

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第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7 補足-014 改5
提出年月日	2020年5月15日

工事計画に係る説明資料

(その他発電用原子炉の附属施設のうち火災防護設備)

2020年5月

東京電力ホールディングス株式会社

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

添付書類の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

資料 No.	添付書類名称	補足説明資料（内容）	備考
1	発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書	1-1. 原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統	
		1-2. 火災区域の配置を明示した図面	
		1-3. 内部火災に関する工事計画変更認可後の変更申請対象項目の抽出について	
		2-1. 潤滑油及び燃料油の引火点, 室内温度及び機器運転時の温度について	
		2-2. 保温材の使用状況について	
		2-3. 建屋内装材の使用状況について	
		2-4. 難燃ケーブルの使用について	
		2-5. 水素の蓄積防止について	
		3-1. 二酸化炭素消火設備について	
		3-2. 小空間固定式消火設備について	
		3-3. ケーブルトレイ消火設備について	
		3-4. 電源盤・制御盤消火設備について	
		3-5. SLC ポンプ・CRD ポンプ局所消火設備について	
3-6. 中央制御室床下フリーアクセスフロア消火設備について			
3-7. 5号機原子炉建屋内緊急時対策所消火設備について			
3-8. 消火用の照明器具の配置図			
3-9. ディーゼル駆動消火ポンプの内燃機関の発電用火設備に関する技術基準を定める省令への適合性について			
3-10. 消火栓及びガス系消火設備の必要容量について			
3-11. 可燃物管理により火災荷重を低く管理することで, 煙の発生を抑える火災区域又は火災区画についての管理基準			
3-12. 新燃料貯蔵庫の未臨界性評価について			

資料 No.	添付書類名称	補足説明資料（内容）	備考
1	発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書	3-13. 火災感知器の種類及び配置を明示した図面	
		3-14. 重大事故等対処施設及び設計基準事故対処設備の消火設備の位置的分散に応じた独立性を備えた設計について	
		3-15. 火災感知設備の電源確保について	
		4-1. 火災の影響軽減のための系統分離対策について	
		4-2. 中央制御室制御盤の火災の影響軽減について	
		4-3. 中央制御室床下フリーアクセスフロアの火災の影響軽減対策について	
		4-4. 火災を起因とした運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故発生時の単一故障を考慮した原子炉停止について	
		4-5. 中央制御室の制御盤の火災を想定した場合の対応について	
		4-6. 火災区域（区画）特性表について	
		4-7. 原子炉格納容器内火災時を想定した場合の対応について	
		4-8. 影響軽減対策における火災耐久試験結果の詳細について	
		5-1. 火災防護に関する説明書に記載する火災防護計画に定め管理する事項について	

別紙 工認添付書類と設置許可まとめ資料との関係

工認添付書類と設置許可まとめ資料との関係

(工事計画に係る補足説明資料 (発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書))

工認添付資料	設置許可まとめ資料			引用内容
発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書	DB	第8条	火災による損傷の防止	資料の一部を引用
	SA	第41条	火災による損傷の防止	資料の一部を引用

発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書
に係る補足説明資料

補足説明資料 1-1
原子炉の安全停止に必要な機能を
達成するための系統

1. 目的

本資料は火災防護に関する説明書 3.1 項に示す原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統を示すために、補足説明資料として添付するものである。

2. 内容

原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統を、次頁以降の図に示す。

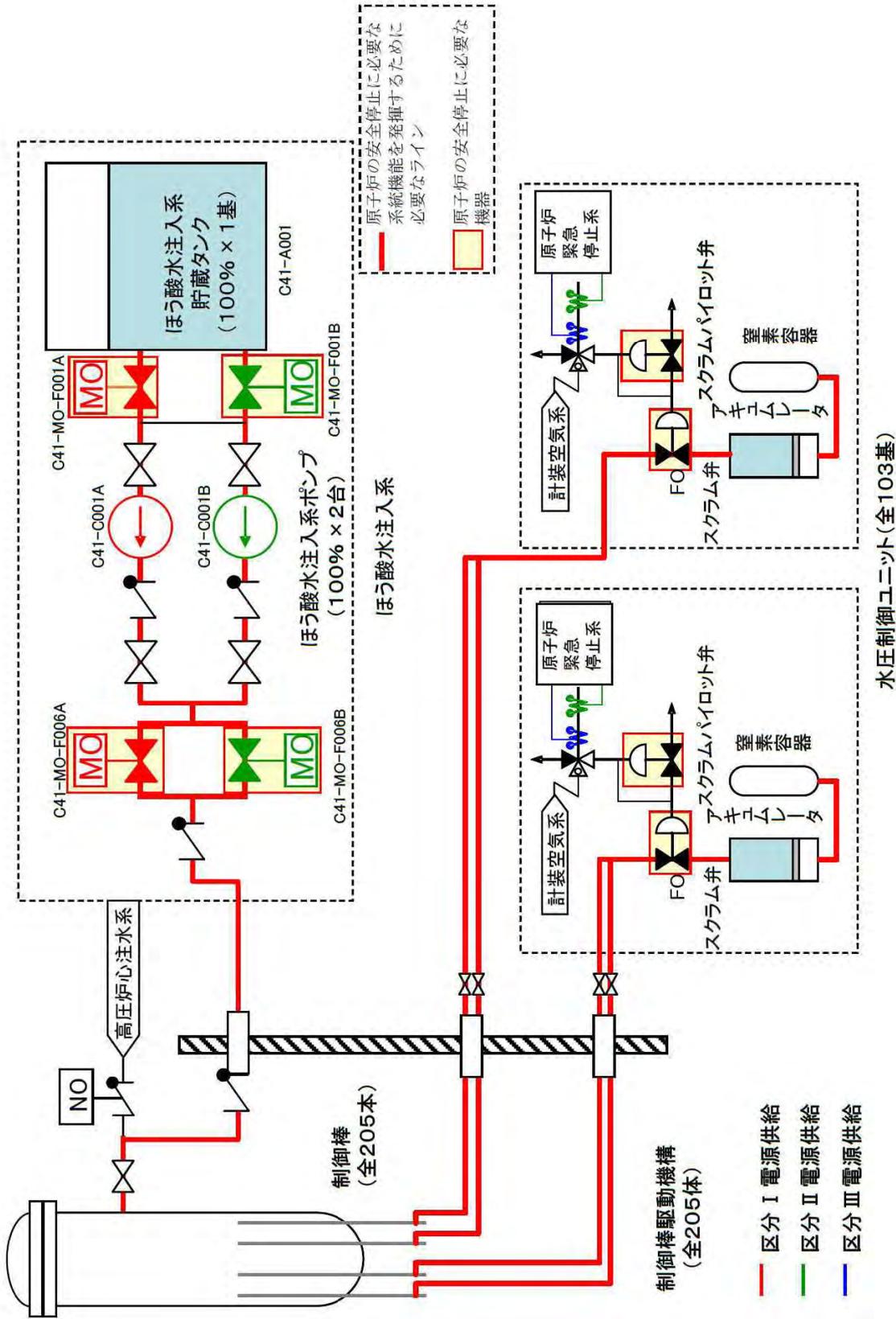


図2 ほう酸水注入系及び制御棒による系

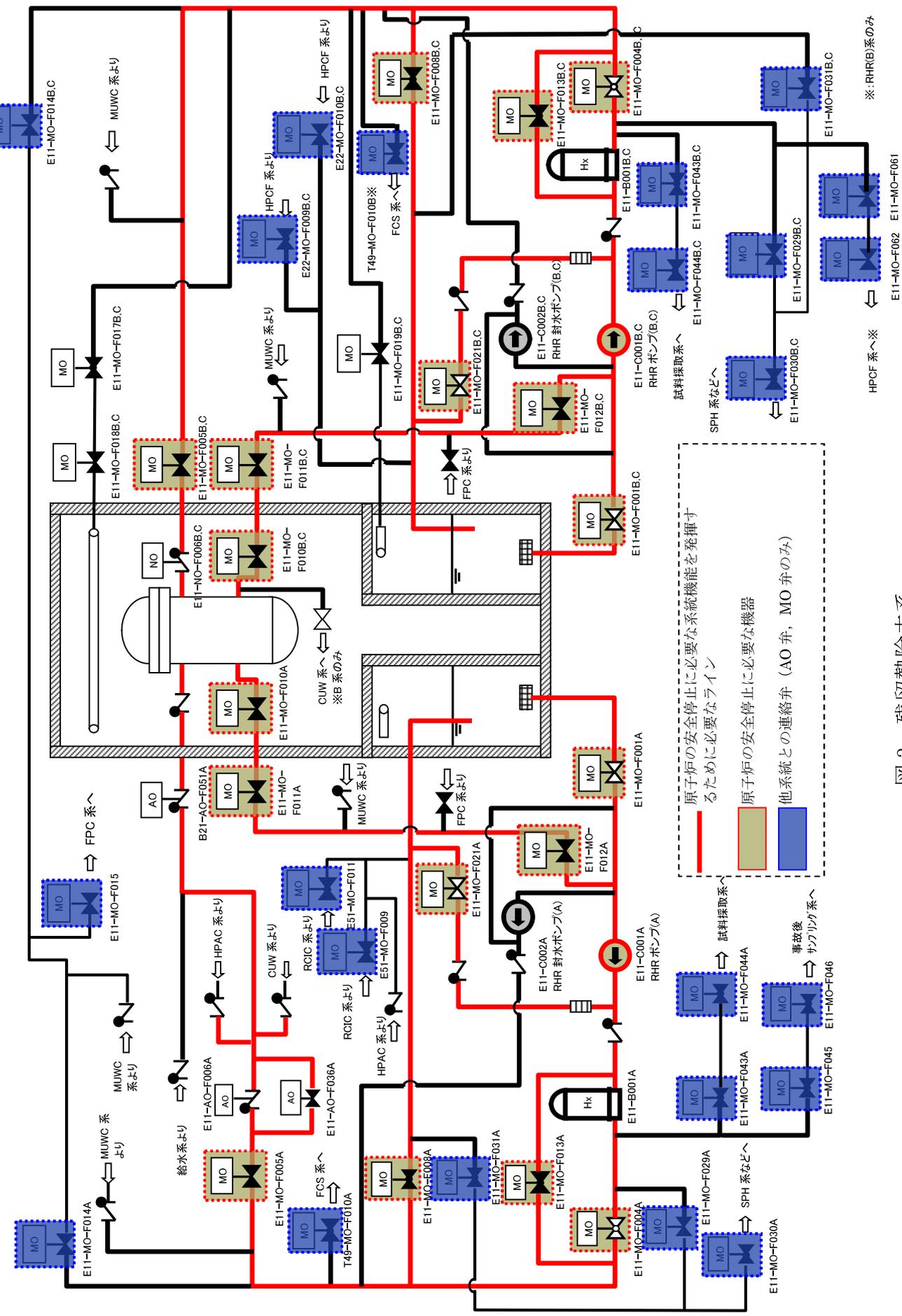
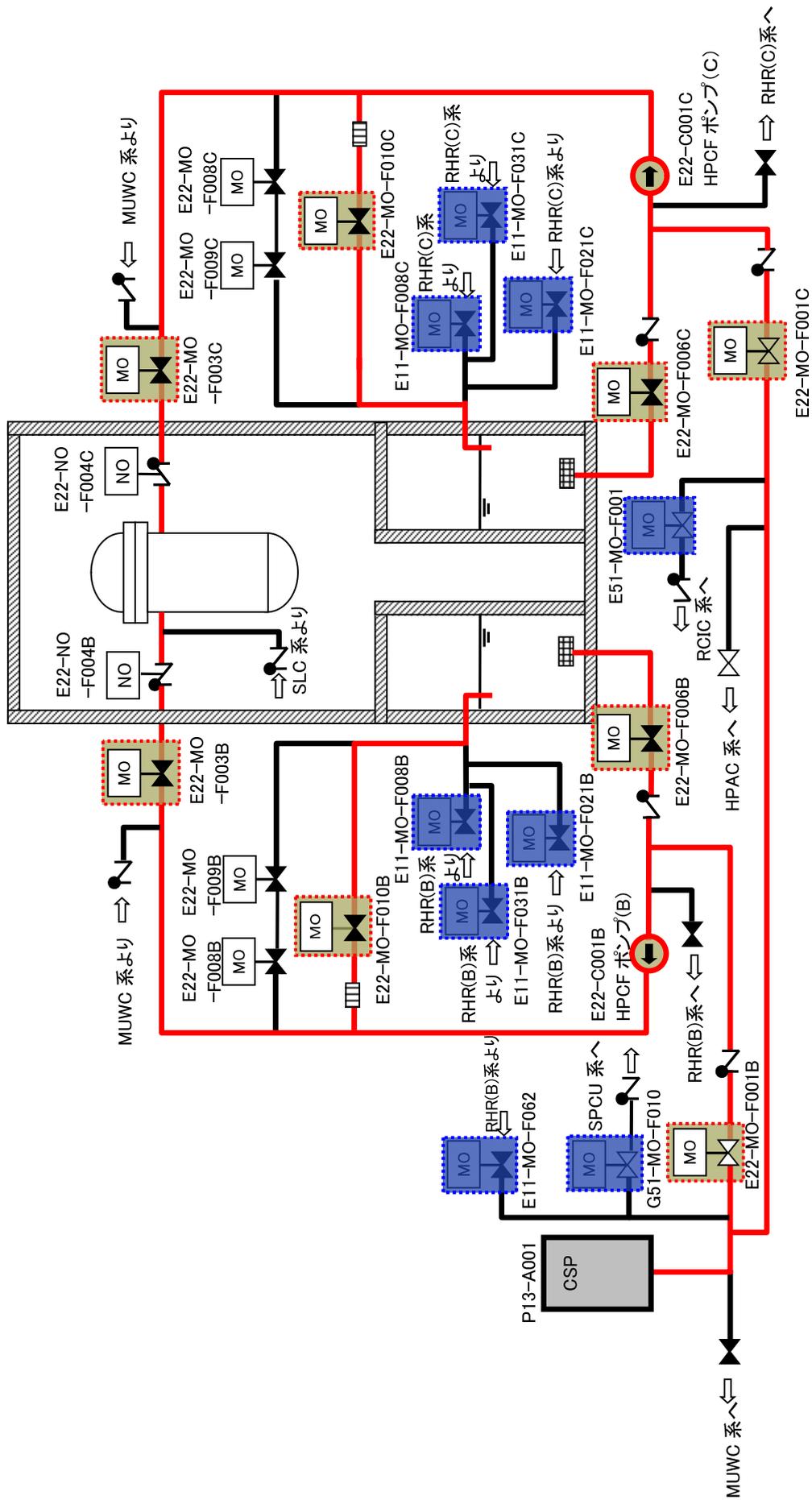


図 3 残留熱除去系



原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮する
 ために必要なライン
 原子炉の安全停止に必要な機器
 他系統との連絡弁 (AO弁, MO弁のみ)

図 4 高圧炉心冷却系

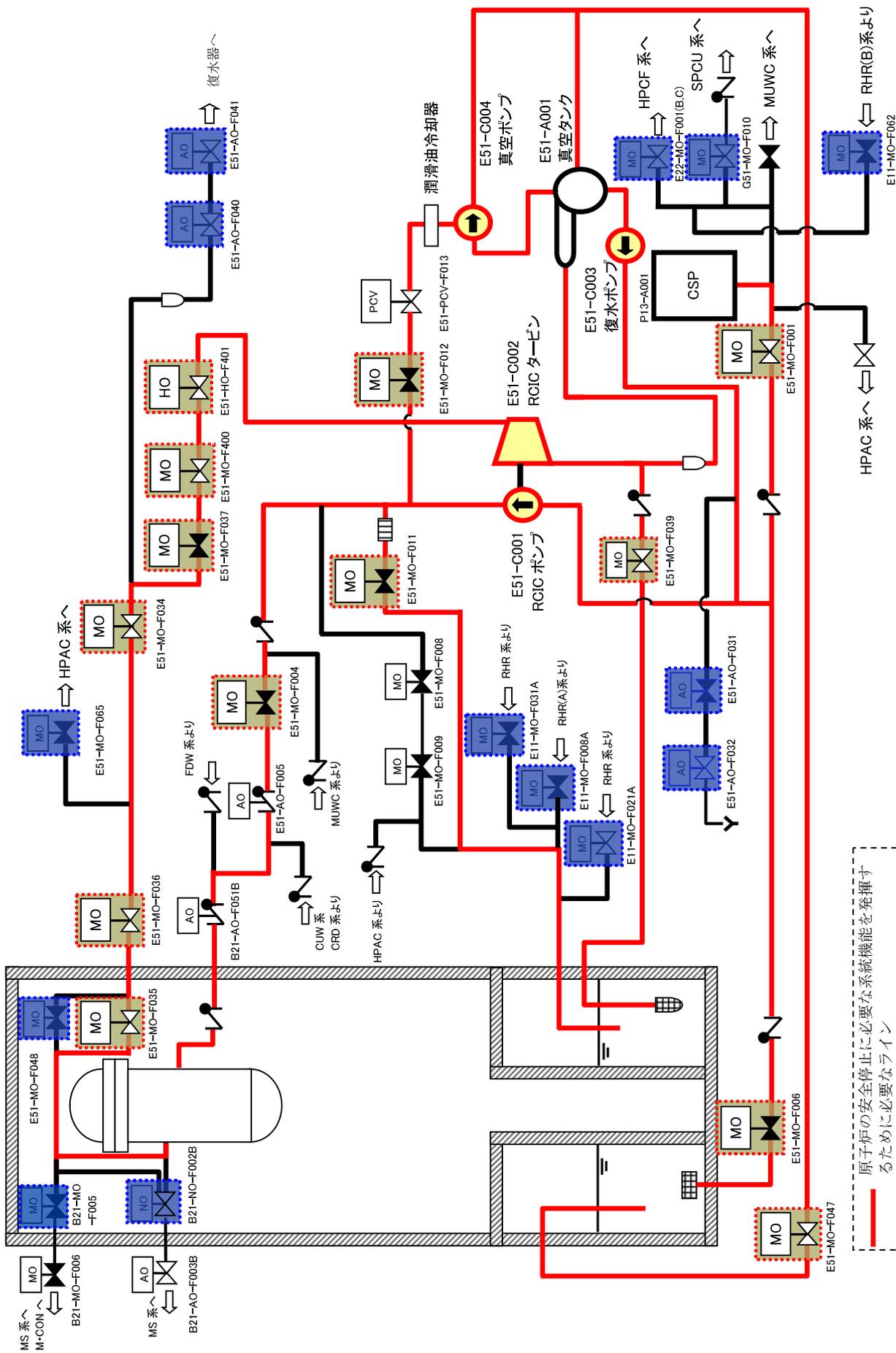


図5 原子炉隔離時冷却系

- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- 他系統との連絡弁 (AO弁, MO弁のみ)

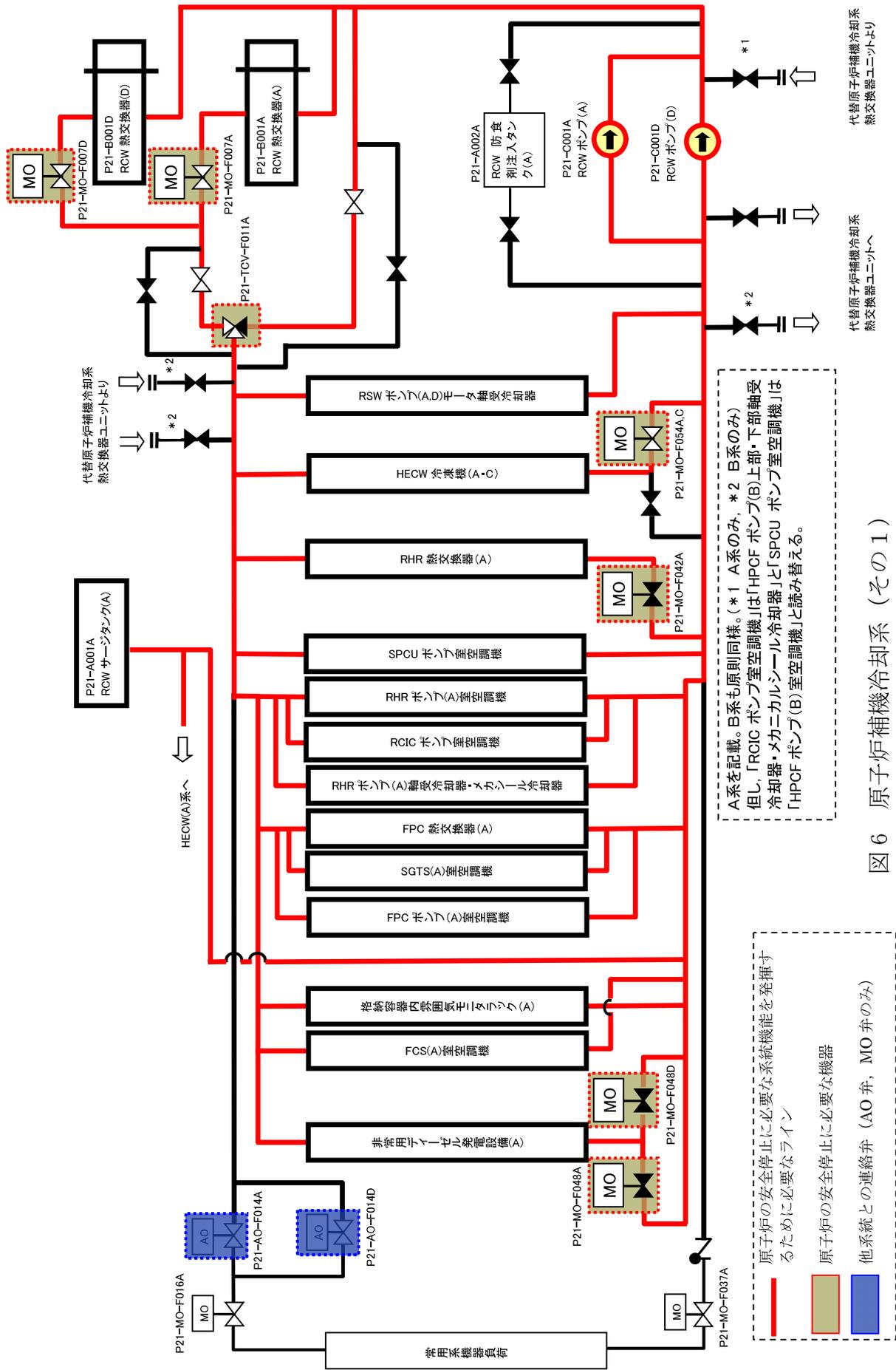


図 6 原子炉補機冷却系 (その 1)

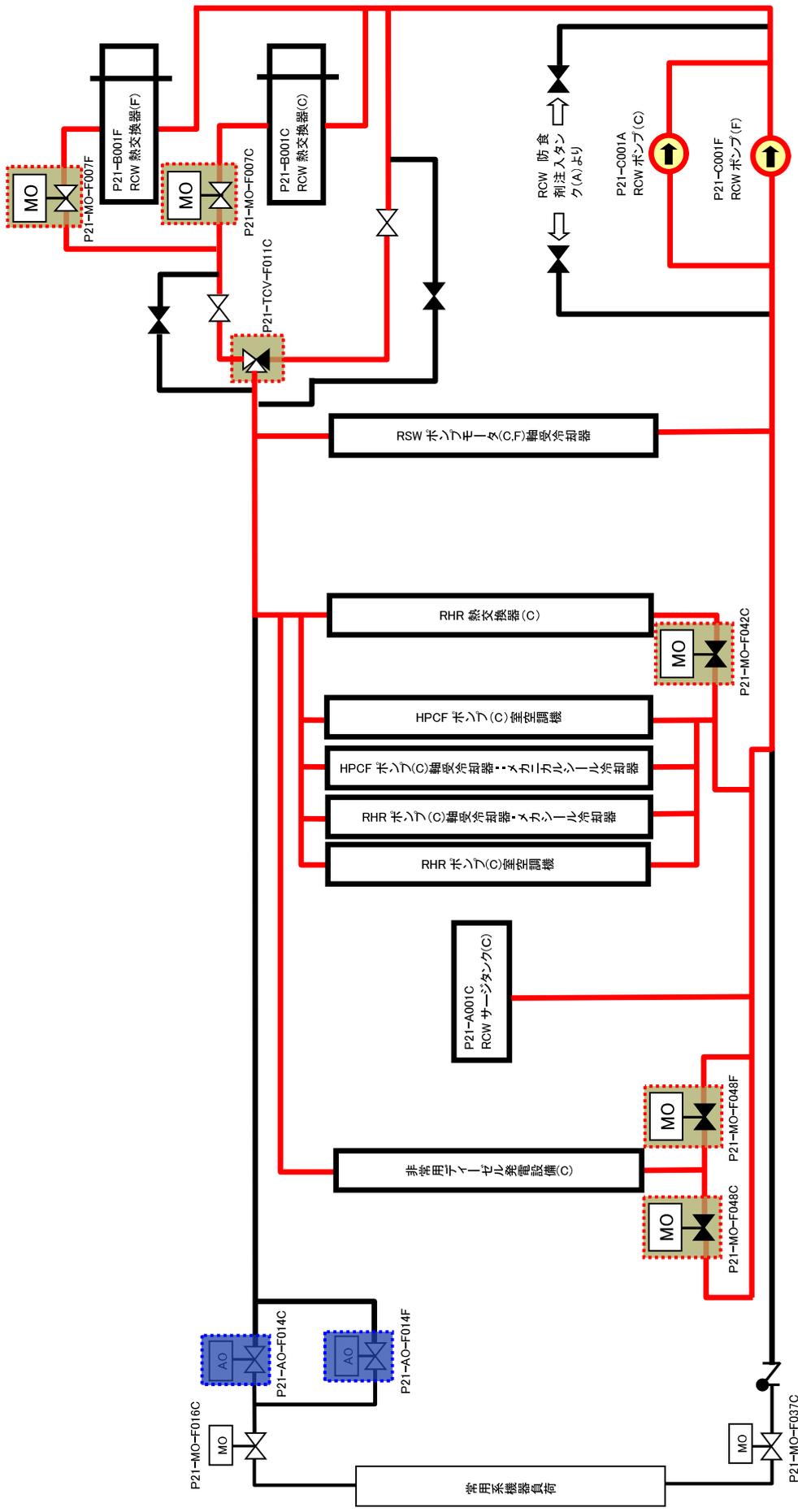
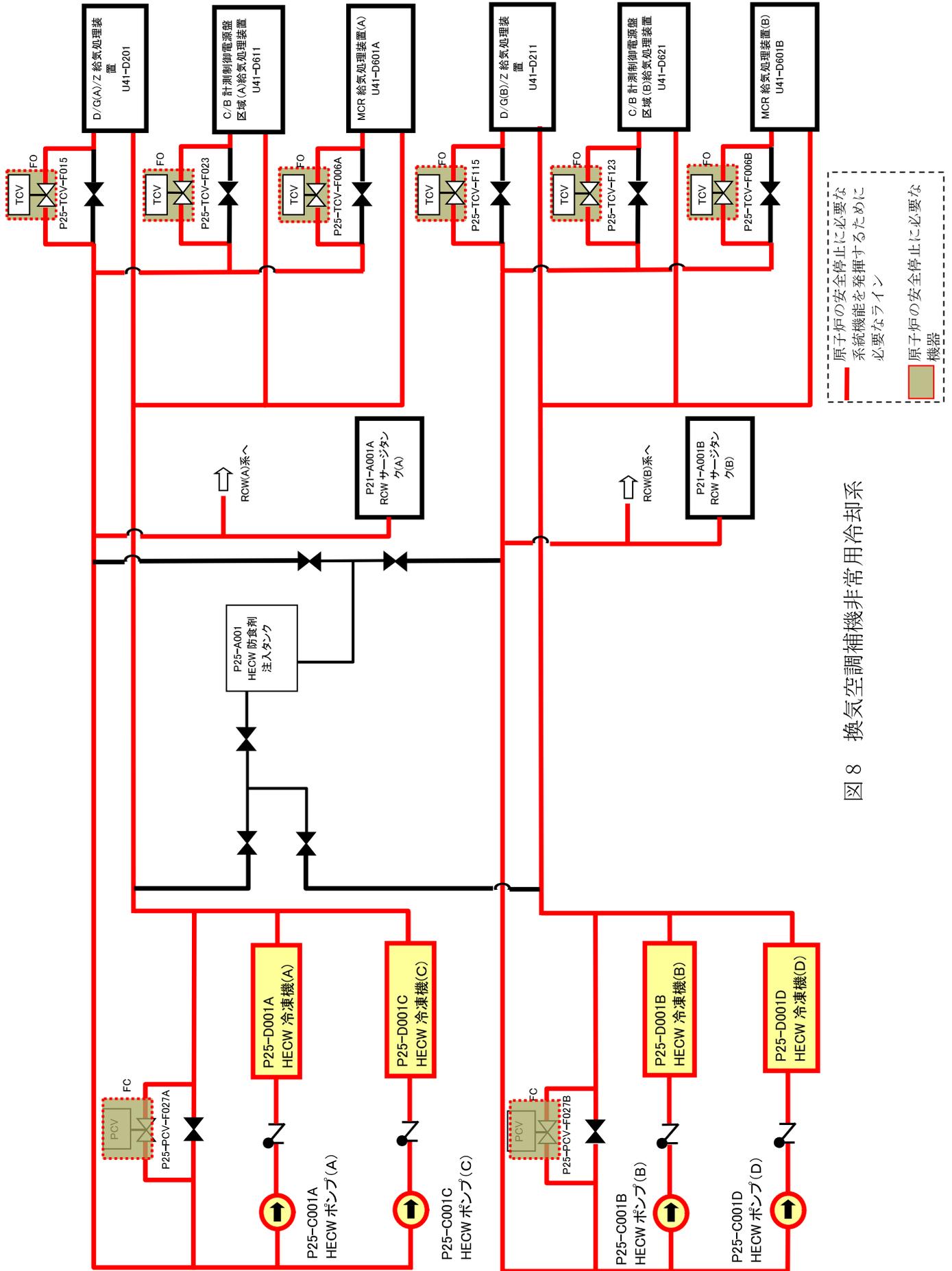


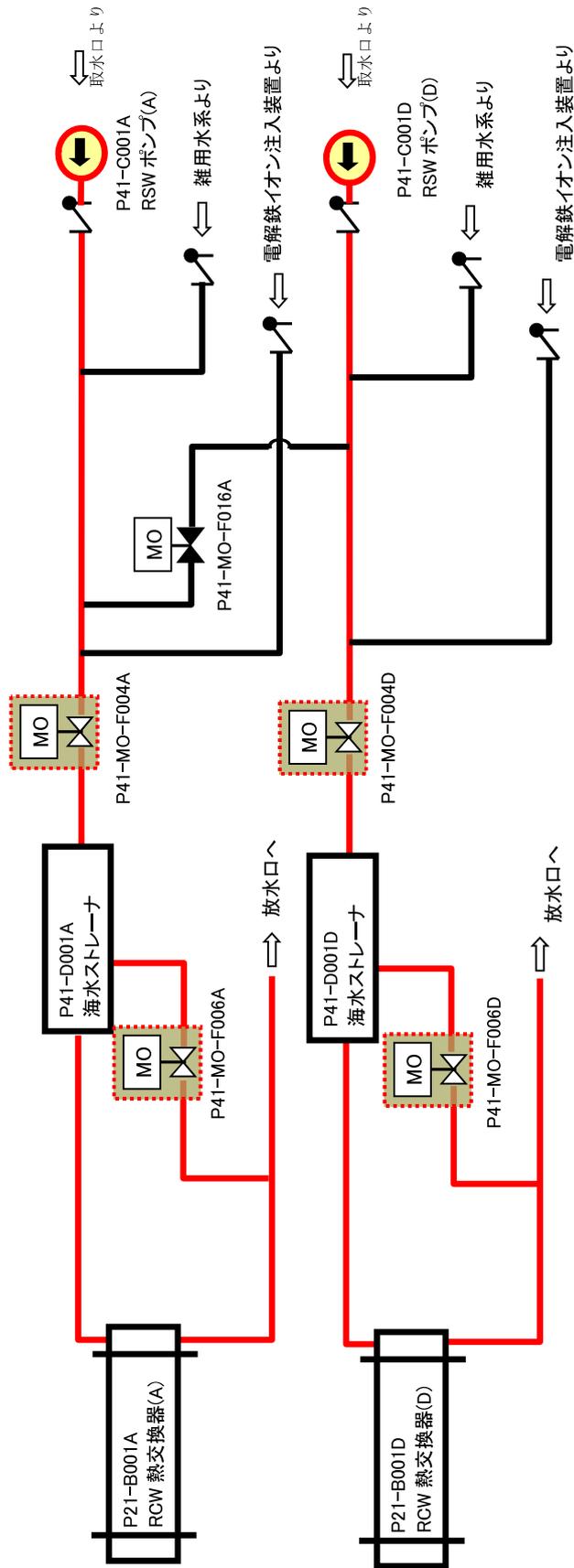
図7 原子炉補機冷却系 (その2)

原子炉の安全停止に必要な系統機能を發揮するため必要なライン
 原子炉の安全停止に必要な機器
 他系統との連絡弁 (AO弁, MO弁のみ)



— 原子炉の安全停止に必要な
 系統機能を発揮するために
 必要なライン
 - - - 原子炉の安全停止に必要な
 機器

図 8 換気空調補機非常用冷却系



A系のみ記載。B, C系も同様

— 原子炉の安全停止に必要な
系統機能を発揮するために
必要なライン

■ 原子炉の安全停止に必要な
機器

図9 原子炉補機冷却海水系

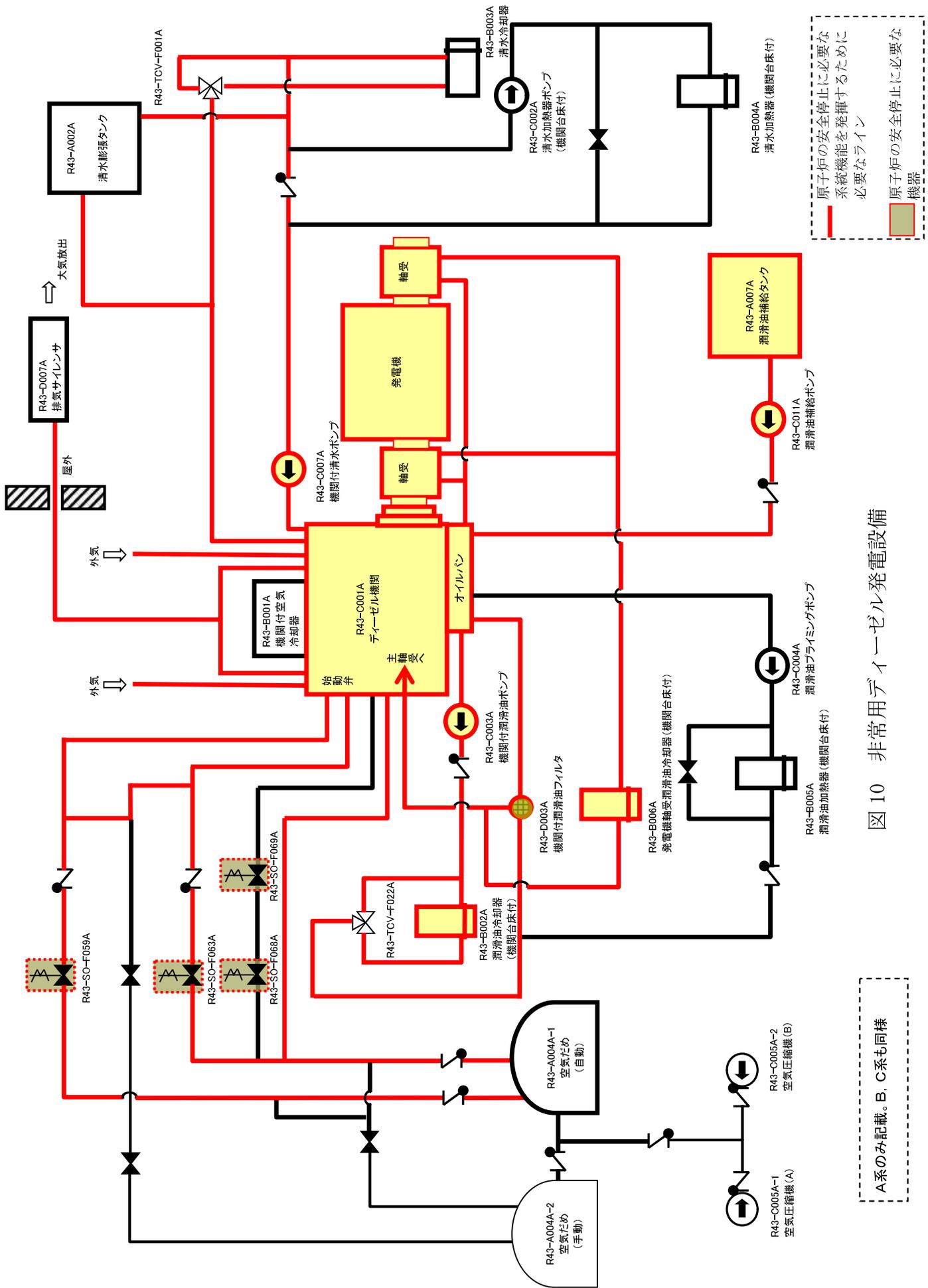
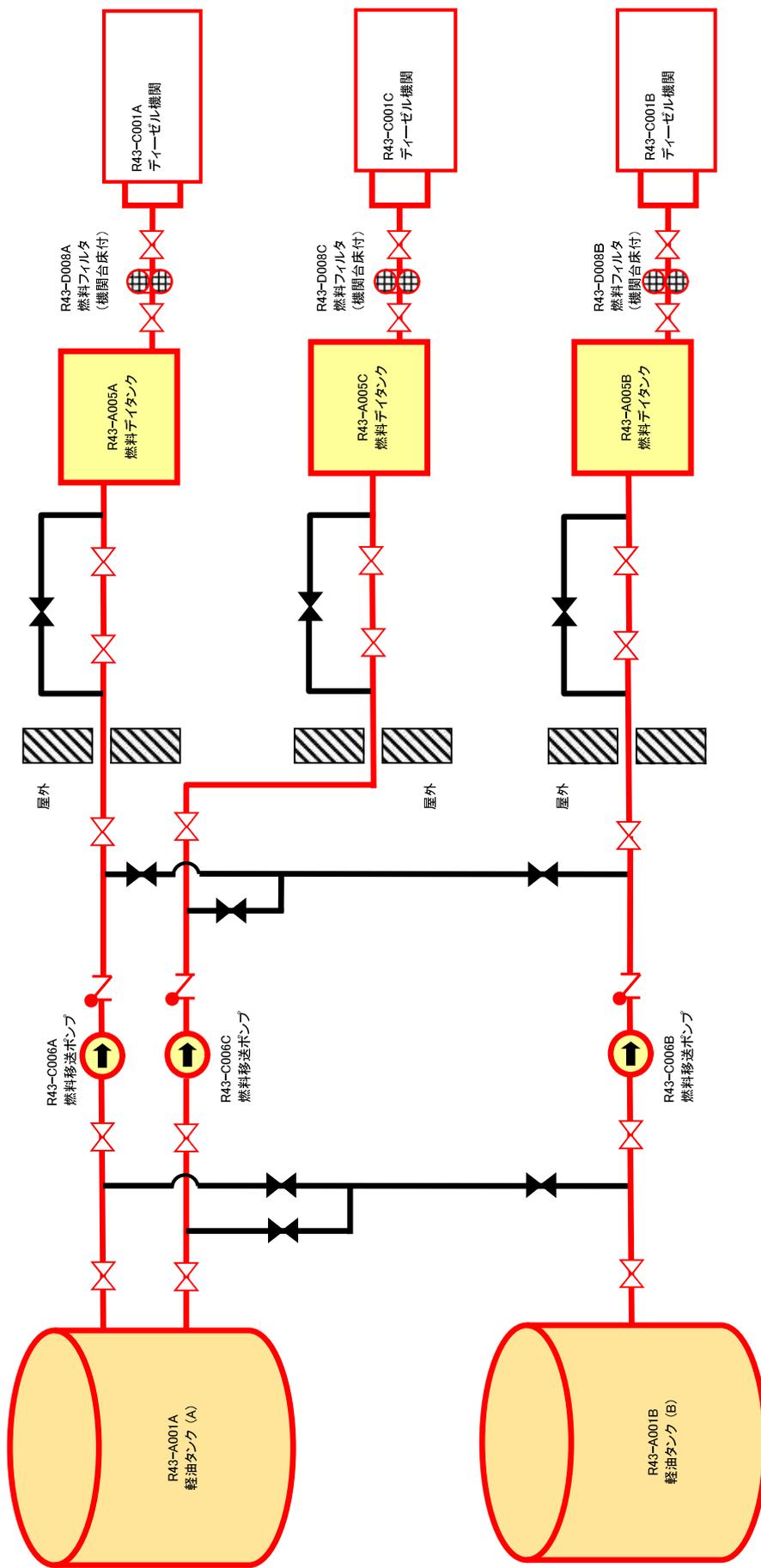


図 10 非常用ディーゼル発電設備

A系のみ記載。B、C系も同様



原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
 原子炉の安全停止に必要な機器

図 11 非常用ディーゼル発電設備燃料移送系

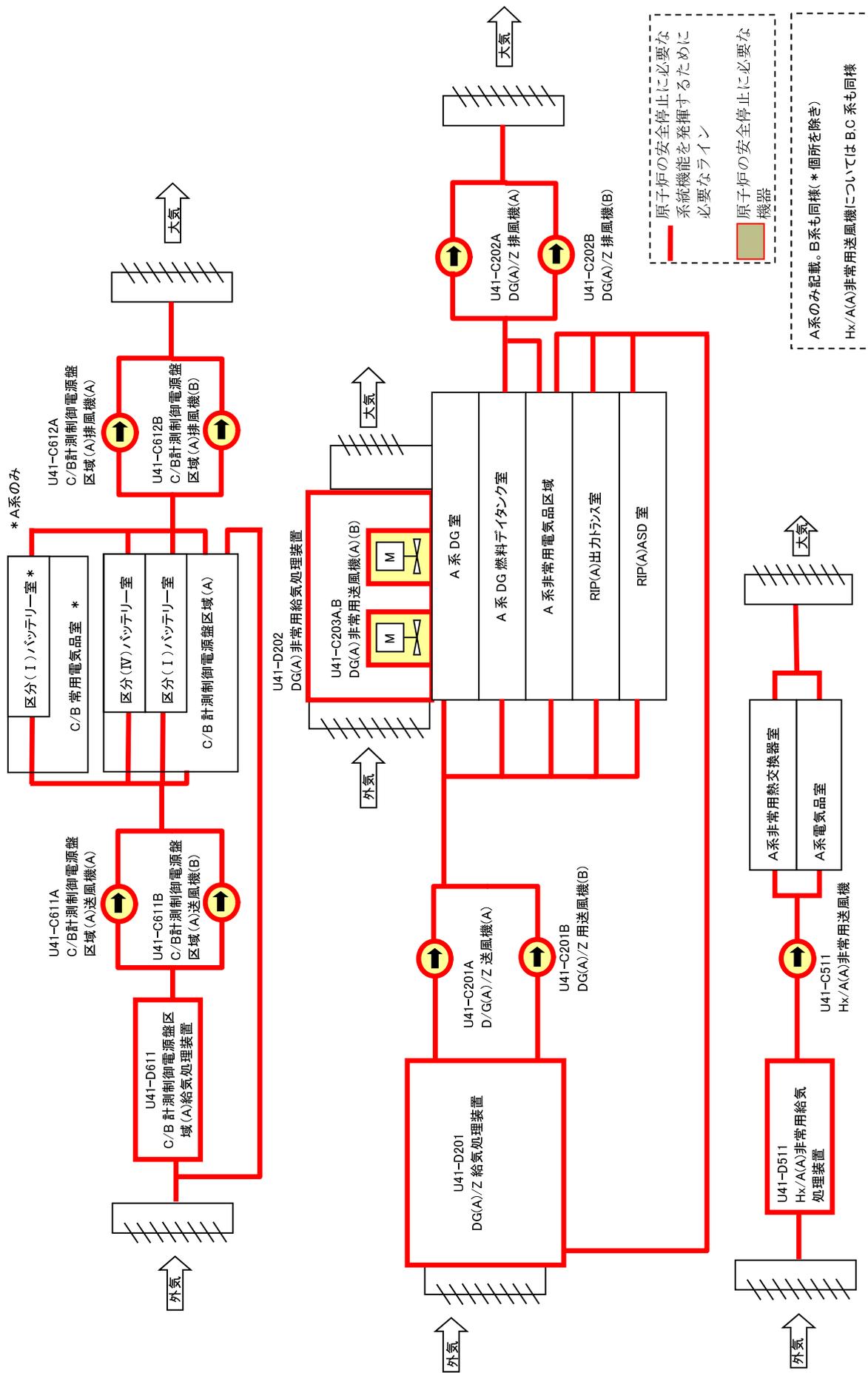


図 12 非常用換気空調系 (その1)

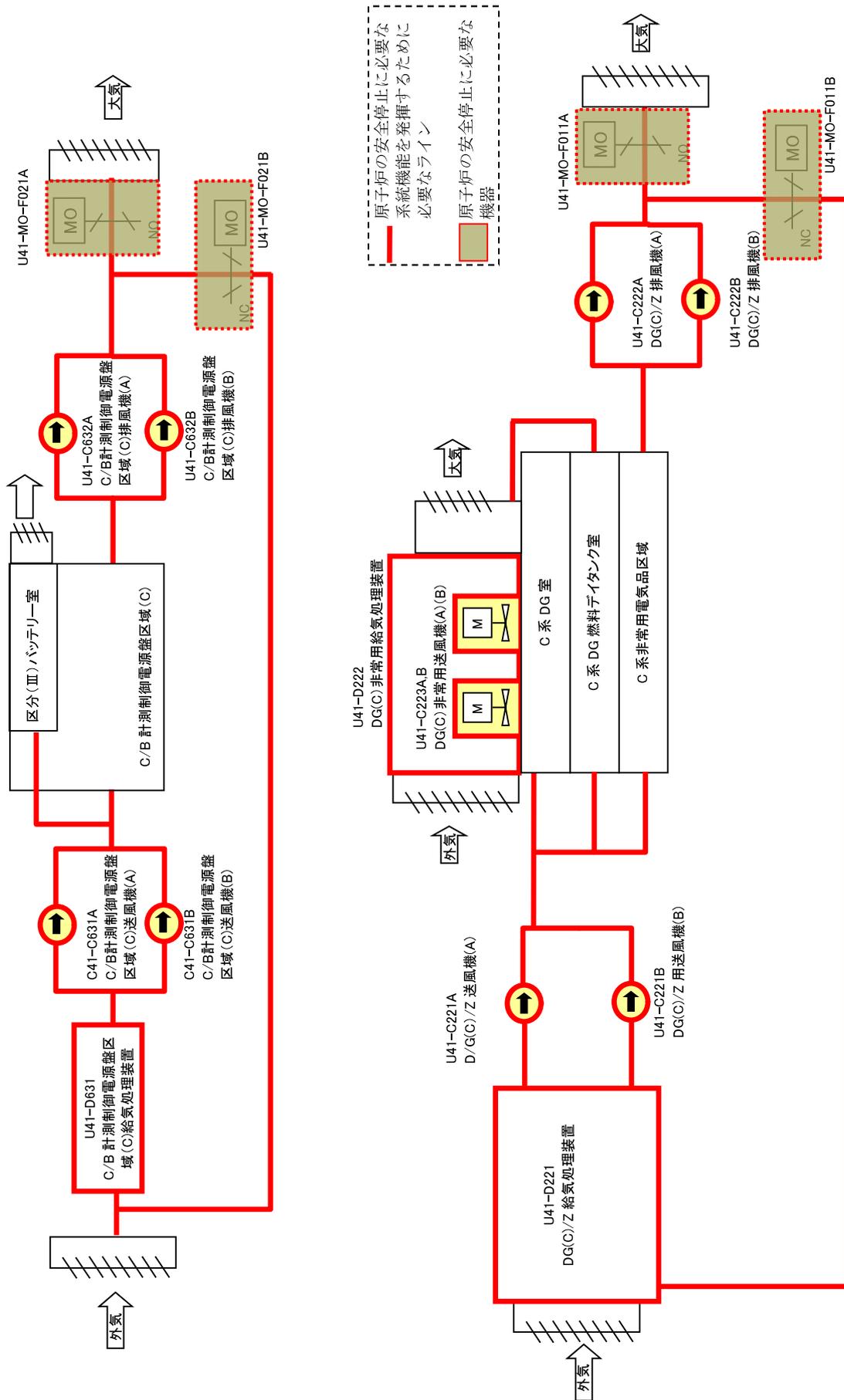


図 13 非常用換気空調系 (その 2)

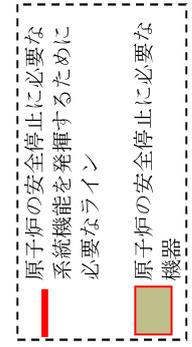
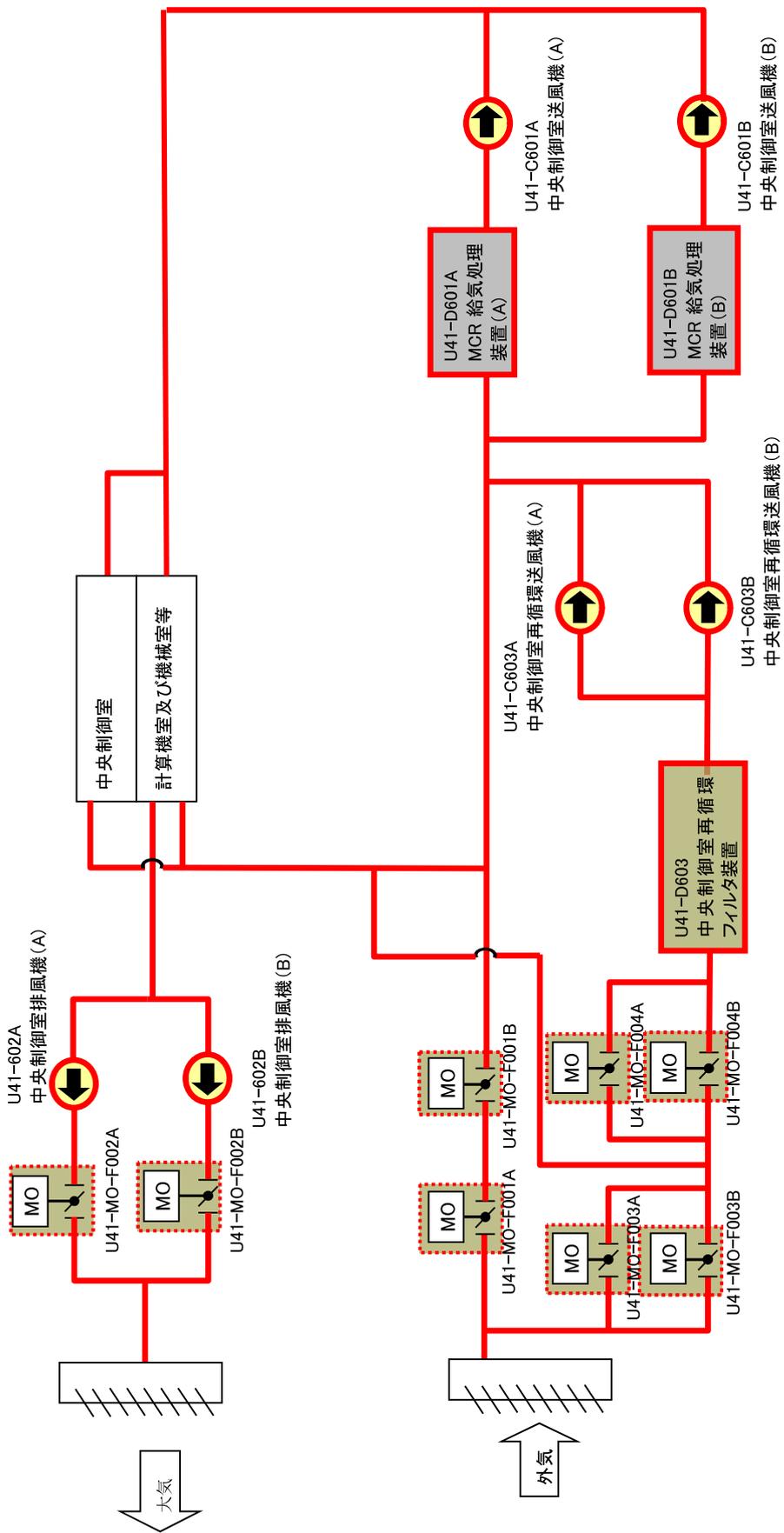


図 14 中央制御室非常用換気空調系

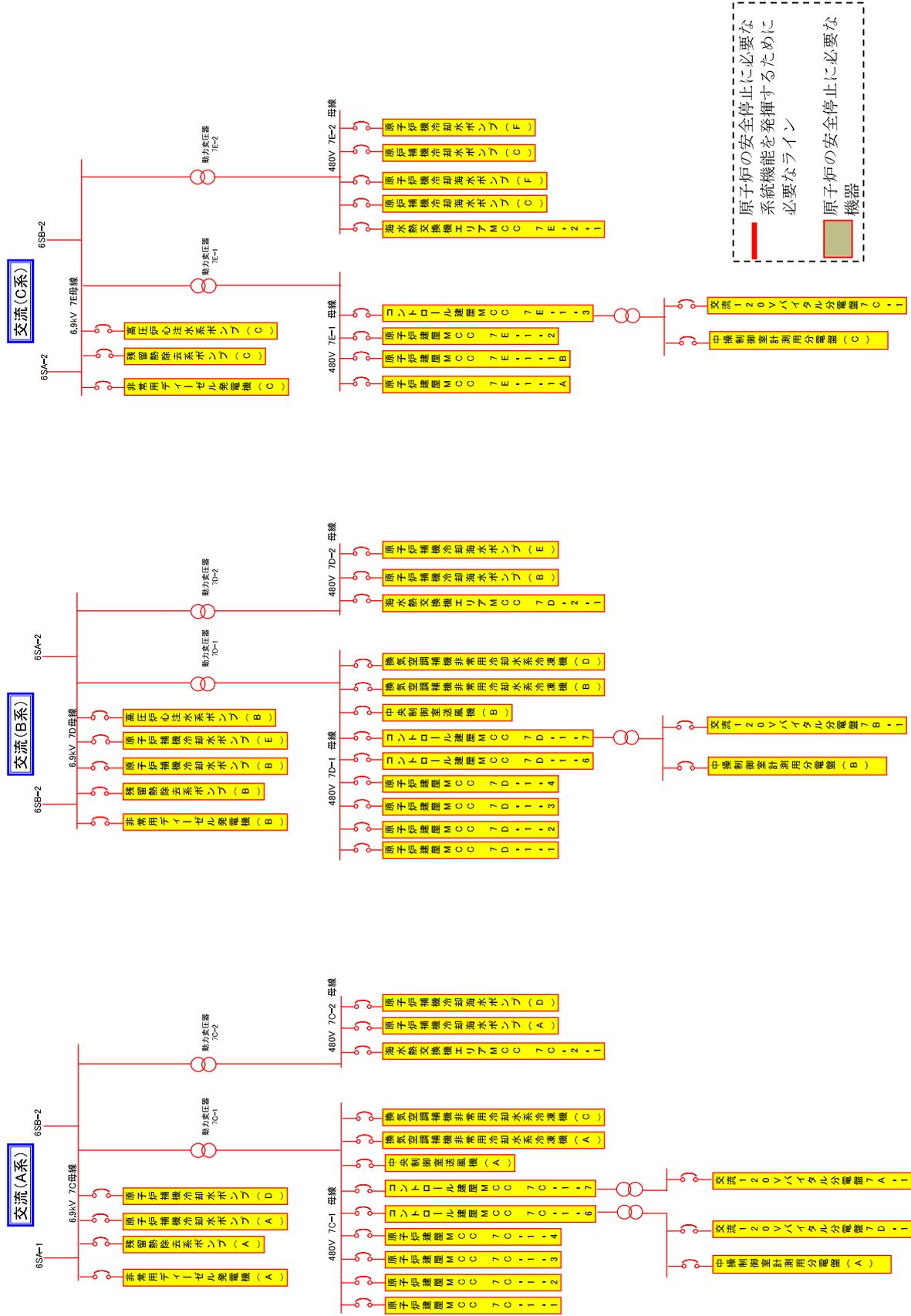


図 15 交流電源単線結線図 (非常用所内電源設備)

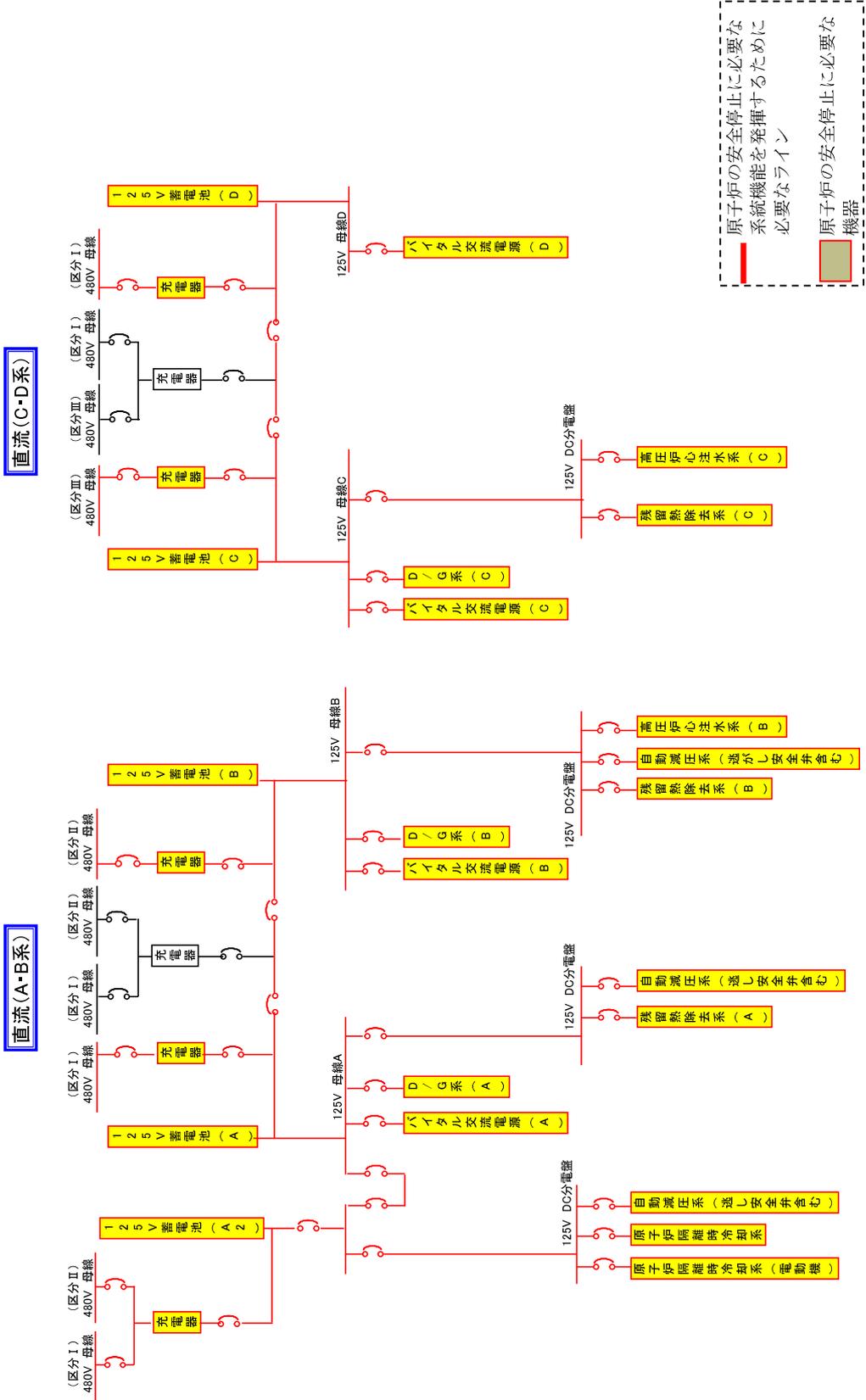


図 16 直流電源単線結線図 (非常用所内電源設備)

補足説明資料 1-2

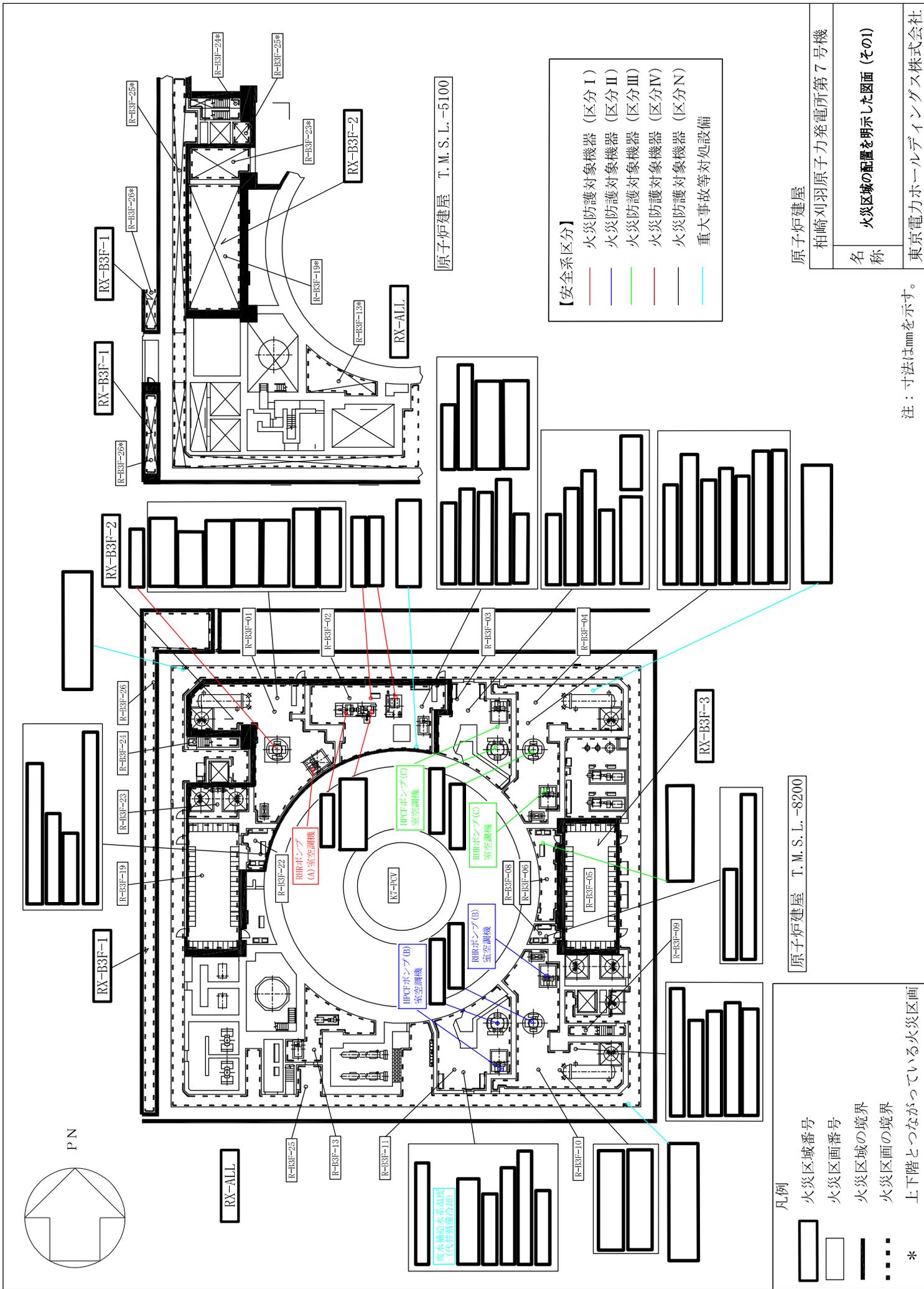
火災区域の配置を明示した図面

1. 目的

本資料は火災防護に関する説明書 3.2 項に示す火災区域の配置を示すために、補足説明資料として添付するものである。

2. 内容

火災区域の配置を、次頁以降の図に示す。

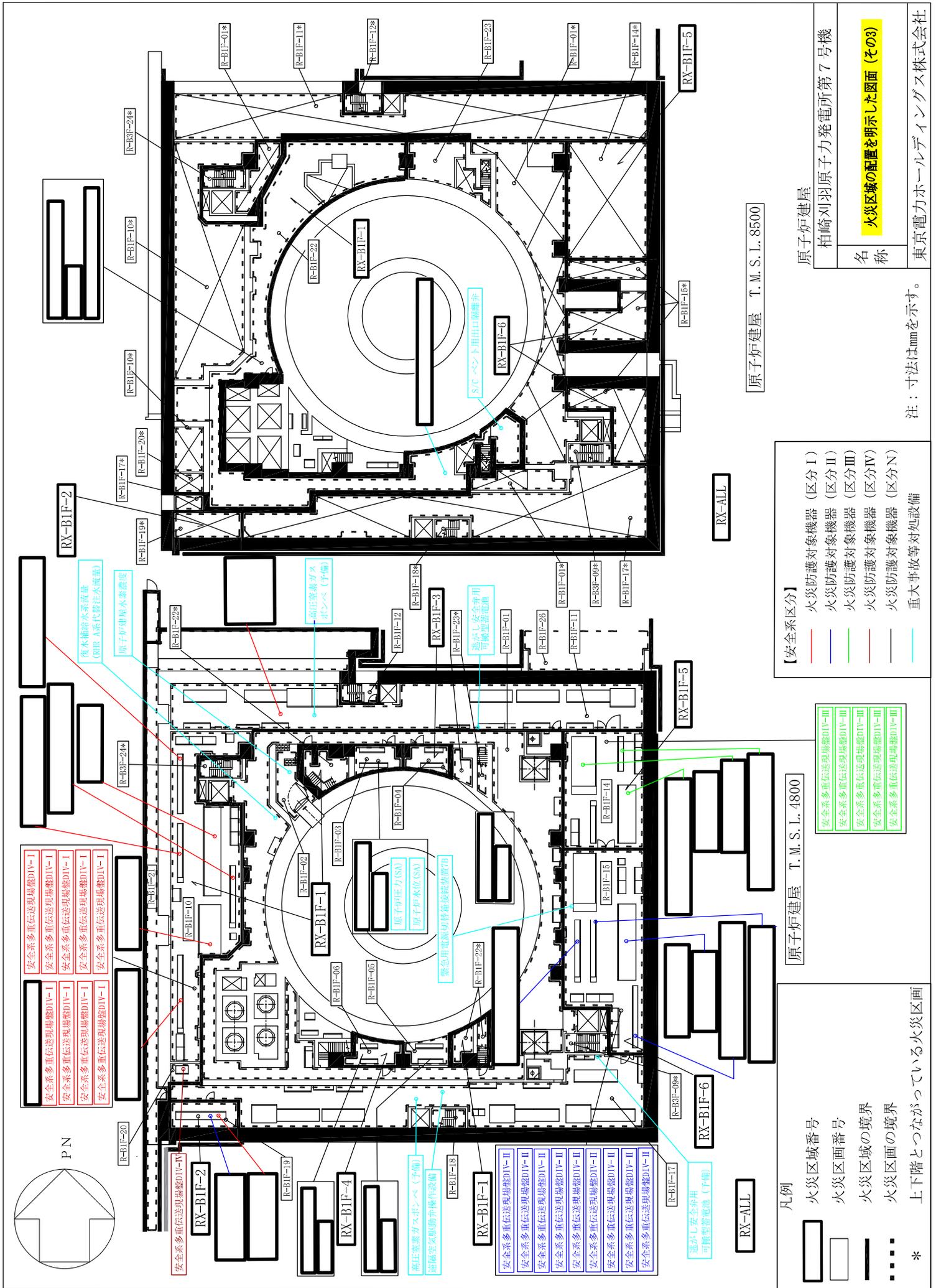


【安全系区分】

- 火災防護対象機器 (区分Ⅰ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅱ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅲ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅳ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅴ)
- 重大事故等対処設備

原子炉建屋	
柏崎刈羽原子力発電所第7号機	
名称	火災区域の配置を明示した図面 (その1)
東京電力ホールディングス株式会社	

注：寸法はmmを示す。



【安全系区分】

— (Red)	火災防護対象機器 (区分Ⅰ)
— (Blue)	火災防護対象機器 (区分Ⅱ)
— (Green)	火災防護対象機器 (区分Ⅲ)
— (Orange)	火災防護対象機器 (区分Ⅳ)
— (Black)	火災防護対象機器 (区分Ⅴ)
— (Cyan)	重大事故等対処設備

凡例

□ (Black)	火災区域番号
□ (White)	火災区画番号
— (Dashed)	火災区域の境界
— (Dotted)	火災区画の境界
*	上下階とつながっている火災区画

【安全系区分】

— (Green)	安全系多重伝送現場盤DIV-III

原子炉建屋 T. M. S. L. 4800

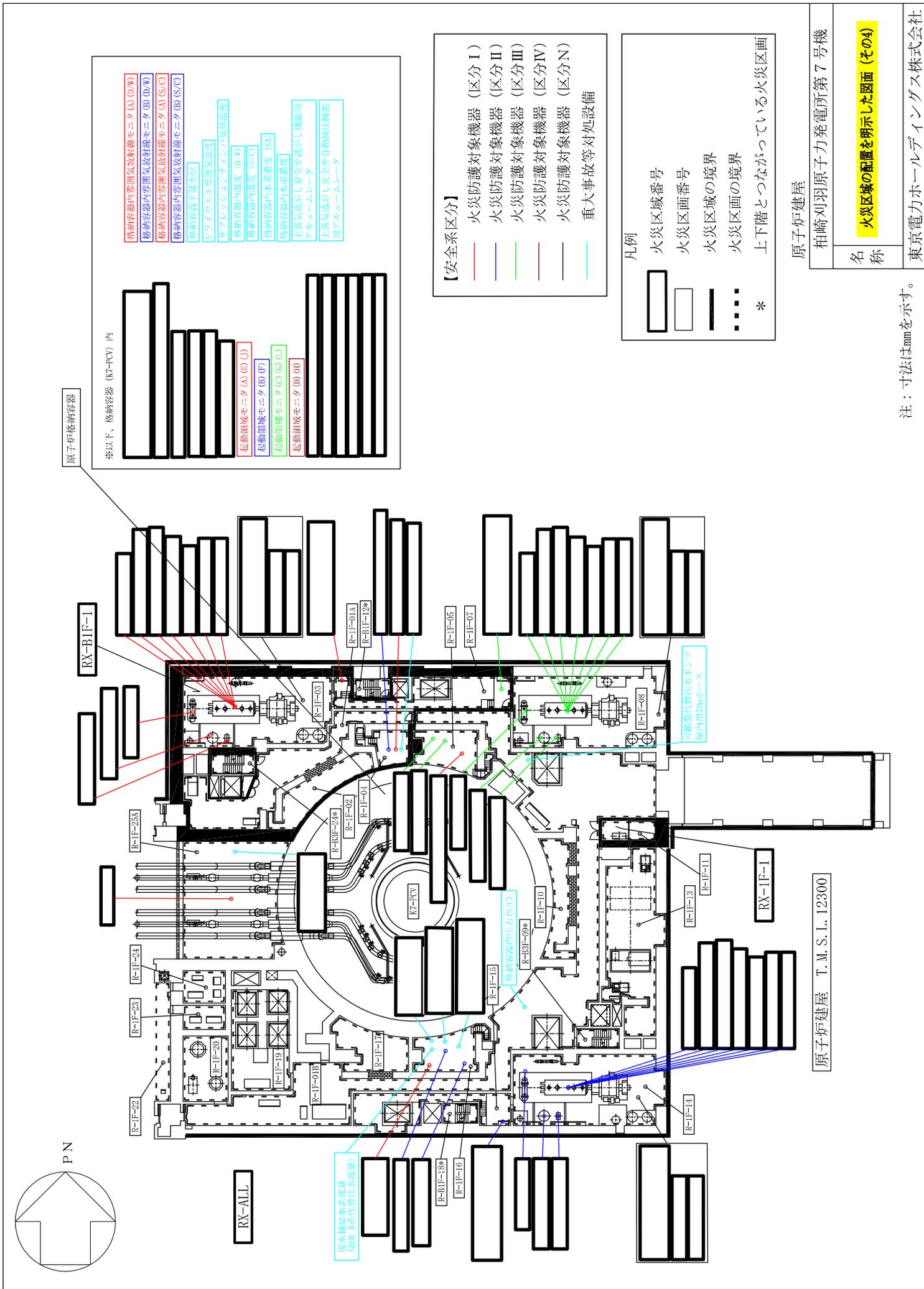
原子炉建屋 T. M. S. L. 8500

原子炉建屋
相崎刈羽原子力発電所第7号機

名称
火災区域の配置を明示した図面 (その3)

注：寸法はmmを示す。

東京電力ホールディングス株式会社



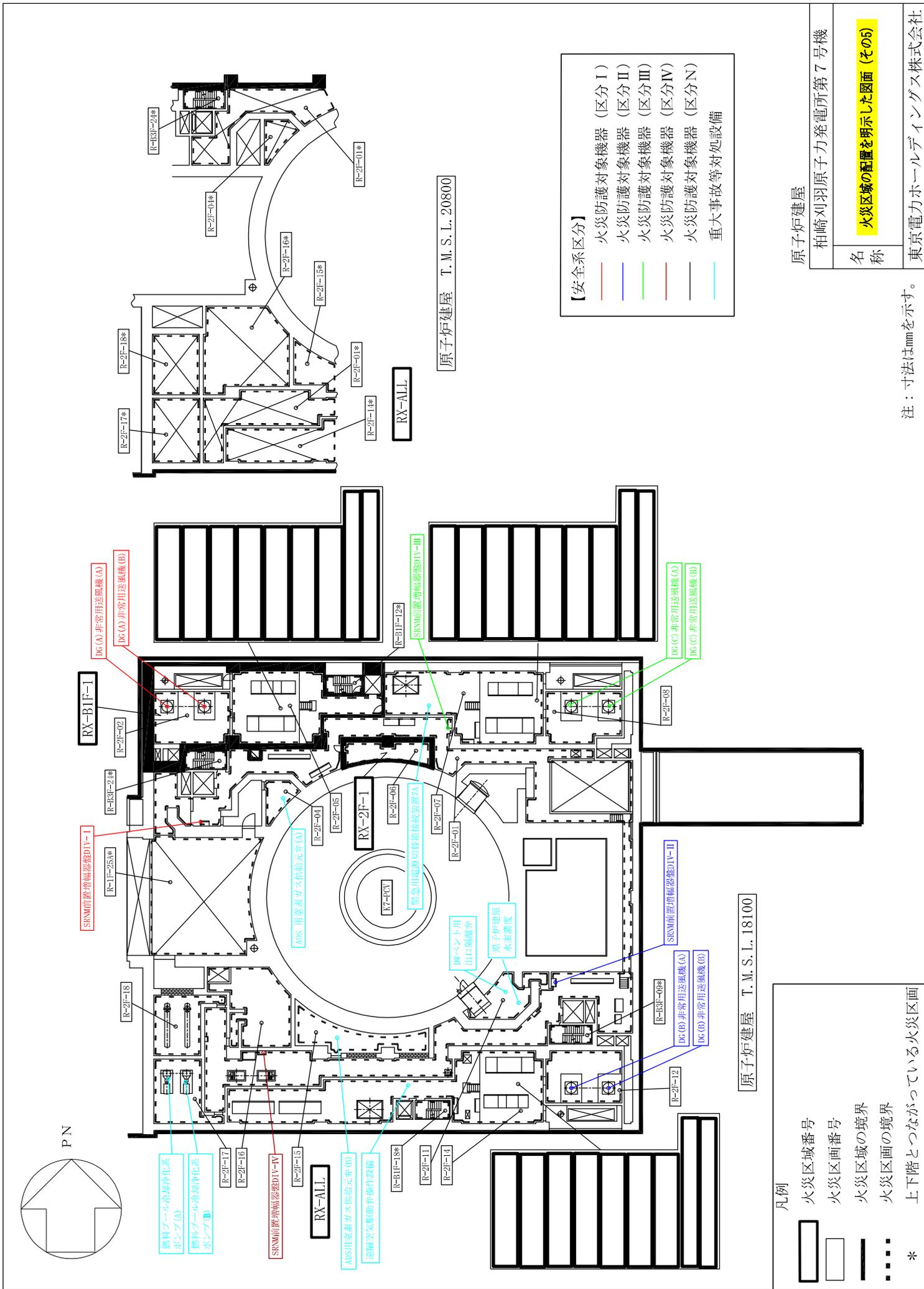
- 【安全系区分】**
- 火災防護対象機器 (区分Ⅰ)
 - 火災防護対象機器 (区分Ⅱ)
 - 火災防護対象機器 (区分Ⅲ)
 - 火災防護対象機器 (区分Ⅳ)
 - 火災防護対象機器 (区分Ⅴ)
 - 重大事故等対処設備

- 凡例**
- 火災区域番号
 - 火災区画番号
 - 火災区域の境界
 - 火災区画の境界
 - *
- 上下階とつながっている火災区画

格納容器内空同気放熱線モニター (A) (D) (W)
格納容器内空同気放熱線モニター (B) (E) (Y)
格納容器内空同気放熱線モニター (C) (S) (O)
格納容器内空同気放熱線モニター (H) (I) (U)
格納容器下部水位
ドライウェル空同気温度
サブレーションエネンガス気体温度
格納容器内温度 (D) (W)
格納容器内温度 (S) (O)
格納容器内温度 (A) (B) (F)
格納容器内温度 (C) (G) (L)
格納容器内温度 (H) (I) (U)
格納容器内水素濃度
注蒸気逃がし安全弁がし機能用
アキュムレータ
用アキュムレータ

原子炉建屋
 柏崎刈羽原子力発電所第7号機
 名称
火災区域の配置を明示した図面 (その4)
 東京電力ホールディングス株式会社

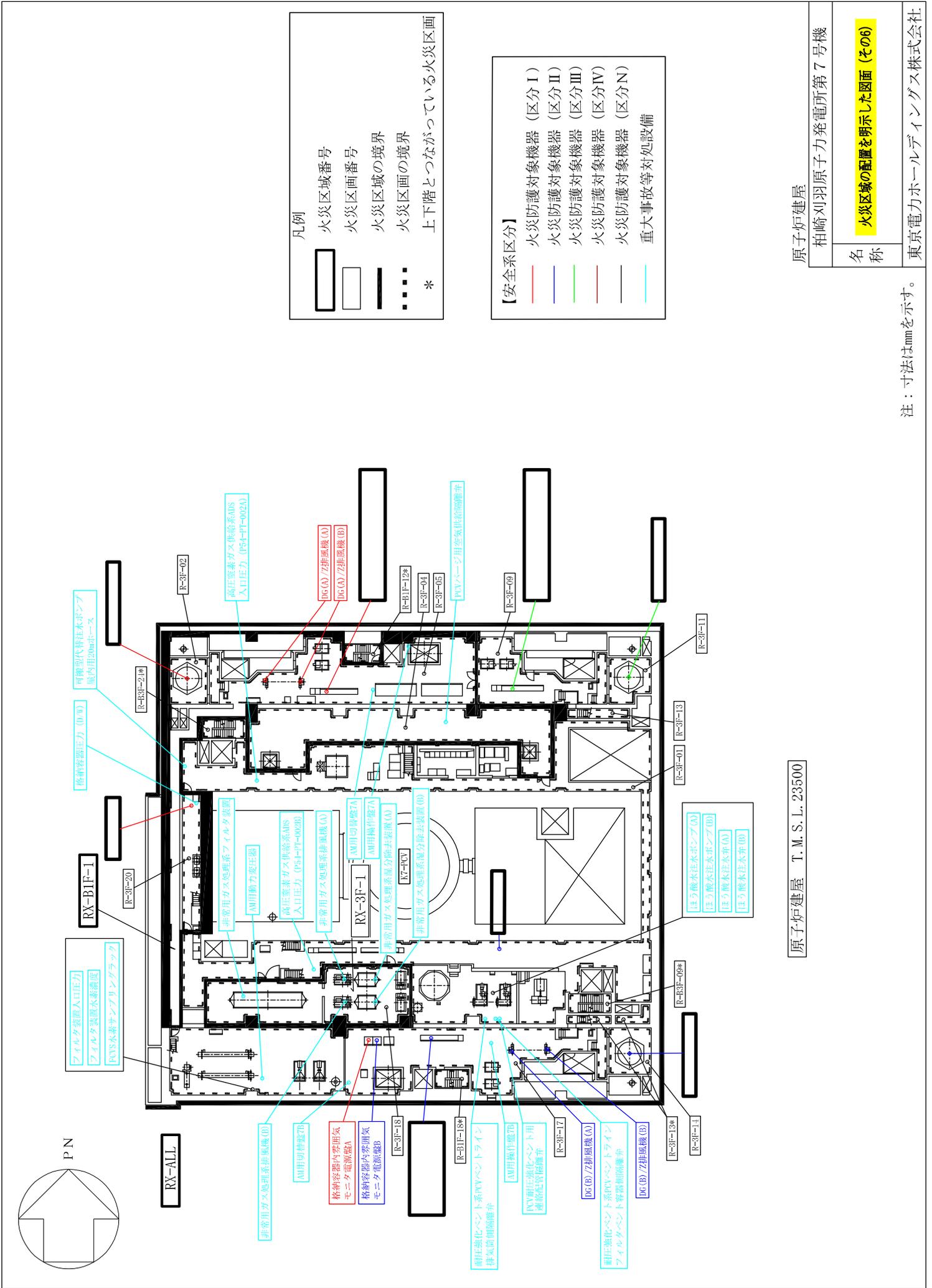
注：寸法はmmを示す。



原子炉建屋

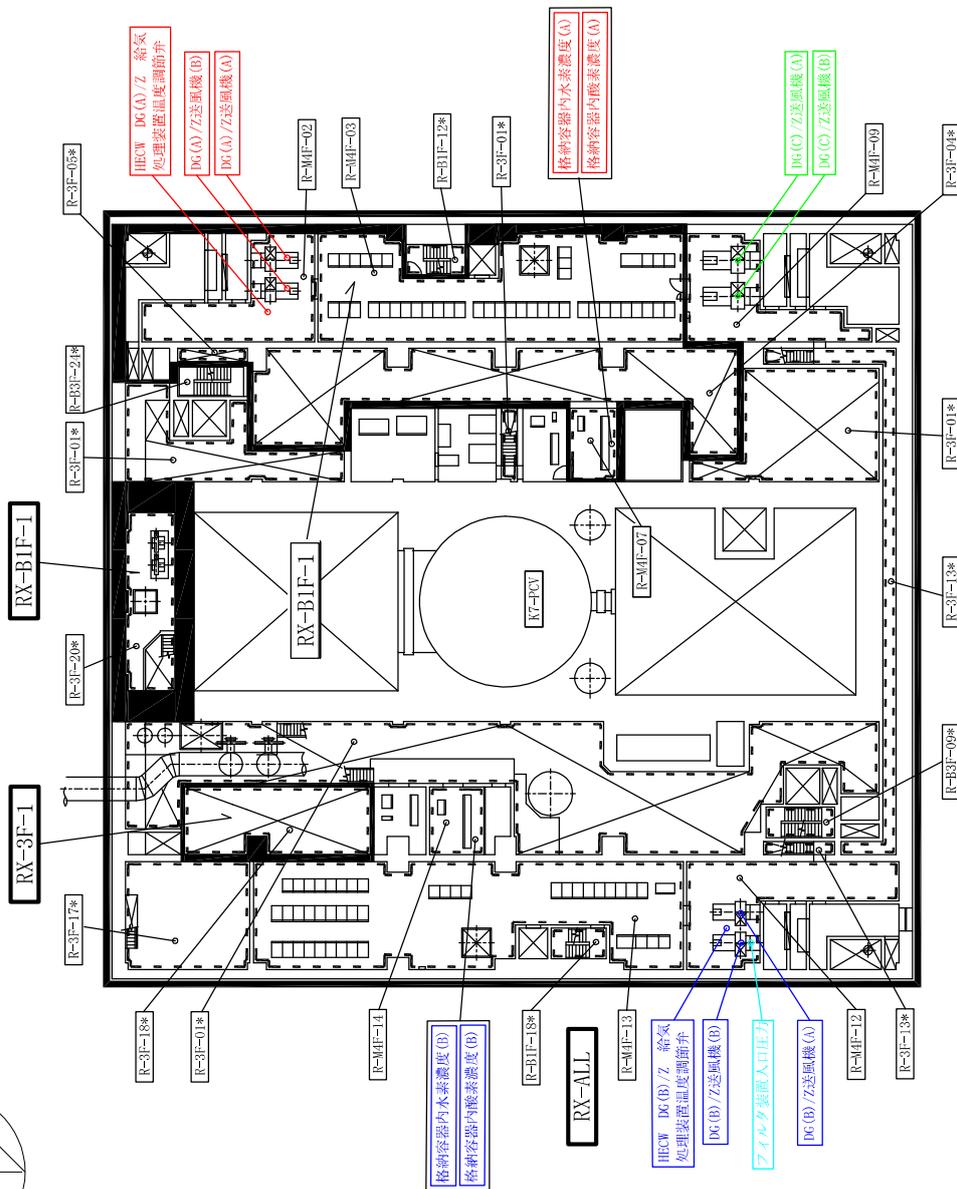
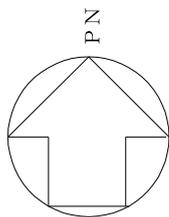
柏崎刈羽原子力発電所第7号機	
名称	火災区域の配置を明示した図面 (その5)
東京電力ホールディングス株式会社	

注：寸法はmmを示す。



注：寸法はmmを示す。

原子炉建屋 T. M. S. L. 23500



凡例

	火災区域番号
	火災区画番号
	火災区域の境界
	火災区画の境界
*	上下階とつながっている火災区画

【安全系区分】

	火災防護対象機器 (区分Ⅰ)
	火災防護対象機器 (区分Ⅱ)
	火災防護対象機器 (区分Ⅲ)
	火災防護対象機器 (区分Ⅳ)
	火災防護対象機器 (区分Ⅴ)
	重大事故等対処設備

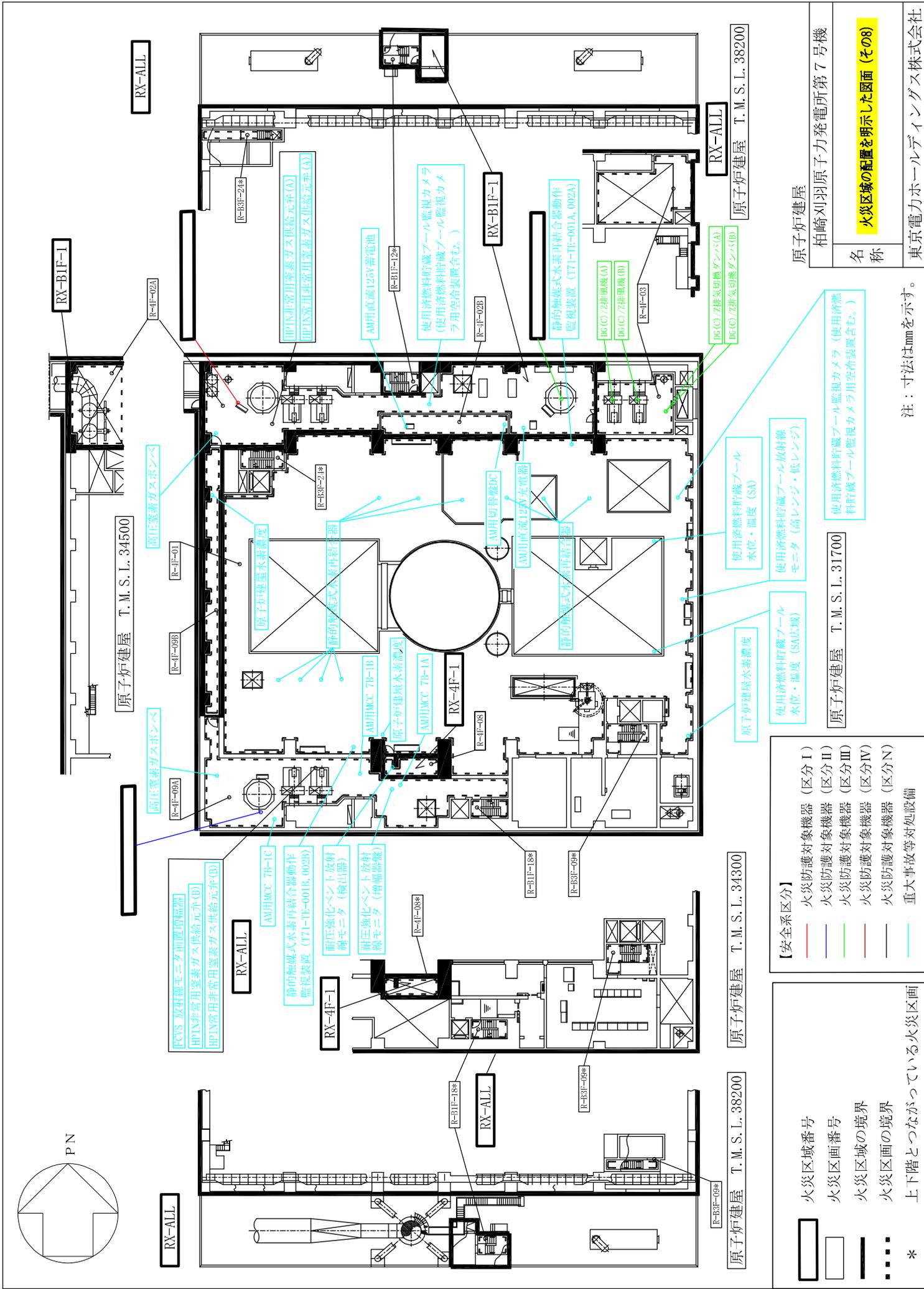
原子炉建屋 T. M. S. L. 27200

原子炉建屋
柏崎刈羽原子力発電所第7号機

名称
火災区域の配置を明示した図面 (その7)

注：寸法はmmを示す。

東京電力ホールディングス株式会社



【安全系区分】

— (Red)	火災防護対象機器 (区分Ⅰ)
— (Blue)	火災防護対象機器 (区分Ⅱ)
— (Green)	火災防護対象機器 (区分Ⅲ)
— (Black)	火災防護対象機器 (区分Ⅳ)
— (Cyan)	火災防護対象機器 (区分Ⅴ)
— (Light Blue)	重大事故等対処設備

— (Thick Black)	火災区域番号
— (Thin Black)	火災区画番号
— (Dotted)	火災区域の境界
— (Dashed)	火災区画の境界
*	上下階とつながっている火災区画

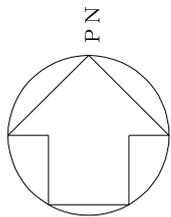
原子炉建屋 T.M.S.L. 31700
 使用済燃料貯蔵プール 水位・温度 (SA広域)
 使用済燃料貯蔵プール放射線モニタ (高レンジ・低レンジ)
 使用済燃料貯蔵プール 水位・温度 (SA)
 使用済燃料貯蔵プール監視カメラ (使用済燃料貯蔵プール監視カメラ用空冷装置含む。)

原子炉建屋	
柏崎刈羽原子力発電所第7号機	
名称	火災区域の配置を明示した図面 (その8)
東京電力ホールディングス株式会社	

注：寸法はmmを示す。

【安全系区分】

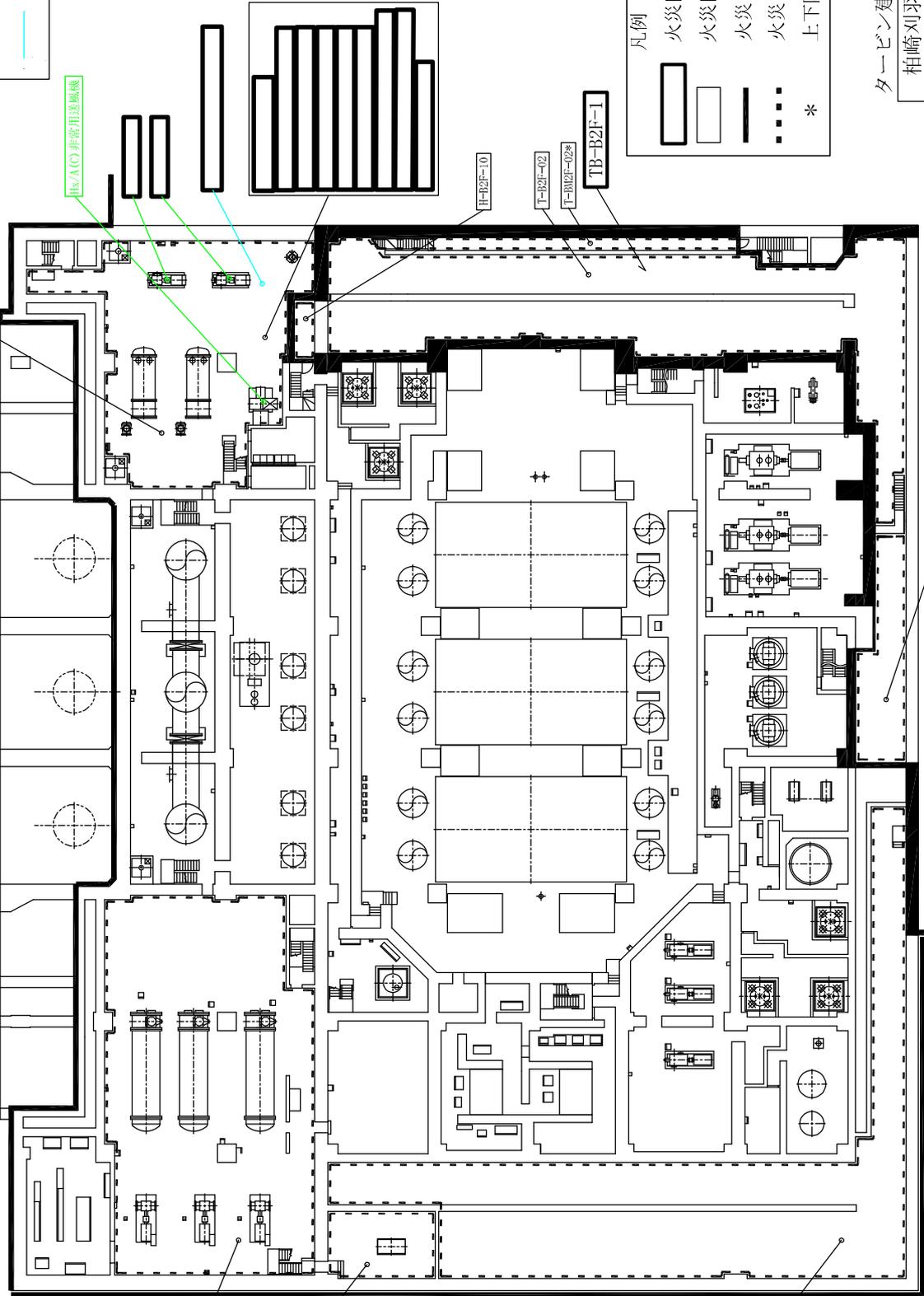
- 火災防護対象機器 (区分Ⅰ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅱ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅲ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅳ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅴ)
- 重大事故等対処設備



TB-ALL

T-122F-00A

非常用送風機



T-122F-01

T-122F-03

T-122F-20

T-122F-10

T-122F-02

T-122F-02*

TB-B2F-1

T-122F-02

凡例

- 火災区域番号
- 火災区画番号
- 火災区域の境界
- 火災区画の境界
- * 上下階とつながっている火災区画

タービン建屋

柏崎刈羽原子力発電所第7号機

タービン建屋 T. M. S. L. -5100

火災区域の配置を明示した図面 (その9)

注：寸法はmmを示す。

東京電力ホールディングス株式会社

【安全系区分】

- 火災防護対象機器 (区分Ⅰ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅱ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅲ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅳ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅴ)
- 重大事故等対処設備

凡例

- 火災区域番号
- 火災区画番号
- 火災区域の境界
- 火災区画の境界
- * 上下階とつながっている火災区画

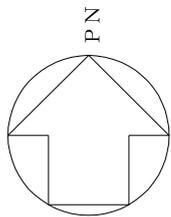
タービン建屋

柏崎刈羽原子力発電所第7号機

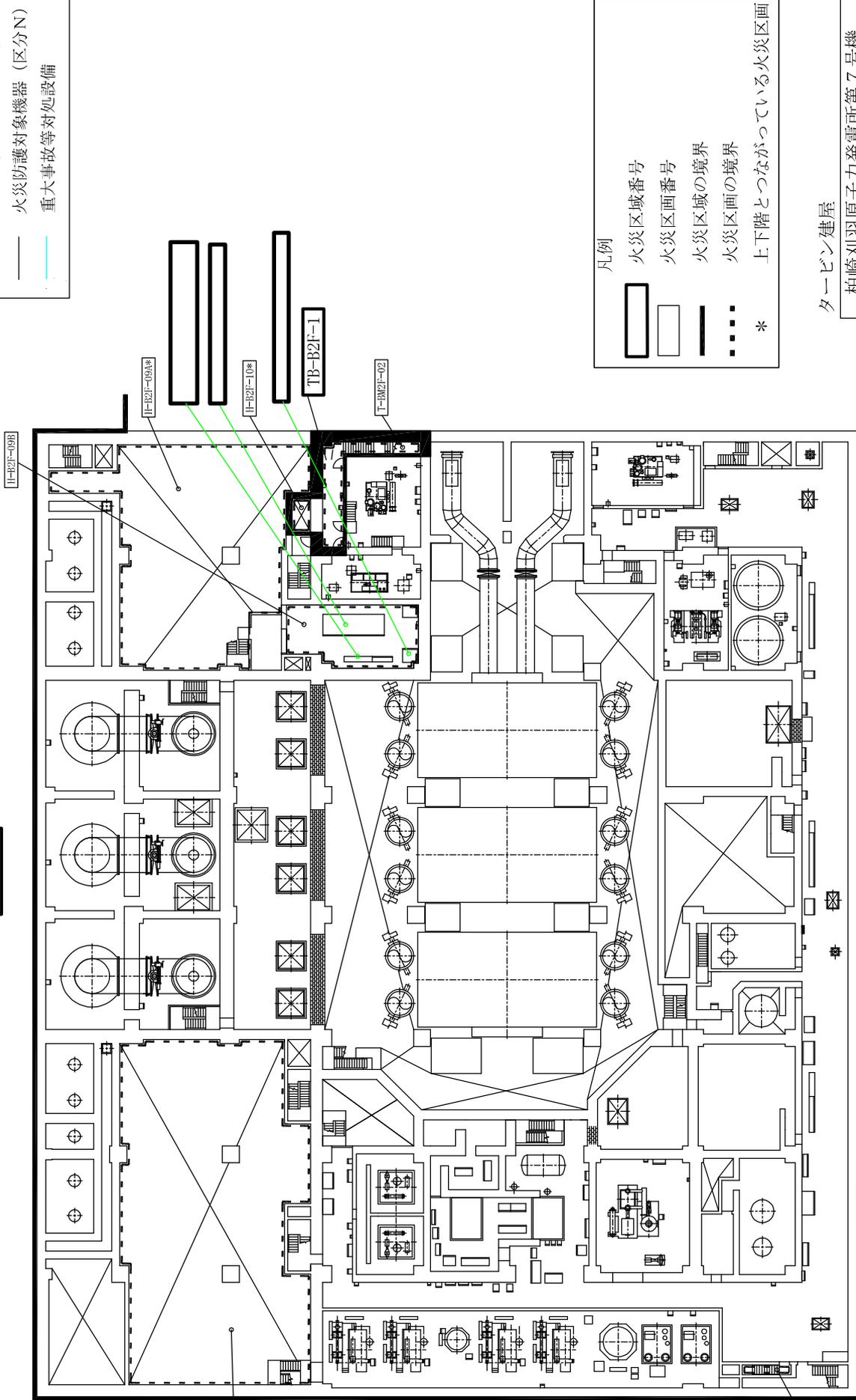
火災区域の配置を明示した図面 (その10)

注：寸法はmmを示す。

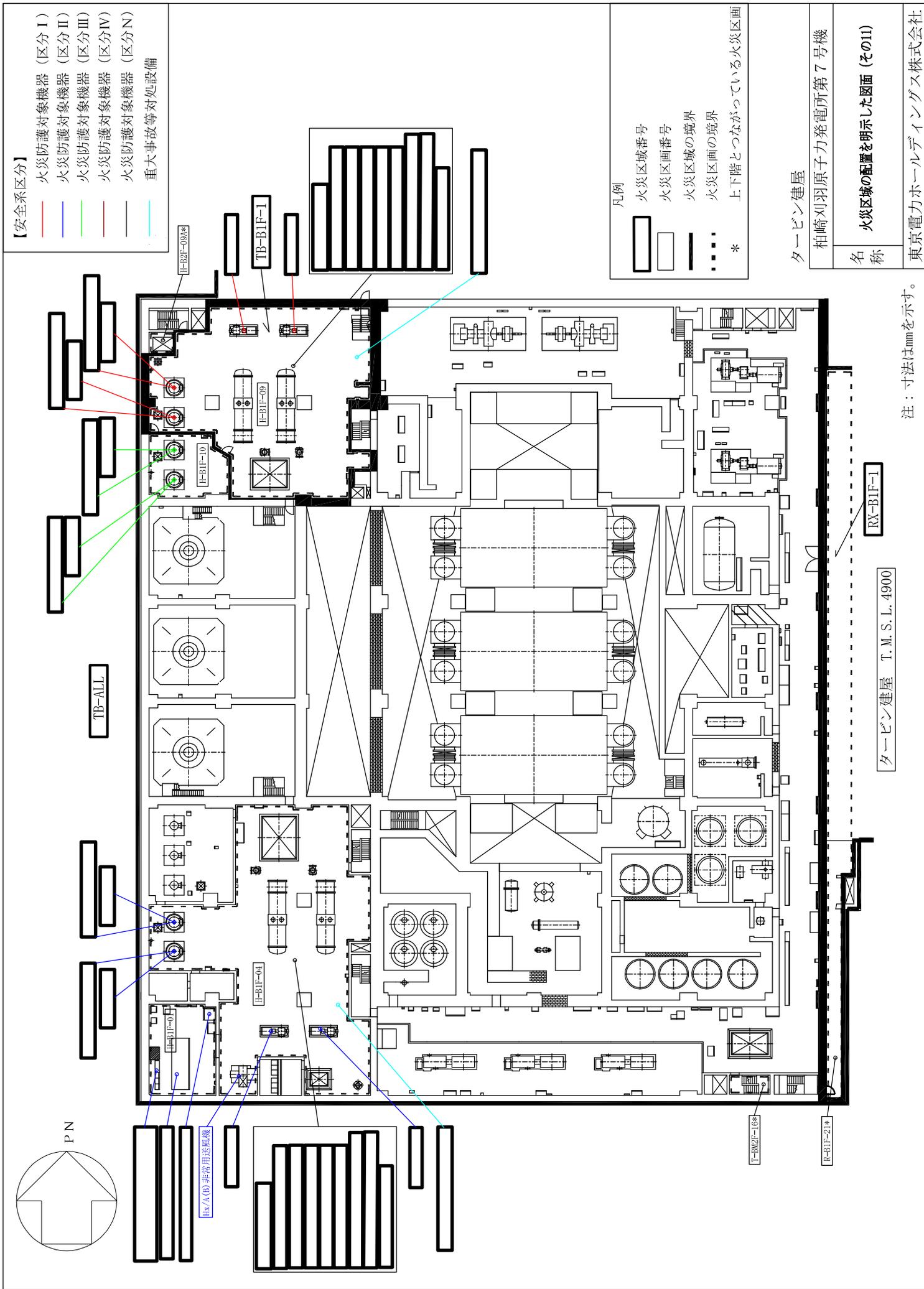
東京電力ホールディングス株式会社



TB-ALL



タービン建屋 T. M. S. L. -1100



【安全系区分】

- 火災防護対象機器 (区分Ⅰ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅱ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅲ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅳ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅴ)
- 重大事故等対処設備

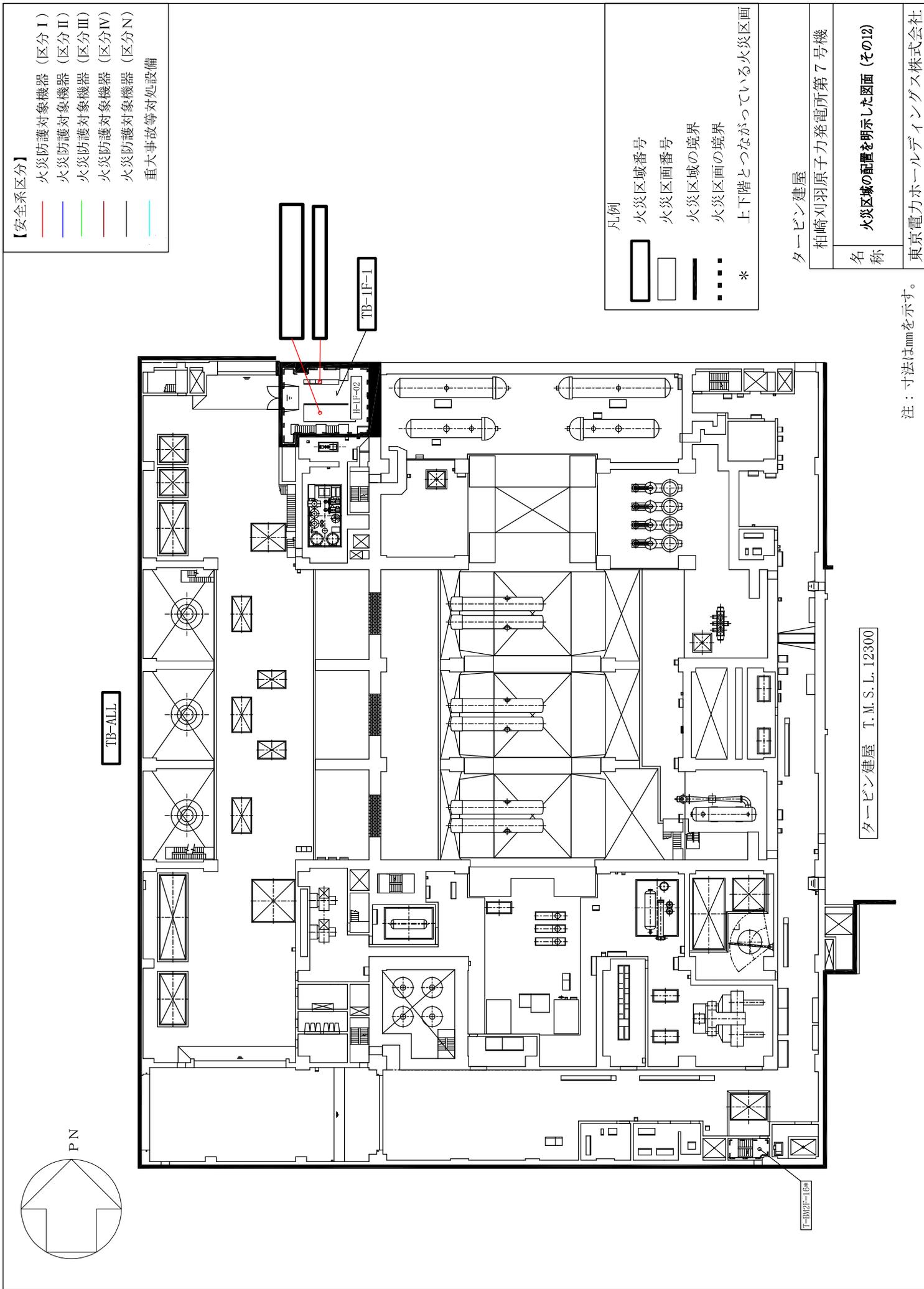
- 凡例
- 火災区域番号
 - 火災区画番号
 - 火災区域の境界
 - 火災区画の境界
 - * 上下階とつながっている火災区画

タービン建屋

柏崎刈羽原子力発電所第7号機	
名称	火災区域の配置を明示した図面 (その11)
東京電力ホールディングス株式会社	

タービン建屋 T. M. S. L. 4900

注：寸法はmmを示す。



【安全系区分】

- 火災防護対象機器 (区分 I)
- 火災防護対象機器 (区分 II)
- 火災防護対象機器 (区分 III)
- 火災防護対象機器 (区分 IV)
- 火災防護対象機器 (区分 N)
- 重大事故等対処設備

凡例

- 火災区域番号
- 火災区画番号
- 火災区域の境界
- 火災区画の境界
- 上下階とつながっている火災区画

タービン建屋

柏崎刈羽原子力発電所第7号機

火災区域の配置を明示した図面 (その12)

注：寸法はmmを示す。

東京電力ホールディングス株式会社

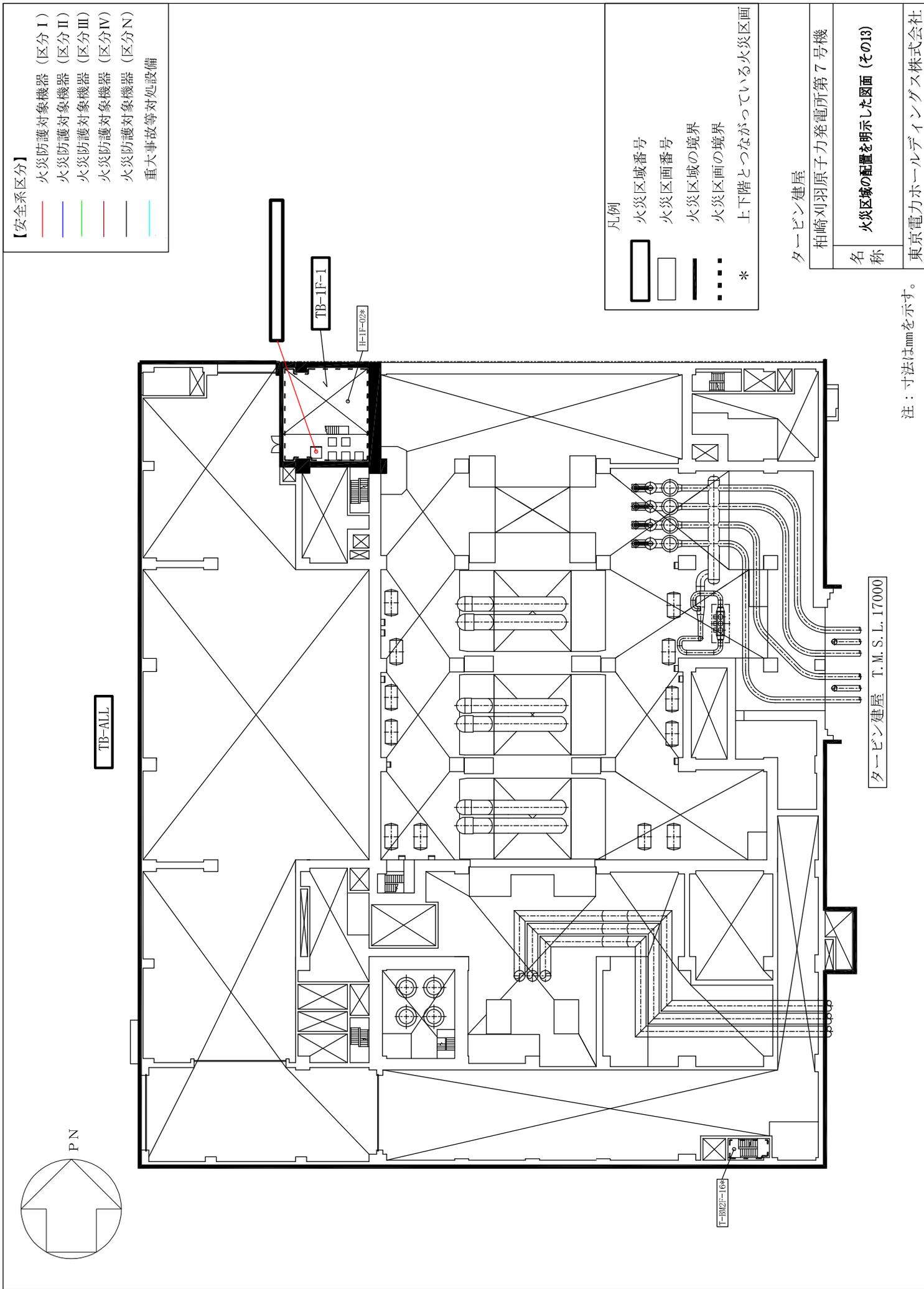
P.N

TB-ALL

TB-1F-1

T-EMPT-108

タービン建屋 T.M.S.L.12300

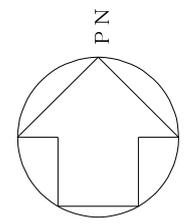


- 【安全系区分】
- 火災防護対象機器 (区分Ⅰ)
 - 火災防護対象機器 (区分Ⅱ)
 - 火災防護対象機器 (区分Ⅲ)
 - 火災防護対象機器 (区分Ⅳ)
 - 火災防護対象機器 (区分Ⅴ)
 - 重大事故等対処設備

- 凡例
- 火災区域番号
 - 火災区画番号
 - 火災区域の境界
 - 火災区画の境界
 - * 上下階とつながっている火災区画

タービン建屋	
柏崎刈羽原子力発電所第7号機	
名称	火災区域の配置を明示した図面 (その13)
東京電力ホールディングス株式会社	

注：寸法はmmを示す。

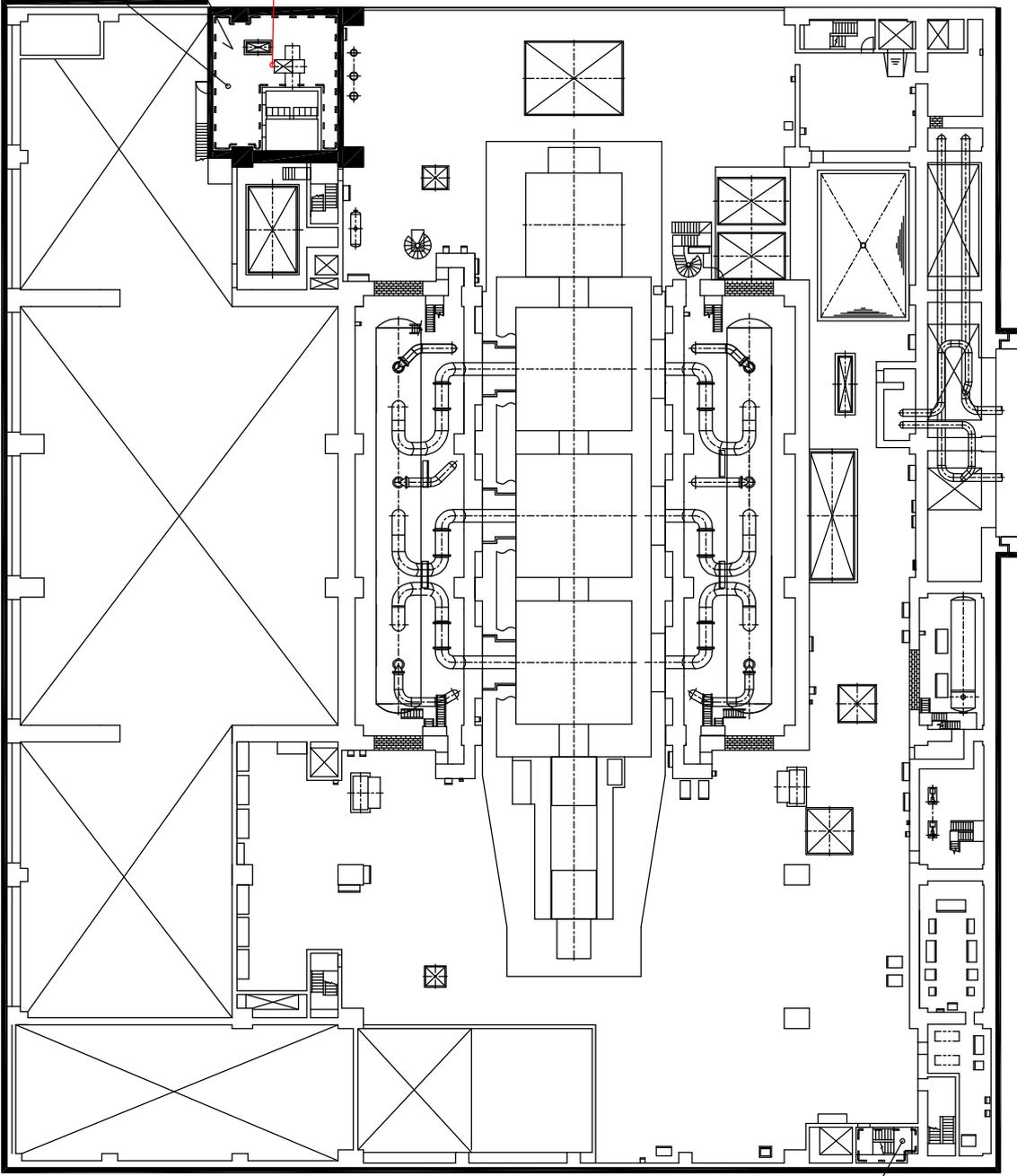


TB-ALL

II-2F-01
TB-2F-1

Isx/AG0非常用送風機

T-BM2F-108*

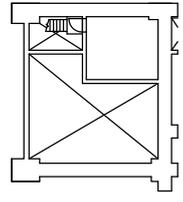


【安全系区分】

- 火災防護対象機器 (区分Ⅰ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅱ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅲ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅳ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅴ)
- 重大事故等対処設備

- 凡例
- 火災区域番号
 - 火災区画番号
 - 火災区域の境界
 - 火災区画の境界
 - * 上下階とつながっている火災区画

タービン建屋 T. M. S. L. 26200



タービン建屋

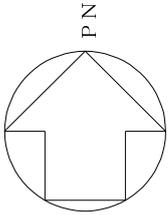
柏崎刈羽原子力発電所第7号機

火災区域の配置を明示した図面 (その14)

注：寸法はmmを示す。

タービン建屋 T. M. S. L. 20400

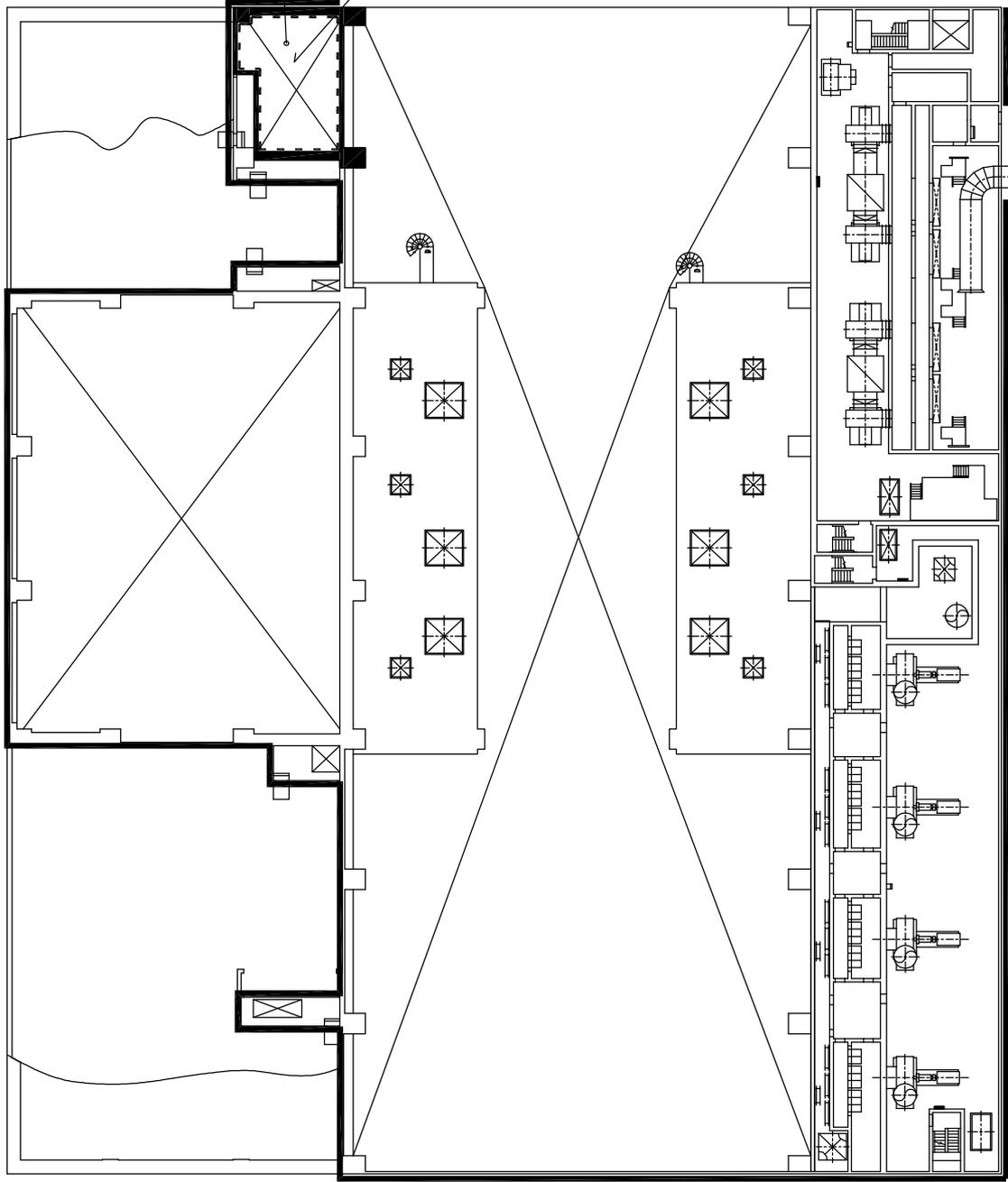
東京電力ホールディングス株式会社



TB-ALL

1F-2F-01*

TB-2F-1



【安全系区分】

- 火災防護対象機器 (区分Ⅰ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅱ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅲ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅳ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅴ)
- 重大事故等対処設備

凡例

- 火災区域番号
- 火災区画番号
- 火災区域の境界
- 火災区画の境界
- * 上下階とつながっている火災区画

タービン建屋

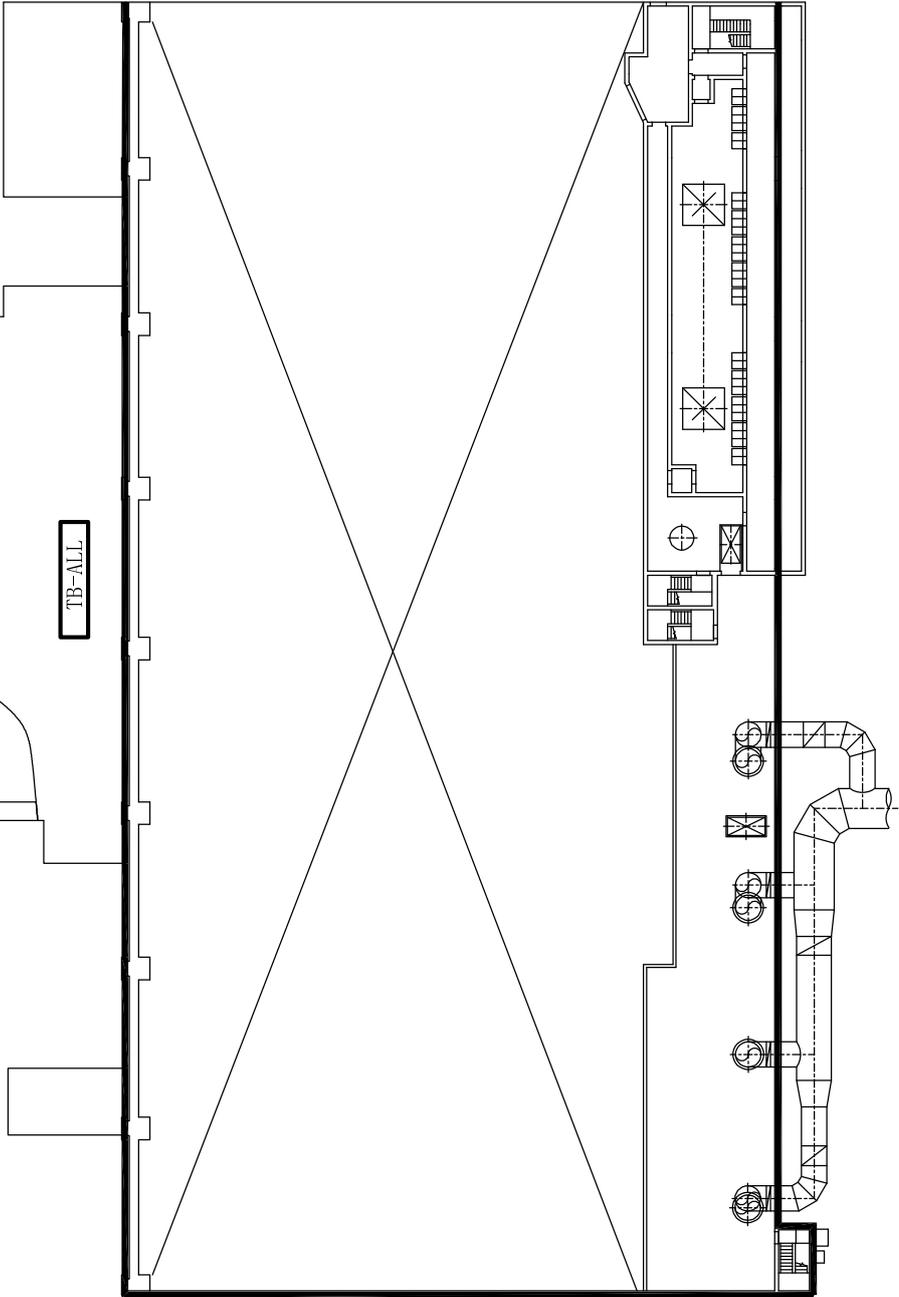
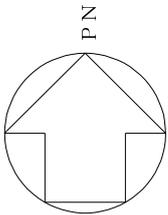
柏崎刈羽原子力発電所第7号機

火災区域の配置を明示した図面 (その16)

タービン建屋 T. M. S. L. 30900

注：寸法はmmを示す。

東京電力ホールディングス株式会社



【安全系区分】

- 火災防護対象機器 (区分Ⅰ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅱ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅲ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅳ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅴ)
- 重大事故等対処設備

凡例

- ▭ 火災区域番号
- ▭ 火災区画番号
- 火災区域の境界
- ⋯ 火災区画の境界
- * 上下階とつながっている火災区画

タービン建屋

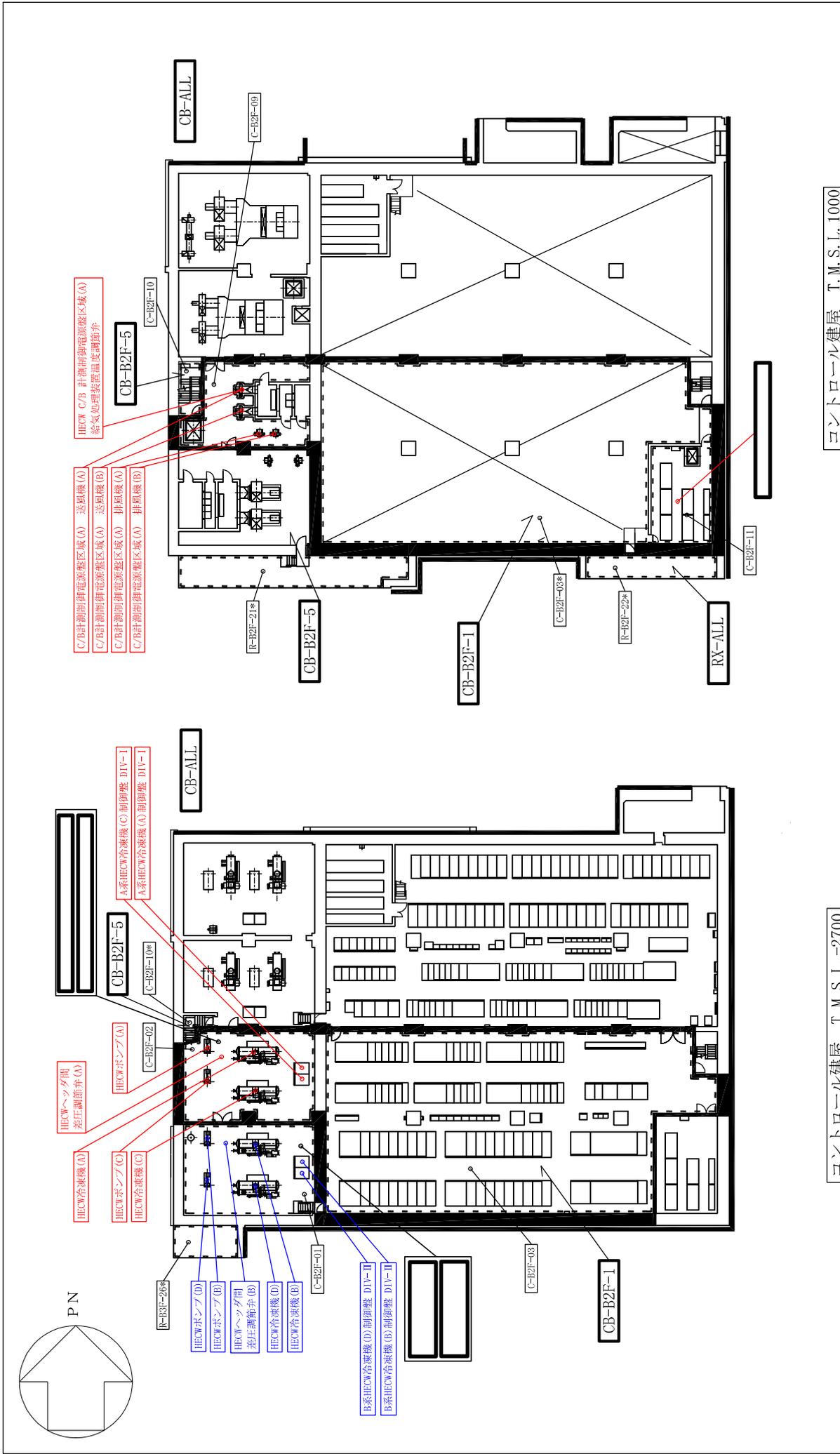
柏崎刈羽原子力発電所第7号機

タービン建屋 T. M. S. L. 38600

火災区域の配置を明示した図面 (その16)

注：寸法はmmを示す。

東京電力ホールディングス株式会社



コントロール建屋 T. M. S. L. 1000

コントロール建屋 T. M. S. L. -2700

コントロール建屋 柏崎刈羽原子力発電所第7号機	
名称	火災区域の配置を明示した図面 (その17)
東京電力ホールディングス株式会社	

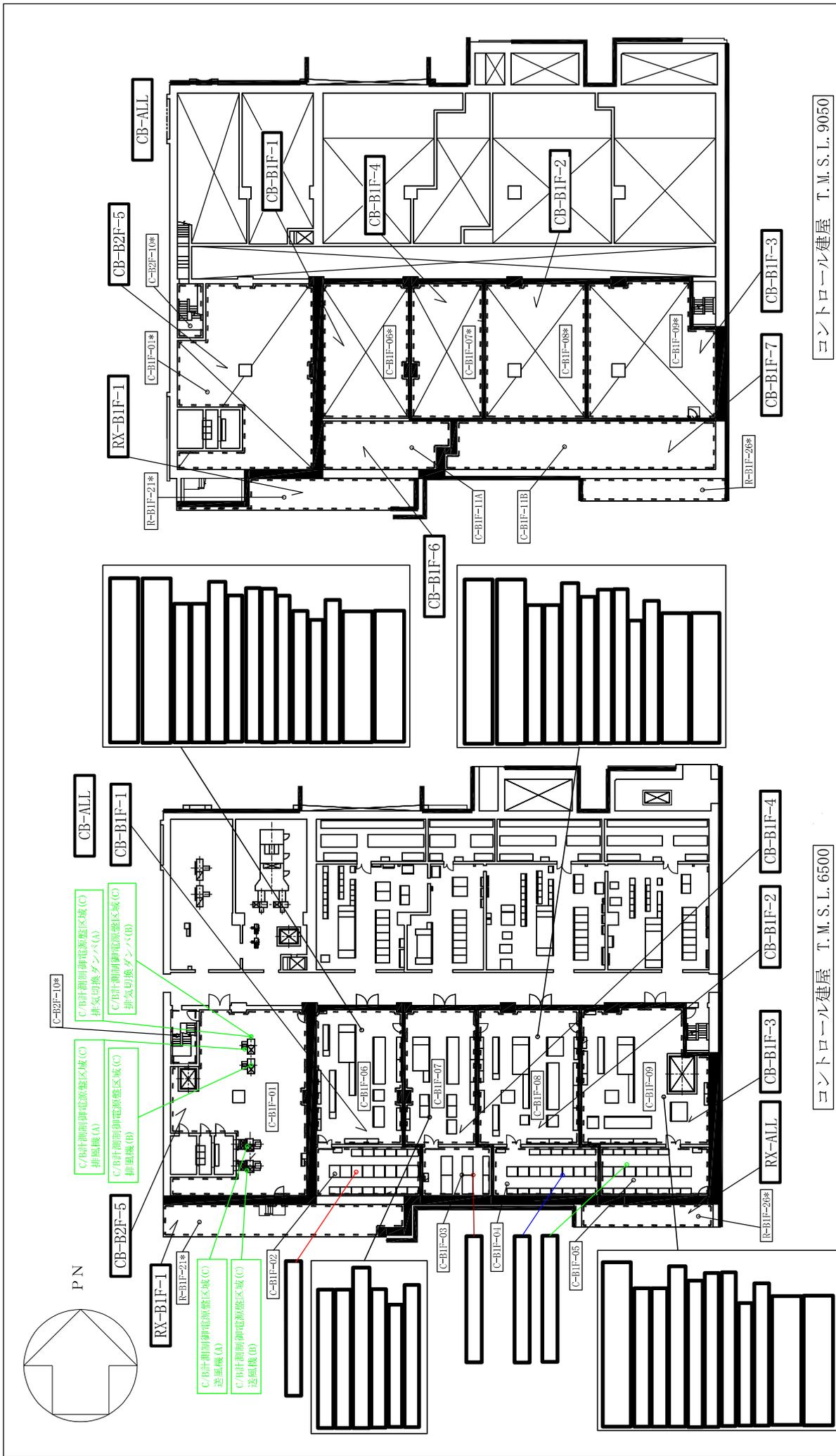
注：寸法はmmを示す。

【安全区分】

— (Red)	火災防護対象機器 (区分Ⅰ)
— (Blue)	火災防護対象機器 (区分Ⅱ)
— (Green)	火災防護対象機器 (区分Ⅲ)
— (Orange)	火災防護対象機器 (区分Ⅳ)
— (Black)	火災防護対象機器 (区分Ⅴ)
— (Cyan)	重大事故等対応設備

凡例

□ (Red)	火災区域番号
□ (Blue)	火災区画番号
— (Red)	火災区域の境界
— (Blue)	火災区画の境界
*	上下階とつながっている火災区画



コントロール建屋 T. M. S. L. 9050

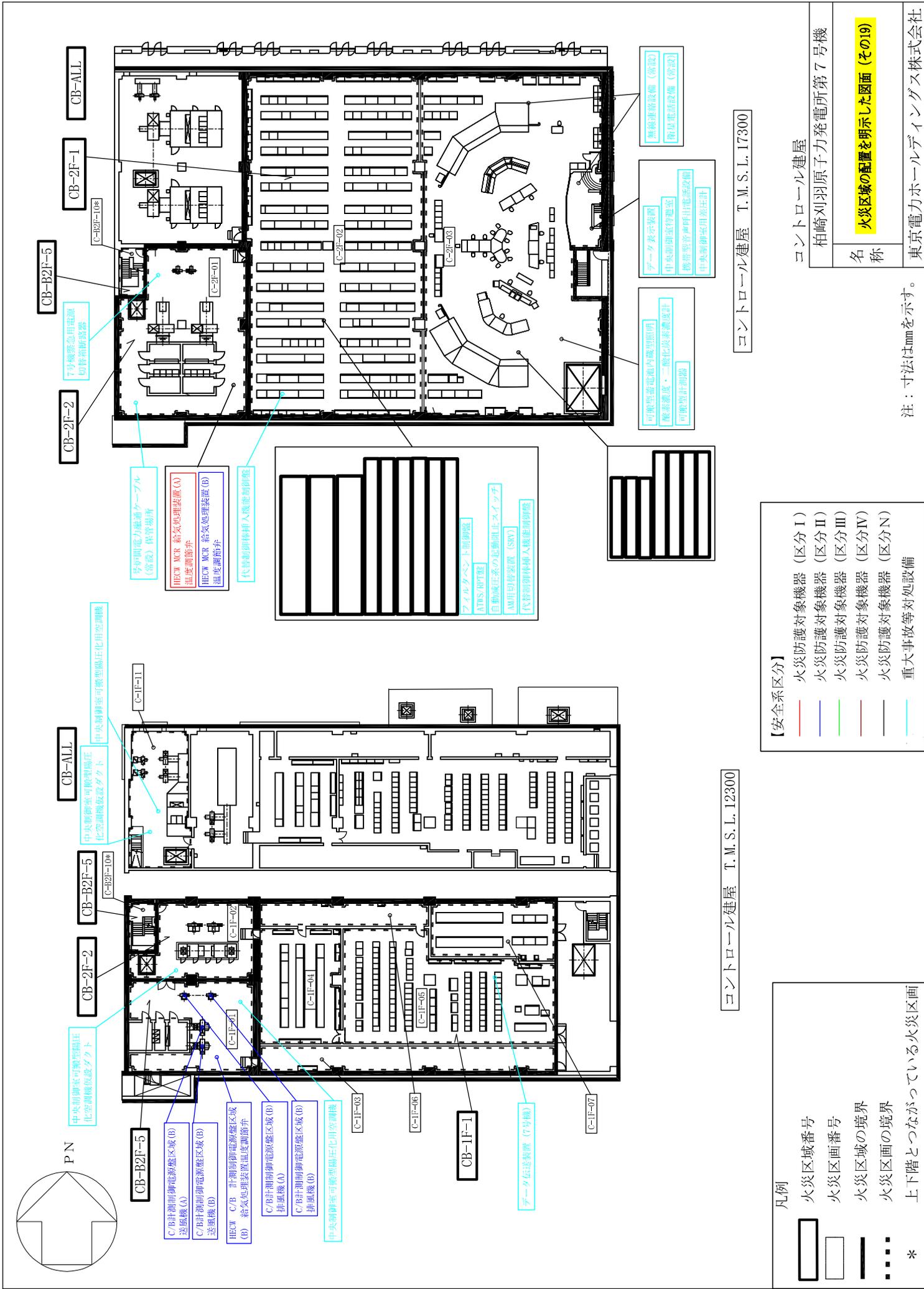
コントロール建屋 T. M. S. L. 6500

- 【安全系区分】
- 火災防護対象機器 (区分 I)
 - 火災防護対象機器 (区分 II)
 - 火災防護対象機器 (区分 III)
 - 火災防護対象機器 (区分 IV)
 - 火災防護対象機器 (区分 N)
 - 重大事故等対処設備

- 凡例
- 火災区域番号
 - 火災区画番号
 - 火災区域の境界
 - 火災区画の境界
 - * 上下階とつながっている火災区画

コントロール建屋 柏崎刈羽原子力発電所第7号機	
名称	火災区域の配置を明示した図面 (その18)
東京電力ホールディングス株式会社	

注：寸法はmmを示す。



コントロール建屋 T. M. S. L. 17300

コントロール建屋 T. M. S. L. 12300

コントロール建屋

柏崎刈羽原子力発電所第7号機

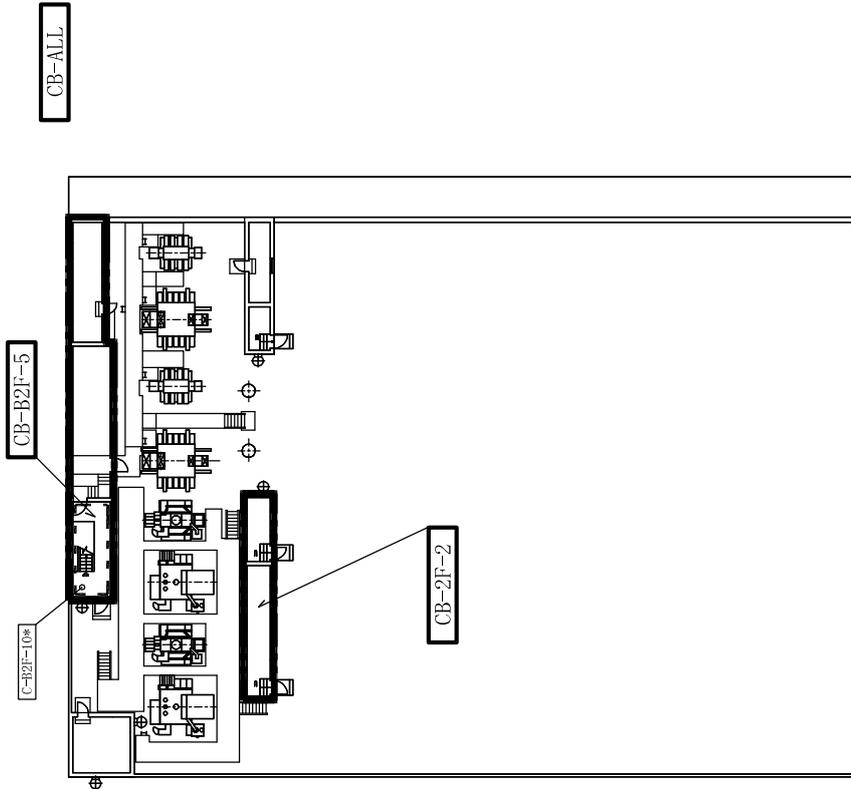
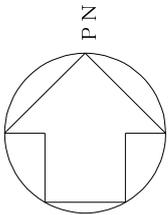
名称
火災区域の配置を明示した図面 (その19)

東京電力ホールディングス株式会社

注：寸法はmmを示す。

- 【安全系区分】
- 火災防護対象機器 (区分 I)
 - 火災防護対象機器 (区分 II)
 - 火災防護対象機器 (区分 III)
 - 火災防護対象機器 (区分 IV)
 - 火災防護対象機器 (区分 N)
 - 重大事故等対処設備

- 凡例
- 火災区域番号
 - 火災区画番号
 - 火災区域の境界
 - 火災区画の境界
 - *



凡例

	火災区域番号
	火災区画番号
	火災区域の境界
	火災区画の境界
*	上下階とつながっている火災区画

【安全系区分】

	火災防護対象機器 (区分Ⅰ)
	火災防護対象機器 (区分Ⅱ)
	火災防護対象機器 (区分Ⅲ)
	火災防護対象機器 (区分Ⅳ)
	火災防護対象機器 (区分Ⅴ)
	重大事故等対処設備

コントロール建屋 T.M.S.L. 24100

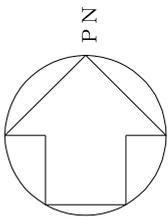
コントロール建屋

柏崎刈羽原子力発電所第7号機

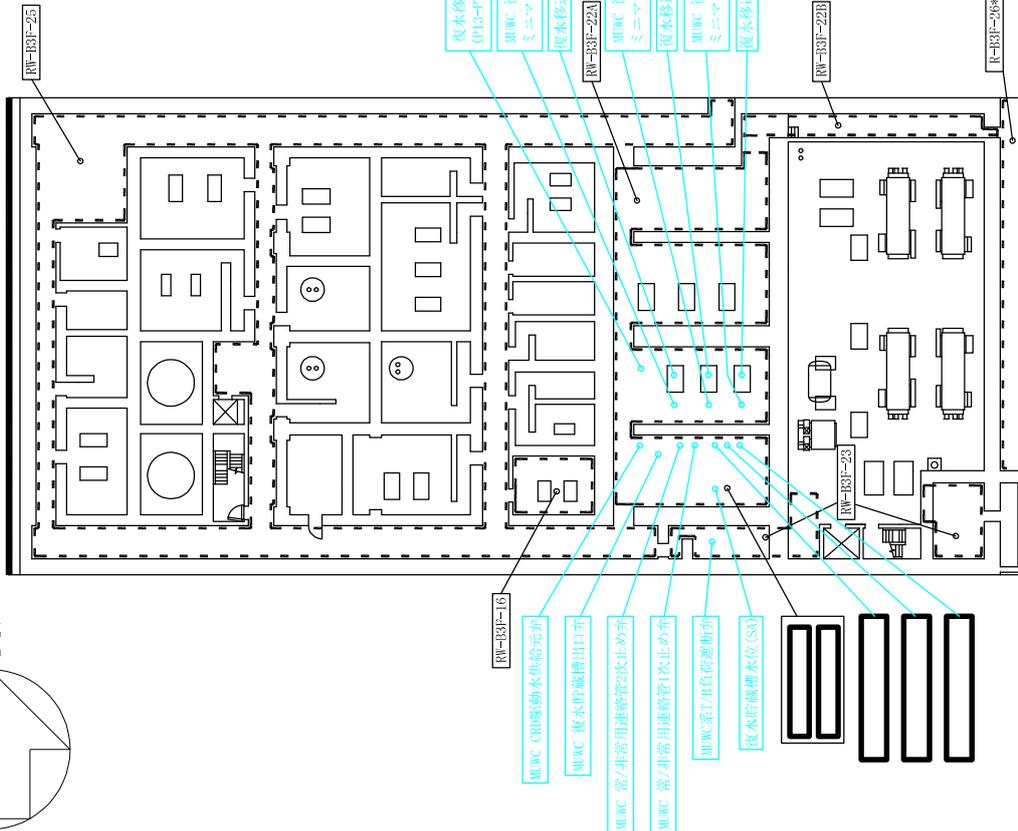
名称 火災区域の配置を明示した図面 (その20)

注：寸法はmmを示す。

東京電力ホールディングス株式会社

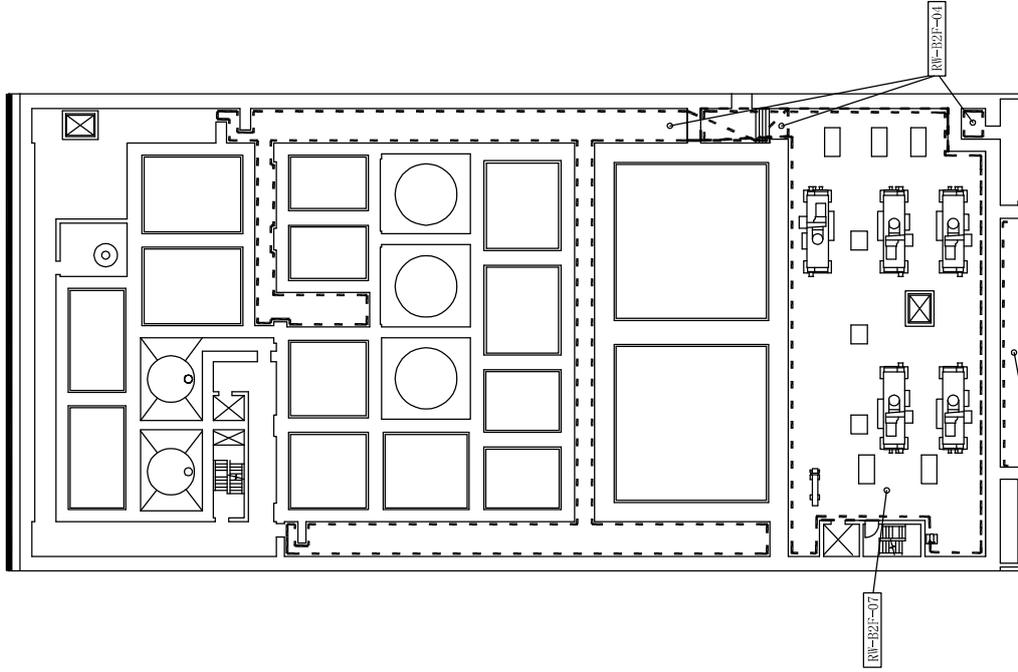


RWB-ALL



廃棄物処理建屋 T.M.S.L.-6100

RWB-ALL



廃棄物処理建屋 T.M.S.L.-1100

凡例

火災区域番号

火災区画番号

火災区域の境界

火災区画の境界

* 上下階とつながっている火災区画

【安全区分分】

火災防護対象機器 (区分I)

火災防護対象機器 (区分II)

火災防護対象機器 (区分III)

火災防護対象機器 (区分IV)

火災防護対象機器 (区分N)

重大事故等対象設備

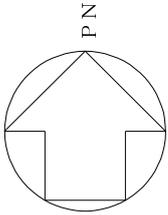
廃棄物処理建屋

柏崎刈羽原子力発電所第7号機

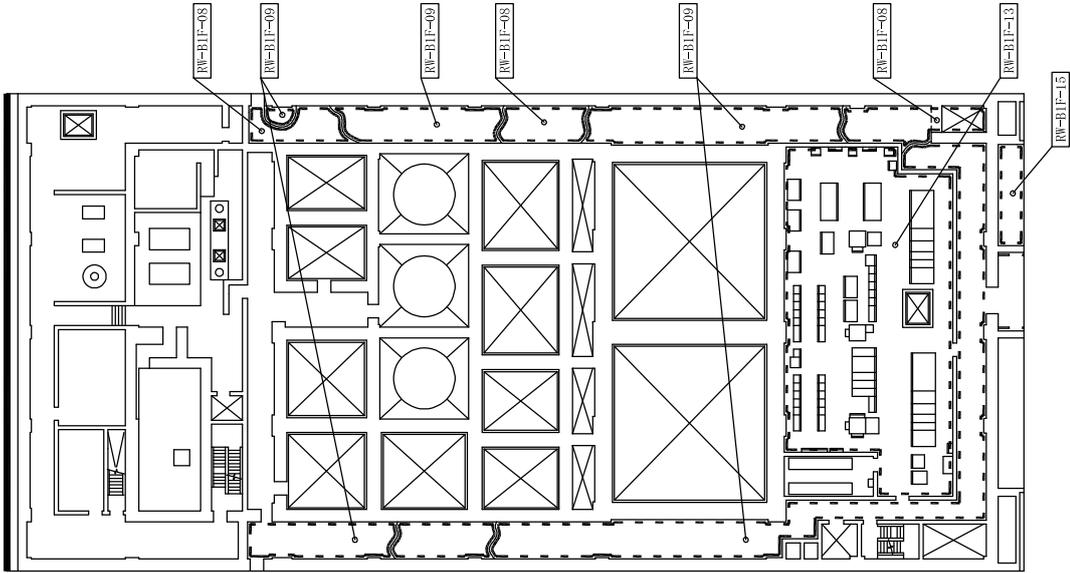
名称
火災区域の配置を明示した図面 (その21)

注：寸法はmmを示す。

東京電力ホールディングス株式会社



RWB-ALL



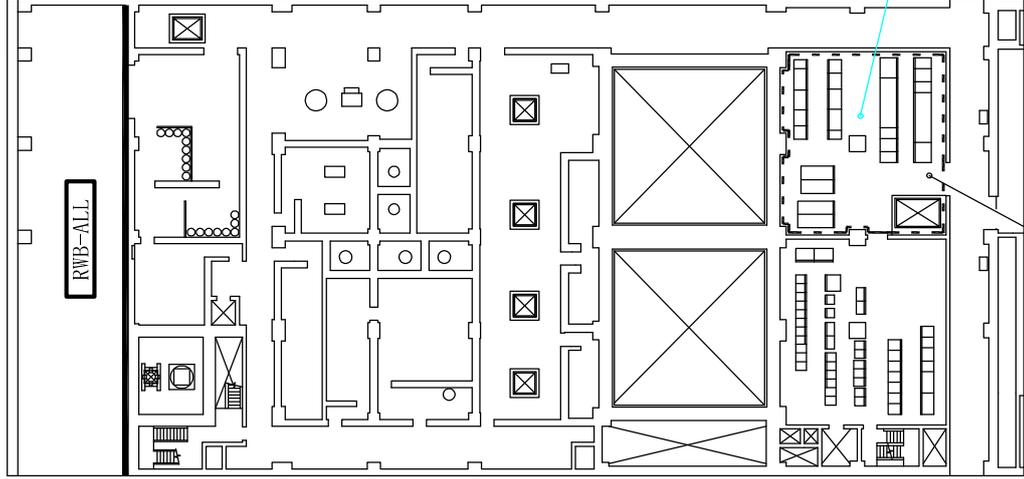
廃棄物処理建屋 T. M. S. L. 6500

凡例

- 火災区域番号
- 火災区画番号
- 火災区域の境界
- 火災区画の境界
- 上下階とつながっている火災区画

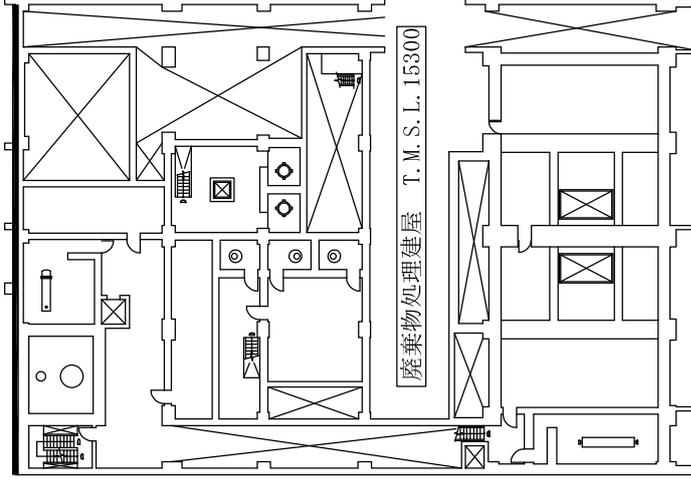
【安全系区分】

- 火災防護対象機器 (区分Ⅰ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅱ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅲ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅳ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅴ)
- 重大事故等対処設備



廃棄物処理建屋 T. M. S. L. 12300

RWB-ALL



廃棄物処理建屋 T. M. S. L. 15300

廃棄物処理建屋 T. M. S. L. 16100

AMHHC00 70E-1D

廃棄物処理建屋

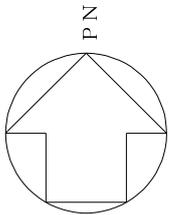
柏崎刈羽原子力発電所第7号機

名称

火災区域の配置を明示した図面及 (その22)

注：寸法はmmを示す。

東京電力ホールディングス株式会社

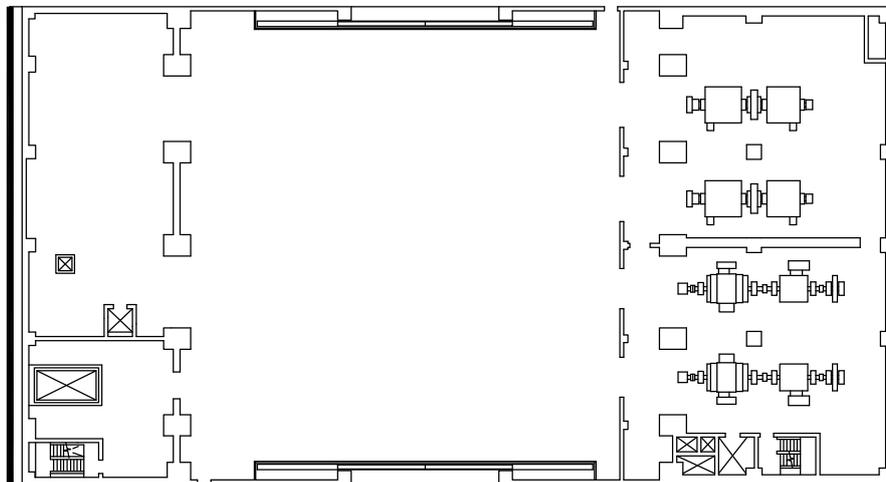


凡例

- 火災区域番号
- 火災区画番号
- 火災区域の境界
- 火災区画の境界
- 上下階とつながっている火災区画

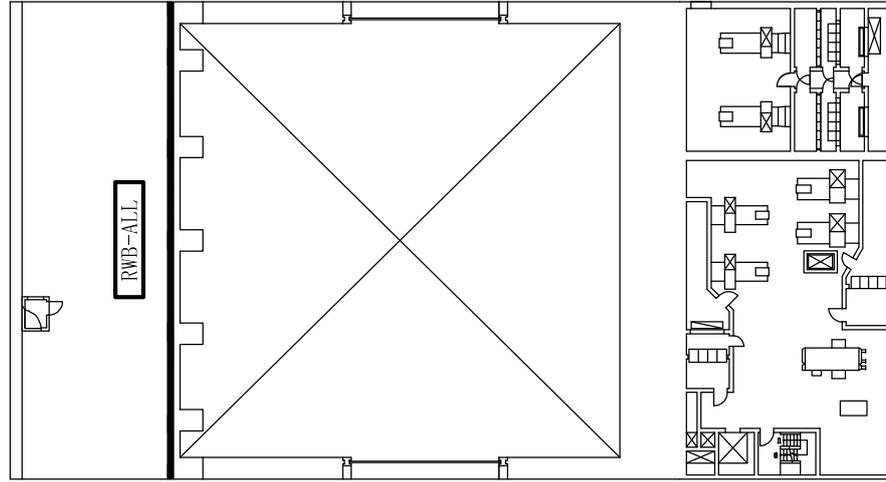
【安全系区分】

- 火災防護対象機器 (区分Ⅰ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅱ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅲ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅳ)
- 火災防護対象機器 (区分Ⅴ)
- 重大事故等対処設備



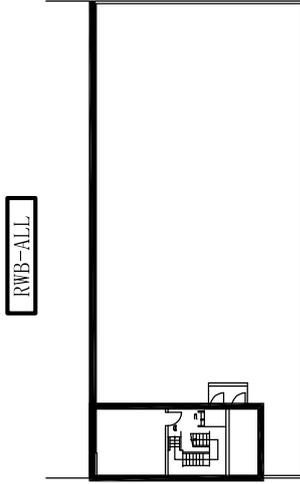
RWB-ALL

廃棄物処理建屋 T. M. S. L. 20400



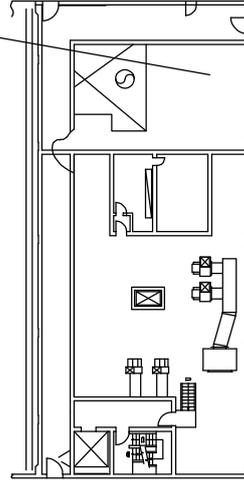
RWB-ALL

廃棄物処理建屋 T. M. S. L. 30900



RWB-ALL

廃棄物処理建屋 T. M. S. L. 42175



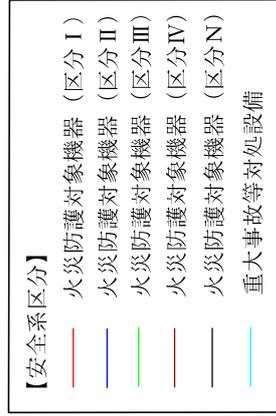
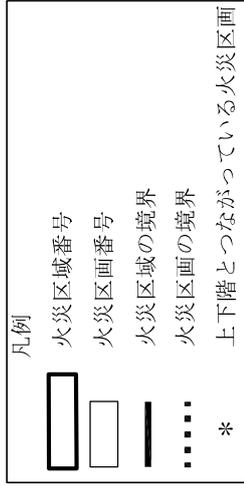
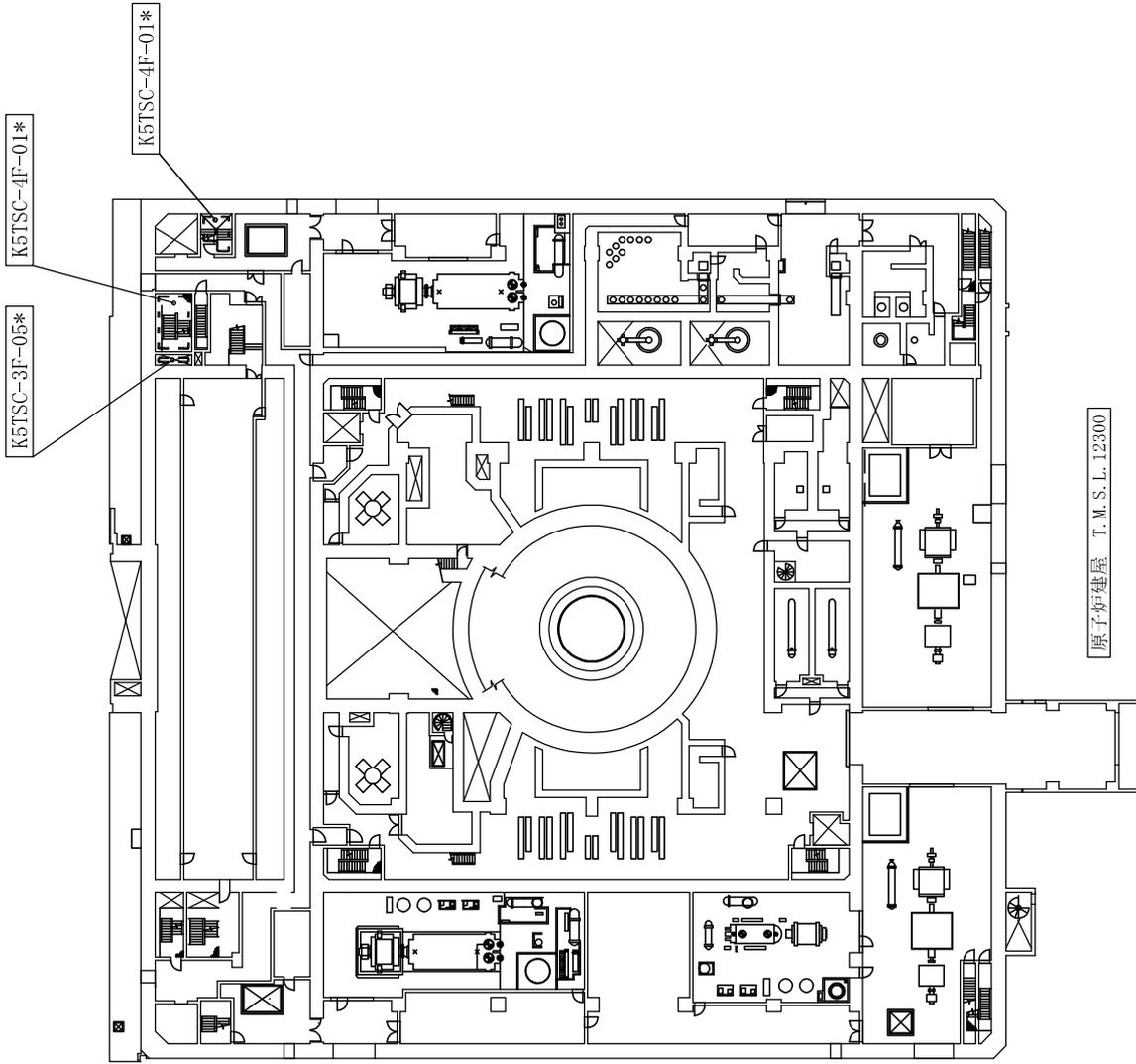
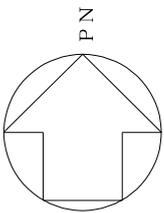
RWB-ALL

廃棄物処理建屋 T. M. S. L. 38300

廃棄物処理建屋

柏崎刈羽原子力発電所第7号機	
名称	火災区域の配置を明示した図面 (その23)
東京電力ホールディングス株式会社	

注：寸法はmmを示す。



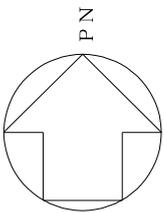
5号機原子炉建屋

柏崎刈羽原子力発電所第7号機

名称
火災区域の配置を明示した図面 (その24)

注：寸法はmmを示す。

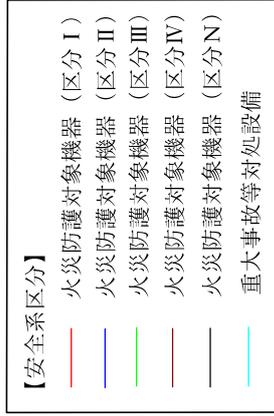
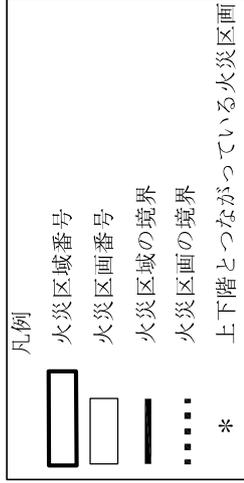
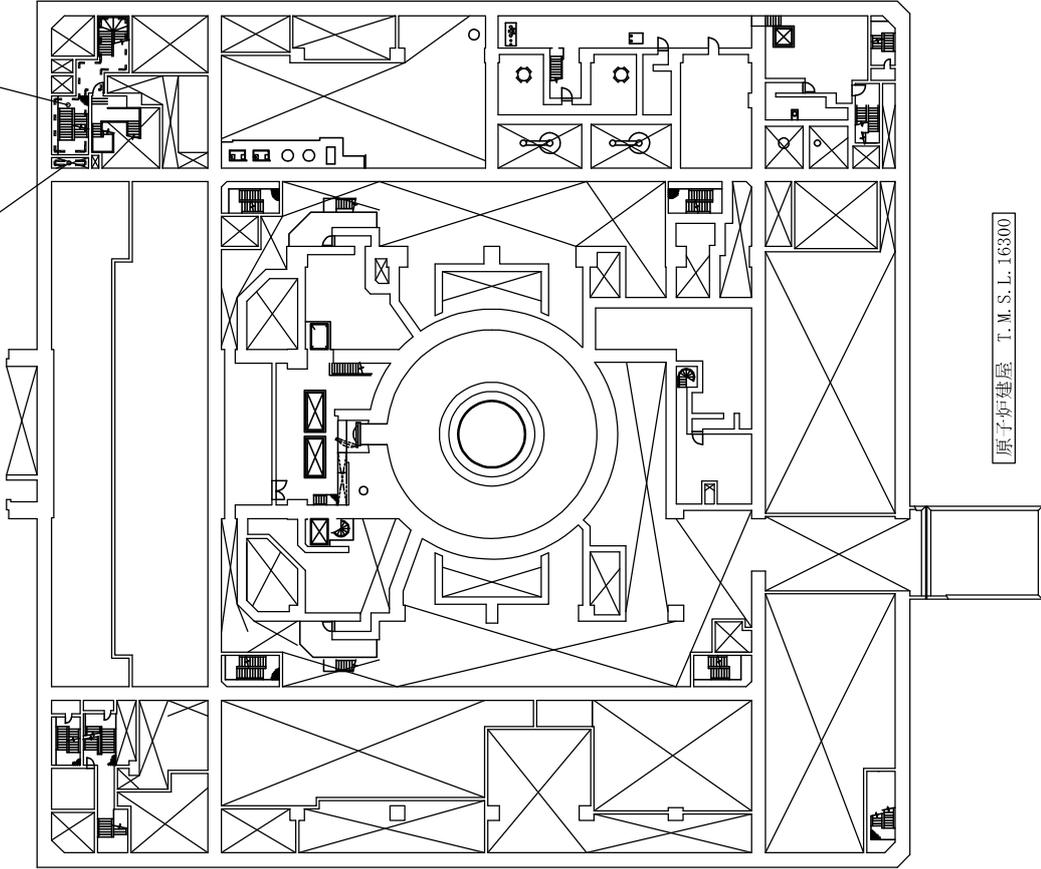
東京電力ホールディングス株式会社



K5TSC-3F-05*

K5TSC-4F-01*

原子炉建屋 T.M.S.L.16300



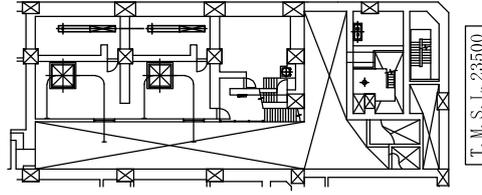
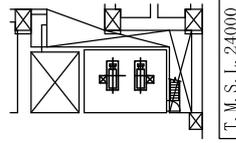
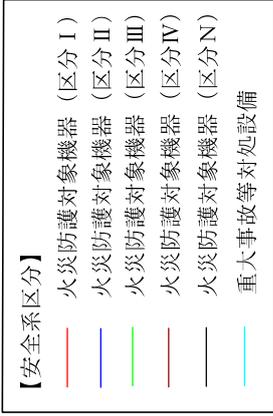
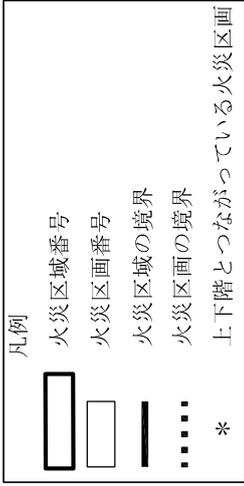
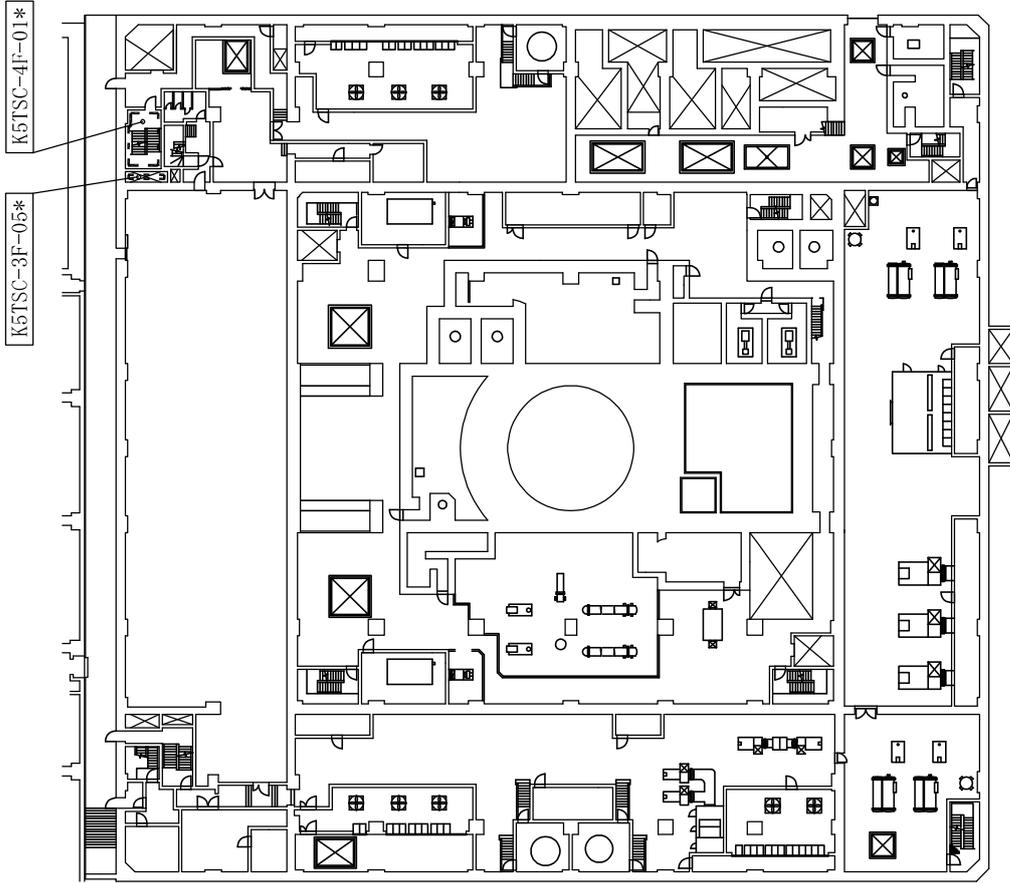
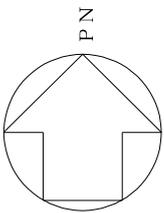
5号機原子炉建屋

柏崎刈羽原子力発電所第7号機

名称
火災区域の配置を明示した図面 (その26)

注：寸法はmmを示す。

東京電力ホールディングス株式会社



原子炉建屋 T. M. S. L. 20300

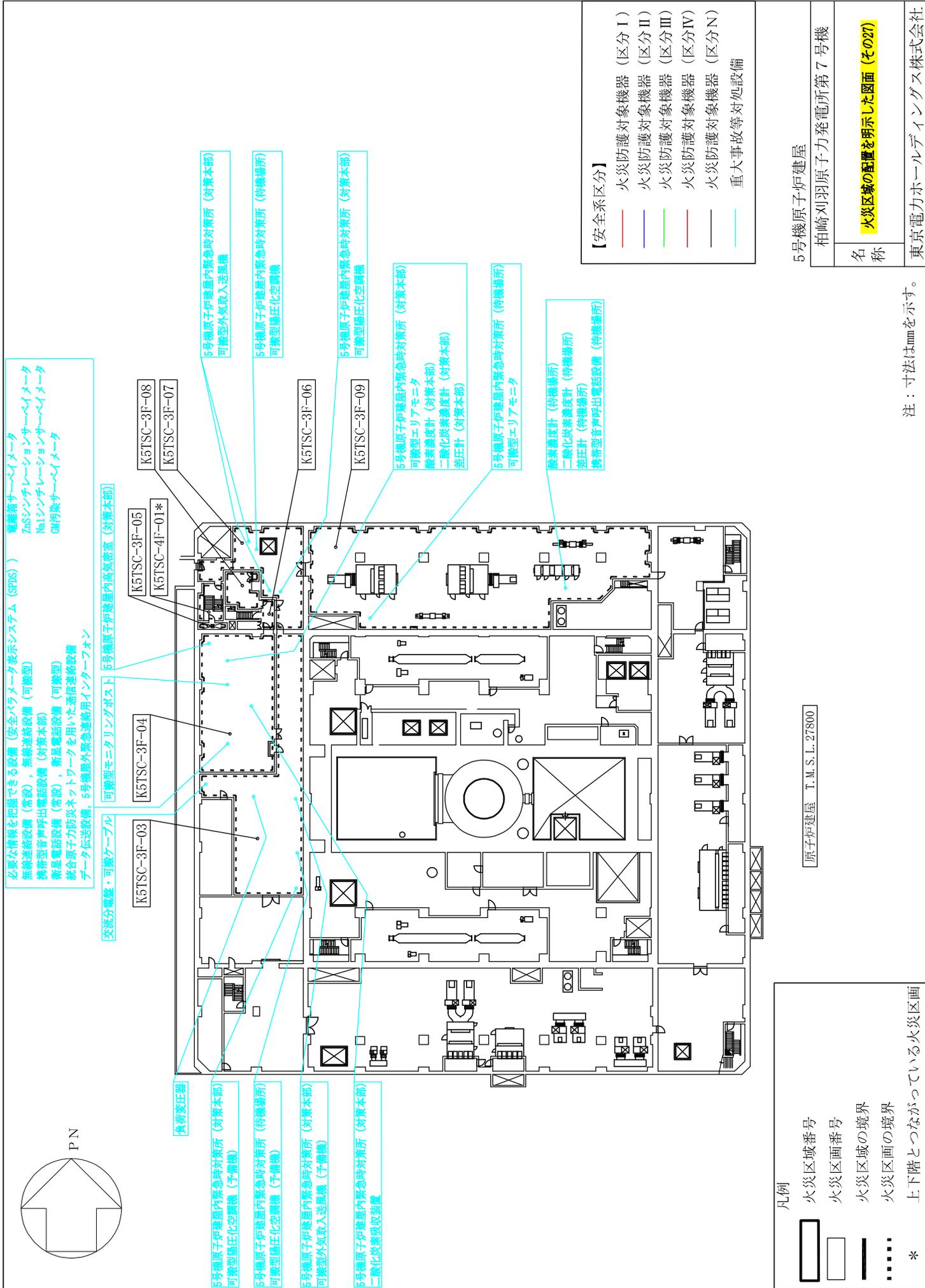
5号機原子炉建屋

柏崎刈羽原子力発電所第7号機

火災区域の配置を明示した図面 (その26)

注：寸法はmmを示す。

東京電力ホールディングス株式会社



必要な情報を把握できる設備 (安全パラメータ表示システム (SPIS))
 無線連絡設備 (常設), 無線連絡設備 (可搬型)
 携帯型音声呼出電話設備 (対策本部)
 衛星電話設備 (常設), 衛星電話設備 (可搬型)
 統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備
 データ伝送設備, 5号機屋外緊急連絡用インターフォン

交流分電盤・可搬ケーブル
 可搬型モニタリングポスト
 5号機原子炉建屋内高気圧室 (対策本部)

K5TSC-3F-03
 K5TSC-3F-04
 K5TSC-3F-05
 K5TSC-4F-01*

5号機原子炉建屋内緊急時対策所 (対策本部)
 可搬型扇圧化空調機

5号機原子炉建屋内緊急時対策所 (特機場所)
 可搬型扇圧化空調機

5号機原子炉建屋内緊急時対策所 (対策本部)
 可搬型扇圧化空調機

5号機原子炉建屋内緊急時対策所 (対策本部)
 可搬型扇圧化空調機

5号機原子炉建屋内緊急時対策所 (対策本部)
 可搬型扇圧化空調機

5号機原子炉建屋内緊急時対策所 (対策本部)
 可搬型エリアモニター
 酸素濃度計 (対策本部)
 一酸化炭素濃度計 (対策本部)
 差圧計 (対策本部)

5号機原子炉建屋内緊急時対策所 (特機場所)
 可搬型エリアモニター

酸素濃度計 (特機場所)
 一酸化炭素濃度計 (特機場所)
 差圧計 (特機場所)
 携帯型音声呼出電話設備 (特機場所)

【安全系区分】

—	火災防護対象機器 (区分Ⅰ)
—	火災防護対象機器 (区分Ⅱ)
—	火災防護対象機器 (区分Ⅲ)
—	火災防護対象機器 (区分Ⅳ)
—	火災防護対象機器 (区分Ⅴ)
—	重大事故等対処設備

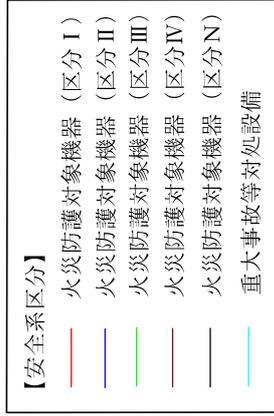
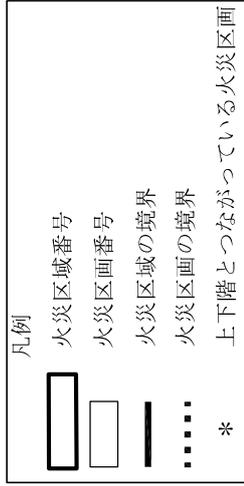
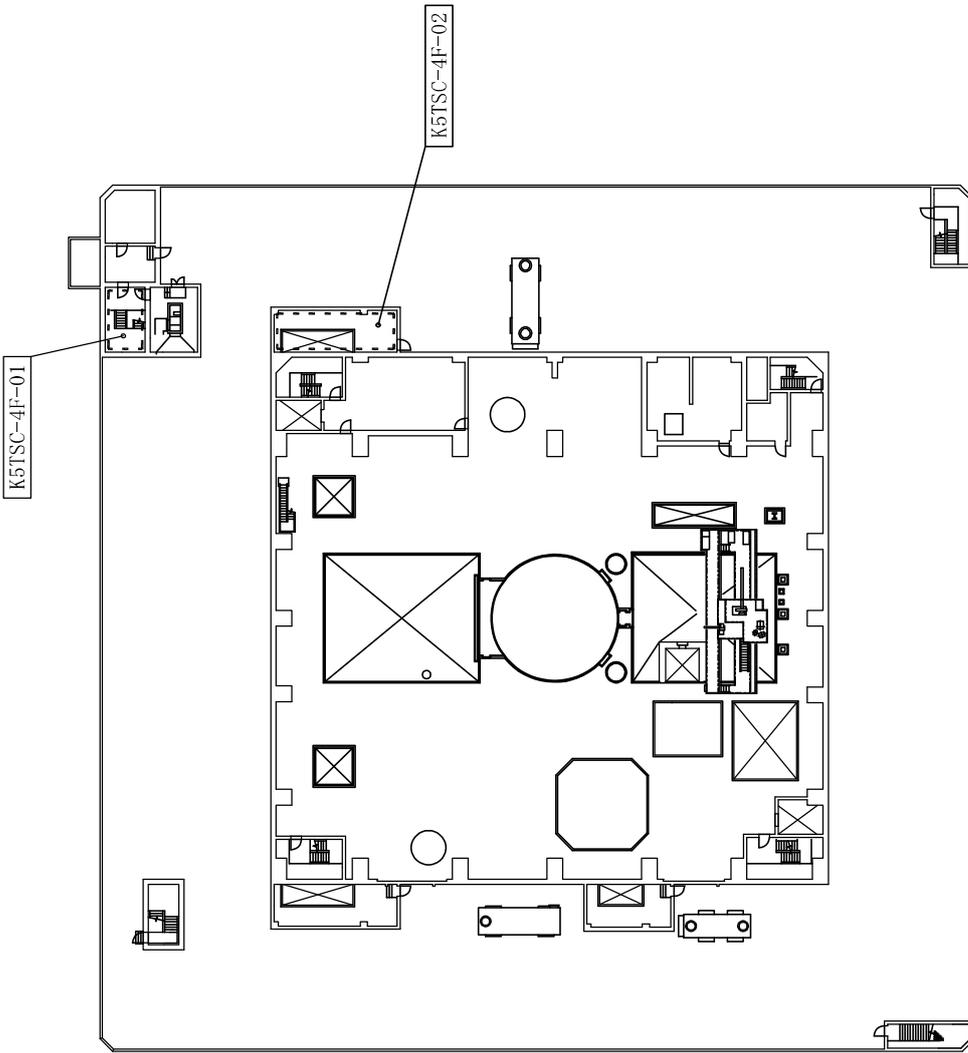
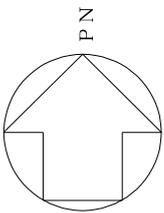
5号機原子炉建屋	
柏崎刈羽原子力発電所第7号機	
名称	火災区域の配置を明示した図面 (その27)
東京電力ホールディングス株式会社	

原子炉建屋 T.M.S.L. 27800

凡例

▭	火災区域番号
▭	火災区画番号
—	火災区域の境界
⋮	火災区画の境界
*	上下階とつながっている火災区画

注：寸法はmmを示す。



5号機原子炉建屋

柏崎刈羽原子力発電所第7号機

名称
火災区域の配置を明示した図面 (その28)

東京電力ホールディングス株式会社

原子炉建屋 T.M.S.L. 33000

注：寸法はmmを示す。

補足説明資料 1-3
内部火災に関する工事計画変更認可後の
変更申請対象項目の抽出について

1. 目的

本資料は、実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準に基づく、火災防護に関する設計のための評価及び試験に関して、工事計画変更認可後の変更手続きの可否を示すために、補足説明資料として添付するものである。

2. 内容

工事計画変更認可後の変更手続きの可否に着目して整理した工認記載ポイントを次項以降に示す。

表 1 内部火災に関する工事計画変更認可後の変更申請対象項目の抽出について

内部火災に関する評価及び試験	評価の考え方	工認変更 (下記の条件となった場合に工認の変更手続きが必要)		工認記載ポイント		評価頻度
		不燃性材料の要件(建築基準法、消防法に基づく材料、同等の性能を試験により確認した場合)	不燃性材料の要件を定める。要件を満足する材料を使用する場合の設備変更にあたって、方針に従い試験を満足する材料を使用する場合工認の変更不要。	本文(基本設計方針)	説明書	
建屋内装材の不燃性材料確認試験	不燃性材料と同等の性能であることを試験により確認する。			建築基準法で不燃性材料と認められたものを使用する設計とする。	具体的な要件、試験方法及び試験結果の例を記載	設備改造時に必要に応じて試験を実施する。
難燃ケーブールの試験	難燃ケーブールの性能を試験により確認する。	難燃ケーブールの性能を確認するための試験方法(適用規格)を変更する場合	難燃ケーブールの性能を確認するための試験を定める。試験を満足する材料を使用する場合工認の変更不要。	ケーブールは自己消火性を確認するUL垂直燃焼試験並びに延焼性を確認するIEE垂直トレイ燃焼試験によって、自己消火性及び延焼性を確認した難燃ケーブールを使用する設計とする。	具体的な試験方法及び試験結果の例を記載	設備改造時に必要に応じて試験を実施する。
耐火能力を確認する 火災耐久試験 (3時間)	耐火壁(強化石膏ボード、貫通部シール、防火扉、防火ダンパ、天井デックストラブを含む。)が3時間以上の耐火能力を有することを確認する。	耐火能力の確認方法を変更する場合(火災耐久試験以外の試験で確認する隔壁等とする場合)	火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を確認することを定める。火災耐久試験により確認する隔壁の修繕、防火扉の取替等は工認の変更不要。	火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を有することを確認した耐火壁(強化石膏ボード、貫通部シール、防火扉、防火ダンパ、天井デックストラブを含む。)により隣接する他の区域と分離する。 互いに相違する系列の火災防護対象機器等については、火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を確認した隔壁等で分離する設計とする。	火災区域の分離及び系統分離の具体策、それぞれの火災耐久試験の方法・結果を記載	設備改造時に必要に応じて試験を実施する。
耐火能力を確認する 火災耐久試験 (1時間)	耐火壁が1時間以上の耐火能力を有することを確認する。	耐火能力の確認方法を変更する場合(火災耐久試験以外の試験で確認する隔壁等とする場合)	火災耐久試験により1時間以上の耐火能力を確認することを定める。火災耐久試験により確認する隔壁の修繕、取替等は工認の変更不要。	中央制御室床下フリーアクセスフロアに敷設する互いに相違する系列の火災防護ケーブールについては、非安全系ケーブールも含めて1時間以上の耐火能力を有する分離板又は障壁で分離する設計とする。	系統分離の具体策	設備改造時に必要に応じて試験を実施する。
火災の影響評価	算出した火災荷重により、火災伝播評価を実施、系統分離設計の妥当性を確認する。	火災の影響評価結果が変更となる場合	原子炉の安全停止に関わる安全機能が確保されることを確認する評価であり、火災荷重変動や設備変更等は工認の変更不要。	当該火災区域又は火災区画の火災が隣接する火災区域又は火災区画に影響を与えるか否かを火災影響評価によって確認する。	原子力発電所の内部火災影響評価ガイドに基づく火災伝播評価、火災影響評価の条件、方法、結果	設備改造時に必要に応じて評価を実施する。 火災荷重が上限を超えないよう管理する。(火災防護計画に規定)

補足説明資料 2-1
潤滑油及び燃料油の引火点,
室内温度及び機器運転時の温度について

1. 目的

本資料は発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書 4.1(1).a 項, c 項に示す火災区域又は火災区画内に設置する油内包設備に使用している潤滑油及び燃料油は, その引火点が油内包機器を設置する室内温度や, 機器運転時の温度よりも高く, 可燃性蒸気とならないことを説明するため, 補足説明資料として添付するものである。

2. 内容

潤滑油の引火点, 室内温度及び機器運転時の温度について, 次頁以降に示す。

3. 油内包設備に使用している潤滑油及び燃料油について

火災区域又は火災区画内に設置する油内包設備に使用している潤滑油及び燃料油は、その引火点が油内包機器を設置する室内温度よりも十分高く、機器運転時の温度よりも高いため、可燃性蒸気とならないことを以下のとおり確認した。

4. 潤滑油の引火点、室内温度及び機器運転時の温度

火災区域又は火災区画内に設置する油内包機器に使用している潤滑油の引火点は約 212～270℃であり、それぞれの室内温度（空調設計上の上限値である室内設計温度：約 10～40℃）及び機器運転時の潤滑油温度（運転時の最高使用温度：約 80～83℃）に対し高いことを確認した。

表 1 に、主要な潤滑油内包機器に使用している潤滑油の引火点、室内温度及び機器運転時の温度を示す。

表 1 主要な潤滑油の引火点、室内温度及び機器運転時の温度

潤滑油品種	潤滑油内包機器	引火点 [℃]	室内温度 [℃]	機器運転時 潤滑油 最高温度 [℃]
添加タービン油 FBK タービン 46	残留熱除去系ポンプ	250	40	80
添加タービン油 FBK タービン 68		270		
添加タービン油 FBK タービン 32	原子炉補機冷却水系ポンプ	240	40	80
添加タービン油 FBK タービン 46	原子炉補機冷却海水系ポンプ	250	40	80
ディーゼル機関用油 マリン T104	非常用ディーゼル発電機	262	40	83
冷凍機油 アトモス 68N	空調用冷凍機	212	40	80

5. 燃料油の引火点及び室内温度

火災区域又は火災区画内にて使用する燃料油は、非常用ディーゼル発電機に使用する軽油である。軽油の引火点は約 45℃であり、プラント通常運転時の非常用ディーゼル発電機室の室内設計温度である 40℃に対し高いことを確認した。なお、設計温度近くまで温度上昇した際には、非常用空調の予備機が起動し、45℃を超えないよう設計されている。

補足説明資料 2-2
保温材の使用状況について

1. 目的

本資料は火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に使用する保温材が不燃性材料であることを，発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書 4.2(1). b 項，4.2(2). a 項に基づき確認した結果を示すために，補足説明資料として添付するものである。

2. 内容

火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に使用する保温材が，不燃性材料であることを確認した結果を示す。

3. 保温材の不燃性材料使用状況

火災防護上重要な機器等又は重大事故等対処施設に対する保温材は、何れも建設時より不燃性材料を使用するが、保温材を取替えていることを踏まえて、調査を実施した。

図 2-1 に保温材の不燃性確認フローを示す。

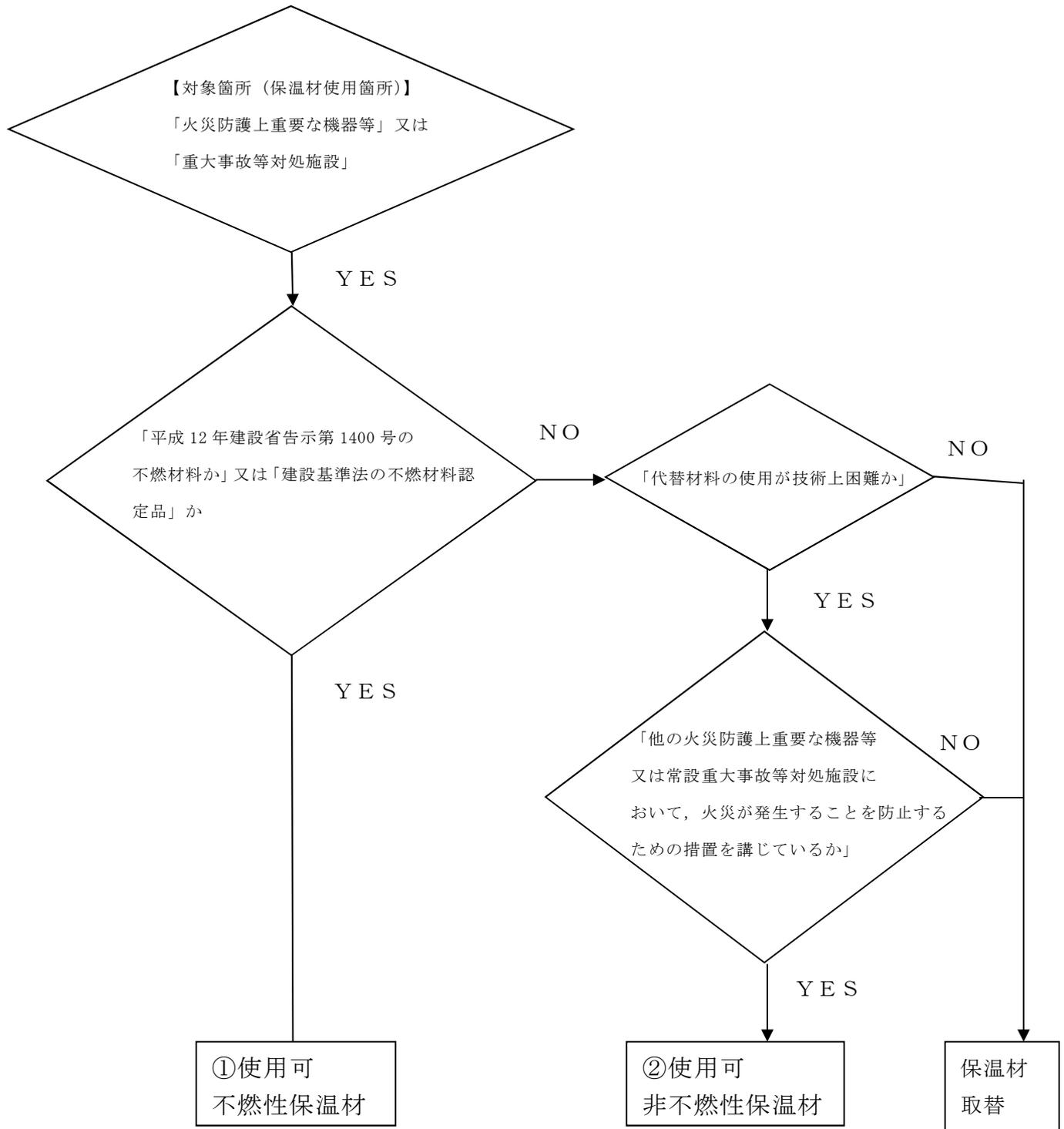


図 2-1 保温材の不燃性確認フロー

4. 保温材の調査結果

保温材の確認フローに基づき調査した結果、使用する保温材は、何れも不燃性材料又は難燃材料であることを確認した。結果を表 2-1 に示す

表 2-1 保温材の不燃性適合状況調査結果

保温材種類	使用部位				フロー結果	備考
	配管	弁, フランジ, サポート	機器類 (タンク, ポンプ等)	原子炉格納容器の機器等		
ロックウール	○	○	○		①	仕様規定*1
ケイ酸カルシウム	○	○	○	○	①	仕様規定*1
金属	○	○	○	○	①	仕様規定*1
グラスウール	○	○	○		①	仕様規定*1
パーライト	○	○	○	○	②	製品規格*2

*1 : <平成 12 年建設省告示第 1400 号 (不燃材料を定める件) >

- ・ 建築基準法 (昭和 25 年法律第 201 号) 第 2 条第九号の規定に基づき、不燃材料を次のように定める。
- ・ 建築基準法施行令 (昭和 25 年政令第 338 号) 第 108 条の 2 各号 (建築物の外部の仕上げに用いるものにあつては、同条第一号及び第二号) に掲げる要件を満たしている建築材料は、次に定めるものとする。

- 一 コンクリート
- 二 れんが
- 三 瓦
- 四 陶磁器質タイル
- 五 繊維強化セメント板
- 六 厚さが 3mm 以上のガラス繊維混入セメント板
- 七 厚さが 5mm 以上の繊維混入ケイ酸カルシウム板
- 八 鉄鋼
- 九 アルミニウム
- 十 金属板
- 十一 ガラス
- 十二 モルタル
- 十三 しっくい
- 十四 石
- 十五 厚さが 12mm 以上のせっこうボード

(ボード用原紙の厚さが 0.6mm 以下のものに限る。)

十六 ロックウール

十七 グラスウール板

*2 : 製品規格（J I S等）で要求される燃焼性等の試験において、合格品のもの

補足説明資料 2-3
建屋内装材の使用状況について

1. 目的

本資料は、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設が設置される火災区域又は火災区画の建屋内装材が不燃性材料であることを、発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書 4.2(1).c 項, 4.2(2).b 項並びに本資料の別紙 1 に示すフローに基づき確認した結果を示すために、補足説明資料として添付するものである。

2. 内容

火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設が設置される火災区域又は火災区画の建屋内装材が不燃性材料であることを確認した結果を、次頁以降に示す。

また、消防法を考慮した建屋内装材の適用範囲を別紙 2 にコーンカロリメータ試験の概要を別紙 3 に示す。

表 3-1 火災防護上重要な機器及び重大事故等対処施設の建屋内装材の不燃性判定結果

種類	材料	使用箇所			判定ルート	判定*	備考
		天井	壁	床			
塗料	エポキシ樹脂塗装	○	○	○	II	代替材料	
	フッ素樹脂塗装			○	II	代替材料	
	塩化ビニル樹脂塗装	○	○		I	不燃性材料	不燃認定
	酢ビ系エマルジョンペイント	○	○		I	不燃性材料	不燃認定
内装材	岩綿吸音板	○			I	不燃性材料	不燃認定
	ケイ酸カルシウム		○		I	不燃性材料	仕様規定
	タイルカーペット			○	I	不燃性材料	防災認定
	ビニルクロス		○		I	不燃性材料	不燃認定

注記*：建築基準法における不燃材料，準不燃材料，及び消防法における防災物品として防火性能を確認できた材料を「火災防護に係る審査基準」に適合する「不燃性材料」とする。

また，国内規定に定められる防火要求において，試験により確認できた材料を「代替材料」とする。

<平成 12 年建設省告示第 1400 号（不燃材料を定める件）>

- ・ 建築基準法（昭和 25 年法律第 201 号）第 2 条第九号の規定に基づき、不燃材料を次のように定める。
- ・ 建築基準法施行令（昭和 25 年政令第 338 号）第 108 条の 2 各号（建築物の外部の仕上げに用いるものにあつては、同条第一号及び第二号）に掲げる要件を満たしている建築材料は、次に定めるものとする。

- 一 コンクリート
- 二 れんが
- 三 瓦
- 四 陶磁器質タイル
- 五 繊維強化セメント板
- 六 厚さが 3mm 以上のガラス繊維混入セメント板
- 七 厚さが 5mm 以上の繊維混入ケイ酸カルシウム板
- 八 鉄鋼
- 九 アルミニウム
- 十 金属板
- 十一 ガラス
- 十二 モルタル
- 十三 しっくい
- 十四 石
- 十五 厚さが 12mm 以上のせっこうボード
(ボード用原紙の厚さが 0.6mm 以下のものに限る。)
- 十六 ロックウール
- 十七 グラスウール板

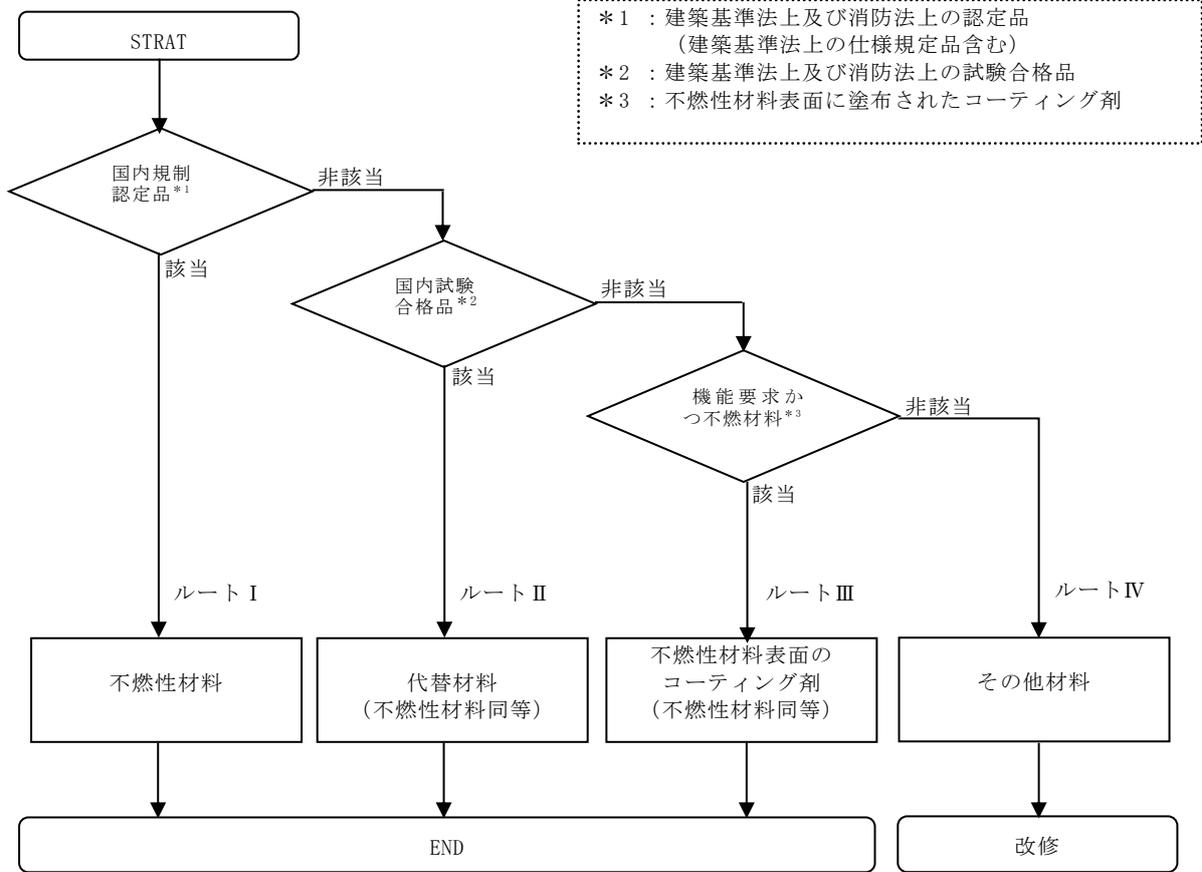


図 3-1 建屋内装材の不燃性判定フロー

建屋内装材の確認範囲について

建屋内装材について、火災防護上、不燃性材料であることの確認を行う建屋内装材の範囲を整理する。

建屋内装材の確認については、建屋内装材自体が火災時の発火源になることはないため、火災が発生した場合に、直接火災に接する可能性のある表面部分を確認することが重要と考える。

また消防法において、建屋内装材における床材等については、図 3-2 に示すとおり表面を覆うものを防火規制の対象としている。

したがって、不燃性材料であることの確認を行う建屋内装材の範囲は、内装材の表面部分とする。

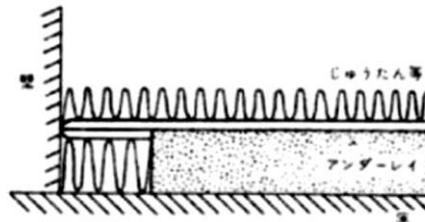
○下敷き材の取扱いについて

〔消防法、同施行令及び同施行規則に関する執務資料について〕

（昭和 54 年 6 月 22 日 消防予第 118 号）
（各都道府県消防主管部長あて 消防庁予防救急課長回答）

問 アンダーレイ（下敷き材）の取扱いはどうなるか。

答 じゆうたん等として防火規制の対象となるのは、居室等の床面の表面を覆うものであり、じゆうたん等の弾力性をよくしたり、断熱効果を高める等のためにじゆうたん等の下に敷くアンダーレイ（下敷き材）は、通常の使用状態では防火規制の対象とはならないものと解する。

**解説**

アンダーレイがじゆうたん等の一部又は一種として防火規制の対象となるかどうかについて問うたものである。アンダーレイは、通常これだけを敷くことはなく、この上にさらにじゆうたん等を敷くことになるので、防火規制の趣旨からしても通常の使用状態では防火規制の対象とする必要はないことから、防火規制の対象外としたものである。なお、上にじゆうたん等を敷かなければ、アンダーレイも、当然防火規制の対象となることはいうまでもない。

図 3-2 消防法、同施行令及び同施行規則に関する執務資料について

（昭和 54 年 6 月 22 日 消防予第 118 号各都道府県消防主管部長あて
消防庁予防救急課長回答）

（例解 消防設備質疑応答集（新日本法規出版）に加筆）

建屋内装材のコーンカロリメータ試験の概要について

建屋内装材が、建築基準法に基づき設定を受けた不燃材料又は建築基準法施行令に基づき認定を受けた準不燃材料と同等であることを、コーンカロリメータ試験により確認する。このコーンカロリメータ試験は、建築基準法に基づき、国土交通大臣の認可を受けた指定性能評価機関が、不燃材料及び準不燃材料等を評価するものとして定めた「防耐火性能試験・評価業務方針書」により、不燃性能を確認する方法として規定されているものである。

コーンカロリメータ試験の概要を以下に示す。

1. 試験条件

- (1) 試験体数は n=3 とする。
- (2) 試験体の基材は、現地施工方法と同等とする。
- (3) コーンカロリメータ (50kW/m²) により試験体を上部から加熱し、ガスサンプリング装置で回収した酸素、一酸化炭素及び二酸化炭素をガス分析装置に取込み、判定基準となる総発熱量及び最高発熱速度を測定する。
- (4) 試験中の排気流量を、規定流量に維持するために、流量測定器にて排気流量を測定する。
- (5) 試験中の材料の発火を促すためにスパーク点火器を投入する。

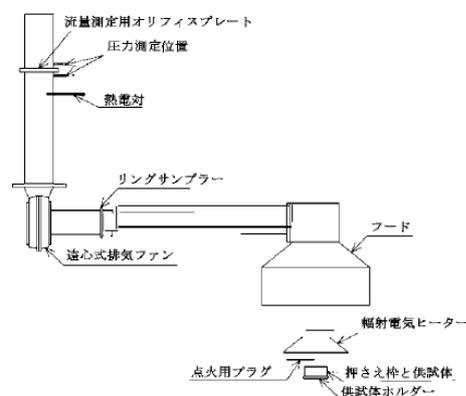


図 3-3 試験装置の概要

2. 判定基準

判定基準を表 3-3 に示す。

3つの試験体のうち最も厳しい結果となった試験体において、判定基準を 20 分間満足するものを不燃材料、10 分間満足するものを準不燃材料と判定する。

表 3-3 判定基準

判定基準	総発熱量が 8MJ/m ² 以下であること。
	最高発熱速度が、10 秒以上継続して 200kW/m ² を超えないこと。
	防火上有害な裏面まで貫通する亀裂及び穴がないこと。

補足説明資料 2-4
難燃ケーブルの使用について

1. 目的

柏崎刈羽原子力発電所7号機における火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に使用するケーブルが難燃ケーブルであることを以下に示す。

2. 使用ケーブルの難燃性について

柏崎刈羽原子力発電所7号機における安全機能を有するケーブルについては、以下のとおり、難燃性の確認試験に合格するものを使用する設計とする。

自己消火性の実証試験として、UL垂直燃焼試験結果を表1に示す。試験用ケーブルの入手が不可能であり、UL垂直燃焼試験を実施することができない「ノンハロゲン難燃EPゴム絶縁ノンハロゲン難燃架橋ポリエチレンシースケーブル」については、添付1に示すとおり、ICEA垂直燃焼試験結果(表2)及び他種ケーブルのUL垂直燃焼試験結果を踏まえ、十分な保安水準を確保しているものとする。

延焼性の実証試験として、IEEE Std 383-1974 垂直トレイ燃焼試験又はこれを基礎とした「電気学会技術報告(Ⅱ部)第139号 原子力発電所用電線・ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案」の垂直トレイ燃焼試験の結果を表3に示す。ケーブルの損傷距離の判定方法については、添付2に示す。一部の同軸ケーブルは実証試験に不合格であるが、添付3に示すとおり、ケーブルを敷設する電線管の端部をコーキング材でシール処理し、窒息効果を持たせた延焼防止対策を行うことにより、十分な保安水準を確保しているものとする。

また、米国原子力規制委員会が定めるRegulatory Guide 1.189では、新設発電用原子炉施設の光ファイバケーブルについてIEEE Std 1202-1991 垂直トレイ燃焼試験に適合することを求めている。これに準じて、柏崎刈羽原子力発電所7号機で使用する光ファイバケーブルがIEEE Std 1202-1991 垂直トレイ燃焼試験に基づく燃焼試験に適合することを表4に示すとおり確認している。

なお、IEEE Std 383-1974 垂直トレイ燃焼試験における残炎時間の取扱いについては、添付4に示す。

表 1 自己消火性の実証試験結果 (1/2)

・火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に使用するケーブル

区分	No.	絶縁体	シース	UL 垂直燃焼試験				試験日
				最大 残炎 時間 (秒)	表示 旗の 損傷 (%)	綿の 損傷	合否	
高圧 ケーブル	1	架橋 ポリエチレン	難燃ビニル	1	0	無	合格	2013. 8. 30
	2	架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	0	0	無	合格	2013. 6. 26
	3	EP ゴム	難燃クロロ プレングム	1	0	無	合格	2013. 8. 30
低圧 ケーブル	4	難燃架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	1	0	無	合格	2013. 7. 18
	5	難燃架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	1	0	無	合格	2013. 8. 30
	6	難燃 EP ゴム	難燃クロロ プレングム	0	0	無	合格	2013. 6. 26
	8	シリコンゴム	ガラス編組	0	0	無	合格	2013. 8. 30
	9	ETFE*1	難燃特殊 耐熱ビニル	3	0	無	合格	2014. 5. 23
	10	ETFE*1	難燃クロロ プレングム	1	0	無	合格	2014. 6. 26
同軸 ケーブル	11	耐放射線性架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	1	0	無	合格	2013. 7. 18
	12	耐放射線性架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	2	0	無	合格	2013. 9. 20
	13	耐放射線性架橋 発泡ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	1	0	無	合格	2013. 9. 20
	14	耐放射線性架橋 発泡ポリエチレン	ノンハロゲン難燃 架橋ポリエチレン	0	0	無	合格	2013. 7. 18
	15	架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	4	0	無	合格	2013. 6. 20
	16	架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	0	0	無	合格	2013. 6. 26
光ファイバ ケーブル	17	FRP*2	難燃ビニル	0	0	無	合格	2014. 5. 23
	18	難燃 FRP*2	難燃特殊 耐熱ビニル	1	0	無	合格	2014. 1. 20

*1 四フッ化エチレン・エチレン共重合樹脂

*2 光ファイバケーブルには絶縁体がないため、中央支持材を記載

表1 自己消火性の実証試験結果 (2/2)

・重大事故等対処施設に使用するケーブル

区分	No.	絶縁体	シース	UL 垂直燃焼試験				試験日
				最大残炎時間(秒)	表示旗の損傷(%)	綿の損傷	合否	
低圧ケーブル	19	架橋 ポリエチレン	難燃ビニル	1	0	無	合格	2014. 6. 26
	20	ビニル	難燃ビニル	1	0	無	合格	2014. 6. 26
	21	難燃ビニル	難燃特殊耐熱ビニル	5	0	無	合格	2014. 11. 5
同軸ケーブル	22	高発泡 ポリエチレン	難燃ビニル	1	0	無	合格	2014. 10. 27
	23	発泡 ポリエチレン	難燃ビニル	0	0	無	合格	2014. 10. 27
ツイストペアケーブル	24	ポリエチレン	ノンハロゲン難燃 ポリエチレン	1	0	無	合格	2014. 2. 26
	25	ポリエチレン	難燃特殊耐熱ビニル	1	0	無	合格	2015. 11. 13
	26	ポリエチレン	ポリオレフィン	4	0	無	合格	2016. 6. 3

表2 自己消火性の実証試験結果

・ノンハロゲン難燃 EP ゴム絶縁ノンハロゲン難燃架橋ポリエチレンシースケーブル

区分	No.	絶縁体	シース	ICEA 垂直燃焼試験			試験日
				最大残炎時間(秒)	表示旗の損傷(%)	合否	
低圧ケーブル	7	ノンハロゲン 難燃 EP ゴム	ノンハロゲン難燃 架橋ポリエチレン	0	0	合格	1994. 6. 10

表3 延焼性の実証試験結果 (1/2)

・火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に使用するケーブル

区分	No.	絶縁体	シース	耐延焼性試験			試験日
				シース 損傷距離 (mm)	(参考) 残炎時間 (秒)	可否*3	
高圧 ケーブル	1	架橋 ポリエチレン	難燃ビニル	1,150	465	合格	1999. 9. 23
	2	架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	650	265	合格	1979. 2. 20
	3	EP ゴム	難燃クロロ プレンゴム	740	1,055	合格	1982. 7. 6
低圧 ケーブル	4	難燃架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	1,120	0	合格	1984. 9. 19
	5	難燃架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	810	0	合格	1982. 5. 24
	6	難燃 EP ゴム	難燃クロロ プレンゴム	850	0	合格	1979. 3. 16
	7	ノンハロゲン 難燃 EP ゴム	ノンハロゲン難燃 架橋ポリエチレン	570	0	合格	1994. 6. 16
	8	シリコンゴム	ガラス編組	300	0	合格	1982. 4. 22
	9	ETFE*2	難燃特殊 耐熱ビニル	330	0	合格	1982. 4. 28
	10	ETFE*2	難燃クロロ プレンゴム	440	0	合格	1982. 5. 12
同軸 ケーブル*1	11	耐放射線性架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	1,800mm 以上	—	不合格*1	2013. 9. 20
	12	耐放射線性架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	1,800mm 以上	—	不合格*1	2013. 9. 20
	13	耐放射線性架橋 発泡ポリエチレ ン	難燃架橋 ポリエチレン	1,800mm 以上	—	不合格*1	2013. 9. 20
	14	耐放射線性架橋 発泡ポリエチレ ン	ノンハロゲン難燃 架橋ポリエチレン	1,300	120	合格	2013. 9. 20
	15	架橋 ポリエチレン	難燃架橋 ポリエチレン	1,070	0	合格	2014. 7. 9
	16	架橋 ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	1,730	0	合格	2014. 7. 15

*1 同軸ケーブルは、扱う信号（微弱パルス又は微弱電流）の特性上、ノイズ等の軽減を目的とした不燃性（金属）の電線管に敷設している。これらのうち、IEEE Std 383-1974 垂直トレイ燃焼試験に合格していないケーブルについては、電線管両端を耐火性のコーキング材で埋めることで、延焼防止を図っている。

*2 四フッ化エチレン・エチレン共重合樹脂

*3 電気学会技術報告（Ⅱ部）第139号では、「3回の試験のいずれにおいても、ケーブルはバーナー消火後自己消火し、かつケーブルのシースおよび絶縁体の最大損傷長が1,800mm未満である場合には、そのケーブルは合格とする。」としている。

表 3 延焼性の実証試験結果 (2/2)

・重大事故等対処施設に使用するケーブル

区分	No.	絶縁体	シース	耐延焼性試験			試験日
				シース 損傷距離 (mm)	(参考) 残炎時間 (秒)	合格 ^{*1}	
低圧 ケーブル	19	架橋 ポリエチレン	難燃ビニル	1400	1065	合格	1997. 2. 22
	20	ビニル	難燃ビニル	950	0	合格	1997. 3. 7
	21	難燃ビニル	難燃特殊 耐熱ビニル	750	0	合格	1986. 3. 27
同軸 ケーブル	22	高発泡 ポリエチレン	難燃ビニル	580	21	合格	2014. 10. 27
	23	発泡 ポリエチレン	難燃ビニル	740	59	合格	2014. 10. 27
ツイストペ アケーブル	24	ポリエチレン	ノンハロゲン難燃 ポリエチレン	1,430	0	合格	2012. 2. 23
	25	ポリエチレン	難燃特殊 耐熱ビニル	900	19	合格	2015. 11. 13
	26	ポリエチレン	ポリオレフィン	1000	0	合格	2015. 12. 3

*1 電気学会技術報告（Ⅱ部）第139号では、「3回の試験のいずれにおいても、ケーブルはバーナー消火後自己消火し、かつケーブルのシースおよび絶縁体の最大損傷長が1,800mm未満である場合には、そのケーブルは合格とする。」としている。

表 4 延焼性の実証試験結果

・新設発電用原子炉施設の光ファイバケーブル

区分	No.	絶縁体	シース	耐延焼性試験			試験日
				シース 損傷距離 (mm)	(参考) 残炎時間 (秒)	合格 ^{*2}	
光ファイバ ケーブル	17	FRP ^{*1}	難燃ビニル	1,130	0	合格	2011. 1. 18
	18	難燃 FRP ^{*1}	難燃特殊 耐熱ビニル	1,130	0	合格	2011. 2. 11

*1 光ファイバケーブルには絶縁体がないため、中央支持材を記載

*2 電気学会技術報告（Ⅱ部）第139号では、「3回の試験のいずれにおいても、ケーブルはバーナー消火後自己消火し、かつケーブルのシースおよび絶縁体の最大損傷長が1,800mm未満である場合には、そのケーブルは合格とする。」としている。

製造中止ケーブルの自己消火性の評価について

1. はじめに

柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に使用するケーブルのうち、表 2 に示した No. 7 低圧ケーブルは、建設時の型式試験において、IEEE Std 383-1974 垂直トレイ燃焼試験を実施し合格していることから耐延焼性を有している。

また、建設時の型式試験として、ICEA 垂直燃焼試験、1992 を実施し、自己消火性を確認している。

火災防護に係る審査基準では、ケーブルの難燃性として、「火災により着火し難く、著しい燃焼をせず、また、加熱源を除去した場合はその燃焼部が広がらない性質」を有していることが、延焼性及び自己消火性の実証試験により示されていることが要求されており、自己消火性の実証試験として、UL 垂直燃焼試験が示されている。

UL 垂直燃焼試験を実施していないケーブルについては、火災防護に係る審査基準に適合していることを実証するために、UL 垂直燃焼試験を実施し、試験に合格することをもって、自己消火性を有していることを証明することが望ましいが、上記 No. 7 低圧ケーブルは製造中止品であることから、ケーブル調達及び UL 垂直燃焼試験を実施することができない。

このため、No. 7 低圧ケーブルについては、建設時に実施した ICEA 垂直燃焼試験の結果、並びに No. 7 低圧ケーブルと同じケーブルシースを有している他のケーブルの UL 垂直燃焼試験の結果を評価することで、火災防護に係る審査基準で要求されている難燃ケーブルと同等の自己消火性を有していることを、以下に示す。

2. ICEA 垂直燃焼試験と UL 垂直燃焼試験の比較

表 2 に示したとおり No. 7 低圧ケーブルは、ICEA 垂直燃焼試験を実施し合格している。ICEA 垂直燃焼試験と UL 垂直燃焼試験は、ともにケーブルの自己消火性を試験するものであり、試験内容、燃焼源、バーナ熱量等同等の試験を実施している。

しかし、試験体及び判定基準として下記に示す相違点がある。

- (a) ICEA 垂直燃焼試験はケーブルシースを取り除き、絶縁体がむき出しの状態を実施している。
- (b) ICEA 垂直燃焼試験は UL 垂直燃焼試験で判定基準とされている綿の燃焼を規定していない。

上記相違点(a)は、ケーブルのシースを取り除き、直接絶縁体をバーナの炎をあてることから、絶縁体のみで自己消火性を確保しなければいけないため、シースにバーナの炎をあて、シースと絶縁体で自己消火性を確保できる UL 垂直燃焼試験に比べ、より厳しい試験

条件（保守的）であると言える。

3. No.7 低圧ケーブルと同じケーブルシースである No.14 同軸ケーブルの仕様と U L 垂直燃焼試験結果の評価

図 1 に同軸ケーブルと低圧ケーブルの構造を示す。また、表 5 に No.7 低圧ケーブルと同じケーブルシースである No.14 同軸ケーブルの仕様を示す。

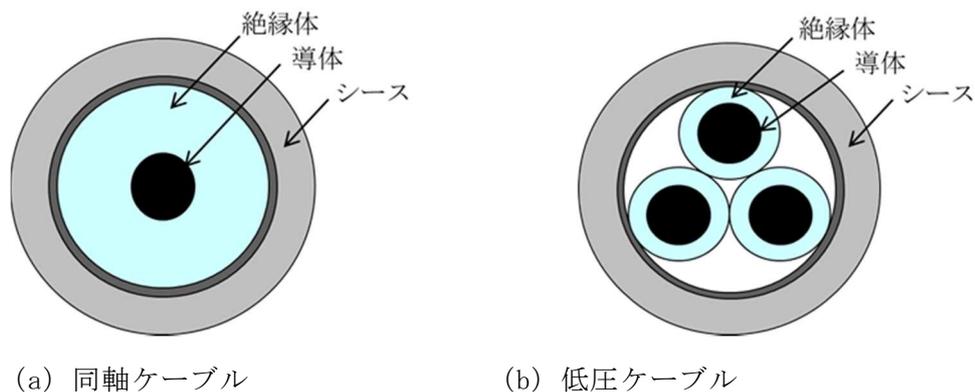


図 1 同軸ケーブルと低圧ケーブルの構造

表 5 ケーブルシースの仕様比較

	No.14 同軸ケーブル	No.7 低圧ケーブル	評価
シース材料	ノンハロゲン難燃架橋ポリエチレン	ノンハロゲン難燃架橋ポリエチレン	同等
シース厚さ [mm]	1.02	1.5	保守的

図 1 より、同軸ケーブルと低圧ケーブルは、双方とも導体と絶縁体をノンハロゲン難燃架橋ポリエチレンのシースで保護している。このため、同軸ケーブルと低圧ケーブルの U L 垂直燃焼試験では、接炎による損傷がシースに留まり絶縁体が損傷していなければ、同軸ケーブルと低圧ケーブルの構造の違いが試験結果に影響することはない。また表 5 より、No.14 同軸ケーブルは No.7 低圧ケーブルよりもシースが薄い仕様であることから、No.7 低圧ケーブルに比べ、より厳しい試験条件（保守的）であると言える。

以上を踏まえ、No.14 同軸ケーブルの U L 垂直燃焼試験結果について、下記の項目について確認を実施し、No.7 低圧ケーブルの U L 垂直燃焼試験への適合性を評価する。

- (a) 接炎による損傷がシースに留まり絶縁体が損傷していないか。
- (b) 落下物によって下に設置した綿が燃焼していないか。

4. No. 14 同軸ケーブルのUL垂直試験の確認結果

【確認結果】

(a)接炎による損傷がシースに留まり絶縁体が損傷していないか。

No. 14 同軸ケーブルのUL垂直燃焼試験後の状態を確認した結果、接炎による損傷はシースの表面のみであり、絶縁体が損傷していないことを確認した（図2）。

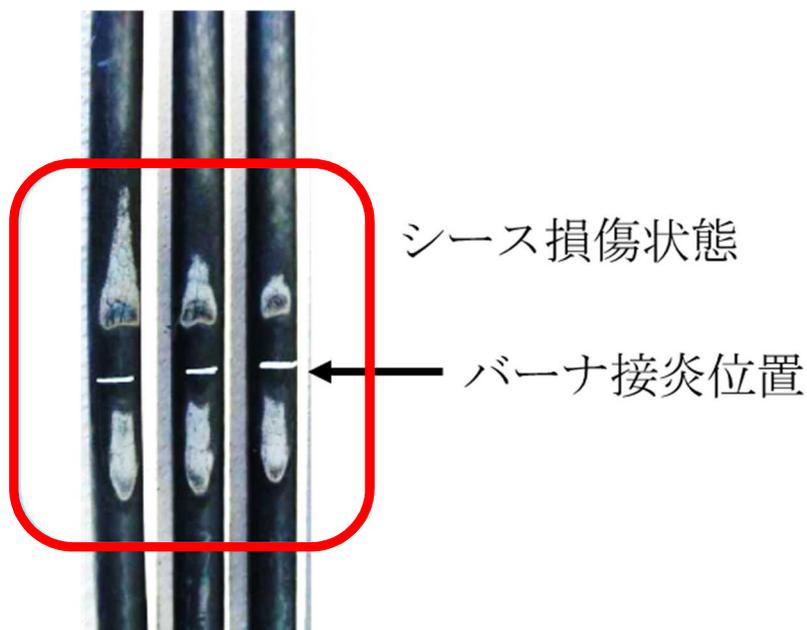


図2 No. 14 同軸ケーブルのUL垂直燃焼試験後の状態

(b)落下物によって下に設置した綿が燃焼していないか。

表1に示したとおり、No. 14 同軸ケーブルのUL垂直燃焼試験結果において、下に設置した綿が燃焼していないことを確認した。

以上より、No. 14 同軸ケーブルのUL垂直燃焼試験では、バーナの炎による燃焼はシースのみで留まり絶縁体に損傷を及ぼしていないこと、UL垂直燃焼試験の判定基準である落下物による下に設置した綿が燃焼していないこと、No. 7 低圧ケーブルのシース厚さはUL垂直燃焼試験に合格したNo. 14 同軸ケーブルより厚いこと、No. 7 低圧ケーブルはUL垂直燃焼試験より厳しい条件であるICEA垂直燃焼試験に合格していること、を総合的に評価し、No. 7 低圧ケーブルはUL垂直燃焼試験と同等の自己消火性を有していると判断できる。

柏崎刈羽原子力発電所 7号機におけるケーブルの損傷距離の判定方法について

垂直トレイ燃焼試験では、下図の損傷の境界を確認し、シースの最大損傷距離を測定する。

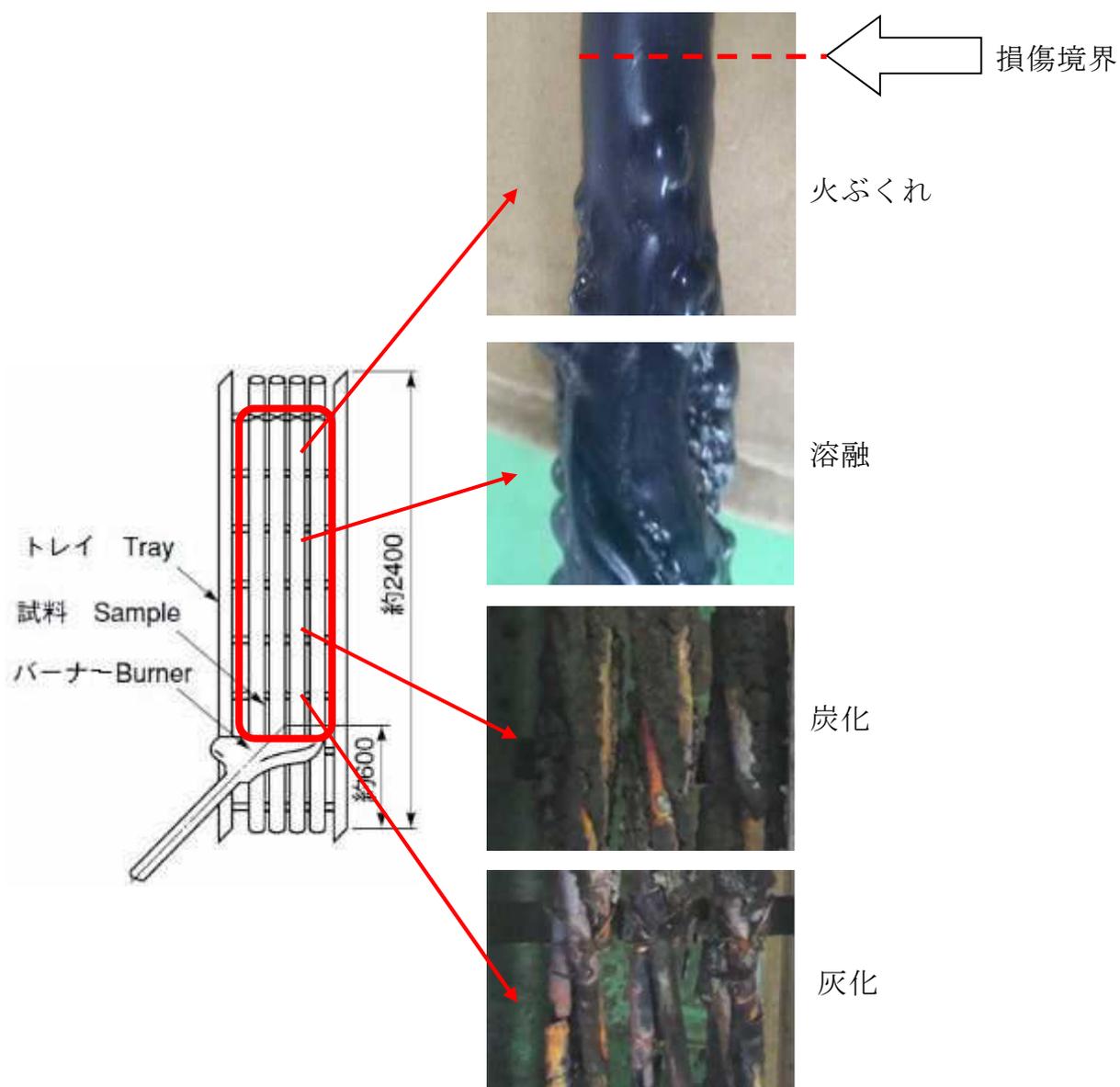


図 3 垂直トレイ燃焼試験のケーブル損傷について

一部の同軸ケーブルの延焼防止性について

1. はじめに

火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に使用している核計装ケーブルや放射線モニタケーブルは、微弱電流・微弱パルスを扱うことから、耐ノイズ性を確保するために不燃性（金属）の電線管に敷設する設計とするとともに、絶縁体に誘電率の低い架橋ポリエチレンを有する同軸ケーブルを使用している。このうちの一部のケーブルについては、自己消火性を確認するUL垂直燃焼試験は満足するが、耐延焼性を確認するIEEES t d 383-1974 垂直トレイ燃焼試験の判定基準を満足しない。

このため、IEEES t d 383-1974 垂直トレイ燃焼試験を満足しない同軸ケーブルについては、他のケーブルからの火災による延焼や他のケーブルへの延焼が発生しないよう、電線管の両端を耐火性のコーキング材（CP-25WB+）で埋めていることで、酸素不足による燃焼継続防止を図る。（図4）

本資料では、コーキング材（CP-25WB+）の火災防護上の有効性についても示す。

2. 電線管敷設による火災発生防止対策

2.1. 酸素不足による燃焼継続の防止

火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に使用している核計装ケーブルや放射線モニタケーブルは、耐ノイズ性を確保するため、ケーブルを電線管内に敷設している。電線管内に敷設することにより、IEEES t d 383-1974 垂直トレイ燃焼試験の判定基準を満足しないケーブルが電線管内で火災になったとしても、電線管の両端を耐火性コーキング材で密閉することにより、外気から容易に酸素ガスの供給できない閉塞した状態となり、電線管内の酸素ガスのみでは燃焼が維持できず、ケーブルの延焼は継続できない。

ここで、IEEES t d 383-1974 垂直トレイ燃焼試験の判定基準を満足していないケーブル1mあたりを完全燃焼させるために必要な空気量は約0.13m³であり、この0.13m³が存在する電線管長さが約14mである（別紙1）ことを考慮すると、最大長さが約50mである電線管は、約3.6mだけ燃焼した後は酸素不足となり、延焼継続は起こらないと判断される。

また、プルボックス内の火災についても、プルボックスの材料が鋼製であり、さらに、耐火性のコーキング材（CP-25WB+）により電線管への延焼防止が図られていることから、ケーブルの延焼はプルボックス内から拡大しないと判断する。

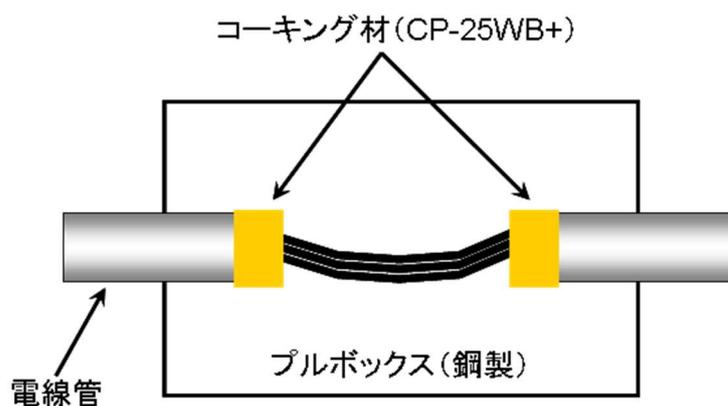


図4 プルボックスの火災発生防止処理（例）

2.2. コーキング材（CP-25WB+）について

コーキング材（CP-25WB+）は、火災区域を貫通する電線管のシール材として火災耐久試験を実施し、3時間耐火性能が確認されたものである。

コーキング材（CP-25WB+）は、常温では硬化しにくく、亀裂等を起こさず、長時間にわたり適度な柔らかさを維持し、以下の特徴を有するものである。

(1) 主成分

酢酸ビニル系樹脂，ほう酸亜鉛，ケイ酸ナトリウム ほか

(2) シール性

コーキング材（CP-25WB+）は、常温で硬化しにくく、長時間にわたり適度な柔らかさが確保される性質であり、また、火災の影響を受けると加熱発泡により膨張すること（120℃より膨張開始し、185℃までに体積が2～4倍）、また、図5に示すとおり隙間なく施工することから、シール性を有している。

なお、電線管内において火災が発生した場合には、電線管内の温度が上昇するため、電線管内の圧力が電線管外より高くなり、電線管外から燃焼が継続できる酸素ガスの流入はないと考えられる。

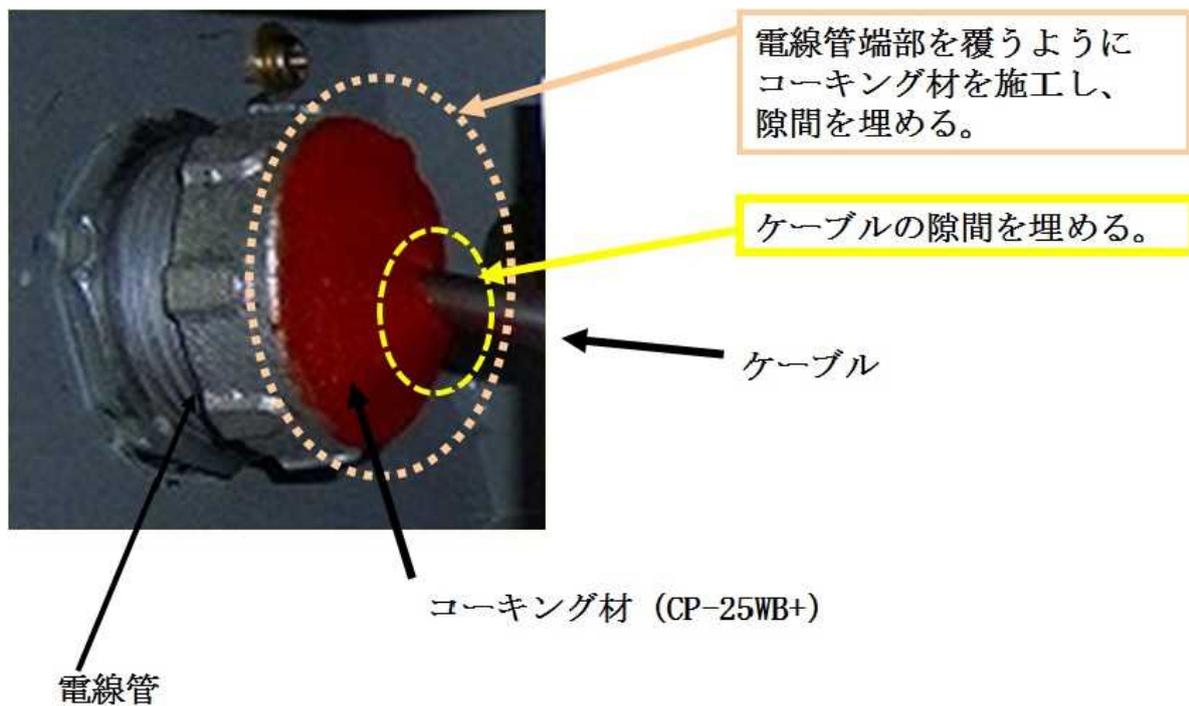


図5 コーキング材 (CP-25WB+) の施工方法

(3) 保全

コーキング材 (CP-25WB+) の保全については、コーキング材の耐久性が製品メーカーにおける熱加速試験に基づき、常温 40℃の環境下において約 28 年以上の耐久性を有することが確認されている (別紙 2) こと、及びコーキング材 (CP-25WB+) の特性を踏まえ、設備の点検計画を定めている保全計画に定める。

同軸ケーブル燃焼に必要な空気量について

1. 同軸ケーブル燃焼評価について

同軸ケーブル燃焼評価の例としては、最も保守的な条件についてのみ掲載することとし、ほかの条件の計算結果については表 6 の同軸ケーブル燃焼評価結果に示す。

密閉された電線管内に敷設された同軸ケーブルが燃焼する場合、最もケーブルが長く燃焼する条件としては、燃焼に必要な空気量が最も多く存在し、かつ単位長さあたりの燃焼に必要な空気量が最も少ない組み合わせである。以下、この組み合わせの燃焼評価を示す。

2. 同軸ケーブルにおけるポリエチレン

同軸ケーブルの材料のうち燃焼するものはポリエチレンである。また、単位長さの燃焼に消費する空気量が最も少ないものは、燃焼するポリエチレンの量が最も少ない同軸ケーブルとなる。

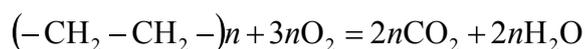
表 6 のケーブル No. 11, 12, 13 の線種で最もポリエチレンの量が少ないケーブルは No. 12 であり、その含有量は 1m 当たり 9.63g である。

絶縁体：(架橋) ポリエチレン 9.63g/m

シース：(架橋) ポリエチレン 0.00g/m

3. 燃焼に必要な空気量

ポリエチレンの燃焼を示す以下の式より、エチレン 1mol の燃焼には $3n$ mol の酸素ガスが必要である。(分子量：エチレン； $28n$ (n は重合数))、酸素ガス；32)



ポリエチレン 1g ($1/28n$ mol) に必要な酸素ガス ($3n/28n$ mol) を含む空気の体積は、標準状態 (0°C , 1気圧) での 1mol の体積を 0.0224m^3 とすると、常温状態 (40°C , 1気圧) での体積は 0.0257m^3 となる。

$$\frac{(273+40)}{(273+0)} \times 0.0224 = 0.0257 \left[\text{m}^3 \right]$$

1molの体積 $0.0257\text{m}^3/\text{mol}$ から算出すると、以下より 0.0028m^3 である。

$$\frac{1}{28n} [\text{mol}] \times 3n \times 0.0257 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{mol}} \right] = 0.0028 [\text{m}^3]$$

空気中の酸素濃度を 21%とすると、ポリエチレン1gに必要な空気量は、以下より 0.0133m³となる。

$$0.0028[\text{m}^3] \times \frac{100}{21} = 0.0133[\text{m}^3]$$

同軸ケーブル1m 当たりのポリエチレンの重量は、9.63g であることから、同軸ケーブル1mの燃焼に必要な空気の体積は、以下より約0.13m³となる。

$$0.0133 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{g}} \right] \times 9.63[\text{g}] = 0.1281[\text{m}^3]$$

4. 0.13m³の空気量を保有する電線管長さ

同軸ケーブルを敷設している電線管で最も空気量を保有している電線管は、厚網電線管G104（内径106.4mm）である。

内径106.4mmの電線管において、0.13m³の空気を保有する電線管長さは、以下より約14mとなる。

$$l = \frac{\text{空気量}[\text{m}^3]}{\text{断面積}[\text{m}^2]} = \frac{0.13[\text{m}^3]}{\frac{(106.4 \times 10^{-3})^2 \times \pi}{4} [\text{m}^2]} = 14.62[\text{m}]$$

表6 同軸ケーブル燃焼評価結果

線種 No.	絶縁体		シース		ポリエチレン全量 (g/m)	1m燃焼に必要な空気量 (m ³)	1m燃焼に必要な酸素を内包する電線管長さ(m)			電線管内で燃焼する同軸ケーブル距離(m)		
	材料	ポリエチレン含有量 (g/m)	材料	ポリエチレン含有量 (g/m)			電線管サイズ			電線管サイズ		
							φ22	φ54	φ106	φ22	φ54	φ106
11	耐放射線性架橋ポリエチレン	9.63	難燃架橋ポリエチレン	16.68	26.31	0.35	929.16	152.82	38.26	0.05	0.33	1.27
12	耐放射線性架橋ポリエチレン	9.63	難燃特殊耐熱ビニル	0.00	9.63	0.13	345.12	56.76	14.62	0.14	0.88	3.42
13	耐放射線性架橋発泡ポリエチレン	21.37	難燃架橋ポリエチレン (第1シース)	14.08	63.87	0.85	2256.53	371.14	95.60	0.02	0.13	0.52
			難燃架橋ポリエチレン (第2シース)	28.42								

コーキング材 (CP-25WB+) の耐久性について

1. はじめに

コーキング材 (CP-25WB+) は、火炎に接すると炭化発泡してケーブルの焼細り空間を塞ぐ効果に加え発泡層の断熱効果、酸素遮断効果により耐火性能を発揮するものであるが、長期間高温にさらされると劣化する。

コーキング材 (CP-25WB+) の劣化が進むと、発泡効果が低下し酸素遮断効果が低下するため、電線管の密閉性が低下し酸素不足による延焼防止効果が期待出来なくなる。

このため、熱加速劣化させた供試体を複数製作し、コーキング材 (CP-25WB+) の発泡効果に着目した耐久性を確認した。

2. 試験概要

- ・ 供試体を 90℃に加熱した電気炉に入れ、促進劣化させる。所定時間経過後、電気炉から供試体を取り出し膨張倍率の測定を行う。
- ・ 膨張倍率試験は、供試体を 350℃に加熱した電気炉に入れ、15 分加熱し供試体を膨張させる。
- ・ 試験後、電気炉から供試体を取り出し、膨張試験前後の体積の比から膨張倍率を求める。

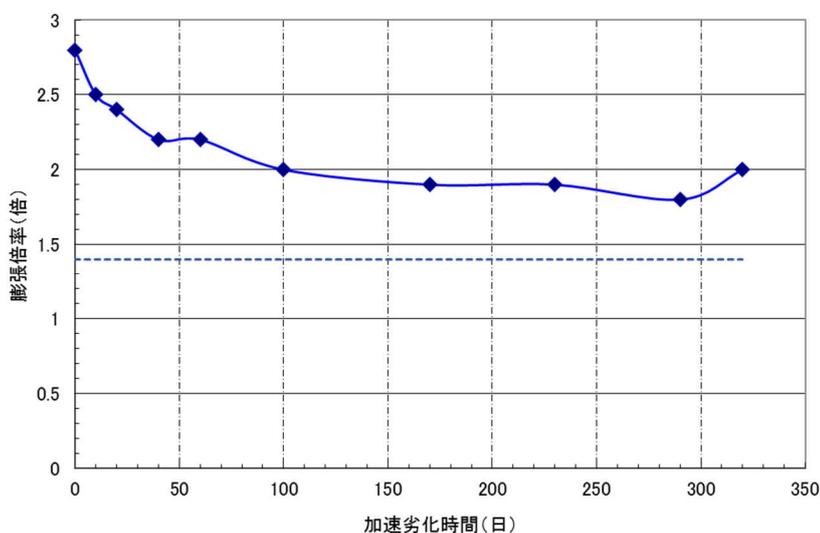


図 6 膨張倍率に着目した加速劣化試験の結果

上記試験より、320 日間 90℃雰囲気下での暴露後の膨張倍率が 2 倍となることから (図 6)、防火性能は維持しているものと考え。この結果から化学製品の経験則である 10℃2 倍則 (10℃上がれば 2 倍反応が早くなる) に従うとすれば、90℃で 320 日間持つのであるから、常温 40℃では $320 \text{ 日} \times 2^5 = 10240 \text{ 日} \approx 28.05 \text{ 年}$ となり、コーキング材 (CP-2WB+) の寿命は、約 28 年以上との結果を得た。

補足説明資料 2-5
水素の蓄積防止について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 4.1(5)b. 項に示す放射線分解により発生する水素の蓄積防止対策が、経済産業省指示文書「中部電力㈱浜岡原子力発電所第1号機の余熱除去系配管破断に関する再発防止対策について（平成14年5月）」及び社団法人火力原子力発電技術協会「BWR配管における混合ガス（水素・酸素）蓄積防止に関するガイドライン（平成17年10月）」に基づき対策を実施したことについて、補足説明資料として添付するものである。

2. 内容

経済産業省指示文書「中部電力㈱浜岡原子力発電所第1号機の余熱除去系配管破断に関する再発防止対策について（平成14年5月）」を受けた対策後の報告について、次頁以降に示す。

3. 水素ガスの蓄積防止について

放射線分解により水素ガスが発生する火災区域又は火災区画における、水素ガスの蓄積防止対策としては、社団法人火力原子力発電技術協会「BWR 配管における混合ガス（水素・酸素）蓄積防止に関するガイドライン（平成 17 年 10 月）」等に基づき、表 1 のとおり実施する。蓄積防止対策の対象箇所については、ガイドラインに基づき図 2 のフローに従い選定したものである。なお、ガイドライン制定以前に経済産業省指示文書「中部電力(株)浜岡原子力発電所第 1 号機の余熱除去系配管破断に関する再発防止対策について（平成 14 年 5 月）」を受け、水素ガスの蓄積のおそれがある箇所に対して対策を実施している。（別紙 1）ガイドライン制定以降、これらの対策箇所はフロー上 STEP1 の水素ガス滞留のおそれがない場所となり、追加の対策が必要な箇所についてはガイドラインに基づき抽出・対策を実施している。

蓄電池により発生する水素ガスの蓄積防止対策としては、蓄電池を設置する火災区域又は火災区画は、火災防護に関する説明書 4.1. (1) b. (d) 4. 項に示すように、機械換気を行うことによって水素ガス濃度が燃焼限界濃度以下となるように設計する。

以上より、放射線分解等により原子炉の安全性を損なうおそれがある場合は水素ガスの蓄積防止対策を実施していることから、火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。

表 1 放射線分解による水素ガス蓄積防止対策の実施状況

対策箇所	対策内容	対策実施根拠	実施状況
蒸化器入口配管	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温度評価 ・ ベント配管の設置 	経済産業省指示文書 「中部電力(株)浜岡原子力発電所第1号機の余熱除去系配管破断に関する再発防止対策について」 (平成 14 年 5 月)	実施済 (別紙 2)
原子炉圧力容器ヘッドスプレイ配管	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原子炉圧力容器ヘッドスプレイ配管にベント配管を追設 	(社) 火力原子力発電技術協会 「BWR 配管における混合ガス (水素・酸素) 蓄積防止に関するガイドライン」 (平成 17 年 10 月)	実施済 (別紙 3)



図 1 ベント配管の設置例

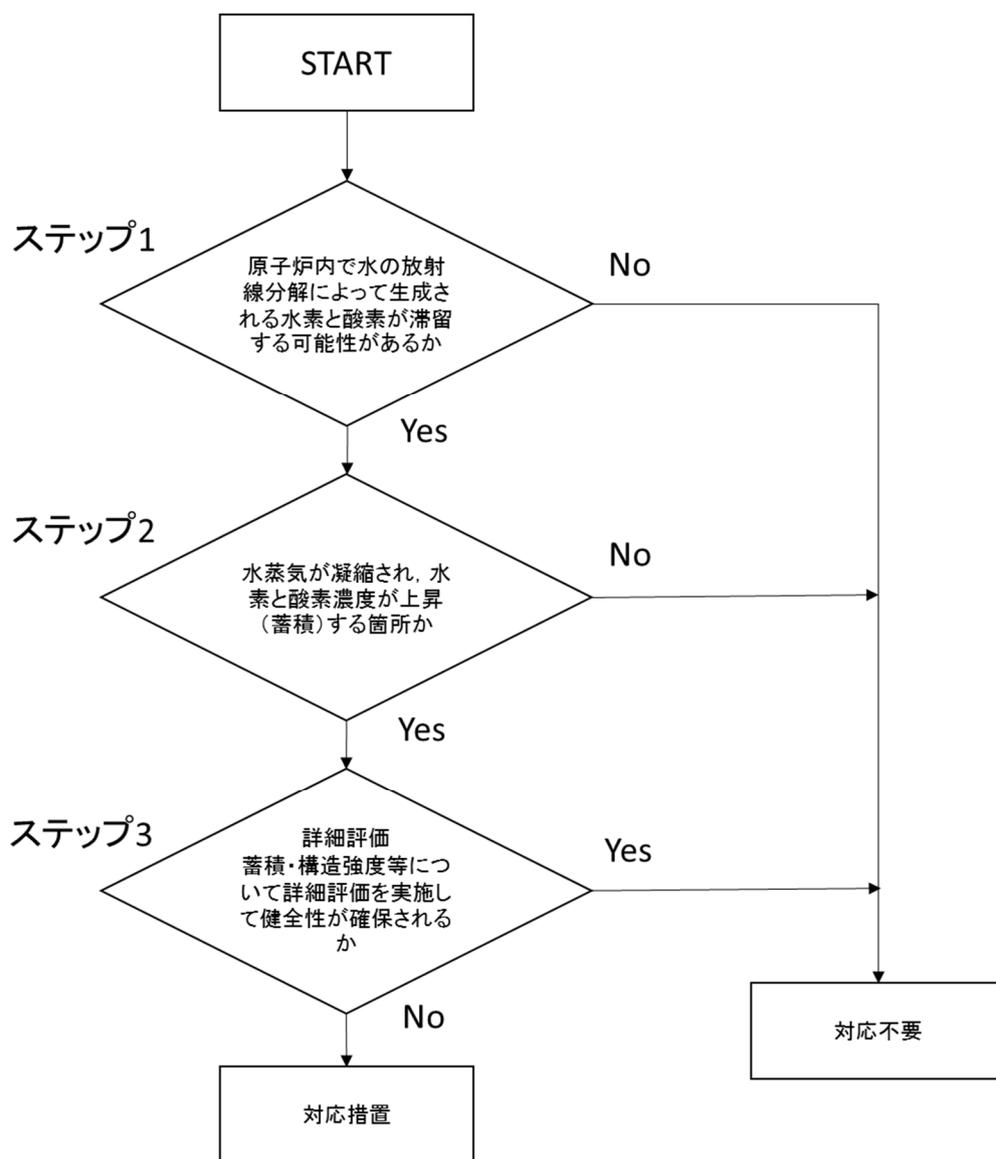


図2 水素ガス対策の対象選定フロー

中部電力㈱浜岡原子力発電所1号機の余熱除去系配管破断に関する
類似箇所の抽出結果について



平成13年12月13日
東京電力株式会社

中部電力㈱浜岡原子力発電所1号機の余熱除去系配管破断の原因については、現在調査中のところではありますが、当社はこれまでの調査状況に鑑み、自主保安の観点から、念のため水素滞留による影響が生じうる可能性のある箇所について検討しておりました。

その結果、その箇所は残留熱除去系蒸気凝縮配管に限定されることがわかりましたので、お知らせいたします。なお、この結果を本日参考として原子力安全・保安院に報告いたしました。

(検討内容の概要)

- 水素の滞留、配管強度等を検討した結果、万一水素が燃焼したと仮定した場合、補修のためプラントを停止する必要性が生じる可能性が考えられるのは、福島第一原子力発電所2～6号機、福島第二原子力発電所1～4号機、柏崎刈羽原子力発電所1号の残留熱除去系蒸気凝縮配管のみでした。
- すでに当該残留熱除去系蒸気凝縮配管については、現在、原子力安全・保安院の指示に基づき、高圧注入系もしくは原子炉隔離時冷却系の定期的な試験実施前に配管内にある滞留物の除去を実施しており、水素滞留防止には有効と考えられることから、今後とも継続して実施します。
なお、運転管理の観点から滞留物除去作業と同等の効果を有する方策として、至近の定期検査時等を利用して残留熱除去系蒸気凝縮配管の分岐点に弁を設置する予定です。

以上

原管発官 14 第 106 号
平成 14 年 6 月 12 日

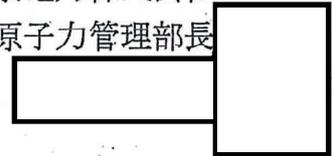
原子力安全・保安院

原子力発電安全審査課長 本部 和彦 殿

原子力発電検査課長 西脇 由弘 殿

原子力防災課長 山下 弘二 殿

東京電力株式会社
原子力管理部長



浜岡原子力発電所第 1 号機の余熱除去系配管破断に関する再発防止対策について

「中部電力株式会社浜岡原子力発電所 1 号機の余熱除去系配管破断に関する再発防止対策について」(平成 14 年 5 月 13 日付け、平成 14.05.13 原院第 3 号、原子力安全・保安院)にて再発防止の指示を受けた事項について、当社福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所並びに柏崎刈羽原子力発電所に関する検討結果を別添の通りご報告いたします。

添付資料

1. 余熱除去系配管破断に関する再発防止の対応方針について (抜粋)

以 上

余熱除去系配管破断に関する再発防止の対応方針について (抜粋)

1. 残留熱除去系蒸気凝縮系配管以外の配管で対策を行う箇所の抽出

「浜岡原子力発電所第1号機 余熱除去系配管破断の類似箇所の抽出結果について」(平成13年12月13日)にて、当社福島第一原子力発電所第1～6号機、福島第二原子力発電所第1～4号機、並びに柏崎刈羽原子力発電所第1～7号機について、以下の①～⑤の観点から余熱除去系配管破断の類似箇所を抽出した結果、該当する配管として、福島第一原子力発電所第2～6号機、福島第二原子力発電所第1～4号機、柏崎刈羽原子力発電所第1号機の残留熱除去系蒸気凝縮系配管が抽出された。

- ① 「原子炉内で水の放射線分解によって生成される水素と酸素が水蒸気とともに蓄積する箇所が存在するか」という観点から、上り勾配で行き止まりとなっている配管を選定。
- ② 「水蒸気が凝縮され、水素と酸素の濃度が上昇する箇所か」という観点から、蒸気が常時流れる母管からの距離が長く著しい温度低下が起こり得る配管を選定。
- ③ 水素、酸素がある程度存在することが想定される配管に関し、「水素燃焼が生じても当該箇所の健全性が保たれる設計となっているか」という観点から、強度評価上問題ないものを除外。
- ④ 運転中に定期的にガスが抜けるような操作が行われたり、あるいは、そうした運転状態にある配管を除外。
- ⑤ 急激な圧力変動や大きな温度上昇などの擾乱が起こらない系統の配管(接続されている母管側での流れが安定した状態にある配管)を除外。

今回、原子力安全・保安院指示に基づき、上記④、⑤で除外した配管について、一層の信頼性向上の観点からこれらの箇所について対策を行うこととする。

上記④、⑤で除外した配管についての抽出結果を表1に示す。

2. 抽出された配管のガス蓄積量の評価

抽出された配管について、当該配管からの放熱量に基づき蓄積期間における蒸気凝縮量を算出し、ガス蓄積量を評価した結果を表2に示す。

3. 対応の方針

福島第一1号機グラウンド蒸気調整器(SSR)入口配管と福島第一1, 4, 6号機、福島第二1～4号機、柏崎刈羽1, 2, 3, 5, 6, 7号機エバポレータ入口配管については、ガスが蓄積する可能性があることから、表3に示すとおりガスの滞留を防止するための設備変更を行う。

4. その他

残留熱除去系蒸気凝縮系配管に関する対応状況については以下のとおりである。

福島第一2号機：弁設置済み【実施時期：第19回定期検査】

福島第一3号機：弁設置予定【実施時期：第19回定期検査】

福島第一4号機：弁設置または当該配管を撤去する。対策内容は現在検討中。
【実施時期：第19回定期検査】

福島第一5号機：弁設置または当該配管を撤去する。対策内容は現在検討中。
【実施時期：第19回定期検査】

福島第一6号機：弁設置工事実施中【実施時期：第17回定期検査】

福島第二1号機：弁設置または当該配管を撤去する。対策内容は現在検討中。
【実施時期：第16回定期検査】

福島第二2号機：弁設置工事実施中【実施時期：第14回定期検査】

福島第二3号機：弁設置済み【実施時期：中間停止（平成14年1月15日～）】

福島第二4号機：弁設置済み【実施時期：第11回定期検査】

柏崎刈羽1号機：弁設置済み【実施時期：点検停止（平成14年3月5日～）】

【柏崎刈羽原子力発電所】

柏崎刈羽原子力発電所第1号機

対象部位	運転圧力 (MPa)	運転温度 (°C)	口径 (A)	備考
エバポレータ入口配管	6.55	282	300/200/150	

柏崎刈羽原子力発電所第2号機

対象部位	運転圧力 (MPa)	運転温度 (°C)	口径 (A)	備考
エバポレータ入口配管	6.55	282	200/150	設備対策実施済み

柏崎刈羽原子力発電所第3号機

対象部位	運転圧力 (MPa)	運転温度 (°C)	口径 (A)	備考
エバポレータ入口配管	6.55	282	200/150	

柏崎刈羽原子力発電所第4号機

該当無し

柏崎刈羽原子力発電所第5号機

対象部位	運転圧力 (MPa)	運転温度 (°C)	口径 (A)	備考
エバポレータ入口配管	6.55	282	200/100	

柏崎刈羽原子力発電所第6号機

対象部位	運転圧力 (MPa)	運転温度 (°C)	口径 (A)	備考
エバポレータ入口配管	6.69	284	200/100	

柏崎刈羽原子力発電所第7号機

対象部位	運転圧力 (MPa)	運転温度 (°C)	口径 (A)	備考
エバポレータ入口配管	6.69	284	250/150	

【柏崎刈羽原子力発電所】

柏崎刈羽原子力発電所第1号機

対象部位	ガス蓄積量 (モル)		備考
	水素	酸素	
エバポレータ入口配管	236.3	118.1	蓄積期間：プラント起動～停止 まで(14ヶ月)

柏崎刈羽原子力発電所第2号機

対象部位	ガス蓄積量 (モル)		備考
	水素	酸素	
エバポレータ入口配管	225.4	112.7	蓄積期間：プラント起動～停止 まで(14ヶ月)

柏崎刈羽原子力発電所第3号機

対象部位	ガス蓄積量 (モル)		備考
	水素	酸素	
エバポレータ入口配管	75.4	37.7	蓄積期間：プラント起動～停止 まで(14ヶ月)

柏崎刈羽原子力発電所第5号機

対象部位	ガス蓄積量 (モル)		備考
	水素	酸素	
エバポレータ入口配管	93.7	46.9	蓄積期間：プラント起動～停止 まで(14ヶ月)

柏崎刈羽原子力発電所第6号機

対象部位	ガス蓄積量 (モル)		備考
	水素	酸素	
エバポレータ入口配管	156.2	78.1	蓄積期間：プラント起動～停止 まで(14ヶ月)

柏崎刈羽原子力発電所第7号機

対象部位	ガス蓄積量 (モル)		備考
	水素	酸素	
エバポレータ入口配管	341.7	170.8	蓄積期間：プラント起動～停止 まで(14ヶ月)

【柏崎刈羽原子力発電所】

柏崎刈羽原子力発電所第1号機

対象部位	対応の方針		備考
	実施時期	実施内容	
エバポレータ入口配管	第13回 定期検査	ベント配管設置	

柏崎刈羽原子力発電所第2号機

対象部位	対応の方針		備考
	実施時期	実施内容	
エバポレータ入口配管	第9回 定期検査	ベント配管設置	実施済み

柏崎刈羽原子力発電所第3号機

対象部位	対応の方針		備考
	実施時期	実施内容	
エバポレータ入口配管	第7回 定期検査	ベント配管設置	

柏崎刈羽原子力発電所第5号機

対象部位	対応の方針		備考
	実施時期	実施内容	
エバポレータ入口配管	第10回 定期検査	ベント配管設置	

柏崎刈羽原子力発電所第6号機

対象部位	対応の方針		備考
	実施時期	実施内容	
エバポレータ入口配管	第5回 定期検査	ベント配管設置	

柏崎刈羽原子力発電所第7号機

対象部位	対応の方針		備考
	実施時期	実施内容	
エバポレータ入口配管	第4回 定期検査	ベント配管設置	実施中

表-14 非凝縮性ガス蓄積量推定の評価条件

対象配管：柏崎刈羽原子力発電所7号機エバポレータ入口配管

項目	数値	備考	
主蒸気中の 水素，酸素濃度	H ₂ =2 ppm O ₂ =16ppm		
プラント 運転 条件	運転時間	10248 時間	
	運転中当該配管内 圧力	6.69 MPa	
	配管内温度	蒸気層：284 °C (6.69 MPa での飽和蒸気温度) ガス層：284 °C ※1	※1 保守的に蒸気温度と 同じとして計算する。
	運転時エリア温度	30°C	
保温材仕様	種類：JIS 1-13 厚み：65mm	JIS 1-13 は JIS A 9510-1 号-13 の保温材を示す。	
配管仕様	材質：STPT480 外径：267.4mm/165.2mm 肉厚：15.1mm/11.0mm 長さ：47.5m/2.2m		

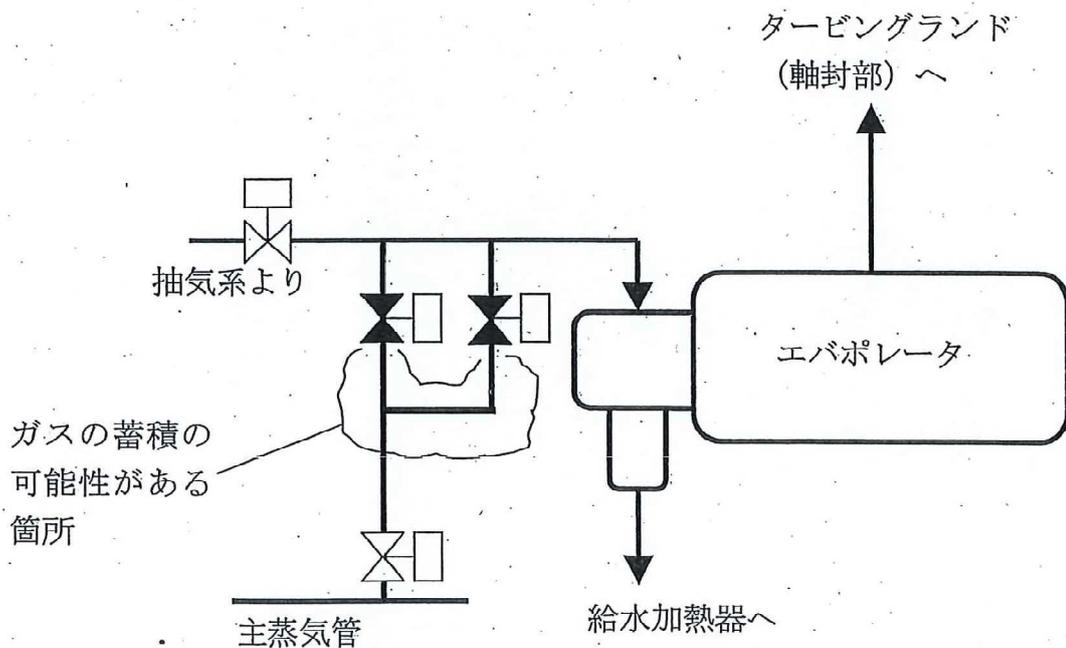
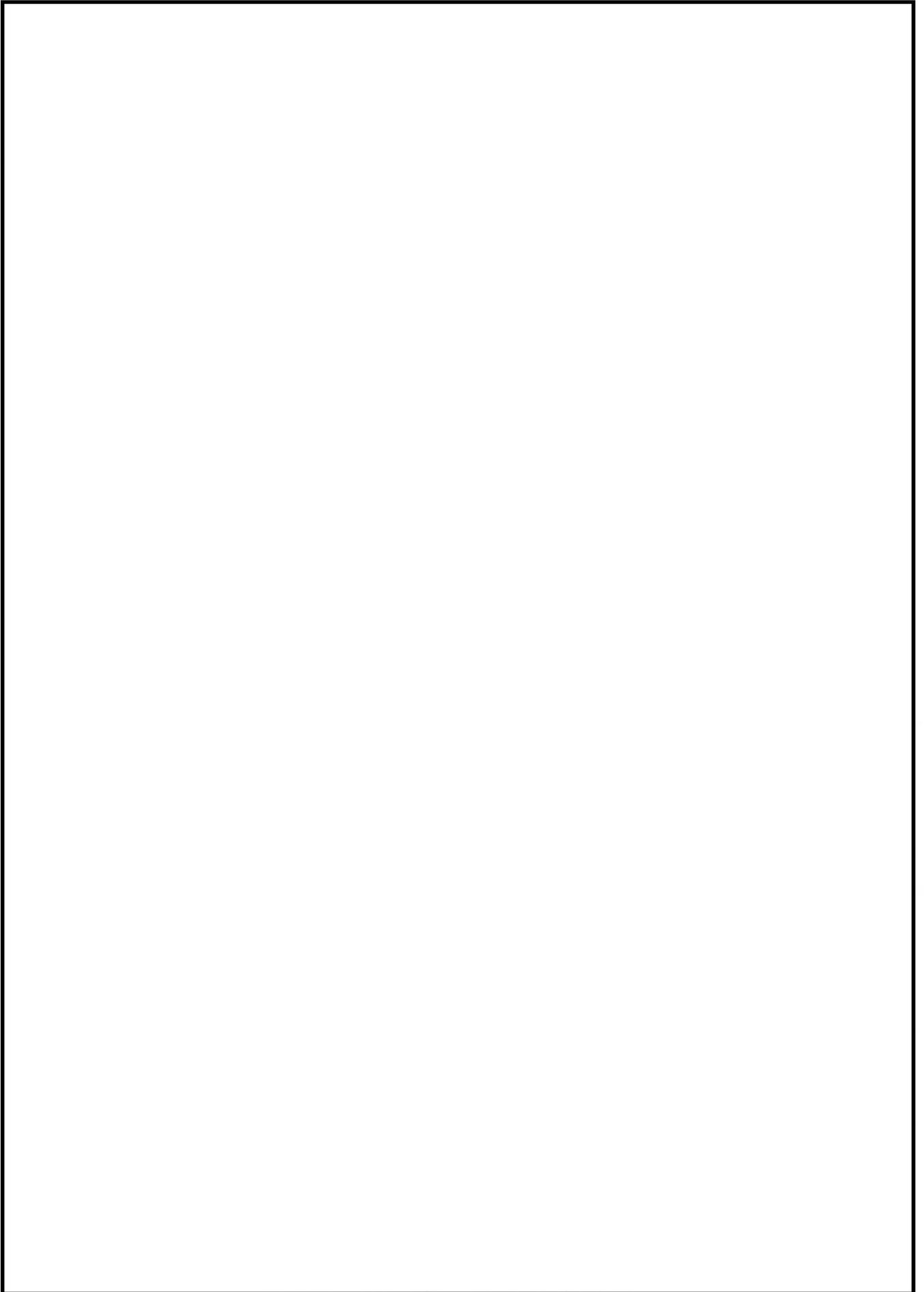
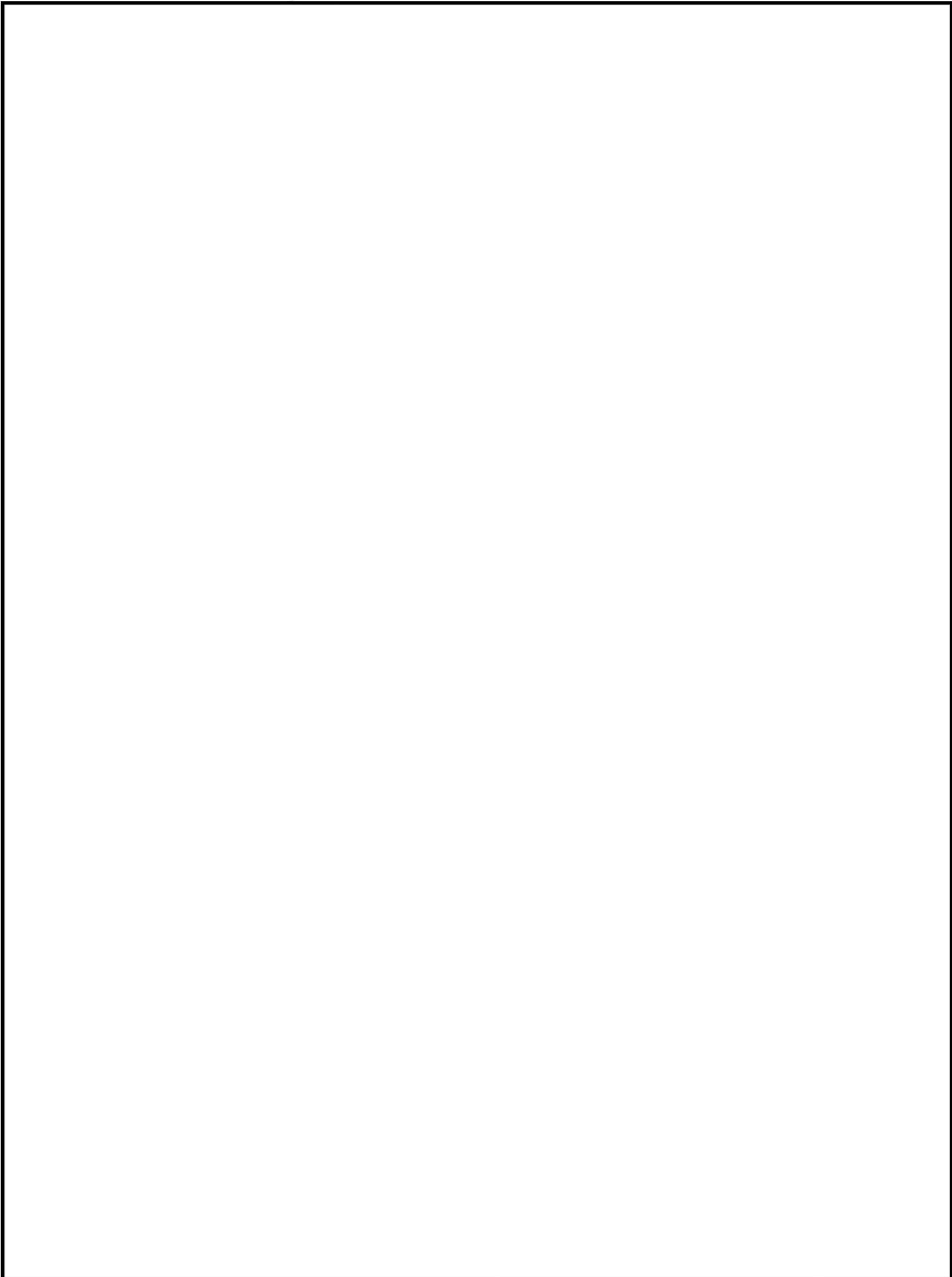


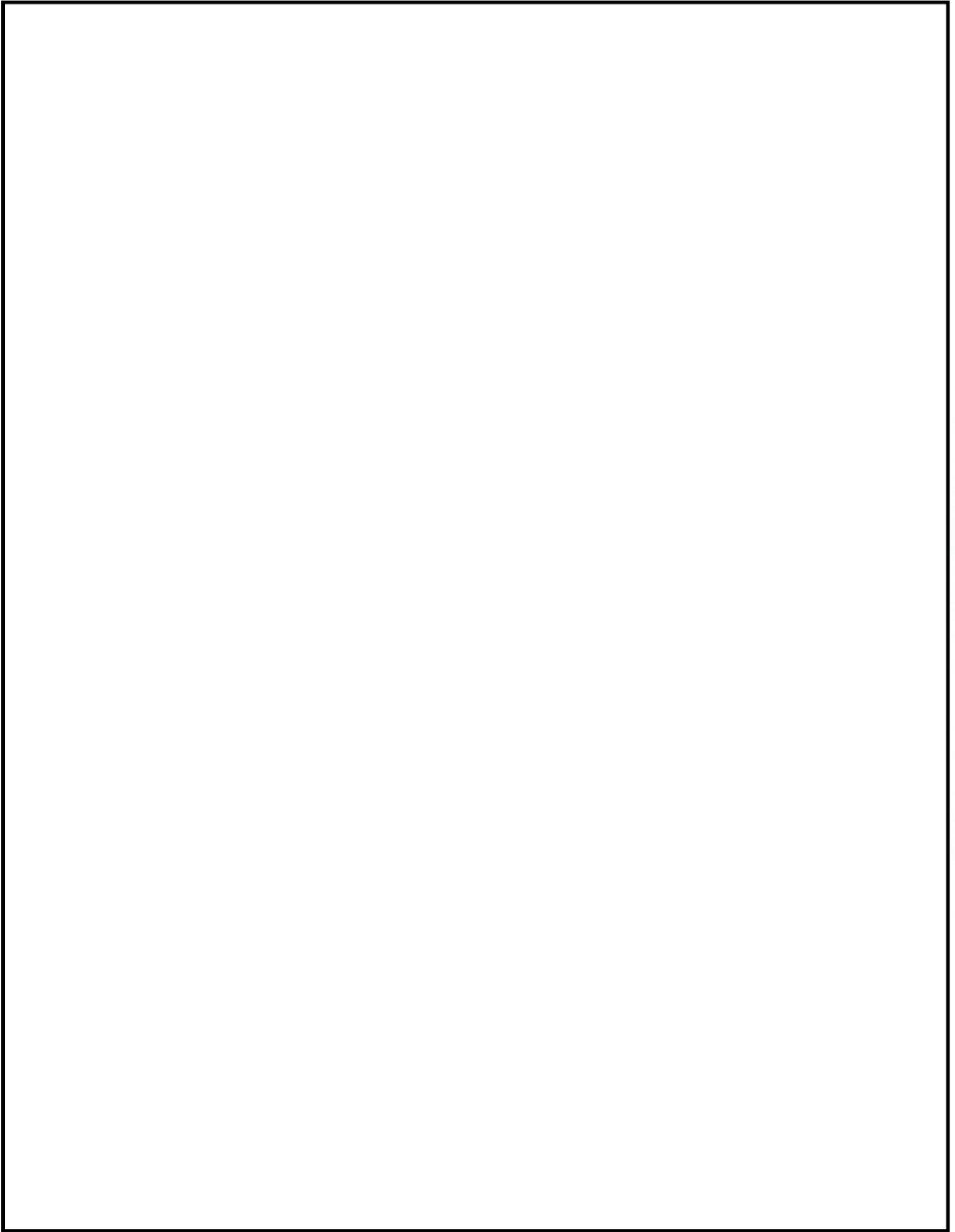
図15 概略系統図 (通常運転状態を示す)

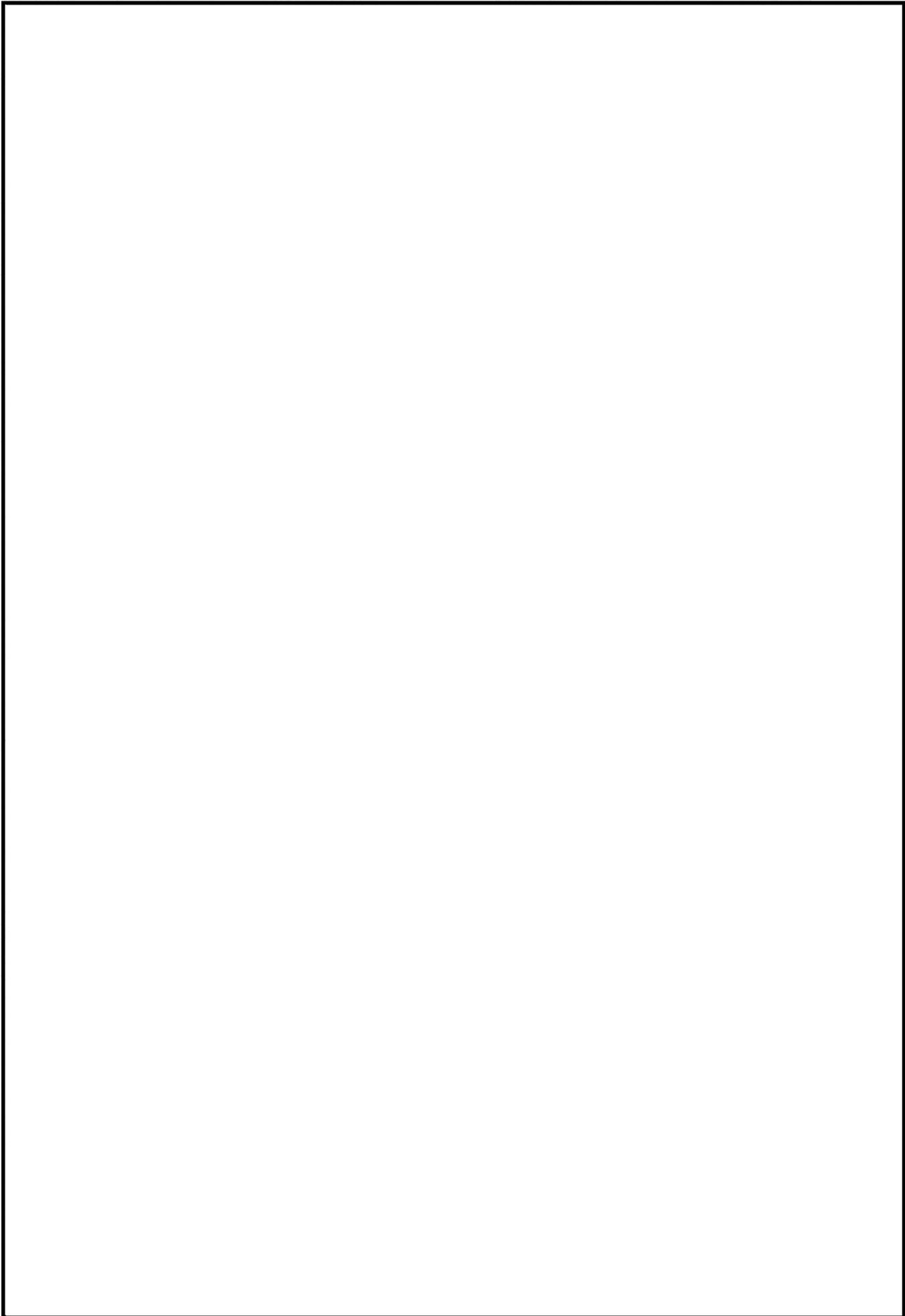


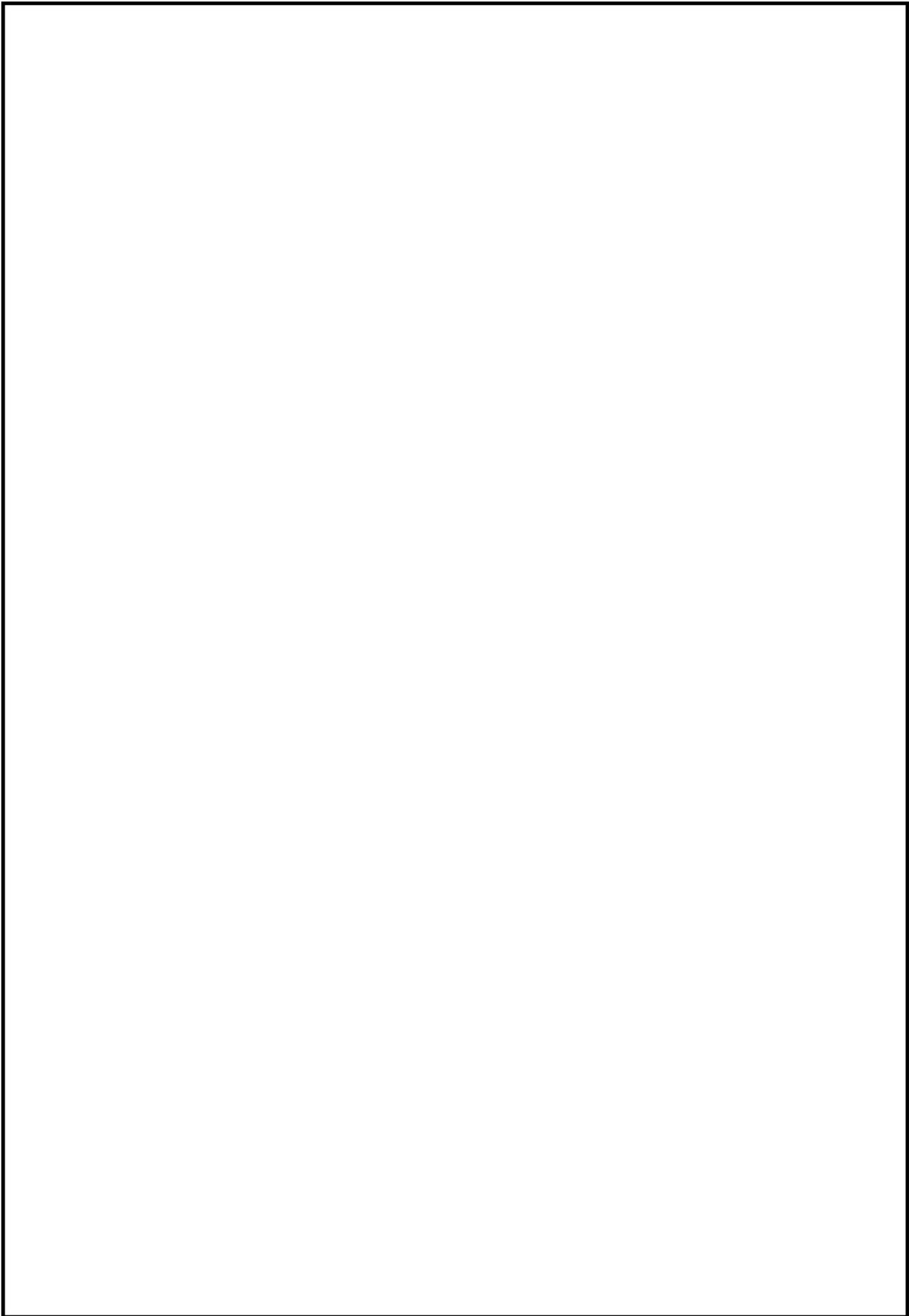
補-2-5-13









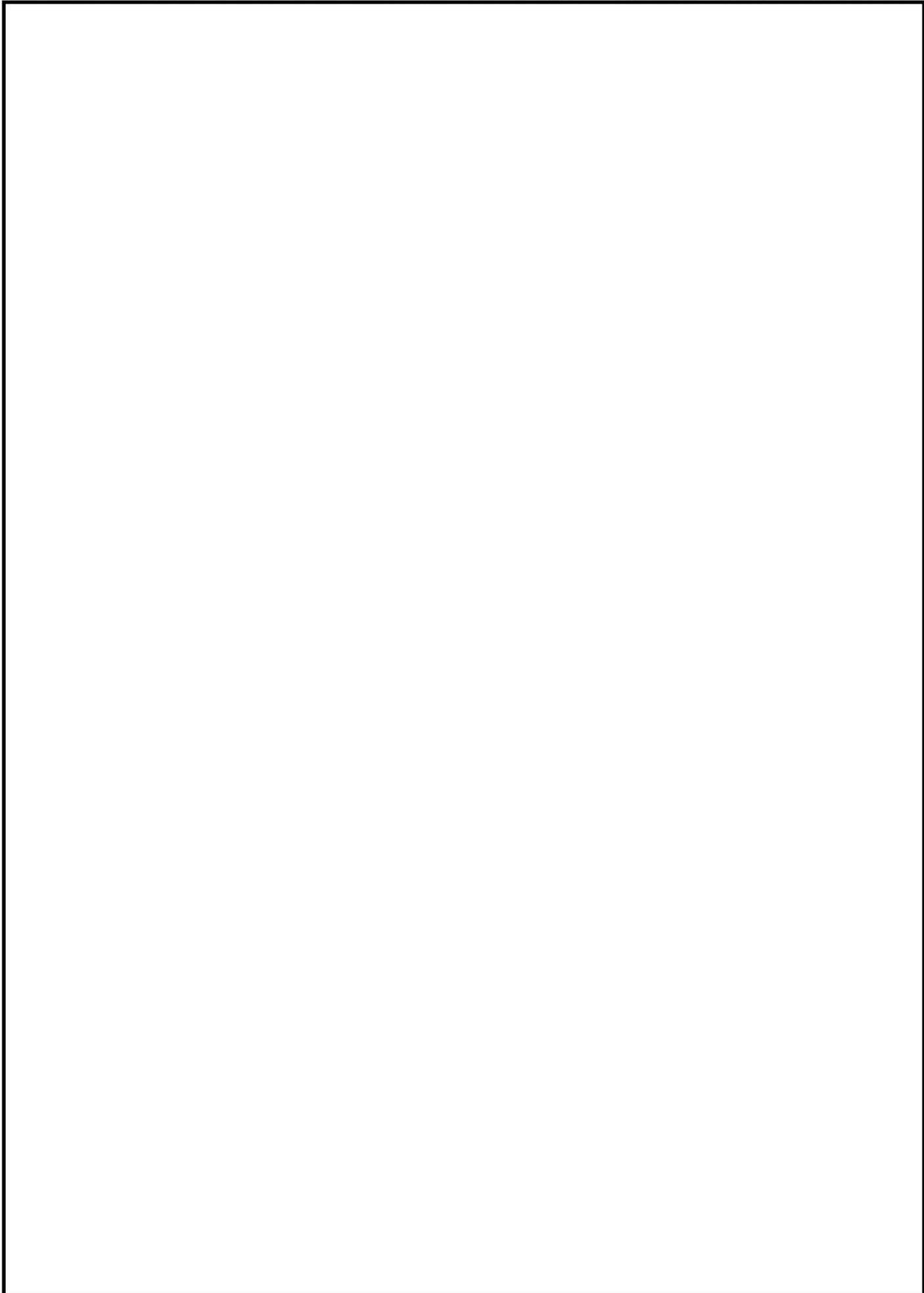


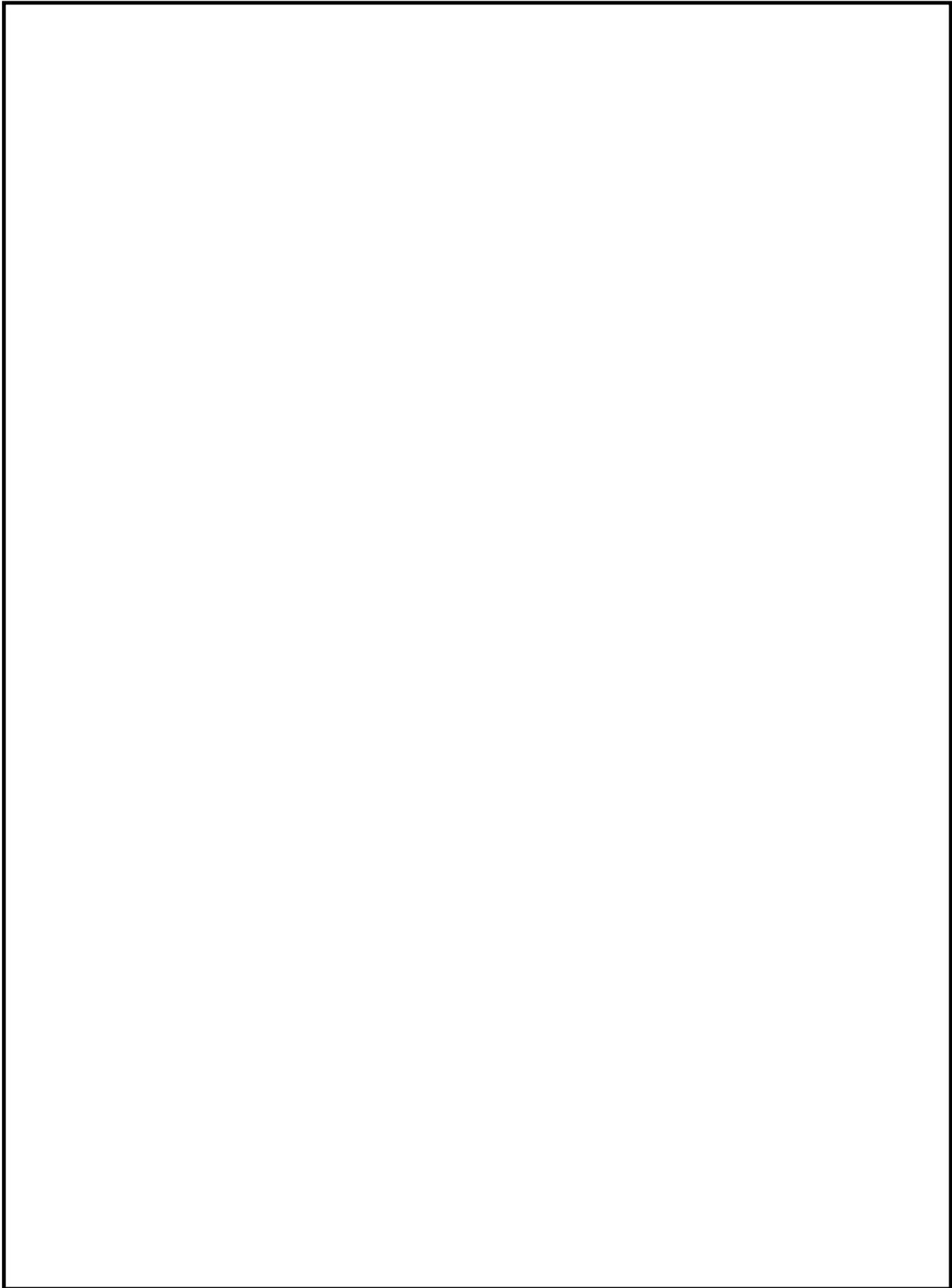
補-2-5-17



補-2-5-18







補-2-5-21

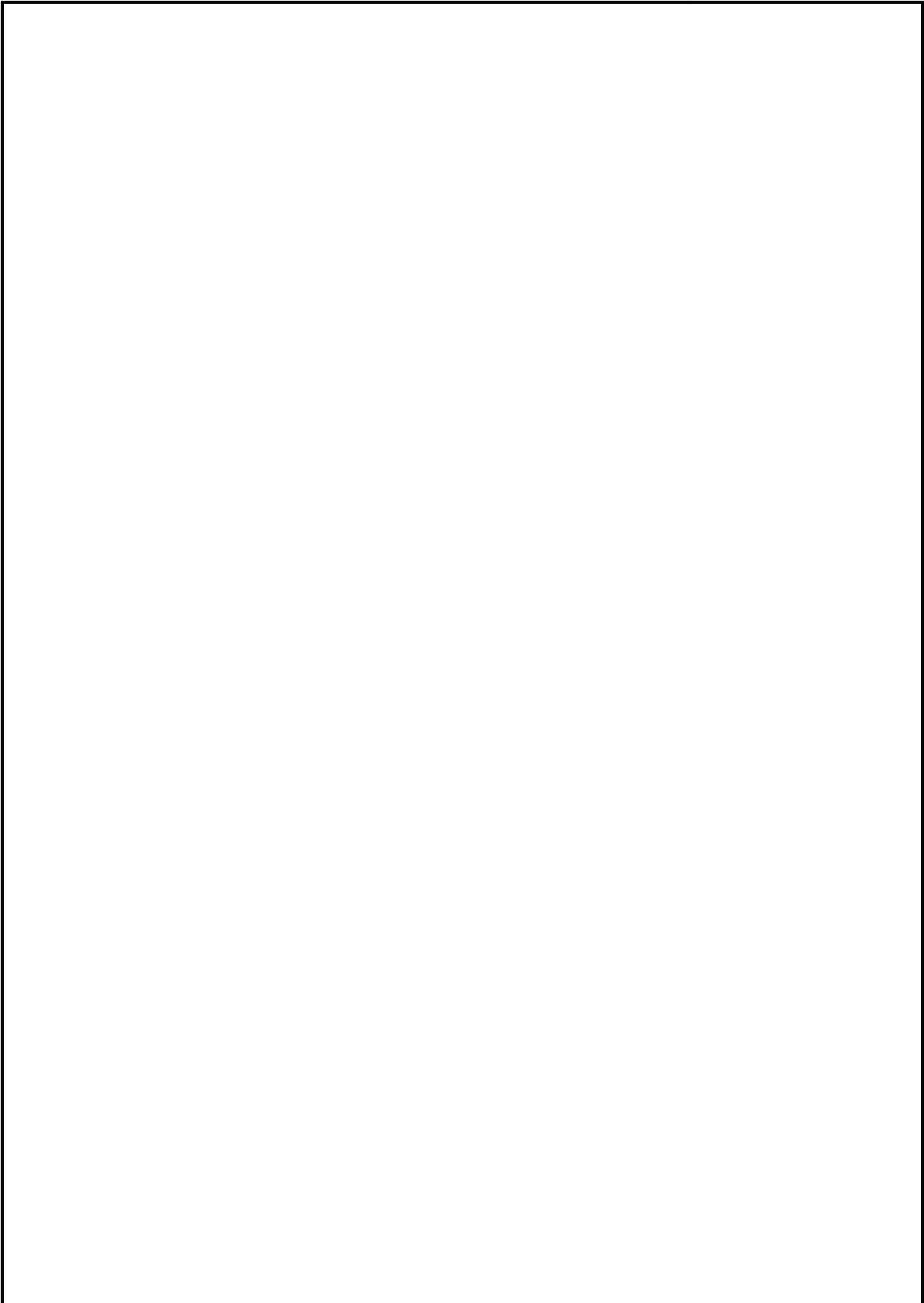


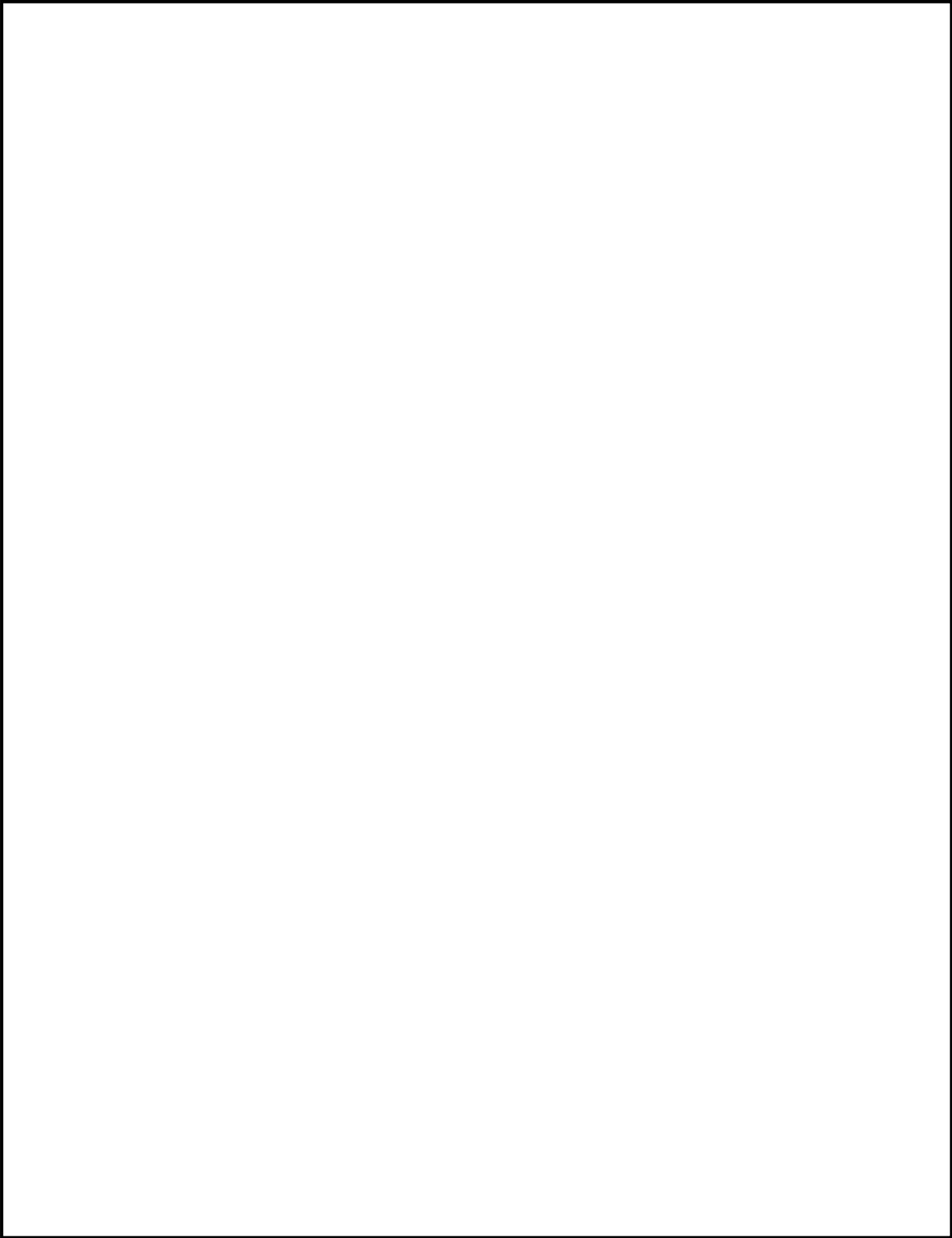






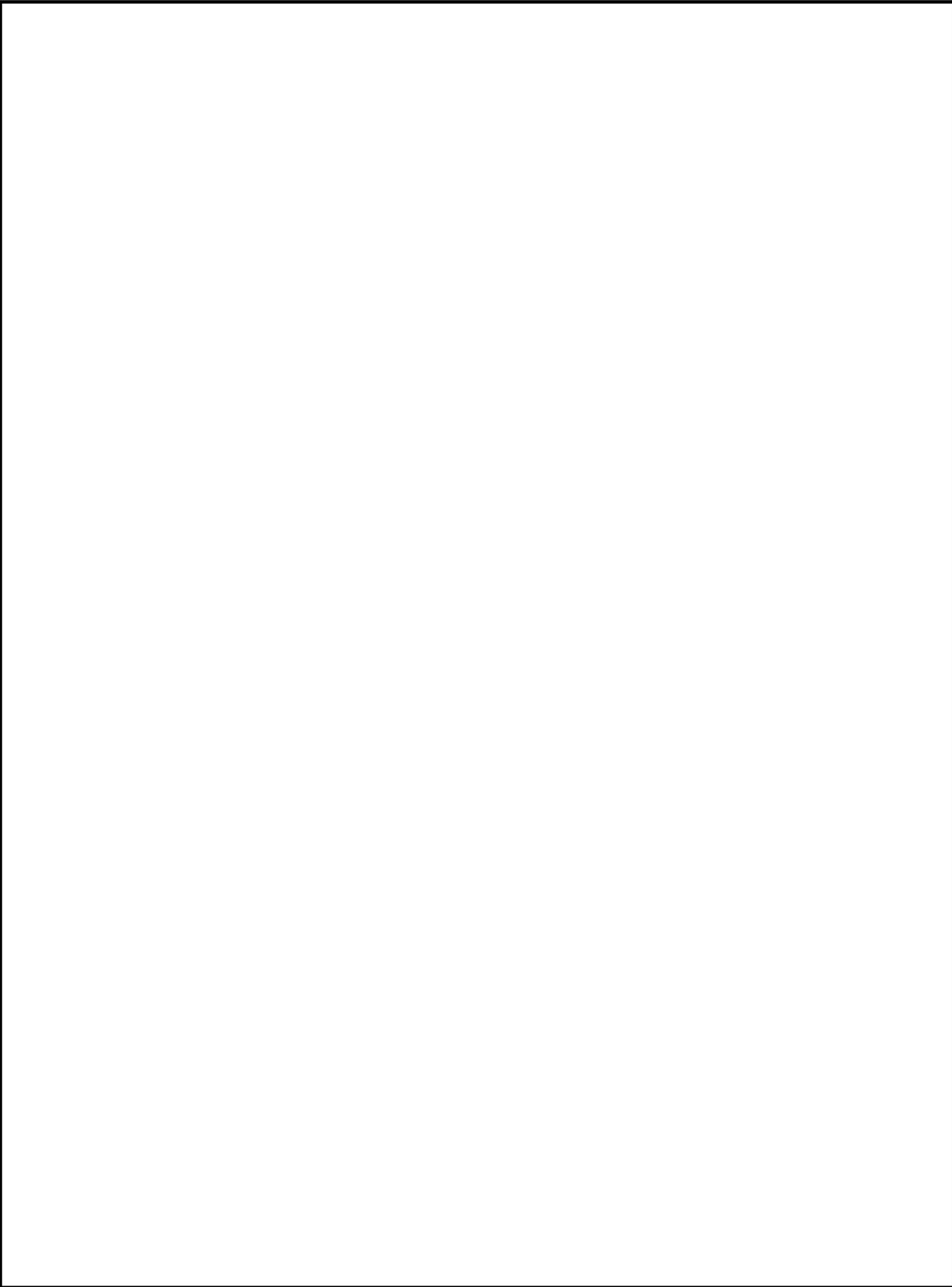






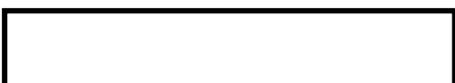
補-2-5-27











補足説明資料 3-1
二酸化炭素消火設備について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 5.2.2(1)b. (c)項に示す二酸化炭素消火設備についての詳細を示すために、補足説明資料として添付するものである。

2. 内容

二酸化炭素消火設備の詳細を次頁以降に示す。

3. 設備概要及び系統構成

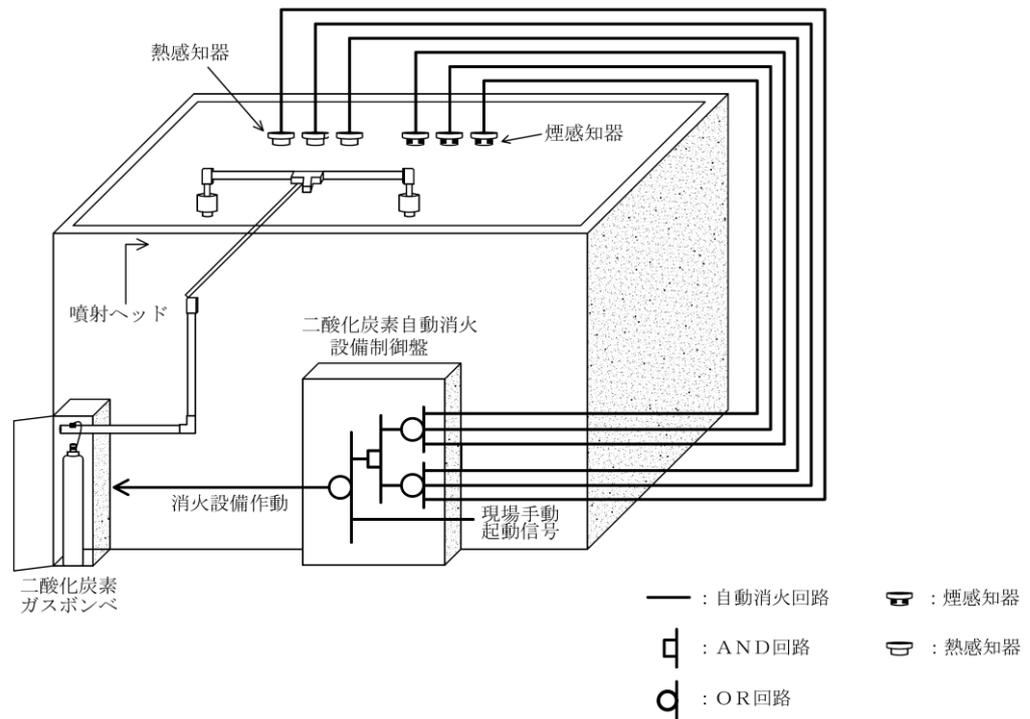
火災発生時に煙の充満により消火が困難となる DG(A)室，DG(A)燃料デイトンク室，DG(B)室，DG(B)燃料デイトンク室，DG(C)室，DG(C)燃料デイトンク室には，二酸化炭素消火設備を設置する。

二酸化炭素消火設備の仕様の概要を第 1 表に，系統概要図を第 1 図に示す。

第 1 表 二酸化炭素消火設備の仕様の概要

項目		仕様
消火剤	消火薬剤	二酸化炭素
	消火原理	窒息消火
	消火剤の特徴	設備に対して無害
消火設備	適用規格	消防法施行規則第 19 条
	火災感知	自動消火設備用の火災感知器 (煙感知器 1 系統，熱感知器 1 系統の AND 信号*)
	放出方式	自動起動又は現地の制御盤より手動起動も可能
	消火方式	全域放出方式
	電源	非常用電源として，蓄電池を設置
	破損，誤作動，誤操作による影響	不活性である二酸化炭素は，電気設備及び機械設備に影響を与えない。

* ハロゲン化物消火設備・機器の使用抑制等について（通知）[消防危第 88 号，消防予第 161 号]により，二酸化炭素は人体に有害であり，誤作動防止を図る観点から，異なる種類の火災感知器（煙感知器，熱感知器）の AND 回路の構成とする。



第 1 図 二酸化炭素消火設備 系統概要図

4. 二酸化炭素消火設備の作動回路

4.1 作動回路の概要

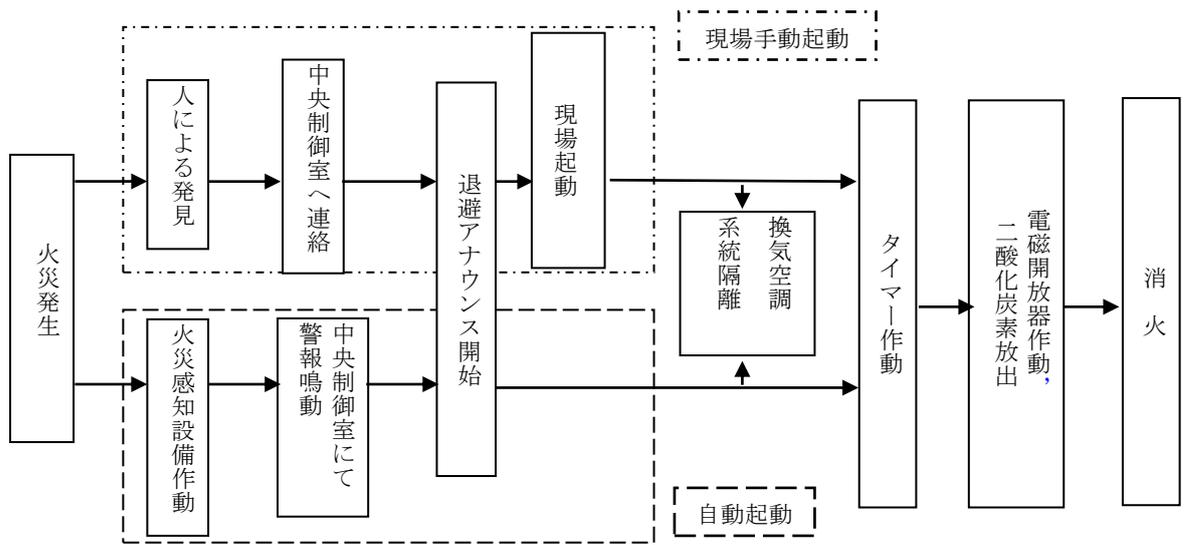
火災発生時における二酸化炭素消火設備作動時までの信号の流れを第 2 図に示す。

通常時は自動待機状態としており、複数の感知器が作動した場合は自動起動する。起動条件としては、「煙感知器」及び「熱感知器」が火災感知した場合に、二酸化炭素消火設備が自動起動する設計とし、誤動作防止を図っている。（第 3 図）

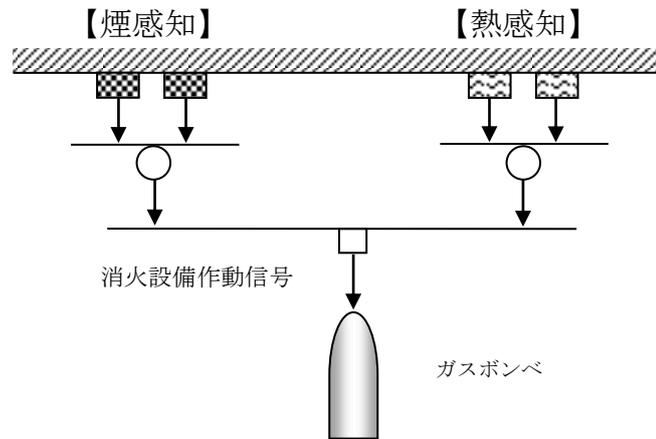
また、二酸化炭素消火設備の作動は、消防法に基づき、音響警報後の放出までに 20 秒以上の遅延装置を設置することが要求されており、二酸化炭素消火設備が自動の場合、火災感知器が火災検出後、23 秒後に二酸化炭素が放出される。

万一、二酸化炭素消火設備が起動した状態で、室内の中に閉じ込められた場合は、内側から入口扉の鍵を解錠することが可能な設計により退出が可能となっている。

また、現地（室外）での手動操作による消火設備の起動（ガス噴射）も可能な設計としており、運転員が火災の発生を確認した場合には、早期消火が対応可能な設計とする。



第2図 火災発生時の二酸化炭素消火設備信号の流れ



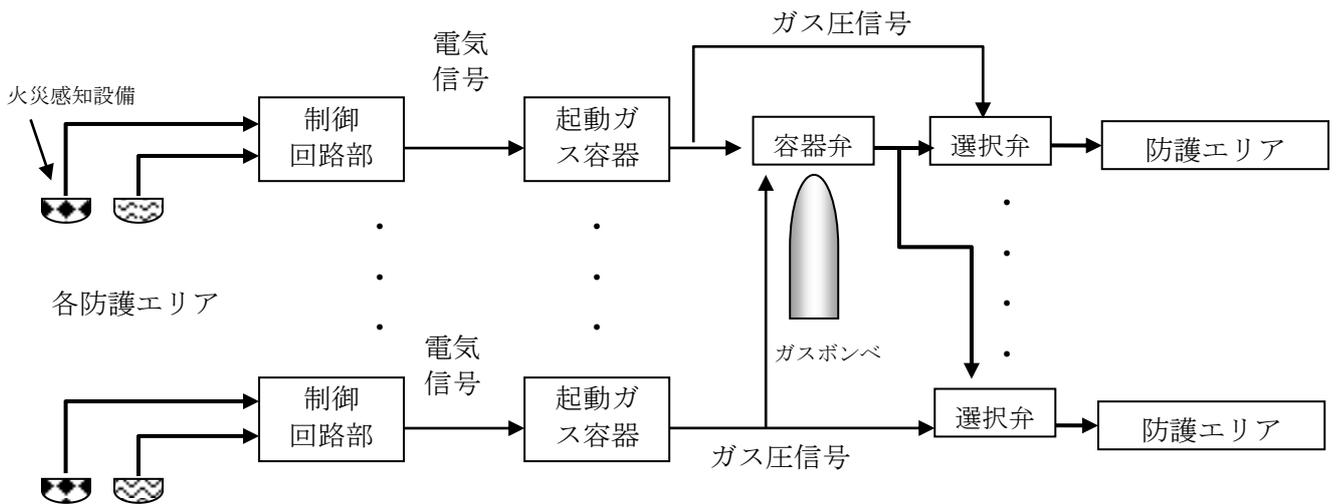
第3図 二酸化炭素消火設備 起動ロジック

4.2 二酸化炭素消火設備の系統構成

防護エリアに設置する火災感知器からの信号をそれぞれの制御回路部が受信した後、制御回路部から起動ガス容器ユニットに対して放出電気信号を発信する。

起動ガス容器ユニットでは、放出電気信号を機械的なガス圧信号に変換し、ガス圧信号で機械的に作動する容器弁及び選択弁に放出信号を発信して、二酸化炭素が放出される。

二酸化炭素消火設備の系統構成を第4図に示す。



第4図 二酸化炭素消火設備の系統構成

補足説明資料 3-2
小空間固定式消火設備について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 5.2.2(1)b. (a) 項に示す小空間固定式消火設備についての詳細を示すために、補足説明資料として添付するものである。

2. 内容

小空間固定式消火設備の詳細を次頁以降に示す。

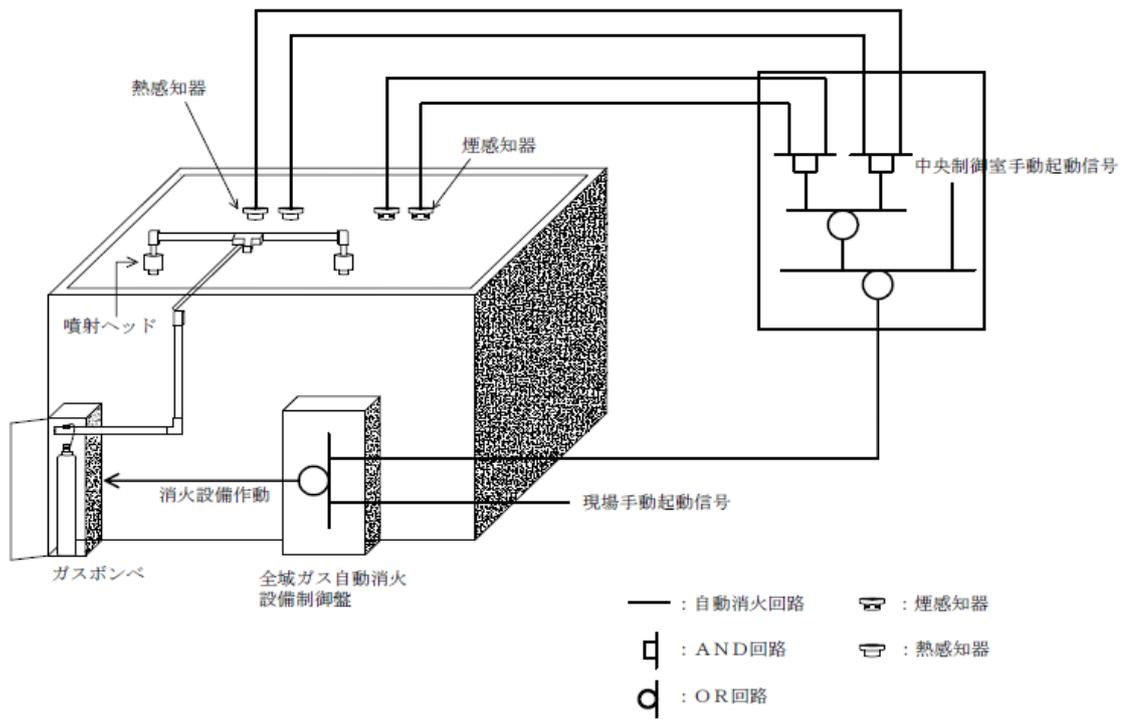
3. 設備構成及び系統構成

火災発生時に煙の充満により消火活動が困難となる可能性のある火災区域又は火災区画に必要となる固定式消火設備として、人体、設備への影響を考慮し、小空間固定式消火設備を設置する。

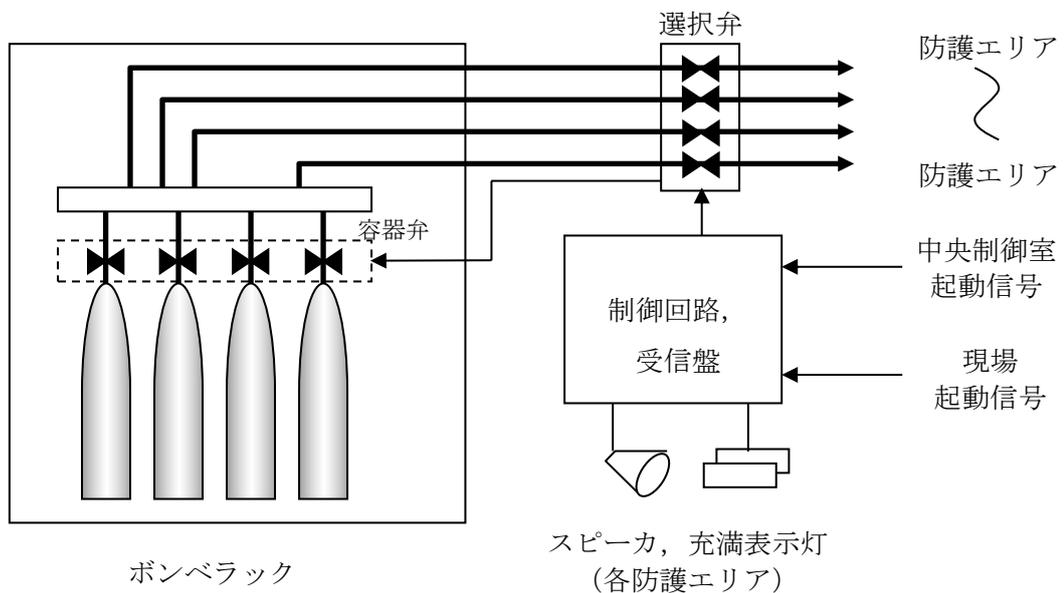
小空間固定式消火設備の仕様の概要を第1表に、単一の部屋に対して使用する専用型の小空間固定式消火設備の作動概要図を第1図に、複数の部屋の火災発生時に当該火災エリアを選択する選択型の小空間固定式消火設備の作動概要図を第2図に示す。

第1表 小空間固定式消火設備の仕様の概要

項 目		仕 様	
小空間固定式消火設備 (専用型)	消火剤	消火薬剤	ハロン1301, HFC-227ea
		消火原理	連鎖反応抑制 (負触媒効果)
		消火剤の特徴	設備及び人体に対して無害
	消火設備	適用規格	消防法施行規則20条第3項
		火災感知	自動消火設備用の火災感知器 (煙感知器2系統, 熱感知器2系統のOR信号)
		放出方式	自動起動又は中央制御室より遠隔手動起動及び現場制御盤より手動起動が可能
		消火方式	全域放出方式
		電 源	非常用電源及び蓄電池を盤内に設置
	破損, 誤作動, 誤操作による影響	電気絶縁性が高く, 揮発性の高いハロン及び消火剤 (HFC-227ea) は, 電気設備及び機械設備に影響を与えない。	
小空間固定式消火設備 (選択型)	消火剤	消火薬剤	HFC-227ea
		消火原理	連鎖反応抑制 (負触媒効果)
		消火剤の特徴	設備及び人体に対して無害
	消火設備	適用規格	消防法施行規則20条第3項
		火災感知	自動消火設備用の火災感知器 (煙感知器2系統, 熱感知器2系統のOR信号)
		放出方式	自動起動又は中央制御室より遠隔手動起動及び現場制御盤より手動起動が可能
		消火方式	全域放出方式 (選択弁)
		電 源	非常用電源及び蓄電池を盤内に設置
	破損, 誤作動, 誤操作による影響	電気絶縁性が高く, 揮発性の高い消火剤 (HFC-227ea) は, 電気設備及び機械設備に影響を与えない。	



第1図 単一の部屋に対して使用する専用型の小空間固定式消火設備の作動概要図



第2図 火災発生時に当該火災エリアを選択する選択型の小空間固定式消火設備作動概要図 (選択型)

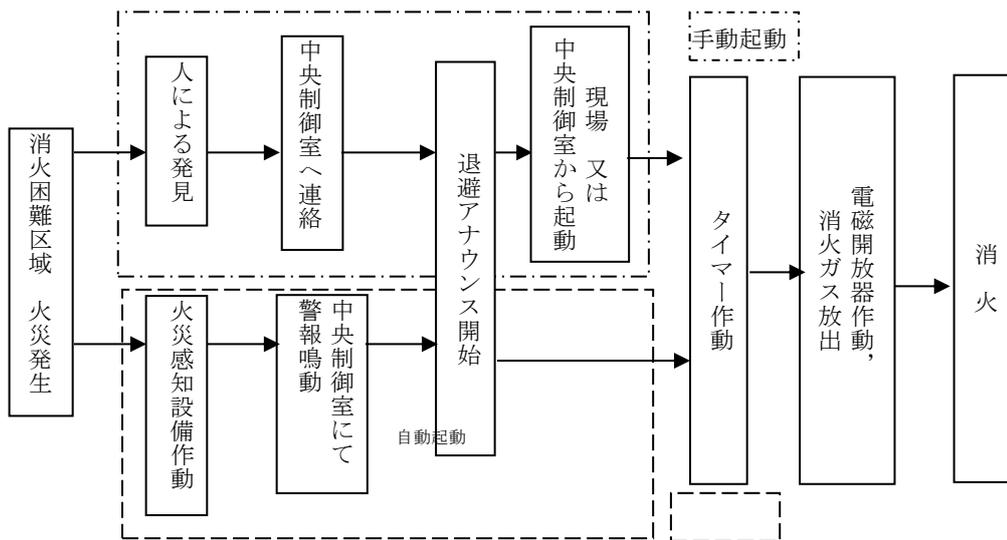
4. 小空間固定式消火設備の作動回路

4.1. 作動回路の概要

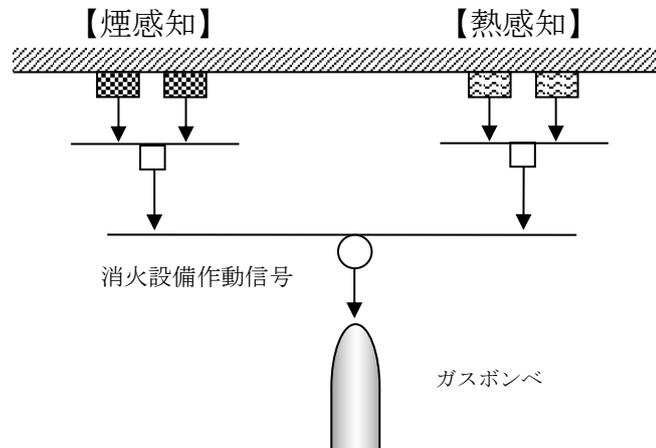
消火活動が困難な火災区域又は火災区画の火災発生時における小空間固定式消火設備作動までの信号の流れを第3図に示す。

自動待機状態においては、複数の感知器が作動した場合に自動起動する。起動条件としては、複数の「煙感知器」のうち2系統又は複数の「熱感知器」のうち2系統が火災を感知した場合に自動起動する設計とし、誤作動防止を図っている。（第4図）

中央制御室における遠隔起動、現地（火災エリア外）での手動操作による消火設備の起動（ガス噴出）も可能な設計としており、人による火災発見時においても、早期消火が対応可能な設計とする。また、煙感知器又は熱感知器のうち一方の誤作動、不作動により消火設備が自動起動しない場合であっても、もう一方の感知器の作動によって中央制御室に警報が発報するため、運転員が火災の発生を確認した場合には、中央制御室又は現場での手動起動により早期消火が対応可能な設計とする。



第3図 火災発生時の信号の流れ



第4図 小空間固定式消火設備 起動ロジック

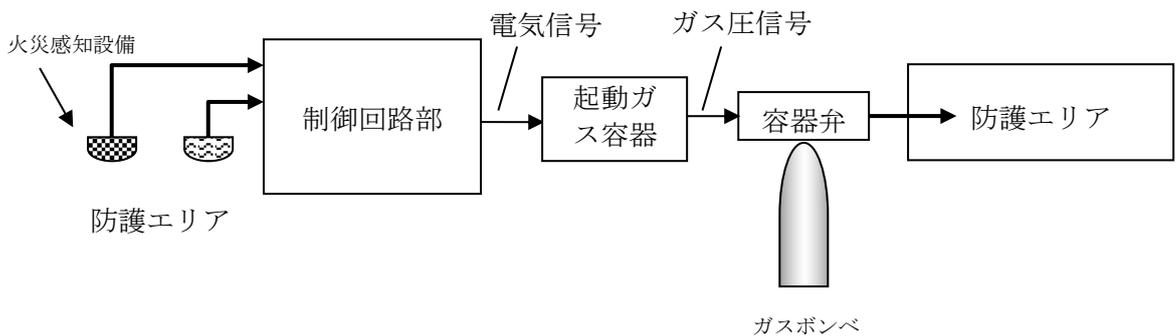
4.2. 小空間固定式消火設備の系統構成

(1) 小空間固定式消火設備（専用型）

専用型は、火災感知器からの信号を制御回路部が受信した後、一定時間後に制御回路部から起動ガス容器ユニットに対して放出電気信号を発信する。

起動ガス容器ユニットでは、放出電気信号を機械的なガス圧信号に変換し、ガス圧信号で機械的に作動する容器弁に対して放出信号を発信して、消火ガスが放出される。

小空間固定式消火設備（専用型）の系統構成を第5図に示す。



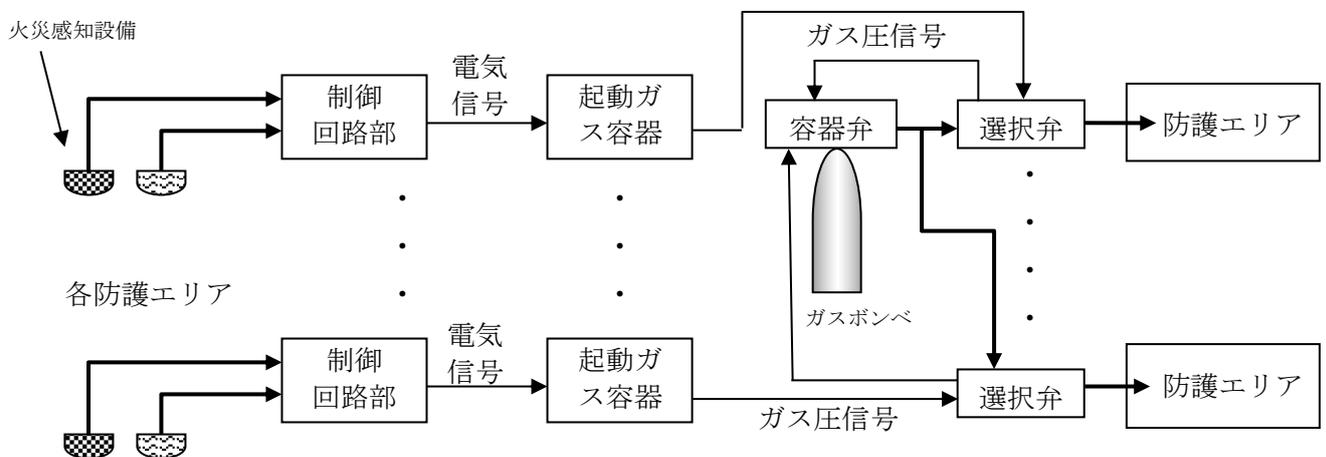
第5図 小空間固定式消火設備（専用型）の系統構成

(2) 小空間固定式消火設備（選択型）

選択型は、複数の部屋に設置する火災感知器からの信号をそれぞれの制御回路部が受信した後、制御回路部から起動ガス容器ユニットに対して放出電気信号を発信する。

起動ガス容器ユニットでは、放出電気信号を機械的なガス圧信号に変換し、ガス圧信号で機械的に作動する容器弁及び選択弁に放出信号を発信して、消火ガスが放出される。

小空間固定式消火設備（選択型）の系統構成を第6図に示す。



第6図 小空間固定式消火設備（選択型）の系統構成

補足説明資料 3-3
ケーブルトレイ消火設備について

1. 目的

本資料は、火災防護に関する説明書 5.2.2(1)b. (d) 項に示すケーブルトレイ消火設備についての詳細を示すために、補足説明資料として添付するものである。

2. 内容

ケーブルトレイ消火設備の詳細を次頁以降に示す。

3. 設備構成及び系統構成

火災発生時に煙の充満により消火活動が困難となる可能性のある火災区域又は火災区画に必要となる固定式消火設備として、人体、設備への影響を考慮し、「ケーブルトレイ消火設備」を設置する。

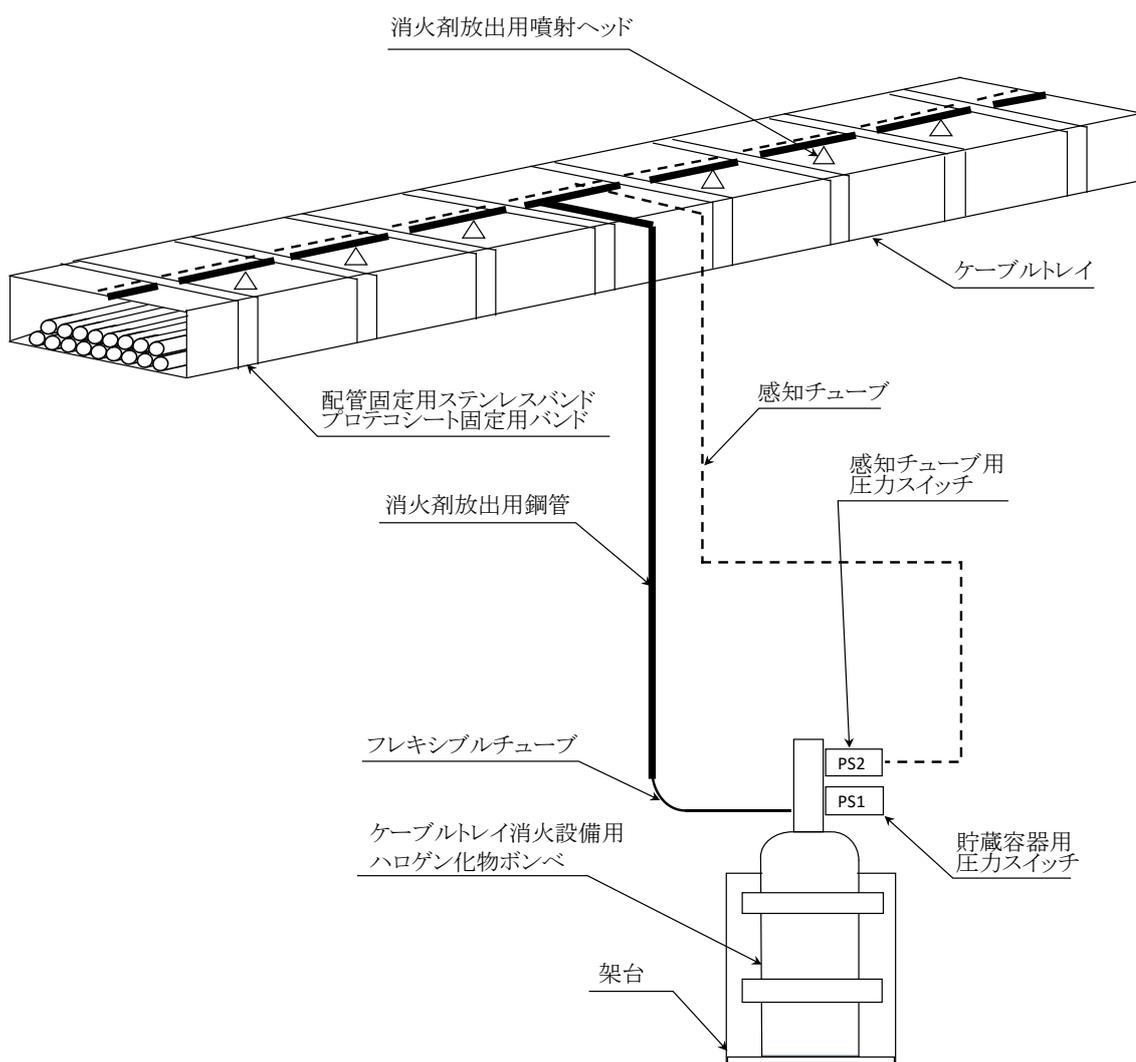
ケーブルトレイ消火設備の仕様の概要を第1表に、ケーブルトレイ消火設備の概要図を第1図に示す。

第1表 ケーブルトレイ消火設備の仕様の概要

項 目		仕 様	
ケーブルトレイ消火設備	消火剤	消火薬剤	FK-5-1-12
		消火原理	連鎖反応抑制（負触媒効果）
		消火剤の特徴	設備及び人体に対して無害
	消火設備	適用規格	消防法施行規則第20条（準用）及び実証実験により算出
		火災感知	感知チューブ方式*1
		放出方式	自動起動又は現場手動起動
		消火方式	局所放出方式
		電 源	電源不要*2
		破損，誤作動， 誤操作による 影響	電気絶縁性が高く，揮発性の高い消火剤（FK-5-1-12）は，電気設備及び機械設備に影響を与えない。

*1 ケーブルトレイ消火設備が設置しているケーブルトレイの火災区域又は火災区画は，感知チューブの感知器とは別に火災感知器（複数の感知器のうち2系統の作動信号）を設置している。ケーブルトレイでケーブル火災発生すると，感知チューブが溶損し消火設備が起動。消火ガスが放出される。感知と消火設備を起動する目的のため設置する。

*2 消火設備作動電源不要。ただし，中央制御室へ発報するため制御回路が必要となり，非常用電源から受電する。



第1図 ケーブルトレイ消火設備概要図

4. ケーブルトレイ消火設備の作動回路

4.1. 作動回路の概要

ケーブルトレイ消火設備は、火災区域又は火災区画に設置する感知器とは別に、狭隘なケーブルトレイでも設置可能な感知チューブ式の火災感知器を設置し、ケーブルトレイ消火設備が作動する設計とする。起動条件としては、火災周辺の感知チューブが溶損することで圧力信号による火災感知信号を発信し、消火ガスの放出を行う。簡略化された単純な構造であることから誤動作の可能性は小さく、万一、誤動作が発生した場合であっても機器・人体に影響を及ぼさない。感知チューブ式のケーブルトレイ消火設備のケーブルトレイへの適用について、消火性能が確保されていることを次項以降にて示す。

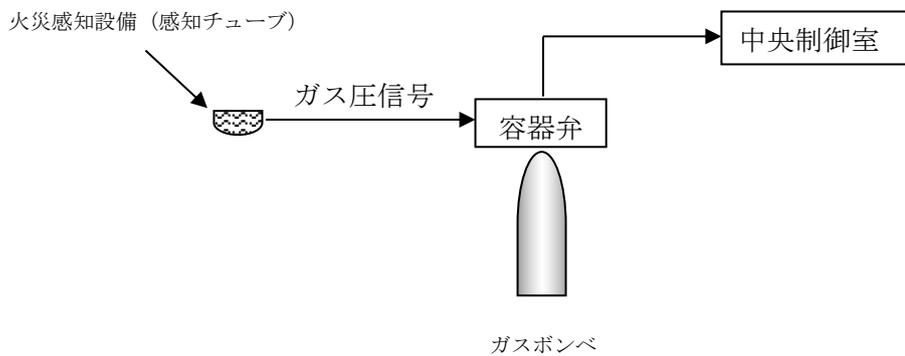
中央制御室では消火ガスの放出信号を検知する設計としており、人による火災発見時においても、現場での手動起動が可能な設計とする。また、誤作動、不作動により消火設備が自動起動しない場合であっても、火災区域又は火災区画の感知器の作動によって中央制御室に警報が

発報するため、運転員が火災の発生を確認した場合には、現場での手動起動により消火対応可能な設計とする。

4.2. ケーブルトレイ消火設備の系統構成

ケーブルトレイに設置する火災感知器（感知チューブ）が火災により溶損するとチューブ内部のガス圧が低下し、容器弁へ圧力信号が伝達される。圧力制御された容器弁が圧力信号により開動作し、消火ガスが放出される。なお、圧力信号を電気信号に変換し、消火ガスが放出されたことを中央制御室に警報として発報する。

ケーブルトレイ消火設備の系統構成を第2図に示す。



第2図 ケーブルトレイ消火設備の系統構成

5. ケーブルトレイ消火設備の消火性能について

5.1. はじめに

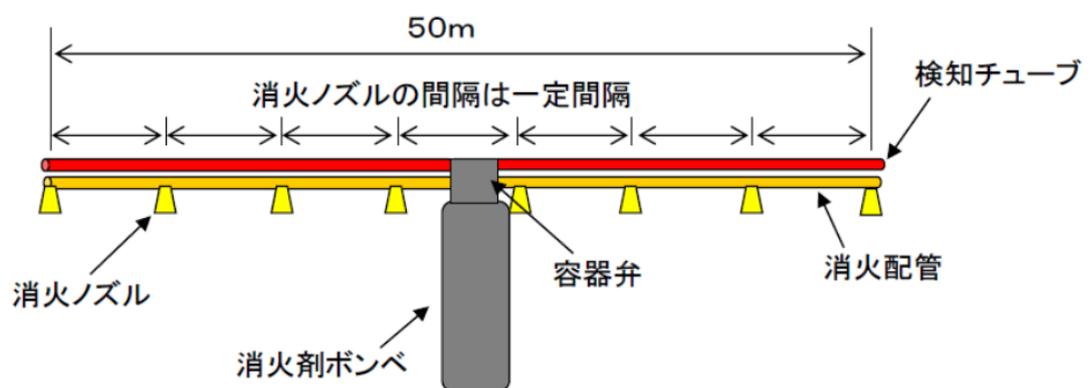
柏崎刈羽原子力発電所7号機の原子炉建屋通路においては、ケーブル火災が発生した場合に煙の充満により消火活動が困難となる可能性があることから、ケーブルトレイにチューブ式のケーブルトレイ消火設備を設置する設計とする。以下では、実証試験に基づき、チューブ式のケーブルトレイ消火設備がケーブルトレイ火災に対して有効であることを示す。

5.2. チューブ式ケーブルトレイ消火設備の仕様

チューブ式ケーブルトレイ消火設備の概要を第3図に示す。チューブ式ケーブルトレイ消火設備は、ケーブルトレイ内の火災を感知し自動的に消火剤を放射し有効に消火すること等を目的とし、いくつかの国内防災メーカーにおいて製造されている。一部製品については、第2表に示す仕様において、ケーブルトレイ火災を有効に消火するものであると日本消防設備安全センターから性能評定*1を受けている。

柏崎刈羽原子力発電所7号機の原子炉建屋通路のケーブルトレイに適用するチューブ式ケーブルトレイ消火設備についても、上記仕様と同等以上の設計とし、消火性能を確保する。

*1 出典「消火設備（電気設備用自動消火装置）性能評定書，型式記号 IHP-14.5」，
15-046号，（一財）日本消防設備安全センター，平成23年9月



第3図 チューブ式ケーブルトレイ消火設備の概要図

第2表 チューブ式ケーブルトレイ消火設備の仕様

構成部品		仕様
消火剤		FK5-1-12
感知チューブ	材質	ポリアミド系樹脂
	使用環境温度	-20～50℃
	感知温度	約 180℃
	内圧	1.8MPa
消火配管		軟銅管
消火ノズル個数		最大 8 個／セット
消火剤ボンベ本数		1 本／セット

5.3. 電力中央研究所におけるケーブルトレイ消火実証試験

電力中央研究所の研究報告*2において、原子力発電所への適用を目的として第3表に示す仕様のチューブ式ケーブルトレイ消火設備を用いたケーブルトレイ消火実証試験を実施し、その結果有効であったことが示されている。

*2 出典「チューブ式自動消火設備のケーブルトレイ火災への適用性評価」,
N14008, 電力中央研究所, 平成 26 年 11 月

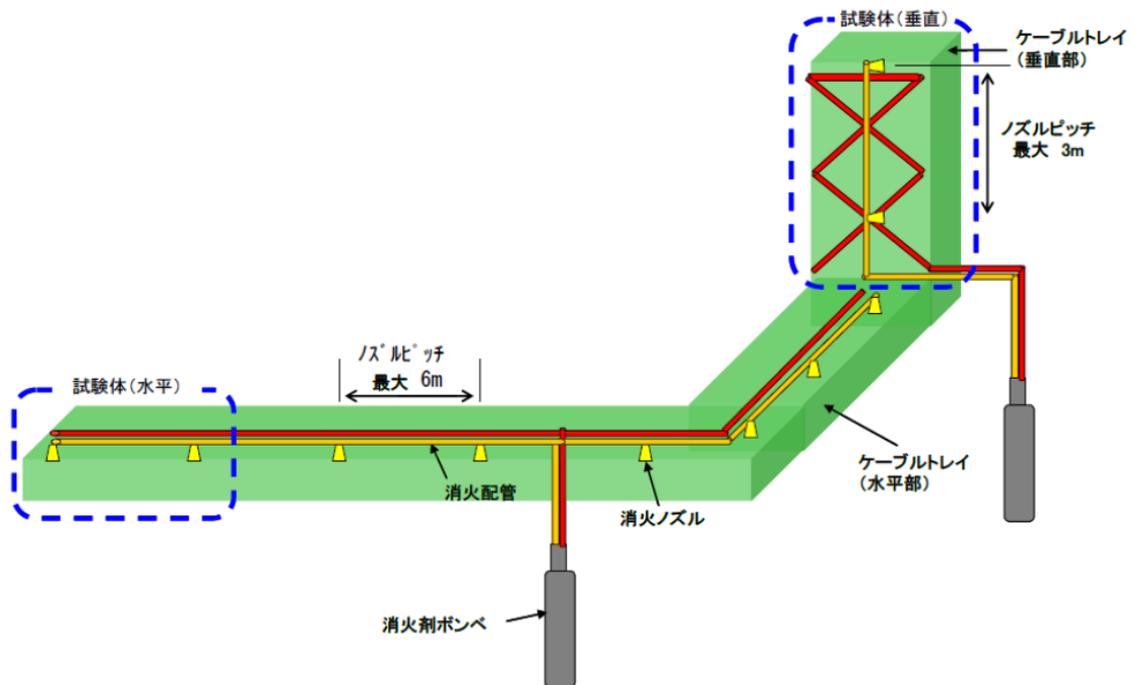
以下では、電力中央研究所にて実施された実証試験の概要を示し、柏崎刈羽原子力発電所7号機の原子炉建屋通路部のケーブルトレイ消火に有効となることを示す。

5.4. 消火実証試験装置の仕様

消火実証試験装置の概要と試験条件を第4図及び第3表に示す。実機状態を模擬するため、消火対象のケーブルトレイは水平と垂直の2種類としている。垂直の場合には、火災による熱が垂直上方に伝わることを考慮し、ケーブル敷設方向（鉛直方向）に対して、感知チューブが直交するように一定間隔でX字に感知チューブを配置している。実機状態では、ケーブルトレイ内に敷設されるケーブルが少ない個所と複数ある個所が存在するため、試験 H1, V1 ではケーブルトレイ内のケーブルを1本のみとし、試験 H2, V2 では複数としている。着火方法は、過電流であり、電流の大きさはケーブルの許容電流の約6倍の2000Aとしている。

なお、電力中央研究所における消火実証試験では、チューブ式ケーブルトレイ消火設備を火災防護対策における影響軽減に適用することが考慮されていたため、ケーブルトレイは金属蓋付とし、更なるその周囲に耐火シートが巻かれた状態であった（第5図）。柏崎刈羽原子力発電所7号機においては、チューブ式ケーブルトレイ消火設備を影響軽減対策には適用しないことから、実機施工においてケーブルトレイは必ずしも金属蓋付とはせず、消火設備作動時

に消火剤がケーブルトレイ外部に漏えいしないよう、延焼防止シートで覆う設計とする。延焼防止シートの耐火性を 7. にて、延焼防止シートを施工することによるケーブルの許容電流低減率への影響を 8. にて、延焼防止シートのケーブルトレイへの取付方法を 9. にて、それぞれ示す。



第 4 図 消火実証試験装置の概要

第 3 表 消火実証試験の試験条件

試験名	電流	トレイ姿勢	着火管理位置*1	可燃物	ケーブルトレイ寸法
H1	2000A	水平	ケーブルトレイ端部から4m	6600V CV 3C 150sq 1本	幅 1.8m*2 × 長さ 9.6m × 高さ 0.15m
H2				6600V CV 3C 150sq 3本, 6600V CVT 3C 150sq 27本	
V1		垂直	ケーブルトレイ上端部から4m	6600V CV 3C 150sq 1本	幅 1.8m*2 × 長さ 6.0m × 高さ 0.25m
V2				6600V CV 3C 150sq 3本, 6600V CVT 3C 150sq 14本	

*1 過電流による着火位置を管理するため、ケーブルに切り込みを入れている。

*2 柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の原子炉建屋通路部に設置するケーブルトレイは最大幅が 0.6m であるため、実機設計よりも試験条件の方がケーブルトレイ内の空間が広がっている。このため、実機設計よりも火災感知及び消火されにくい条件であり、保守的な試験であると考えられる。

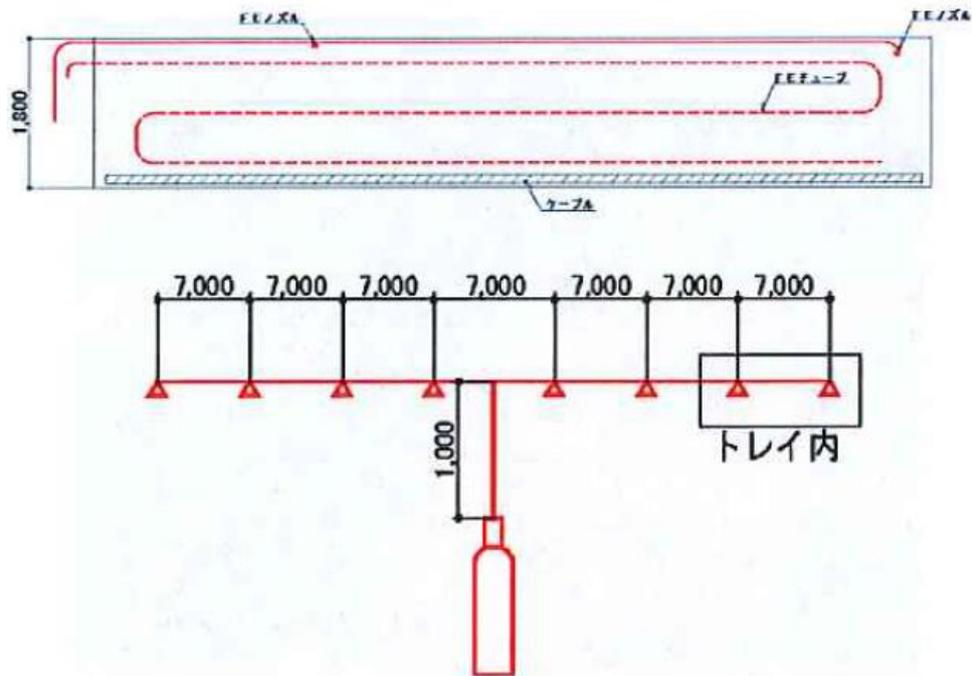


第5図 消火実証試験用のケーブルトレイ外観

5.5. 消火実証試験の結果

5.5.1. 試験 H1 の結果

第 6 図に示すような配置において、ケーブルに過電流を通電したところ、通電開始後 30 分 35 秒で着火した。着火から 16 秒後（通電開始後 30 分 51 秒後）にチューブ式ケーブルトレイ消火設備（報告書では FE と呼称）が動作し、消火することが確認された（第 7 図）。



第 6 図 試験 H1 における感知チューブ等の配置概要



(着火時)



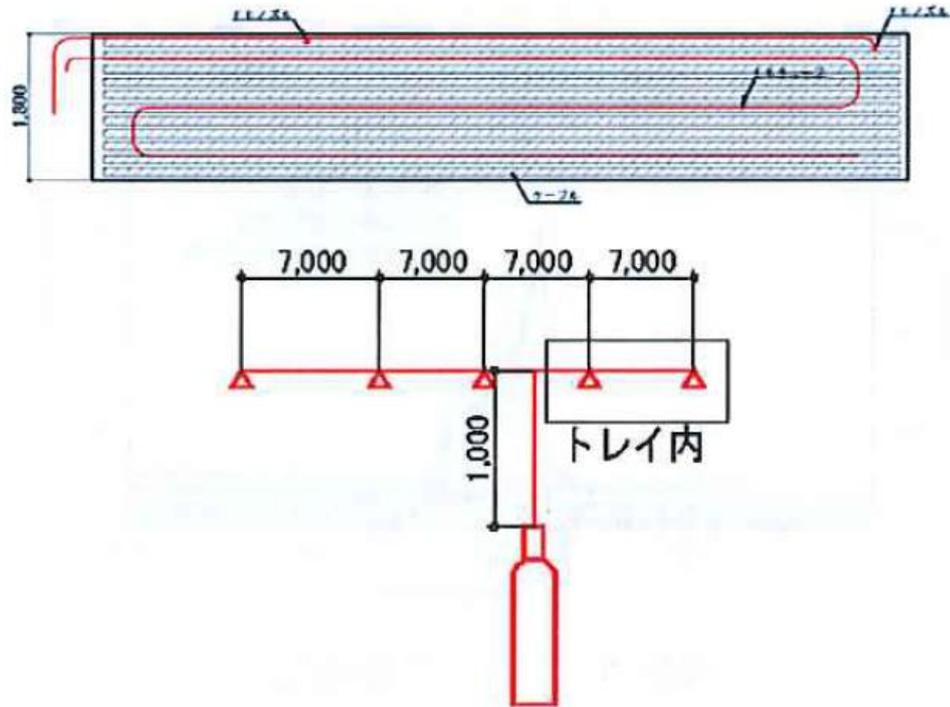
(FE 作動時)



第 7 図 試験 H1 における発火・消火時の状態

5.5.2. 試験 H2 の結果

第 8 図に示すような配置において、ケーブルに過電流を通電したところ、通電開始後 32 分 29 秒で着火した。着火から 15 秒後（通電開始から 32 分 44 秒後）にチューブ式ケーブルトレイ消火設備が動作し、消火することが確認された（第 9 図）。



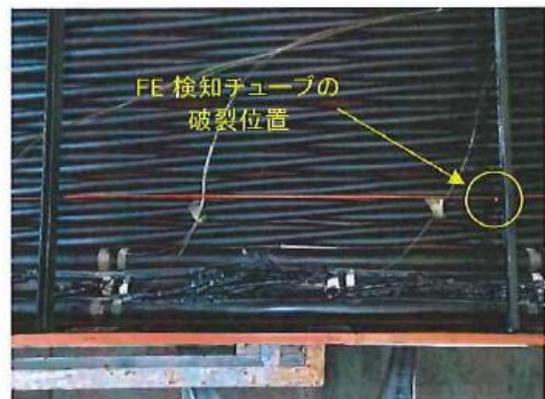
第 8 図 試験 H2 における感知チューブ等の配置概要



(着火時)



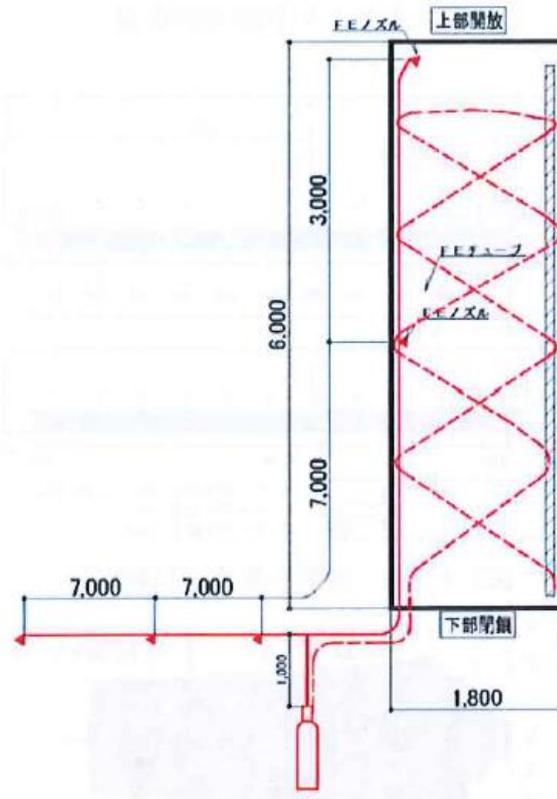
(FE 作動時)



第 9 図 試験 H2 における発火・消火時の状態

5.5.3. 試験 V1 の結果

第 10 図に示すような配置において、ケーブルに過電流を通电したところ、通电開始後 17 分 6 秒で着火した。着火から 1 分 39 秒後（通电開始から 18 分 45 秒後）にチューブ式ケーブルトレイ消火設備が動作し、消火することが確認された（第 11 図）。



第 10 図 試験 V1 における感知チューブ等の配置概要



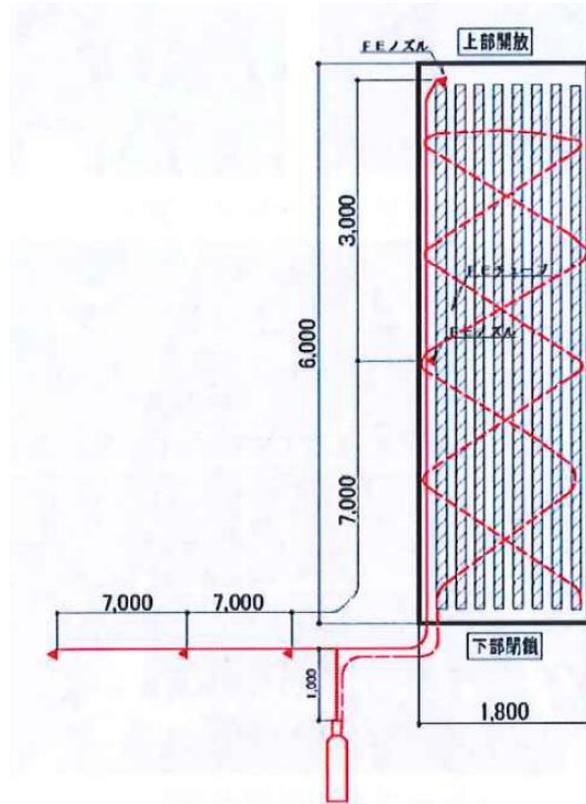
(着火時)

(消火時)

第 11 図 試験 V1 における発火・消火時の状態

5.5.4. 試験 V2 の結果

第 12 図に示すような配置において、ケーブルに過電流を通電したところ、通電開始後 18 分 14 秒で着火した。着火から 3 分 26 秒後（通電開始から 21 分 40 秒後）にチューブ式ケーブルトレイ消火設備が動作し、消火することが確認された（第 13 図）。



第 12 図 試験 V2 における感知チューブ等の配置概要



第 13 図 試験 V2 における発火・消火時の状態

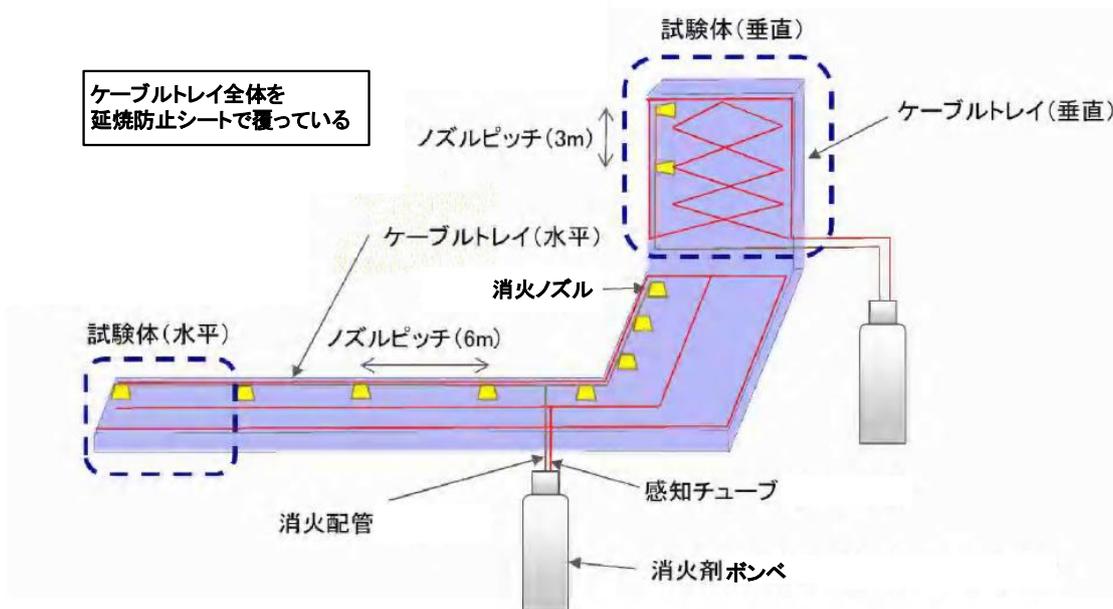
以上から、実機を模擬したケーブルトレイの火災について、チューブ式ケーブルトレイ消火設備が有効に機能することを確認した。

なお、柏崎刈羽原子力発電所7号機へのチューブ式ケーブルトレイ消火設備の適用においては、実機での標準施工方法を踏まえ、金属蓋を設置しないケーブルトレイに延焼防止シートを巻いた状態で消火性能の実証試験を行い、消火性能が確保されることを確認した。その結果を以下に示す。

6. 金属蓋を設置しないケーブルトレイ消火実証試験

6.1. 消火実証試験装置の仕様

消火実証試験装置の概要と試験条件を第14図及び第3表に示す。金属蓋を設置しないケーブルトレイ消火実証試験では、ケーブルトレイに延焼防止シートを巻き付けた状態で行う。実機状態を模擬するため、消火対象のケーブルトレイは水平と垂直の2種類としている。垂直の場合には、火災による熱が垂直上方に伝わることを考慮し、ケーブル敷設方向（鉛直方向）に対して、感知チューブが直交するように一定間隔でX字に感知チューブを配置している。実機状態では、ケーブルトレイ内に敷設されるケーブル種類が複数あることを踏まえ、試験①-1、②-1、③-1、④-1では比較的外径の大きい低圧ケーブル（600V CV 3c 14sq）を用いて、試験①-2、②-2、③-2、④-2では比較的外径の小さい制御ケーブル（600V CV 3c 5.5sq）を用いている。また、着火方法はケーブルトレイ底部からのバーナ加熱とし、ケーブルトレイ内に敷設されるケーブルが多いほど火災感知及び消火が困難になると考えられることから、ケーブルトレイ内に敷設するケーブル本数は実機最大条件（占積率40%）に合わせている。消火実証試験装置の外観を第15図に示す。



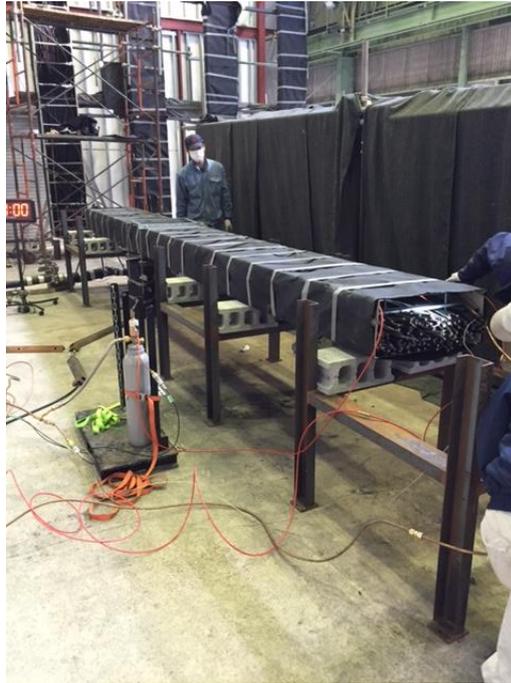
第14図 消火実証試験装置（金属蓋なし）の概要

第3表 消火実証試験（金属蓋無し）の試験条件

試験名	着火方法	トレイ姿勢	着火管理位置 *1	可燃物	ケーブルトレイ寸法
①-1	バーナ	水平	消火ノズルから3m離れたケーブルトレイ底一部	低圧ケーブル 600V CV 3C 14sq 95本 (占積率40%)	幅 0.6m ^{*2} ×長さ 6.0m×高さ0.12m
①-2				制御ケーブル 600V CV 3C 5.5sq 328本 (占積率40%)	幅 0.6m ^{*2} ×長さ 6.0m×高さ0.25m
②-1			消火ノズルから3m離れたケーブルトレイ底全体	低圧ケーブル 600V CV 3C 14sq 95本 (占積率40%)	幅 0.6m ^{*2} ×長さ 6.0m×高さ0.12m
②-2				制御ケーブル 600V CV 3C 5.5sq 328本 (占積率40%)	幅 0.6m ^{*2} ×長さ 6.0m×高さ0.25m
③-1		垂直	消火ノズルから1.5m離れたケーブルトレイ底一部	低圧ケーブル 600V CV 3C 14sq 95本 (占積率40%)	幅 0.6m ^{*2} ×長さ 6.0m×高さ0.12m
③-2				制御ケーブル 600V CV 3C 5.5sq 328本 (占積率40%)	幅 0.6m ^{*2} ×長さ 6.0m×高さ0.25m
④-1			消火ノズルから1.5m離れたケーブルトレイ底全体	低圧ケーブル 600V CV 3C 14sq 95本 (占積率40%)	幅 0.6m ^{*2} ×長さ 6.0m×高さ0.12m
④-2				制御ケーブル 600V CV 3C 5.5sq 328本 (占積率40%)	幅 0.6m ^{*2} ×長さ 6.0m×高さ0.25m

*1 バーナによる着火位置を管理するため、ケーブルトレイ底の延焼防止シートに切り込みを入れている。切り込みの大きさによる実証試験結果への影響を考慮し、切り込みはケーブルトレイ底の一部（0.1m×0.3m）あるいは全体（0.1m×0.6m）とした。

*2 柏崎刈羽原子力発電所7号機の原子炉建屋通路部に設置するケーブルトレイは最大幅が0.6mであるため、実機設計と同等の試験であると考え。



第 15 図 消火実証試験用（金属蓋なし）のケーブルトレイ外観

6.2. 消火実証試験の結果

金属蓋を設置しないケーブルトレイを用いたチューブ式局所消火設備の実証試験時の状況を第 16 図に示し、試験結果を第 4 表に示す。同表に示す通り、試験①-1～④-2 まで全てのケースでチューブ式ケーブルトレイ消火設備は有効に機能しており、金属蓋を設置しないケーブルトレイに対しても有効であることが確認された。



第 16 図 加熱時及び消火後の状態

第4表 消火実証試験（金属蓋無し）の試験結果

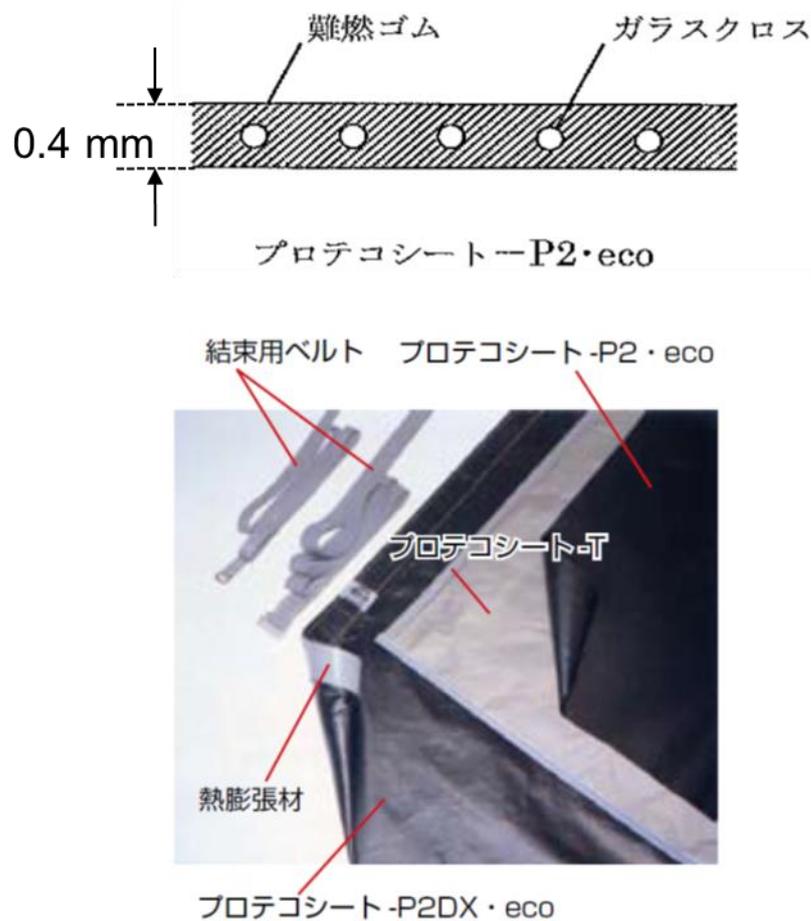
試験名	トレイ姿勢	着火管理位置	可燃物	バーナ着火から感知までの時間	消火状況*
①-1	水平	消火ノズルから 3m 離れたケーブルトレイ底一部	低圧ケーブル	5 分 43 秒	良
①-2			制御ケーブル	11 分 56 秒	良
②-1		消火ノズルから 3m 離れたケーブルトレイ底全体	低圧ケーブル	8 分 11 秒	良
②-2			制御ケーブル	16 分 57 秒	良
③-1	垂直	消火ノズルから 1.5m 離れたケーブルトレイ底一部	低圧ケーブル	53 秒	良
③-2			制御ケーブル	5 分 56 秒	良
④-1		消火ノズルから 1.5m 離れたケーブルトレイ底全体	低圧ケーブル	32 秒	良
④-2			制御ケーブル	21 秒	良

* 消火剤噴出後、再着火が無いことを確認し「良」とした。

7. ケーブルトレイ消火設備に使用するケーブルトレイカバーについて

柏崎刈羽原子力発電所7号機のケーブルトレイ消火設備では、消火設備作動時に消火剤がケーブルトレイ外部に漏えいしないように、ケーブルトレイを延焼防止シート（プロテコシート P2・eco）で覆う設計とする（第17図）。ケーブルトレイを覆う延焼防止シートは酸素指数60以上であり、消防法上、難燃性又は不燃性を有する材料（酸素指数26以上）に指定される*3。

*3 出典「消防法施行令の一部改正に伴う運用について（合成樹脂類の範囲）（指定数量）」、消防予第184号、消防庁予防救急課、昭和54年10月

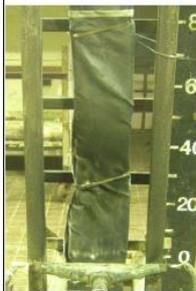


第17図 延焼防止シート（プロテコシート P2・eco）の概要

また、延焼防止シートは、ケーブルトレイに巻き付けた状態で IEEE383 Std1974 に基づく垂直トレイ燃焼試験（20 分間のバーナ加熱）を実施しても、第 18 図に示すとおり、接炎による燃焼や破れ等は発生しないことを確認している*4。よって、ケーブル火災等によって延焼防止シートが接炎する状態になっても、燃焼や破れ等が生じるおそれもなく、ケーブルトレイ消火設備作動後に消火剤が外部に漏えいすることがないため、ケーブルトレイ消火設備の消火性能は維持される。

*4 出典「延焼防止シート「プロテコシート-P2・eco」電力ケーブルによる延焼防止性確認試験報告書」，

FT-技-第 71338 号，古河電気工業（株）・（株）古河テクノマテリアル，平成 18 年 10 月

経過時間 (分)	5	10	15	20	試験終了後の ケーブル損傷状況
試験状況 加熱部全体 (0~800mm)					
加熱部詳細 (0~300mm)					
				延焼防止シートは燃焼や破れ等が発生していない	

第 18 図 延焼防止シートの IEEE383 垂直トレイ燃焼試験実施後の状態

8. 延焼防止シート施工に伴うケーブルの許容電流低減率の評価について

柏崎刈羽原子力発電所 7 号機のケーブルトレイ消火設備では、消火設備作動時に消火剤がケーブルトレイ外部に漏えいしないように、ケーブルトレイを延焼防止シート（プロテコシート P2・eco）で覆う設計とする。延焼防止シートを施工することにより、ケーブルの許容電流が低下する可能性が考えられることから、以下の通り許容電流低減率の評価を実施した。

8.1. ケーブル許容電流の評価式

ケーブルの許容電流は、ケーブルの導体抵抗、誘電体損失、熱的定数及び周囲条件に影響を受ける。ケーブルの許容電流を I とすると、日本電線工業会規格（JCS 0168-1）に定められるように式（1）で表すことができる。

$$I = \sqrt{\frac{T_1 - T_2 - T_d}{nrR_{th}}} \quad (\text{A}) \quad (1)$$

R_{th} : 全熱抵抗 ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}/\text{W}$)

T_1 : 常時許容温度 ($^{\circ}\text{C}$)

T_2 : 基底温度 ($^{\circ}\text{C}$)

T_d : 誘電体損失による温度上昇* ($^{\circ}\text{C}$)

n : ケーブル線心数

r : 交流導体抵抗 (Ω)

* 11kV 以下のケーブルでは無視できる。

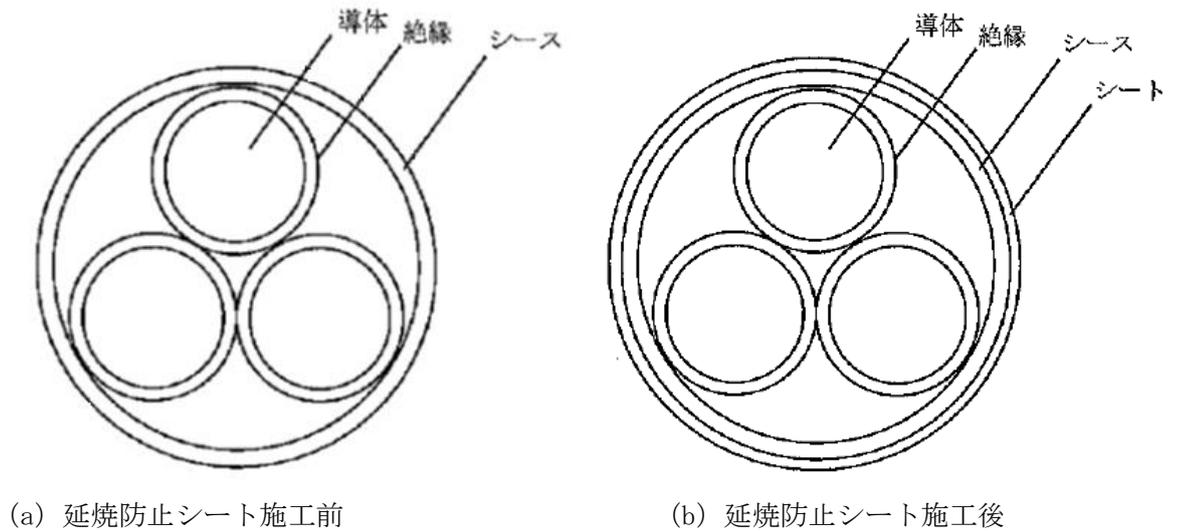
柏崎刈羽原子力発電所 7 号機においてケーブルトレイ消火設備の消火対象となるケーブルは全て 11kV 以下の仕様であることから、誘電体損失による温度上昇 T_d は無視することができるため、許容電流 I は式（2）で表される。

$$I = \sqrt{\frac{T_1 - T_2}{nrR_{th}}} \quad (\text{A}) \quad (2)$$

8.2. 延焼防止シート施工に伴う許容電流低減率の評価

柏崎刈羽原子力発電所 7 号機で使用する代表的なケーブル (600V, CV, 3C, 250mm²) について、延焼防止シート施工に伴う許容電流低減率を評価する。

第 19 図 (a) (b) に示すように、ケーブルに延焼防止シートを施工する前及び施工した後の許容電流 I_1 , I_2 は式 (3) (4) で表される。



第 19 図 延焼防止シート施工に伴う許容電流低減率の評価モデル

$$I_1 = \sqrt{\frac{T_1 - T_2}{nrR_{th1}}} \quad (A) \quad (3)$$

R_{th1} : 延焼防止シート施工前の全熱抵抗 ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}/\text{W}$)

ここで, $R_{th1}=R_1+R_2+R_3=16.7+9.9+48.6=75.2$

R_1 : 絶縁体の熱抵抗 ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}/\text{W}$)

R_2 : シースの熱抵抗 ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}/\text{W}$)

R_3 : シースの表面放散熱抵抗 ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}/\text{W}$)

$$I_2 = \sqrt{\frac{T_1 - T_2}{nrR_{th2}}} \quad (A) \quad (4)$$

R_{th2} : 延焼防止シート施工後の全熱抵抗 ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}/\text{W}$)

ここで, $R_{th2}=R_1+R_2+R_4+R_5=16.7+9.9+0.6+47.9=75.1$

R_4 : シートの熱抵抗 ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}/\text{W}$)

R_5 : シートの表面放散熱抵抗 ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}/\text{W}$)

延焼防止シート施工に伴う許容電流低減率を η とすると式 (5) で表される。

$$\eta = \left(1 - \frac{I_2}{I_1}\right) \times 100 \left(1 - \sqrt{\frac{R_{th1}}{R_{th2}}}\right) \times 100 \quad (\%) \quad (5)$$

ここで, R_{th1} と R_{th2} がそれぞれ 75.2 ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}/\text{W}$), 75.1 ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}/\text{W}$) であり, 式 (6) に示すように, 延焼防止シート施工に伴う許容電流低減率はほぼゼロである。

$$\eta = \left(1 - \sqrt{\frac{75.2}{75.1}}\right) \times 100 \cong 0 \quad (\%) \quad (6)$$

上記の許容電流低減率の評価は, ケーブルに延焼防止シートを直接巻いた場合を想定したものであるが, ケーブルトレイに延焼防止シートを巻いた場合においても, 延焼防止シートの熱抵抗は変わらないことから, 許容電流低減率に大きな差異は生じないと考えられる。

以上から, 延焼防止シートを施工してもケーブルの許容電流に影響が生じないことを確認した。

9. ケーブルトレイへのケーブルトレイカバー取付方法について

柏崎刈羽原子力発電所 7 号機のケーブルトレイ消火設備では、消火設備作動時に消火剤がケーブルトレイ外部に漏えいしないように、ケーブルトレイに延焼防止シート（プロテコシート P2・eco）で覆う設計とする。この延焼防止シートは、遮炎性を保つために、シート端部に重ね代を取る等、製造メーカーによって標準的な取付方法が定められている*5。ケーブルトレイ消火設備への適用においては、上記の製造メーカーの標準施工を施した試験体を用いて消火性能の実証試験を行い、取付方法の妥当性確認を行うこととする。延焼防止シートについて、製造メーカーの標準的なケーブルトレイへの取付方法を以下に示す。

- *5 出典「延焼防止シート「プロテコシート-P2・eco」「プロテコシート-P2DX・eco」シート固定用「結束用ベルト」技術資料・施工要領書」
FT-資料-第 0843 号，古河電気工業（株）・（株）古河テクノマテリアル

9.1. 材料の仕様

ケーブルトレイへの延焼防止シート取り付けで使用する材料の仕様を第5表に示す。

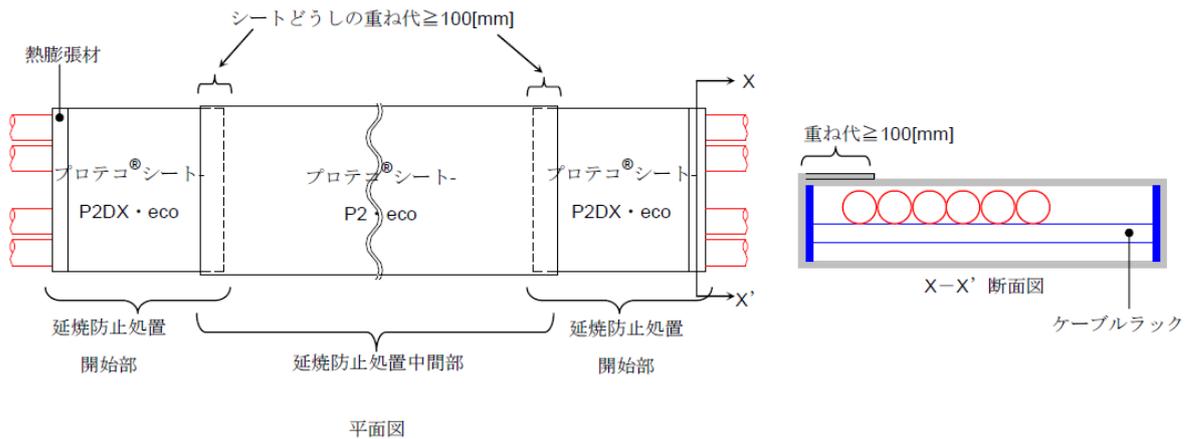
第5表 材料の仕様 (*5 から抜粋)

名称	仕様	外観
プロテコシート-P2・eco	基材のガラスクロス両面に難燃化ゴムがコーティングされた構造 (厚さ: 0.4mm)	
プロテコシート-P2DX・eco	プロテコシート-P2・ecoの片端に、熱に反応して膨張する幅50mm、厚さ3mmの熱膨張剤*を取り付けた構造	
結束用ベルト	シリコンコートガラスクロス製ベルトの片端に鋼製バックルを取り付けた構造	<p>幅 35mm タイプ</p> 
		<p>幅 19mm タイプ (熱膨張材部分固定用)</p> 

* 250℃, 60分加熱時の体積膨張率 12 倍

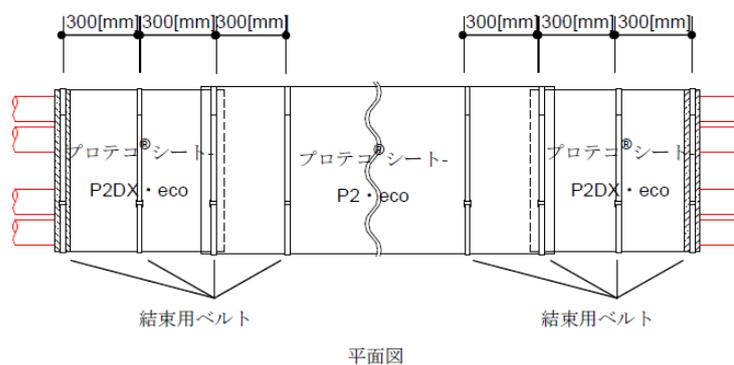
9.2. 標準的な延焼防止シート（プロテコシート）の取付方法

第 20 図に示すように、延焼防止処理開始部のケーブルトレイには、熱膨張材を取り付けたプロテコシート P-2DX・eco を X-X' 断面図のように、シートを 100mm 以上重ね合わせて巻き付ける。延焼防止処置の中間部においては、プロテコシート P2・eco を延焼防止処置開始部に対して、シートを 100mm 以上重ね合わせて巻き付ける。



第 20 図 延焼防止シートの標準的な巻き付け方法（*5 から抜粋）

また、プロテコシートを巻き付け後に、第 21 図に示すように結束用ベルトを用いて 300mm 間隔で取り付ける。結束用ベルトは、シートの重ね部にも取り付ける。



第 21 図 結束用ベルトの標準的な取付方法（*5 から抜粋）