

本資料は 年 月 日付けで登録区分、
変更する。 2001. 6. 6

[技術情報室]

臨界警報装置の更新

— 高レベル放射性物質研究施設 —

1991年4月

動力炉・核燃料開発事業団

東海事業所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2001

電力株式会社 核燃料開発事業団

東海事業所

技術開発推進部 技術管理室



臨 界 警 報 装 置 の 更 新

－高レベル放射性物質研究施設－

都所昭雄* 松本盛雄*
福留克之*

要 旨

高レベル放射性物質研究施設（以下、「CPF施設」という。）の臨界警報装置は、昭和55年度に設置後、常時連続運転されてきたが、設置してからの使用期間が耐用年数とされる10年を経過しつつあるため、平成2年度に更新を行った。

旧臨界警報装置は外国製（仏国）であったが、今回の更新で再処理工場やプルトニウム燃料工場などと同様、国産の装置に更新した。

本書は、CPF施設の臨界警報装置の更新工事、許認可等についてまとめたものである。

* 放射線管理第一課

目 次

1. はじめに	1
2. 更新の目的及び必要性	2
3. 旧設の臨界警報装置	4
3.1 旧設の装置の仕様	4
3.1.1 概要	4
3.1.2 概略仕様	4
3.1.3 機器リスト	7
3.2 保守状況	9
4. 更新計画及び実施	11
4.1 基本的な考え方	11
4.2 更新範囲	11
4.3 更新スケジュール	12
4.4 新設の臨界警報装置の仕様	14
4.4.1 設計方針	14
4.4.2 設計条件	14
4.4.3 機器仕様	15
4.4.4 装置の一般仕様	18
4.4.5 装置各部機能の詳細	19
4.5 更新工事	24
4.5.1 更新方法	24
4.5.2 新設工事	24
4.5.3 新設工事から撤去工事までの期間	27
4.5.4 撤去工事	27
4.5.5 特記事項	28
4.6 許認可関係	31
4.6.1 概略フロー	31
4.6.2 スケジュール	32

4.6.3	検査の区分、要領	32
4.6.4	特記事項	33
5.	更新結果	39
5.1	更新による効果	39
5.1.1	信頼性の向上	39
5.1.2	保守性の向上	39
5.1.3	他施設の装置との統一化	39
5.2	性能比較	39
6.	予算措置	42
7.	まとめ	43
7.1	更新範囲関係	43
7.2	更新スケジュール関係	43
7.3	機器関係	43
7.4	更新工事関係	43
7.4.1	新設工事	43
7.4.2	撤去工事	44
7.4.3	作業打合せ	44
7.5	許認可関係	44
7.6	施設安全関係	45
8.	おわりに	46
9.	参考資料	47
10.	付録	48

図 表 目 次

本 文

写真-1	旧臨界警報装置（臨界検出器）	6
写真-2	旧臨界警報装置（臨界警報監視盤）	6
図-1	旧設の臨界警報装置ブロック図	8
図-2	臨界警報装置の更新範囲概略図	11
図-3	更新方法概略図	26
図-4	許認可業務と更新工事の概略フロー	31
表-1	旧装置の保守状況	9
表-2	更新スケジュール・手順（概略）	13
表-3	ガンマ線検知基準	20
表-4	臨界警報	22
表-5	臨界警報装置の新設機器	25
表-6	警報器の増設	25
表-7	臨界警報装置の撤去機器	28
表-8	許認可スケジュール	32
表-9	検査区分一覧表	33
表-10	検査要領一覧表（施設検査 第1回目）	35
表-11	検査要領一覧表（施設検査 第2回目）	36
表-12	施設検査手順（施設検査 第2回目）	38
表-13	新・旧臨界警報装置の性能比較	40

付 録

付図-1	臨界検出器	付-1(1)
付図-2	臨界警報監視盤	付-1(2)
付図-3	監視盤チャンネルベース	付-1(3)

付図-4	ホーンブロー	付-1(4)
付図-5	回転灯	付-1(5)
付図-6	検出器配置概略図	付-1(6)
付図-7	臨界警報装置設置場所〔臨界警報監視盤〕(1階)	付-1(7)
付図-8	放射線管理室機器配置図(放管室)	付-1(8)
付図-9	臨界警報装置配置図〔臨界警報監視盤〕(放管室)	付-1(9)
付図-10	臨界警報装置配置図〔警報器〕(地階)	付-1(10)
付図-11	臨界警報装置配置図〔警報器〕(1階)	付-1(11)
付図-12	臨界警報装置配置図〔臨界検出器、警報器〕(2階)	付-1(12)
付図-13	臨界警報装置配置図〔警報器〕(3階)	付-1(13)
付図-14	臨界警報機能ブロック図	付-1(14)
工事写真		付-2(1)~付-2(11)

1. は じ め に

臨界警報装置はCPF施設の操業にとって不可欠のものであるとともに、万が一臨界事故となった場合は確実に臨界警報を発する一方、誤警報を発してはならないという極めて高い信頼性が要求される装置である。

CPF施設の臨界警報装置は設置以来、臨界事故を監視する装置として使用してきたが、長年の使用によりシステム全体が老朽化してきたため、予防保全の一環として更新を行ったものである。

更新にあたっては、更新に係る工事と許認可業務の歩調を十分に合わせつつ進め、無事に終了することができた。

2. 更新の目的及び必要性

2.1 目的

CPF施設においては、臨界事故の監視のため臨界警報装置が設置されている。臨界警報装置は、①その装置が正常でないと核燃料物質等の取扱いができず、施設の運転に直接影響する。②誤警報等が発生した場合には社会的影響が大きい。等の理由から極めて重要な装置であり、高度な信頼性が要求されている。

しかし、CPF施設に設置されている臨界警報装置は、

- (1) 設置後10年近く連続稼働し、装置が老朽化している。
- (2) 装置の保全が困難となっている。
- (3) 機能喪失や誤警報に対する信頼性の向上が必要である。

等の状況となっていることから、信頼性や保守性の向上を図ることを目的として更新を行うものである。

2.2 更新の必要性

2.2.1 装置の老朽化

CPF施設の臨界警報装置は、長年の使用により装置の構成部品やシステム全体が老朽化しており、部品の一部については錆等も生じている。このため、装置の点検において予防保全の観点から劣化した部品の交換を行っているが、システム全体が摩耗故障が発生する時期になりつつある。

2.2.2 保守性の問題

臨界警報装置については常に正常機能の維持が必要なため、点検時の予防保全とともに不具合等が生じた場合には早急に保全を行い正常機能に復帰させることが重要である。しかし、既設の装置は仏国製であることから、使用する部品の入手に多大の時間を要することや予備品を新規に確保することが困難な状況となってきている。

2.2.3 装置に対する信頼性の向上

臨界警報装置はその重要性から、機能喪失や誤警報を防止するためシステムとしての高度な信頼性が要求される。しかし、CPF施設で使用されている装置は、検出部に2 out of 3の冗長設計が行われているものの、論理回路部等は1重となっている。そのため、検出部及び論理回路部の冗長設計のほか、電源部や警報発生部の2重化、各モニタ機能の

付加等により信頼性の向上を図る必要がある。

以上の理由により、国産型の装置へ更新を行う必要がある。

3. 旧設の臨界警報装置

3.1 旧設の装置の仕様

3.1.1 概要

γ 線プローブは核分裂性物質による臨界現象で発生する γ 線を検出するものである。

γ 線プローブは上記放射線を検出し、この信号を623BJ形ロジカルモジュールに送る。そして623BJのロジック回路で処理されたこの信号は、ただちにKEボックスに警報信号を送り、ホーンブローア、回転灯を動作させる。

γ 線プローブの動作不良によるいかなる誤警報も防止するため、警報信号の発信は1系統内の少なくとも2つのプローブからの信号が同時に623BJに送られてきた時のみKEボックスに送られる。この同時回路は、最初に警報レベルを越えて信号を送ってきたプローブに対し、2番目のプローブがそれから最大0.5秒以内に警報レベルを越えて同じく信号を送ってこない限り動作しない。

この同時回路は1つのプローブが不良の時でも、残りの2つが0.5秒以内に警報レベルを越えた信号を送ってくれば動作する。

写真-1、写真-2に旧臨界警報装置の外観写真を、そして図-1に旧設の臨界警報装置のブロック図を示す。

3.1.2 概略仕様

測定対象	γ 線
検出器種類	プラスチックシンチレーション検出器
測定範囲	200mR/hr 以上で警報レベル設定可能
検出方法	3個の検出部の警報信号が0.5秒以内に2つ以上入力された時警報を発する。(2 out of 3)

テスト操作

- (1) 個々の検出部の動作確認
- (2) 個々の検出部信号が0.5秒以上のとき、臨界警報として作動しないことの確認。
- (3) 3個の検出部の2個以上の信号が0.5秒以内に入力した時に臨界警報が発することを、3個の検出部の交互の組合せで確認できる。(2 out of 3 動作確認)

自動テスト機構 警報音発生装置を自動的に1日1回チェックできるようにし、発信器、増幅器、出力ラインの異常が生じた場合、異常表示を行い、特

に発信器及び増幅器に関しては予備品に自動的に切り替わる。

ノイズ対策 40MHz、2 kWのシーラーに対するノイズ対策を実施。

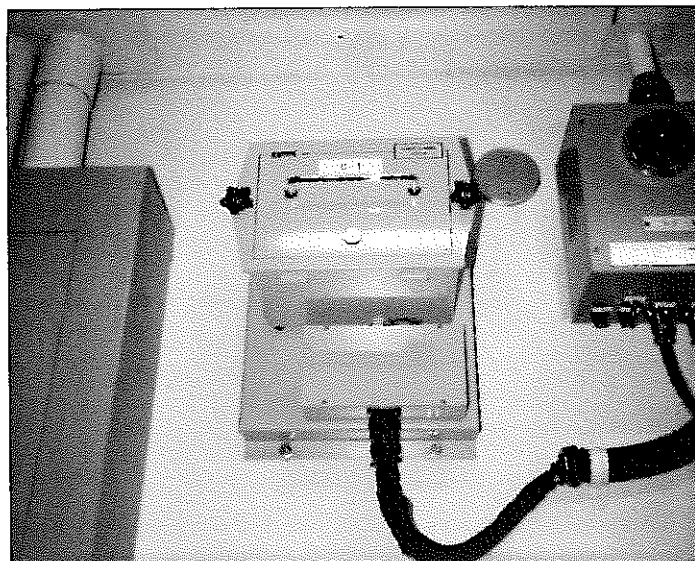


写真-1 旧臨界警報装置（臨界検出器）

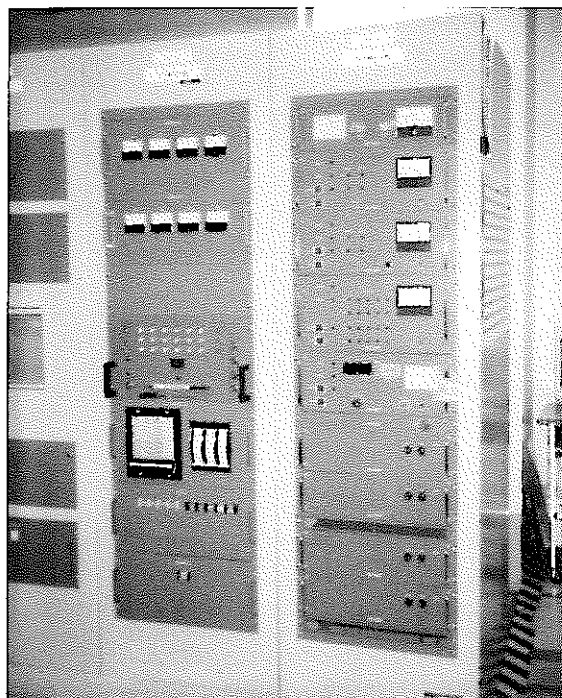


写真-2 旧臨界警報装置（臨界警報監視盤）

3.1.3 機器リスト

γ線プローブ	SDCG11	3 個
ロジカルモジュール	623BJ	1 台
低圧電源	RU820	2 台
指示計ユニット	RU985	1 台
KEユニット	RU984	1 台
低圧電源	RU816	1 台
警報音発生装置		1 式
モニターパネル	MP-031T	1 台
発信器及び発信器異常 検出パネル	OTC-041T	1 台
増幅器異常検出パネル	ATC-041T	1 台
スピーカライン異常 検出パネル	STC-051T	1 台
異常検出回路制御パネル	TCO-041T	1 台
パワースイッチパネル	PS-011T	1 台
パーフォレイテッドパネル	PF-012T	2 枚
パワーアンプパネル	PA-037T	4 台
ジャンクションボックス	JB-600	1 台
回転灯	RZ115	16 個
ホーンブロー	RU949	9 個
低圧電源ユニット	RU814-G2	1 台

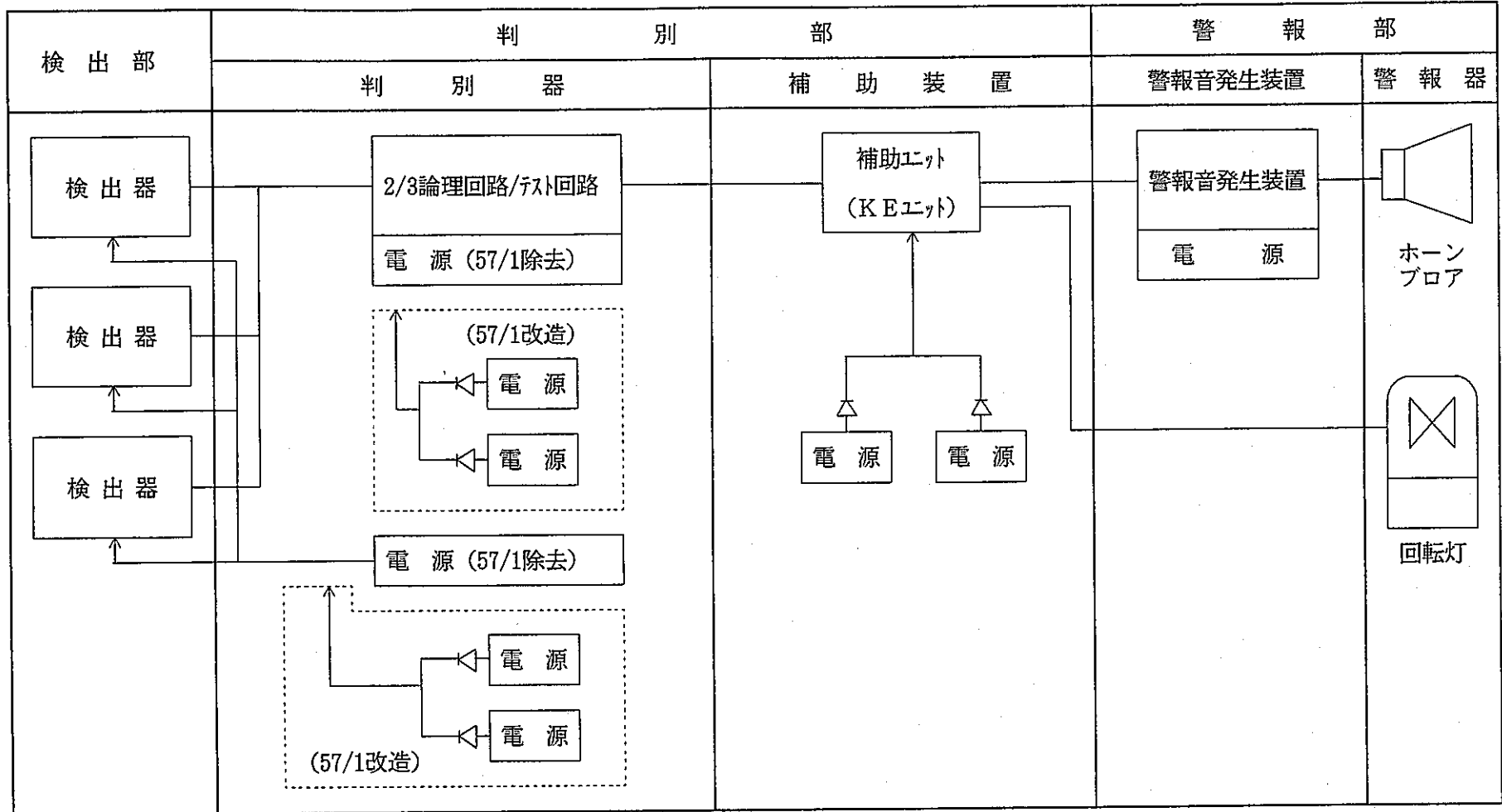


図-1 旧設の臨界警報装置ブロック図

3.2 保守状況

CPF施設の臨界警報装置は昭和55年度に設置された。その後は年2回の定期点検が行われてきたほか、昭和56年度には電源系の一部改造がなされた。

定期点検の際に部品の交換、調整はあったものの、使用途中において誤警報発報等の重大なトラブル発生は1件もなかった。

表-1に旧装置の定期点検等における保守状況について示す。

表-1 旧装置の保守状況

年 度	内 容	処 置 等
昭和56 (S57.1)	電源系の改造 ・2/3 論理回路/テスト回路電源 ・検出器用電源	・既設の電源を撤去し 新たに電源を2重化した。 (図-1参照)
昭和 57	前期	_____
	後期	検出器用光電子増倍管ブリーダ抵抗不良 ブリーダ抵抗の交換
昭和 58	前期	_____
	後期	検出器用光電子増倍管の不良 検出器の交換
昭和 59	前期	_____
	後期	検出器用光電子増倍管の不良 検出器の交換

年 度		内 容	処 置 等
昭和 60	前期	低圧電源ユニットの不良	低圧電源ユニットの交換
	後期	論理回路モジュール用ホトカプラの不良	ホトカプラの交換
昭和 61	前期	_____	_____
	後期	_____	_____
昭和 62	前期	検出器用光電子増倍管の不良	検出器の交換
	後期	_____	_____
昭和 63	前期	検出器用光電子増倍管の不良	検出器の交換
	後期	論理回路モジュール用ホトカプラの不良	入力カップリング回路の交換
平成 1	前期	検出器用コンデンサの不良	コンデンサの交換
		検出器用光電子増倍管劣化によるアンプゲインの大幅調整	調整
	後期	検出器用光電子増倍管の不良	検出器の交換
		検出器用DC/DC変換器の不良	
		検出器用光電子増倍管劣化によるアンプゲインの大幅調整	調整

4. 更新計画及び実施

4.1 基本的な考え方

既設の臨界警報装置のうち、新設する臨界警報装置において要求される仕様が満足され、かつ、その健全性を確認した部分については、更新に係る費用節約、工期短縮、施設工程に与える影響を最小限にするなどの観点から更新の対象外とし、新設する臨界警報装置のなかで継続して使用していくこととする。

4.2 更新範囲

臨界警報装置を大別すると、臨界警報検出器、臨界警報監視盤、警報器そしてそれらを接続しているケーブルに大別できる。今回の更新範囲は基本的考えに則り、検出器、検出器用ケーブル、監視盤、警報器を対象とし、警報器用ケーブルは更新の対象外とした。

また、旧設の臨界警報装置にはなかった中継箱を今回の更新で追加、新設した。

更新範囲の概略図について図-2に示す。

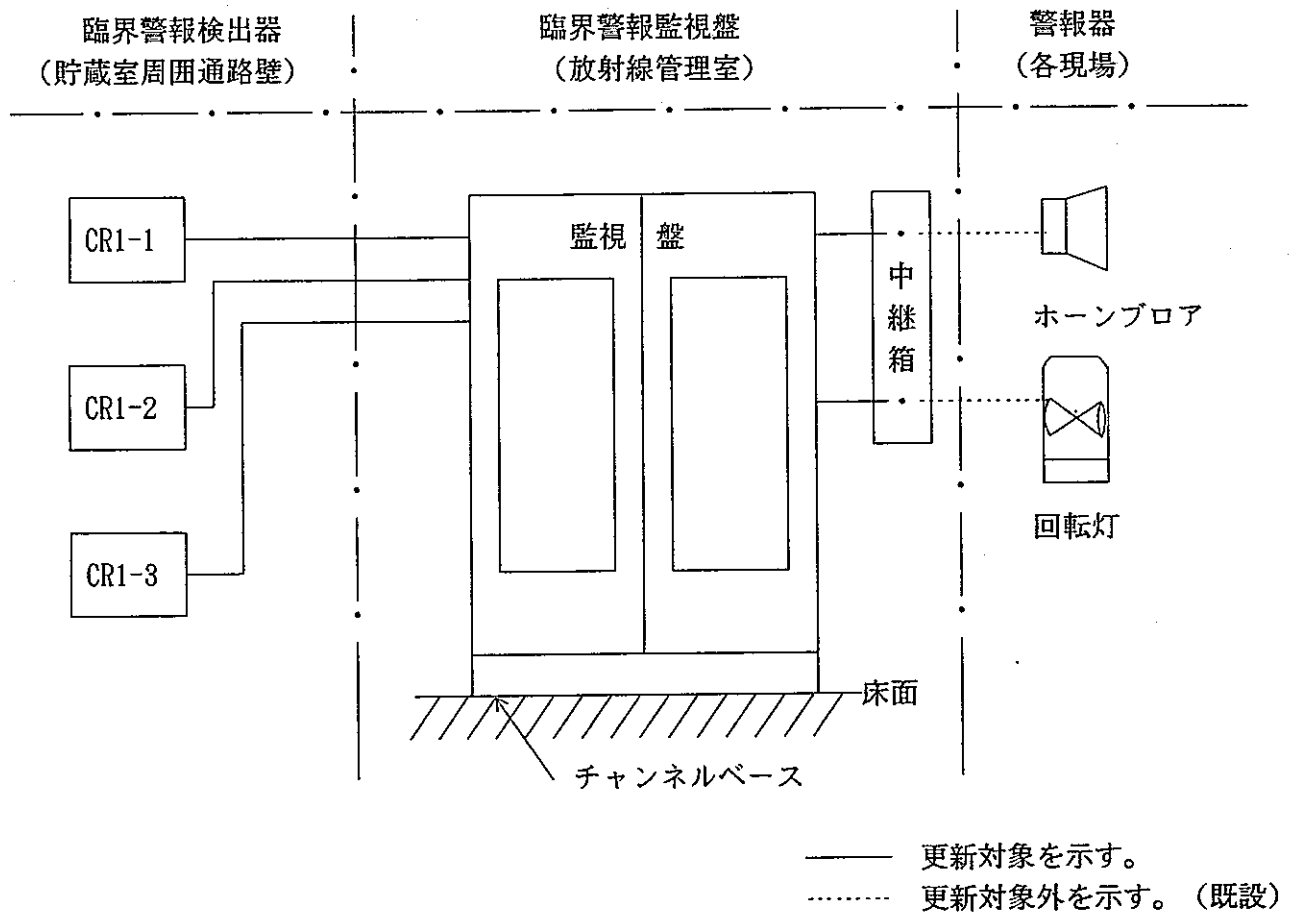


図-2 臨界警報装置の更新範囲概略図

4.3 更新スケジュール

表-2に更新スケジュール・手順（概略）を示す。

表-2 更新スケジュール・手順 (概略)

年月		平成2年度							
		7月	8月	9月	10月	11月	12月		
更新工事	新設	<ul style="list-style-type: none"> ・新チャンネルベース据付 ・新設監視盤据付 ・中継箱設置 ・新設HB、FLBケーブルを新設監視盤～中継箱間布設（新設監視盤用） ・新設検出器設置 ・新設 " ケーブル接続 ・新設HB、FLB 設置 ・電源ケーブル接続 ・ローダ交換 ・分電盤NFB 交換 							
	旧設	<ul style="list-style-type: none"> ・HB、FLB を新設から旧設へ切替 ・既設外部ケーブルを " ・PNC 受入検査 							
監視		旧設使用		旧設使用		旧設使用		新設使用	
許可関係		旧設欠測		旧設欠測		旧設欠測		旧設欠測	
		▼局ヒアリング	▼施設検査申請	▼施設検査 (第1回目)	▼施設検査 (第2回目)	▼合格証交付			

注) HB: ホーンプロア FLB: 回転灯

4.4 新設の臨界警報装置の仕様

4.4.1 設計方針

(1) 信頼性、品質管理

高い信頼性と品質管理のもとに設計・製作・試験が行われるものとする。

(2) 検出対象

臨界事故時の即発 γ 線があらかじめ設定されたレベルを越えたことを検知することを機能の第一とし、これを阻害する付帯機能は設けない。

(3) 判別条件

臨界事故の判別は、2 OUT OF 3 論理を基本とし、0.5秒以内の同時性検出方式とする。

(4) 警報

警報機能は、音を第一優先とし、音と光による機能を有するものとする。

(5) 耐震性

システムの機器は、耐震Aクラスの設計が、なされていること。 *1

*1. メーカーの設計・製作上のクラス

(6) 保全性

① システムは、実用上可能な限り、第一機能を失うことなく、計画的な試験・点検が可能であること。

② システム系は単一故障の発生により、第一機能を失うことがないようにする。

③ 検出器アナログ出力、テストモードの外部出力を設け保全性の改良をする。

4.4.2 設計条件

(1) 基本条件

本装置は、臨界事象を確実に検知判断し、警報を発することにより、作業者に速やかな退避を促し、作業者の安全を確保することを目的とするもので、高い信頼性が要求される。

したがって使用部品、材料の選定、装置の製作、現地工事及び各種試験検査を含む全ての工程において細心の品質管理を行い、目的に合致した品質を確保する。

(2) 耐用年数

本装置の設計耐用年数は10年以上を目標とする。

(3) 耐震設計基準

- ① 耐震設計重要度分類はBクラスとする。^{*2}

*2. 核燃料物質使用変更許可申請書の重要度分類上におけるクラス

- ② 剛構造となるような構造、支持方法を決定する。

(4) 適用法規

① 適用法規

- i 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律
- ii 労働基準法
- iii 労働安全衛生法
- iv 建築基準法
- v 電気事業法

② 準拠規格、基準等

- i 日本工業規格（JIS）
- ii 日本電気工業会標準規格（JEM）
- iii 電気設備技術基準
- iv 放射線管理用モニタ規格

4.4.3 機器仕様

(1) 概略仕様

- ① 測定線種 γ 線
- ② 検出方式 プラスチックシンチレータ+光電子増倍管による電流出力方式
- ③ トリップ設定範囲 $4.37 \times 10^{-4} \sim 4.37 \times 10^{-3}$ Gy/h
- ④ ロジック処理 2 / 3 論理 同時計数
- ⑤ 同時計数時間 0.5秒以内

(2) 装置の機能と構成

① 装置の機能

装置は、供用期間中合理的に達成可能な最高の信頼度をもって、臨界事故により放出されるガンマ線を検出し、ガンマ線の吸収線量あるいは吸収線量率が所定の値を超え、かつ臨界事故と判定すべき所定の条件を満たすかどうかの判別を行い、条件を満足した場合は、最大1秒以内（注1）に特別かつ専用の警報（以下「臨界警報」という。）を所定の範囲に所定の時間発生する。

注1) 1秒の内訳は、臨界事故か否かの判別に要する時間 0.5秒以内の必要な時間、
 その他に検出部、判別部、警報部の作動に要する時間の合計が 0.5秒以内でこ
 の時間は合理的に可能な限り短くする。

② 装置の構成

装置は次の部分で構成する。付図-14に臨界警報機能ブロック図を示す。

- i 検出部 (臨界検出器 (γ線))
- ii 判別部 (2/3論理回路)
- iii 警報部 (警報音発生装置)
- iv 電源部 (検出器用、テスト回路用、低圧電源ユニット等)
- v 記録表示部 (記録計)
- vi 点検部 (供用監視点検モジュール等)

③ 機器構成は、次のとおりとする。

- i 検出部
 - 臨界検出器 (γ線) (RD120G2) 3個
- ii 判別部
 - 2/3論理回路 (RU724G2) 3台
 - 補助 (AUX) ユニット (RU612AG2) 1台
 - 警報発生ユニット (RU613G2) 1台
- iii 警報部
 - 警報音発生装置 1式
 - 回転灯 (RU618G2) 13個
 - 回転灯 (屋内防水型) (RU672) 6個
 - スピーカ (RU617G2) 10個
- iv 電源部
 - 検出器用電源 (RU726) 3台
 - テスト回路用電源 (RU727) 1台
 - 低圧電源 (RU819) 2台
 - 低圧電源ユニット (RU818A) 1台
 - ピンコネクタボックス (D-300シリーズ) 2台
 - ピン電源 (D-591/E-502) 1台

v	記録・表示部		
	記録計	(横河 μ R180T)	1台
	アイソレータ	(TOSMAC 357)	3台
vi	点検部		
	供用監視点検モジュール	(RU737)	1台
	テスト回路	(RU725)	1台
	プリンタ	(D-594)	1台
vii	監視パネル (含、チャンネルベース)		2面
viii	予備品		
	臨界検出器 (γ 線)	(RD120G2)	1個
	2/3論理回路	(RU724G2)	1台
	警報発生ユニット	(RU613G2)	1台
	低圧電源	(RU726)	1台
	低圧電源	(RU727)	1台
	低圧電源	(RU819)	1台
	回転灯	(RU618G2/RU672)	各1個
	スピーカ	(RU617G2)	1個
	補助(AUX)ユニット	(RU612AG2)	1台
	モニタパネル	(MP-031)	1台
	電源部	(PSC-031)	1台
	異常警報音出力/電源部	(ESC-031)	1台
	OSCパワーアンプ異常検出部	(OPC-031)	1台
	スピーカライン異常検出部	(SPC-031)	1台
	リレーパネル	(RYP-031)	1台
	パワーアンプ	(PA-2440)	1台
ix	消耗品		
	ランプ、ヒューズ		現用の 100%
	チャート紙		12本

(3) 機器各部の機能

① 検出器の有する検知機能

臨界事故に伴い放出されるガンマ線を検出し、所定の値以上となった場合にそのことを示す信号（以下「検知信号」という。）を発生する機能。

② 判別部の有する判別機能

検知信号が、臨界事故とみなすべき条件を満たすかどうかを判別し、条件に適合した場合のみ信号（以下「警報信号」という。）を発生する機能。

③ 警報部の有する警報機能

警報信号を受けた場合に、退避および接近禁止のための臨界警報を所定の時間、所定の場所で発生する機能。

④ その他の部分の有する機能

i 点検部は、装置各部を点検し、また作動を監視する機能と、これらの結果を記録する機能とから成る。

ii 記録・表示部は、検出器からのアナログ信号をレコーダに記録し、またこのアナログ信号に加え検出器のフェールトリップ、個別警報及び機器の故障が放射線管理室にて監視ができる。

(4) 装置の配置

新設の装置は、旧設の装置のとなりの位置に配置。

付図-6、付図-9に配置図を示す。

4.4.4 装置の一般仕様

(1) 信頼性の条件

① 単一の故障により、機能が喪失しない。

② 単一の故障により、臨界警報の吹鳴に至らない。

③ 装置の耐用年数は受入検査終了後10年以上を目標とし、その間の故障度数率は適切な保全を考慮して 3×10^{-7} 回/hを目標とする。なお、部品等についても、信頼性評価及び品質管理を十分に行う。

④ 装置は、装置各部の単一の故障に対して各部毎独立に原則として30分以内で保全が可能。

(2) 装置の環境条件

① 使用温度範囲 0～50℃

- ② 保存温度範囲 -20~60°C
- ③ 使用湿度範囲 20~90%
- ④ ウォームアップ時間 5分以内
- ⑤ 電 源
AC 100V±10%、50Hz
- ⑥ 外部ノイズ
40MHz、2kW出力のシーラーを検出器から1mの距離で作動して不感。
- ⑦ 通常時外部ガンマ線吸収線量率 4.37×10^{-4} Gy/h以下
- ⑧ 検出部最大想定吸収線量 1×10^4 Gy 注2)
注2) 少なくとも検知信号を発生するまでの間は正常に作動する。

(3) 構造等に関する条件

- ① 絶縁抵抗 DC500V、50MΩ以上
- ② 耐電圧 1, 500V (アース、ACライン間)
- ③ 耐震性

耐震設計は、重要度分類Bクラスとする。*3

*3. 核燃料物質使用変更許可申請書の重要度分類上におけるクラス

- ④ 除熱能力
使用温度範囲を満足する。
- ⑤ 電 源
電源は、既設無停電電源から供給。

- ⑥ 構 造
各部は、実現可能な限りモジュール化する。

4.4.5 装置各部機能の詳細

(1) 検出部の機能

検出部は、臨界事故に伴い発生するガンマ線が、あらかじめ設定した基準(表-3①②に示す。)を越えた場合に検知信号を判別部へ伝達する。

1組の検出部は3個の検出器より構成される。

検出器は、①ガンマ線を検出する部分、②表-3の基準と比較する部分及び、③検知信号を発生する部分より構成する。検知信号は①に入射したガンマ線表-3の基準を越えた場合のみ、③から判別部へ伝達される。検出部は検知機能が正常であることを確認す

るため随時、上記の①の部分から模擬電気信号（発光ダイオードの発光による）により臨界ガンマ線と同等の信号を入力し、検知信号の発生を確認できるようになっている。検出部の3個の検出器に供給される低圧電源は互いに独立である。各検出器の電源シールドは、装置全体の一点接地を満足し、かつ各検出器を必要な場所に配置した場合にノイズの影響を受け難い構造となっている。各検出器は、互換性がある。

また、各検出器は保全作業を容易とするため、アナログ出力またはパルス出力が得られる。

表-3 ガンマ線検知基準

- | |
|--|
| <p>① 連続的なガンマ線量に対して吸収線量率による検出器の作動吸収線量を $4.37 \times 10^{-4} \sim 4.37 \times 10^{-3} \text{ Gy/h}$ に任意に設定可能。</p> <p>② 連続的なガンマ線量で、検出器の作動吸収線量を上記の範囲内任意に設定した場合に以下の条件が確認できる。</p> <p>イ 検出器が検出動作を開始した後 0.1msec間に、$4.37 \times 10^{-9} \text{ Gy}$ のガンマ線が入射した場合に検知信号を発生し、短時間のガンマ線照射に対する特性を明確にする。</p> <p>ロ 検出器が検出動作を開始した後 0.1msec以内に、$4.37 \times 10^{-9} \sim 8.73 \times 10^2 \text{ Gy}$ の吸収線量を受ける場合には検知信号の発生の開始までの時間は 0.1msec 以下を目標。</p> |
|--|

(2) 判別部の機能

① 判別部の条件

判別部は、あらかじめ定めた判別条件に従って検知信号を判断し、臨界事故とみなすべき場合に警報部へ警報信号を伝達する。1組の判別部は、判別条件を持つ3個の判別器より構成される。判別条件は以下に示す2つの条件から成る。

- i 1組の検出部に属する2個以上の検知信号を0.5秒以内に受けた場合のみ警報信号を警報部へ伝達する。
- ii 次の場合には警報信号を警報部へ伝達しない。検知信号の発生を表示部及び点検

部に伝達する。

- a 1組の検出部に属する1個の検出器からのみ検知信号を受けた場合。
- b 1組の検出部に属する2個以上の検出器から受けた検知信号が、いずれも0.5秒を越える間隔であった場合。

それぞれの検出部からの検知信号は、互いに独立に判別されなければならない。1組の検出部を構成する3個の検出器のうち、1個が故障した場合及び保全の場合には残りの2個の検出器からの検知信号により判別を行う。

② 判別部の回路構成

判別器1個が故障した場合及び保全の場合には、これを除外し、残りの2個の判別器からの警報信号の一致により警報部を直接作動させる回路となっている。判別部に警報信号及び検知信号を外部から入力可能な端子を有する。

判別器の電源は、各判別器毎に独立しており、信号接点用補助リレーの電源は、多重化されてる。

警報信号を警報部へ伝達する部分は、3個の判別器からの警報信号のうち、2個以上の警報信号を受けるとのみ警報部を直接作動させる回路となっている。各判別器は互換性を持たせている。

(3) 警報部の機能

① 警報の発生及びその種類

警報部は、施設内作業者に対して退避する必要がある区域からの迅速な退避が行えるように、他の警報と容易に識別可能な可聴音警報及び可視光警報を発する。

(表-4に臨界警報の内容を示す)

警報部は、判別部より警報信号を受けた場合のみ臨界警報を発する。

臨界事故が発生する可能性を想定する施設の周囲の人員に対して臨界事故のとき危険な区域に立ち入らぬよう可視光警報を発する。可聴音警報と可視光警報はお互いに独立の接点から警報信号を受ける。

また、可聴音警報を施設内の同一床面の近接区域に設置する場合には互いに異なる接点から警報信号を受ける。

② 警報の停止方法

臨界警報は原則として手動で解除するまでは自動的に継続する。

停止方式は、以下のモードが選択可能である。

- i 可聴音警報
 - ・ 自動 10分±1分間自動継続
 - ・ 手動
- ii 可視光警報
 - ・ 手動

手動による停止方法は、点検監視切替スイッチ操作により行う。臨界警報の発生時には、過度的な消費電力及び定常的な消費電力ともに既設無停電電源から供給可能な電力となっている。

表-4 臨界警報

1) 可聴音警報	
(1) 音圧レベル	① 可聴音警報は、発生地点から10mの場所で90dB以上（反響込みで）の音圧レベル。 ② 警報対象のすべての区域で他の音源と容易に識別聴取されること。 （騒音に対して10dB以上の音圧を確保）
(2) 警報音変調周波数	
① 基本周波数	1 KHz ±10%
② 変調周波数	4 Hz ±1 Hz
2) 可視光警報	
(1) 光色	赤
(2) 発光方式	警報光明滅方式

(4) その他の機能

装置のその他の部分の機能

① 電源部の機能

装置各部を作動させる低圧電源は、装置各部の冗長設計を妨げることのないよう、単一の電源の故障により装置機能の喪失及び誤警報のないようになっている。

② 点検部の機能

点検部のうち、供用監視点検モジュールは、以下に示す項目について自動的に記録される。（手動起動自動点検）

- i 検知信号を発生した検出器の番号及び検知信号発生時刻
- ii 警報信号を発生した判別器の番号及び警報信号発生時刻
- iii 臨界警報の発生時刻

また、装置の自動検査をした場合は、上記の記録に加え、以下に記載した点検結果とその時刻が確認できる。

- i プローブテスト結果
 - ii 2/3論理回路出力テスト結果
- テスト回路は、以下に示す各項目について自動的に表示する。

- i プローブテスト結果
- ii 2/3論理回路出力テスト結果

③ 記録部の機能

検出器のアナログ出力の記録（記録計）

④ 臨界警報出力

- i 警報表示出力（グラフィックパネルへ）
- ii 警報出力（コントロール室、警備所）
- iii 警報出力（計算機へ）
- iv アナログ出力（計算機、記録計） 1～5V電圧出力（3点×2）

4.5 更新工事

4.5.1 更新方法

臨界警報装置を停止すると核燃料物質等の取扱いができなくなるため、更新にあたっては旧設の臨界警報装置が運転され臨界監視にある状態で、新しい臨界警報装置を新設した。その後、新設の装置の施設検査受検後、旧設から新設へ臨界監視のための運転を切替え、そして旧設の臨界警報装置を撤去するという方法で更新を行った。

図-3に更新方法の概略図を示す。

4.5.2 新設工事

臨界警報装置のうち、臨界警報監視盤は放射線管理室に、臨界警報検出器は貯蔵室周囲通路の壁に、そして警報器（ホーンブローア、回転灯）は各現場に各々設置されている。新しい臨界警報装置はいずれも旧設の装置とほぼ同位置に新設した。このうち、監視盤は旧設の監視盤の右どなりに斜めの位置に新設した。この際、新設ケーブルの布設用として新設監視盤下の床をはつってピットを施行し、既設のピットと連絡させた。4.2 更新範囲の項でも述べたが、今回の更新で中継箱を新設した。中継箱を新設することになったのは、警報器用ケーブルを更新の対象外にしたことによるもので、旧設の監視盤と新設の監視盤との間で警報器用ケーブルの継ぎ替えが円滑に行なえるようにするためと、また、その際ケーブルの長さが足りず、延長の必要が生じたためである。

検出器はCR1-1、CR1-2については旧設の検出器の垂直下の位置に、そしてCR1-3については旧設の検出器の水平左の位置にそれぞれ新設した。

警報器については旧設の警報器に隣接して新設したほか、今回の更新に合わせて警報器の増設を行った。

表-5に新設した機器について、そして表-6に警報器の増設分について示す。

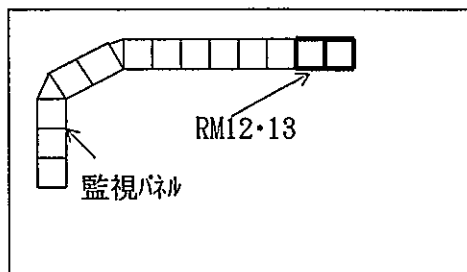
表-5 臨界警報装置の新設機器

機器類	数量	備考
検出器関係	検出器 3個 ケーブル 一式 電線管 一式	・ケーブルは検出器～監視盤布設 ・電線管は、検出器～既設放管ダクト
監視盤	2パネル	・RM14、15 ・アイソレータ、アナログ記録計 低圧電源ユニットはRM10
中継箱	1台	・警報器用ケーブル延長のため
警報器	ホーンブローア 10個 回転灯 19個	・各警報器用ケーブルは除く ・ホーンブローア1個及び回転灯 3個増設

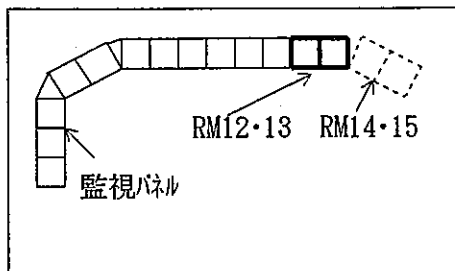
表-6 警報器の増設

増設箇所	警報器
低レベル放射性廃液貯槽室 (地階)	回転灯 1個 (FLB-17)
ユーティリティ室	回転灯 1個 (FLB-18)
極低レベル放射性廃液貯槽室	回転灯 1個 (FLB-19) ホーンブローア 1個 (HB-10)

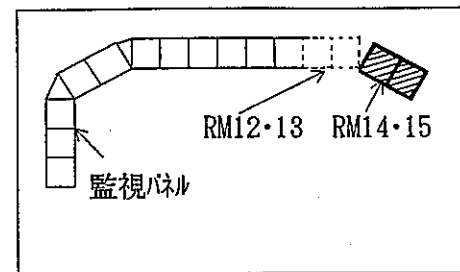
I. 監視盤 (放射線管理室 平面図)



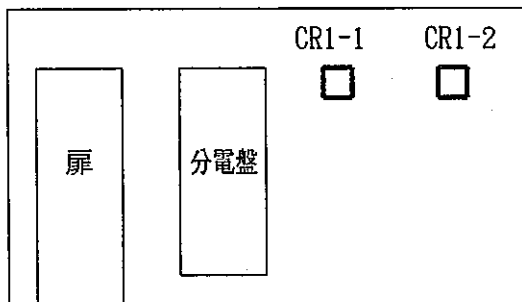
⇒



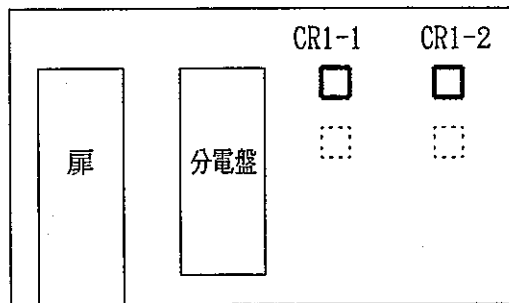
⇒



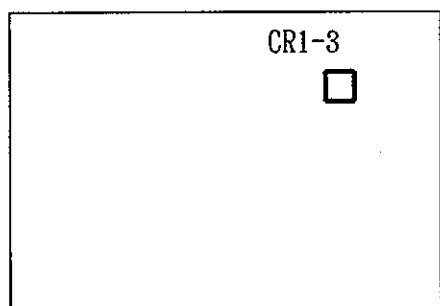
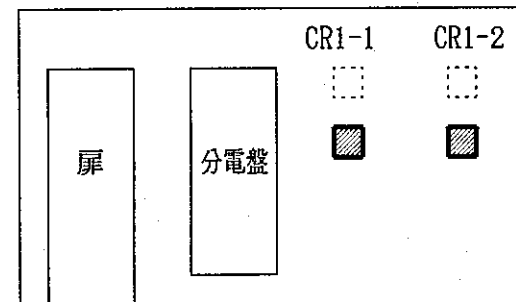
II. 検出器 (貯蔵室周囲の壁 立面図)



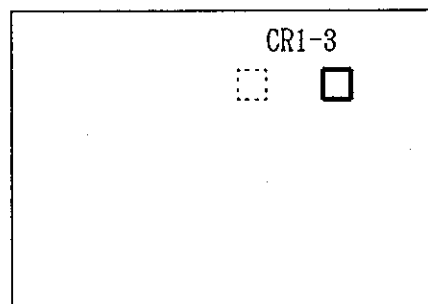
⇒



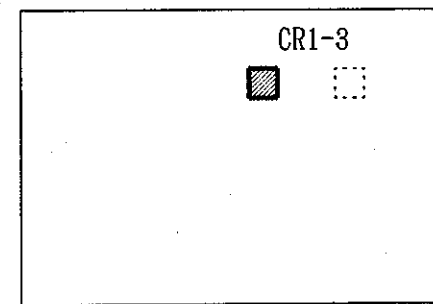
⇒



⇒



⇒



凡例

- : 旧設の位置
- (dashed) : 新設又は撤去工事
- (hatched) : 新設の位置

図-3 更新方法概略図

4.5.3 新設工事から撤去工事までの期間

新設の臨界警報装置は、施設検査を受検し合格証が交付されるまでは使用できず、それまでの間は旧設の装置を運転していくことになる。そのため新設の装置の施設検査受検後直ちに新設の装置から旧設の装置へ切替えを行い、警報吹鳴試験等を実施して装置の健全性を確認してからその後の運転を行った。これは、警報器用のケーブルを更新の対象外としたことによるものである。

新設の装置は、検出器の電氣的安定を図るために検出器用電源を通電しておいた。そして使用を開始する1週間前から、新設の監視盤全体の電氣的安定を図るために先の検出器の通電に加えて盤全体の通電を行った。

4.5.4 撤去工事

(1) 新・旧装置の切り替え

撤去工事に先立ち、新・旧装置の切り替えを行った。まず旧設の臨界警報装置の電源を全て断にして、直ちに旧設の装置から新設の装置へ各警報器用、外部出力用のケーブルの継ぎ替え作業を行った。継ぎ替え作業終了後、性能検査、警報吹鳴試験を行い新設の臨界警報装置の健全性を確認したのち、臨界事故を監視する装置としての使用を開始した。（新臨界警報装置は、平成2年11月19日から使用を開始した。）

(2) 撤去工事

旧設の装置の各機器類は、床、壁、H鋼等にアンカーボルト、サポートにより固定されている。放管室においては旧設の監視盤を2パネル撤去した。ただし、盤内の内装機器類の撤去であって、監視盤本体はそのまま残した。空になった2パネル分の盤には、ブランクパネルを取り付けた。

検出器については、検出器本体、ケーブル、電線管、検出器固定用アンカーボルト等を撤去し、壁、天井の補修を行った。ただしケーブルについては、他のケーブルと錯綜した状態で放管ダクト内を走っていることから完全な撤去は困難と判断し、検出器から天井裏のプルボックス間まで及び放管室においては監視盤からケーブルダクト間までの撤去を行った。

各警報器については、ホーンブローア、回転灯、固定用アンカーボルト、サポートを撤去したのち壁、H鋼の補修、塗装を行った。

撤去した各機器類は、管理区域内の機器については、汚染サーベイを行い汚染のないことを確認し、使用器材処理票で一般区分として処分した。

撤去した各機器類を表-7に示す。

表-7 臨界警報装置の撤去機器

機 器 類	数 量	備 考
検出器関係	検出器 3個 ケーブル 一式 電線管 一式	<ul style="list-style-type: none"> ・ケーブルについては、検出器～プルボックス、監視盤～ケーブルダクトを撤去 ・電線管は検出器～プルボックス
監視盤	2パネル	<ul style="list-style-type: none"> ・内装機器類の撤去（空の監視盤本体には、ブランクパネルを取り付け）
警報器	ホーンプロア 9個 回転灯 16個	<ul style="list-style-type: none"> ・各警報器用の電線管、ケーブルは除く

4.5.5 特記事項

(1) 電 源

新しい臨界警報装置の電源は、既設と同様に放射線管理室の無停電電源（放管分電盤A）から受電した。

(2) 固定用ボルト

新設した臨界警報装置の固定用ボルトは、検出器については M10〔mm〕を、監視盤については M16〔mm〕（M10、M16とも J I S B 1180）を用いて固定した。

(3) 警報器用ケーブル

警報器用ケーブルは更新対象外であったが、これの健全性の確認については外観チェック、導通試験、絶縁抵抗試験（DC 500V 5M Ω 以上）を実施し、いずれも問題のないことを確認した。

(4) ノイズ試験

CR1-1、CR1-2、CR1-3の各検出器に対して、貯蔵室周囲通路の壁における実装状態で、シーラー（40MHz 2kW 距離1m）によるノイズ試験を行い不感であることを確認した。

(5) 物品搬出入

新設工事、撤去工事の際の機器類の搬出入については、工具等の小型の物品はコールド更衣室を使って行った。チャンネルベース、監視盤、警報器等の大型の物品については、トラックロック、操作室Aを使って行った。また、グリーン区域とアンバー区域間の物品移動はホット更衣室を使って行った。

(6) 資材等一時置場

工事で使用する工具、資材等の一時置場として、管理区域内については排風気室（アンバー区域 地階）に、非管理区域についてはユーティリティ室にそれぞれ施設側に依頼して確保した。

(7) 電動工具事前チェック

CPF施設内において工事等で電動工具を使用する場合は、施設の電気従事者による事前のチェックを受けるようになっている。今回使用した電動ドリル、電工ドラム、バンドソー等も、使用する前に電気従事者による外観、絶縁抵抗等のチェックを受け、全て良好であることを確認した。

(8) 発電機の使用

工事期間中、計画停電が予定され場所によってはコンセントからの給電ができず、工事で使用する電動工具の電源に支障を来すことが予想された。そのため停電期間中は、CPF施設の外周りにおける警報器の新設工事を行うこととし、必要な電源は発電機を持ち込んで確保した。

(9) 火気不使用

新設工事で各警報器、電線管を壁、H鋼等に取り付ける際は全てボルト、サポートに

より固定した。また、旧設の各警報器のサポートは溶接で固定されている箇所があったが、このサポートの撤去の際はハンマー、たがね等を用いて行った。

このように今回の更新工事においては新設工事、撤去工事いずれにおいても、溶接などの火気は一切使用せずに作業を進めた。

(10) 作業表示

更新工事期間中、CPF施設の管理棟に常設してある掲示板を使って、「工事件名」、「期間」、「工事業者」、「作業者数」を掲示した。また、放射線管理室においては「保安組織図」を、そして工事作業場所、資材等一時置場においては「件名」、「期間」などを所定の標識を使って表示した。

(11) 吸気フィルタ室の警報器の改善

管理棟3階の吸気フィルタ室は、建家外から風雨の侵入の跡が見受けられたため、当室の警報器（回転灯）については、屋外用（パッキン付き）のタイプとした。

(12) 撤去後の補修

旧設の検出器及び警報器を撤去したあとの壁等の補修については、アンカーボルトやサポートを除去したのち、凹部分にエポキシ系樹脂を充填して平らにしペンキ塗装を行った。

4.6 許認可関係

4.6.1 概略フロー

本更新に係る許認可事項としては、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（原子炉等規制法）第55条の2の施設検査がある。

施設検査の申請は、核燃料物質の使用等に関する規則（使用規則）第2条の2に従い、同第2条の5の工事の技術上の基準に則って実施した。

許認可業務と更新工事の概略フローを以下に示す。

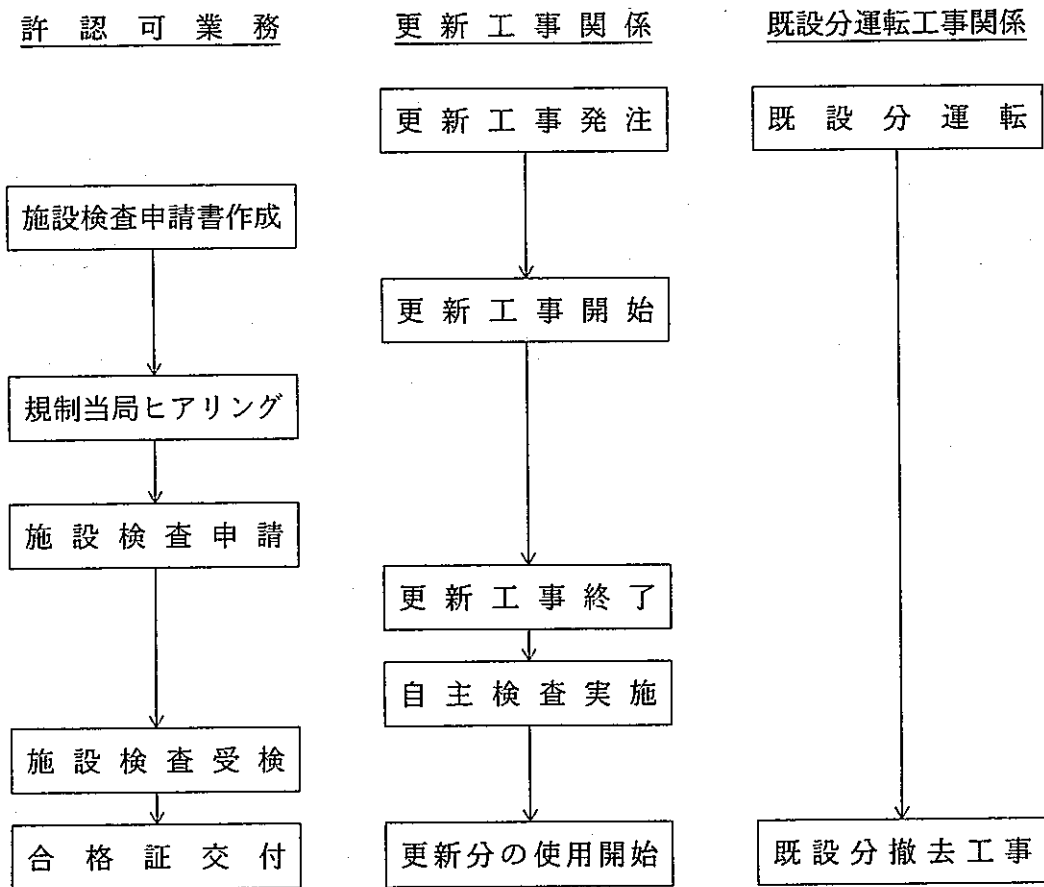


図-4 許認可業務と更新工事の概略フロー

4.6.2 スケジュール

新設した臨界警報装置の位置や性能は、許可申請書上は旧設の装置と同等であり、更新にあたって申請書の記載内容に抵触することなく、変更申請の必要はなかった。

施設検査申請書は、安全対策課対策係や研究施設管理課許認可担当者など関係者と十分協議し作成した。そして、当局との局ヒアリングを1回持ち、検査申請後2回の施設検査を受検した。また、施設検査に先立ち自主検査を実施した。

施設検査が2回になった理由は、臨界警報装置のうち臨界警報監視盤の耐震上の安全に係る検査を受検するときの事情によるものである。これは、監視盤の耐震上の検査を受検する場合、監視盤本体に内装機器類が実装されて床面に固定された状態では、固定用ボルトの検査を受けるのは非常に困難である。そのため、まず第1回目にチャンネルベースのみが床面に固定用されている状態で、監視盤としての耐震上の検査を受検したことによるものである。

許認可スケジュールについて表-8に示す。

表-8 許認可スケジュール

平成2年度			
7月 26日	8月 7日 16日20日	9月 25日27日	10月 18日
▼局ヒアリング	▼施設検査申請 ▽自主検査 ▼施設検査(第1回目)	▽自主検査 ▼施設検査(第2回目)	▼合格証交付

4.6.3 検査の区分、要領

今回の臨界警報装置の更新に係る施設検査は、「耐震上の安全」及び「その他の許可条件」に係る検査を受検した。

検査区分一覧を表-9に、そして検査要領について表-10、表-11に示す。

表-9 検査区分一覧表

検査対象		検査項目	耐震上の安全	その他の許可条件	
			配置・員数検査	配置・員数検査	機能検査
臨 界 警 報 装 置	臨界警報監視盤		○	—	○
	臨界警報検出器		○	○	○
	警 報 器		—	—	○

4.6.4 特記事項

(1) 検査用治具

「耐震上の安全」に係る固定用ボルトの検査に用いた検査用治具は、丸形片口スパナ（J I S B 4630）を用いた。

(2) 呼び径の検査

固定用ボルトの呼び径は、各固定用ボルトの頭部の二面幅（S）にスパナを当て、スパナが入ること及び空まわりしないことでボルトの呼び径の検査を行った。

(3) スパナの確認

スパナは、二面幅（S）が所定の寸法であることをノギス（J I S規格品）により確認した。

(4) 固定用ボルトの断面積

「耐震上の安全」に係る耐震計算で、監視盤や検出器の固定用ボルトに働く引張応力やせん断応力を算出するときの固定用ボルトの断面積 Aは、ボルトの谷の径（J I S B 0205）を用い下記の式により算出した。

$$\text{固定用ボルトの断面積 } A = \pi \cdot r^2$$

(5) 模擬信号入力

「その他の許可条件」に係る機能検査のとき、検出器への模擬信号入力は放一課計測器Grの協力により、臨界警報装置の定期点検等で用いている専用の模擬信号発生器を使用して入力した。

(6) 警報器の検査

機能検査における警報作動の警報器の警報確認は、全数の警報器（ホーンブローア10個、回転灯19個）について確認を受けた。

(7) 外部警報

臨界警報装置の外部警報として、コントロール室及び警備所の警報盤にランプとブザーによる警報が出るほか、放管室においてもグラフィックパネルにランプによる警報出力があるが、これらは今回更新されていないため施設検査の対象外とした。

(8) 施設検査手順

施設検査を円滑に進めるため、役割分担、手順等について関係者と十分協議した。例として施設検査（第2回目）の手順を表-12に示す。

(9) 検出器移動

更新に伴い検出器の位置が若干移動（付図-6参照）したが、これは設工時に評価した距離とほとんど変わらず、十分に最小臨界事故を検出できる距離であり、線量評価上、問題のないことを確認した。

表-10 検査要領一覧表（施設検査 第1回目）

設備名		技術上の基準	検査項目	検査方法	判定基準
臨 界 警 報 装 置	臨 界 警 報 監 視 盤	耐震上の安全	配置・員数 検 査	<p>固定用ボルトが図1に示すように配置されていること、並びにその員数を目視により確認する。</p> <p>また、固定用ボルトの呼び径を検査用治具により確認する。</p>	<p>固定用ボルトが図面記載のとおり配置されていること。</p> <p>また、所定の員数及び呼び径であること。</p>

（注：図1は省略）

表-11 検査要領一覧表（施設検査 第2回目）

設備名		技術上の基準	検査項目	検査方法	判定基準
臨 界 警 報 装 置	臨界警報 検出器	耐震上の安全	配置・員数 検 査	固定用ボルトが図1に示すように配置 されていること、並びにその員数を目視 により確認する。 また、固定用ボルトの呼び径を検査用 治具により確認する。	固定用ボルトが図面記 載のとおり配置されてい ること。 また、所定の員数及び 呼び径であること。
	臨界警報 検出器	その他の許可 条件	配置・員数 検 査	臨界警報検出器の配置及び員数を、目 視により確認する。	図6のとおりであるこ と。
臨 界 警 報 装 置	機能検査 (警報作動)		3個の検出器からの警報信号に相当す る模擬信号を臨界判別部に入力し、表1 に示す警報表示場所で表示灯が点滅又は 回転灯が点灯し、臨界警報音が吹鳴する ことを確認する。	表1に示す警報表示場 所で表示灯が点滅又は回 転灯が点灯し、臨界警報 音が吹鳴すること。	

(注：図1、図6、表1は省略)

設備名	技術上の基準	検査項目	検査方法	判定基準
臨 界 警 報 装 置	その他の許可 条件	機能検査 (機能喪失 防止)	3個の検出器のうち任意の2個からの 警報出力に相当する模擬信号を臨界判別 部に入力し、表1に示す警報表示場所で 表示灯が点滅又は回転灯が点灯し、臨界 警報音が吹鳴することを確認する。	表1に示す警報表示場 所で表示灯が点滅又は回 転灯が点灯し、臨界警報 音が吹鳴すること。
		機能検査 (誤作動 防止)	3個の検出器のうち任意の1個からの 警報出力に相当する模擬信号を臨界判別 部に入力し、表1に示す警報表示場所で 表示灯又は回転灯が点滅又は点灯せず、 臨界警報音が吹鳴しないことを確認する。	表1に示す警報表示場 所で表示灯又は回転灯が 点滅又は点灯せず、臨界 警報音が吹鳴しないこと。

表-12 施設検査手順（第2回目）例

場 所	内 容	準 備 等
CPF 第1会議室	I. 事前説明 (司会 事務局) 1. 出席者紹介 2. 課長挨拶 3. スケジュール説明 4. 検査概要説明 5. 検査方法説明	お茶等 説明に関する資料
CPF 第1会議室	II. 昼 食 食事、懇談 同席者	お茶、弁当
CPF 貯蔵室周り (管理区域)	III. 「耐震上の安全」に係る配置・員数検査 1. 使用工具類の説明、確認 2. 配置検査 3. 員数検査 4. 呼び径検査	スパナ、ノギス ミルシート、ボルト見本 ボルト寸法実測表
CPF 貯蔵室周り (管理区域)	IV. 「その他の許可条件」に係る配置・員数 検査 1. 配置検査 2. 員数検査	
CPF (管理区域内 及び 管理区域外)	V. 「その他の許可条件」に係る機能検査 1. 警報作動 2. 機能喪失防止 3. 誤作動防止	臨界 γ プローブシミュレータ 警報器作動確認手順 " チェックリスト
CPF 第1会議室	VI. 講評	お手拭き、お茶等

出席者
 (検査官) 科技厅
 再開部核取主務者
 (検査立会責任者) 放管第一課長
 (検査立会者) 放管第一課
 (事務局) 安対課
 (") 研管課

5. 更新結果

5.1 更新による効果

5.1.1 信頼性の向上

国産型臨界警報装置の設計においては、単一故障による誤警報や機能喪失を防止するため、検出器及び論理回路部の冗長設計（2 out of 3 判別）、電源部及び警報発生部の二重化、各種の異常検出及びモニタ機能の付加並びに部品・材料のストレス軽減のためのデレーティング設計等を行うとともに、高い品質管理のもとで装置が製作された。

この結果、装置全体の信頼度が平均故障間隔（MTBF）で 6.3×10^6 hr と極めて高信頼度の装置となっており、誤警報や機能喪失の危険性も旧設の仏国製の装置に比べて十分に低減されている。

5.1.2 保守性の向上

国産型の臨界警報装置では、機能毎の構成要素のモジュール化、各種の故障検出及びモニタ機能の付加等による保守性の向上、テスト回路及び自動点検モジュール等による点検の効率化が図られ、保守性が大きく向上された。

5.1.3 他施設の装置との統一化

東海事業所のCPF施設以外の施設（再処理工場、プルトニウム転換技術開発施設、プルトニウム燃料工場）では、既に国産型の臨界警報装置が使用されており、CPF施設においても国産の装置に更新されたことにより、事業所全体的に臨界警報装置の管理方式の統一、信頼性及び品質保証体系の統一、点検・保守の効率化等が図られた。

5.2 性能比較

新設と旧設の臨界警報装置の性能比較について表-13示す。

表-13 臨界警報装置の性能比較

項 目	新設の装置（国産）	旧設の装置（仏国製）
システムの構成	1. 検出部 2. 判別部 (1)判別器 ・ 2 / 3 論理回路 (2)補助装置 ・ 補助ユニット (AUXユニット) ・ 警報発生ユニット (CAUユニット) 3. 警報部 (1)警報音発生装置 (2)現場警報器 ・ ホーンプロア ・ 回転灯 4. 電源部 5. 点検部 (1)テスト回路	1. 検出部 2. 判別部 (1)判別器 ・ 2 / 3 論理回路 (2)補助装置 ・ 補助ユニット (KEユニット) 3. 警報部 (1)警報音発生装置 (2)現場警報器 ・ ホーンプロア ・ 回転灯 4. 電源部 S 5 7 年 1 月に判別器から分離 5. 点検部 (判別器に内蔵)
信 頼 性 設 計	装置全体に対して 2 / 3 論理または 並列冗長論理を適用。 部品単一故障では、システムダウン とならない。	一部単一系論理が適用されている。
保 守 性	単一故障の発生時においても、臨界 監視機能を生かしたまま保守が可能。	単一故障の発生時には、装置を一時 停止する必要あり。
検 出 部	・ 検出器 3 個 / 組 臨界監視区域 1 箇所に対し 3 個の検 出器を配置し、2 out of 3 による監 視を行う。	・ 検出器 3 個 / 組 臨界監視区域 1 箇所に対し 3 個の検 出器を配置し、2 out of 3 による監 視を行う。
判 別 部 判 別 器	・ 2/3論理回路 3 台 / 組 同一監視区域の 3 個の検出器信号を 3 台の 2/3 論理回路に入力し、論理回 路故障による機能喪失、誤警報を防止 する。 3 個の検出器のうち、いずれか 2 個 の出力信号の同時性(0.5sec)を監視。	・ 2/3論理回路 1 台 / 組 同一監視区域の 3 個の検出器信号を 1 台の論理回路に入力。 3 個の検出器のうち、いずれか 2 個 の出力信号の同時性(0.5sec)を監視。

項 目	新設の装置（国産）	旧設の装置（仏国製）
<p>補助装置</p> <p>警報音発生装置</p> <p>現場警報器</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・補助ユニット 3台の論理回路のうち2台以上の同時性監視結果に基づき臨界信号発生。 ・警報発生ユニット 補助ユニットからの臨界信号を受け警報部を駆動。 ・警報音発生装置 回路は2重化 ・ホーンブローア 警報音発生装置からの信号を受け警報を発生する。通常は常時低周波（非可聴音）による健全性の監視がなされる。 ・回転灯 警報発生ユニットからの信号を受け点灯。 	<ul style="list-style-type: none"> ・補助ユニット 1台の論理回路による同時性監視結果に基づき臨界信号を発生し警報部を駆動。 ・警報音発生装置 1部2重化 ・ホーンブローア 警報音発生装置からの信号を受け警報を発生する。 ・回転灯 補助ユニットからの信号を受け点灯。
<p>電源部</p> <p>検出器用電源</p> <p>判別部用電源</p> <p>その他の電源</p>	<p>1監視区域内の3個の検出器は、互いに独立な3台の電源から供給。</p> <p>3台の2/3論理回路は、各々3台の電源より独立に供給。</p> <p>2重化</p>	<p>全ての検出器は、1台の電源から供給。（S57年1月に2重化に改造）</p> <p>1台の電源により供給。（S57年1月に2重化に改造）</p> <p>単一電源</p>
<p>故障検知機能電源</p> <p>ホーンブローア</p> <p>回転灯</p>	<p>故障検知機能付。</p> <p>低周波による健全性の常時監視。</p> <p>インピーダンスの測定による健全性の常時監視。</p>	<p>故障検知機能なし。 （S57年1月に各電源を2重化した時メータを取り付けた。）</p> <p>点検にて健全性確認。</p> <p>点検にて健全性確認。</p>

6. 予 算 措 置

本臨界警報装置の更新に係る予算については、関係部署の協力により予算が手当てされ実施することができた。

C P F 施設の臨界警報装置の更新に引き続き、今後、C P F 施設放射線管理設備定置式モニタの更新が計画されている。放射線管理機器の更新には多額の予算が必要であり、事前に予算の手当てなくしては更新の実施は不可能である。そのため、綿密かつ具体的な更新計画を策定し、その更新計画に基づいて施設・工程側を含めた関係部署の理解・協力を得、確実に予算手当てを行い順次、定置式モニタの更新を実施していく必要がある。

7. ま と め

CPF施設の臨界警報装置の更新を実施した結果、更新工事の期間中、作業者のケガはもちろんのこと、汚染や被ばくもなく、また設備等の破損、誤警報などのトラブルもなく無事に終了することができた。更新に係る考察や気付いた点などについて以下に述べる。

7.1 更新範囲関係

警報器用ケーブルを更新対象外としたが、そのため新装置と旧装置間の切り替えが3回あり、欠測期間が多くなってしまった。費用節約、工期短縮等のメリットもあるが、更新する場合は事情の許す限り、なるべく一式の方がよいと考える。機器の重要性、費用、検査の形態など関係する様々なことを考慮して総合的に考える必要がある。

7.2 更新スケジュール関係

臨界警報装置の運転を停止すると、施設の核燃料物質等の取扱いができなくなる。そのため更新にあたっては、臨界警報装置の停止は最小限となるようにスケジュールリングして進めた。実績としては、①9月3日～5日、②9月17日～28日、③11月19日の3回停止した。

②については2週間と長期間であり、計画当初においては1週間程度と考えていたが、その後、新・旧装置の切り替え作業が追加されたため2週間の停止が必要となり、施設側との調整、理解・協力により停止期間を確保することができた。

7.3 機器関係

今回の更新で警報器用のケーブルを更新の対象外としたことによって、旧設の装置にはなかった中継箱が放射線管理室に設置された。また、警報器の増設を行い、より一層警報機能の充実が図られた。

7.4 更新工事関係

7.4.1 新設工事

特段、問題となるようなことはなく円滑に進めることができた。

新設した検出器の位置について、旧設の位置より若干下の位置になったものの、衝突等の恐れはない。

各現場の警報器については、旧設の警報器用ケーブルを新設の警報器に継ぎ替える際、ケーブル長がギリギリの箇所があったものの、延長ケーブルを使用することなく継ぎ替えることができた。

7.4.2 撤去工事

各現場の警報器のうち、建屋のH鋼に溶接によって取り付けられている箇所があった。これらの撤去の場合、金のこにより切断するにしてもサポート等の完全な撤去は難しいと考えていたが、最終的には、たがねによるはつりできれいに撤去することができた。

7.4.3 作業打合せ

毎日作業後に、工事業者とのミーティングの時間を持ち、進捗状況、検討事項の有無、明日の作業予定、安全対策などについて確認、協議を行った。これにより、工事状況を的確に把握するとともに、検討事項がでた場合は速やかな対応、措置がとられるなど有効であった。

また、毎日作業前にワンポイントKY及び健康KYを実施し、作業安全の確保に努めた。その他、CPF調整会議、保安連絡会議、保安協議会などで、更新の概況、進捗状況などについて説明、報告を行った。

7.5 許認可関係

施設検査当日に、施設検査記録の一部に若干の修正があったが、内容は本質的なものでなく軽微であり、ただちに修正を行って無事に検査受検を終了した。

許認可事項に係る実施日等について以下に示す。

局ヒアリング	平成2年7月16日	
施設検査申請	平成2年8月7日	2動燃(安)649
施設検査	平成2年8月20日	(第1回目)
	平成2年9月27日	(第2回目)
合格証交付	平成2年10月18日	2安(核規)第514号

7.6 施設安全関係

臨界警報装置による臨界監視を停止して欠測する場合は、施設側による臨界防止措置がとられたことを確認して装置を停止した。臨界警報装置が停止すると、施設内において核燃料物質等の取扱いができなくなり施設工程が停止することになる。臨界警報装置の停止による施設工程に与える影響を小さくするために、CPF施設については核燃料物質等の取扱いの対象を施設全体でなく貯蔵室だけを対象とするような内容に、今後、保安規定を変更するなどの検討をしてはどうかと考える。

8. お わ り に

C P F 施設の放射線管理設備、臨界警報装置の更新について、数年前から検討等を進めてきたものの、更新に伴う予算措置等が困難であったため実施できなかったが、今回、旧設の装置よりもさらに信頼性の高い装置に更新することができた。これにより、C P F 施設の安定かつ安全な運転及び臨界警報装置の東海事業所内の統一化を図ることができた。

今後、放射線管理第一課としてC P F 施設の放射線管理設備を順次、計画的に更新していく予定であり、その更新に際しては、今回の臨界警報装置の更新時のノウハウ等を反映させていく考えである。

最後に、今回のC P F 施設臨界警報装置の更新に関し、協力を頂いた再処理技術開発部、環境技術開発部、研究施設管理課、安全対策課、放射線管理第一課計測器グループ、本社安全部の関係者に対し、この紙面を借りてお礼申し上げます。

9. 参 考 資 料

1. (株) 東芝 高レベル放射性物質研究施設 (CPF)
放射線管理設備用定置式モニタ機器仕様書
(AS-9952 S56年度)
2. (株) 東芝 高レベル放射性物質研究施設 臨界モニタ取扱説明書
(S56年度)
3. 高レベル放射性物質研究施設 臨界警報装置の更新 関係資料
 - 3.1 CPF 臨界警報装置の更新について
(PNC東海放管第一課 H1年度)
 - 3.2 保守状況調査結果
(PNC東海放管第一課 H1年度)
4. (株) 東芝 臨界警報装置概要説明書
(AS-N0070 '90年5月)
5. 高レベル放射性物質研究施設 臨界警報装置の更新に係る
施設検査申請書
(PNC東海放管第一課 H2年度)
6. (株) 東芝 高レベル放射性物質研究施設 臨界警報装置の更新 完成図書
(H2年度)

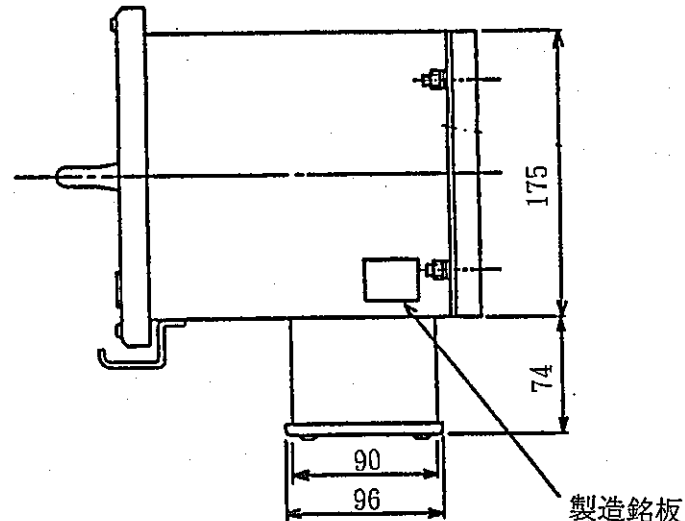
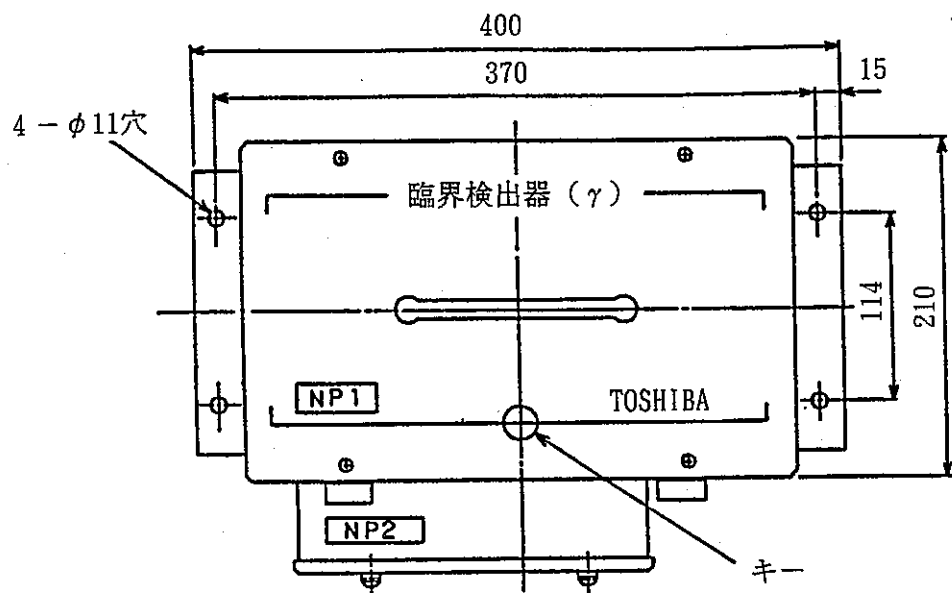
10. 付 録

付-1 参考図面

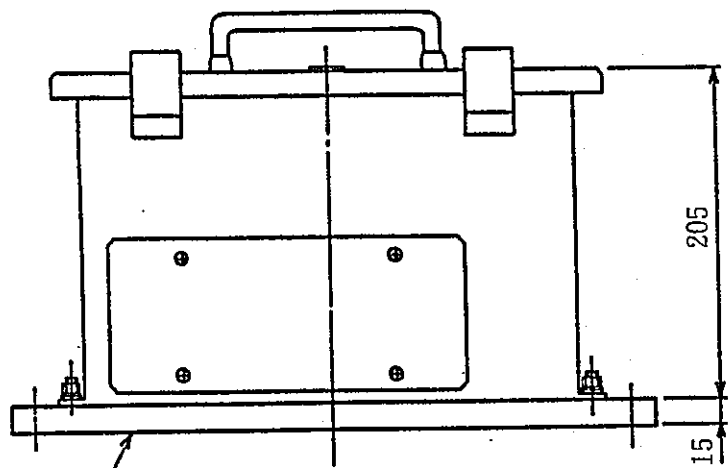
付図-1	臨界検出器	付-1(1)
付図-2	臨界警報監視盤	付-1(2)
付図-3	監視盤チャンネルベース	付-1(3)
付図-4	ホーンブローア	付-1(4)
付図-5	回転灯	付-1(5)
付図-6	検出器配置概略図	付-1(6)
付図-7	臨界警報装置設置場所〔臨界警報監視盤〕(1階)	付-1(7)
付図-8	放射線管理室機器配置図(放管室)	付-1(8)
付図-9	臨界警報装置配置図〔臨界警報監視盤〕(放管室)	付-1(9)
付図-10	臨界警報装置配置図〔警報器〕(地階)	付-1(10)
付図-11	臨界警報装置配置図〔警報器〕(1階)	付-1(11)
付図-12	臨界警報装置配置図〔臨界検出器、警報器〕(2階)	付-1(12)
付図-13	臨界警報装置配置図〔警報器〕(3階)	付-1(13)
付図-14	臨界警報機能ブロック図	付-1(14)

付-2	工事写真	付-2(1)~付-2(11)
-----	------	----------------

付-1 参考図面

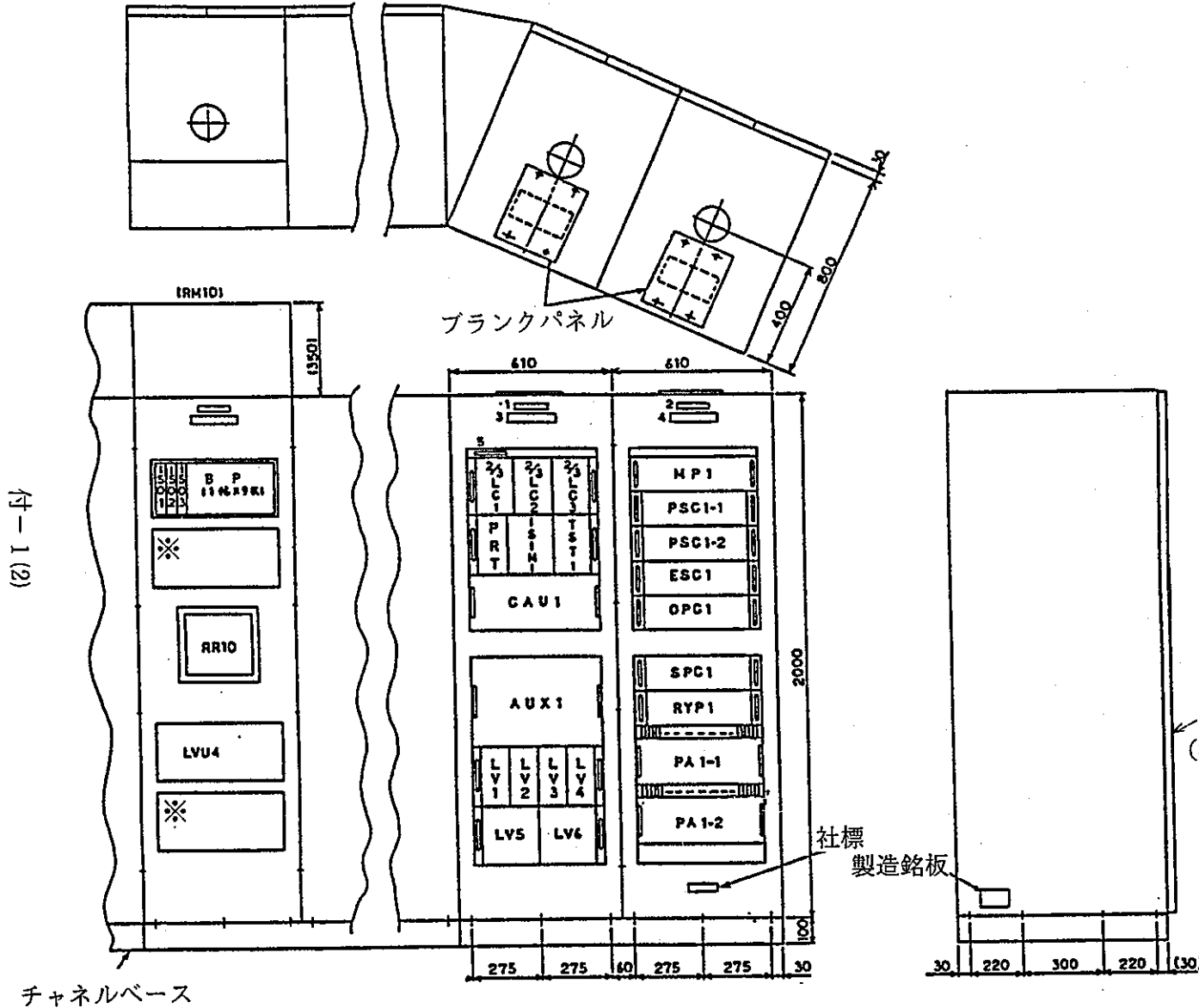


重量：約13kg
単位：mm



付図-1 臨界検出器

付-1(1)



付-1 (2)

チャンネルベース

注：※印は既設機器を示す。

付図-2 臨界警報監視盤

記号	名称
2/3LC	2/3 論理回路
TST	テスト回路
ISIM	ISIMモジュール
CAU	警報発生ユニット
AUX	補助ユニット
PRT	プリンタ
M P	モニタパネル
PSC	電源部
ESC	異常警報音出力電源部
OPC	パワーアンプ異常検出部
SPC	スピーカライン異常検出部
RYP	リレーパネル
P A	パワーアンプ
ISO	アイソレータ
RR10	記録計
LV1~3	低圧電源
LV4	低圧電源
LV5, 6	低圧電源

銘板

No.	記入文字
1	RM14
2	RM15
3	臨界警報装置
4	臨界警報装置
5	CR1-1, CR1-2, CR1-3

背面扉
(観音開き)

塗装色

外面：マンセル2.5BG7/2半ツヤ

内面：マンセル2.5YB8/2半ツヤ

パネル面塗装色

マンセル7.5BG4/1.5半ツヤ

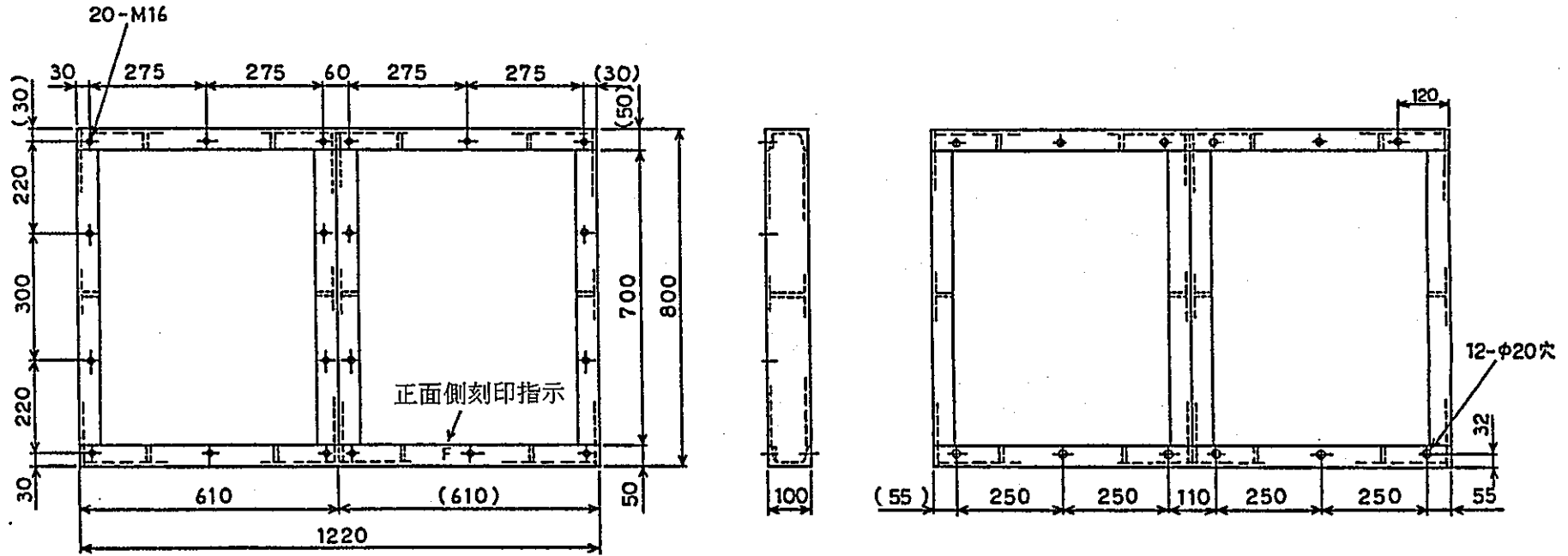
重量 約1300kg

単位：mm

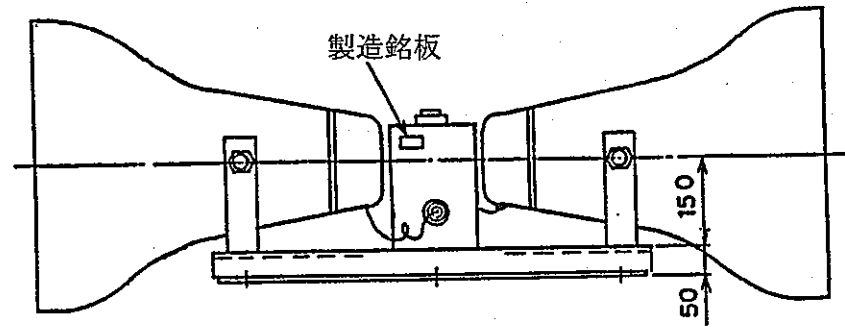
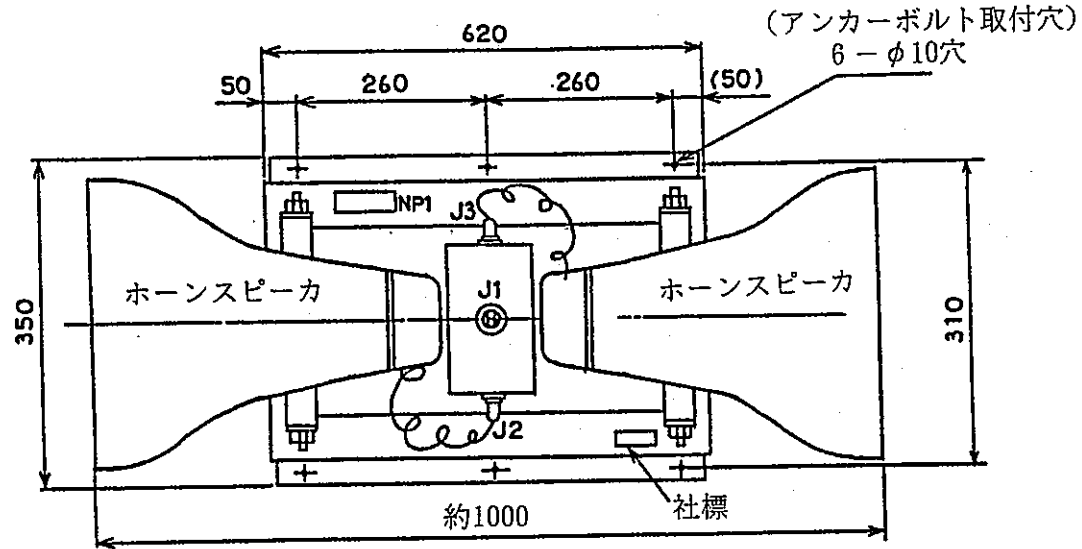
塗装色	マンセル2.5BG7/2半ツヤ
重量	約50kg

単位：mm

付-1 (3)



付図-3 監視盤チャンネルベース

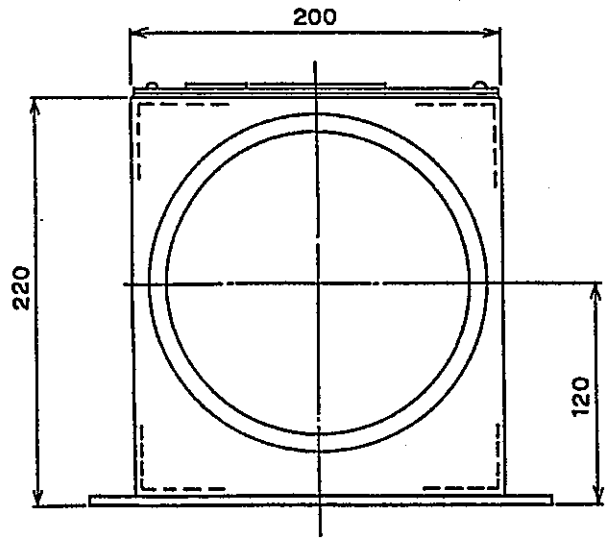


重量：約13kg

単位：mm

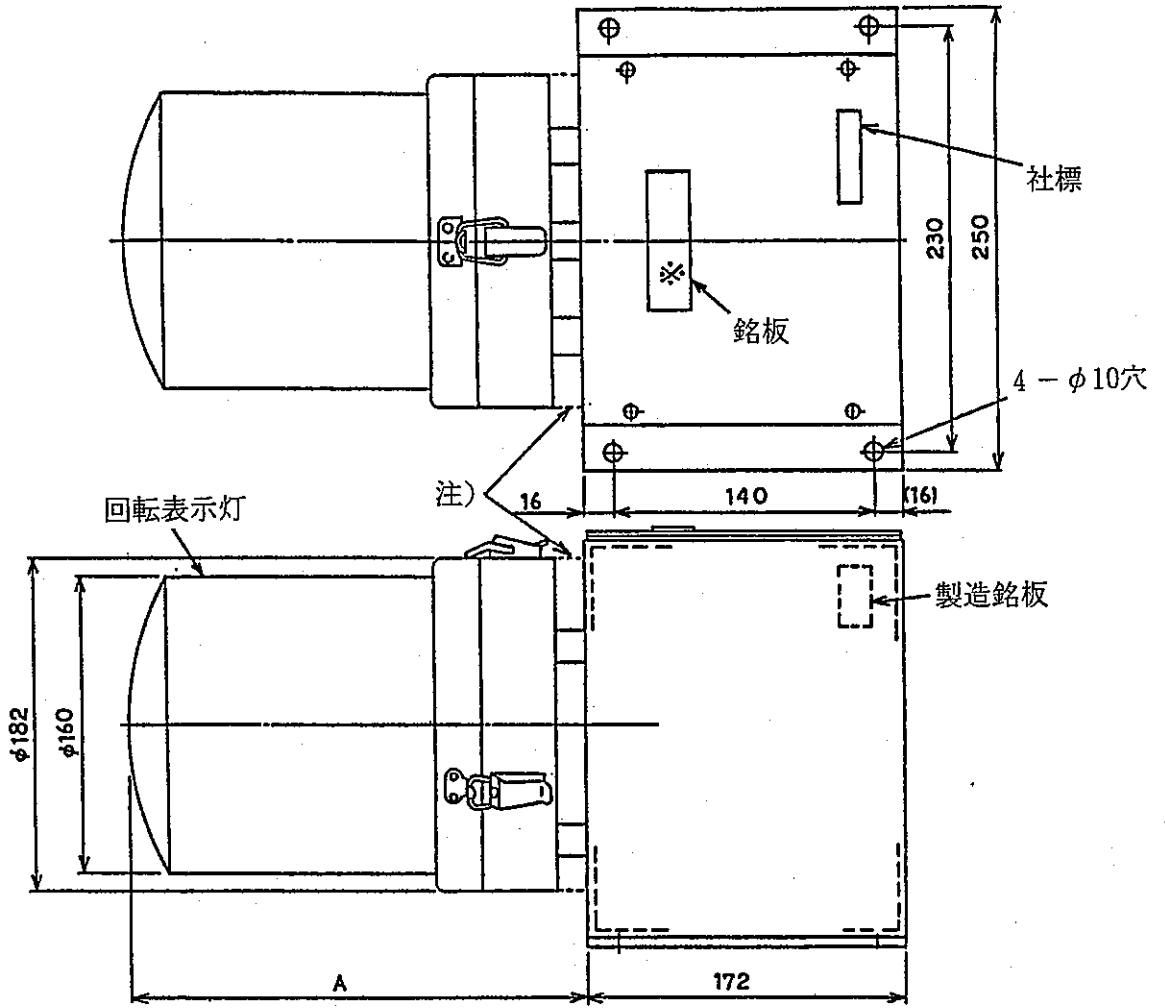
付図-4 ホーンブローア

付-1(5)

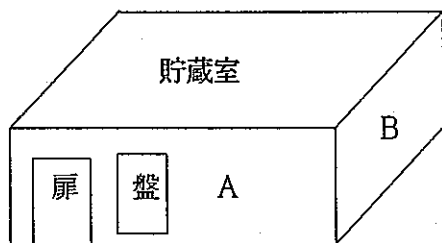


形名	構造	A寸法	注記
RU618G2	屋内	246	パッキンなし
RU672	屋外	249	パッキンあり

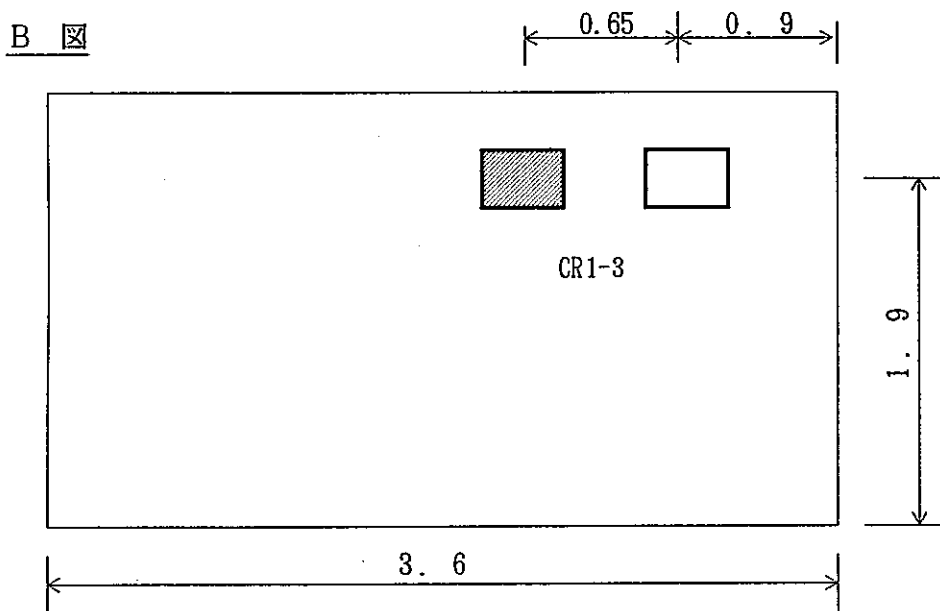
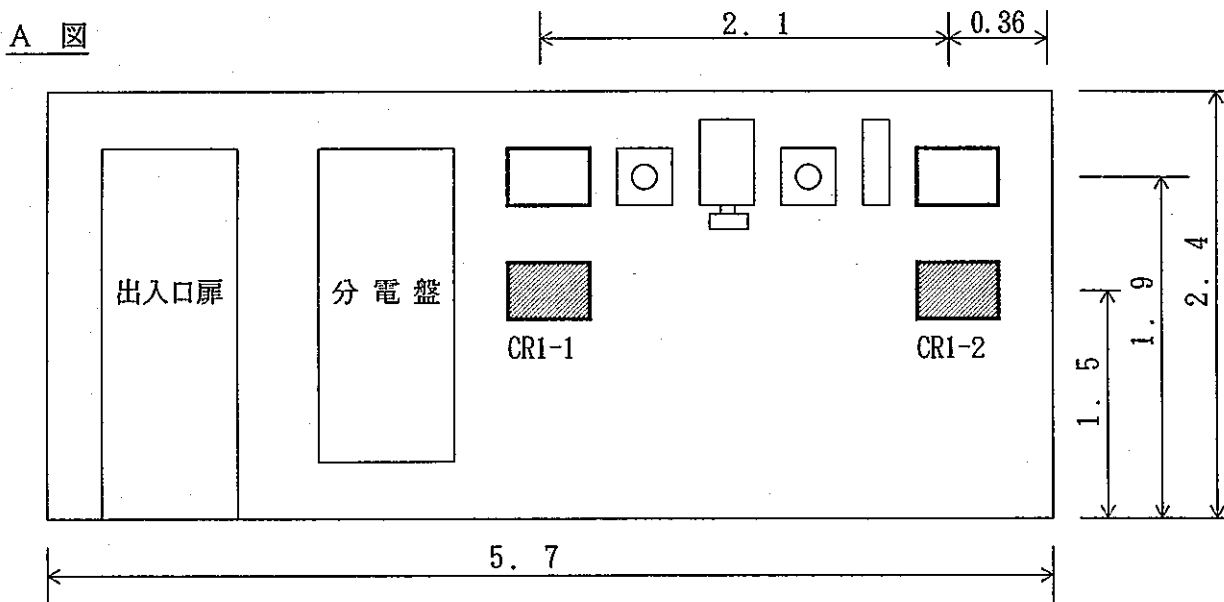
単位：mm



付図-5 回転灯

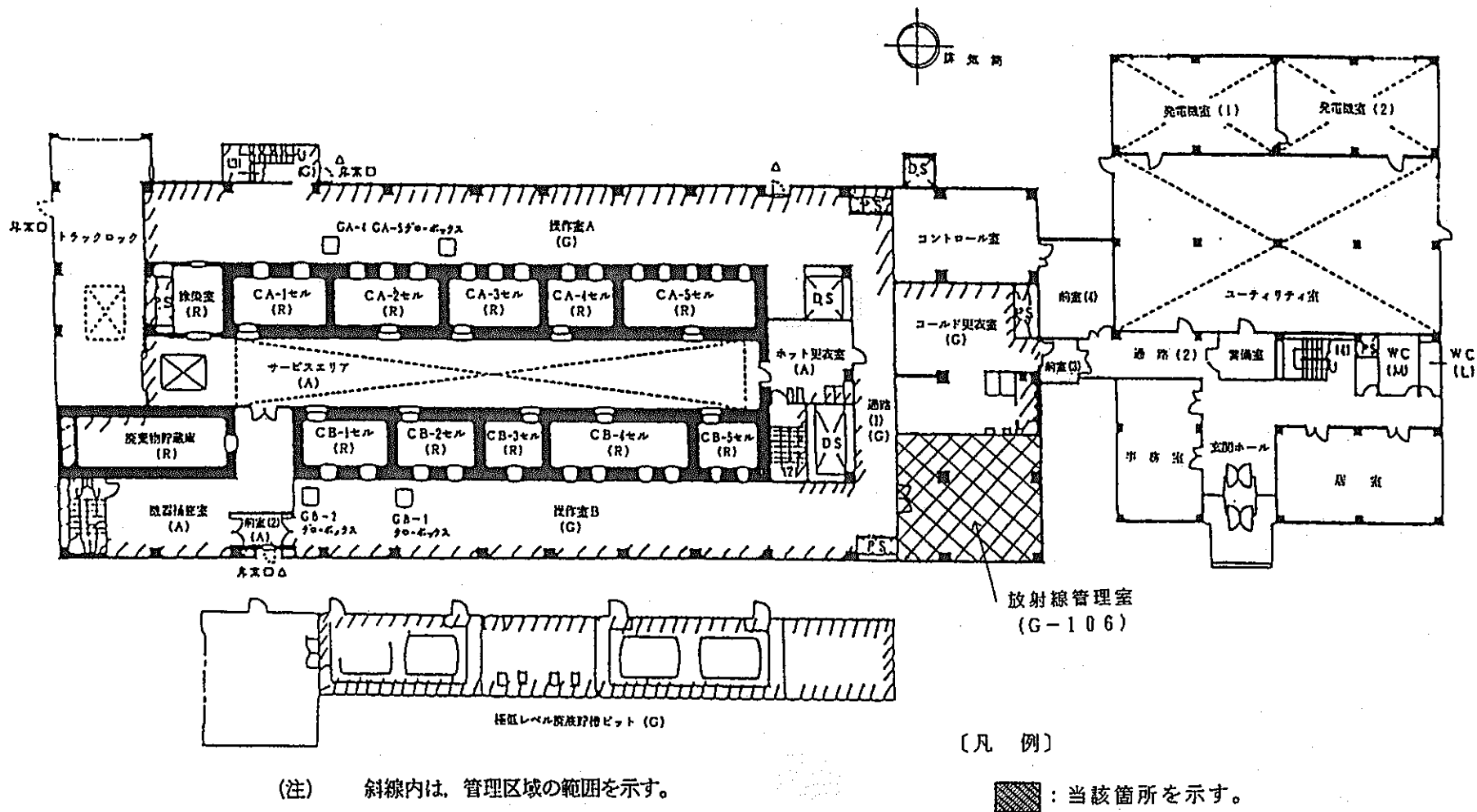


- : 更新前の検出器の位置
 - : 更新後の検出器の位置
- 寸法は概略値を示す。
(単位 : m)

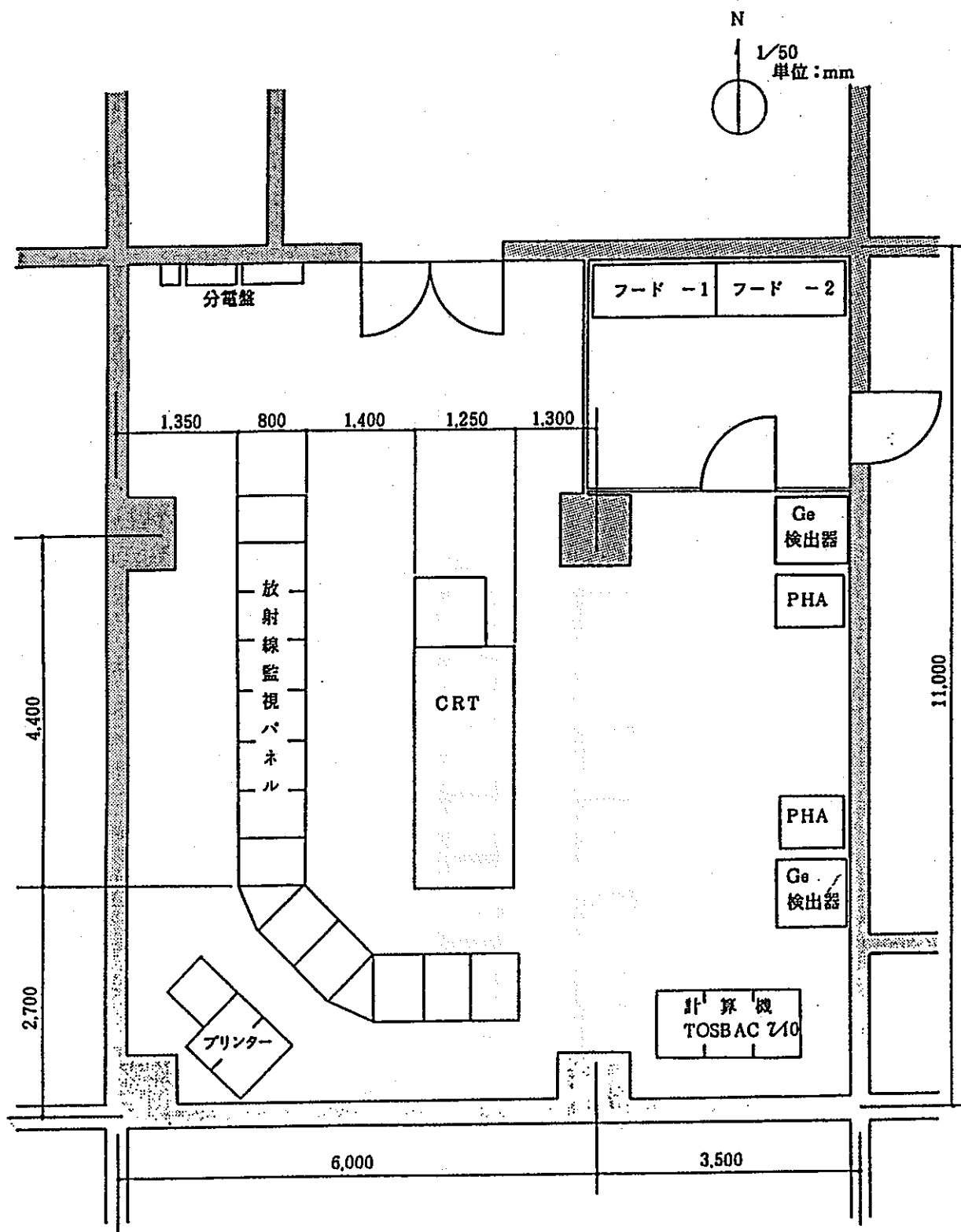


付図-6 検出器配置概略図

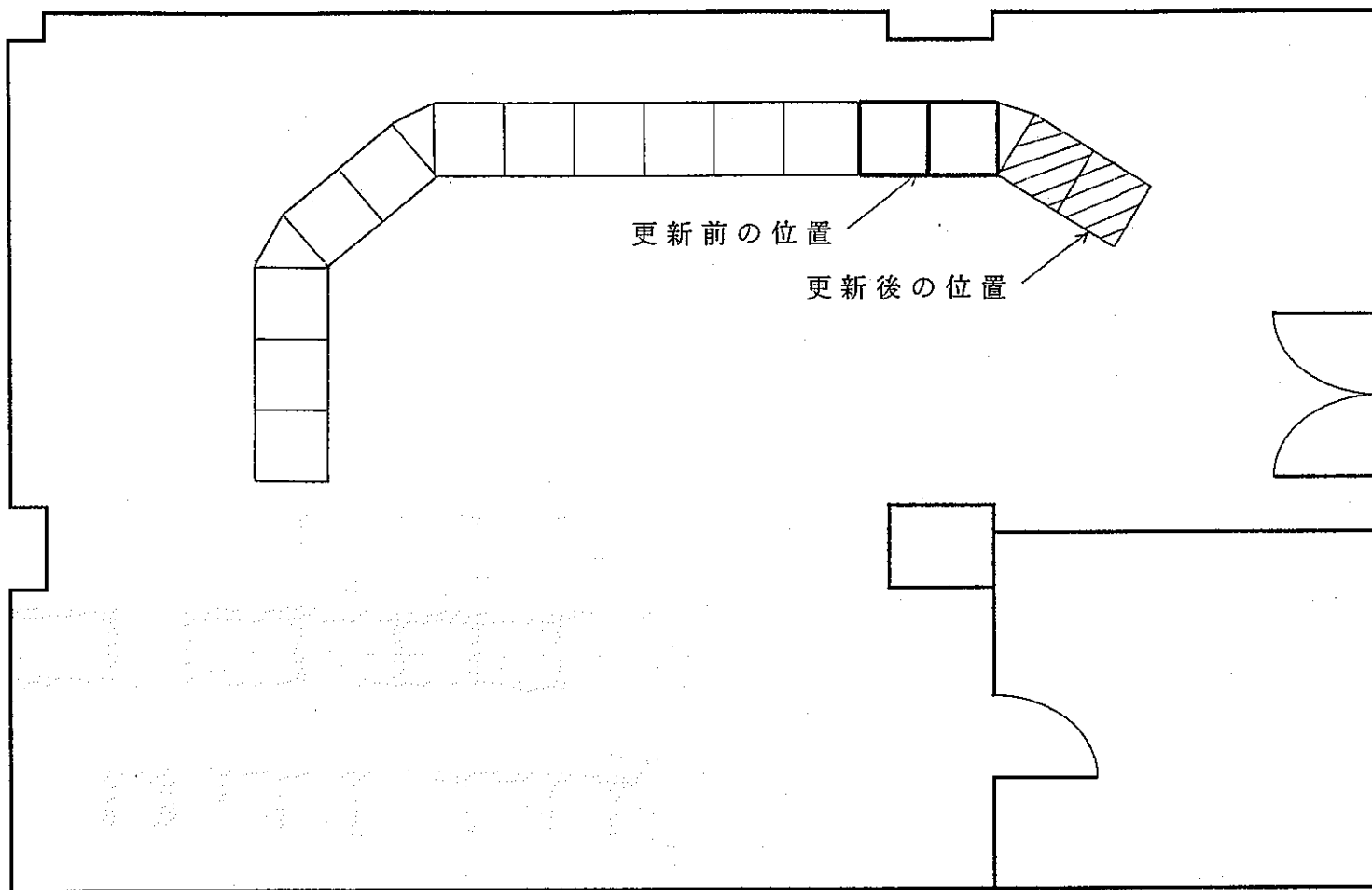
付-1(7)



付図-7 臨界警報装置設置場所〔臨界警報監視盤〕(1階)

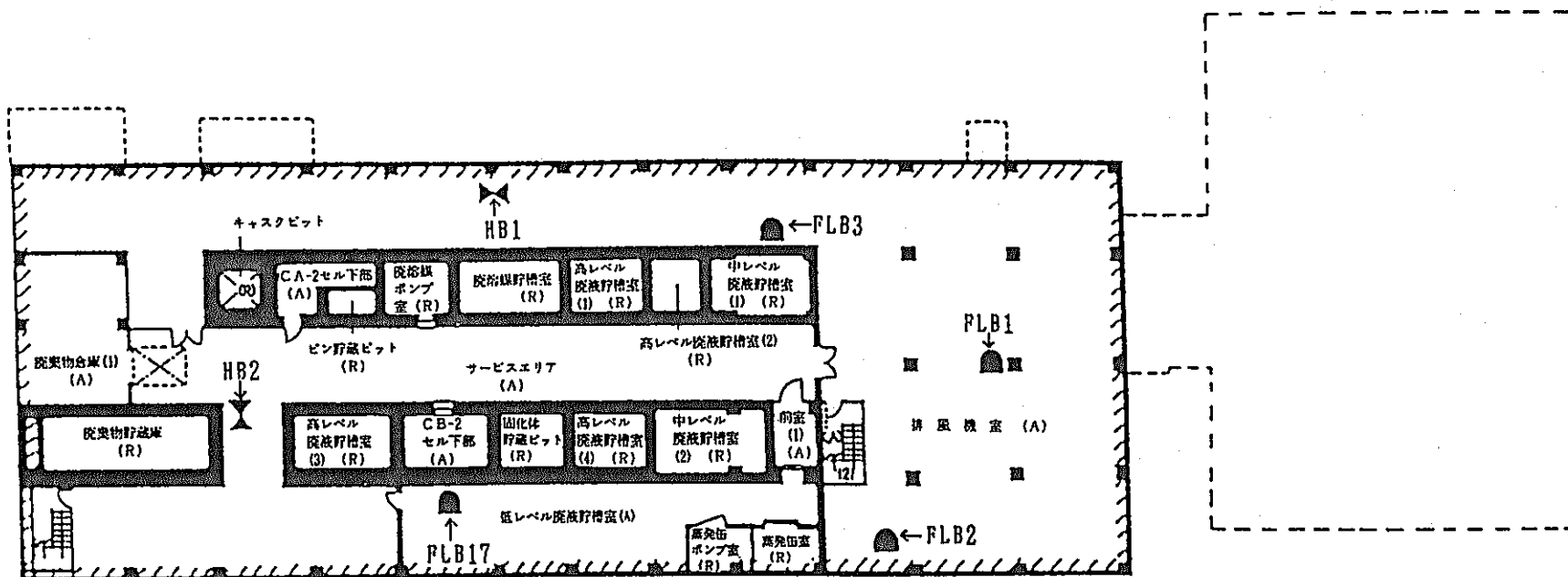


付図-8 放射線管理室機器配置図 (放管室)



該当箇所を  で示す。

付図 - 9 臨界警報装置配置図〔臨界警報監視盤〕（放射線管理室）



付一1(10)

(注) 斜線内は、管理区域の範囲を示す。

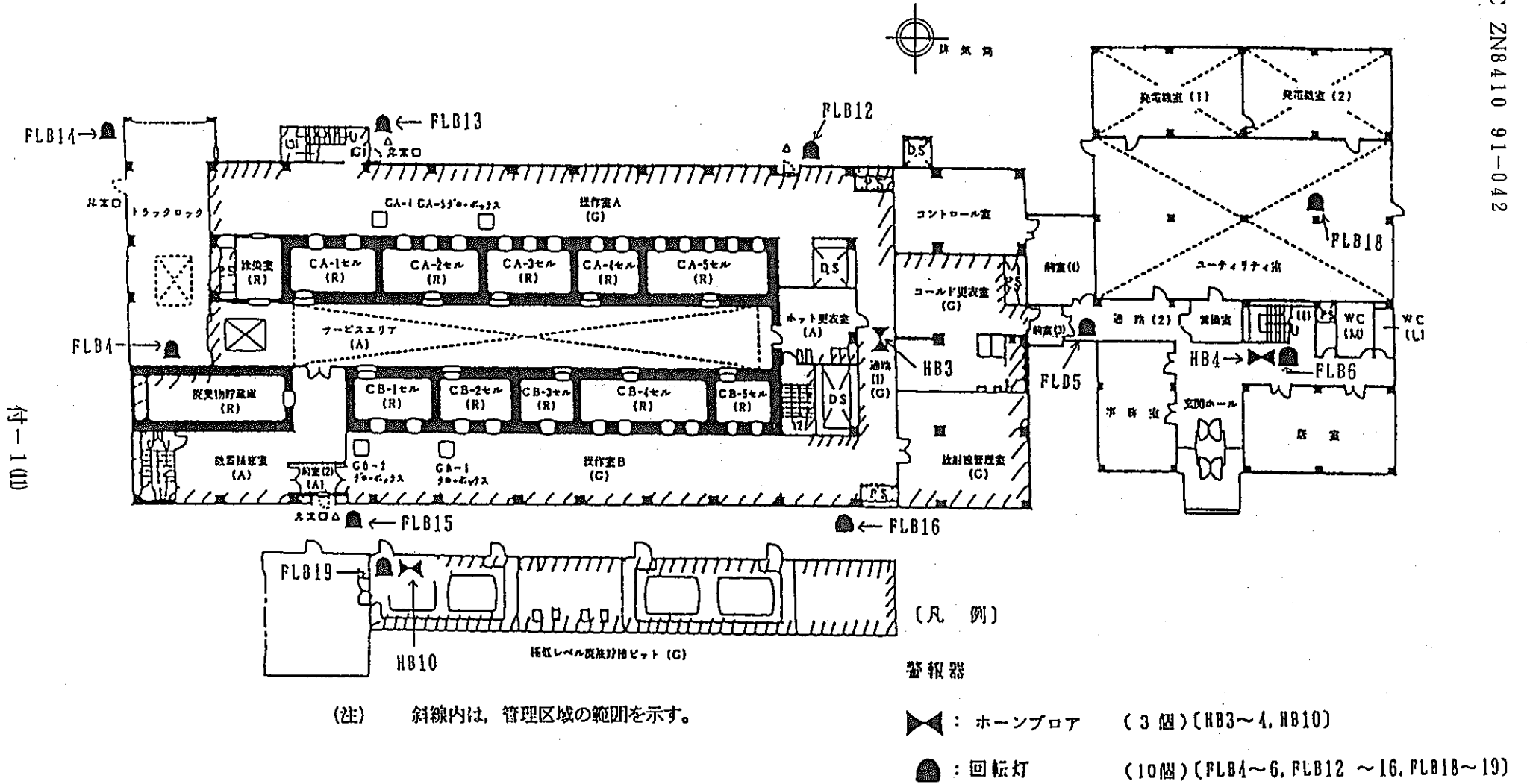
(凡例)

警報器

◀▶ : ホーンブローア (2個) (HB1~2)

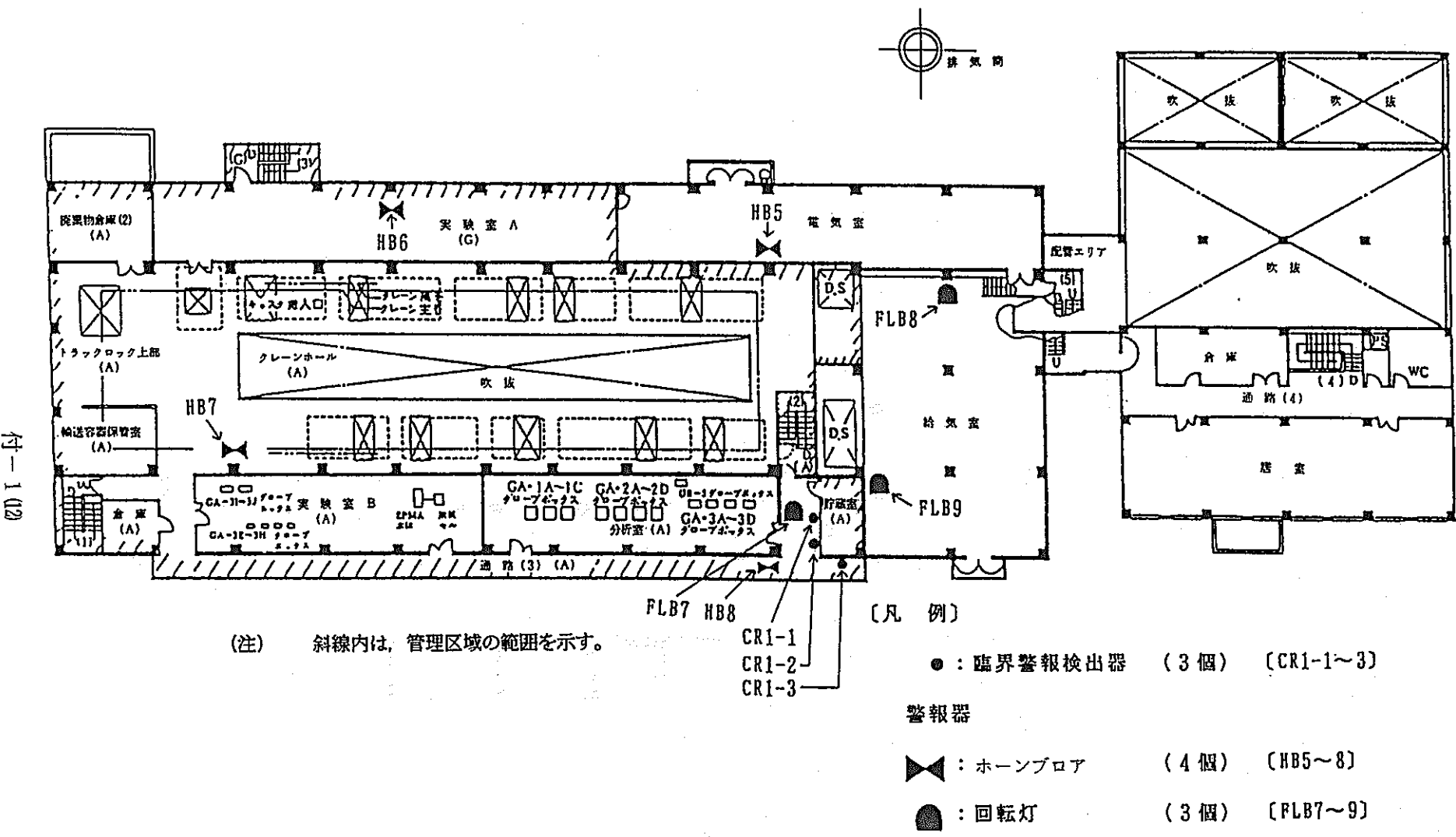
● : 回転灯 (4個) (FLB1~3, FLB17)

付図-10 臨界警報装置配置図〔警報器〕(地階)

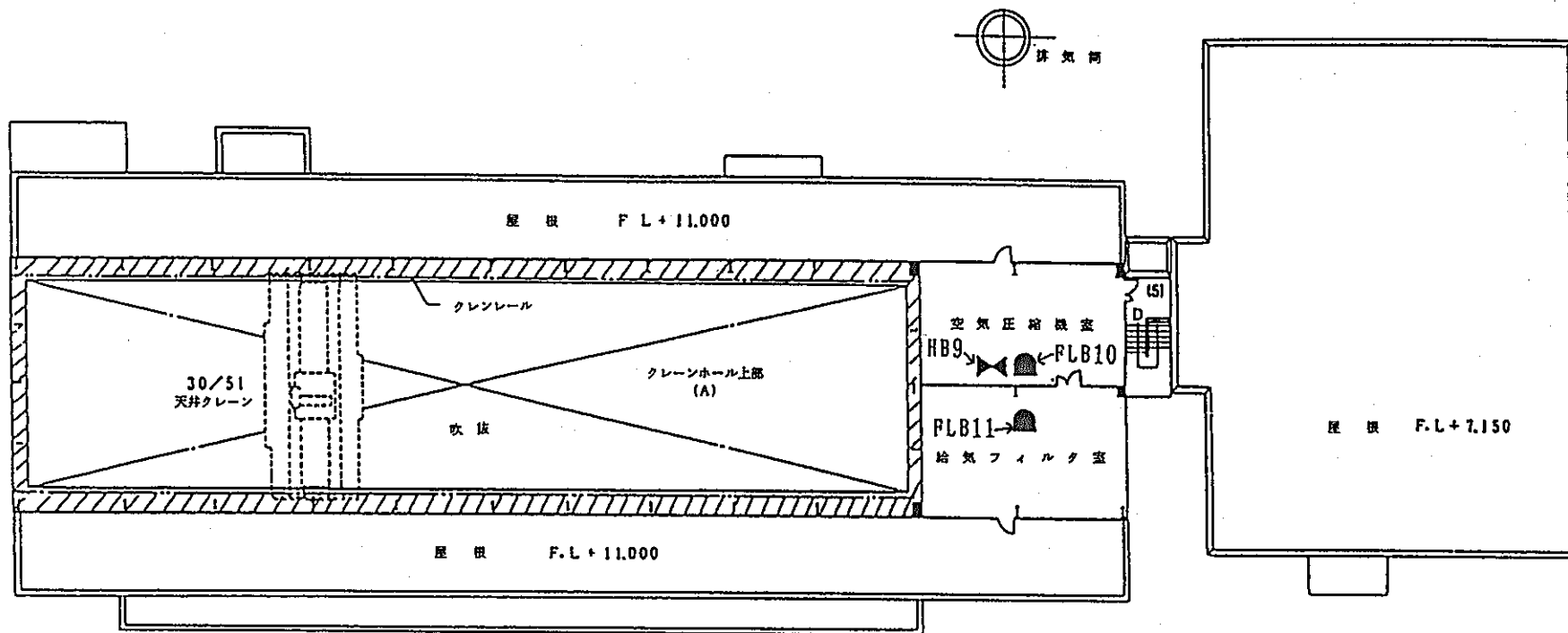


付図-11 臨界警報装置配置図 [警報器] (1階)

付-1(10)



付図-12 臨界警報装置配置図〔臨界検出器、警報器〕(2階)



付-1 (13)

(注) 斜線内は、管理区域の範囲を示す。

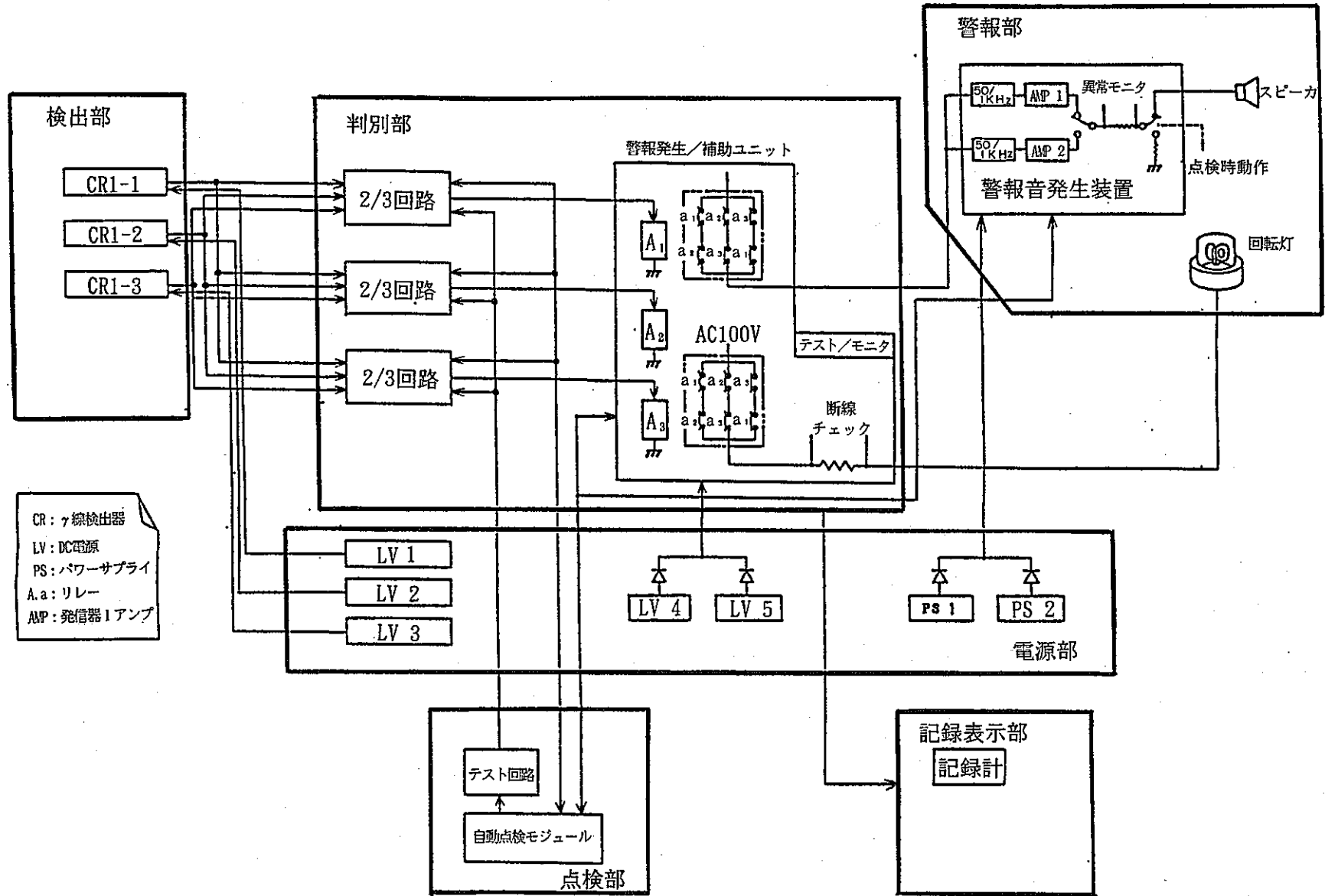
〔凡 例〕

警報器

：ホーンブロー (1個) (HB9)

：回転灯 (2個) (FLB10~11)

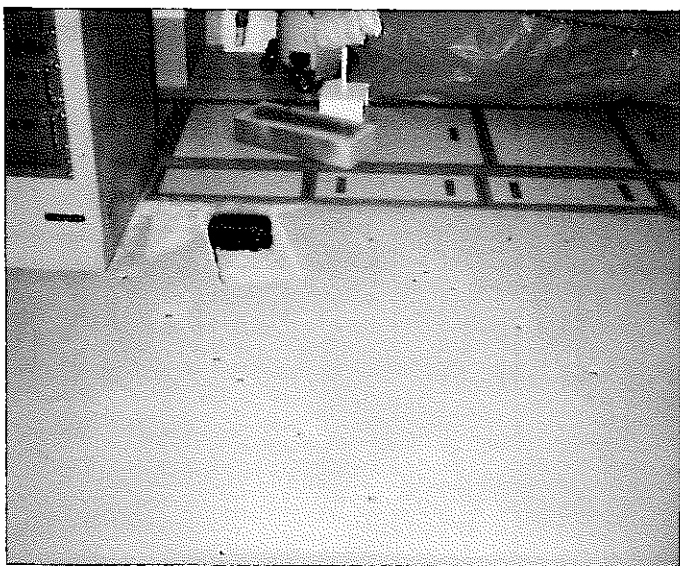
付図-13 臨界警報装置配置図〔警報器〕(3階)



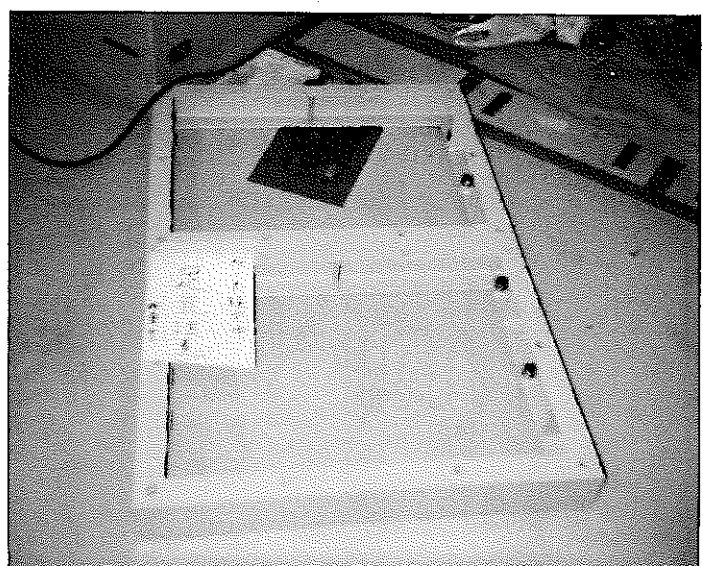
付-1 (10)

付図-14 臨界警報機能ブロック図

付-2 工事写真



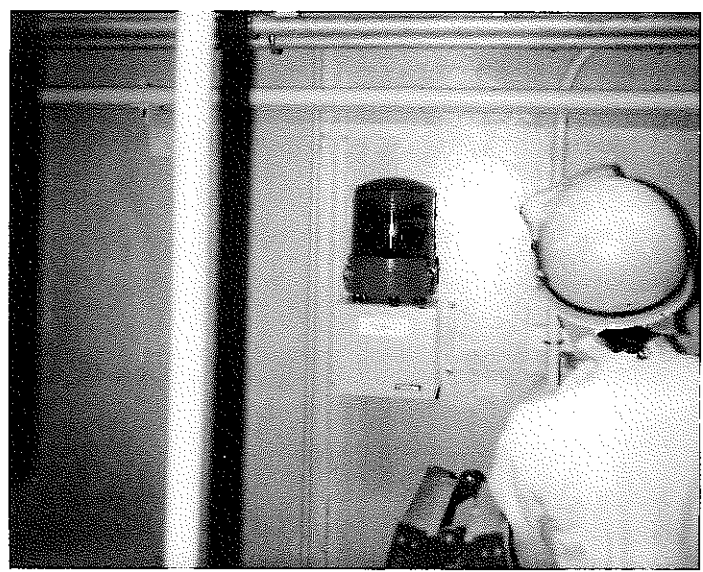
撮影日	平成 2 年 8 月 7 日
内 容	・ピット施工 ・チャンネルベース用アンカー施工
場 所	放 射 線 管 理 室



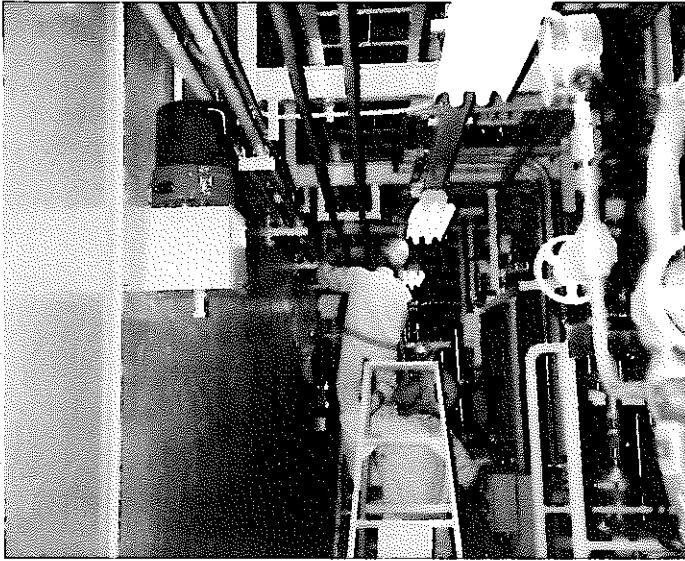
撮影日	平成 2 年 8 月 8 日
内 容	・チャンネルベースの床への固定
場 所	放 射 線 管 理 室



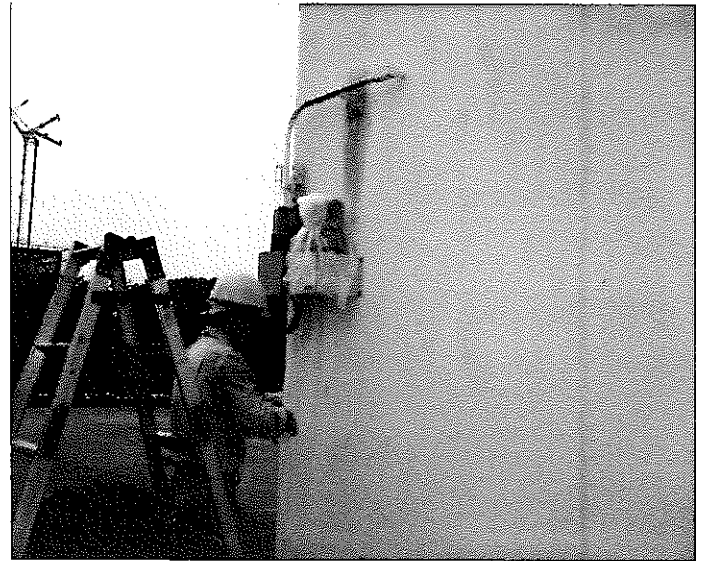
撮影日	平成 2 年 8 月 17 日
内 容	・HB-2 の取付け (左:新 設)
場 所	地階 サービスエリア



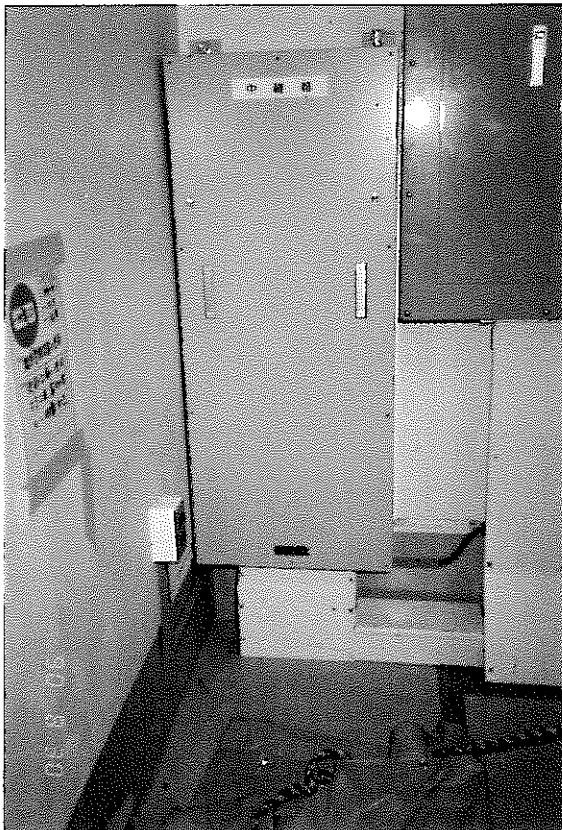
撮影日	平成 2 年 8 月 18 日
内 容	・FLB-17 の取付け (増 設)
場 所	地階 低レベル廃液貯槽室



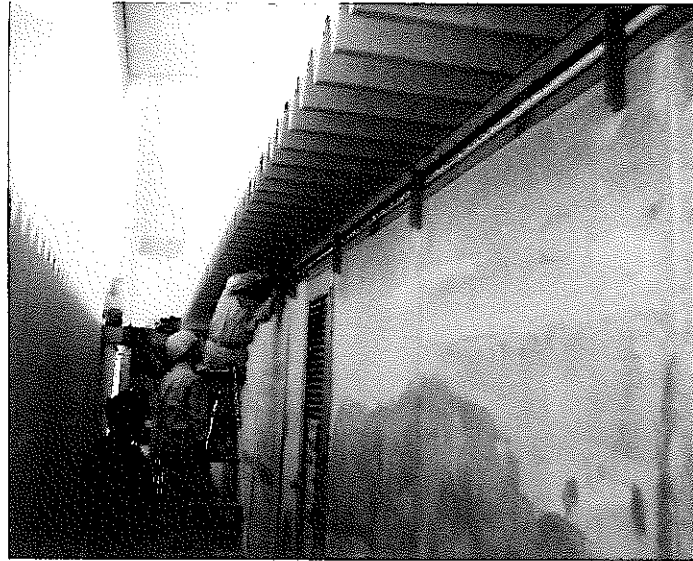
撮影日	平成2年8月18日
内容	・FLB-17用電線管布設 (増設)
場所	地階 低レベル廃液貯槽室



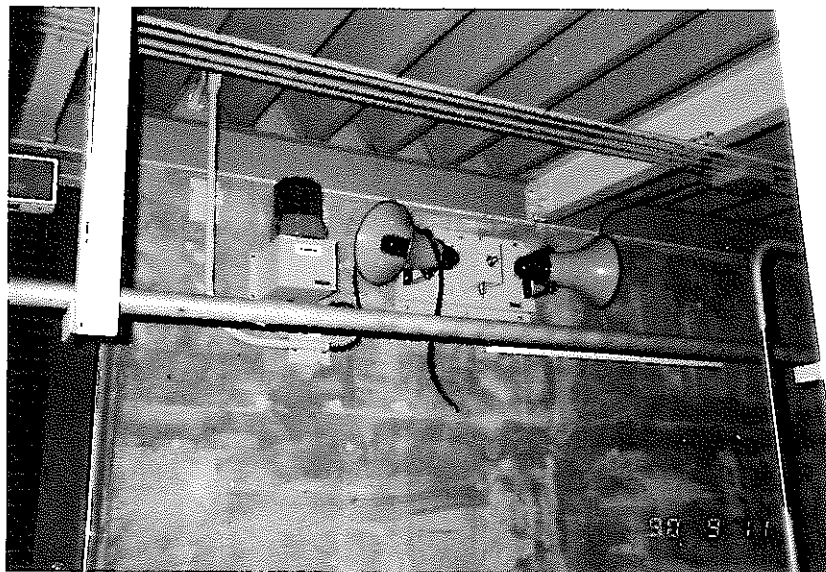
撮影日	平成2年8月21日
内容	・FLB-14取付け
場所	建屋外壁



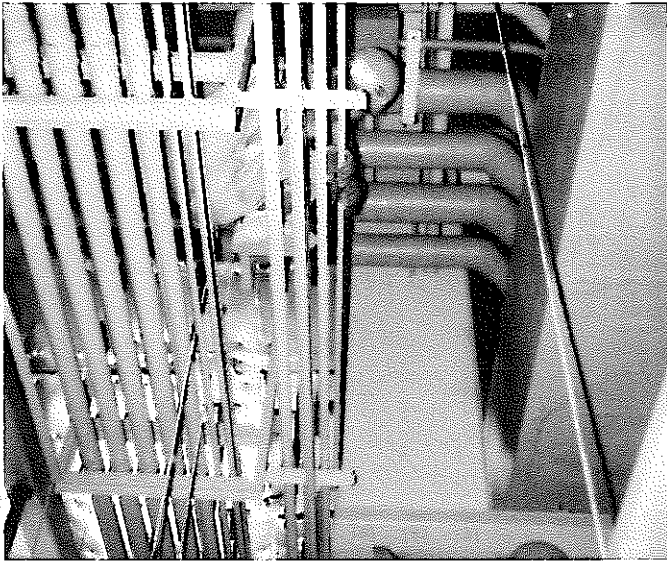
撮影日	平成2年8月30日
内容	・中継箱設置状況 (新規)
場所	放射線管理室



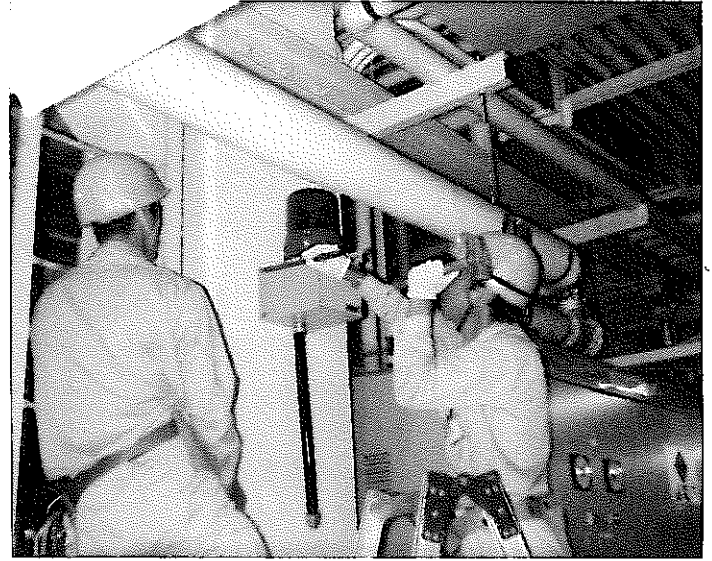
撮影日	平成2年8月21日
内容	・FLB-19、HB-10 用電線管 布設(増設)
場所	極低レベル廃液貯槽室



撮影日	平成2年9月11日
内容	・FLB-19、HB-10 の取付状況 (増設)
場所	極低レベル廃液貯槽室



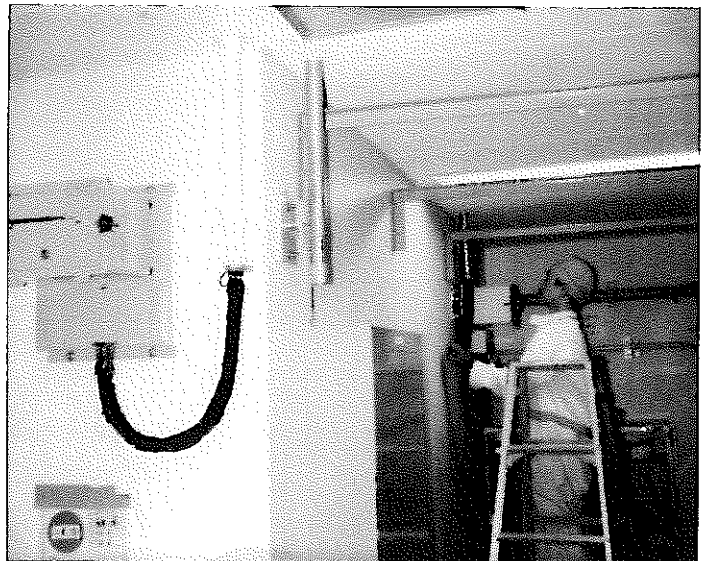
撮影日	平成2年8月23日
内容	・FLB-18用電線管 布設(増設)
場所	ユーティリティ室



撮影日	平成2年8月23日
内容	・FLB-18の取付け (増設)
場所	ユーティリティ室



撮影日	平成2年8月24日
内容	・HB-5の取付け
場所	電気室



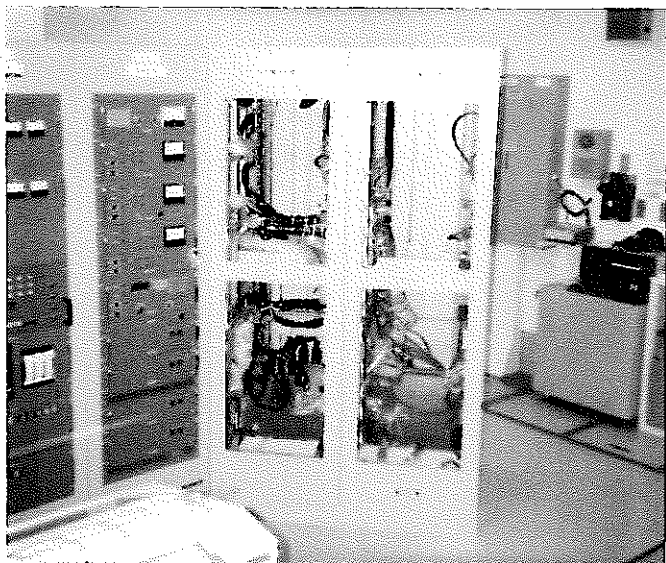
撮影日	平成2年8月28日
内容	・検出器用電線管布設
場所	2階 貯蔵室周囲の壁



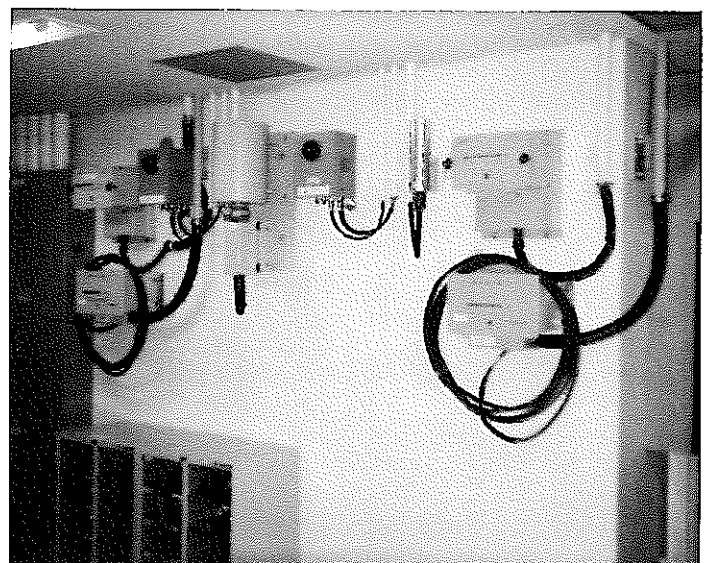
撮影日	平成 2 年 8 月 31 日
内 容	・新監視盤の搬入
場 所	トラックロック



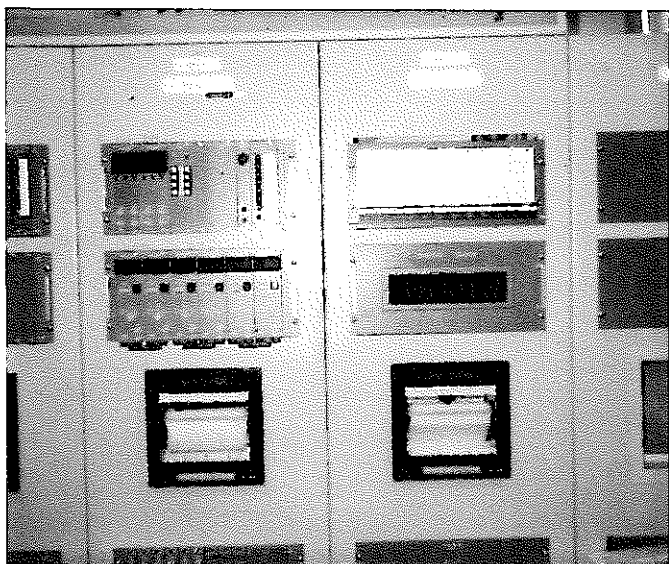
撮影日	平成 2 年 8 月 31 日
内 容	・新監視盤の搬入
場 所	トラックロック



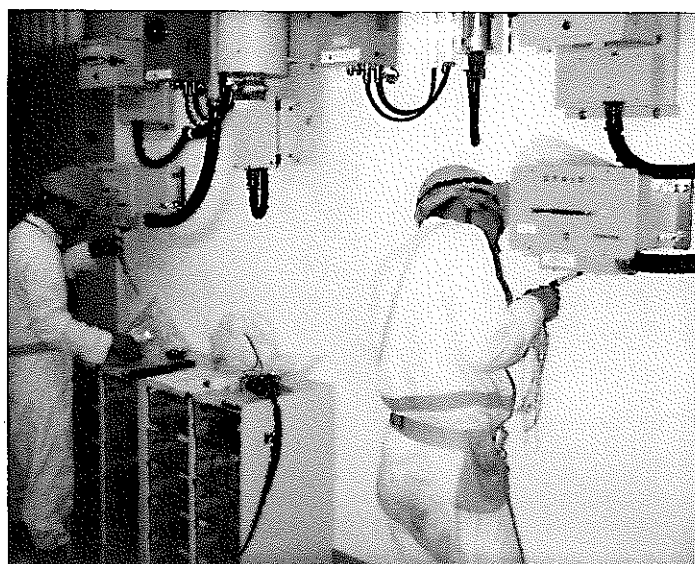
撮影日	平成 2 年 8 月 31 日
内 容	・新監視盤の固定、内装機器類の組み込み
場 所	放射線管理室



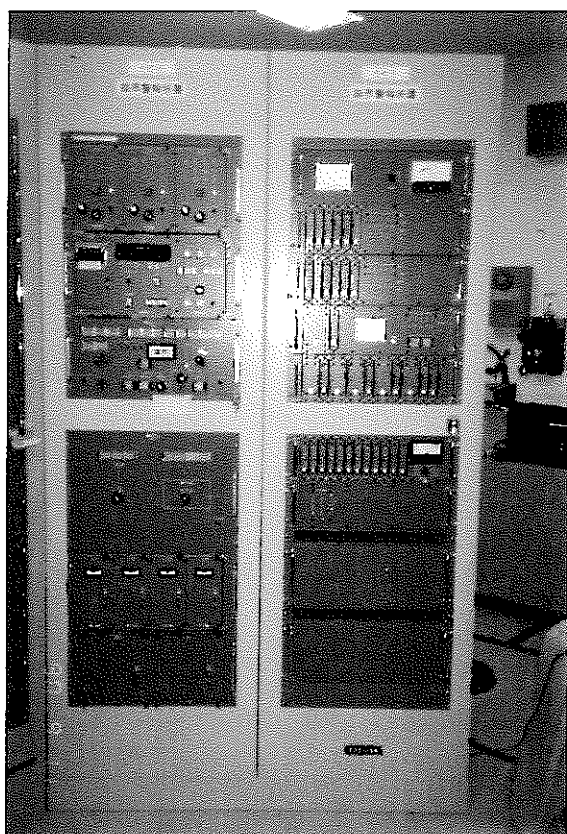
撮影日	平成 2 年 9 月 4 日
内 容	・検出器の壁への固定 (上：既設 下：新設) ・検出器用ケーブルの布設
場 所	2 階 貯蔵室周囲の壁



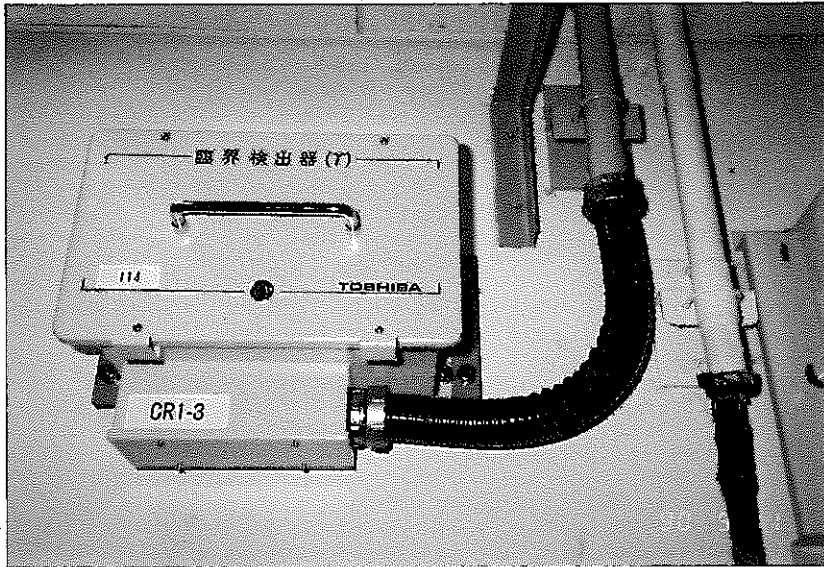
撮影日	平成 2 年 9 月 5 日
内 容	・アイソレータ取付け(RM-10) ・レコーダ交換 (RM-9、RM-10)
場 所	放 射 線 管 理 室



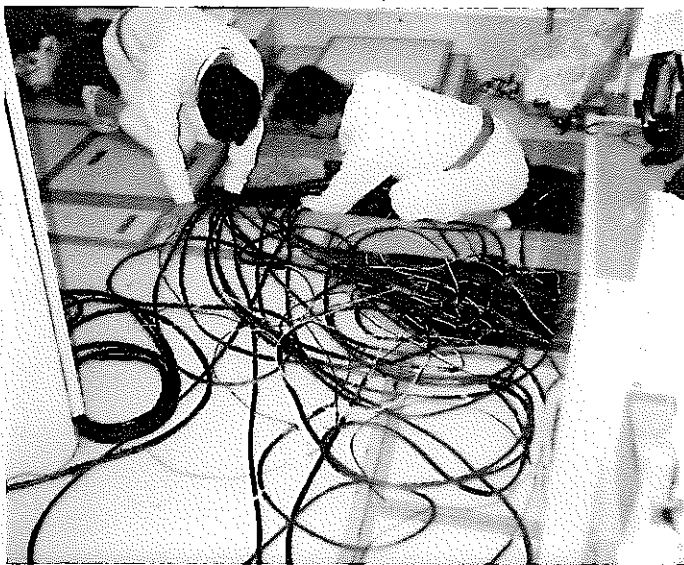
撮影日	平成 2 年 9 月 6 日
内 容	・検出器用ケーブルの接続
場 所	2 階 貯 蔵 室 周 囲 の 壁



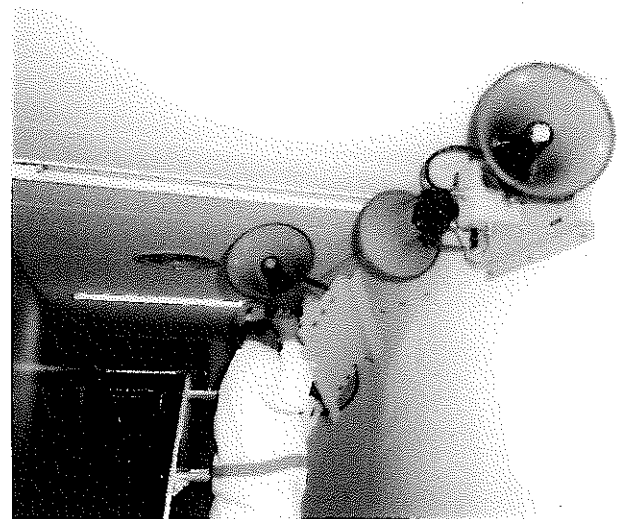
撮影日	平成 2 年 9 月 11 日
内 容	・新設の臨界警報監視盤 (RM-14、RM-15)
場 所	放 射 線 管 理 室



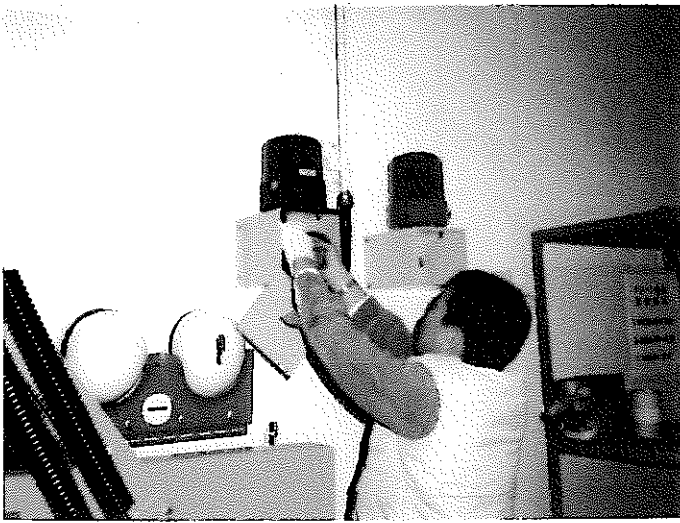
撮影日	平成2年9月11日
内容	・新設の臨界検出器
場所	2階 貯蔵室周囲の壁



撮影日	平成2年9月17日
内容	・警報器用(既設)ケーブルの引き戻し
場所	放射線管理室



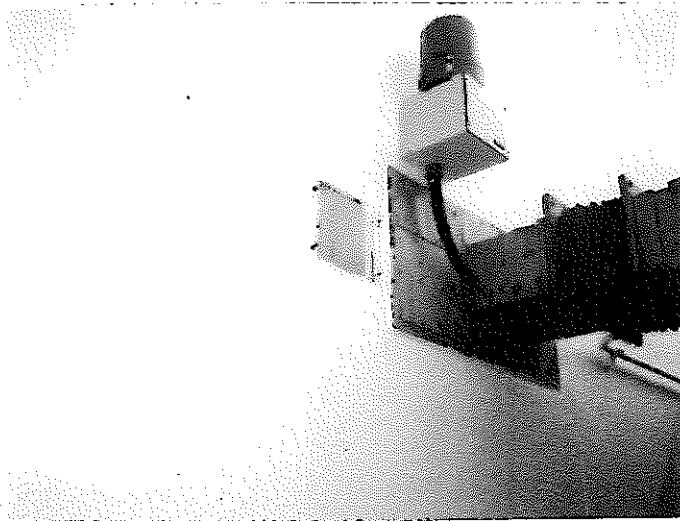
撮影日	平成2年11月19日
内容	・HB-8(既設)の撤去
場所	2階通路



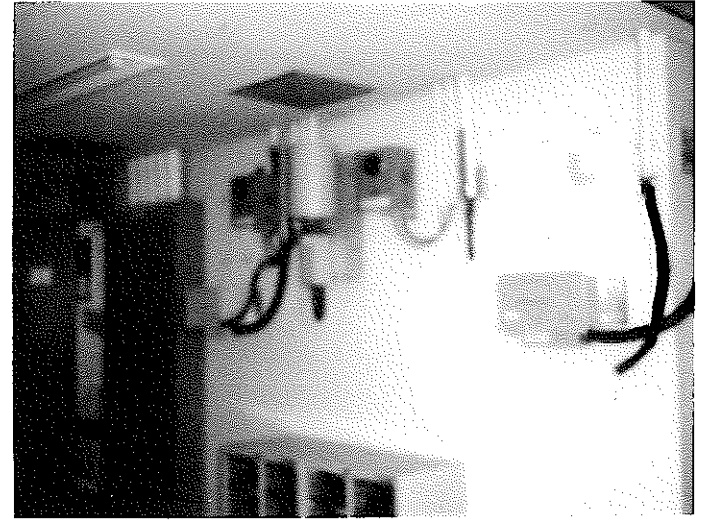
撮影日	平成2年11月19日
内容	・FLB-4 (既設) の撤去
場所	トラックロック



撮影日	平成2年11月19日
内容	・FLB-16 (既設) の撤去
場所	建屋外壁



撮影日	平成2年11月19日
内容	・FLB-16 (既設) の撤去
場所	建屋外壁



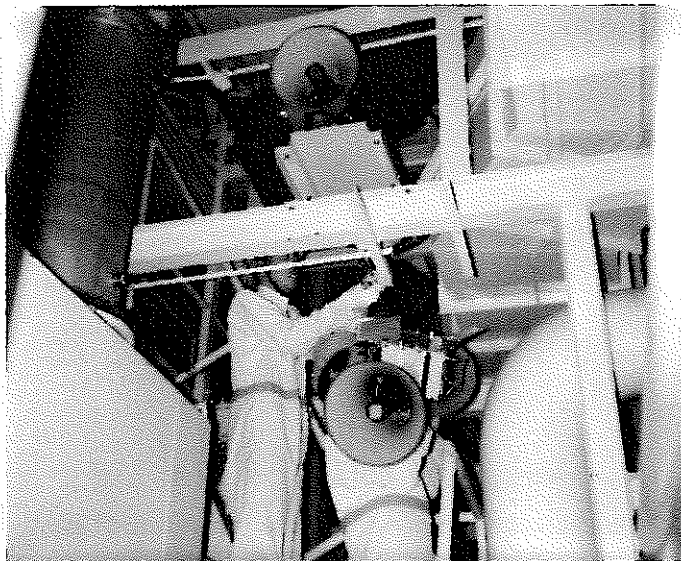
撮影日	平成2年11月19日
内容	・検出器 (既設) 撤去
場所	2階 貯蔵室周囲の壁



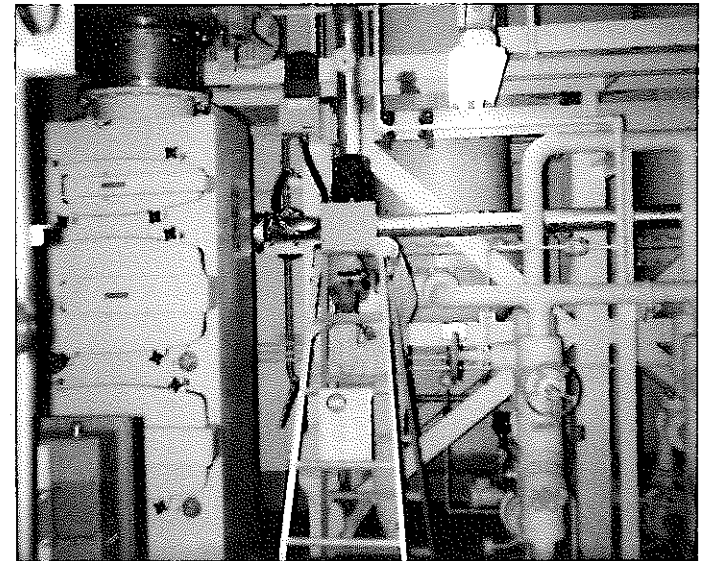
撮影日	平成 2 年 11 月 20 日
内 容	・ 検出器（既設）用電線管、 ケーブルの撤去
場 所	2 階 貯蔵室周囲の天井裏



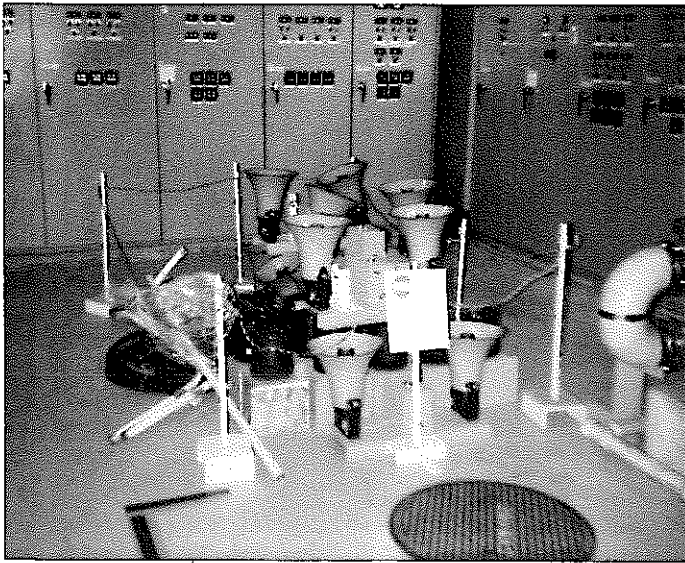
撮影日	平成 2 年 11 月 20 日
内 容	・ 検出器（既設）用電線管、 ケーブルの撤去
場 所	2 階 貯蔵室周囲の天井裏



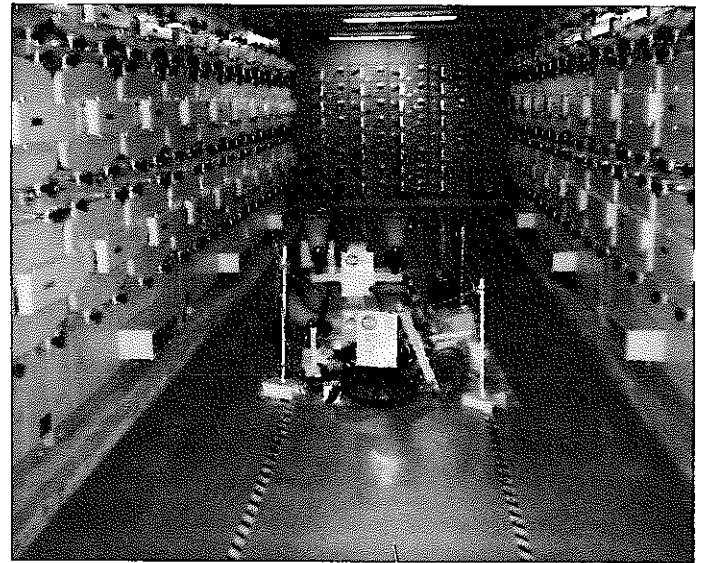
撮影日	平成 2 年 11 月 20 日
内 容	・ HB-1（既設）の撤去
場 所	地階 排風機室



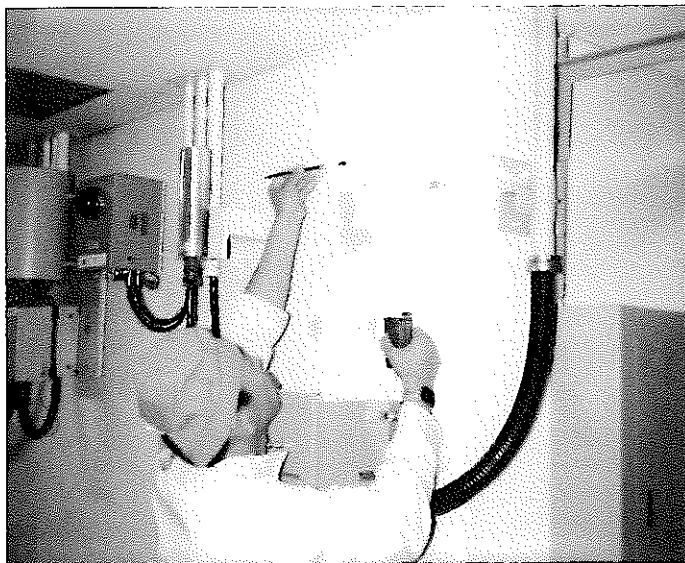
撮影日	平成 2 年 11 月 20 日
内 容	・ FLB-2（既設）の撤去
場 所	地階 排風機室



撮影日	平成2年11月21日
内容	・撤去機器類の一時置き
場所	ユーティリティ室



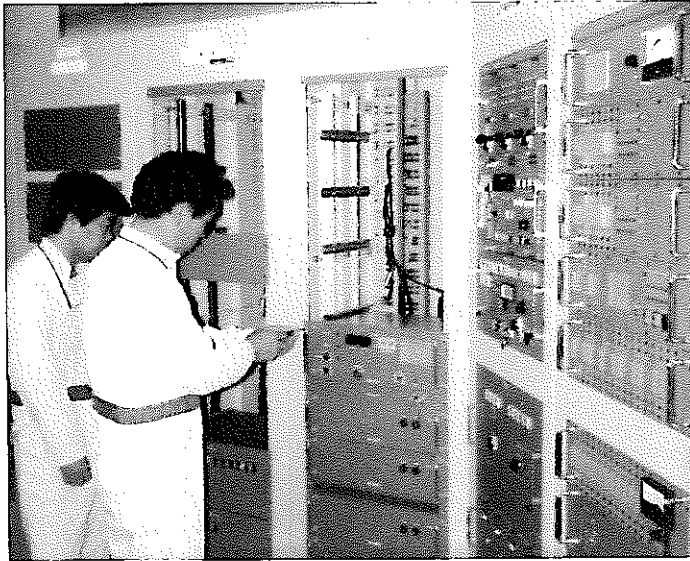
撮影日	平成2年11月21日
内容	・撤去機器類の一時置き
場所	地階 排風機室



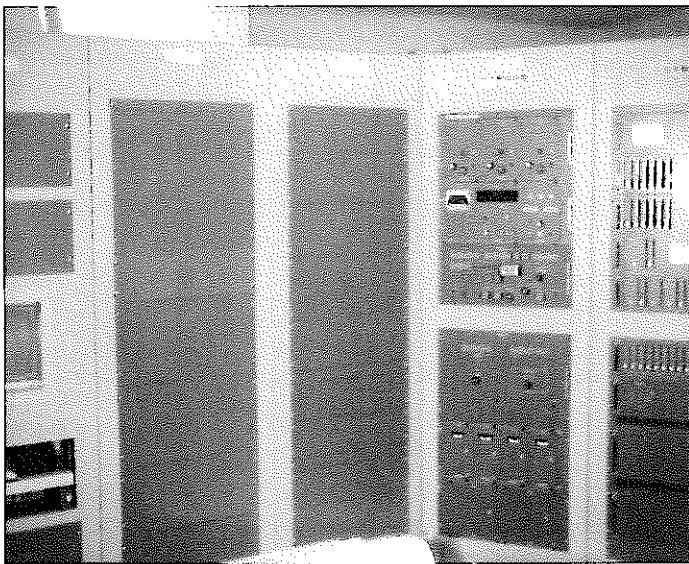
撮影日	平成2年11月21日
内容	・検出器（既設）撤去後の壁の補修、ペンキ塗装
場所	2階 貯蔵室周囲の壁



撮影日	平成2年11月21日
内容	・撤去機器類（警報器、電線管など）の搬出
場所	トラックロック



撮影日	平成2年11月22日
内容	・監視盤内装機器類（既設）の撤去
場所	放射線管理室



撮影日	平成2年11月22日
内容	・監視盤内装機器類（既設）の撤去後、ブランクパネルを取付け
場所	放射線管理室