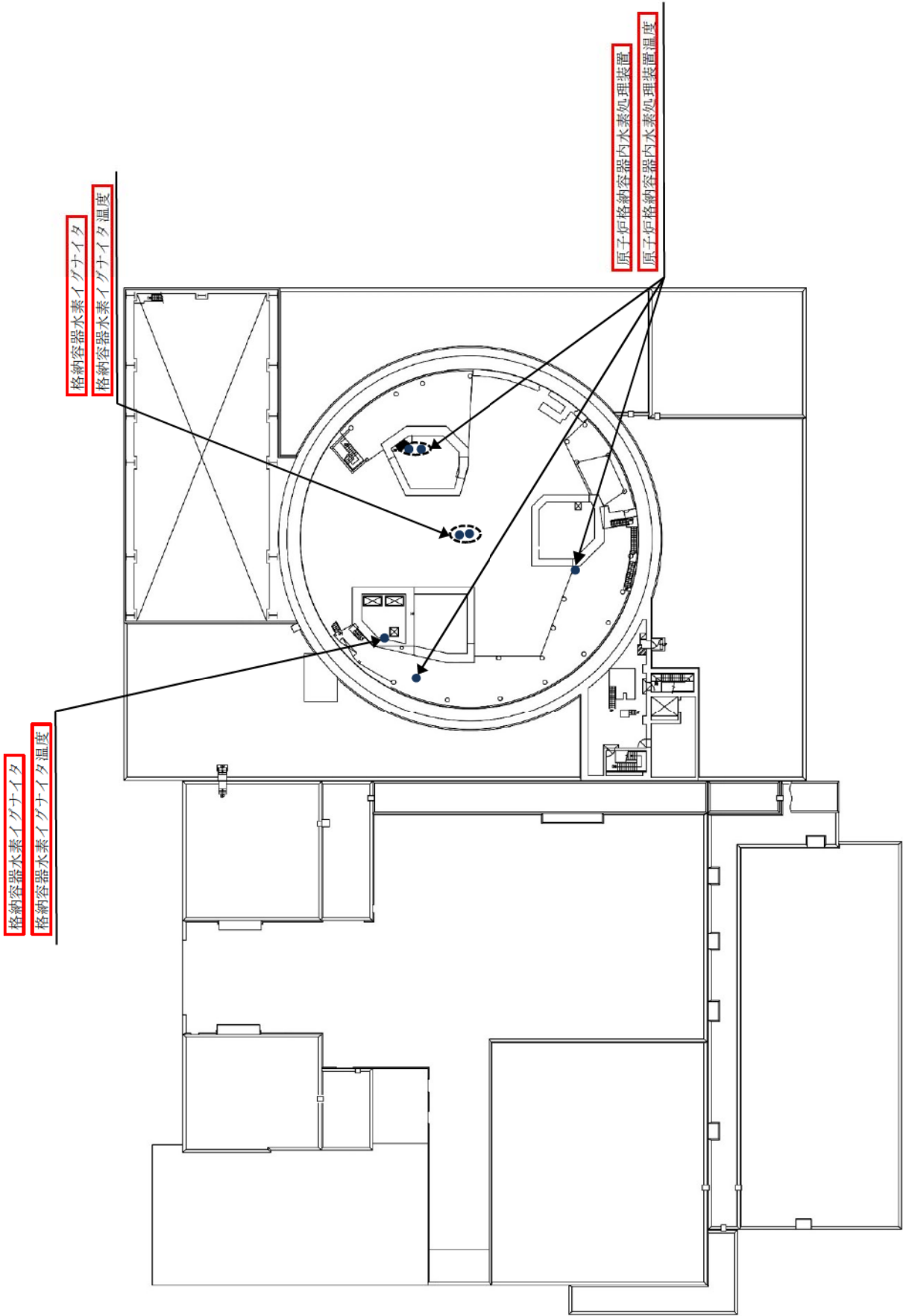
T.P. 24.8m

格納容器水素イグナイター

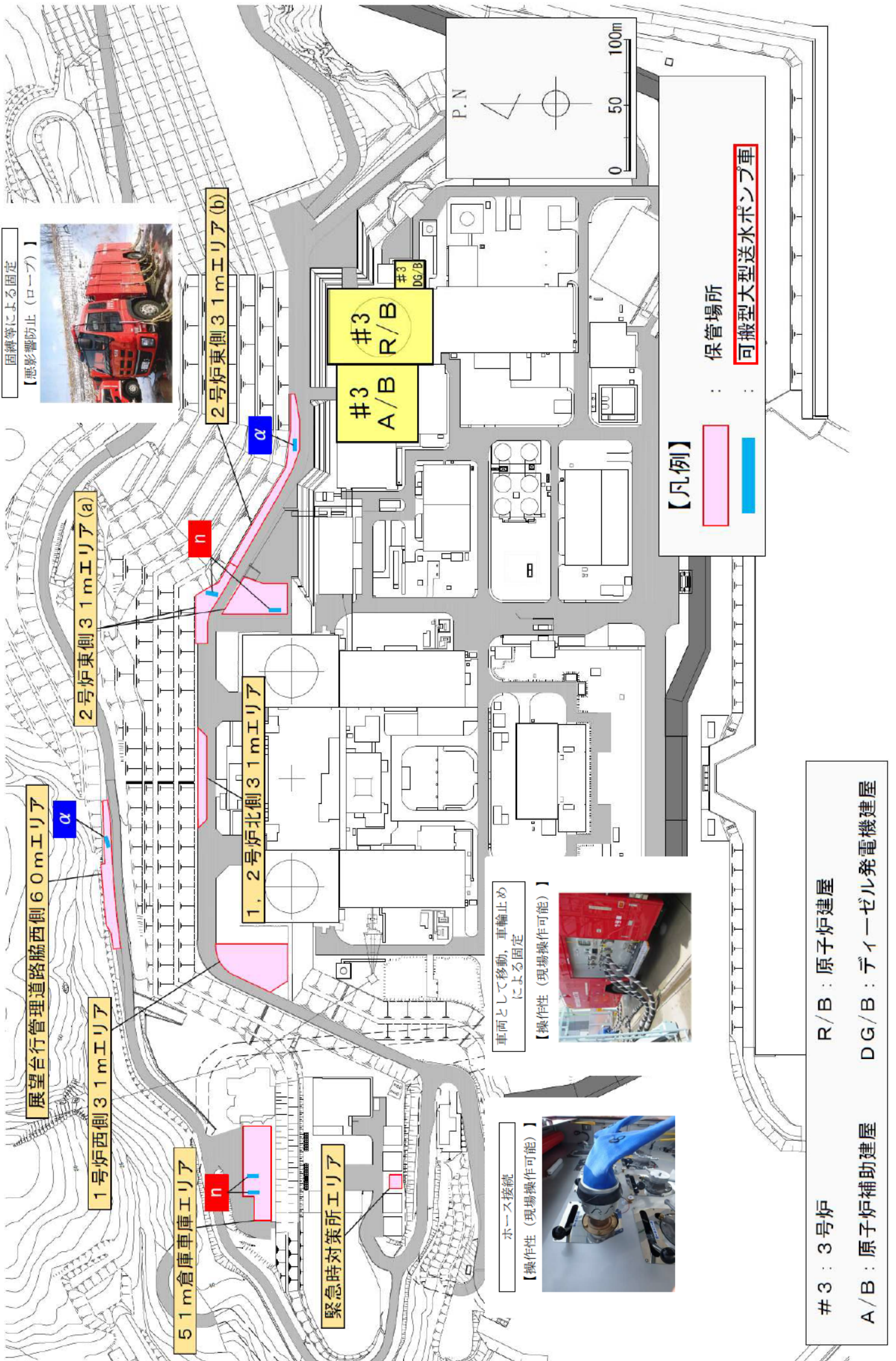
格納容器水素イグナイター温度



T. P. 40. 3m



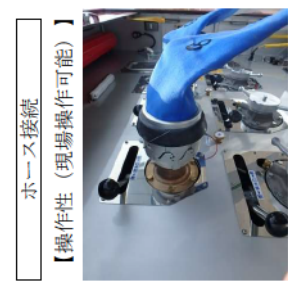
T. P. 43. 6m



固縛等による固定
【悪影響防止（ロープ）】

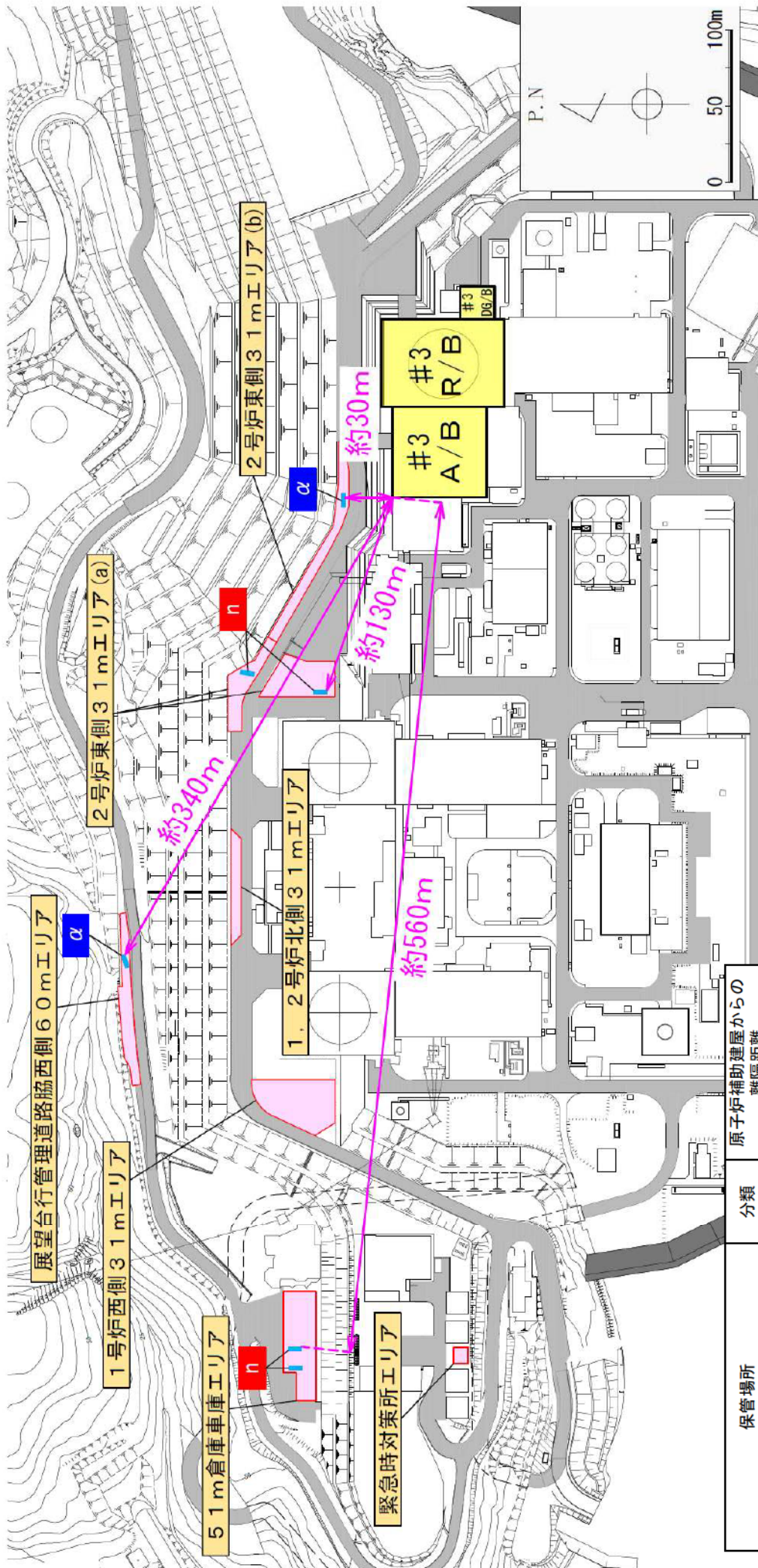


車両として移動、車輪止めによる固定
【操作性（現場操作可能）】



ホース接続
【操作性（現場操作可能）】

- # 3 : 3号炉
- A/B : 原子炉補助建屋
- R/B : 原子炉建屋
- DG/B : デイゼル発電機建屋



保管場所	分類	原子炉補助建屋からの 離隔距離
2号炉東側31mエリア(a)	n	約130m※
51m倉庫車庫エリア	n	約560m※
2号炉東側31mエリア(b)	α	約30m
展望台管理道路脇西側60mエリア	α	約340m

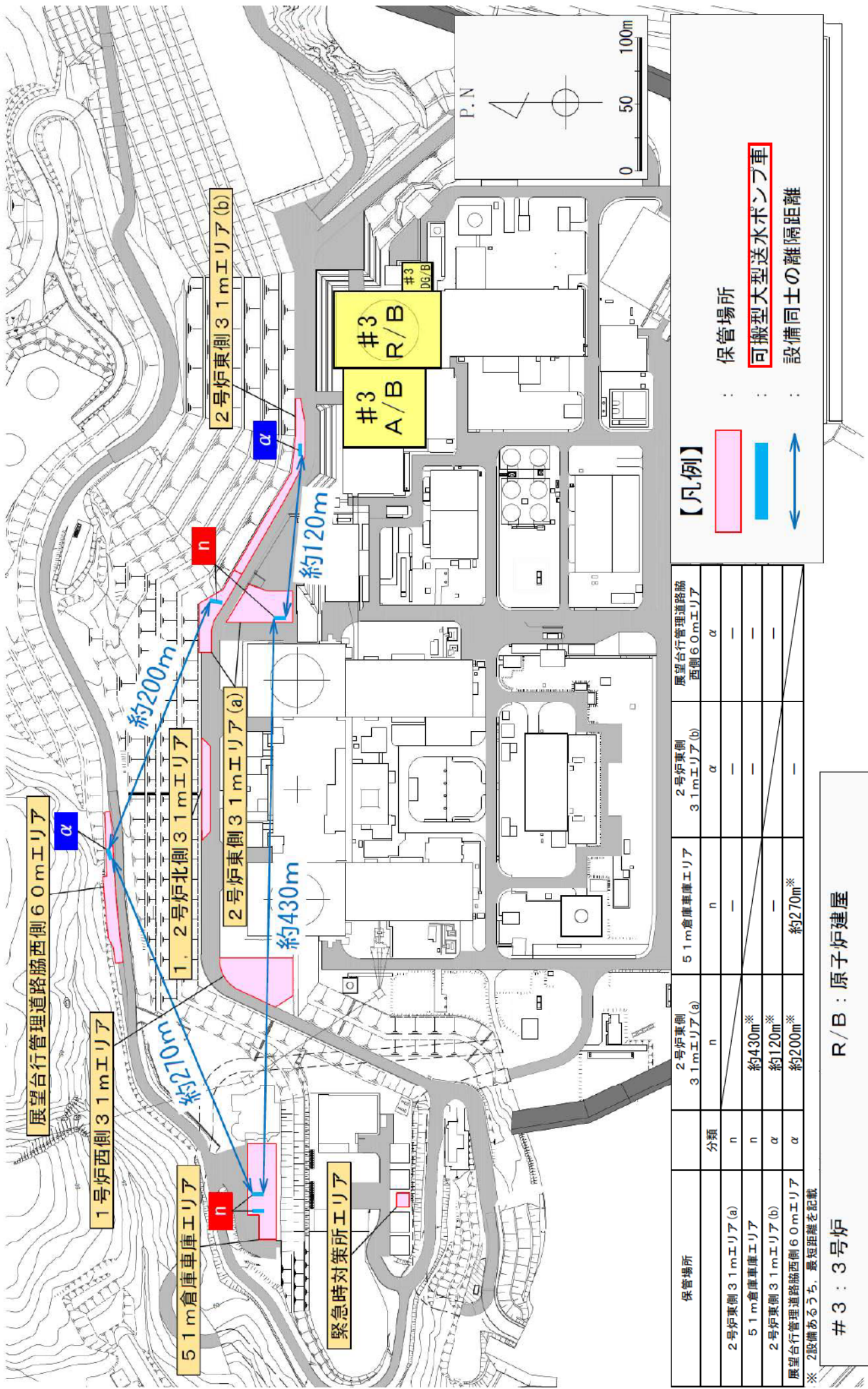
※ 2設備あるうち、最短距離を記載

3 : 3号炉 R/B : 原子炉建屋
A/B : 原子炉補助建屋 DG/B : デイゼル発電機建屋

【凡例】

- : 保管場所
- : 可搬型大型送水ポンプ車
- : 原子炉補助建屋からの離隔距離※

※ 原子炉補助建屋、原子炉建屋又はディーゼ発電機建屋のうち、可搬型重大事故等対応設備に最も近接している原子炉補助建屋を代表して記載している。



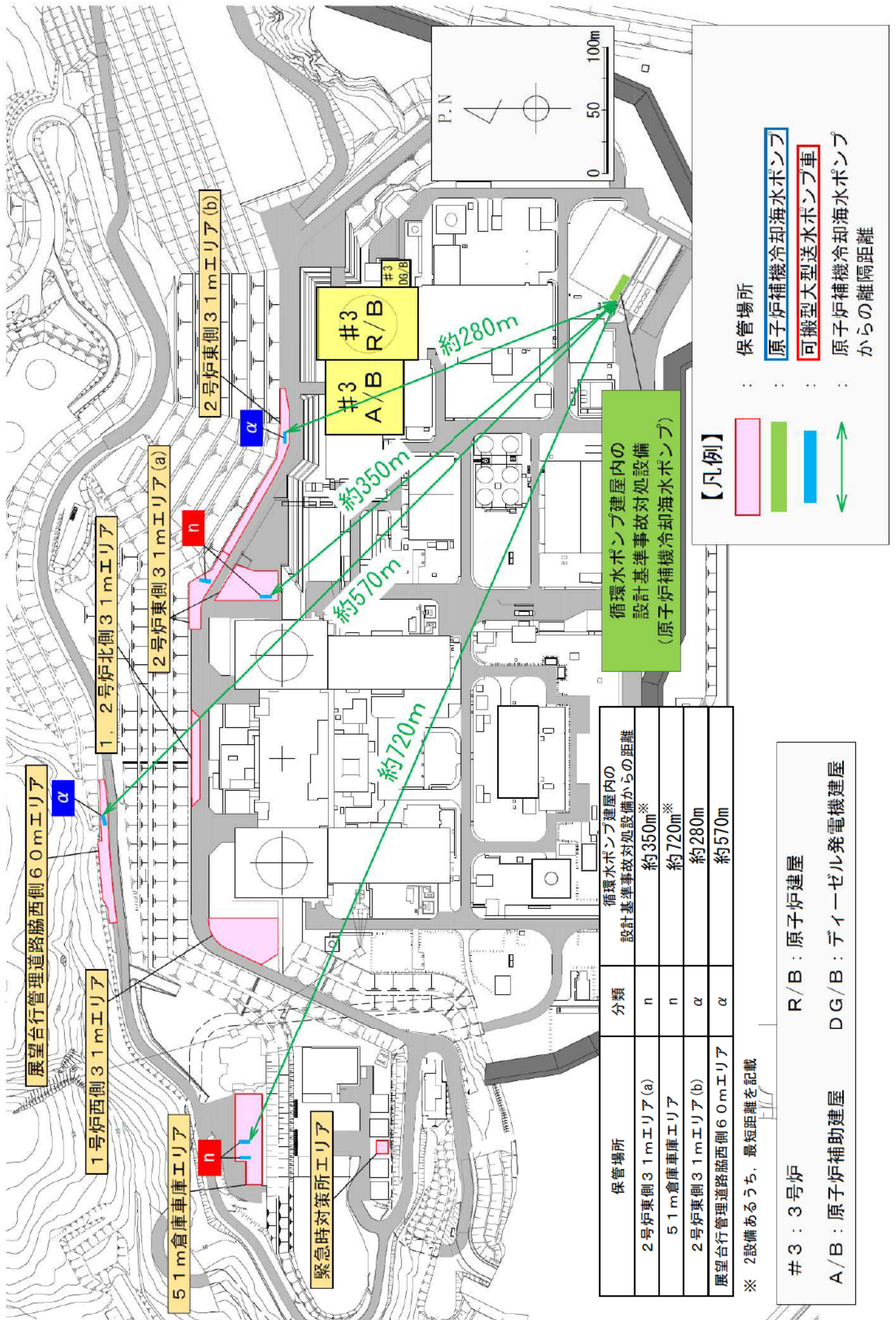
【凡例】

- 保管場所
- 可搬型大型送水ポンプ車
- 設備同士の離隔距離

保管場所	分類	2号炉東側 3.1mエリア(a)	5.1m倉庫車庫エリア	2号炉東側 3.1mエリア(b)	展望台行政管理道路脇 西側6.0mエリア
2号炉東側 3.1mエリア (a)	n	n	n	α	α
5.1m倉庫車庫エリア	n	約430m*	-	-	-
2号炉東側 3.1mエリア (b)	α	約120m*	-	-	-
展望台行政管理道路脇西側 6.0mエリア	α	約200m*	約270m*	-	-

* 2設備あるうち、最短距離を記載

3 : 3号炉 R/B : 原子炉建屋
 A/B : 原子炉補助建屋 DG/B : デイジーゼル発電機建屋



【凡例】

- 保管場所
- 原子炉補機冷却海水ポンプ
- 可搬型大型送水ポンプ車
- 原子炉補機冷却海水ポンプからの離隔距離

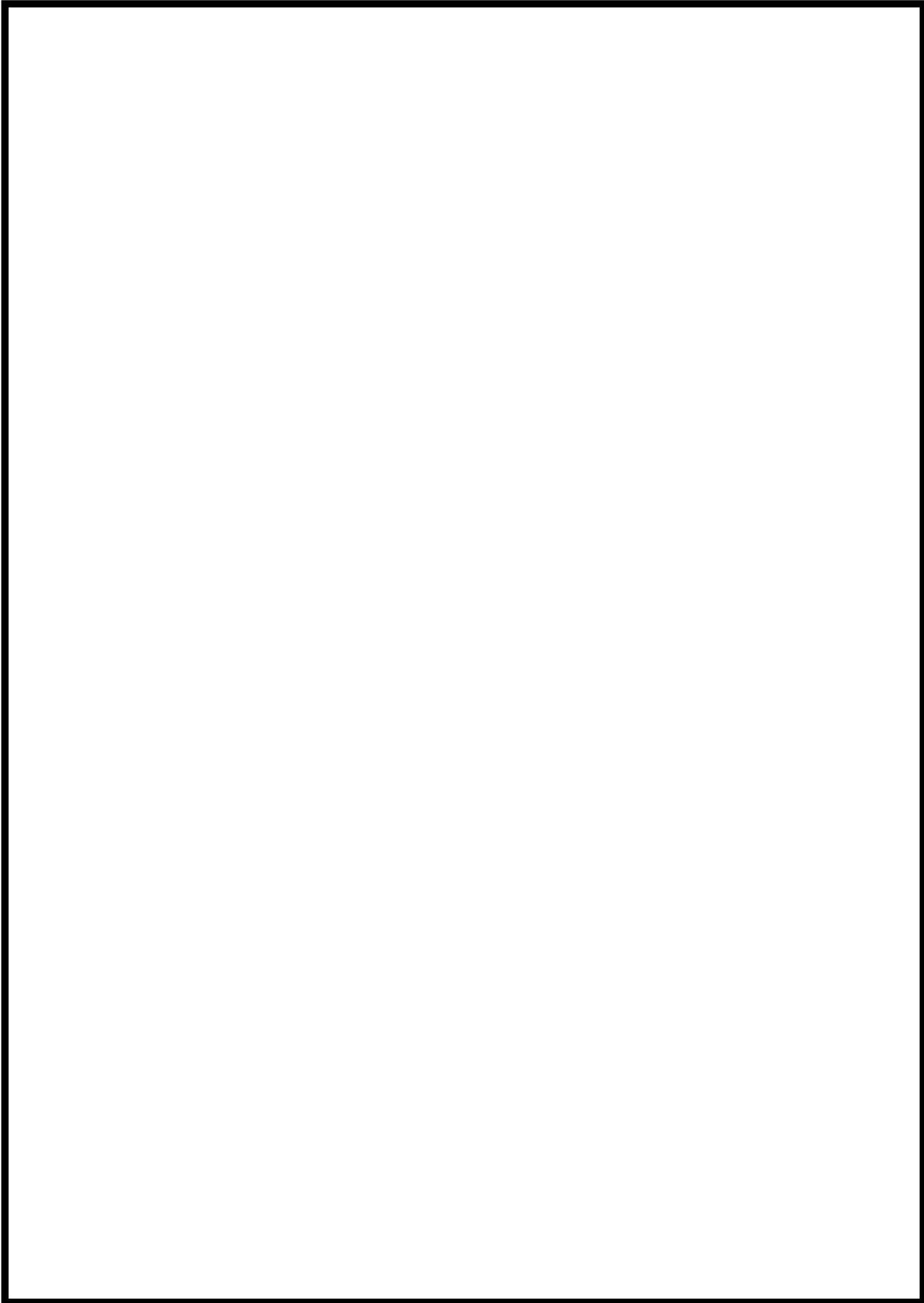
保管場所	分類	循環水ポンプ建屋内の設計基準事故対応設備からの距離
2号炉東側31mエリア(a)	n	約350m※
51m倉庫車庫エリア	n	約720m※
2号炉東側31mエリア(b)	α	約280m
展示台行政管理道路脇西側60mエリア	α	約570m

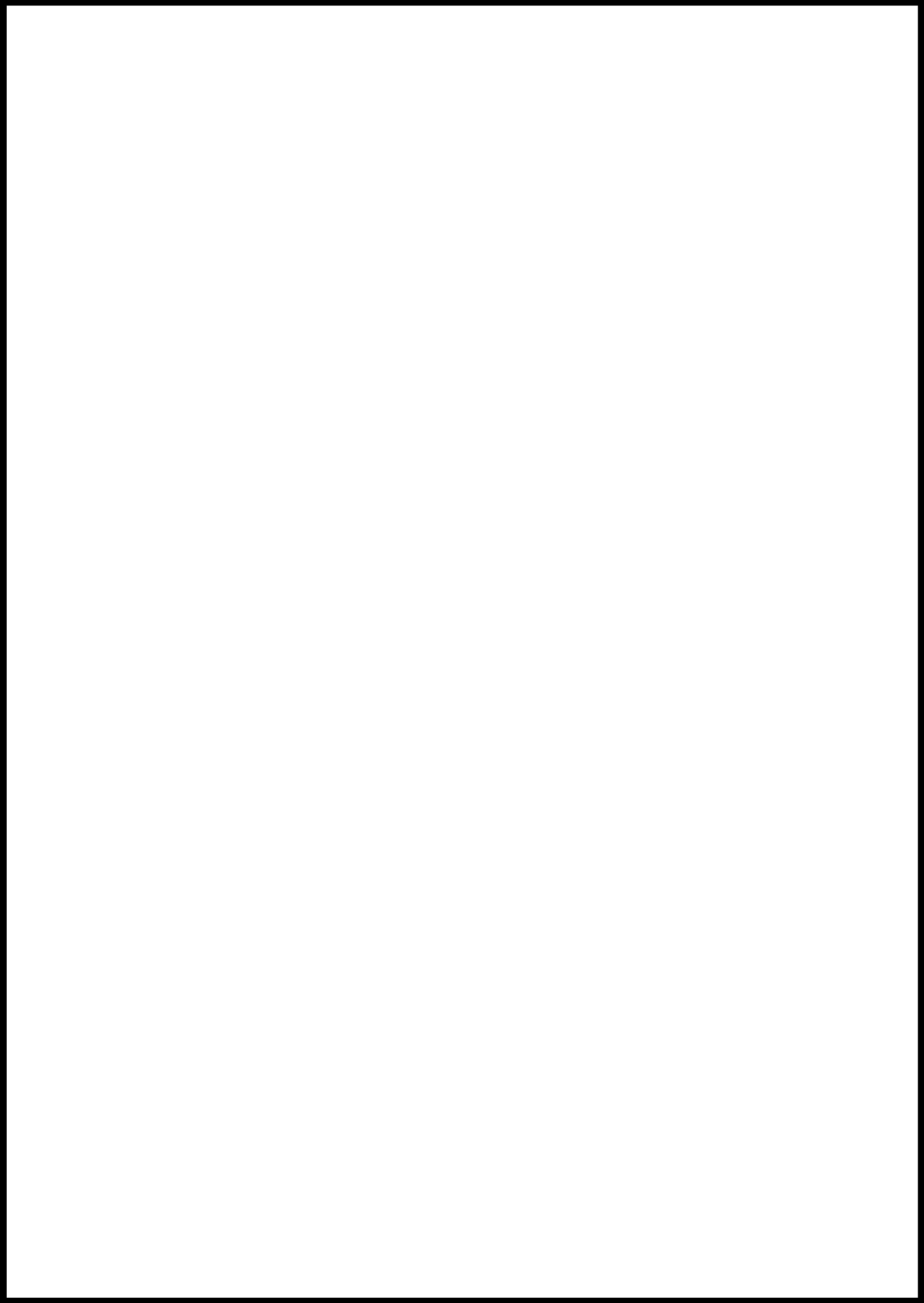
※ 2設備あるうち、最短距離を記載

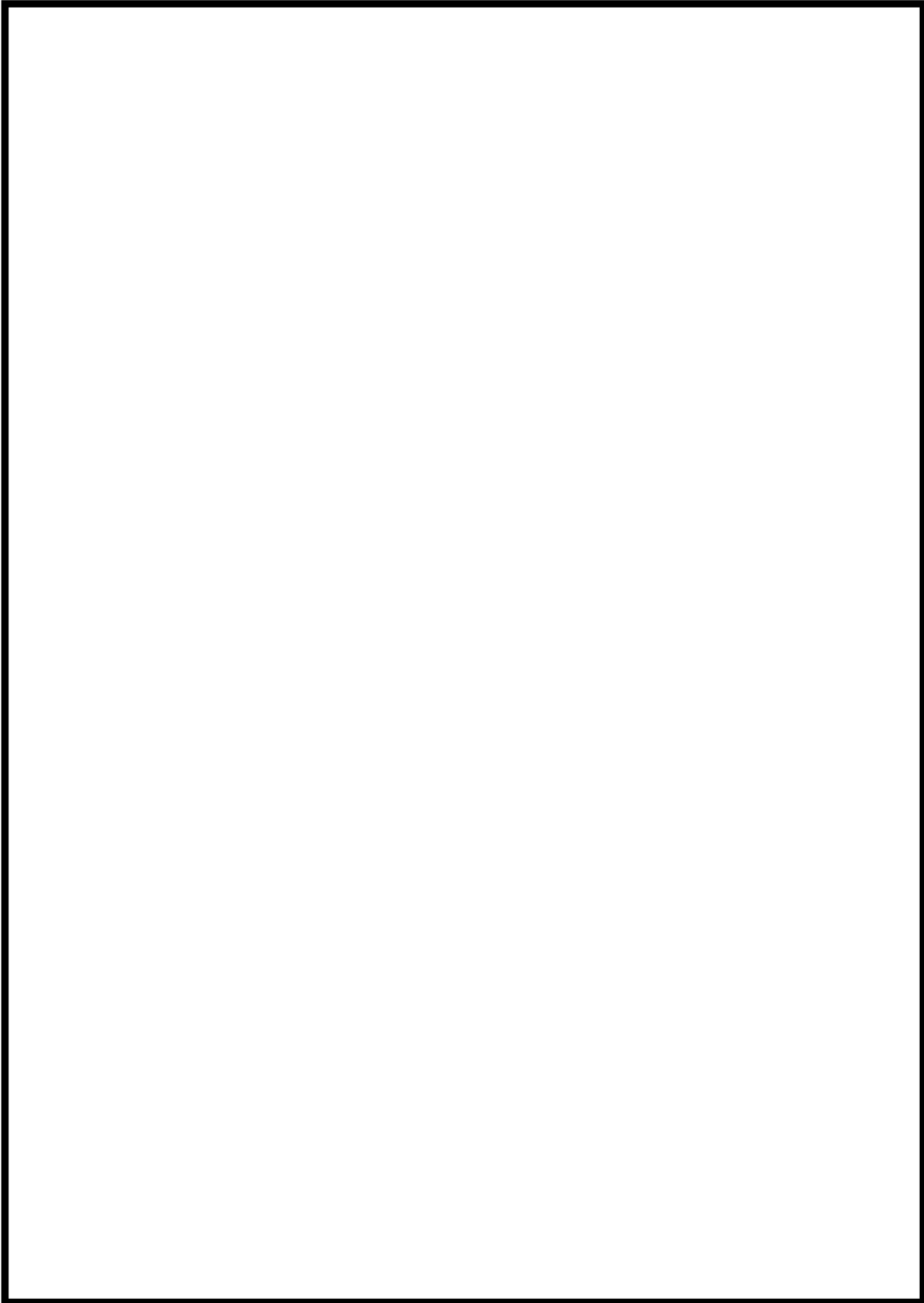
3 : 3号炉 R/B : 原子炉建屋
 A/B : 原子炉補助建屋 DG/B : デイジーゼル発電機建屋

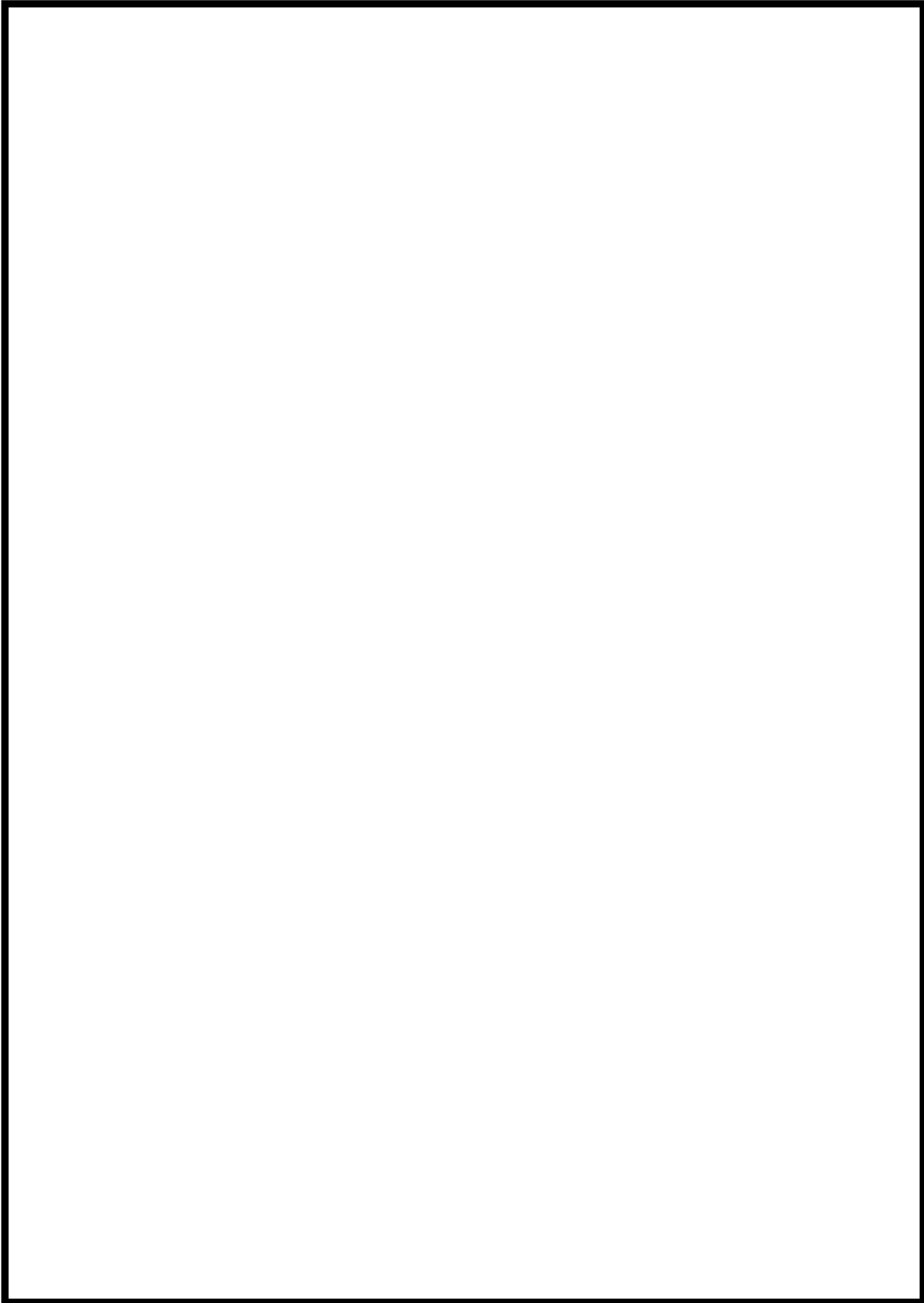
5 2 - 3 試驗・検査説明資料


|

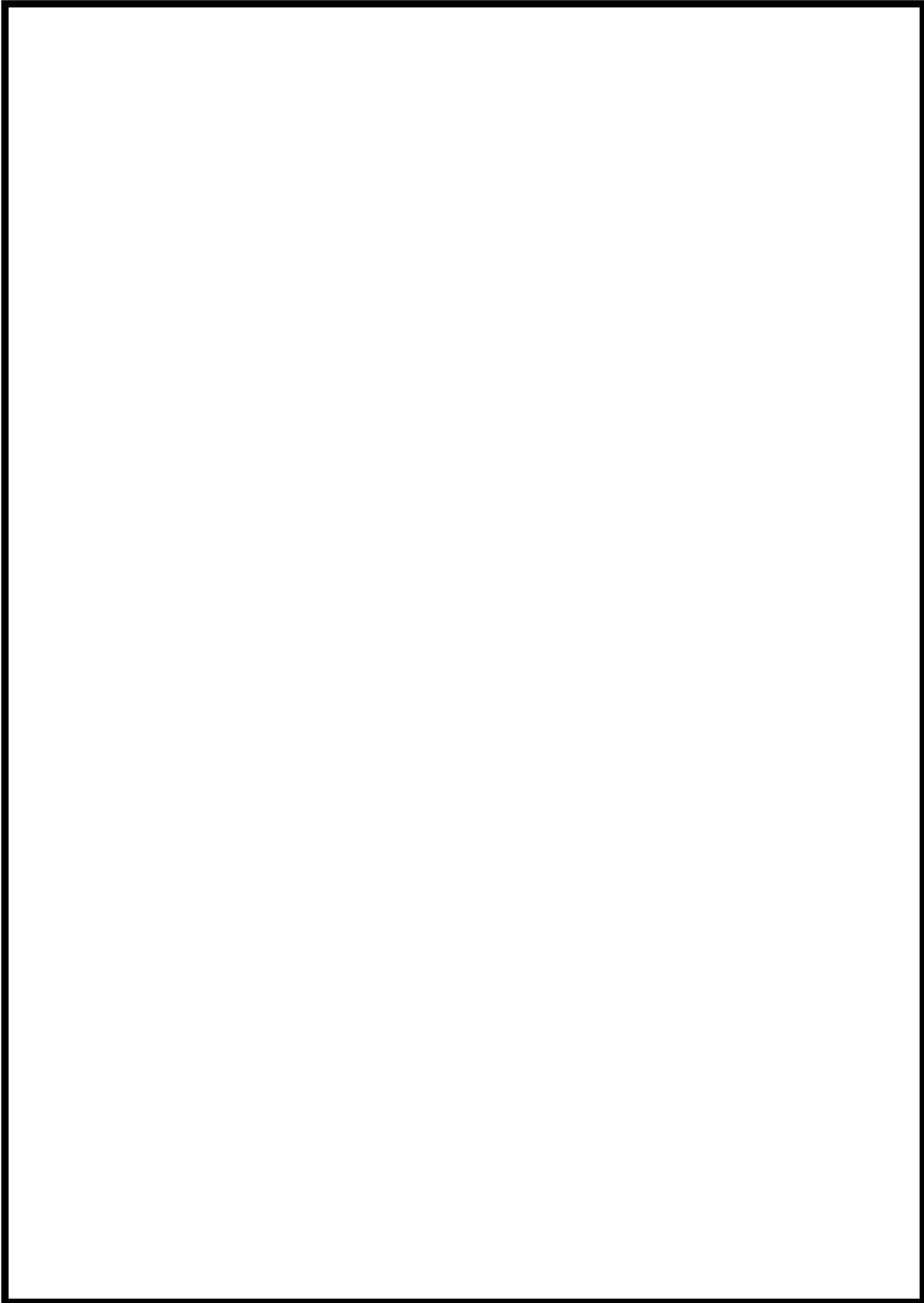





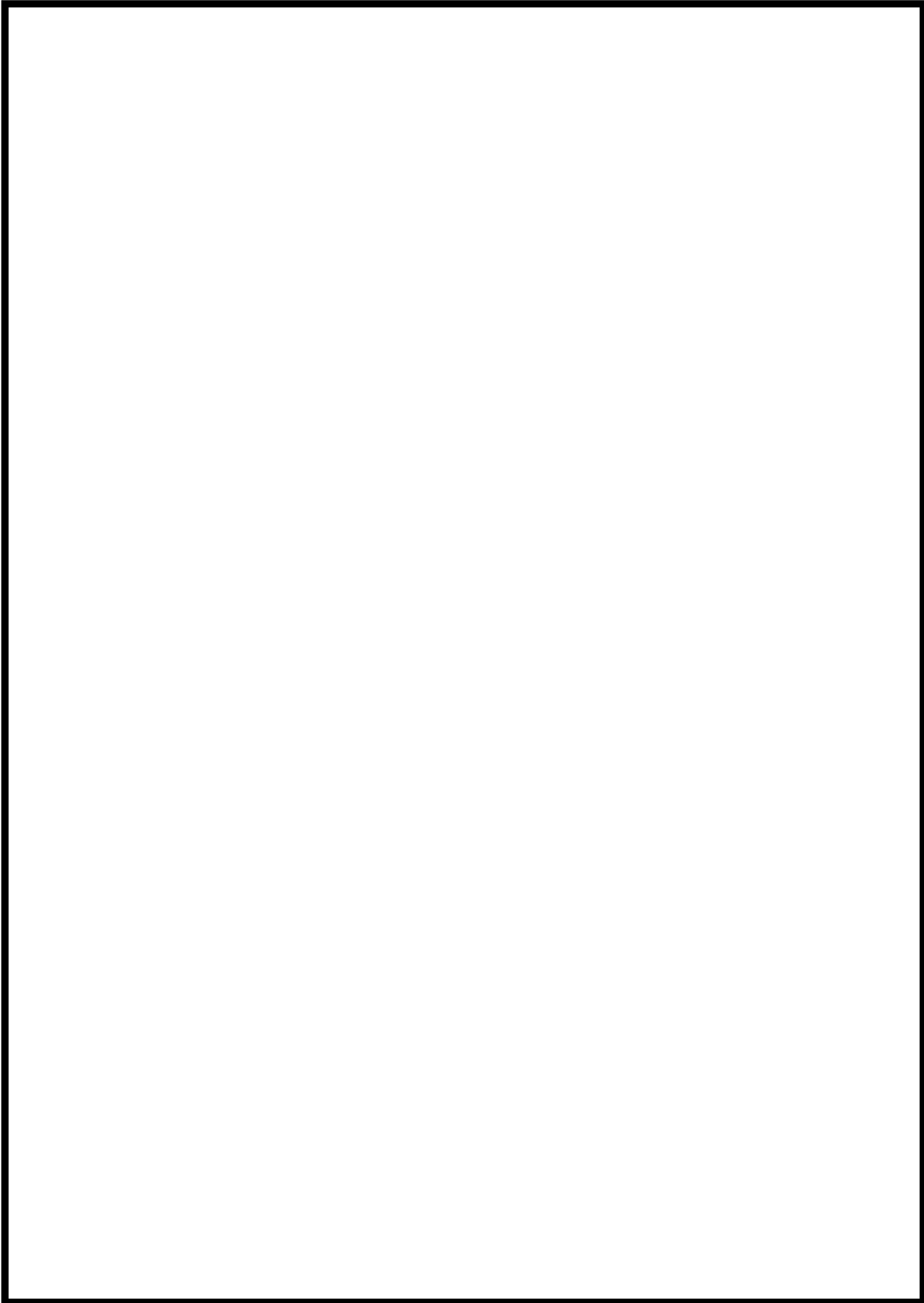





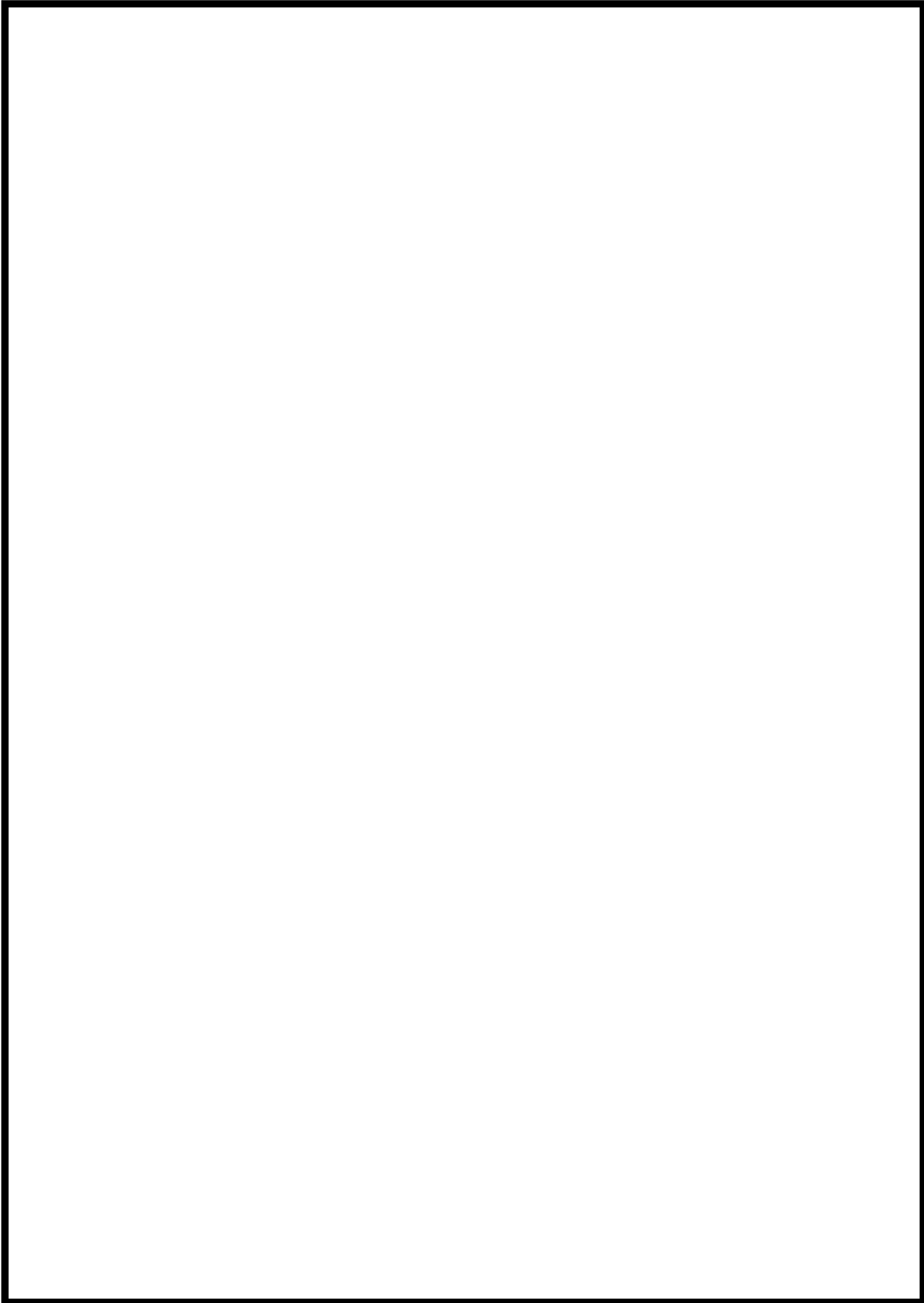
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



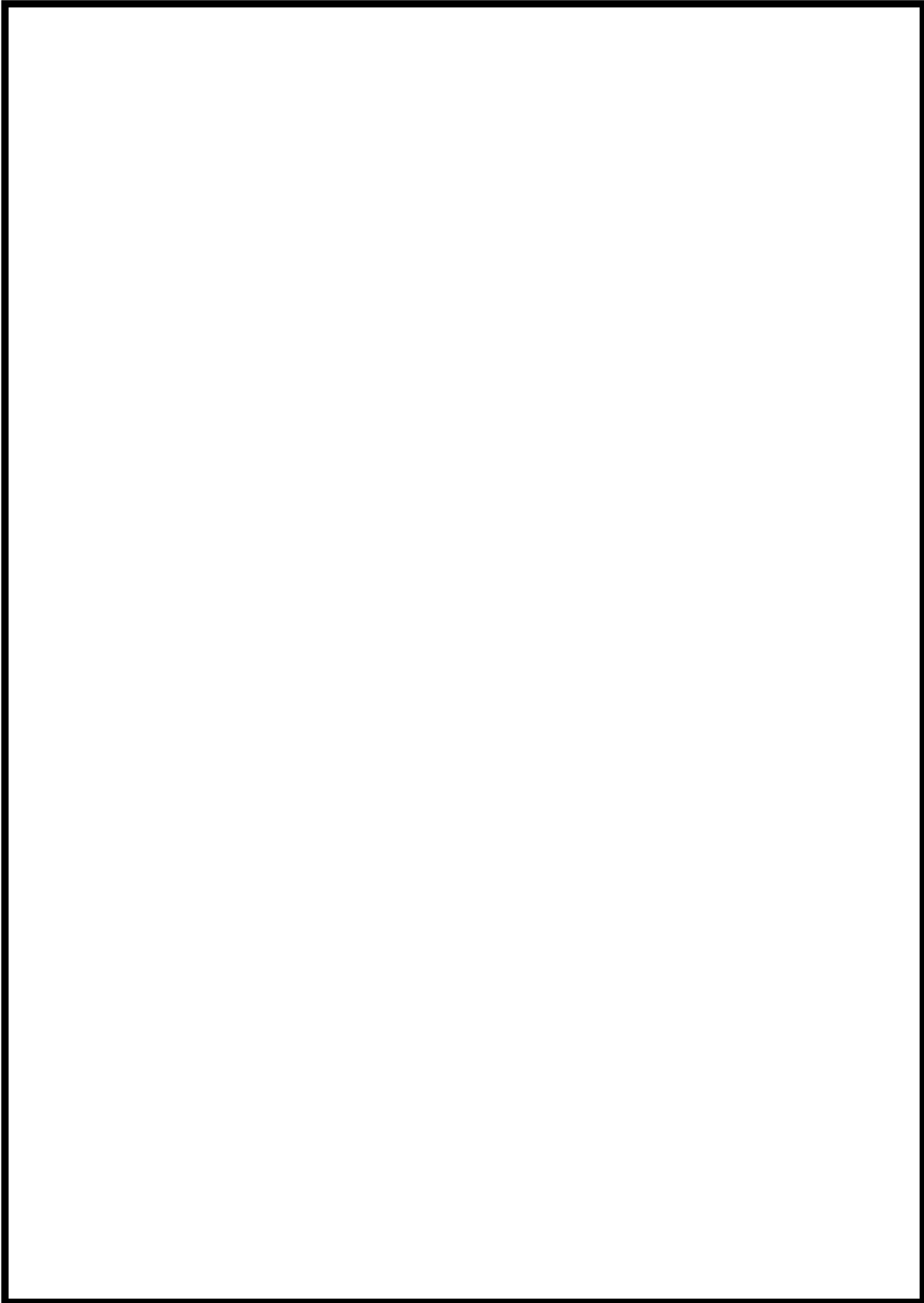
旭産電研3号機 点検計画

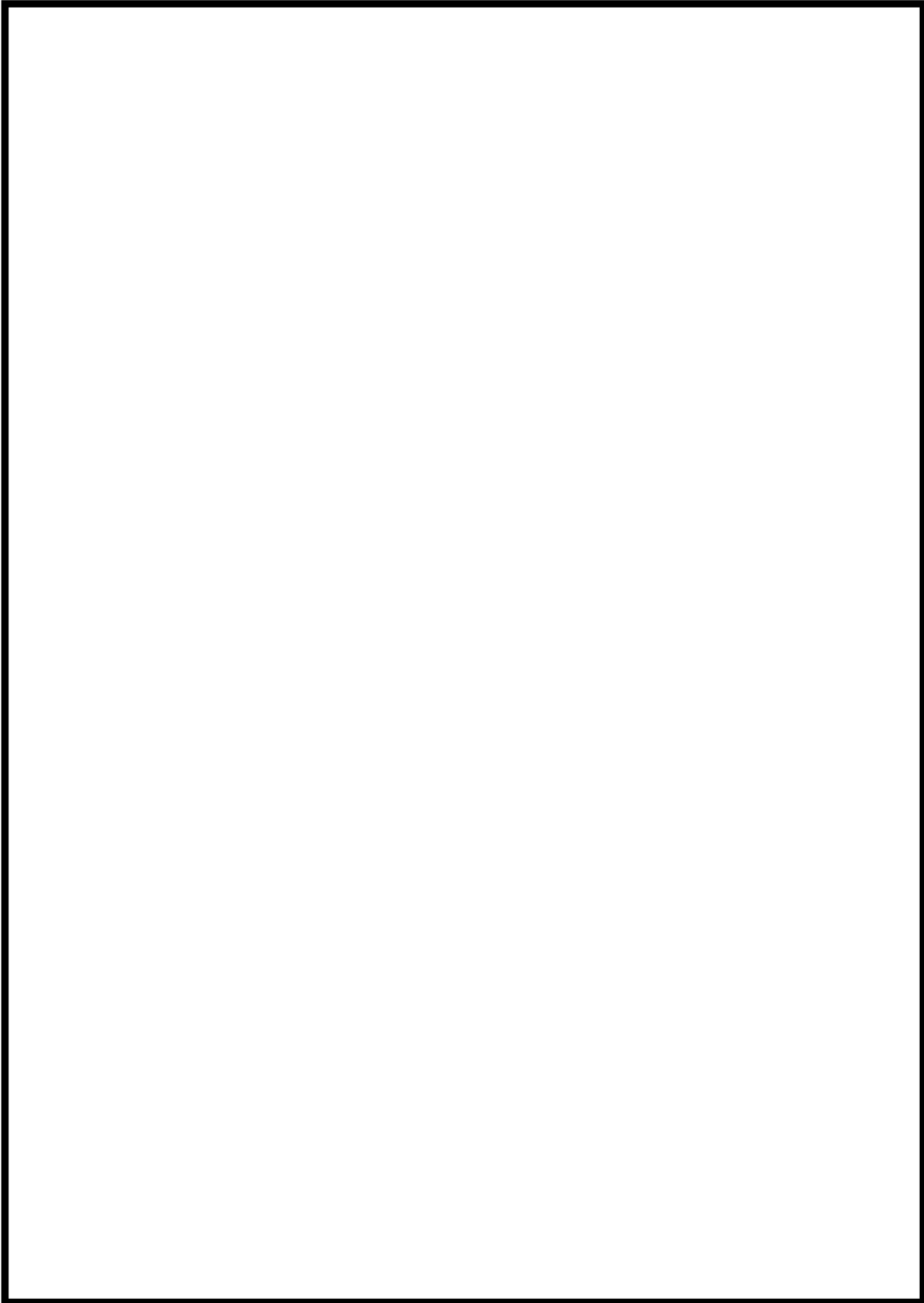
機種又は機名	実施款(機種名)	保全の重要度	点検及び修繕の項目	保全方式又は頻度	検査名	備考 (○内は適用する設備を除く)
計測制御系施設 【制御用空気設備】	3V-0P-003B 3 B—制御用空気設備中間弁調整安全弁	高	燃焼・性能検査 分解点検 (消耗品交換他)	1.3M 1.3M	85 1次深安全弁検査 85 1次深安全弁検査	
	3V-0D-005A 3 A—制御用空気設備下レンセバレータ安全弁	高	燃焼・性能検査 分解点検	1.3M 2.6M	85 1次深安全弁検査 85 1次深安全弁検査	
	3V-0D-005B 3 B—制御用空気設備下レンセバレータ安全弁	高	燃焼・性能検査 分解点検	2.6M 2.6M	85 1次深安全弁検査 85 1次深安全弁検査	
	3V-0D-004A 3 A—制御用空気設備安全弁	高	燃焼・性能検査 分解点検	2.6M 7.8M	85 1次深安全弁検査 85 1次深安全弁検査	
	3V-0D-005B 3 B—制御用空気設備安全弁	高	燃焼・性能検査 分解点検	7.8M 7.8M	85 1次深安全弁検査 85 1次深安全弁検査	
	その他機種 1式	高	燃焼・性能検査 分解点検 他	1.3M~ 1.56M 1C	33 安全保護系機器検査	
	工場の設備系 1式	高	燃焼・性能検査 分解点検	1.3M	34 安全保護系設定値確認検査	一部定期点検後
	計測制御系施設 【その他設備】	高	燃焼・性能検査 分解点検	1.3M	35 プラント状態監視等設備機器検査 35 プラント状態監視等設備機器検査	格納容器受囲気 ガスサンプリング設備
	計測制御系施設 【その他設備】	高	燃焼・性能検査 分解点検	1.3M	71 制御用空気設備検査	一部定期点検後
	計測制御系施設 【その他設備】	高	燃焼・性能検査 分解点検	1.3M	72-1 制御用空気設備機器検査 (その1)	一部定期点検後 一部先行点検 一部定期点検後
計測制御系施設 【その他設備】	高	燃焼・性能検査 分解点検	1.3M	72-2 制御用空気設備機器検査 (その2)	一部定期点検後	
計測制御系施設 【その他設備】	高	燃焼・性能検査 分解点検	1.3M	72-3 制御用空気設備機器検査 (その3)	一部定期点検後	
計測制御系施設 【その他設備】	高	燃焼・性能検査 分解点検	1.3M	105 燃料設備機器検査	一部定期点検後	
計測制御系施設 【その他設備】	高	燃焼・性能検査 分解点検	1.3M	105 燃料設備機器検査	一部定期点検後	
計測制御系施設 【その他設備】	高	燃焼・性能検査 分解点検	1.3M	106 制御用空気設備機器検査	一部定期点検後	
計測制御系施設 【その他設備】	高	燃焼・性能検査 分解点検	1.3M	109 制御用空気設備機器検査	一部定期点検後	

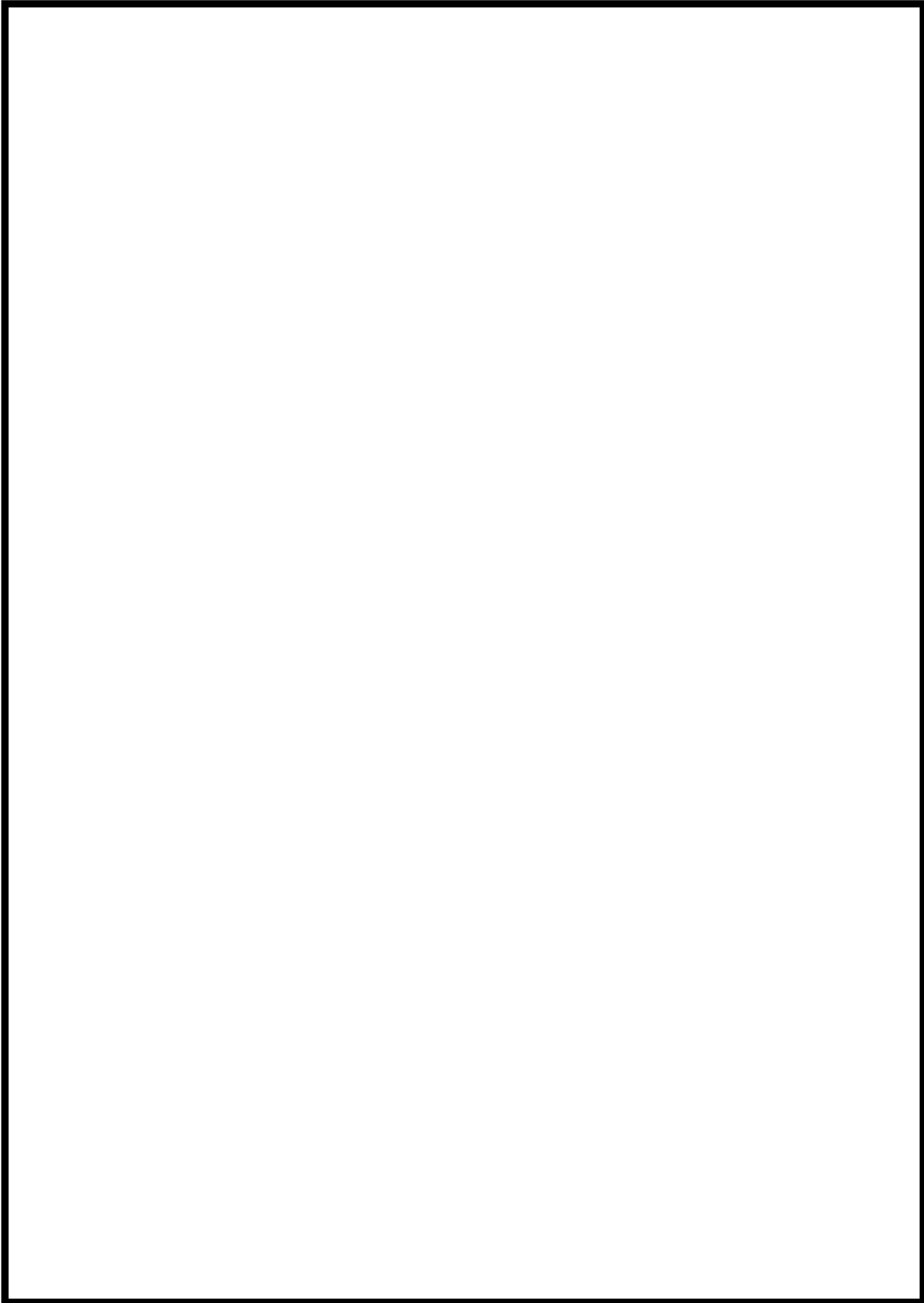
北海道電力株式会社 泊発電所
3号機 第2保全サイクル
定期事業者検査要領書

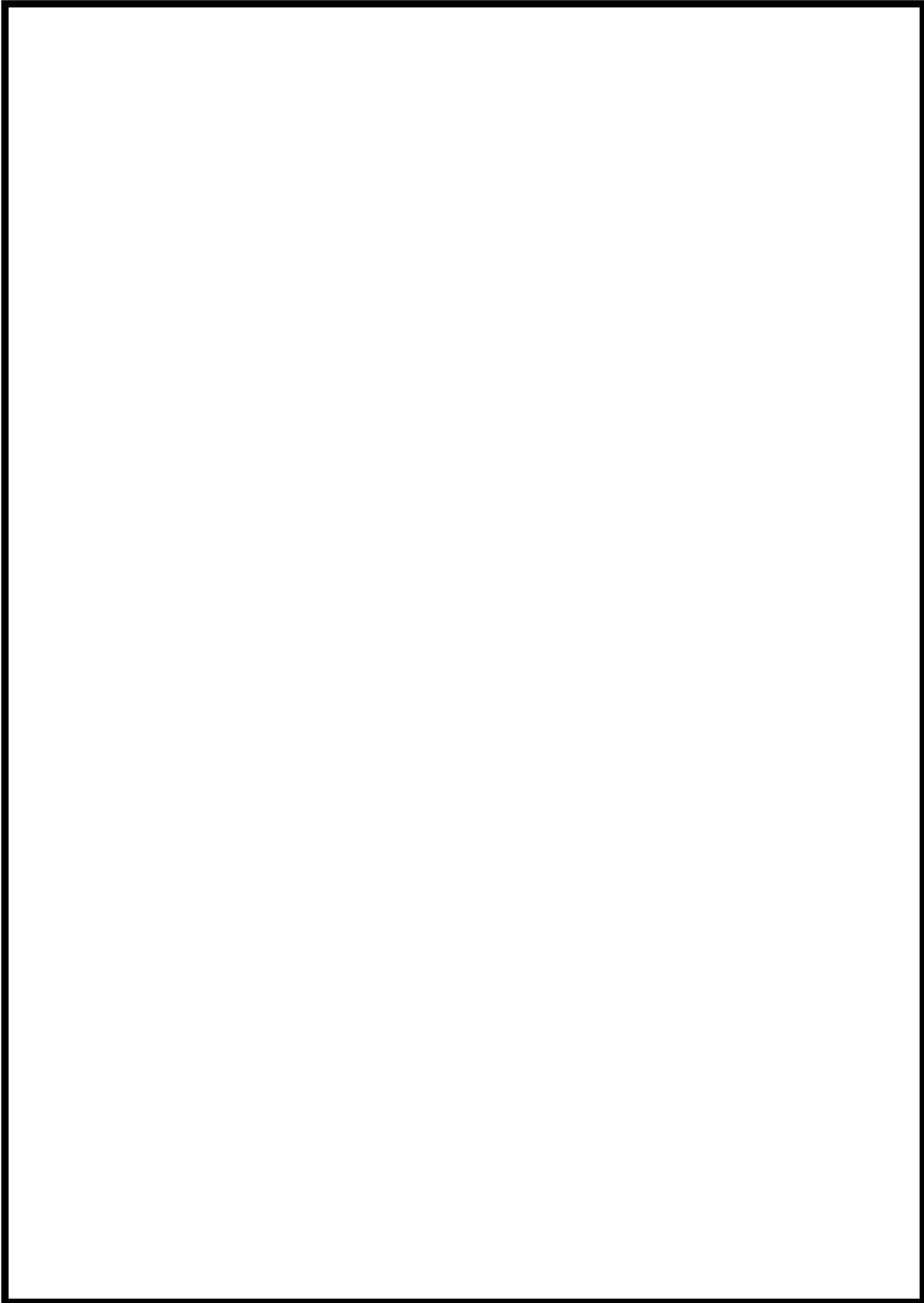
設 備 名: 計測制御系統設備
検 査 名: プラント状態監視設備機能検査
要領書番号: HT3-35

試格-25









5 2 - 4 系統図

No	機器名称	状態の変化	操作場所	操作方法	備考
①	格納容器水素イグナイタ	切→入	中央制御室	スイッチ操作	交流電源

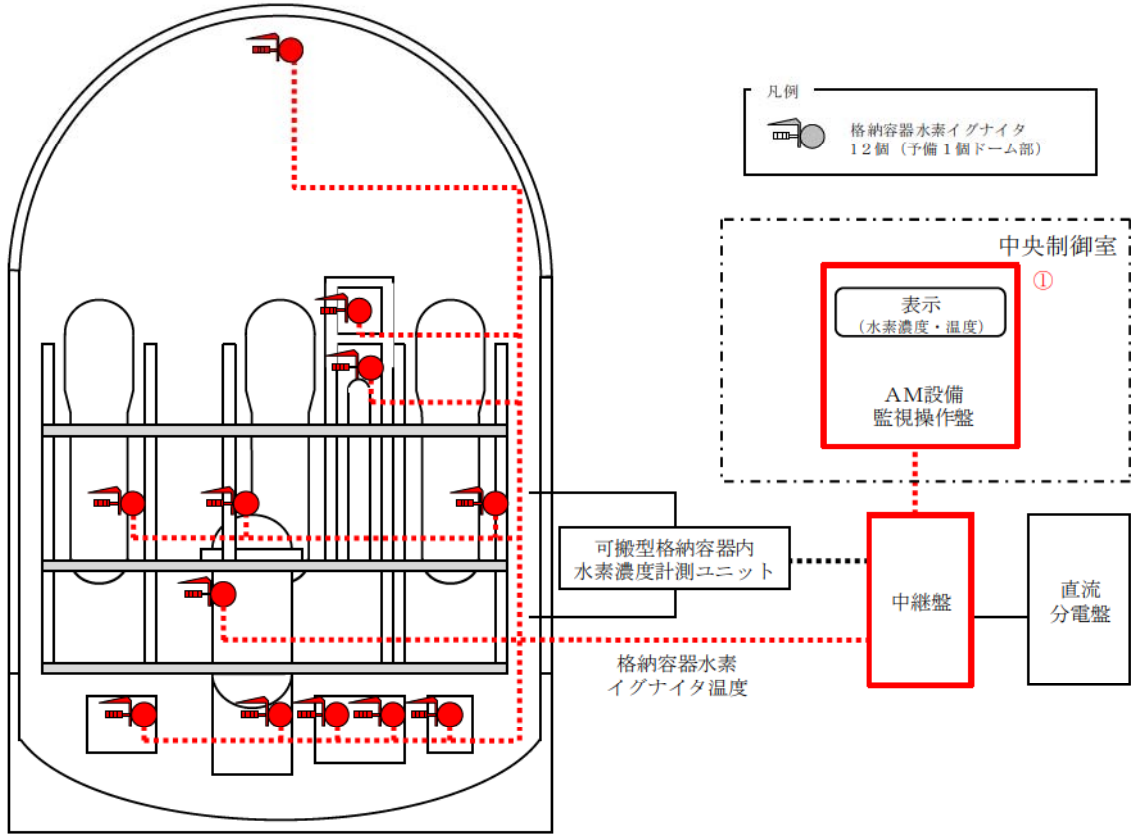


図 52-4-1 水素濃度低減（格納容器水素イグナイタ）

No	機器名称	状態の変化	操作場所	操作方法	備考
①	ホース	ホース接続	原子炉建屋 24.8m	接続操作	—
②	格納容器サンプル戻りライン止め弁	全開→全閉	原子炉建屋 24.8m	手動操作	—
③	格納容器空気サンプル取出しライン止め弁	全開→全閉	原子炉建屋 28.7m	手動操作	—
④	格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器入口弁	全閉→全開	原子炉建屋 28.7m	手動操作	—
⑤	格納容器雰囲気ガス試料採取管バイパス弁	全閉→全開	原子炉建屋 28.7m	手動操作	—
⑥	格納容器雰囲気ガスサンプリング戻りライン止め弁	全閉→全開	原子炉建屋 28.7m	手動操作	—
⑦	可搬型格納容器内水素濃度計測ユニット入口隔離弁（SA対策）	全閉→全開	原子炉建屋 24.8m	手動操作	—
⑧	可搬型格納容器内水素濃度計測ユニット出口隔離弁（SA対策）	全閉→全開	原子炉建屋 24.8m	手動操作	—
⑨	格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置入口圧力制御弁	全閉→全開	原子炉建屋 28.7m	手動操作	交流電源
⑩	ケーブル	ケーブル接続	原子炉建屋 24.8m	接続操作	—
⑪	後置冷却器	停止→起動	原子炉建屋 24.8m	スイッチ操作	交流電源
⑫	可搬型水素パージ用ファン（2）	停止→起動	原子炉建屋 24.8m	スイッチ操作	交流電源
⑬	可搬型水素パージ用ファン（1）	停止→起動	原子炉建屋 24.8m	スイッチ操作	交流電源
⑭	格納容器空気サンプル取出し格納容器外側隔離弁	全閉→全開	中央制御室	操作器操作	直流電源 制御用空気
⑮	格納容器空気サンプル戻り格納容器外側隔離弁	全閉→全開	中央制御室	操作器操作	直流電源 制御用空気
⑯	格納容器空気サンプル取出し格納容器内側隔離弁	全閉→全開	中央制御室	操作器操作	交流電源
⑰	可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置	停止→起動	原子炉建屋 24.8m	スイッチ操作	交流電源

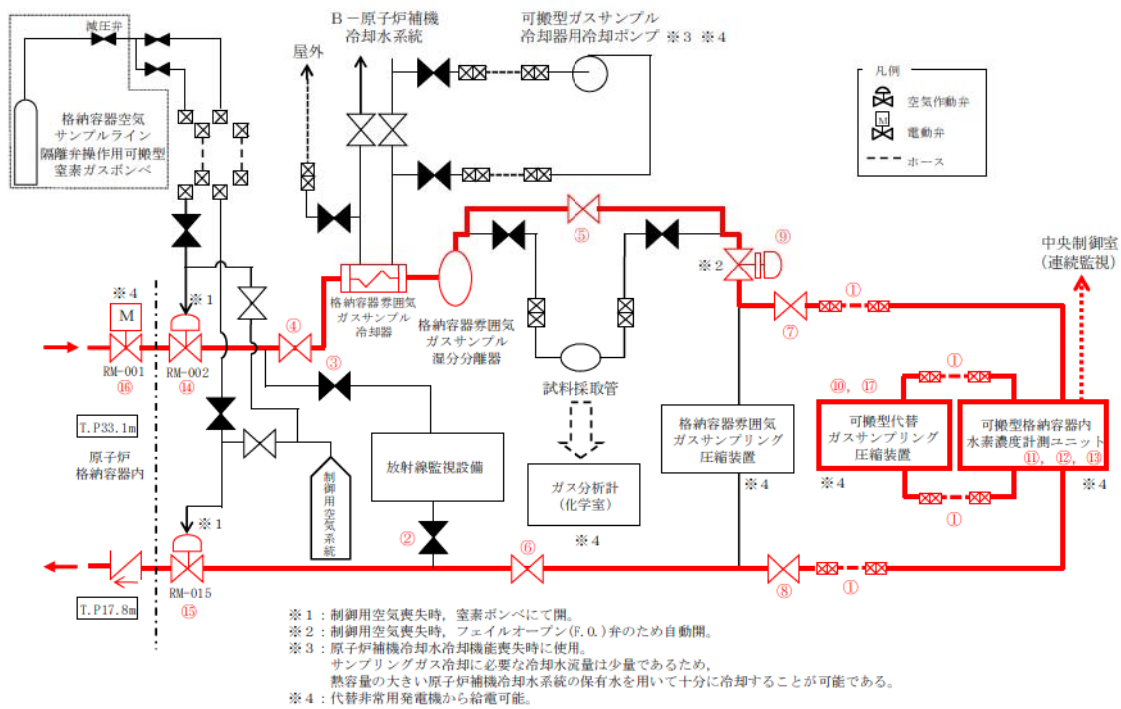


図 52-4-2 水素濃度監視（可搬型格納容器内水素濃度計測ユニット）
 【全交流動力電源及び原子炉補機冷却機能が健全である場合】

No	機器名称	状態の変化	操作場所	操作方法	備考
①	ホース	ホース接続	原子炉建屋 24.8m	接続操作	—
②	格納容器サンプル戻りライン止め弁	全開→全閉	原子炉建屋 24.8m	手動操作	—
③	格納容器空気サンプル取出しライン止め弁	全開→全閉	原子炉建屋 28.7m	手動操作	—
④	格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器入口弁	全閉→全開	原子炉建屋 28.7m	手動操作	—
⑤	格納容器雰囲気ガス試料採取管バイパス弁	全閉→全開	原子炉建屋 28.7m	手動操作	—
⑥	格納容器雰囲気ガスサンプリング戻りライン止め弁	全閉→全開	原子炉建屋 28.7m	手動操作	—
⑦	可搬型格納容器内水素濃度計測ユニット入口隔離弁 (SA対策)	全閉→全開	原子炉建屋 24.8m	手動操作	—
⑧	可搬型格納容器内水素濃度計測ユニット出口隔離弁 (SA対策)	全閉→全開	原子炉建屋 24.8m	手動操作	—
⑨	ホース	ホース接続	原子炉建屋 24.8m	接続操作	—
⑩	3V-RM-002 制御用空気供給弁	全開→全閉	原子炉建屋 28.7m	手動操作	—
⑪	3V-RM-015 制御用空気供給弁	全開→全閉	原子炉建屋 17.8m 中間	手動操作	—
⑫	格納容器空気サンプルライン隔離弁作用可搬型窒素ガスボンベ口金弁 1	全閉→全開	原子炉建屋 24.8m	手動操作	1系使用時
⑬	格納容器空気サンプルライン隔離弁作用窒素供給パネル入口弁 1	全閉→全開	原子炉建屋 24.8m	手動操作	
⑭	格納容器空気サンプルライン隔離弁作用可搬型窒素ガスボンベ口金弁 2	全閉→全開	原子炉建屋 24.8m	手動操作	2系使用時
⑮	格納容器空気サンプルライン隔離弁作用窒素供給パネル入口弁 2	全閉→全開	原子炉建屋 24.8m	手動操作	
⑯	格納容器空気サンプルライン隔離弁作用窒素供給パネル減圧弁	全閉→調整開	原子炉建屋 24.8m	手動操作	—
⑰	格納容器空気サンプルライン隔離弁作用窒素供給パネル出口弁 1	全閉→全開	原子炉建屋 24.8m	手動操作	—
⑱	格納容器空気サンプルライン隔離弁作用窒素供給パネル出口弁 2	全閉→全開	原子炉建屋 24.8m	手動操作	—
⑲	3V-RM-002 窒素ガス供給弁 (SA対策)	全閉→全開	原子炉建屋 28.7m	手動操作	—
⑳	3V-RM-015 窒素ガス供給弁 (SA対策)	全閉→全開	原子炉建屋 17.8m 中間	手動操作	—
㉑	ホース	ホース接続	原子炉建屋 24.8m	接続操作	—
㉒	格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器補機冷却水入口弁	全開→全閉	原子炉建屋 24.8m	手動操作	—
㉓	可搬型ガスサンプル冷却器用冷却ポンプ入口弁 (SA対策)	全閉→全開	原子炉建屋 24.8m	手動操作	—
㉔	可搬型ガスサンプル冷却器用冷却ポンプ出口弁 (SA対策)	全閉→全開	原子炉建屋 24.8m	手動操作	—
㉕	ケーブル	ケーブル接続	原子炉建屋 24.8m	接続操作	—
㉖	可搬型ガスサンプル冷却器用冷却ポンプ	停止→起動	原子炉建屋 24.8m	スイッチ操作	交流電源
㉗	ケーブル	ケーブル接続	原子炉建屋 24.8m	接続操作	—
㉘	後置冷却器	停止→起動	原子炉建屋 24.8m	スイッチ操作	交流電源
㉙	可搬型水素ページ用ファン (2)	停止→起動	原子炉建屋 24.8m	スイッチ操作	交流電源
㉚	可搬型水素ページ用ファン (1)	停止→起動	原子炉建屋 24.8m	スイッチ操作	交流電源
㉛	格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置入口圧力制御弁	全閉→全開	原子炉建屋 28.7m	手動操作	交流電源

③②	格納容器空気サンプル取出し格納容器外側隔離弁	全閉→全開	中央制御室	操作器操作	直流電源 制御用空気
③③	格納容器空気サンプル戻り格納容器外側隔離弁	全閉→全開	中央制御室	操作器操作	直流電源 制御用空気
③④	格納容器空気サンプル取出し格納容器内側隔離弁	全閉→全開	中央制御室	操作器操作	交流電源
③⑤	可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置	停止→起動	原子炉建屋 24.8m	スイッチ操作	交流電源
③⑥	ホース	ホース接続	原子炉建屋 24.8m	接続操作	—
③⑦	格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器補機冷却水入口弁	全閉→全開	原子炉建屋 24.8m	手動操作	—
③⑧	格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器補機冷却水排水ライン止め弁（SA対策）	全閉→全開	原子炉建屋 24.8m	手動操作	—
③⑨	可搬型ガスサンプル冷却器用冷却ポンプ	起動→停止	原子炉建屋 24.8m	スイッチ操作	交流電源
④⑩	可搬型ガスサンプル冷却器用冷却ポンプ入口弁（SA対策）	全開→全閉	原子炉建屋 24.8m	手動操作	—
④⑪	可搬型ガスサンプル冷却器用冷却ポンプ出口弁（SA対策）	全開→全閉	原子炉建屋 24.8m	手動操作	—

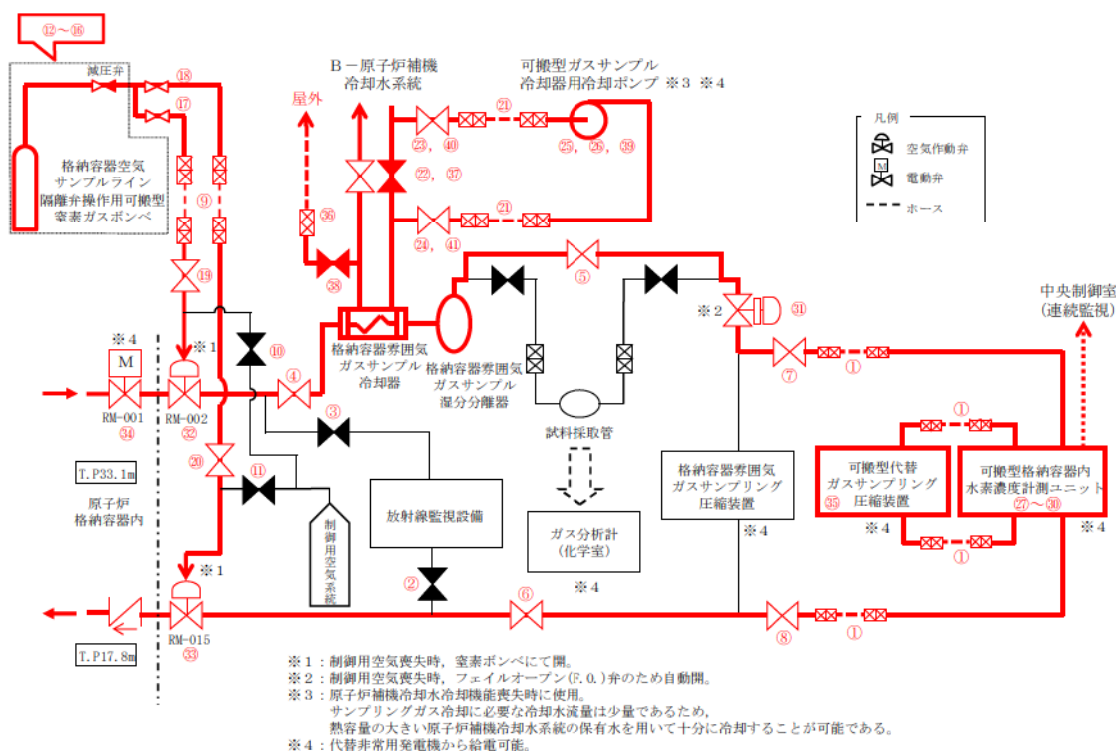


図 52-4-3 水素濃度監視（可搬型格納容器内水素濃度計測ユニット）
 【全交流動力電源及び原子炉補機冷却機能が喪失した場合】

5 2 - 5 容量設定根拠

|

名 称		可搬型大型送水ポンプ車
容 量	m ³ /h/個	□以上、□以上、□以上、□以上、 □以上、□以上、(□)
吐 出 圧 力	MPa	□以上、□以上、□以上、□以上、 □以上、□以上、□以上(□)
最高使用圧力	MPa	1.6
最高使用温度	℃	40
個 数	台	4 (予備2)
原 動 機 出 力	kW/個	272
<p>【設 定 根 拠】</p> <p>(概 要)</p> <p>重大事故等時に核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備として使用する可搬型大型送水ポンプ車は、以下の機能を有する。</p> <p>可搬型注水設備 (使用済燃料ピットへの注水)</p> <p>系統構成は、可搬型注水設備としては海を水源とする可搬型大型送水ポンプ車に可搬型ホースを取り付けることにより使用済燃料ピットへ注水する設計とする。</p> <p>可搬型大型送水ポンプ車は、使用済燃料貯蔵槽の冷却機能又は注水機能が喪失し、又は使用済燃料貯蔵槽からの大量の水の漏えいその他の要因により当該使用済燃料貯蔵槽の水位が異常に低下した場合において使用済燃料貯蔵槽内の燃料体又は使用済燃料を冷却し、放射線を遮蔽し、及び臨界を防止するために設置する。</p> <p>系統構成は、可搬型スプレイ設備としては、海を水源とする可搬型大型送水ポンプ車に可搬型ホースを取り付けることにより可搬型スプレイノズルへ送水し、使用済燃料ピットへスプレイを行う設計とする。</p> <p>可搬型大型送水ポンプ車は、炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損又は貯蔵槽内燃料体等の著しい損傷に至った場合において発電所等外への放射性物質の拡散を抑制するために設置する。</p>		

□ 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

系統構成は、重大事故等対処設備（大気への拡散抑制）として、海を水源として可搬型大型送水ポンプ車にて送水し、可搬型スプレイノズルを介して燃料取扱建屋へ放水を行う設計とする。

可搬型大型送水ポンプ車は、設計基準事故の収束に必要な水源とは別に、重大事故等の収束に必要な十分な量の水を有する水源を確保することに加えて、発電用原子炉施設には、設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備に対して重大事故等の収束に必要な十分な量の水を供給するために設置する。

系統構成は、海を水源とする可搬型大型送水ポンプ車に可搬型ホース等を取り付けることにより可搬型スプレイノズルへ送水し、使用済燃料ピットへスプレイを行う設計とする。

重大事故等時に原子炉冷却系統施設のうち非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備として炉心注水時に使用する可搬型大型送水ポンプ車は、以下の機能を有する。

可搬型大型送水ポンプ車は、原子炉冷却材圧力バウンダリが低圧の状態であって、設計基準事故対処設備が有する発電用原子炉の冷却機能が喪失した場合においても炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損を防止するため、発電用原子炉を冷却するための代替格納容器スプレイポンプ等の水源となる燃料取替用水ピット若しくは原子炉へ直接海水等を注水するために設置する。

系統構成は、運転中の1次冷却材喪失事象時において余熱除去ポンプ及び充てん／高圧注入ポンプの故障等により炉心注入機能が喪失した場合に海を水源とする可搬型大型送水ポンプ車に可搬型ホース等を接続することで、代替格納容器スプレイポンプの水源である燃料取替用水ピットへ海水等を補給し、若しくは格納容器スプレイ系統と余熱除去系統間の連絡ラインを介して炉心へ直接注水できる設計とする。

重大事故等時に原子炉冷却系統施設のうち非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備として格納容器スプレイ時に使用する可搬型大型送水ポンプ車は、以下の機能を有する。

可搬型大型送水ポンプ車は、原子炉冷却材圧力バウンダリが低圧の状態であって、設計基準事故対処設備が有する発電用原子炉の冷却機能が喪失した場合においても炉心の著

しい損傷及び原子炉格納容器の破損を防止するため、発電用原子炉を冷却するために設置する。

系統構成は、炉心の著しい損傷、溶融が発生した場合において、原子炉に残存溶融デブリが存在する場合、格納容器水張り（格納容器スプレイ）により残存溶融デブリを冷却するため、海を水源とする可搬型大型送水ポンプ車に可搬型ホース等を取り付けることにより燃料取替用水ピットへ送水し、格納容器スプレイ系統を介して、原子炉格納容器内上部にあるスプレイリングのスプレイノズルからの通水により原子炉格納容器内に水を張ることで残存溶融デブリの冷却を行い、原子炉格納容器の破損を防止する設計とする。

重大事故等時に原子炉格納施設のうち圧力低減設備その他の安全設備として使用する可搬型大型送水ポンプ車は、以下の機能を有する。

可搬型大型送水ポンプ車は、炉心の著しい損傷が発生した場合において原子炉格納容器の破損を防止するため、原子炉格納容器内の圧力及び温度並びに放射性物質の濃度を低下させるため燃料取替用水ピットに海水等を補給するために設置する。

可搬型大型送水ポンプ車は、炉心の著しい損傷が発生した場合において原子炉格納容器の破損を防止するため、原子炉格納容器内の圧力及び温度を低下させるため代替格納容器スプレイポンプの水源である燃料取替用水ピットに海水等を補給するために設置する。

これらの系統構成は、1次冷却材喪失事象において格納容器スプレイポンプの故障等により原子炉格納容器内の冷却機能が喪失し、炉心の著しい損傷が発生した場合に海を水源とする可搬型大型送水ポンプ車に可搬型ホース等を取り付けることにより燃料取替用水ピットへ送水し、格納容器スプレイ系統を介して原子炉格納容器内上部にあるスプレイリングのスプレイノズルより原子炉格納容器内にスプレイすることにより圧力及び温度並びに放射性物質の濃度を低下させる設計とする。

可搬型大型送水ポンプ車は、使用済燃料貯蔵槽からの大量の水の漏えいその他の要因により当該使用済燃料貯蔵槽の水位が異常に低下した場合において使用済燃料貯蔵槽内の燃料体等の著しい損傷の進行を緩和し、及び臨界を防止するために設置する。

系統構成は、使用済燃料ピットから大量の水の漏えいが発生し、使用済燃料ピット水

位が使用済燃料ピット出口配管下端未満かつ水位低下が継続する場合に海を水源とする可搬型大型送水ポンプ車に可搬型ホース等を取り付けることにより可搬型スプレインズルへ送水し、使用済燃料ピット全面へスプレイすることにより使用済燃料ピット内の燃料体等の著しい損傷の進行緩和、臨界防止及び放射性物質の放出低減を行う設計とする。

可搬型大型送水ポンプ車は原子炉補機冷却水設備への送水とそれ以外の設備への送水のために2台必要であることから、保有数は4台、故障時及び保守点検による待機除外時のバックアップ用として2台の合計6台を分散して保管する。

1. 容量

1.1 使用済燃料ピットへ給水する場合の容量 \square m³/h/個以上

核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備として使用済燃料ピットへ給水する可搬型大型送水ポンプ車の容量は、使用済燃料ピット水の小規模の漏えいによる水位低下について、使用済燃料ピット入口配管からの漏えいの場合、サイフォンブレーカの効果によりサイフォンブレーカ開口部の高さで水位低下は止まり、最も水位が低下する使用済燃料ピット出口配管からの漏えいの場合、出口配管の高さまで水位が低下することで漏えいは止まるため、出口配管の水位から遮蔽基準値に相当する水位に到達するまでは余裕があることから、使用済燃料ピットの蒸発量 (\square m³/h) を上回る容量として、 \square m³/h/個以上とする。

1.2 使用済燃料ピットへスプレイする場合の容量 \square m³/h/個以上

核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備として使用済燃料ピットへスプレイする可搬型大型送水ポンプ車の容量は、使用済燃料ピットから大量の水の漏えいが発生し、可搬型代替注水設備による注水を行っても使用済燃料ピット水位が使用済燃料ピット出口配管下端未満かつ水位低下が継続する場合において、使用済燃料ピット全面にスプレイ又は大量の水を放水することにより、できる限り環境への放射性物質の放出を低減できることを添付資料21「使用済燃料貯蔵槽の冷却能力に関する説明書」にて確認しており、そのときの容量が \square m³/h であることから \square m³/h/個以上とする。

1.3 代替炉心注水を行う場合の容量 \square m³/h/個以上

原子炉冷却系統施設のうち非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備として炉心注水時に海水等を原子炉へ注水する可搬型大型送水ポンプ車の容量は、可搬型大型送水ポン

\square 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

プ車は設計基準対象施設の機能喪失時に使用する代替格納容器スプレイポンプの代替設備であることから、燃料取替用水ピットを水源とする代替格納容器スプレイポンプの有効性評価解析において、有効性が確認されている原子炉への注入流量を確保できる流量である $\square \text{ m}^3/\text{h}$ /個以上とする。

1.4 燃料取替用水ピットへ補給を行う場合の容量 $\square \text{ m}^3/\text{h}$ /個以上

原子炉冷却系統施設のうち非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備として炉心注水時に代替格納容器スプレイポンプの水源となる燃料取替用水ピットへ海水等を供給する可搬型大型送水ポンプ車の容量は、燃料取替用水ピットを水源とする代替格納容器スプレイポンプの有効性評価解析において、有効性が確認されている原子炉への注入流量を確保できる流量である $\square \text{ m}^3/\text{h}$ /個以上とする。

1.5 代替補機冷却及び格納容器内自然対流冷却を行う場合の容量 $\square \text{ m}^3/\text{h}$ /個以上

原子炉冷却系統施設のうち原子炉補機冷却設備として代替補機冷却及び格納容器内自然対流冷却を行う可搬型大型送水ポンプ車の容量は、原子炉補機冷却系統を介して高圧注入ポンプ、PASS及び格納容器再循環ユニットへ海水等を送水し、各補機類の冷却及び格納容器内を自然対流冷却する設備であることから、高圧注入ポンプ、PASSの冷却及び格納容器再循環ユニットを用いた格納容器自然対流冷却を行うために必要な容量である $\square \text{ m}^3/\text{h}$ /個以上とする。

1.6 補助給水ピットへ補給する場合の容量 $\square \text{ m}^3/\text{h}$ /個以上

原子炉冷却系統施設のうち蒸気タービンの附属設備として補助給水ピットへの補給を行う可搬型大型送水ポンプ車の容量は、蒸気発生器2次側へ給水する補助給水ポンプの水源である補助給水ピットへ補給する設備であることから、補助給水ポンプの給水流量を確保できる容量である $\square \text{ m}^3/\text{h}$ /個以上とする。

1.7 燃料取替用水ピットへ補給する場合の容量 $\square \text{ m}^3/\text{h}$ /個以上

原子炉格納施設のうち圧力低減設備その他の安全設備として格納容器スプレイ時に燃料取替用水ピットへ海水等を補給する可搬型大型送水ポンプ車の容量は、可搬型大型送水ポンプ車が設計基準対象施設の機能喪失時に使用する代替格納容器スプレイポンプの水源である燃料取替用水ピットへ補給する設備であることから、代替格納容器スプレイポンプの有効性評価解析において有効性が確認されている格納容器への注水流量を確保できる容量である $\square \text{ m}^3/\text{h}$ /個以上とする。

\square 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

公称値については、本設備は使用済燃料ピットへの注水と燃料取替用水ピットへの補給、使用済燃料ピットへの注水と補助給水ピットへの補給、若しくは代替補機冷却及び格納容器内自然対流冷却をそれぞれ1台の可搬型大型送水ポンプ車で同時に供給することがあるため、同時に供給する最大容量である代替補機冷却と格納容器自然対流冷却を行う場合の m³/h を上回る m³/h とする。

2. 吐出圧力

2.1 使用済燃料ピットへ給水する場合の吐出圧力 MPa 以上

核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備として使用済燃料ピットへ注水する場合の可搬型大型送水ポンプ車の吐出圧力は、海水を使用済燃料ピットへ注水する場合の水源と移送先の圧力差、静水頭、機器圧損、配管・ホース及び弁類圧損を基に、同時送水を考慮して設定する。

水源と移送先の圧力差	約	<input type="text"/> MPa
静水頭	約	0.227MPa
機器圧損	約	<input type="text"/> MPa
配管・ホース及び弁類圧損	約	<input type="text"/> MPa
合 計	約	<input type="text"/> MPa

以上より、核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備として使用済燃料ピットへ給水する場合の可搬型大型送水ポンプ車の吐出圧力は、 MPa 以上とする。

2.2 使用済燃料ピットへスプレイする場合の吐出圧力 MPa 以上

核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備として使用済燃料ピットへスプレイする場合の可搬型大型送水ポンプ車の吐出圧力は、海水を使用済燃料ピットへスプレイする場合の水源と移送先の圧力差、静水頭、機器圧損、配管・ホース及び弁類圧損を基に設定する。

水源と移送先の圧力差	約	<input type="text"/> MPa
静水頭	約	0.227MPa
機器圧損 (スプレイノズル)	約	<input type="text"/> MPa
配管・ホース及び弁類圧損	約	<input type="text"/> MPa
合 計	約	<input type="text"/> MPa

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

以上より、核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備として使用済燃料ピットへスプレイする場合の可搬型大型送水ポンプ車の吐出圧力は、MPa以上とする。

2.3 代替炉心注水を行う場合の吐出圧力 MPa以上

原子炉冷却系統施設のうち非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備として代替炉心注水を行う可搬型大型送水ポンプ車の吐出圧力は、海水を原子炉に注水する場合の水源と移送先の圧力差、静水頭、機器圧損、配管・ホース及び弁類圧損を基に設定する。

水源と移送先の圧力差	約	0.700MPa
静水頭	約	0.124MPa
機器圧損	約	<input type="text"/> MPa
配管・ホース及び弁類圧損	約	<input type="text"/> MPa
合 計	約	<input type="text"/> MPa

以上より、原子炉冷却系統施設のうち非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備として代替炉心注水を行う可搬型大型送水ポンプ車の吐出圧力は、MPa以上とする。

2.4 燃料取替用水ピットへ補給する場合の吐出圧力 MPa以上

原子炉冷却系統施設のうち非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備として燃料取替用水ピットへ補給する可搬型大型送水ポンプ車の吐出圧力は、海水を燃料取替用水ピットへ補給する場合の水源と移送先の圧力差、静水頭、機器圧損、配管・ホース及び弁類圧損を基に設定する。

水源と移送先の圧力差	約	0MPa
静水頭	約	0.295MPa
機器圧損	約	<input type="text"/> MPa
配管・ホース及び弁類圧損	約	<input type="text"/> MPa
合 計	約	<input type="text"/> MPa

以上より、原子炉冷却系統施設のうち非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備として燃料取替用水ピットへ補給する可搬型大型送水ポンプ車の吐出圧力は、MPa以上とする。

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

2.5 代替補機冷却及び格納容器内自然対流冷却を行う場合の吐出圧力 MPa以上

原子炉冷却系統施設のうち補機冷却水設備として代替補機冷却及び格納容器内自然対流冷却を行う場合の可搬型大型送水ポンプ車の吐出圧力は、海水を原子炉補機冷却水系統に送水する場合の水源と移送先の圧力差、静水頭、機器圧損、配管ホース及び弁類圧損を基に設定する。

水源と移送先の圧力差	約	0.275MPa
静水頭	約	0.323MPa
機器圧損	約	<input type="text"/> MPa
配管・ホース及び弁類圧損	約	<input type="text"/> MPa
合 計	約	<input type="text"/> MPa

以上より、原子炉冷却系統施設のうち補機冷却水設備として代替補機冷却及び格納容器内自然対流冷却を行う場合の可搬型大型送水ポンプ車の吐出圧力は、MPa以上とする。

2.6 補助給水ピットへ補給する場合の吐出圧力 MPa以上

原子炉冷却系統施設のうち、蒸気タービン附属設備として補助給水ピットへ補給する可搬型大型送水ポンプ車の吐出圧力は、海水を補助給水ピットへ補給する場合の水源と移送先の圧力差、静水頭、機器圧損、配管ホース及び弁類圧損を基に同時送水を考慮して設定する。

水源と移送先の圧力差	約	0MPa
静水頭	約	0.190MPa
機器圧損	約	<input type="text"/> MPa
配管・ホース及び弁類圧損	約	<input type="text"/> MPa
合 計	約	<input type="text"/> MPa

以上より、原子炉冷却系統施設のうち、蒸気タービン附属設備として補助給水ピットへ補給する可搬型大型送水ポンプ車の吐出圧力は、MPa以上とする。

2.7 燃料取替用水ピットへ補給する場合の吐出圧力 MPa以上

原子炉格納施設のうち圧力低減設備その他の安全設備として燃料取替用水ピットへ補

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

給する可搬型大型送水ポンプ車の吐出圧力は、海水を燃料取替用水ピットへ補給する場合の水源地と移送先の圧力差、静水頭、機器圧損、配管ホース及び弁類圧損を基に同時送水を考慮し設定する。

水源地と移送先の圧力差	約	0MPa
静水頭	約	0.295MPa
機器圧損	約	□ MPa
配管・ホース及び弁類圧損	約	□ MPa
合計	約	□ MPa

以上より、原子炉格納施設のうち圧力低減設備その他の安全設備として燃料取替用水ピットへ補給する可搬型大型送水ポンプ車の吐出圧力は、□ MPa以上とする。

公称値については、要求される最大吐出圧力□ MPaを上回る□ MPaのポンプとする。

3. 最高使用圧力 (注1)

可搬型大型送水ポンプ車を重大事故等時において使用する場合は、ポンプ吐出圧力を電氣的に1.6MPaに制限していることから、その制限値である1.6MPaとする。

4. 最高使用温度 (注1)

可搬型大型送水ポンプ車を重大事故等時において使用する場合は、水源地である海水の温度 (注2)が40℃を下回るため40℃とする。

5. 原動機出力

可搬型大型送水ポンプ車の原動機出力は、流量□ m³/h時の軸動力を基に設定する。

可搬型大型送水ポンプ車の流量が□ m³/h、吐出圧力が□ MPa、そのときの同ポンプの必要軸動力は、メーカー設定値より□ kW/個とする。

(注1) 重大事故等対処設備については、重大事故等時において使用する場合は圧力及び温度を記載する。

以降の重大事故等時の最高使用圧力及び最高使用温度についても同様の記載とする。

□ 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(注2) 海水の温度は、外気の温度である原子炉設置変更許可申請書添付書類六に示す泊発電所における最高の月平均気温である8月の約25.6℃（寿都特別地域気象観測所24.5℃、小樽特別地域気象観測所25.6℃）を下回る。

		変更前	変更後
名 称		-	原子炉格納容器内水素処理装置
容 量	-		-
最高使用圧力	-		-
最高使用温度	℃		500
再結合効率	kg/h/個		1.2 (水素濃度4vol%、0.15MPa[abs])
個 数	-		5
<p>【設 定 根 拠】</p> <p>・重大事故等対処設備</p> <p>重大事故等時に使用する原子炉格納容器内水素処理装置（以下、「PAR」という。）は、以下の機能を有する。</p> <p>原子炉格納施設のうち圧力低減設備その他の安全設備として使用するPARは、炉心の著しい損傷が発生した場合において原子炉格納容器内における水素による爆発（以下「水素爆発」という。）による原子炉格納容器の破損を防止するために設置する。</p> <p>系統構成は、水素濃度制御設備（水素濃度低減）として、PARはジルコニウム-水反応等で短期的に発生する水素及び水の放射線分解等で長期的に緩やかに発生し続ける水素を除去することにより、原子炉格納容器内の水素濃度を継続的に低減できる設計とする。</p> <p>PARは、設置（変更）許可を受けた評価に用いた再結合効率1.2kg/h/個（水素濃度4vol%、0.15MPa [abs] 時）を満足する以下の性能評価式を持つ型式品を設置する設計とする。</p> $\gamma = \eta \cdot \min(X_{H_2}, 2 \cdot X_{O_2}, 8.0) \cdot (A \cdot P + B) \cdot \tanh(X_{H_2} - 0.5)$ <p> γ : 再結合効率(g/s = (3600/1000)kg/h) η : 1.0 ($X_{O_2} > X_{H_2}$), X_{H_2} : 水素体積比(vol%) X_{O_2} : 酸素体積比(vol%) P : 圧力(bar = 0.1MPa) A, B : 係数 </p>			

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

PARの性能確認は、国際的な実証試験においても行われており、OECD/NEA（経済協力開発機構／原子力機関）のTHAIプロジェクトでは、メーカ評価式の関連の確認を含め、試験を行い、性能を確認している。

性能確認の詳細については、添付資料37「原子炉格納施設の水素濃度低減に関する説明書」に示す。

PARの設置個数は、原子炉格納容器内に合計5個とする。

1. 容量

反応熱による自然対流であるため、容量は設定しない。

2. 最高使用圧力

耐圧部材はないため、最高使用圧力は設定しない。

3. 最高使用温度

OECD/NEAのTHAIプロジェクトでの水素を燃焼させた試験（水素濃度最大 \square vol%）時に計測した結果を第1図、第2図に示す。PARの重大事故等時における使用温度については、PAR管体の温度として設定する。第2図に示すように、PAR管体の温度は内部の出口ガス温度と同等であることから、PAR管体の温度を内部の出口ガス温度相当とする。

第1表に水素の自己着火による水素燃焼発生条件を示す。PAR管体の温度については、水素の自己着火による水素燃焼が発生した条件下では、直接的な温度計測が行われていないが、前述の試験結果よりPAR管体内部の出口ガス温度相当から設定する。

水素の自己着火時の出口ガス温度は、第1表に示すとおり、触媒プレートと管体の間にある仕切板等により約 \square °Cとなる。これは、自己着火時の出口ガス温度であるため、自己着火による温度上昇も考慮された温度と判断できる。


したがって、PARの最高使用温度は、自己着火時のPAR内部の出口ガス温度（最高約 \square °C）を上回る500°℃とする。

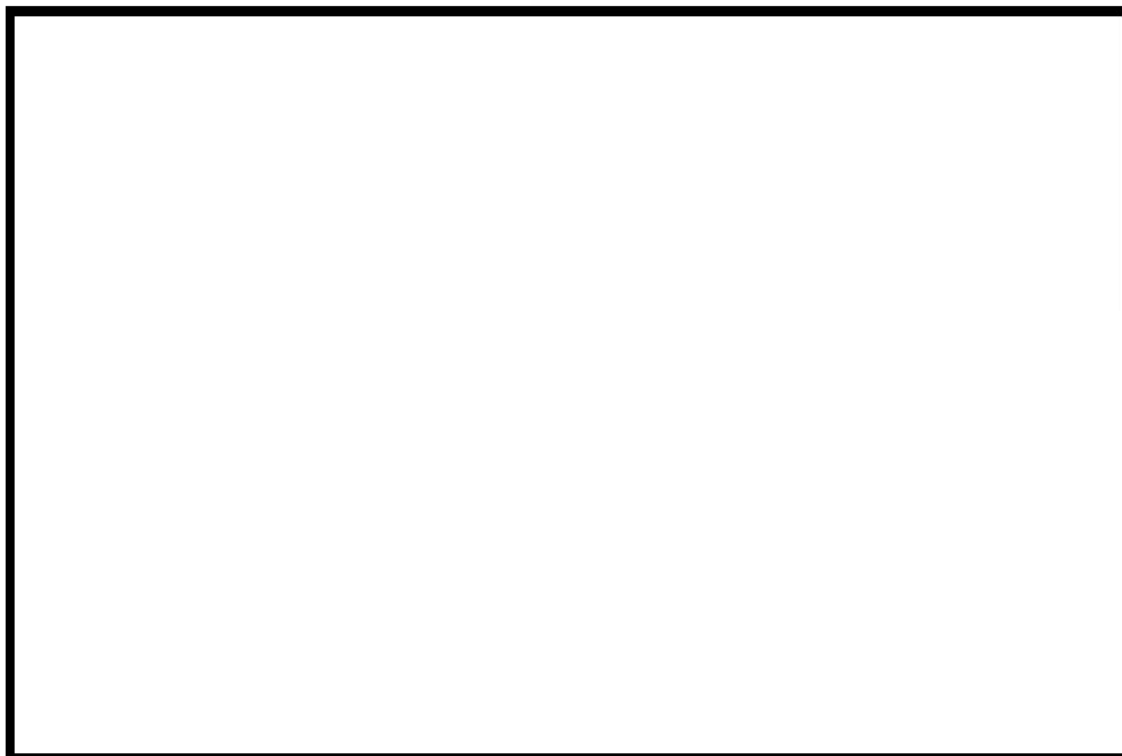
\square 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

第1表 THAI 試験における水素の自己着火による水素燃焼発生条件

A large rectangular area that has been completely redacted with a thick black border, obscuring the data for Table 1.

第1図 THAI プロジェクト試験用 PAR 概要 (計装)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



第2図 試験結果 (PAR 温度の時間変化 : PAR 筐体温度あり)

4. 再結合効率

PARは、ジルコニウム-水反応等で短期間に発生する水素及び水の放射線分解等で長期的に緩やかに発生し続ける水素濃度を低減することにより、原子炉格納容器内の水素濃度を継続的に低減できる設計とする。

メーカーの性能評価式に基づく再結合率を有するPARの効果により炉心損傷後の原子炉格納容器内の水素濃度低減を進めていけることについては、有効性評価の評価結果^(注1)において確認している。

以上より、PARの1個の再結合率としては、上述の評価に使用したメーカー性能評価式に基づく再結合効率とし、代表点として水素濃度4vol%，圧力0.15MPaのときの1.2kg/h/個とする。

PARの設置場所及び再結合効率については、添付資料37「原子炉格納施設の水素濃度低減に関する説明書」に示す。

(注1) 泊発電所3号機発電用原子炉設置変更許可申請書 本文十号 ハの(2)有効性評価 (iii)評価結果b.(f)における評価結果

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

		変更前	変更後
名称		—	格納容器水素イグナイタ
容量	W/個		□以上 (556)
<p>() 内は公称値を示す。</p> <p>【設定根拠】</p> <p>・重大事故等対処設備</p> <p>重大事故等時に使用する格納容器水素イグナイタは、以下の機能を有する。</p> <p>格納容器水素イグナイタは、炉心の著しい損傷が発生した場合において原子炉格納容器内における水素による爆発（以下「水素爆発」という。）による破損を防止する必要がある場合には、水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するために設置する。</p> <p>系統構成は、水素濃度制御設備として、格納容器水素イグナイタは、炉心の著しい損傷に伴い事故初期に原子炉格納容器内に大量に放出される水素を計画的に燃焼させ、原子炉格納容器内の水素濃度ピークを制御できる設計とする。</p> <p>格納容器水素イグナイタの設置個数は、原子炉格納容器内に合計12（予備1（ドーム部頂部付近用））個とする。</p> <p>1. 容量</p> <p>格納容器水素イグナイタは、設置（変更）許可において評価した解析^(注1)において、周囲の水素濃度が8vol%以上（水蒸気濃度55vol%以下）となった時点の着火条件としていることから、格納容器水素イグナイタの着火条件は水素濃度が8vol%以下（水蒸気濃度55vol%以下）とし、供給電圧の変動を想定しても水素の自己着火温度まで格納容器水素イグナイタの周囲空気温度を上昇できるよう、着火性能試験により着火下限値を確認したヒータ電気容量を上回る、定格電圧AC120Vで□W/個以上とする。</p> <p>公称値については、□556W/個とする。</p> <p>(注1) 設置（変更）許可における静的触媒式水素再結合装置による水素濃度低減性能の評価における評価条件の不確かさの影響確認での解析</p> <p>格納容器水素イグナイタの設置箇所及びヒータ電気容量を確認した着火性能試験については、添付資料37「原子炉格納施設の水素濃度低減に関する説明書」に示す。</p>			

□ 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

		変更前	変更後
名 称		-	格納容器空気サンプルライン隔離弁操作作用可搬型窒素ガスポンベ
容 量	ℓ/個		46.7 以上 (46.7)
最高使用圧力	MPa		14.7
最高使用温度	℃		40
個 数	-		1以上 (2 (予備1))

【設 定 根 拠】

・重大事故等対処設備

重大事故等時に使用する格納容器空気サンプルライン隔離弁操作作用可搬型窒素ガスポンベは、以下の機能を有する。

計測制御系統施設のうち制御用空気設備として使用する格納容器空気サンプルライン隔離弁操作作用可搬型窒素ガスポンベは、炉心の著しい損傷が発生した場合において、原子炉格納容器内の水素濃度を変動する可能性のある範囲で測定するために設置する。

系統構成は、水素濃度監視として格納容器空気サンプルライン隔離弁操作作用可搬型窒素ガスポンベは空気作動弁である格納容器空気サンプルライン隔離弁に窒素を供給し、作動させることで格納容器内水素濃度計測ユニット等により原子炉格納容器内の水素濃度を測定できる設計とする。これらの系統構成については、設備別記載事項の設定根拠に関する説明書別添3「技術基準規則 第67条系統図」による。

格納容器空気サンプルライン隔離弁操作作用可搬型窒素ガスポンベの保有数は、1セット1個（取出し、戻りライン用合わせて1個）、保守点検中にも使用可能であるため、保守点検による待機除外時のバックアップ用は考慮せずに故障時のバックアップ用として1個の合計2個を保管する。

1. 容量

重大事故等時に使用する格納容器空気サンプルライン隔離弁操作作用可搬型窒素ガスポンベは、高圧ガス保安法の適合品である一般汎用型の窒素ガスポンベを使用する。このため、当該ポンベの容量は一般汎用型の窒素ガスポンベの標準容量46.7ℓ/個以上とする。

代替制御用空気供給設備の格納容器空気サンプルライン隔離弁操作作用可搬型窒素ガスポン

べは、格納容器空気サンプルライン隔離弁の開放及び開維持ができる容量を有する設計とする。

なお、格納容器空気サンプルライン隔離弁への空気供給ラインには、窒素がリークする箇所がないため連続加圧の必要はなく、1回の加圧作業で格納容器空気サンプルライン隔離弁は、「開」状態を維持する。

想定操作	開保持1回
消費量	<ul style="list-style-type: none"> ・連続消費量：<input type="text"/>Nm³/h 供給先にある機器の消費量を含む継続的に消費される量 ・バッチ消費量(格納容器空気サンプルライン隔離弁2台分)： 約<input type="text"/>Nm³/回 格納容器空気サンプルライン隔離弁を全開にするための消費量 ・配管加圧消費量：約<input type="text"/>Nm³/回 窒素供給ラインを重大事故等時の供給圧力まで加圧するための消費量 窒素ガス消費総量： <input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/>
ポンベ必要個数	<ul style="list-style-type: none"> ・ポンベ充てん圧力：14.801MPa[abs] ・ポンベ容量：6.84Nm³/個^(注1) ・制御弁動作圧力：<input type="text"/>MPa[abs] 窒素供給時は、制御弁動作圧力以上を維持する必要があることから、ポンベ1個当たりの供給可能量は、 <input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/> 必要個数： <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>

以上より、格納容器空気サンプルライン隔離弁操作用可搬型窒素ガスポンベの必要個数は約個となるため、設置個数は約個を上回る1個とする。

公称値については、要求される容量と同じ46.7ℓ/個とする。

2. 最高使用圧力

格納容器空気サンプルライン隔離弁操作用可搬型窒素ガスポンベを重大事故等時において

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

使用する場合の圧力は、高圧ガス保安法の適合品であるボンベにて実績を有する充てん圧力である14.7MPaとする。

3. 最高使用温度

格納容器空気サンプルライン隔離弁操作可搬型窒素ガスボンベを重大事故等時において使用する場合の温度は、高圧ガス保安法に基づき40℃とする。

(注1) 格納容器空気サンプルライン隔離弁操作可搬型窒素ガスボンベ内の窒素量

$$Q = P \times V_1 / 0.101 = 14.801 \times 46.7 \times 10^{-3} / 0.101 = 6.84 \text{Nm}^3$$

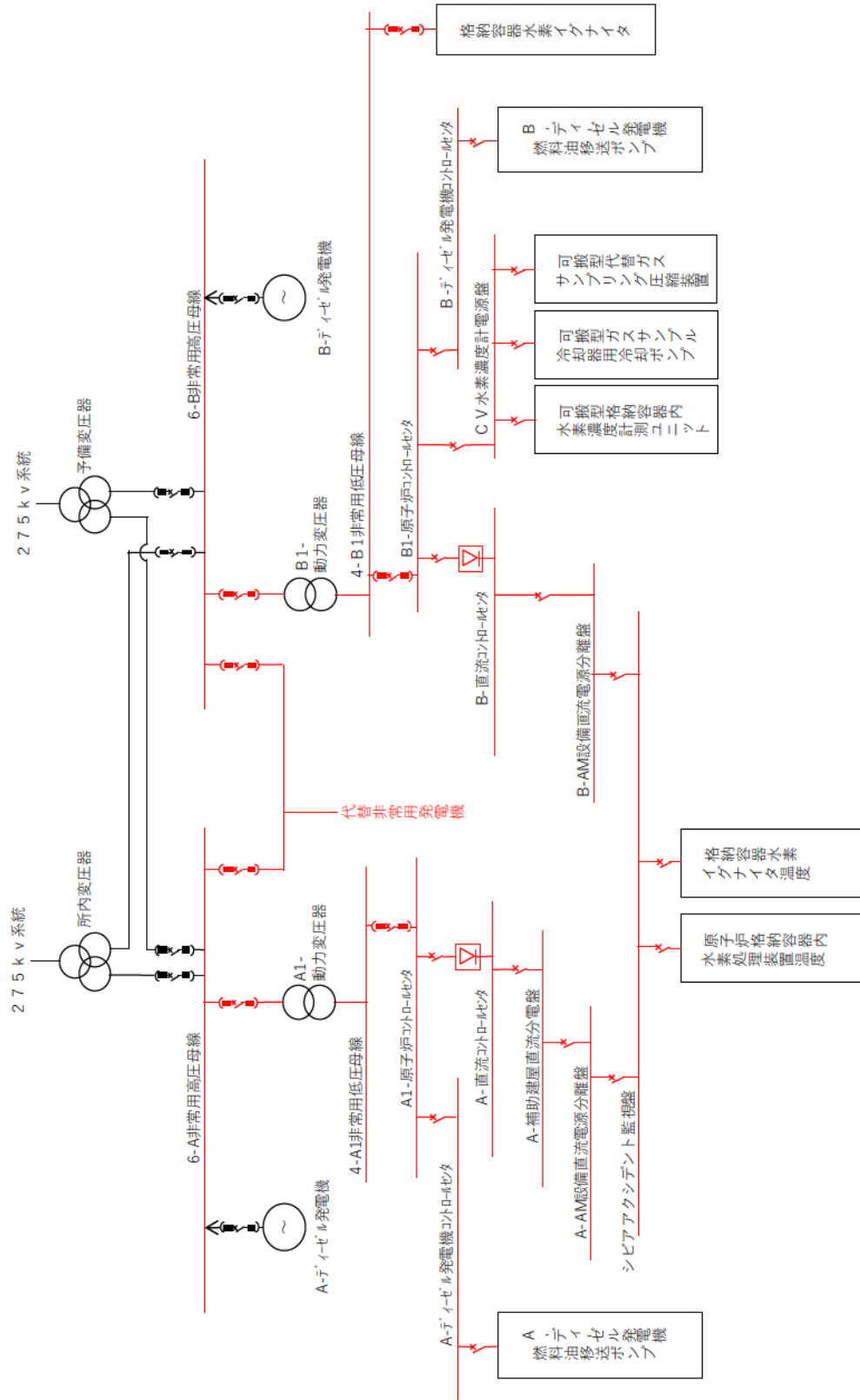
Q : 窒素ボンベ内の窒素量 (Nm³)

V₁ : ボンベの容量 (m³) = 46.7 × 10⁻³

P : ボンベの充てん圧力 (MPa[abs]) = 14.7 + 0.101 = 14.801

5 2 - 6 単線結線図

重大事故時対処設備の電源構成図



52-7 原子炉格納容器内水素処理装置(PAR)について

原子炉格納容器内水素処理装置(PAR)について

1. PAR の性能試験について

- (1) PAR の水素低減性能試験について
- (2) PAR の実証試験による性能確認について
 - a. C/V スプレイの影響の確認
 - b. 毒物による影響確認試験
 - c. 高水素濃度条件下での性能確認
 - d. 水蒸気濃度の PAR 性能への影響
 - e. 水素再結合反応開始に対する温度依存性について
 - f. 最高使用温度について
 - g. 水素再結合反応開始の遅れに対する解析への影響について
 - h. PAR の実証試験の泊 3 号炉への適用について
- (3) 水素燃焼条件

2. PAR の性能評価式について

- (1) 性能評価式の補足説明について
 - a. PAR の水素除去性能
 - b. 性能評価式の構成について
- (2) 性能評価式を検証する実証試験におけるパラメータの妥当性について

3. PAR の検査について

- (1) PAR の性能について
- (2) PAR の毒物による影響について
- (3) PAR の性能管理について

4. PAR の配置及び構造について

- (1) PAR の配置
- (2) PAR の構造

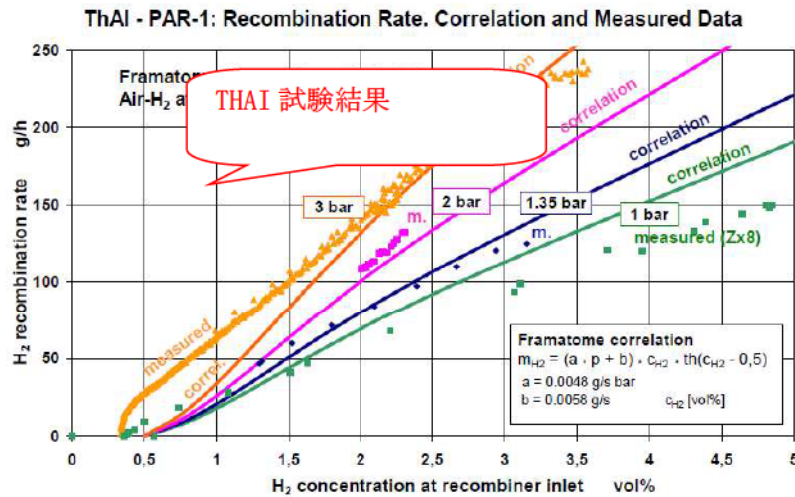
1. PAR の性能試験について

(1) PAR の水素低減性能試験について

原子炉格納容器内水素処理装置（以下、「PAR」という。）の性能確認は、国際的な実証試験においても行われており、OECD/NEA（経済協力開発機構/原子力機関）の THAI PROJECT では、泊 3 号炉に適用する PAR と同じメーカーの PAR について試験を行い、メーカー評価式の相関確認を含めて性能の確認を行っている。なお、泊 3 号炉及び実証試験で使用した PAR の型式については以下のとおり。

	型式
泊 3 号炉	FR1-380T
実証試験	FR90-150 など

「F」：ドイツ語のFlächen（フラッシュェン）の頭文字で、表面という意味。
 「R」：ドイツ語のRekombinator（リコンバイナ）の頭文字で、再結合という意味。
 「1」、「90」：メーカー識別番号。
 「380」、「150」：触媒枚数×10という意味。
 「T」：ドイツ語のTief（ティーフ）の頭文字で、深いという意味。
 T が付く型式は奥行 326 mm、付かない型式は奥行 166mm。



Example: Test data from a PAR pre-test in the THAI vessel

[Ref.] THE OECD-NEA THAI PROJECT

TO INVESTIGATE HYDROGEN AND FISSION PRODUCT ISSUES RELEVANT FOR CONTAINMENT SAFETY ASSESSMENT UNDER SEVERE ACCIDENT CONDITIONS

図 1 THAI 試験における水素低減性能確認

THAI PROJECT で確認された試験体の試験結果を図 3～5 に示す。本 PROJECT では試験結果と性能評価式による計算結果は、設定された 3 つの圧力条件において概ね一致していることが確認されている。

これにより、メーカーより提供される性能評価式が妥当であることを確認した。

なお、試験体の媒体プレート枚数 19 枚に対し、泊 3 号炉の PAR の同枚数は 38 枚であり、触媒反応は、触媒の表面積に比例するが、本試験の水素濃度 4vol%(wet)、圧力 0.15MPa[abs] のときの再結合効率は、泊 3 号炉の PAR の再結合効率 1.2kg/h の 1/2 の 0.6 kg/h よりやや低い値となっている。

これは、PAR 入口に試験用の風洞及び風速計が取り付けられ、気体流れにくくなってお

り、さらに計測機器の取り付けにより実質的な触媒プレートの表面積が狭くなったことに起因すると考えられる。これを踏まえると、泊 3 号炉の PAR の再結合効率 1.2kg/h（水素濃度 4vol% (wet)、圧力 0.15MPa[abs]のとき）は妥当であると考ええる。




図 2 THAI 試験の試験容器と試験体



図 3 圧力 1.5～1.65bar の試験結果

図 4 の試験結果では、水素供給時の再結合効率は性能評価式より若干低くなっているように見える。これについては、PAR 入口水素濃度の上昇に合わせた触媒プレートの温度上昇が十分ではないことに起因している可能性があり、試験装置内の水素濃度の混合に時間遅れが生じた結果と考えられる。一方、図中の B 点から C 点が触媒プレートの温度が本来の温度に

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

近づく遷移状態である。C点になると性能評価式と同等の性能となっている。

図4の青線を見ると、水素再結合反応は水素濃度が約3vol%になって開始しており、水素濃度が5vol%に達した時点（図中のA点）においても再結合効率は性能評価式の値に達しておらず、水素濃度がピークに達した（図中のB点）後に、水素濃度4.7vol%程度まで低下した時点（図中のC点）で性能評価式と同等値に達しており、このA→B→Cまでの遅れ時間は図6に示すように約7.5分である。



図4 圧力1.0～1.1barの試験結果



図2～5[Ref.] Reactor Safety Research Project 150 1326 OECD-NEA THAI Project(contract 18 July 2007)
Quick Look Report Hydrogen Recombiner Tests HR-1 to HR-5, HR-27 and HR-28 (Tests without steam, using an Areva PAR)

図5 圧力3～3.3barの試験結果


 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



図6 時間遅れ

また、図7より水素濃度 5vol%到達から 7.5 分後の水素濃度は約 6vol%となる。

従って、水素再結合効率は図4の水素濃度 6vol%で、約 0.2g/s となる。仮に、この 0.2g/s で 7.5 分間に処理されると期待された水素が反応しなかったとすると、その量は、5 台× 0.2g/s×7.5 分×60s/min=450g となる。一方、水素濃度 5vol%到達時点での未反応分は「(2) g. 水素再結合反応開始の遅れに対する解析への影響について」に示すように約 1kg であり、更に 7.5 分の時間遅れを考慮した未反応分は 1kg+450g=約 1.5kg である。従って、これらの遅れによる性能評価式の不確かさは事故初期の水素発生量(約 659kg)で 0.2%程度、水素濃度(ドライ約 11.7vol%)では 0.03vol%程度と推定され、影響は微小である。

また、本試験では、PAR による水素燃焼の影響も見ており、水素燃焼事象発生後でも PAR 性能が維持されることを確認した。

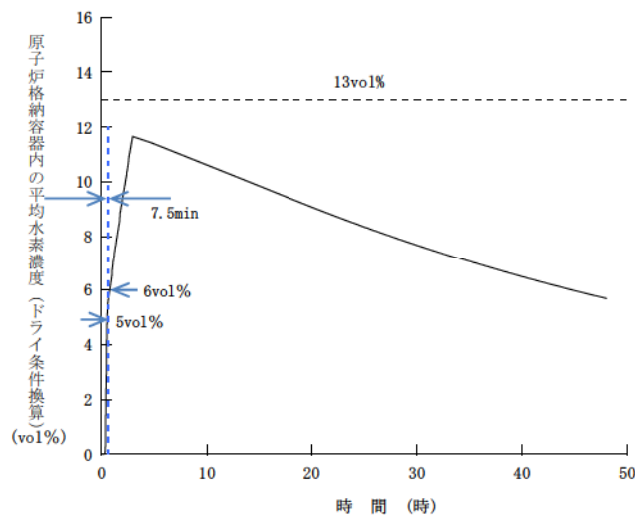


図7 水素濃度

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(2) PARの実証試験による性能確認について

PAR に対しては、多くの国際的な実証試験が行われてきており、PWR プラントのシビアアクシデント時の原子炉格納容器（以下「C/V」という）内環境を模擬した条件下で、スプレイ水、よう素をはじめエアロゾル等の毒物、高水蒸気濃度による影響が小さいことなどを含めて、水素低減の性能が確認されている。なお、PAR の性能を長期間にわたり評価する実証試験は行われていないが、触媒自体は水素再結合反応（触媒反応）により変化するものでないことから水素再結合反応の継続時間に関わらず、確認された様々な影響による周囲環境条件に応じた水素低減性能が維持されると考えられる。

a. 格納容器スプレイの影響の確認

(a) KALI-H2 Test

EDF の KALI-H2 Test では、格納容器スプレイ動作時の PAR の性能影響を確認し、水素低減効果への影響が小さいことを確認している。

試験名 (実施時期)	KALI-H2 Test (1993~1995, 1998)
実施主体 (施設)	EDF (Cadarache)
試験条件	<ul style="list-style-type: none"> 試験温度：約 100~140°C 試験圧力：約 2.3~5.2bar 水素濃度：約 10vol% (ドライ) スプレイ水：NaOH/ほう酸水 スプレイ流量：0.0736kg/s 試験装置体積：15.6m³
PAR 試験体	AREVA 社小型 PAR (FR90/1-150)

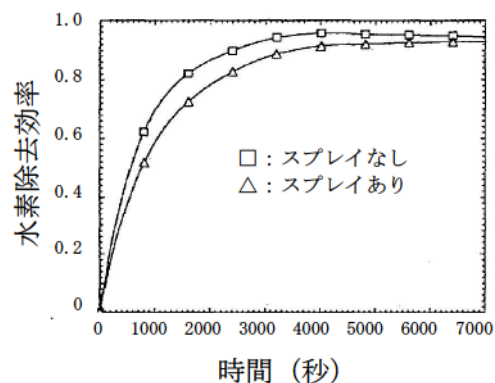
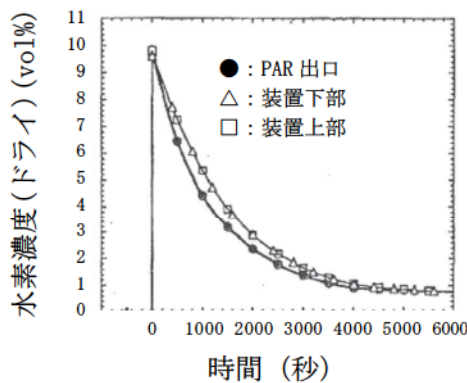
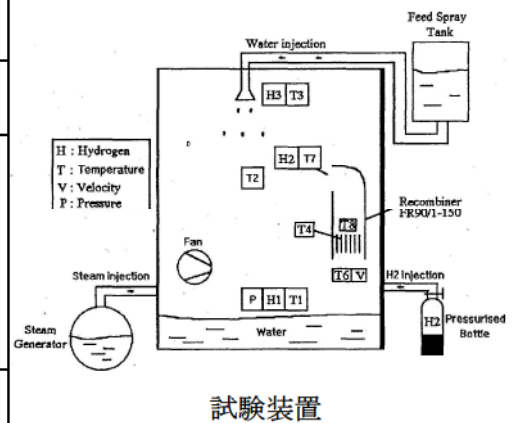


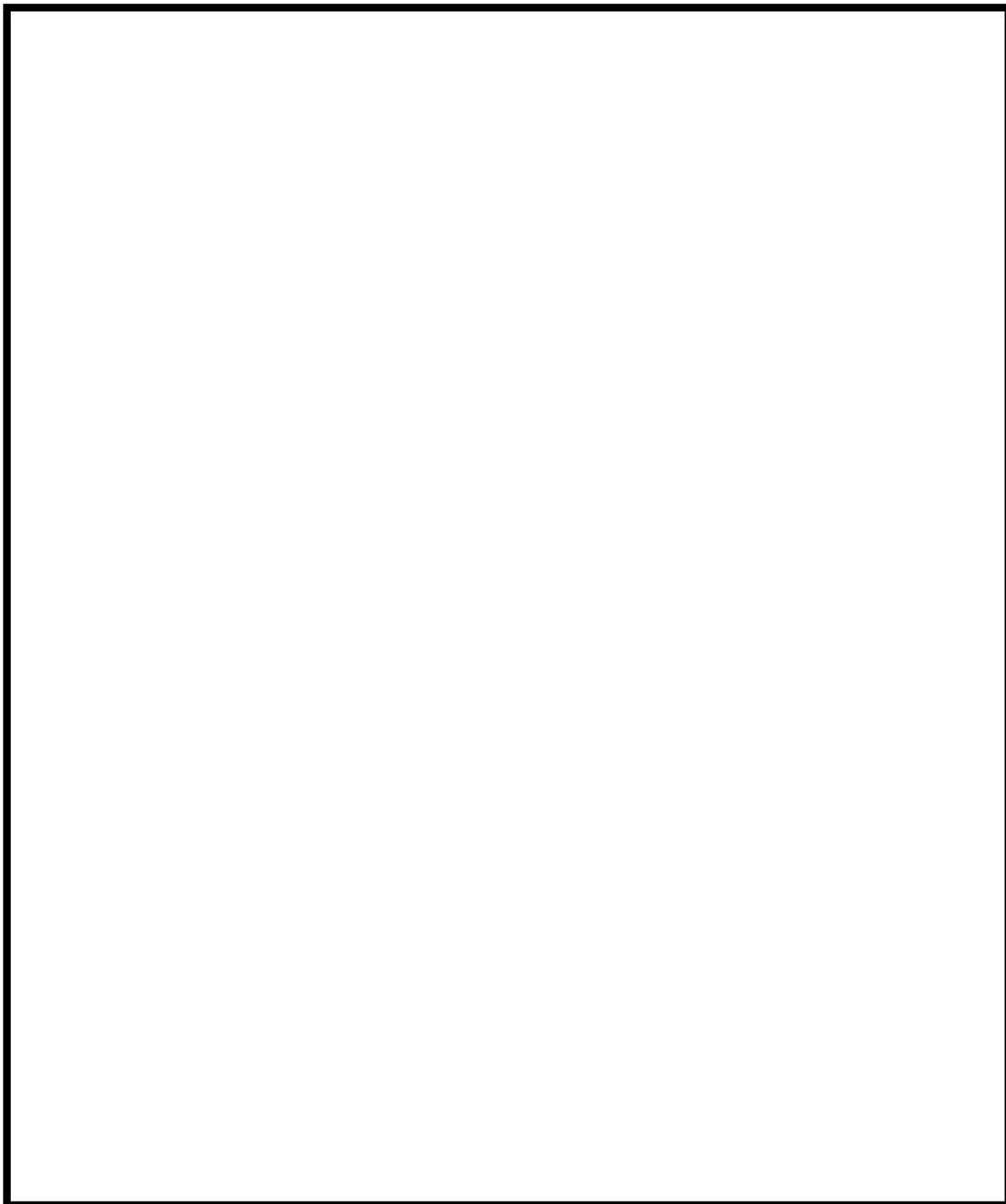
図8 KALI-H2 Test の試験結果 (格納容器スプレイの影響)

([出典] Hydrogen Mitigation by a SIEMENS Recombiner in KALI Facilities)

(b) メーカー社内試験

メーカー社内においても同様の試験を実施し、PARの水素除去性能が格納容器スプレイの影響を受けないことを確認している。

単位体積当たりの格納容器スプレイの流量を比較すると、KALI-H2 Testは約 4.7g/s/m^3 、メーカー社内試験は約 160g/s/m^3 であり、泊3号機の約 $\square\text{g/s/m}^3$ は両者の間にあることから、泊3号機の格納容器スプレイがPARの水素除去性能に及ぼす影響は小さいと考えられる。



\square 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

b. 毒物による影響確認試験

(a) EDF, CEA/IPSN H2PAR Program

炉心損傷時の PWR プラントの C/V 内模擬条件下で、炉心溶融に伴い発生するエアロゾルの影響を確認する試験を実施し、PAR の水素低減性能への影響が小さいことを確認している。

試験名 (実施時期)	H2PAR Program(1996~2000)
実施主体 (施設)	EDF, CEA/IPSN(Cadarache)
試験条件	<ul style="list-style-type: none"> ・試験温度：約 <input type="text"/> °C ・水素濃度：約 6~10vol% (ドライ) ・エアロゾル：よう素他 200mg/m³
PAR 試験体	AREVA 社小型 PAR <input type="text"/>

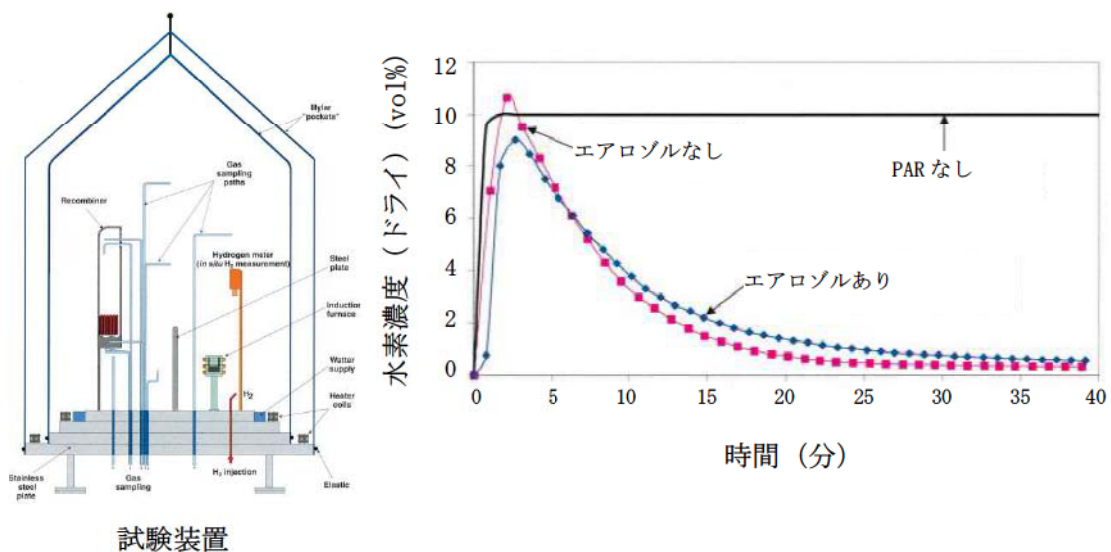


図 1 2 H2PAR Program の試験結果

(〔出典〕 IRSN research and development on hydrogen risk during severe pressurized water reactor accidents)

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(b) OECD/NEA THAI Project

OECD/NEA THAI Project において、高エアロゾル濃度下での影響試験を実施、よう素影響も含めて炉心損傷時のエアロゾルの水素低減性能への影響が小さいことを確認している。

本試験は、エアロゾル濃度約 1.5g/m³ と泊 3 号機のエアロゾル浮遊濃度（最大約 1100 mg/m³）より高い条件であることから、本試験結果から泊 3 号機のエアロゾルが PAR の水素除去性能に及ぼす影響は小さいと考えられる。

試験名（実施時期）	OECD/NEA THAI Project（2007～2010）
実施主体（施設）	フランス、ドイツ、カナダ、フィンランド、チェコ、オランダ、ハンガリー、韓国、スイス (Becker Tech., Eschborn)
試験条件	<ul style="list-style-type: none"> ・試験温度：約 95℃ ・試験圧力：約 bar ・蒸気濃度：約 40vol% ・水素濃度：約 4vol%（ウェット） ・エアロゾル等：I₂に加え、約 1.5～2.5g/m³ の SnO₂/LiNO₃ エアロゾルを注入
PAR 試験体	適用 PAR と同型式の PAR の触媒プレート数を 1/2 にした試験体を使用



試験装置

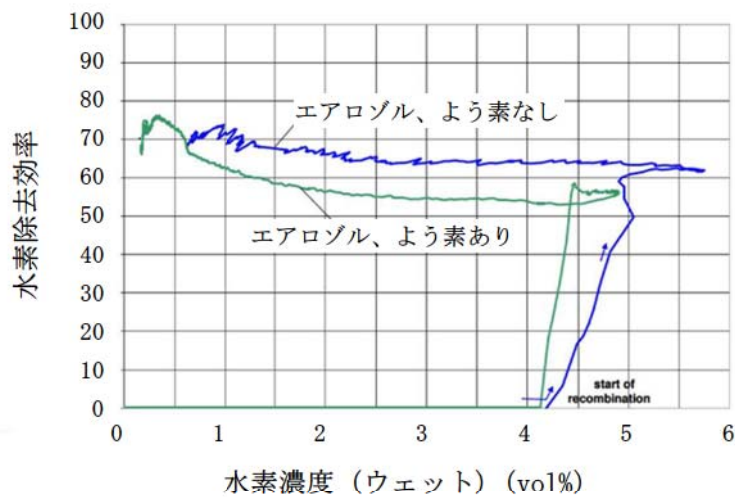


図 1 3 OECD/NEA THAI Project の試験結果（エアロゾルの影響）

〔出典〕 OECD/NEA THAI Project, Hydrogen and Fission Product Issues Relevant for Containment Safety Assessment under Severe Accident Conditions, Final Report, 10 June 2010)

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(c) エアロゾルの影響について

上述の OECD/NEA THAI Project のエアロゾルの試験では、エアロゾルの有無で性能に約 15%差が出ており、ここでは、仮に C/V 気相部からエアロゾルが消失する事故後 2 時間の範囲で PAR の水素低減性能が 15%低下した場合の影響を評価した。

図 14 のとおり、事故後 2 時間で PAR5 台が処理する水素量は、14.09kg である。したがって、エアロゾルの影響を仮定して処理できなかったとする水素量は約 2.11kg (14.09×0.15) となる。これより、エアロゾルの影響による性能評価式の不確かさは事故初期の水素発生量 (約 659kg) で 0.3%程度、水素濃度 (ドライ約 11.7vol%) では 0.04vol%程度と推定され、影響は微小である。

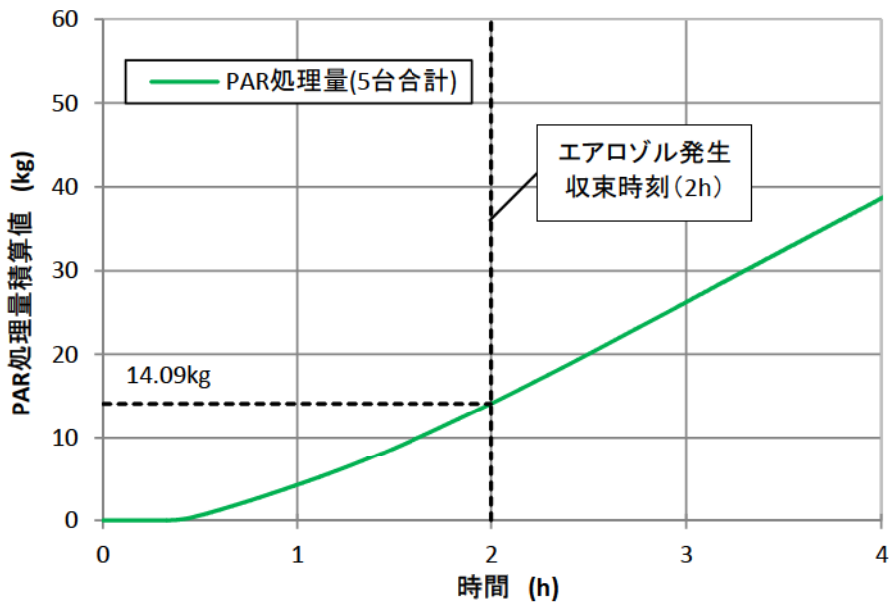


図14 PAR処理量積算値

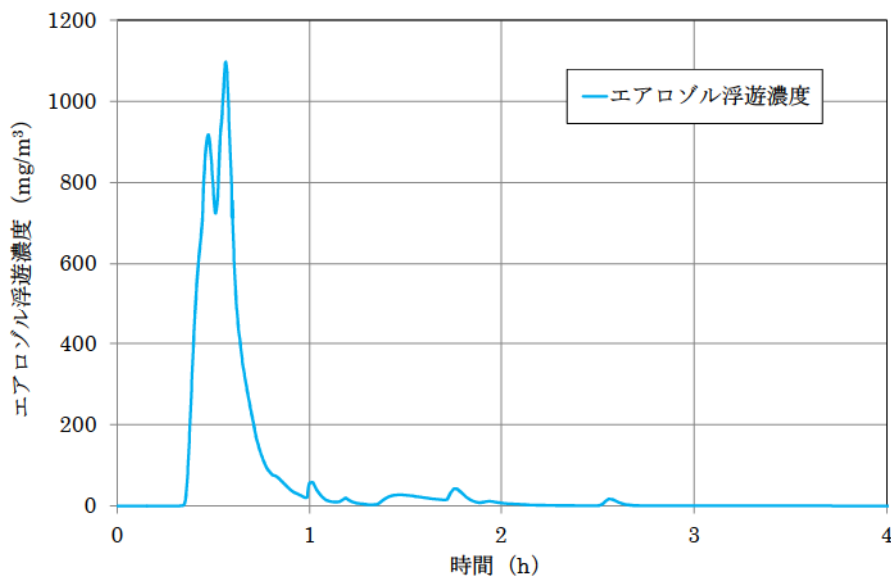


図15 エアロゾルの浮遊濃度と時間の関係

c. 高水素濃度条件下での性能確認

高水素濃度条件下での性能試験としては、AREVA 社の試験プログラムの中でTÜVにおいて以下の条件下で実施されており、燃焼後の損傷等の機能的な影響は見られなかったことが報告されている。

実施主体（施設）	TÜV (Karlstein (AREVA NP))
試験条件	<ul style="list-style-type: none">● 試験温度：約 25～144℃● 水素濃度：約 4～15vol%（ドライ）● 蒸気濃度（約 0～60vol%）
PAR 試験体	AREVA 社小型 PAR

[Ref.] Response to Request for Additional Information No. 323,
Supplement 1 U.S. EPR Design Certification Application

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

d. 水蒸気濃度の PAR 性能への影響

OECD/NEA の THAI Project では水蒸気濃度の再結合効率への影響について試験をしており、水蒸気濃度が高い場合は若干性能の低下が見られるが、水蒸気濃度 25vol%以下であれば性能に影響はない。

泊 3 号炉の水素燃焼（大破断 LOCA+ECCS 注入失敗）シナリオにおける C/V 内水蒸気濃度は初期を除き 25vol%以下で推移することから、PAR 性能に対し影響はないと考える。

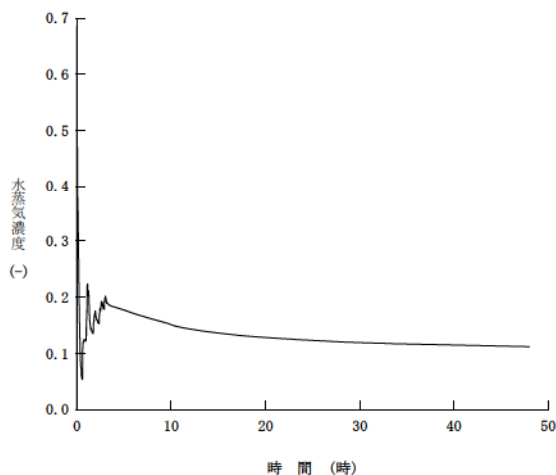
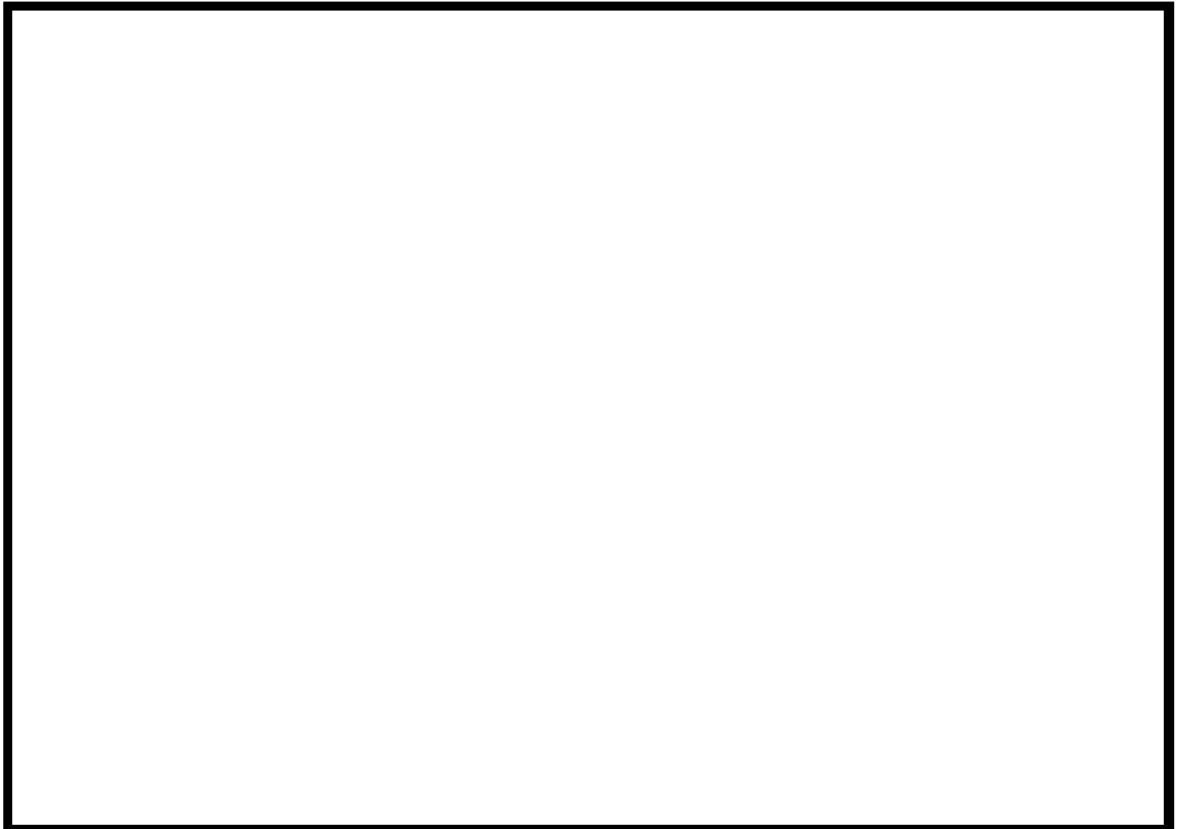


図17 CV内（ドーム部）水蒸気濃度の時間変化

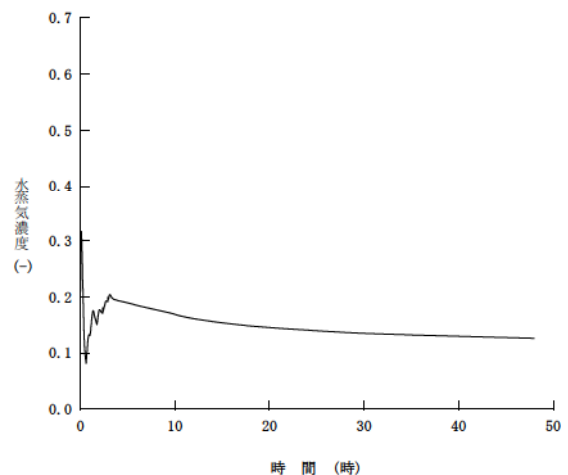



図18 CV内（下部）水蒸気濃度の時間変化

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

水蒸気濃度の影響に関しては、水蒸気濃度 25vol%以下であれば性能に影響しないが、事故初期、水蒸気濃度は一時 25vol%以上となる。事故後 0.25 時間で全区画の水蒸気濃度は 25vol%を下回るが、この 0.25 時間までの間の P A R の水素処理量は 0.0kg となり、水蒸気の影響を受けたと仮定しても、処理できなかったとする水素量はない。

なお、本試験の約 4.5vol%以上の水素濃度が高い領域で、性能が低下しているように見えるが、本試験は、水素供給を停止した (test phase 1 から 2 への移行期) 水素濃度が高い状態からの水素濃度の推移を示したものであり、試験装置内の水素濃度の混合に時間遅れが生じた結果と考えられる。その影響については「(1) P A R の水素低減性能試験について」で示した通り、微小なものである。

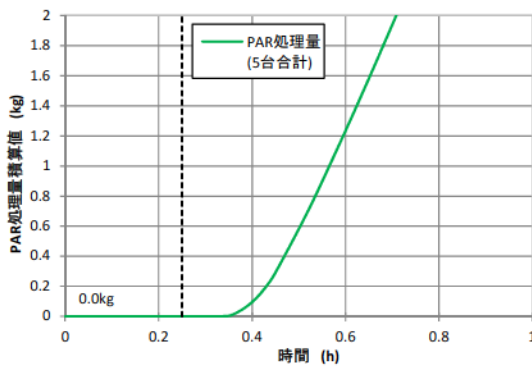


図19 P A R 水素処理の積算値

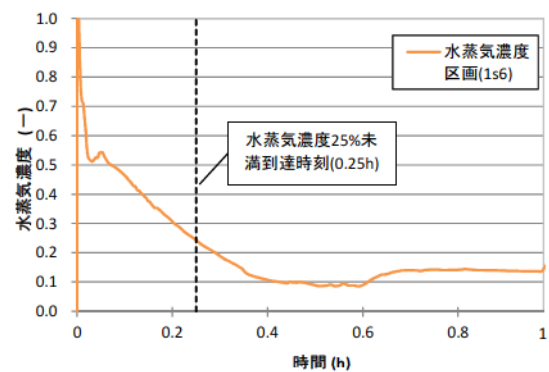


図20 水蒸気濃度と時間の関係



図21 試験結果



図22 圧力1.5~1.65barの試験結果

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。


e. 水素再結合反応開始に対する温度依存性について

OECD/NEA の THAI Project で水蒸気濃度をパラメータ（飽和蒸気圧で試験しているため同じ圧力であれば水蒸気濃度が高いほど温度も高い）として再結合反応の立ち上がりに対する影響が下図の通り確認されている。

本結果からは、再結合反応を開始する水素濃度は、温度（及び水蒸気濃度、圧力）に対し明確な相関はない。

なお、概ね数 vol%の水素濃度で起動していることがわかる。



 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

f. 最高使用温度について

(a) 試験時の PAR 管体の最高温度

OECD/NEA の THAI Project の試験で得られた PAR 中のガスの温度などの計測結果の一例を図 24 に示す。横軸が水素濃度で縦軸が各部の温度であるが、水素濃度が高いほど触媒反応が活発になり発熱が大きくなる、触媒プレート温度は表 1 に示すとおり、複数の試験で、最大約 900～1,000℃（絶対温度 1,173～1,273K）で自発的な水素燃焼が発生している。

一方、図 25 に示す位置の PAR 管体の温度について、自発的な水素燃焼が生じていない条件（水素濃度最大 4.5vol%）で、計測した試験時の結果を図 26 に示す。この試験では触媒プレートの温度は最大で 700℃（絶対温度 973K）となり、管体温度は約 250℃（絶対温度 523K）である。

(b) PAR 管体の最高使用温度

PAR 管体の温度については、自発的な水素燃焼が発生した条件下で、温度計測が行われていないため、試験結果より、前述の自発的な水素燃焼が発生した条件での最高温度約 1,000℃（絶対温度 1,273K）のときの管体温度を推定する。

触媒プレート温度は、前述の自発的な水素燃焼が生じていない試験での 700℃（絶対温度 973K）に対し、自発的な水素燃焼が発生した条件での最高温度は約 1,000℃（絶対温度 1,273K）である。管体温度も自発的な水素燃焼が生じていない試験から触媒プレートと同じ温度上昇比率で上昇したと仮定すると、以下ようになる。

$$1,273\text{K} \times (523\text{K}/973\text{K}) = 684\text{K} = \text{約 } 411^\circ\text{C}$$

また、実際の C/V 雰囲気では、上記試験装置での温度上昇に加え、C/V 内雰囲気の水素燃焼による温度上昇が想定されるが、8vol%水素濃度均一区画内での燃焼を解析した結果、ダクトのような薄板の機器であっても燃焼時の表面温度の上昇は 40℃程度^{※1}である。

従って、PAR の最高使用温度としては、試験時の管体の推定最高温度約 411℃に C/V 内雰囲気の水素燃焼による温度上昇（40℃程度）を考慮し、余裕をみた 500℃を代表して最高使用温度とした。

なお、PAR 管体に使われている材料は、最高使用温度 500℃においても Ss 地震動にて発生する応力を下回っており、地震発生時においても材料の健全性に問題はない。

※1 補足説明資料「52-9 イグナイタについて」の別添 52-9-1「格納容器内水素燃焼による重大事故等対処設備への悪影響」における参考資料 2「イグナイタ着火時の熱影響について」の（3）薄板構造機器に対する温度影響評価に示す解析による値

表 1 THAI 試験における自発的水素燃焼条件

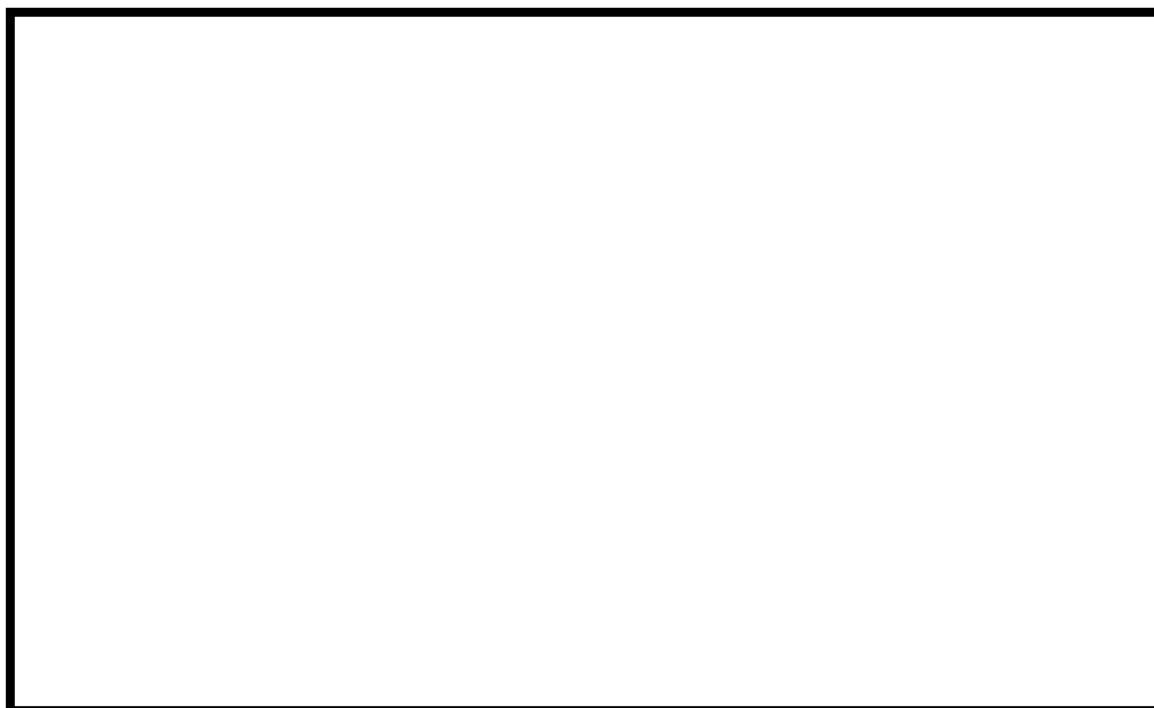
A large rectangular area that has been completely redacted with a thick black border, obscuring the data for Table 1.

図 24 試験結果 (PAR 温度と水素濃度の関係)


 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



図 25 THAI プロジェクト試験用 PAR 概要 (計装)

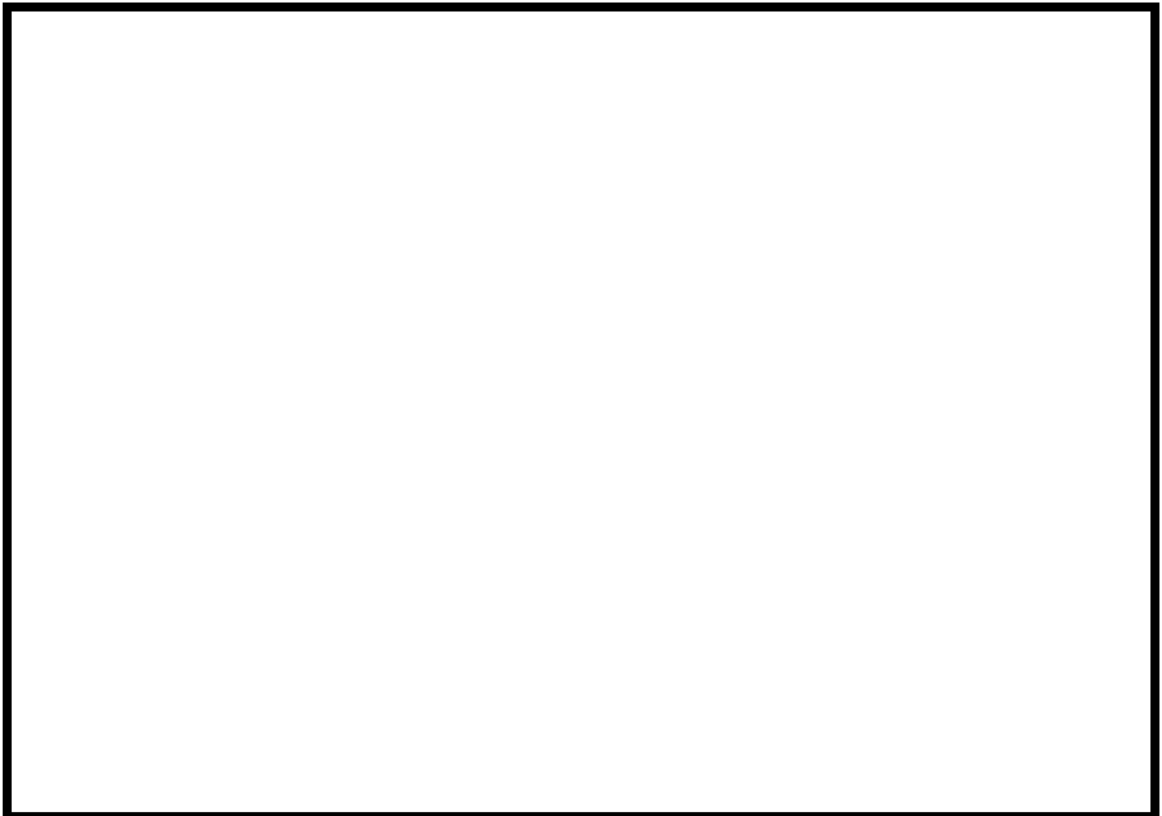



図 26 試験結果 (PAR 温度の時間変化 ; PAR 筐体温度あり)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

g. 水素再結合反応開始の遅れに対する解析の影響について

(a) 水素再結合反応開始の水素濃度

e. の試験結果は再結合反応開始の水素濃度に違いがあることを示しており、再結合反応の開始が遅れることが懸念されるため、再結合反応開始遅れが C/V 水素濃度を与える影響について検討した。

e. の試験結果（水素濃度 4.5vol%以内に起動）に余裕をみた水素濃度 5vol%で仮に再結合反応開始が開始された場合の影響について以下に示す。

図 27 に泊 3 号炉に設置している各 PAR 設置位置での水素濃度の変化を示す。図 28 に各 PAR の水素濃度 5vol%に到達するまでの水素処理量を示す。

水素濃度 5vol%まで PAR が起動しない場合、約 1kg の未反応分が生じる。これより、水素再結合反応開始の水素濃度が遅れることによる性能評価式の不確かさは事故初期の水素発生量（約 659kg、図 29）に対し 0.2%程度、水素濃度（ドライ約 11.7vol%、図 30）としては 0.02vol%程度とされ、影響は微小である。

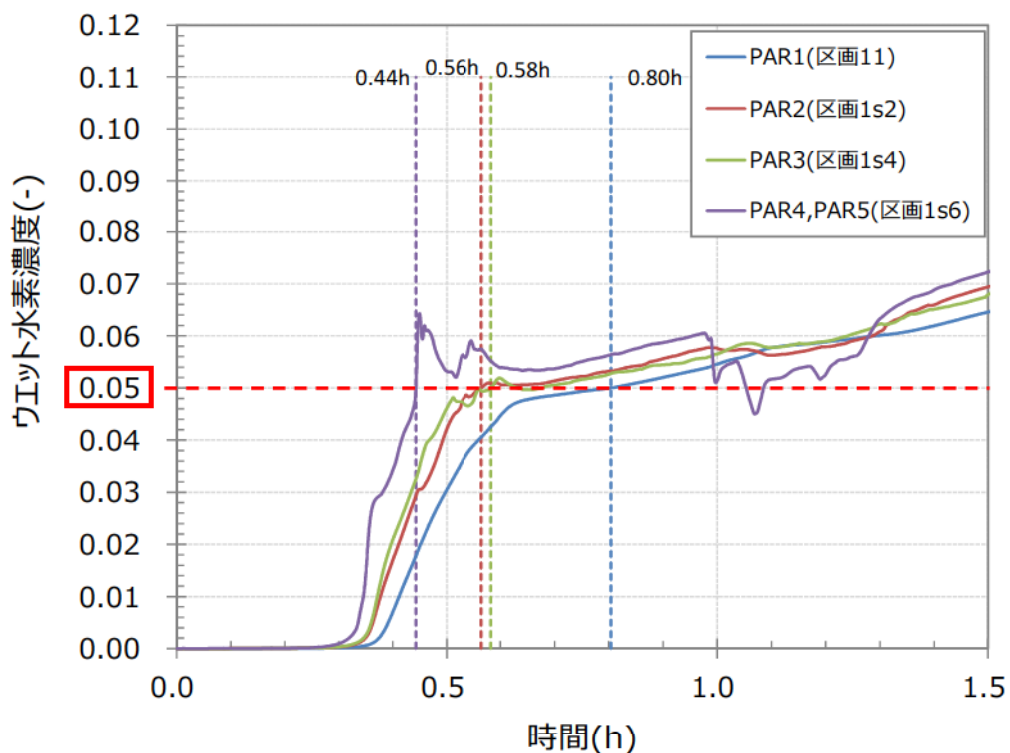


図 27 各 PAR 設置位置での水素濃度

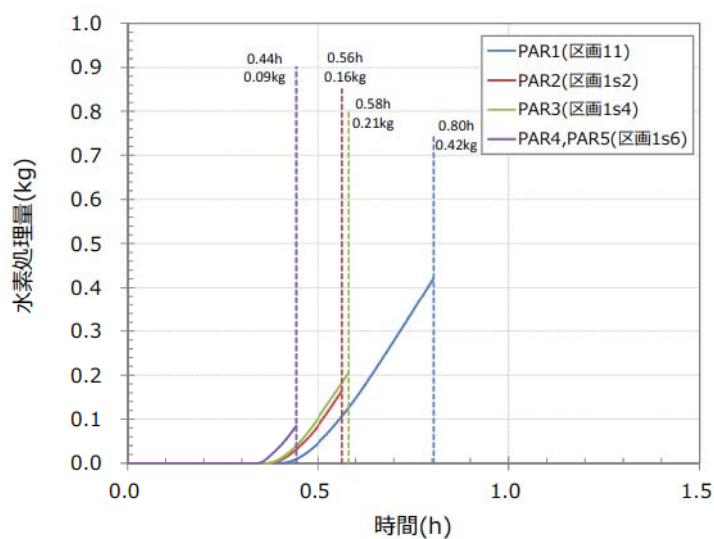


図 28 各 P A R 水素処理量 (積算値)

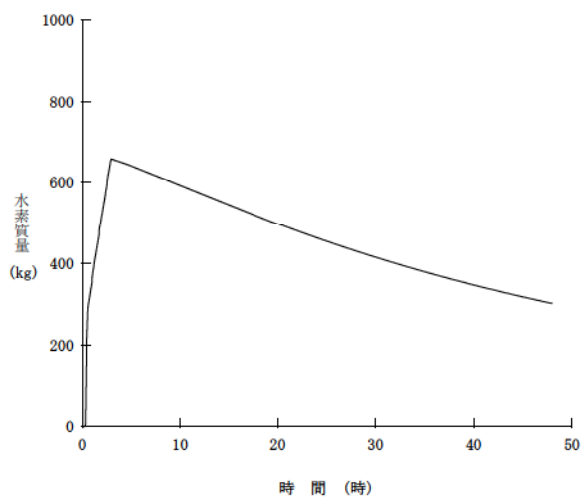


図 29 発生水素量

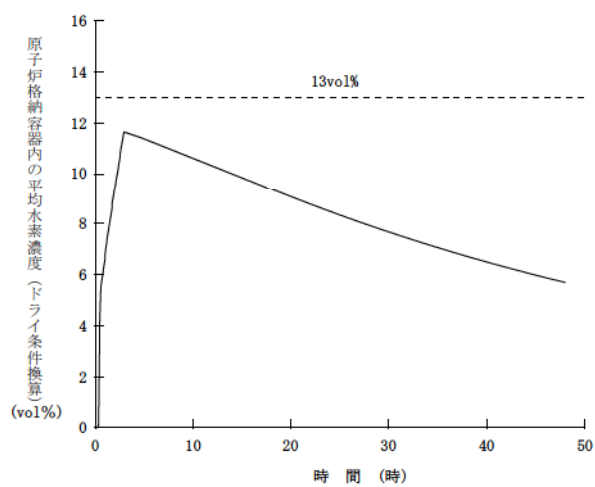


図 30 水素濃度 (ドライ)

(b) 水素再結合反応開始の時間

KALI-H2 Test ではスプレー水有無による再結合反応開始の時間遅れについても確認しており、以下に示す通りスプレー水有無に関係なく最大で9分遅れの結果となっている。

試験で確認された結果に余裕をみた反応開始時間遅れ 10 分による影響を検討する。

PAR5 台の水素処理速度は図 32 のように事故初期において最大約 13kg/h である。仮に 10 分間の起動遅れがあった場合、保守的に評価すると約 2.2kg (13kg/h×1/6h) の未反応分が生じる。これより、スプレー水による水素再結合反応開始の時間遅れによる性能評価式の不確かさは、事故初期の水素発生量 (約 659kg) に対し 0.3%程度、水素濃度 (ドライ約 11.7vol%) としては 0.04vol%程度を推定され、影響は微小である。

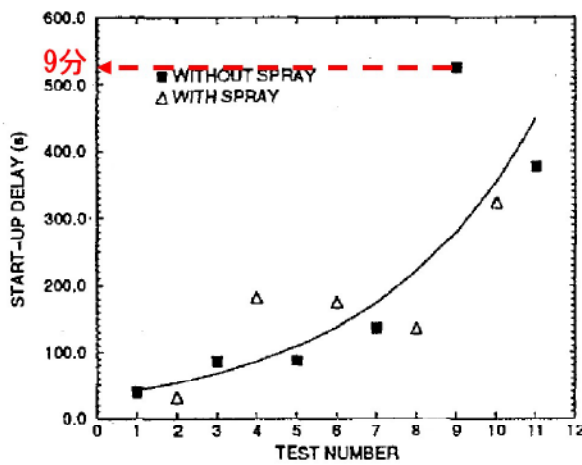


Fig. 2. Start-up delay

Table 1. Initial conditions without spray

Serial nb	Test	Pressure (bar)	Temperature (°C)	Y (%)
1	Ka-2	2.45	103.5	9.8
3	Ka-4	2.85	113.5	9.7
5	Ka-6	3.45	124	10.
7	Ka-9	4.20	133	9.5
9	Ka-11	5.20	142.1	8.6

Table 2. Initial conditions with spray

Serial nb	Test	Pressure (bar)	Temperature (°C)	Y (%)
2	Ka-3	2.32	104	9.7
4	Ka-5	2.78	113.7	9.6
6	Ka-7	3.40	123.5	9.8
8	Ka-10	4.20	133	9.5
10	Ka-12	5.20	141.5	8.3

[Ref.] Hydrogen Mitigation by a SIEMENS Recombiner in KALI Facilities, G. Avakian, L. Averlant, ENS Class 1 Topical Meeting on "Research Facilities of Nuclear Energy", Brussels, Belgium, 1996

図 31 各 PAR 水素処理量 (積算値)

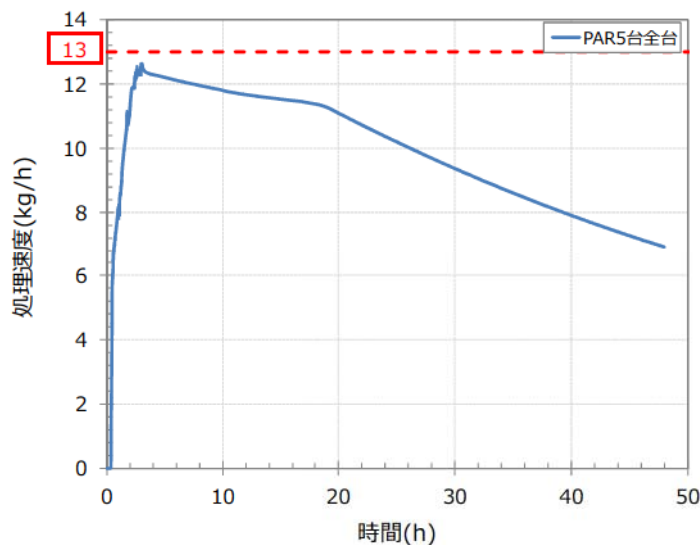


図 32 水素処理速度

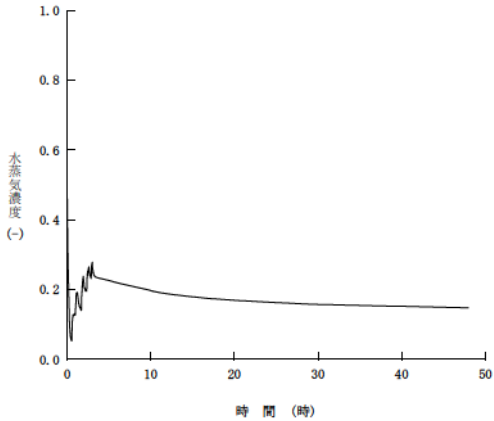
h. PARの実証試験の泊3号炉への適用について

実証試験で確認されたスプレイ水、エアロゾル等の毒物、高水蒸気濃度、温度などの影響に対する泊3号炉への適用性について一覧表に整理した。

パラメータ	実証機関	パラメータの試験条件	泊3号炉の運転条件 (参考)	泊3号炉への適用性
スプレイ水	EDF KALI-H2 Test	<ul style="list-style-type: none"> スプレイ水 NaOH/ほう酸水 スプレイ流量 0.0736kg/s (試験容積とCV自由体積の比で換算した場合 309.6kg/s) 	<ul style="list-style-type: none"> スプレイ水 ヒドラジン スプレイ流量 約 <input type="text"/> kg/s (MAAP解析) 	<ul style="list-style-type: none"> EDF KALI-H2 Testはスプレイ流量が泊3号炉の条件を下回っており、参考扱いとしている。 メーカー社内試験では泊3号炉に対して保守的なスプレイ流量で影響がないことを確認している。 KALI試験結果として、再結合反応開始時間に遅れが見られている。試験結果に余裕を見て10分遅れとした場合の影響評価を行い、性能評価式の不確かさは泊3号炉において水素濃度で0.04vol%程度で、微小であることを確認。
	メーカー社内試験	<ul style="list-style-type: none"> スプレイ水 <input type="text"/> スプレイ流量 <input type="text"/> 		
				<input type="text"/> (MAAP解析結果)スプレイ流量

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

パラメータ	実証機関	パラメータの試験条件	泊3号炉の運転条件 (参考)	泊3号炉への適用性
エアロゾル	EDF, CEA/IPSN H2PAR Program	<ul style="list-style-type: none"> エアロゾル ヨウ素他200mg/m³ 	エアロゾル発生量 最大約1100mg/m ³ (MAAP解析)	<ul style="list-style-type: none"> EDF, CEA/IPSN H2PAR Programでエアロゾルの影響確認試験を実施し、エアロゾルの水素低減性能への影響が小さいとの結論であるが、泊3号炉の条件を下回っており、参考扱いとしている。 OECD/NEA THAI Projectでは、泊3号炉に対し保守的な条件で実施されていて、エアロゾルの影響はないとの結果を得ている。 なお、MAAP解析の結果、エアロゾルはスプレイ水により2h程度でC/V気相部から除去されている。 さらに、試験結果から仮にエアロゾルの影響で、約15%水素低減性能が低下したとみなした場合の影響評価を行い、性能評価式の不確かさは泊3号炉において水素濃度で0.04vol%程度で、微小であることを確認。
	OECD/NEA THAI Project	<ul style="list-style-type: none"> エアロゾル等 ヨウ素他 1500~2500mg/m³ 		
水素濃度	TÜV (メーカ試験)	<ul style="list-style-type: none"> 水素濃度 4~15vol%(ドライ) 	<ul style="list-style-type: none"> 水素濃度 13vol%未満(ドライ) (最大約11.7vol%) (GOTHIC解析) 	<ul style="list-style-type: none"> TÜV試験は、泊3号炉に対し保守的な条件で実施されていて、高水素濃度の影響はないとの結果を得ている。

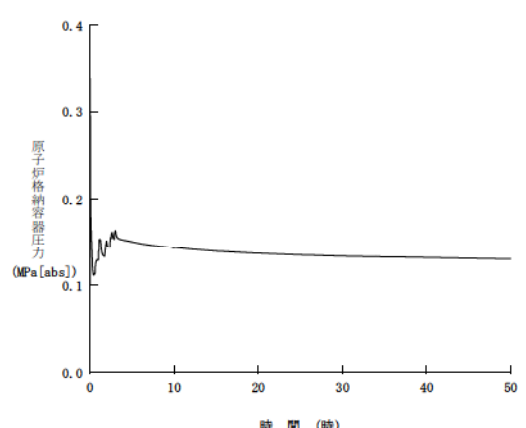
パラメータ	実証機関	パラメータの試験条件	泊3号炉の運転条件 (参考)	泊3号炉への適用性
水蒸気濃度	OECD/NEA THAI Project	<ul style="list-style-type: none"> 水蒸気濃度 <input type="text"/> vol% 	<ul style="list-style-type: none"> 水蒸気濃度 0-86.1vol% (GOTHIC解析結果) 	<ul style="list-style-type: none"> 水蒸気濃度が高い場合は若干性能の低下が見られるが、水蒸気濃度25vol%以下であれば性能に影響はない。 泊3号炉の条件は初期を除き25vol%以下で推移することから、PAR性能に対し影響はないと考える。
	/		 <p>(GOTHIC解析)CV水蒸気濃度</p>	

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

パラメータ	実証機関	パラメータの試験条件	泊3号炉の運転条件 (参考)	泊3号炉への適用性
温度	OECD/NEA THAI Project	<ul style="list-style-type: none"> 温度 <input type="text"/> °C 	<ul style="list-style-type: none"> 温度 約36~171*°C (MAAP解析結果) 	<ul style="list-style-type: none"> SA初期を除き、試験は泊3号炉の温度条件と同レベルで実施されている。 試験結果として、再結合反応開始濃度に明確な温度依存性は見られないが、再結合開始濃度は余裕を見て5vol%とした場合の影響評価を行い、性能評価式の不確かさは泊3号炉において水素濃度0.02vol%程度で、微小であることを確認。
	TÜV (メカ試験)	<ul style="list-style-type: none"> 温度 <input type="text"/> °C 		

* MAAPコードは、大破断LOCA時の事象初期の流動変化が激しい状況での適用性が低いため、設計基準事故時の結果を参照(設計基準事故時の結果：最高温度約124°C)

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

パラメータ	実証機関	パラメータの試験条件	泊3号炉の運転条件 (参考)	泊3号炉への適用性
圧力	OECD/NEA THAI Project	<ul style="list-style-type: none"> 圧力 [] bar (約 [] MPa) 	<ul style="list-style-type: none"> 圧力 約0.10-0.34*MPa (MAAP解析) 	<ul style="list-style-type: none"> 泊3号炉の圧力条件と同レベルの圧力の試験を実施している。
	EDF/KALI-H2 Test	<ul style="list-style-type: none"> 圧力 [] bar (約 [] MPa) 		
			 <p>(MAAP解析*)CVドーム部の圧力</p>	

*MAAPコードは、大破断LOCA時の事象初期の流動変化が激しい状況での適用性が低いため、設計基準事故時の結果を参照(設計基準事故時の結果：最高圧力約0.34MPa)

[] 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(3) 水素燃焼条件

THAI プロジェクトでは、水素濃度などの実験条件を変えて PAR の水素燃焼の可能性のある条件を求めている。

泊 3 号炉の PAR 設置エリアの解析結果と比較すると、水素燃焼の可能性のある条件に一部含まれる結果となったが、水素燃焼による圧力上昇に対して C/V 健全性が維持されることを、AICC 評価^{※2}により確認しており、PAR による水素燃焼が生じたとしても C/V 健全性に問題はない。

※2 Adiabatic Isochoric Complete Combustion の略で、燃焼熱が全て圧力上昇に使われると仮定して C/V 内圧力を保守的に求め、格納容器圧力バウンダリにかかる圧力を評価する。

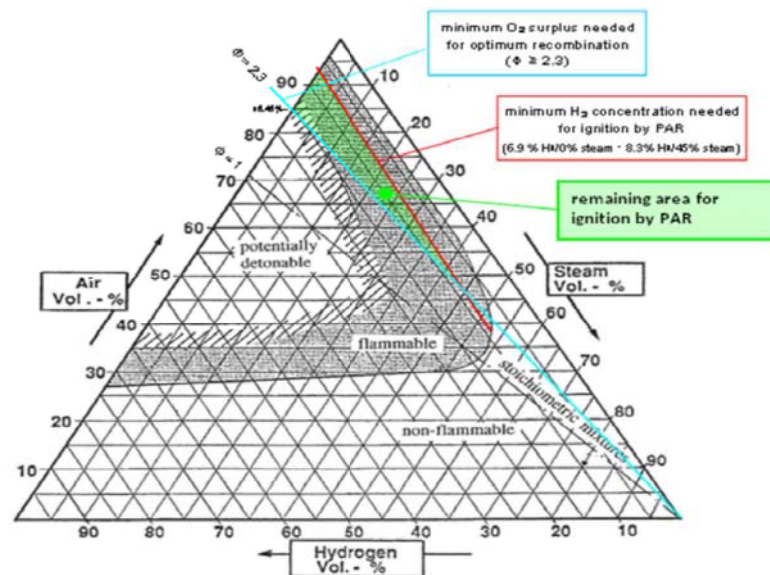


Fig. 5-5: Ternary diagram (example):
Area of possible ignition by PAR (green shaded), resulting from HR test findings

図33 PARの水素燃焼の可能性のある条件

[Ref.] OECD/NEA THAI Project, Hydrogen and Fission Product Issues Relevant for Containment Safety Assessment under Sever Accident Conditions, Final Report, 10 June 2010

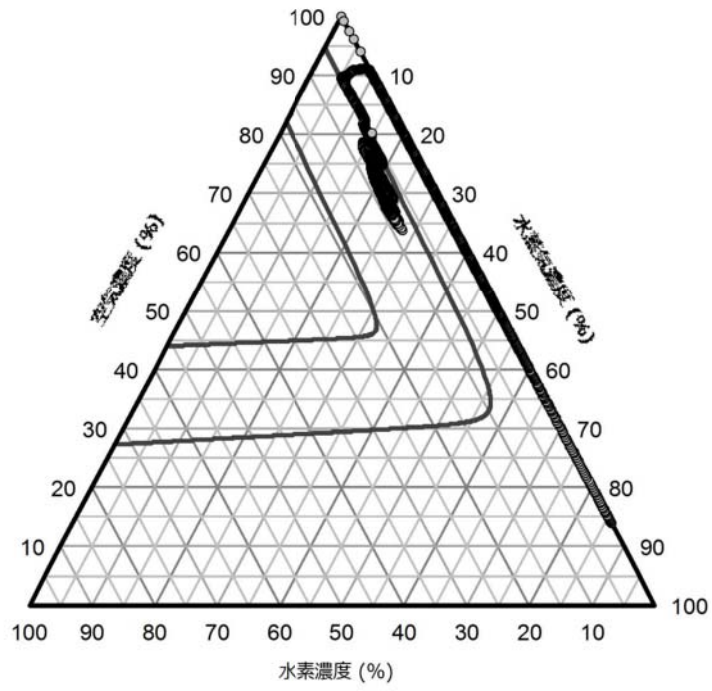


図 34 泊 3 号炉の代表的なドーム部の区画 (1s4) における GOTHIC 解析結果

2. PAR の性能評価式について

(1) 性能評価式の補足説明について

a. PAR の水素除去性能

PAR の性能評価式は、メーカーにより以下の性能評価式が提供されており、国際的な実証試験においても試験結果と相関関係の確認を行っている。GOTHIC コードを用いた C/V 内の水素濃度の解析には、この性能評価式を用いている。

$$\gamma = \eta \cdot \min(X_{H_2}, 2 \cdot X_{O_2}, 8.0) \cdot (A \cdot P + B) \cdot \tanh(X_{H_2} - 0.5) \quad (1) \text{式}$$

γ : 再結合効率 (g/s)

η : 1.0 ($X_{O_2} > X_{H_2}$) ※3

X_{H_2} : 水素体積比 (%)

X_{O_2} : 酸素体積比 (%)

P : 圧力 (MPa)

A, B : 係数

※3 水素挙動解析の結果より、事故初期以降のいずれの時間帯でも酸素濃度は水素濃度を上回っている。

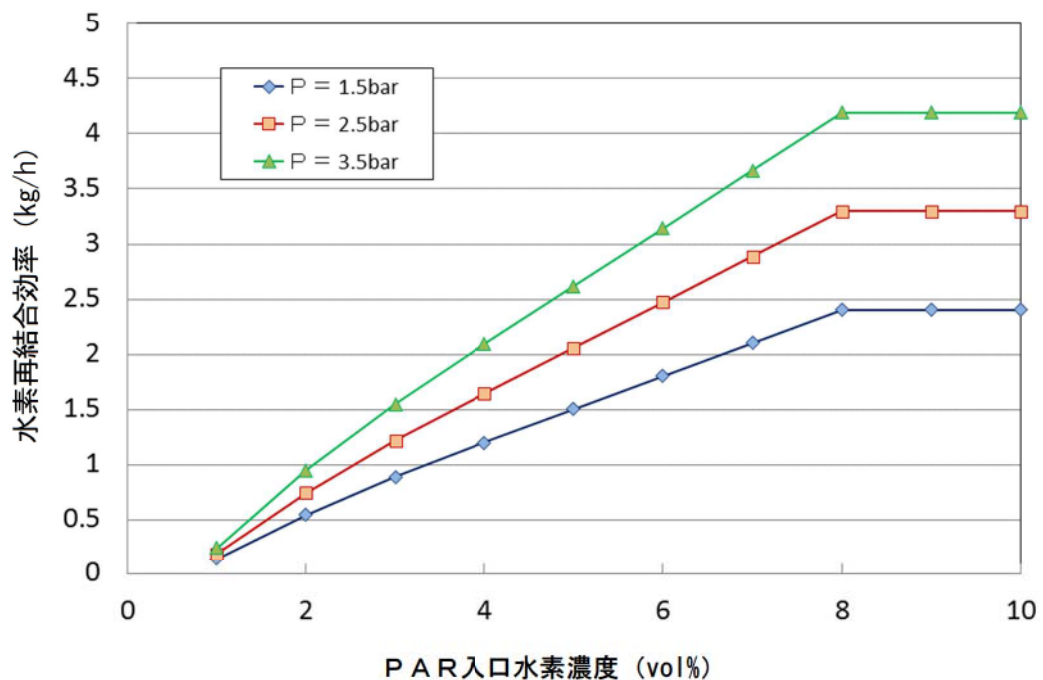


図 35 PAR 1 個の再結合効率

b. 性能評価式の構成について

PAR の性能特性評価式は、PAR のメーカーが試験等を行って設定している経験式（実験式）となるものである。(1)式は泊3号炉に適用する PAR の性能評価式であり、基本的には PAR 周辺の水素体積比 (wet_vol%) と周辺圧力が与えられれば、再結合効率 (g/s) を得ることができるものである。

(1)式は、2つの特性と2つの補正項で構成されている。

(a) 2つの特性は以下のとおり。これらは、OECD/NEA（経済協力開発機構／原子力機関）の THAI プロジェクトの試験においても確認されている。

- ① 再結合効率が水素体積比（式中では酸素体積比と比較して小さい方としているが、基本的には酸素リッチとなる。）に比例する。図 36 参照。

$$\gamma \propto \min (X_{H_2}, 2 \cdot X_{O_2}, 8.0)$$

- ② 水素処理速度が圧力に対し単調増加である。図 37 参照。

$$\gamma = C \cdot (A \cdot P + B)$$

(b) 2つの補正項とは以下のように考えられる。

- ① η の項は、再結合反応をするための酸素の過不足による処理速度の補正をするもので、酸素体積比が、水素体積比以下の場合、再結合反応が十分なされないと考え、を入力する。

一方、実機の PWR プラントは C/V 体積が大きく、事象発生前の酸素量 (C/V 内の約 20%は酸素) が事象発生後に発生する水素量を上回ることから、1.0 を入力している。

- ② $\tanh (X_{H_2} - 0.5)$ の項は、水素体積比 0.5vol%以下では処理せず、約 2.0vol%から徐々に処理を始めるという試験結果を再現するための補正項である。


枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



図 36 水素体積比と水素処理速度の関係



図 37 水素処理速度と圧力の関係

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(2) 性能評価式を検証する実証試験におけるパラメータの妥当性について

PAR 性能評価式を検証する実証試験においては、基本的には PAR が使用される温度などの環境条件を考慮して試験条件を設定し、水素濃度及び圧力をパラメータとして検証している。

PAR の温度や入口流量については、直接のパラメータとして検証していないが、その理由について以下に考察する。

○ PAR 温度条件について

触媒の表面温度が高くなるほど触媒の反応度は高くなり、その触媒の表面温度は水素濃度と相関関係にある。また、反応量に関与するガス密度はガス温度の関数であり、理想気体において容積（この場合、C/V 容積に相当）一定であれば、ガス温度は圧力と比例関係にある。

性能評価式には温度（触媒の表面温度、ガス温度）がパラメータとして表れていないが、触媒の表面温度については水素濃度で、ガス温度については圧力で関連付けられており、間接的に温度条件もパラメータとして考慮されていることになる。従って、実証試験においても PAR の触媒の表面温度及びガス温度は間接的にパラメータとして考慮されていると考えられる。

○ PAR 入口流量条件について

PAR は触媒反応による温度上昇で上昇気流を発生させ、反応媒体を循環させる装置であり、強制的な循環機構を持っていない。従って、入口流量は触媒の表面温度（温度が高いほど流量は増える）と圧力（圧力が高いほど密度が高くなるため流量が増える）を条件として成り行きで決まるパラメータである。ここで、触媒の表面温度は水素濃度に依存して変化するもので、水素濃度が高いほど触媒反応が進み触媒の表面温度は高くなる。

このため、入口流量は、水素濃度（触媒の表面温度）と圧力で決まることとなり、間接的に入口流量もパラメータとして考慮されていることになる。従って、実証試験においても入口流量は間接的にパラメータとして考慮されていると考えられる。

なお、PAR 設置場所や設置方向の選定にあたっては、C/V 内の自然対流冷却が発生していることを考慮し、再循環ユニットの吸い込み口や吹き出し口の位置を避けて決定しており、PAR 入口流量が外乱の影響を受けにくい。

3. PAR の検査について

(1) PAR の性能について

製品の検査については、検査計画（検査要領書）に沿って、PAR の品質確保の観点から、材料（重量）検査、寸法検査、外観検査を実施している。触媒プレートについては、

製造されている。材料

（重量）検査では触媒プレート重量を触媒を付着させる前後で測定し、所定の触媒が付着していることを確認し、寸法検査では触媒プレートの縦、横寸法を測定し設計図面通りの許容値範囲であることを確認している。外観検査では触媒プレートの表面に対し性能に影響を及ぼす有害な欠陥（触媒の欠落等）がないことや白金系金属がムラなく付着していることを目視で確認している。これらの検査に関し、工場での当社の立会検査やメーカーが実施した検査記録を確認することで、製品の健全性を確認している。

OECD/NEA の THAI PROJECT では泊 3 号炉の PAR の約 1/2 サイズの試験装置で、水素濃度、圧力をパラメータとした試験を実施し、性能評価式の確認が行われている。

触媒反応は、一般に、触媒の量や表面状態が一定ならば触媒の表面積に比例することが知られている。

泊 3 号炉の PAR の触媒プレートは実証試験の触媒プレート 19 枚に対し、38 枚であり、触媒の材料（重量）検査及び外観検査で触媒の量及び表面状態が確認できていることから、OECD/NEA の THAI PROJECT の実証試験で使用された触媒プレートと同等であり、泊 3 号炉の PAR の性能評価式は妥当である。

(2) PAR の毒物による影響について

PAR の毒物による影響については、多くの国際的な実証試験が行われてきており、PWR プラントのシビアアクシデント時の C/V 内環境を模擬した条件下で、スプレイ水、よう素をはじめエアロゾル等の毒物、高水蒸気濃度による影響が小さいことが確認されている。

泊 3 号炉の PAR についても、外観検査で表面状態の確認ができていることから、国際的な実証試験の触媒プレートと同様の性質を持ち、毒物の影響はほとんどないと判断している。

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(3) PAR の性能管理について

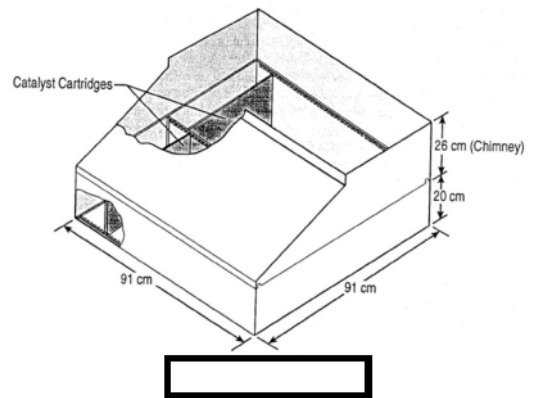
PAR の性能劣化モードは、①触媒プレートからの触媒の欠落、②触媒プレート表面の汚れの2つが考えられるが、以下の管理により、性能を維持することは可能である。

劣化モード	品質管理	保守管理
① 触媒の欠落 動的機器でないため、触媒の欠落は生じがたい	<ul style="list-style-type: none"> ● 製造時の検査の実施 ● 定期点検の実施 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 保全プログラムに基づく定期検査 <ul style="list-style-type: none"> ・ 装置外観点検 (毎定検) ・ 触媒プレート点検、清掃 (1回/3定検) ○ 装置の養生 (毎定検)
② 表面の汚れ 定検作業中に発生する飛散物を想定	<ul style="list-style-type: none"> ● 異物管理の徹底 ● 定期点検の実施 	

なお、触媒の担体としてアルミナを使用した場合には、アルミナが熱水環境で水酸基をもつアルミナに変化（ベーマイト化）し、シリコン系シール材に含まれる揮発性物質（シロキサン）とアルミナの水酸基が化学結合することで、触媒プレート表面にシロキサン重合物の膜を形成する劣化モードが考えられる。

しかしながら、AREVA 社製の触媒プレートはステンレス及び白金系金属 [] からなる。ステンレスは熱水環境でも揮発性物質と化学結合する酸化物には変化しないため、同様の劣化モードによる性能低下の懸念はない。なお、触媒として使用している白金系金属 [] は化学的に安定な金属であるため、大気中で供用期間中に酸化しにくいため、再結合効率への影響はない。

部位	メーカー	材料
触媒	[]	パラジウム
	[]	白金系金属 []
触媒の担体	[]	ペレット状のアルミナ
	[]	ステンレス板



[REF.] J. Hosler, G. Sliter, PARs for Combustible Gas Control in Advanced Light Water Reactors, AECL-11762, NEA/CSNI/R(96)8

図 38 PAR の構造(メーカー毎)

[] 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

4. PAR の配置及び構造について

(1) PAR の配置

著しい炉心損傷が発生した場合に C/V 内で発生した水素は、C/V 内の自然循環対流により、C/V 内で均一に混合することが実証試験（別紙 1）などで確認されており、PAR の設置場所により、水素の低減効果に大きな差がないことを確認しているが、具体的な C/V 内における PAR 設置位置については、以下を考慮して決定している。

- a. 格納容器内の自然対流による混合がよく、効果的に水素を除去できる位置として、C/V 内上部のドーム部に 4 個を分散配置する。また、C/V 内下部の水素の流路と想定される開口部に 1 個を設置する。

（多数の PAR を各エリアに分散配置している欧州等のプラントではドーム部のポーラクレーン上などにも設置しているが、泊 3 号炉では PAR の設置目的に照らし、また、C/V 内の自然循環対流により全体の水素濃度低減に設置位置の影響が小さいこと、PAR 5 個により C/V 内の水素濃度低減を進めることができることを確認していることから、以下の耐震性等の設置要件も考慮して配置している。）本配置を踏まえて、事故時の C/V 内の水素が低減することを GOTHIC 解析にて確認している。

- b. 上記設置場所について、以下を考慮して設置位置を決定する。

- ・ 2 次遮へい壁等の装置据付の耐震性が確保される位置とする。
（装置は、Ss 基準地震動にも機能を損なうことのない据付設置とする。）
- ・ 排気口周辺に可燃物や重大事故緩和対処に必要な機器（再循環ユニット／ダクトや C/V 圧力計等）のない位置とする。
- ・ 装置の吸気と排気のスペースが確保できる位置とする。
- ・ 定期検査時の通行や点検作業に支障がない位置とする。

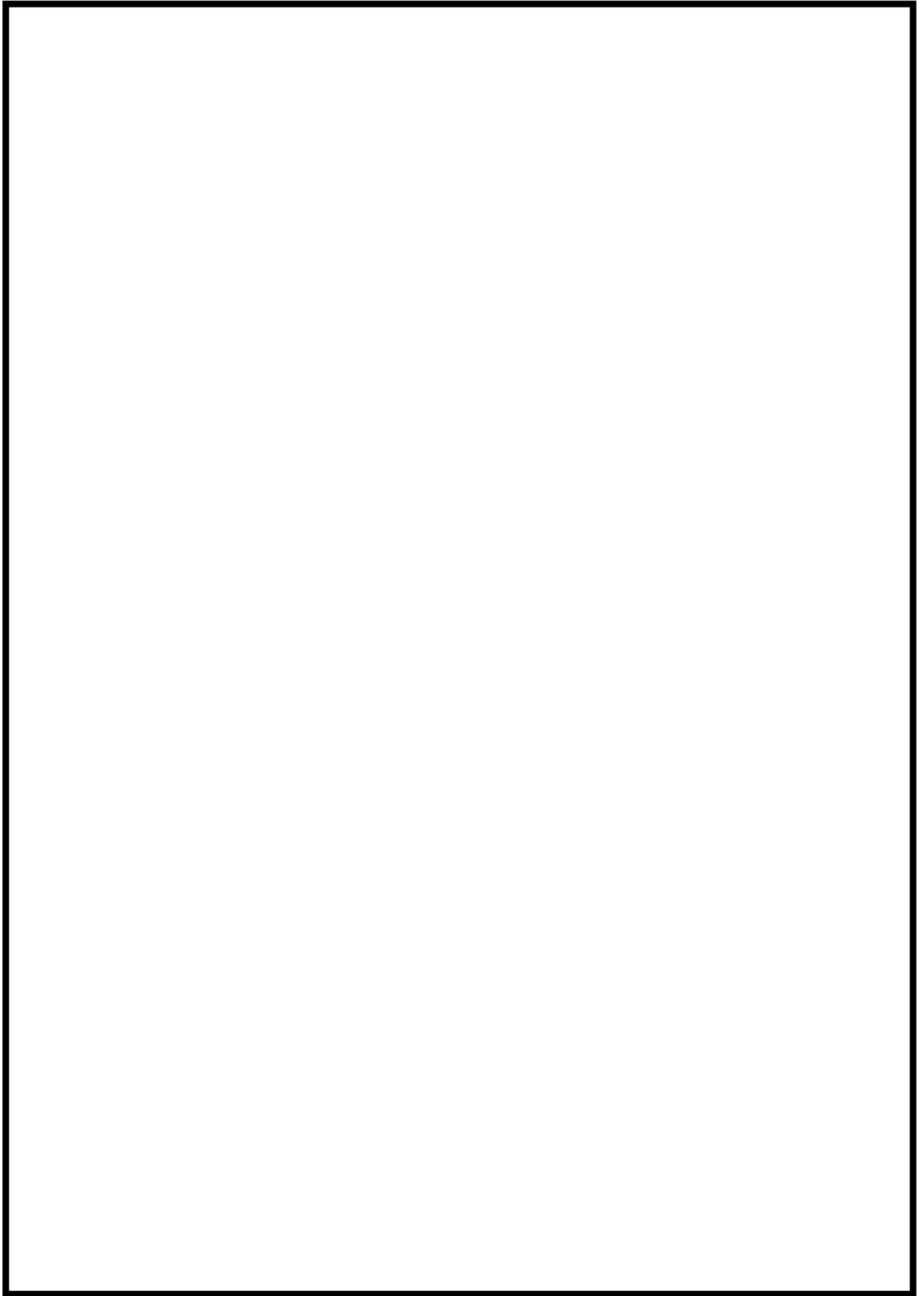



図 39 泊 3 号炉 P A R 配置概念図

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(2) PAR の構造

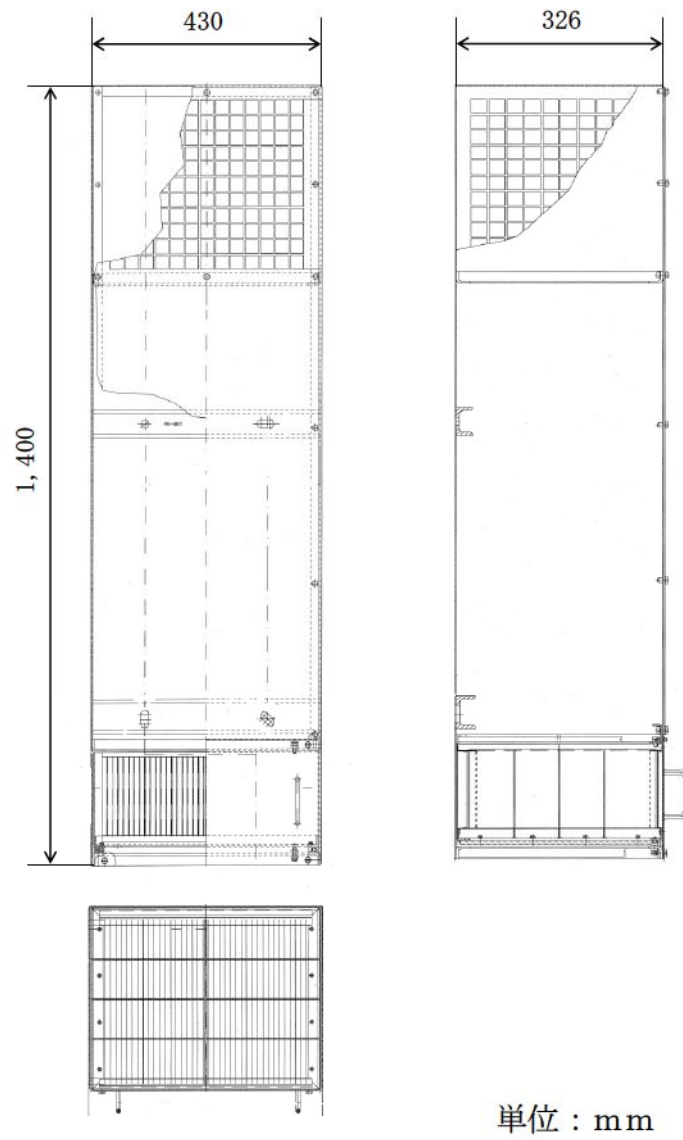


図 40 PAR の構造

PAR の水素除去性能評価式について

著しい炉心損傷が発生した場合に、C/V 内に発生する水素を除去するための水素濃度制御設備として設置する PAR については、PAR 製造メーカより水素除去性能（効率）を評価する式が提供されており、試験による検証確認が行われている。

以下では、PAR の水素除去性能（効率）を評価する式について、評価式の構成の考え方、試験による評価式係数の設定と大型 PAR への展開、検証試験により確認された評価式への各種環境条件の影響について整理し、実機 PWR プラントにおける炉心損傷時の C/V 内環境条件の範囲において適用できるものであることを整理する。

メーカーにおける PAR の設計と水素除去（効率）評価式の作成から検証への主な流れは以下のとおり。

メーカーの PAR の設計

（シビアアクシデント対策設備としての設計：材料、構造・強度、水素除去性能等）
特に水素除去性能に係るもの

→ 触媒、触媒の状態（多孔質拡散性と広い表面積の確保等）
触媒プレート形状・拡散流動設計、筐体の形状（流量、流速等） 等

2

3

※PAR1 体の水素除去性能は、各メーカーごとに処理能力、反応の立ち上がり、形状・大きさ等が異なるが、Passive Auto-catalytic Recombiner としての原理と基本的設計（触媒プレート／カートリッジの配置、チムニー設計等）は、ほぼ同様のものとなっている。

参考 2

メーカーにおける
設計した PAR の事故時条件化での
水素除去性能（効率）評価式の検討

炉心損傷事故時の C/V 内の環境条件の考慮
温度、圧力、N₂、O₂、H₂、蒸気、CO 等雰囲気
ガス成分・濃度、流況、触媒変化、PAR 設置
局所の状態

・ PAR の水素除去割合 (g/s, kg/h) を求めるために、関係する主要因子として、PAR 周辺（入口）の水素濃度、圧力を考慮する形とした。（触媒反応の拡散律速が水素濃度に関係すること等を考慮）

他の因子は、2つの主因子の効果に関係する、あるいは水素除去割合への影響が小さいこと等を考慮

・ メーカー内試験により、水素濃度、圧力、温度、水蒸気濃度影響等を確認、PAR の型式に応じた実験式の係数を設定（同一触媒プレートの PAR はプレート枚数に比例して評価できるようにしている。）

さらに、酸素の影響や立ち上がり部の補正等も考慮できるようにした。

・ 事故時の C/V 内の条件の範囲内において評価に適用できるものと評価

4

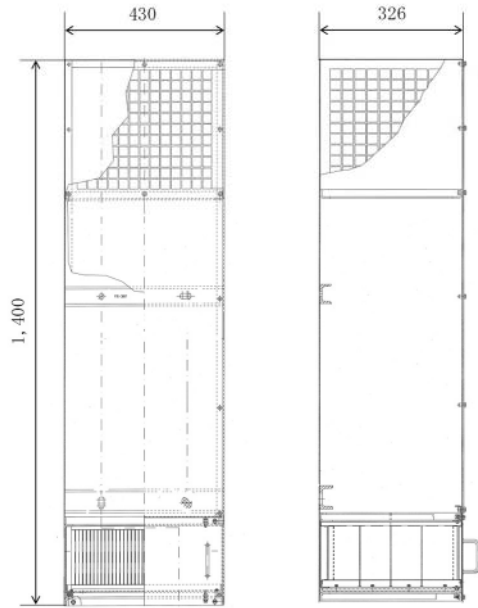
～

国際的な試験プログラムに PAR を提供して大規模実証試験により性能評価の妥当性、毒物等の影響について、検証・確認を受けるようにしている。

11

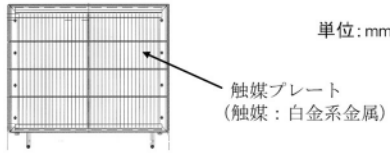
～

PAR の構造と基本仕様



適用するPARの基本仕様

幅	430mm
奥行き	326mm
高さ	1400mm
重量	約 50kg
触媒プレート数	38 枚
入口流量 (1bar、60℃のとき)	330m ³ /h 以上
再結合効率 (1.5bar、4vol% H_2 のとき)	1.20kg/h



触媒プレート収納部

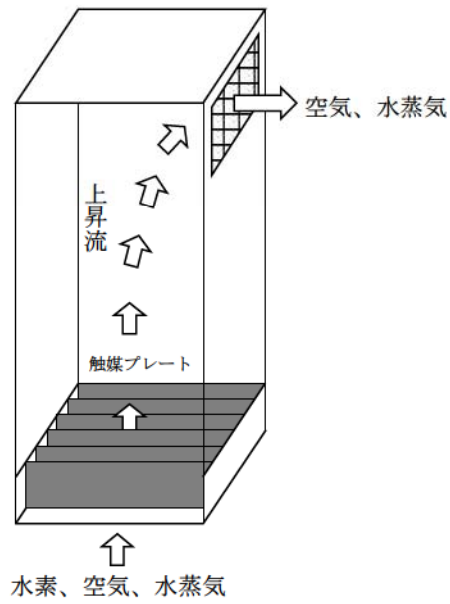


触媒プレート



装置底部 (PAR 入口給気口)

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



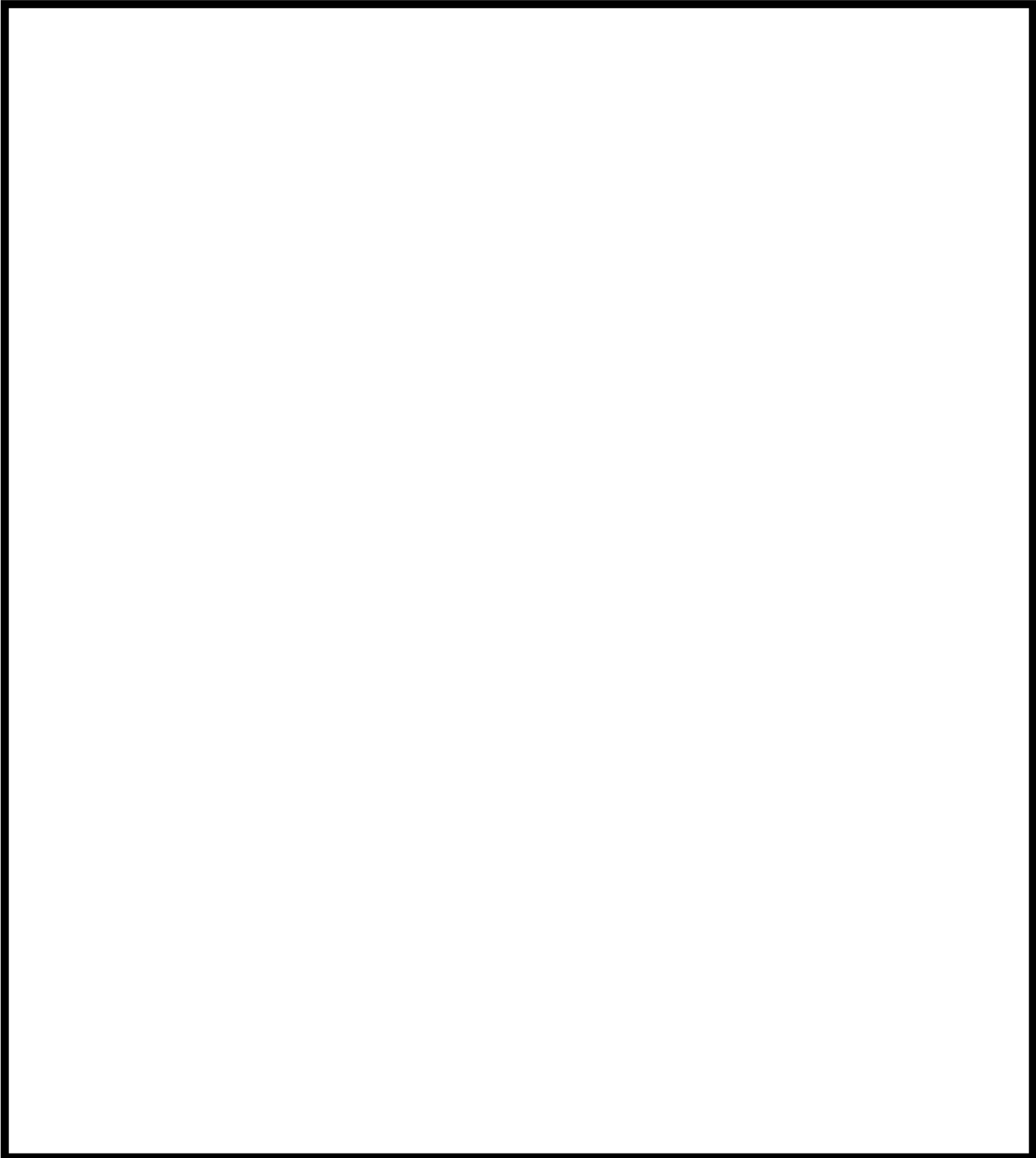
動作原理

- ①発生した水素が、空気、水蒸気とともに PAR 底部から流入
- ②触媒プレート部で水素と酸素が反応して水蒸気を生成
- ③反応熱により装置内部に上昇流が発生、PAR 上部から水蒸気を排気



枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

- ① 評価式は、水素除去割合（g/s）が定性的に水素濃度と圧力に比例する形を設定
- ② メーカーでの試験を実施
各種条件で水素濃度変化に対する PAR の水素除去割合等のデータを取得、実験式の比例係数を設定
試験体は小型 PAR により実施（型式 FR1-100）



同型式の小型 PAR（FR1-150）についての試験も実施、触媒プレート数（面積）に比例し水素除去割合（g/s）が増加することを確認

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

メーカーでの水素除去性能評価式の検討（2）


- ③小型 PAR（型式 FR1-150）に対し、EDF/EPRI で KALI の試験施設（Cadarache）で試験を行って、メーカー試験の妥当性を検証
- ④メーカーでは、大型 PAR の評価のため、小型 PAR の筐体を高く修正したモデル で社内試験を実施し、評価式の係数を設定
これを基に大型 PAR（FR1-380T 他）の触媒面積の増加に応じた評価式係数を設定
- ⑤国際的な試験プロジェクトへ PAR を提供し、様々な C/V 内環境下での試験を行って、実機の事故時環境の範囲内において、性能評価式が適用できるものであることを確認
※THAI 試験では、FR1-380T の触媒プレート数を 1/2 とした PAR で検証を実施

試験体 PAR メーカーの型式			FR1-150 (小型)	⇒		⇒	FR1-380T	0.5×FR-380
寸法	高さ		1000	大型PARへの展開		触媒面積比により評価式係数を設定	1400	1400
	幅		200				430	
	奥行き		166				326	
触媒枚数			15	小型PAR高さを大きくして試験を実施		38	19	
試験等		・メーカー試験 ・KAU H2 Test ・H2PAR-Test		— 泊3号炉に適用	・THAI 試験			
		↓			↓			
			12			14		

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

メーカーの評価式の作成の考え方（1）



 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。