

屋外器材ピット(Bピット)内廃棄物取出し作業 に係わる放射線管理について

(技術報告)

2001年4月

核燃料サイクル開発機構
東 海 事 業 所

本資料の全部または一部を複写・複製・転写する場合は、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

屋外器材ピット（Bピット）内廃棄物取出し作業に係わる放射線管理について
(技術報告)

野田 喜美雄¹ 菊地 正行²
石川 久² 伊東康久²

要旨

プルトニウム燃料工場屋外器材ピット（Bピット）（以下「Bピット」という。）の廃棄物取出し作業は、平成9年9月、安全総点検において確認事項として摘出し、一般作業計画により平成10年6月8日から開始された。

平成10年6月25日、廃棄物整理作業中、廃棄物中に放射能汚染物を発見し、さらに、作業者3名の作業衣及び靴底等にも汚染が検出された。作業者の身体サーベイ、鼻スミヤの結果、また、肺モニタ及び精密型全身カウンタでの測定の結果、皮膚汚染はなく内部被ばくもなかった。発見された汚染物等について、核種分析測定を実施したところ、プルトニウムによる汚染と判明した。

その後、Bピット内の放射線モニタリングを実施し、廃棄物表面から有意な値（ α 放射能： $8.2 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta\gamma$ 放射能： $1.2 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$ ）を検出したことから当該廃棄物について、核種分析測定を実施したところ、プルトニウムを確認した。なお、廃棄物周辺の線量当量率、空气中放射性物質濃度については検出下限値未満であった。

上述のとおりピット内に保管されていた廃棄物の一部の表面に汚染が検出されたため、6月25日にテントハウス内を一時管理区域に設定し、ピットからの汚染拡大防止策として、ピット上部をビニルシート及び防炎シートにて密封した。その後の廃棄物取出し作業は、ピット上部に作業囲いを設置し、作業囲い内にグリーンハウス（以下「GH」という）を3段（GH-1, 2, 3、ピットはGH-1内）設置して、特殊放射線作業で実施した。作業区域の空气中放射性物質濃度の管理は、GH-1内を連続監視ができるようにダストモニタを設置し、その他についてはエアスニッファを設置して実施した。線量当量率、表面密度の管理は、定点を定め測定した。

また、ピット内は第2種酸素欠乏危険場所として指定し、有毒ガス及び酸素濃度の管理が行われた。作業は防護装備を全面マスク及びタイベックスーツ並びに保護手袋着用とし、3名／班で実施された。作業中、毎日GH-1, 2, 3内の放射線状況を確認し作業者へ周知してきた。放射線状況は全て検出下限値未満であった。廃棄物取出し作業は平成10年11月中旬に終了し、ピット内の清掃後、平成10年12月初旬からピット内の汚染検査及び一時管理区域解除の為の処置を実施して、平成11年1月13日に屋外器材ピット（Bピット）の一時管理区域を解除した。

取出し作業中ピット内の廃棄物から一部汚染物が確認されたが一時管理区域内のモニタリング結果は全て検出下限値未満であった。

この報告書は上記作業対応を実施した放射線管理についてまとめたものである。

¹ 保安管理部危機管理整備室

² 放射線安全部放射線管理第一課

Radiation control on wastes recovery work in wastes storage pit

Kimio NODA¹⁾, Masayuki KIKUCHI²⁾, Hisashi ISHIKAWA²⁾, Yasuhisa ITOO²⁾

Abstract

There are waste storage pits where non-radioactive wastes generated from plutonium fuel facilities were stored in JNC Tokai Works. But radioactive wastes were found in one of the pit during wastes arrangement works. Therefore we set the pit temporary controlled area and recovered wastes from it. This report describes the radiation control technique of recovery work in detail.

1) Emergency Planning Section, Safety Administration Division, Tokai Works, JNC

2) Plutonium Radiation Control Section, Radiation Protection Division, Tokai Works, JNC

目 次

1.はじめに	1
2.屋外器材ピット作業の概要	2
2.1 ピット開口、仕分け作業	2
2.2 ピット封鎖作業	2
2.3 ピット開口時のラドン追い出し作業	3
2.4 廃棄物取出し作業	3
3.作業の放射線管理	6
3.1 作業スケジュール	6
3.2 一時管理区域設定に至った経緯及び放射線状況	6
3.3 一時管理区域設定について	7
3.4 一時管理区域設定後の定常放射線管理について	7
4.放射線管理上のトピックス	10
4.1 ピット封鎖作業時の放射線管理	10
4.2 ラドン追出し作業時の放射線管理	11
4.3 廃棄物取出し作業時の放射線管理	11
4.4 ピット内の表面密度測定	13
4.5 一時管理区域解除について	15
5.今後の同種作業に対する参考	17
5.1 Bピット作業場内内のエリア設定について	17
5.2 管理区域内の水処理について	17
5.3 通報・連絡について	17
5.4 跡地利用について	17
6.おわりに	18
7.あとがき	20
参考文献	21

図表目次

- 図 2-1 プルトニウム燃料センター屋外器材ピット配置図
図 2-2 A ピット配置図
図 2-3 B ピット配置図
図 2-4 C ピット配置図
図 2-5 B ピット仮設作業囲い及びGH設置図
図 2-6 プルセンター内廃棄物取出し作業体制
図 2-7 廃棄物取出し作業時の装備
図 2-8 廃棄物取出し作業者配置図
図 2-9 ピット内廃棄物取出し作業
図 2-10 廃棄物取出し作業フロー (GH1)
図 4-1 屋外器材ピット (B ピット) 内配置図
図 4-2 ポリビン (大) の α 線スペクトル測定結果
図 4-3 ポリビン (大) の γ 線スペクトル測定結果
図 4-4 屋外器材ピット (B ピット) 内放射線状況
図 4-5 屋外器材ピット (B ピット) 内排気ファン表面密度測定結果
図 4-6 屋外器材ピット (B ピット) 周辺の放射線状況
図 4-7 一般倉庫表面密度測定結果
図 4-8 定常モニタリングポイント
図 4-14 α 核種分析スペクトル図 (有意値検出したスミヤロ紙)
図 4-15 γ 核種分析スペクトル図 (有意値検出したスミヤロ紙)
図 4-16 α 核種分析スペクトル図 (B ピット天井のコンクリート)
図 4-17 γ 核種分析スペクトル図 (B ピット天井のコンクリート)
図 4-9 定常モニタリングポイント (週定期)
図 4-10 ピット内空气中放射性物質濃度の推移
図 4-11 B ピット内ラドン追出し作業時のサンプリングポイント及び排気ダクト位置
図 4-12 B ピット内ラドン追出し作業時における平衡等価 R_n 濃度
図 4-13 廃棄物取出し作業時のモニタリング図

写真-1 テントハウスの外観

写真-2 B ピット封鎖状況

写真-3 B ピット廃棄物取出し作業風景

表 3-1 作業スケジュール

表 3-2 有意検出した箇所の測定結果

表 4-1 ピット内 R_n 追出し作業時における平衡等価 R_n 濃度測定結果

表 4-2 作業者の防護装備一覧

表 4-3 変更後の防護装備一覧

- 表4-4 防護装備軽減に伴うモニタリング方法
- 表4-5 ピット内スミヤ採取方法
- 表4-6 測定スケジュール
- 表4-7 GH撤去に伴うモニタリング方法
- 表4-8 養生シート撤去に係るモニタリング方法
- 表4-9 一時管理区域解除に伴うモニタリング方法

1. はじめに

プルトニウム燃料センター（前プルトニウム燃料工場）には、A. B. C. 3箇所の一般廃棄物（非汚染物）用の屋外器材ピットがある。

記録によれば、Aピットは、屋外地下保管庫という名称で昭和47年に建設され、プルトニウム燃料第一開発室及びプルトニウム第二開発室の管理区域で発生した一般廃棄物（難燃物及び不燃物）が廃棄され埋設された。Bピットは、屋外地下保管庫という名称で昭和44年に建設され、プルトニウム燃料第一開発室の管理区域で発生した一般不燃廃棄物が廃棄され埋設された。Cピットは、管理区域内使用器材保管場所という名称で昭和55年に建設され、プルトニウム燃料第一開発室及び第二開発室の非管理区域の器材及び管理区域で発生した一般廃棄物（金属等）が廃棄、埋設されたとなっている。¹⁾

各ピットの配置図を図1-1に示す。

これらのピットを安全総点検の一環として調査した。調査の内容は、各ピット共に保管されている廃棄物の内容及びピット構成コンクリートの表面密度、空气中放射性物質濃度の測定、滞留水の有無の確認、滞留水の放射能分析である。測定結果はいずれも検出下限値未満、滞留水の放射能分析結果は、Cピットでは検出下限値未満であり、Aピットについては全 α 放射能で $5.0 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ が検出され、 α 線スペクトロメトリによる分析の結果 ^{232}Th 及び ^{238}U が含まれていることが確認されたが、核燃料物質使用施設放射線管理基準における廃液の放出基準の全 α 放射能濃度限度($1 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^3$)は下回っていた。また、Bピットでは滞留水の有無は確認できなかった。各ピットの概略図を図1-2から1-4に示す。

調査の結果、ピット内の廃棄物保管状況及びピット内環境についての概要が明らかになり、平成10年度から一般作業として廃棄物の整理作業が開始された。

ここでは、以下Bピットにて実施された廃棄物取り出し作業時の放射線管理について報告する。

2. 屋外器材ピット（B ピット）作業概要

2.1 ピット開口、仕分け作業

ピット内の内容物に関連する記述及び平成 9 年 9 月の調査結果並びに聞き取り調査に基づき、ピット内廃棄物の整理作業を行うための一般作業計画書が立案され、平成 10 年 6 月 8 日から開口作業が開始された。

6 月 8 日にピット上部コンクリートが破碎され土砂が除去されたのち、6 月 9 日から 12 日にかけ雨避け用のテントハウスが設営され、6 月 15 日から本格的に取出し作業が開始された。作業は、ピット内には酸欠防止のためファンが 2 個所に設置され、カバオール（一般用）、安全靴、帽子、ゴム手袋、簡易防塵マスク等を装備して実施された。作業場所には、汚染した廃棄物が混入している場合に備え α 線用サーベイメータを設置した。廃棄物は種別（可燃、難燃、不燃）毎に仕分けされガラ袋に入れられ一般倉庫（旧ウラン貯蔵庫）に保管された。テントハウスの外観写真を写真-1 に示す。

2.2 ピット封鎖作業

平成 10 年 6 月 25 日にピット内から汚染物及び作業者の作業服汚染が確認したことから、ピット及びテントハウス内のモニタリングを実施した結果、ピット内の廃棄物表面から有意な値が検出された。このため、6 月 25 日（木）17 時 45 分 B ピット内及び B ピットテントハウス内を一時管理区域に設定した。

また、B ピットからの汚染拡大防止のための当面の措置として、B ピットの封鎖作業を G 1 作業で実施した。なお、当該 G 1 作業実施に際し、作業者の更衣用に簡易なテントハウスを B ピットテントハウス入り口に設置した。ピットの封鎖状況を写真-2 に示す。

封鎖方法は、ピット開口部周りにアンカーボルトを打設し、ピット開口部を鉄パイプで囲いその上をベニヤ板及びブルーシートで養生し、最後に防炎シートで覆い両面テープで張り付け、角材をボルトにて固定してふさぐ方法をとった。汚染検出時にテントハウス内にあった廃棄物及びピット封鎖作業時に撤去したクレーンについては、容器封入又はビニル梱包して搬出しプルトニウム燃料第二開発室（以下「プル 2」という）の固体一時保管室（I）に保管した。また、未使用資材については、物品の持ち出しサーバイを実施してから、旧ウラン貯蔵庫に保管した。すべての廃棄物及び物品を搬出してから、B ピットの一時管理区域縮小のためにテントハウス内の汚染検査（スミヤ法、直接法）を実施した結果、全て検出下限値未満であったことから、一時管理区域を B ピット内のみに縮小した。また、一時管理区域縮小に伴い、テントハウス内の空気サンプリングをしていたエアスニッファを撤去し、封鎖したピット内の空気サンプリングを実施した。これは、ピット内の空气中放射性物質濃度の変動がないことの確認、ラドン濃度調査及び後日実施されるピット内廃棄物取出し作業のための一時管理区域拡大設定に伴う事前空気サンプリングのために実施した。サンプリング方法は、B ピットの封鎖に用いる角材に穴を空けてサンプリング用の耐圧ホースを通し、本ピットが塞がったままでピット内の空気サンプリングができるようにした。

2.3 ピット開口時のラドン追出し作業

ピットを塞いだことにより、ピット内の換気がされずラドン・トロン濃度が上昇することに対する配慮が必要となった。一般的に環境中の平衡等価ラドン濃度は $10^{-6} \sim 10^{-7}$ Bq/cm³程度であるが、ピット内の平衡等価ラドン濃度測定の結果 10^{-3} Bq/cm³程度であり、ピット内廃棄物の整理作業開始にあたりピット内の空気をそのまま放出すると、排気モニタの警報設定値を超える恐れがあるため、ピット内の平衡等価ラドン濃度を低下させることとした。なお、本作業は一時管理区域拡大の際の排気管理の開始と併せて実施した。

Bピット内の空気の置換は、あらかじめ本ピット内の空気中にPu及びUが検出されないことを確認したうえでピット外GH-1内の空気で希釈させつつHEPAフィルタによりラドン・トロン子孫核種等を捕集し一時管理区域外へ排気する方法をとった。

2.4 廃棄物取り出し作業

2.4.1 作業体制

Bピットから廃棄物を取出す作業は汚染拡大防止の観点から、負圧が維持できるようGHを設置して実施することとした。これに伴い、GH以外での作業区域の確保やGHの雨風除けに作業囲いが設置された。設置された作業囲いとGH設置図を図2-1に示す。

作業形態としては、屋外に一時管理区域を設定しての作業であり、また始めての作業でもあるため、特殊放射線作業(S2)(以下「S2作業」という。)として実施した。S2作業を計画するにあたっては、作業担当課(加工課)、計画管理Gr(現環境管理課)、分別Gr(現製造一課)、運搬Gr(現環境管理課)、分析Gr(現分析課)、放射線管理第一課で作業内容、作業分担、作業期間などについて検討し計画した。体制図を図2-2に示す。

2.4.2 作業概要

廃棄物取出し作業にあたって、特殊放射線作業(S2)を計画し、作業手順及び装備等を決定した。作業方法の概略をフローシートで示す。Bピット内の廃棄物は、長期に単体保管されていたことから圧縮された状態にあり正確に区分けしカートンに収納することはできないため、受け取り側と調整を行いガラ袋に収納し、ビニル梱包後ドラム缶に収納する方法とした。この方法はプルトニウム燃料工場安全作業基準に決められた方法ではないため、作業手順を作成しプル工場長の承認を得て作業を実施した。

作業囲い内には3段のGHが設置され、GH内を負圧に保つためにHEPAフィルタ1段の排気プロアシステムが設置された。GH内の負圧は、外部に対し10mmAq以上低くした。

廃棄物取出し作業

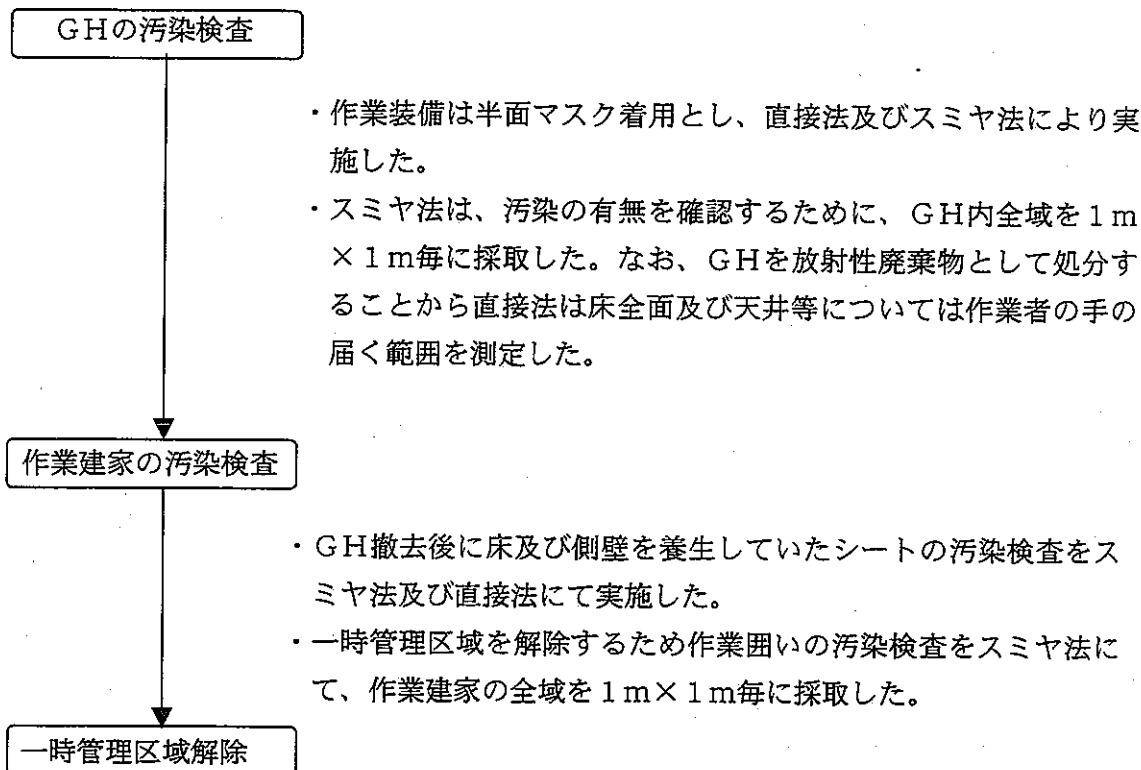
- ・作業装備は全面マスク、(想定した空气中濃度よりも液の飛散や区分け作業に伴う顔面の保護を主眼において) タイベックススーツ、アノラックズボンを着用。装着図を図2-3に示す。
- ・ピット内で発生した廃棄物の表面を α 線サーベイメータ、 β (γ)線サーベイメータで測定しながら、分別(可燃・難燃・不燃)を実施した。汚染が検出された廃棄物については、その部分だけをビニル梱包し、ドラム缶に収納後、汚染源を特定するために、プルトニウム燃料第二開発室(以下「プル2」という)の分別作業工程(C-141)へ搬出した。作業方法を示した図を図2-4～2-6に示す。取り出し作業風景を写真-3に示す。
- ・廃棄物は放射性としてガラ袋へ入れ、その上からビニル袋で養生し、汚染検査(直接サーベイ)後、ドラム缶に収納して搬出し、プル2(A-115室)へ仮置きのため搬出した。
- ・ピン類については、ピン用の容器に入れ、ビニル袋で梱包しドラム缶に収納し、内容物を分析するためプル2へ搬出した。

B ピット内清掃

- ・ピット内から廃棄物をすべて搬出したのち、作業装備を全面マスク及びタイベックススーツ着用とし、ピット内壁面をワイヤーブラシ等で清掃した。

B ピット内汚染検査

- ・作業装備は半面マスク及びタイベックススーツ着用とし、直接法及びスミヤ法により実施した。
- ・ピット内全域を直接法にて測定した。測定時間は、サーベイメータの時定数を考慮して、その時定数の3倍とした。
- ・スミヤ法は、床面全域を、10cm×10cm毎に採取した。また側面については、30cm間隔のマスメを作り、その交点を10cm×10cmで採取した。



3. 作業の放射線管理

3.1 作業スケジュール

平成 10 年 6 月 25 日（木）屋外器材ピット（B ピット）を一時管理区域設定から、B ピット内の廃棄物取出し作業終了、平成 11 年 1 月 13 日の一時管理区域解除までの作業内容及び作業スケジュールを表 3-1 に示す。作業はスケジュールに沿って実施されたが、この間特作計画の計画変更が 6 回行わされた。これらの変更内容は、作業手順の変更（一時管理区域の解除方法、作業装備等）の他、作業期間や組織体制の変更であった。

3.2 一時管理区域設定に至った経緯及び放射線状況

廃棄物取出し作業中に放射性廃棄物により汚染を検出した事象の経緯及び放射線状況を以下に示す。

3.2.1 汚染検出経緯

6 月 25 日、B ピット内作業中に廃棄物の一部から直接法で α 放射能 33.3 Bq / サンプルの汚染を検出した。その際、作業者 8 名の内 3 名の作業衣等から汚染が検出された。作業当時の B ピット内の配置状況を図 3-1 に示す。

B ピットテントハウスで作業中に行った身体サーベイで作業者 A 及び B の作業衣等に α 放射能で 0.3 Bq / cm² を超える汚染が検出された。その後の放管員による身体サーベイの結果、作業者 B 及び作業者 C の安全靴のつま先にそれぞれ α 放射能 0.3 Bq / cm² 及び 0.2 Bq / cm² の汚染が検出され、汚染が発見された廃棄物の核種分析をした結果プルトニウムが確認された。（図 3-2 から 3-3 参照）

なお、当該作業者 3 名の鼻スミヤを測定した結果、全員検出下限値（ α 放射能： 7×10^{-2} Bq）未満であり、精密型全身カウンタ及び肺モニタによる測定結果も全員検出下限値（全身カウンタ： 50 Bq (¹³⁷Cs)、肺モニタ： 1 kBq (²³⁹Pu)) 未満であった。

3.2.2 B ピットテントハウス内の放射線状況

当該作業者の作業衣等及びピット内の廃棄物の一部に汚染が検出されたため、本ピット内の放射線状況をスミヤ法により確認した結果、スミヤ採取ポイント 22 個所中 1 個所（ピット内廃棄物の表面）から α 放射能で 8.2×10^{-3} Bq / cm² 及び β (γ) 放射能で 0.012 Bq / cm² の汚染が検出された。

なお、B ピットテントハウス内の線量当量率を測定した結果、バックグラウンドレベルであり、B ピットテントハウス内空気中放射性物質濃度及び排気ファン排出口出口の表面密度測定結果はいずれも検出下限値未満であった。

B ピット内の放射線状況測定結果を図 3-4 に、排気用ファンの表面密度測定結果を図 3-5 に示す。

3.2.3 B ピットテントハウス周辺及び一般倉庫の放射線状況

当該作業者が一般倉庫まで歩いた通路の表面密度を直接法及びスミヤ法で測定した結果は全て検出下限値未満であり、B ピットテントハウス周辺の線量当量率の測定結果も全てバックグラウンドレベルであった。これらの測定結果を図3-6に示す。

また、ピット内から取出した廃棄物を保管し、当該作業者の身体サーベイ等を実施した一般倉庫内床面の表面密度を直接法及びスミヤ法で測定した結果、スミヤ採取ポイント30個所中1個所より $\beta(\gamma)$ 放射能について $0.031 \text{Bq}/\text{cm}^2$ の汚染を確認したが、そのほかのポイントについては α 放射能及び $\beta(\gamma)$ 放射能とも検出下限値 ($\alpha : 2.4 \times 10^{-3} \text{Bq}/\text{cm}^2$, $\beta(\gamma) : 6.2 \times 10^{-3} \text{Bq}/\text{cm}^2$) 未満であった。

一般倉庫内の表面密度測定結果を図3-7に示す。

3.3 一時管理区域設定について

ピット及びテントハウス内のモニタリングを実施した結果、ピット内の廃棄物表面から有意な値が検出された。その結果を一時管理区域設定基準（主要核種 ^{239}Pu の空气中放射性物質濃度： $2.4 \times 10^{-8} \text{Bq}/\text{cm}^3$ 、表面密度 α 放射能： $0.4 \text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 $\beta(\gamma)$ 放射能： $4 \text{Bq}/\text{cm}^2$ 、線量当量率： $300 \mu\text{Sv}/\text{W}$ ）と比較したところ、設定基準は超えてはいないが表面密度で有意な値（ α 放射能： $8.2 \times 10^{-3} \text{Bq}/\text{cm}^2$ 及び $\beta(\gamma)$ 放射能： $0.012 \text{Bq}/\text{cm}^2$ ）を検出しており、今後の作業等を考慮すると設定基準を超える恐れが否定できないことから、ピット内及びB ピットテントハウス内を一時管理区域に設定した。

3.4 一時管理区域設定後の定常放射線管理について

B ピットを一時管理区域に設定し封鎖してから、ピットの整理作業が終了するまでの定常放射線管理を以下のとおり実施した。

3.4.1 B ピット封鎖までの放射線管理

一時管理区域の定常放射線管理は使用施設保安規定及び放射線管理基準並びに放射線管理マニュアルに従い実施した。線量当量率、表面密度については、毎作業日測定を実施し、空气中放射性物質濃度については、エアスニッファを設置し、ピット内は毎作業日、テントハウス内については一週間毎に交換・測定として管理した。その結果、全て検出下限値未満であった。その後、ピットの封鎖作業が行われ一時管理区域もピット内のみに縮小されたことから、テントハウス内のエアスニッファの管理を終了した。

その測定ポイントを図3-8に示す。

空气中放射性物質濃度を管理するにあたって、主要核種を α 放射能は ^{239}Pu に、 $\beta(\gamma)$ 放射能を ^{234}Th に選定した。 ^{239}Pu の選定理由は、ピット内の廃棄物において汚染が確認された核種の中でプルトニウムの濃度限度が一番厳しいためである。 $\beta(\gamma)$ 放射能の主要核種を ^{234}Th とした理由は、ピット内廃棄物が昭和45年以

前のものであることから、精錬後30年経過した天然存在比のウランと推定し、このウランと永続平衡に達した²³⁸Uの娘核種である²³⁴T_h及び²³⁴P_aのうち²³⁴T_hの濃度限度が厳しいためである。

3.4.2 作業囲い内等

Bピット上に作業囲いを設けその中にGHを設置して行ったBピット内の廃棄物取り出し作業の放射線管理は、放射線管理マニュアル等に従い以下のとおり実施した。測定ポイントを図3-9に示す。

(1) 線量当量率

作業囲い内の一時管理区域に測定ポイントを定め、原則として1回／週の頻度で電離箱サーベイメータにより空間の線量当量率を測定・評価した。管理目標値は50 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 以下とした。測定ポイントは、作業環境上の測定と一時管理区域の境界の測定を一部兼ねて設定した。また一時管理区域内及びGH-1内については作業開始前に実施した。

上記の測定結果は、全て検出下限値 (γ : 0. 5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$) 未満であった。

Bピットについては、事前測定の結果 γ 線及び中性子線とも全て検出下限値未満であったことから、測定線種を γ 線として管理した。

(2) 表面密度

一時管理区域内に測定ポイントを定め、原則として1回／週の頻度でスミヤ法により測定・評価した。測定線種は α 線及び β (γ) 線とし、管理目標値は α : $4 \times 10^{-2}\text{Bq/cm}^2$ 、 β (γ): $4 \times 10^{-1}\text{Bq/cm}^2$ 未満とした。

測定の結果、全て検出下限値 (α : $2. 4 \times 10^{-3}\text{Bq/cm}^2$ 、 β (γ): $9. 5 \times 10^{-3}\text{Bq/cm}^2$) 未満であった。

また、作業管理用として、GH-1のピット上に測定ポイントを2点、GH-2, 3に各1点を選定して管理した。なお、ピット内については、作業担当課が廃棄物取り出し作業時に直接法にて廃棄物表面及び周辺の汚染検査を実施した。

GH内の表面密度は毎日の作業後（午前、午後）に測定した。その結果、GH-1のピットに汚染が数回検出された。汚染検出時の措置としては、核種分析装置により、プルトニウムによる汚染であることを確認し、除染後にスミヤ法及び直接法にて検出下限値未満を確認した。検出した汚染のレベルを表3-2に示す。

ピット内の廃棄物に汚染された異物が混入していないか確認する表面密度測定作業は、施設側が直接法にて実施した。その結果、アルミ缶やビニルバックなどの汚染された異物が一部確認された。核種は²³⁹Pu、²³⁵U、²⁴¹Amであり放射能レベルは α 線で8. 3 Bqから830 Bq、 β (γ) 線は8. 3 Bqから1700 Bqであった。

(3) 空気中放射性物質濃度

一時管理区域内に設置したエアスニッファシステムにより原則として1回／週の頻度で空気中塵埃を採取し、放射性物質濃度を測定・評価した。測定線種は α 線及び β （ γ ）線とし、管理目標値は α 線： $2.4 \times 10^{-8} \text{Bq/cm}^3$ 、 β （ γ ）線： $6.0 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ 未満（一週間平均濃度）とした。なお、主要核種については、 α 放射能： ^{239}Pu 、 β （ γ ）放射能： ^{234}Th とした。

また、作業用として、ダストモニタをGH-1のピット内に1ヶ所設置し、エアスニッファをピット上に1ヶ所、GH-2、3にも各1ヶ所設置して管理した。測定結果は、全て検出下限値未満であった。

(4) 排気中放射性物質濃度

GH内の排気中放射性物質濃度はプレフィルタ1枚及びHEPAフィルタ1段の後に α 線用ダストモニタ（以下「排気モニタ」という。）を設置して連続的に測定・監視した。

排気モニタは、濃度限度（3ヶ月平均濃度）の3/10を警報レベルに設定して管理した。

また、排気モニタろ紙は原則として1回／週の頻度で交換・回収し、 α 線及び β （ γ ）線の測定を行い評価した。また、管理対象核種を ^{239}Pu 及び ^{234}Th とし、管理目標値はそれぞれ α ： $3.0 \times 10^{-10} \text{Bq/cm}^3$ 、 β （ γ ）： $3.0 \times 10^{-6} \text{Bq/cm}^3$ 未満（3ヶ月平均濃度）とした。

排気モニタの警報設定値とその算出条件を以下に示す。

排気モニタ警報設定値： $18 \text{ cpm} + BG\text{値}$ （作業中： $1.4 \text{ cpm} + BG\text{値}$ ）

計算条件① η ：機器効率（10%）

② V ：サンプリング流量（701/min）

③積算流量： $7.06 \times 10^8 \text{ (cm}^3/\text{週)}$

$(701/\text{min} \times 168\text{h/W} \times 60\text{min/h} \times 10^3\text{cm}^3/l)$

④濃度限度： $1.0 \times 10^{-9} \text{Bq/cm}^3$

⑤A：警報設定値（cpm）

$$A = \text{濃度限度} \times 3/10 \text{ (Bq/cm}^3) \times \text{積算流量} \text{ (cm}^3) \times \eta \text{ (\%)}$$

$$= 3.0 \times 10^{-10} \text{ (Bq/cm}^3) \times 3/10 \times 7.06 \times 10^8 \text{ (cm}^3) \times 13 \text{ (W/3ヶ月)}$$

$$\approx 3 \text{ Bq}$$

$$3 \text{ (Bq)} \times 60 \text{ (dpm/Bq)} \times 10/100 \text{ (cpm/dpm)} = 18 \text{ cpm (3ヶ月平均濃度)}$$

作業期間中の排気ろ紙の回収・測定頻度が1回／週であることから、

$$18 \text{ cpm} \div 13 \text{ 週} = 1.4 \text{ cpm}$$

なお本作業期間中において、排気モニタの警報が吹鳴することはなく、回収したろ紙の測定結果も全て検出下限値未満であった。

(5) 物品の搬出管理

①放射性廃棄物等

B ピットの廃棄物は梱包した後 G H 外で廃棄物ドラム缶等に封入又はビニルシートで梱包した後に、放射性物質等の搬出手順に従って線量当量率及び表面密度を測定・評価し、「放射性物質等搬出届（所内）」を作成して事業所内の放射性廃棄物貯蔵施設へ搬出した。

なお、表面密度管理のために採取したスミヤ試料を他施設で測定する場合についても、上記と同様に「放射性物質等搬出届（所内）」を作成して搬出した。

②一般物品

管理区域内から一般物品搬出する場合は、保安規定等に基づきそのつど汚染検査を実施した。汚染検査は α 線及び β (γ) 線について直接法及びスミヤ法により測定し、「一般物品搬出承認票」を作成して持ち出した。

(6) 放射線管理用機器の管理

本作業で使用する放射線管理機器については、毎作業日の使用前に点検するとともに保安規定等に基づく定期点検を行い健全性を確認した。

4. 放射線管理上のトピックス

作業期間全般を通じ特に放射線管理上考慮した点について以下に示す。

4.1 ピット封鎖作業時の放射線管理

ピット内で廃棄物に汚染が発見され、ピット内の汚染検査を実施したところ有意な値が検出されたことにより、汚染拡大防止の観点からピット開口部を封鎖した。その際に、サンプリングホースをピット内へ入れてダストサンプラで吸引し、ピット内の空气中放射性物質濃度の変動を確認できるようにした。

これは、ピット開口部封鎖によりピット内のラドン濃度が上昇する可能性があることから、後のピット開口作業でのラドン追い出し作業のデータとして平衡等価ラドン濃度を把握していく必要があるため実施した。

試料のサンプリング期間は1週間として、採取直後及びその後の試料の減衰測定を実施した。通常の試料であれば約3日間後にエアスニファーロ紙に付着したラドントロン子孫核種が減衰し正味の測定ができるが、ピット内の試料については、約7日後でもラドントロン子孫核種が減衰せずに、 β (γ) の計数率が有意値を示していた。この試料を γ 線核種分析装置にて測定した結果、 ^{210}Pb のピークが検出された。このピークは、放射性壊変のウラン系列であり自然界に存在する ^{214}Pb が減衰することによって生成され、 ^{210}Pb (半減期 22.3 年) の半減期が長いため、 β (γ) 線の減衰が遅いことが分かった。また、 ^{210}Pb が存在すれば、その崩壊生成物である ^{210}Po が生成されるため、 ^{210}Po から α 線 (5. 3 MeV)³⁾ が放出される。上記の事実を知らずにこの試料を α

線核種分析装置にて測定すると、プルトニウム領域（3.5から5.5 MeV）に計数しプルトニウム汚染と間違いをおこす可能性があるため注意する必要がある。

上記事象は、ピットが封鎖されたことにより、ピット内の換気が循環せずにピット内に存在するラドントロン崩壊生成物の濃度が高くなり、 ^{210}Po の生成が多くなったと思われる。Bピット内空气中放射性物質濃度の推移を図4-1に示す。

4.2 ラドン追出し作業時の放射線管理

廃棄物取出し作業を開始するため、これまで封鎖していたピットの開放作業を実施した。ピット内の平衡等価ラドン濃度が約 $10^{-3} \text{ Bq}/\text{cm}^3$ であり一般環境では $10^{-6} \text{ Bq}/\text{cm}^3$ と比べピット内の濃度がかなり高いことが分かる。

このため、ピット内の空気とGH内空気を混合し、ピット内の平衡等価ラドンを希釀して放出した。

この際の排気の管理対象核種はPu、U及び平衡等価ラドンのうち濃度限度の最も厳しい ^{239}Pu とした。排気モニタの警報設定値はPuの濃度限度に3/10を乗じた値に相当する計数率を用い、それにBGを加算し18.1 cpmで管理した。

$$18 \text{ cpm} (\text{Pu濃度限度} \times 3/10 \text{ (計算方法は3.4.2(4)参照)})$$

$$+ 0.1 \text{ cpm} (\text{BG値})$$

$$= 18.1 \text{ cpm}$$

ピット内の空気の追出し作業が進むにつれ、ピット内の平衡等価ラドン濃度が低くなり、ピット内の高濃度ラドンが希釀されているのが分かる。ピット内の平衡等価ラドン濃度の推移を図4-2に示す。また、希釀排気中の平衡等価ラドン濃度は、 $10^{-8} \text{ Bq}/\text{cm}^3$ オーダーと、法令値を十分担保できた。なお、今回回収したろ紙は自然放射能の減衰後検出下限値未満を確認しており、 ^{239}Pu などによる空気汚染がなかったことを確認した。ピット内空気追出し作業のサンプリングポイント等を図4-3に、平衡等価ラドン濃度の測定結果を表4-1に示す。

4.3 廃棄物取出し作業時の放射線管理

(1) 作業区域の放射線管理

作業実施時には特殊放射線作業計画に定めるモニタリング計画に基づき作業区域における線量当量率、表面密度及び空气中放射性物質濃度の測定・評価を実施した。管理基準値は各作業エリア毎に定め、測定頻度は原則として毎作業日1回とした。測定ポイントを図4-4に示す。

また、線量当量率及び表面密度については上記測定に加え作業の進捗に応じて適宜実施し放射線状況を的確に把握するように務めた。空气中放射性物質濃度についてはGH-1内のピット内をダストモニタにより作業中連続して測定・監視、それ以外の作業区域は作業管理用エアスニッファにより原則として1回/週の頻度で管理した。

ピット内に設置したダストモニタの警報設定値については、2時間の作業時間内において呼吸保護具の濃度限度以下におさえることとし、作業装備である全面マスクの着用

限度から換算した値とした。

警報設定値の計算方法（ピット内ダストモニタ警報設定値：130 cpm）は、警報設定値をA (cpm) とし以下のように求めた。

$$\begin{aligned} A &= \text{着用限度 (Bq/cm}^3\text{)} \times V (\text{cm}^3) \times 60 (\text{dpm/Bq}) \times \eta (\%) \\ &= 3.2 \times 10^{-6} (\text{Bq/cm}^3) \times 7.2 \times 10^6 (\text{cm}^3) \times 60 (\text{dpm/Bq}) \times 0.1 (\%) \\ &= 138.24 \text{ cpm 安全側を考慮して } 130 \text{ cpm とした。} \end{aligned}$$

A : 警報設定値 (cpm)

着用限度：呼吸保護具の着用限度 (Bq/cm³) ※放管マニュアルIV-1 参照

V : 積算サンプリング流量 (cm³)

(60 (l/min) × 120 (min) (2時間作業) × 10³ (cm³/l))

η : ダストモニタの検出効率 (%)

1) 作業区域の出入管理

作業区域への入域時には作業に応じた防護装備を着装し、所定のルートから入域した。また、作業区域からの退出時には所定の場所で防護装備を脱装するとともに汚染検査を実施し、汚染のないことを確認した。作業者の防護装備についての一覧を表4-2に示す。

呼吸保護具の選定を計算した結果を下記に示す。

ピット内の空气中放射性物質濃度を推定し呼吸保護具を選定する。

計算条件 ①核種：²³⁹Pu (濃度限度：8 × 10⁻⁸ Bq/cm³)

②作業時間：2時間

③ピット内の表面密度：8.3 Bq/cm² ※1

④再浮遊係数：2 × 10⁻⁸ cm⁻¹ ※2

⑤安全係数：0.1

ピット内の空气中放射性物質濃度の推定値は、

$$8.3 \text{ Bq/cm}^2 \times 2 \times 10^{-8} \text{ cm}^{-1} = 1.7 \times 10^{-7} \text{ Bq/cm}^3$$

となり、呼吸保護具は全面マスクとなる。

全面マスクの着用限度は、以下のように求められる。

濃度限度 (Bq/cm³) × (1日の作業時間/作業時間) × 防護係数 × 安全係数

$$8 \times 10^{-8} (\text{Bq/cm}^3) \times (8/2) (\text{h}) \times 100 \times 1/10$$

$$= 3.2 \times 10^{-6} \text{ Bq/cm}^3$$

空气中放射性物質濃度と全面マスクの着用限度を比較すると、

$$1.7 \times 10^{-7} \text{ Bq/cm}^3 < 3.2 \times 10^{-6} \text{ Bq/cm}^3$$

となり全面マスクで妥当であることを確認した。

※1 ピット内の表面密度

廃棄物取出し作業を開始する前の事前調査を実施した結果、汚染物物 (Oリング・チ

オックス) が発見され、直接法において最大 α 放射能 $8.3 \text{ Bq}/\text{cm}^2$ の放射能が検出されたことからこの値を用いた。

※2 再浮遊係数

通常管理区域内で用いられている係数は表面の状態・粒径及び空気流線により異なるが、一般的には、 $1 \times 10^{-7} \sim 2 \times 10^{-8} \text{ cm}^{-1}$ を用いている。

ピット内における再浮遊係数の選択の根拠は、取り扱い物が土に汚れた廃棄物であり、且つ、湿気を多量に含んでいるために、汚染が浮遊しにくい状況にあると推定されるところから、 $2 \times 10^{-8} \text{ cm}^{-1}$ を用いた。

2) 作業者の外部被ばく管理

各作業者の外部被ばく管理は TLD バッジにより 3 ヶ月管理で実施した。但し、作業者が他施設において定常作業を実施する場合には、本特作による被ばくと区別するためポケット線量計を着用して管理を実施した。

3) 作業者の内部被ばく管理

各作業エリアに入室する際には、あらかじめ選定した防護具を着用して入室することにより、作業者の内部被ばくの防止に努めた。また、作業の進捗に応じ、放射線状況を確認のうえ防護具の軽減を行った。

4) 放管設備の電源について

B ピットの作業場内に設置した排気及びピット内のダストモニタの空気を吸引させるルーツプロアには、非常用発電機を設置し停電時にも電源が供給できるようにした。これは、停電が生じた際のモニタの機能維持のためである。

また、G H 内を負圧に担保させる排気プロアについても非常用発電機から給電できるようにした。

(2) 防護装備軽減措置

作業者の防護装備の軽減は、ピット内からすべての廃棄物を取出す作業が終了し、ピット内の壁面及び床面に付着している土等をワイヤーブラシ等を使用して清掃終了した後に実施した。軽減措置にあたっては、あらかじめピット内の表面密度(直接法及びスミヤ法) 及び空气中放射性物質濃度の測定結果が全て検出下限値未満であることを確認した。

変更後の防護装備を表 4-3 に測定条件を表 4-4 に示す。

4.4 ピット内の表面密度測定

ピット内における廃棄物取出し作業が全て終了したことから、ピット内の汚染状況を確認するため、ピット内の清掃後に当該ピットの表面密度を測定した。表面密度の

測定にあたっては、採取・測定・評価方法について事前に検討し、採取ポイント及び測定時間等を決定した。その内容を表4-5に示す。スミヤ法については、対象物に応じた拭き取り効率を事前に決めておく必要があった。現在の管理では、採取面積を100cm²より大きく(2~3倍)採取していることで、拭き取り効率の評価分を相殺している。今回は、Bピット内の表面がコンクリートであり、表面処理も行っていないためJIS Z 4504:放射性表面汚染の測定方法⁴⁾に基づき拭き取り効率を10%とすることも検討したが、他の文献²⁾(原子力安全センターの表面密度測定マニュアル)を調査した結果、平滑でなく表面処理されていないコンクリートについて5%が示されていたことから、ピット内の拭き取り効率を5%で評価した。また、養生シート及び化粧板等の測定時には、前述のJISに示された拭き取り効率50%を用いて評価した。

スミヤ法による表面汚染の有無の判断基準は、本ピットが本来一般区域であることを考慮し、一般物品の管理区域からの持ち出し基準の1/2の値とした(4.5.3.参照)。直接法については個々のサーベイメータの自然計数率を事前に測定し、その値から限界計数率を求めて決定した。なお、測定方法は、1測定ポイントあたりの測定時間をサーベイメータの時定数(10秒)の3倍以上で測定することとした。⁵⁾

これは、サーベイメータの計数率計は連続的に表示させるものであり、時定数である10秒で測定すると測定値が真の値に対して約60%の表示となることから、ほぼ真の値となる時定数の3倍(α 線用サーベイメータでは30秒)以上を測定時間としたものである。(指示値は真の値に対して約95%になる)⁵⁾

直接法測定時の判断基準としては、

(1) α 線用サーベイメータの判断基準

α 線用サーベイメータの自然計数率を測定した結果、メーター読み取り値の最小目盛に相当する100cpmであった。この値を用いて限界計数率を求めると、55cpmとなることから判断基準を150cpmとし、この値を超えた場合を有意とした。なお、有意値が検出された場合は必要に応じて核種分析装置により測定し、核種判定をすることとした。

(2) GM端窓型サーベイメータの判断基準

上記(1)と同様に、自然計数率が110cpm、限界計数率が57cpmとなることから、判断基準は160cpmとなるが、作業者が α 線用サーベイメータの判断基準と間違わないように、判断基準を150cpmとした。

上記(1)(2)でPu又はウランによる汚染と判明した場合は、汚染場所を特定しガムテープ等により固定して汚染拡大の防止を図ることとした。

上記測定でピット内の測定に要した日数は約2週間であった。これは、測定物に対

してサーベイメータの検出器の有効面積が小さいことや α 線及び β (γ) 線を別々に測定し時間がかかったためである。

ピット内について表面密度 (2445箇所) を測定した結果、全て検出下限値未満であった。しかし、ピット天井部については、有意な値が検出 (α 最大: 7.8 × 10⁻³ Bq / cm²) されたことから、この試料を α 線核種分析装置にて測定した結果、Pu及びUのエネルギー範囲から天然核種のエネルギー範囲にかけて広く計測され、特定のピークは認められなかった。そこで、 γ 線核種分析装置で測定を実施した結果、ウラン系列の²³⁴Th、²²⁶Ra及び²¹⁰Pbのピークは認められたが、²⁴¹Amのピークは認められなかった。この結果から、天然核種の影響であることが分かった。ピット天井部は、廃棄物取出し作業開始時に養生シートにて養生を施し汚染検査まで取付けていたことから、天井部付近の空気が充分に換気されずラドントロンが滞留したものと思われる。

ピットはコンクリートでできているため、その表面密度の測定にあたって事前にウランなどの天然核種による影響を評価しておいた。バックグラウンド確認用試料として、天井の一部をはつった欠片を採取し、 γ 線核種分析装置にて測定した結果、コンクリートから²¹⁰Pb、²¹²Pb、²³⁴Th、²²⁸Ac、²¹⁴Biなど多くの天然放射性核種が検出された。測定結果を、図4-5から4-8に示す。また、測定スケジュールを表4-6に示す。

4.5 一時管理区域解除について

ピット内からの廃棄物の取出し作業が終了した後に、ピット内や建物内等の一時管理区域解除に係る汚染検査を実施する必要がある。そのため、表面密度の測定ポイントをどのように選定するかが難点であった。

平成10年11月からエリア区分管理が運用されたため、本ピット及び本作業建家の使用器材区分に応じた汚染検査が必要となった。このことに基づき、GH、作業囲い内養生シート、作業囲い建家について一時管理区域解除に係わるモニタリングを実施した。

4.5.1 GH撤去に伴うモニタリング

GH内の作業が全て終了したことから、GHを撤去するためのモニタリングを実施した。モニタリング方法を表4-7に示す。

GH内のモニタリング結果は、線量当量率、表面密度、空气中放射性物質濃度のとも全て検出下限値未満であったが、念のため放射性廃棄物として廃棄処分した。判断基準としては、各モニタリング結果が検出下限値未満であることとした。GH撤去後、使用していた骨組み（パイプは両端に端栓がついていることを確認）等は、物品として持ち出しサーベイ後に搬出した。

4.5.2 作業囲い内の養生シート撤去に伴うモニタリング

GH撤去後に作業囲い内に敷いていた床面及び壁面（高さ1.5m）の養生シート

は直接作業者及び物品が接触したので管理器材として処分することから、汚染検査（スミヤ法・直接法）は養生シートの全域を実施した。なお、スミヤ法については $30\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ のマスメを作り、そのマスメ内を採取した。ビニルシートが破れている場合は、その部分を大きく切り取りその下を直接法及びスミヤ法にて検査することとした。モニタリング方法を表4-8に示す。

上記モニタリングの結果、表面密度及び空気中放射性物質濃度並びに線量当量率ともすべて検出下限値未満であった。

4.5.3 一時管理区域解除に係るモニタリング

屋外器材ピット（Bピット）の全作業が終了したことに伴い、一時管理区域の解除に係るモニタリングを実施した。本モニタリングは、一時管理区域の管理に使用していた排気プロワやルーツプロワのフィルタを取り外した後に実施した。なお、モニタリング作業中の空気中放射性物質濃度の管理は、仮設ダストサンプラにより実施した。

建家内の表面密度の測定ポイント⁶⁾は、定常放射線管理の測定結果、GH外の定常測定（表面密度、空気中放射性物質濃度）及び養生シートの汚染検査結果に有意な値が検出されなかったことから、1m間隔とし採取面積を $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ とした。モニタリング方法を表4-9に示す。

なお、一時管理区域を解除する条件としては、一時管理区域内に放射性廃棄物がないこと、表面密度、空気中放射性物質濃度及び線量当量率の測定結果が一時管理区域の設定基準（表面密度： $\alpha 0.4\text{ Bq/cm}^2$ 、 $\beta(\gamma) 4\text{ Bq/cm}^2$ 、空気中放射性物質濃度： $\alpha 2.4 \times 10^{-8}\text{ Bq/cm}^3$ 、 $\beta(\gamma) 6.0 \times 10^{-4}\text{ Bq/cm}^3$ 、線量当量率： $300\mu\text{Sv}/\text{週}$ ）未満であることとし表面密度に係る判定基準を持ち出しに係る管理基準（ $\alpha : 0.004\text{ Bq/cm}^2$ 、 $\beta(\gamma) : 0.04\text{ Bq/cm}^2$ ）の $1/2$ の値とした。

モニタリングの結果、表面密度、空気中放射性物質濃度、線量当量率は、全て検出下限値未満であることを確認した。この結果を基に、屋外器材ピット（Bピット）用の作業囲い内の一時管理区域を解除した。これをもって特作計画により行ってきた本作業も終了した。

5. 今後の同種作業に対する提言

5.1 Bピット作業囲い内のエリア設定について

平成10年11月に事業所内の廃棄物処分方法が変更され、その事業所通達に基づきBピットのエリア設定を行った。ピット内からGHにかけてはエリアIとし、GH外から作業囲い内（一時管理区域）についてはエリアIIとして区分した。それに伴いエリアから発生する器材については、それぞれ管理器材I、IIとして区分けして管理をした。

エリア設定の根拠は、GH内は汚染が否定できない場所であることからエリアIとし、GH外は、GH内で器材の表面密度を測定し汚染が検出されないものを搬出することや、汚染源となるものを非密封として取り扱わぬこと等からエリアIIとした。

5.2 管理区域内の水処理について

Bピット内からの廃棄物取り出し作業が夏季から始まることや、タイベックスーツを着用して行う作業であるため暑く湿気も高いことから、作業者に与える負担をやわらげることを目的に一時管理区域内にエアコンを2台設置し冷房運転を行った。その際に、室内で発生する結露水をポリタンクに受けるようにした。

これら一時管理区域で発生した水の処理としては、当該区域に処理設備がないため、他施設の施設廃水用タンクに排出するようにした。一時管理区域からの搬出方法としては、一時管理区域内の空気中放射性物質濃度や表面密度の測定結果は全て検出下限値未満であることから、容器の表面密度を測定し物品持ち出しサーベイとして搬出した。

5.3 連絡・通報について

当初Bピットで汚染が発見された際のスミヤ試料及び汚染試料等のサンプルの測定をプルトニウム燃料第二開発室の放射線管理室の放射線管理課員に依頼した。この際、当該試料に関する情報の伝達不足により記録用紙の記載もれが生じ、データ提出後に追記するといったことがあった。

このため、試料を採取する場所（屋外）と測定する場所（プルトニウム燃料第二開発室放射線管理室）が異なる場合は、正確な情報伝達のため、採取した内容を書いたメモを試料に添付することとした。

また、本作業は屋外に作業建屋を設置して行うため、内線電話及びペーディングが使用できなかった。対策としては、作業場所近傍のレストハウスの内線電話を親子又はコードレス電話に変えて作業囲い内外での連絡の取り合いができるようにした。

5.4 跡地利用

Bピットは一時管理区域を解除した後、管理器材Iに準じた保管時の考え方にならい、内壁面を防水コーティングし雨ざらし防止を実施した後に埋め立てし標識を立て管理している。

6. おわりに

プルトニウム燃料センター屋外器材ピット（Bピット）からの廃棄物取出し作業は、平成10年6月8日から開始され、同年6月25日に汚染を検出して以降、一時管理区域内作業として進められ平成11年1月13日をもって全作業が終了した。

Bピット内の廃棄物取出し作業に係る放射線管理は、廃棄物屋外貯蔵ピット（以下「ウランピット」という。）の管理を参考にしつつ、プルトニウムによる汚染物の取扱を考慮して実施した。

本作業は、ピットに上屋を設置し特殊放射線作業として行ったが、作業期間中において被ばく等のトラブルもなく作業が終了した。

Bピットで最初の汚染物が発見された際はその汚染物が密閉状態であったことから、管理区域に持ち込んで処置したが、2度目の発見時にはBピット内に汚染が拡大したこと及び今後も汚染物の発見が予想されることから当該ピットを一時管理区域に設定し、ピットを封鎖して汚染拡大防止をした。その後の廃棄物取出し作業は、特殊放射線作業計画を策定し作業団い及びGHを設置して作業を実施した。また、ピット内廃棄物取出し作業時の作業者の防護装備は、全面マスク、タイベックスーツ、ゴム手、保護手等を着用して作業を実施した。GH-1内から退出する際にはサーベイを徹底して行った。その結果、本作業期間におけるGH外の空气中放射性物質濃度及び表面密度は全て検出下限値未満であった。

線量当量率についても事前モニタリングの測定結果と差違がないことを確認するため、作業前及び作業中の測定をした。その結果、全てバックグラウンドレベルであったことから、作業者の外部被ばくについても全て検出下限値未満であった。なお、廃棄物取出し作業が終了し、ピット内の清掃が終えてからの装備は、半面マスク、カバオール、ゴム手袋1重に軽減した。

一方、廃棄物取り出し作業が開始されるまでのピット封鎖中はピット内のラドントロン濃度が高くなることが予想されたため、本ピット内の空气中放射性物質濃度を測定した。その結果、平衡等価ラドン濃度で 10^{-3} Bq/cm³オーダーであった。一般環境中での平衡等価ラドン濃度が 10^{-6} Bq/cm³オーダーであるため、それより3桁高いことが分かった。これはピットを封鎖したことにより、ピット内が換気されなかつたことがラドン濃度の上昇の原因と思われる。また、ラドントロン子孫核種はサンプリング後3日間程度で減衰するが、今回のピット内のラドントロンは減衰しきれなかった。これは、本ピット内の換気がなされないまま崩壊系列に従って²²²Rn以降の壊変が進んだことにより、²¹⁰Pb（半減期22.3年）が大量に生成され²¹⁰Pbの子孫核種からのβ(γ)線を検出したためと思われる。また、このろ紙の再測定を継続していく間に、α線を検出するようになった。これは、²¹⁰Pbの子孫核種である²¹⁰Poが生成されたためである。なお、このろ紙をα線用波高分析装置にて測定すると、プルトニウム領域（3.5～5.5 MeV）にピークを検出する。これは、²¹⁰Poのα線のエネルギーが5.3 MeVであり²¹⁰Poの付着したろ紙などによる自己吸収が原因となりα線のエネルギーが低エネル

ギー側にシフトすることにより ^{239}Pu や ^{241}Am のエネルギーに近づくためである。

ピット内の廃棄物の管理対象核種はプルトニウムとウランであり測定線種は α 線と β (γ) 線とした。本ピットは、一般区域を一時管理区域に設定し最終的にはもとの一般区域に戻す必要があることから測定には正確さを期した。ピット内から発見された汚染試料は約15件であったが、汚染を拡大させずに梱包処理を行い綿密な汚染検査を実施した結果、GH-1外に汚染を広げる事象はなかった。

ピット内及び一時管理区域解除の表面密度の測定は直接法及びスミヤ法を併用して実施した。直接法は時定数(10秒)の3倍として30秒測定を実施した。スミヤ法では、検出下限値を通常の約1/2 (α : $2.2 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^2$, β (γ): $2.2 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^2$)とした。モニタリングポイントの区画及びピット内や建家の表面状態により拭き取り効率を設定して表面密度の評価を行ったことから、これとの整合で測定時間が長くなりモニタリングに要する時間が最大約18日間(直接法及びスミヤ法)を要した。このため、スミヤ試料の測定には、 α 線では30サンプルを同時に測定できる多試料同時放射能測定装置を、 β (γ) 線では160サンプルを自動的に測定する低バックグラウンド放射能測定装置を使用した。両装置を使用したことで正味約10日間で2445枚を測定することができた。直接法においては全域を測定することからスミヤ法と同様に時間がかかり人海戦術にて対応をしてきたが、今後の同種作業においては大面積のサーベイメータを整備する必要がある。

また、一時管理区域解除に係るBピット内の表面密度の測定においては、コンクリート等からの天然放射性核種の影響による疑似計数が予想されることから γ 線核種分析装置により事前にコンクリートのサンプルを測定しその影響を確認した。

以上、今回のBピット内廃棄物取出し作業に伴う放射線管理の経験や結果を、今後施設の放射線管理に反映していきたい。

7. あとがき

屋外器材ピット問題発生後、一般区域を一時管理区域に設定して非密封状態の放射性物質等を対象とした作業管理方法、一時管理区域の解除手順など管理の手法を明確にしてきた。これらの管理方法や手順の策定にあたっては、ウランピット作業の作業管理や放射線管理を参考に計画をたてて行ったことで効率よく遂行することができた。

また、封鎖したピット内の空気サンプリングや、平衡等価ラドン濃度の測定方法並びに管理に関する手法も明確にすることができ、今後の類似作業に活用できるようになったと思う。

最後に屋外器材ピット作業に際し協力を頂いた関係諸氏の方々に対し無事作業が完了したことを報告し、お礼としたい。

8. 参考文献

- 1) プルトニウム燃料工場屋外器材ピットにおける放射性廃棄物の混在及び作業者の作業衣等の汚染について 第一報：10 動燃（安）018、第二報：10 動燃（安）023、第三報：10 サイクル機構（安）009
- 2) 原子力安全センター：表面密度測定マニュアル
- 3) アイソトープ便覧：日本アイソトープ協会編、丸善
- 4) J I S : 放射性表面汚染の測定方法 (J I S Z 4 5 0 4)
- 5) 石黒秀治 他：放射線管理機器便覧、P N C T N 8 5 3 0 8 7 - 0 4
- 6) 高田 効、房村 信雄：作業環境測定概論

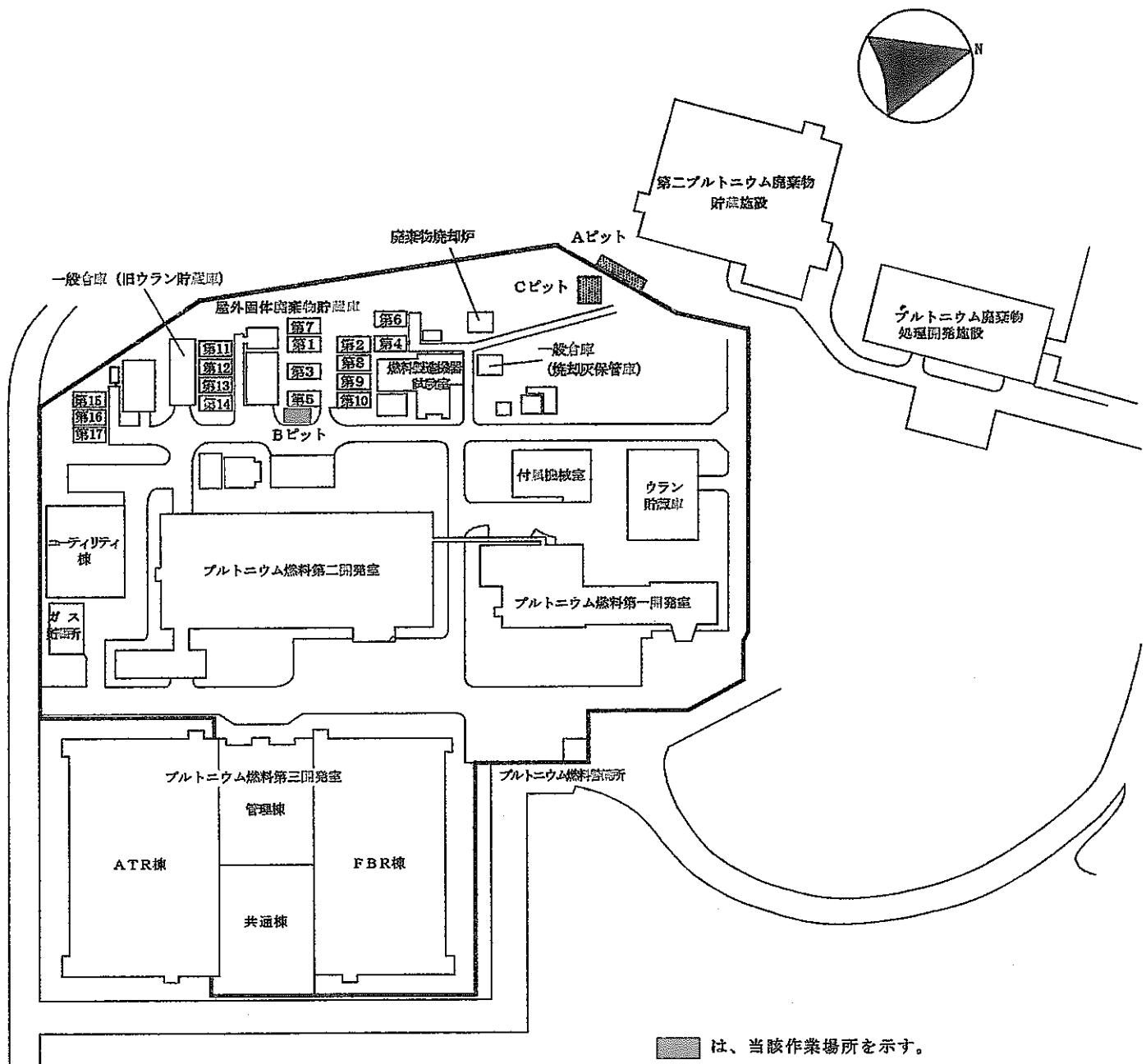
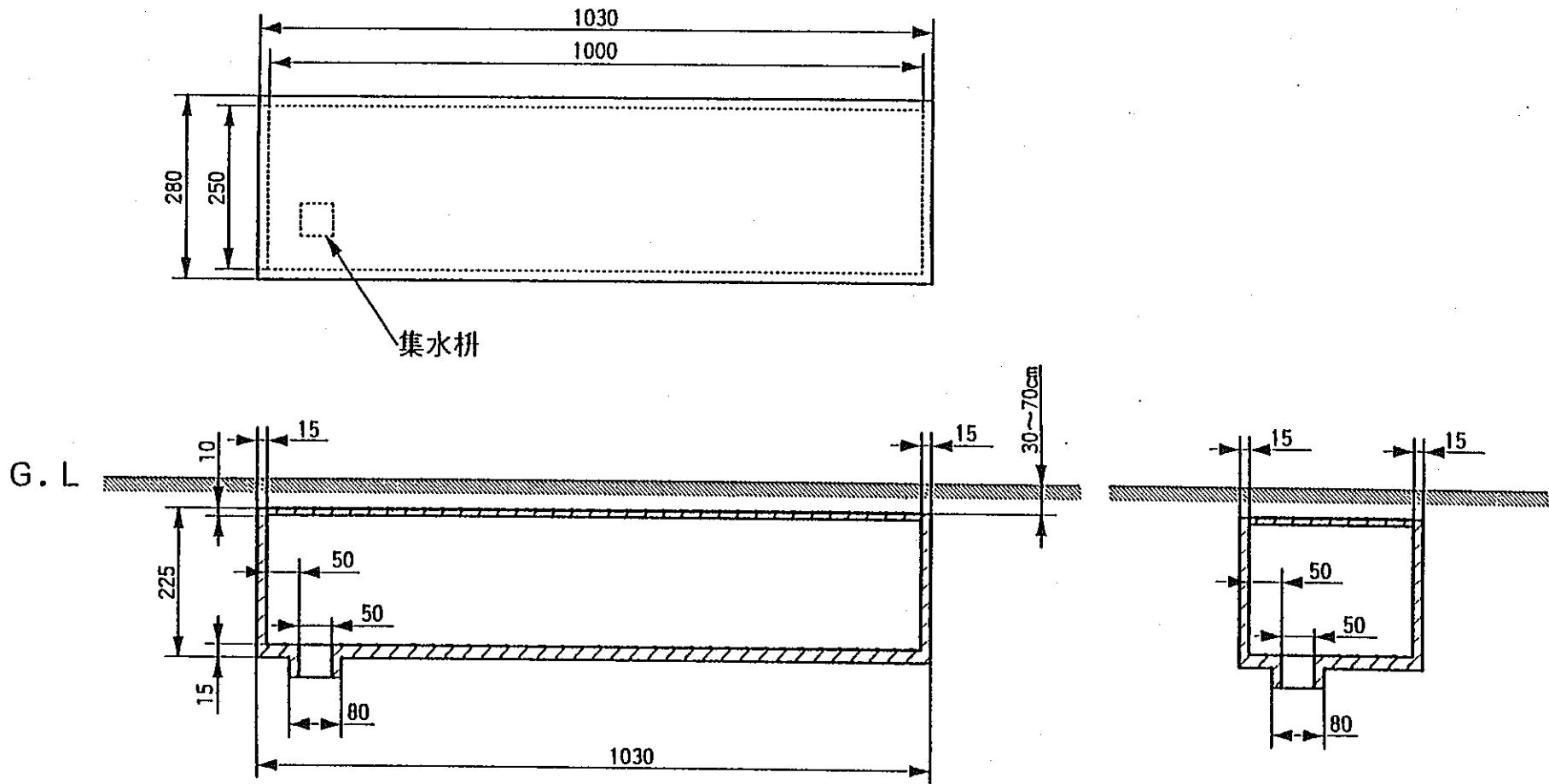


図 1 - 1 ブレトニウム燃料センター屋外器材ピット配置図



单位 : cm

図 1-2 A ピット概略図

単位：cm

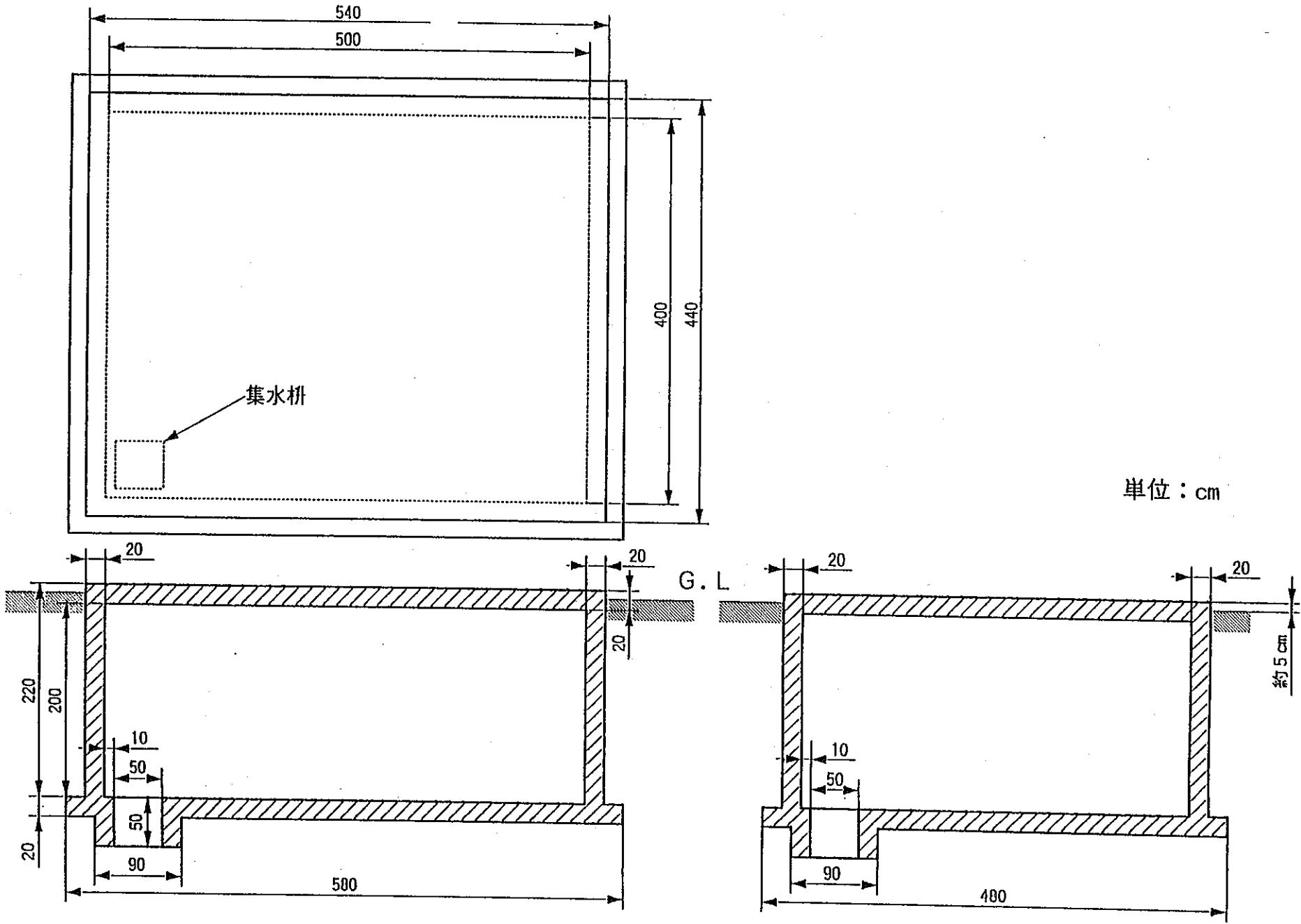
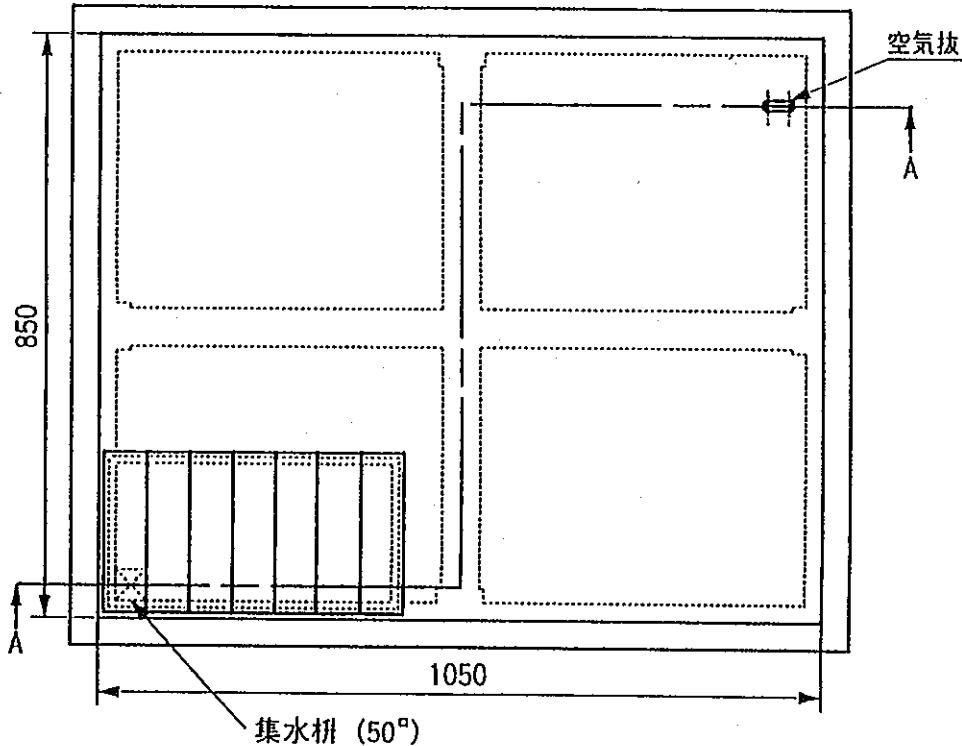


図1-3 Bピット概略図

- 25 -



単位 : cm

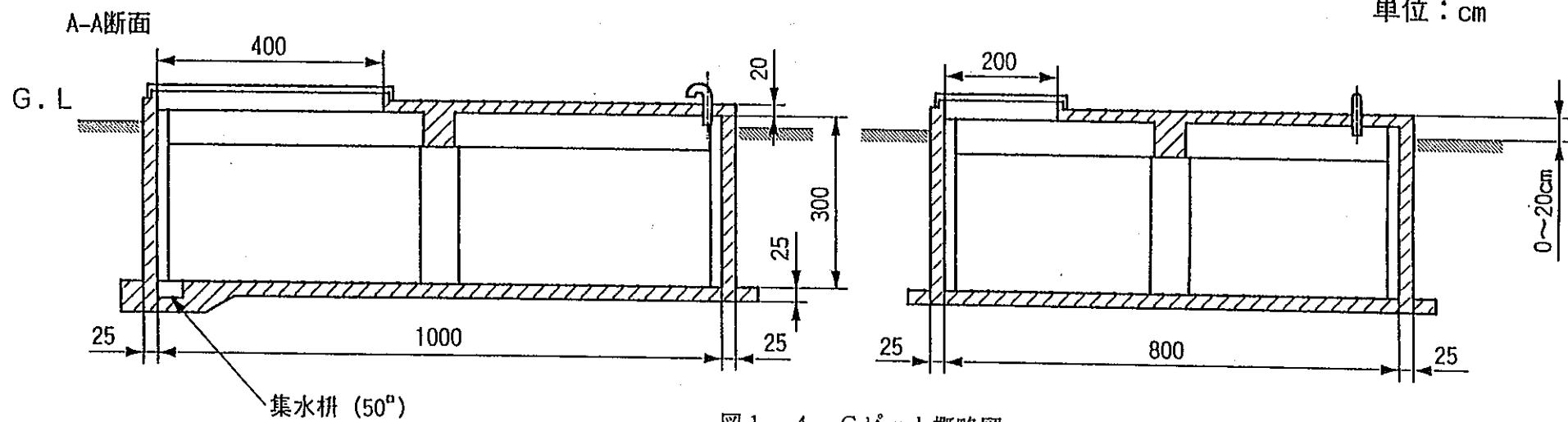


図 1-4 C ピット概略図

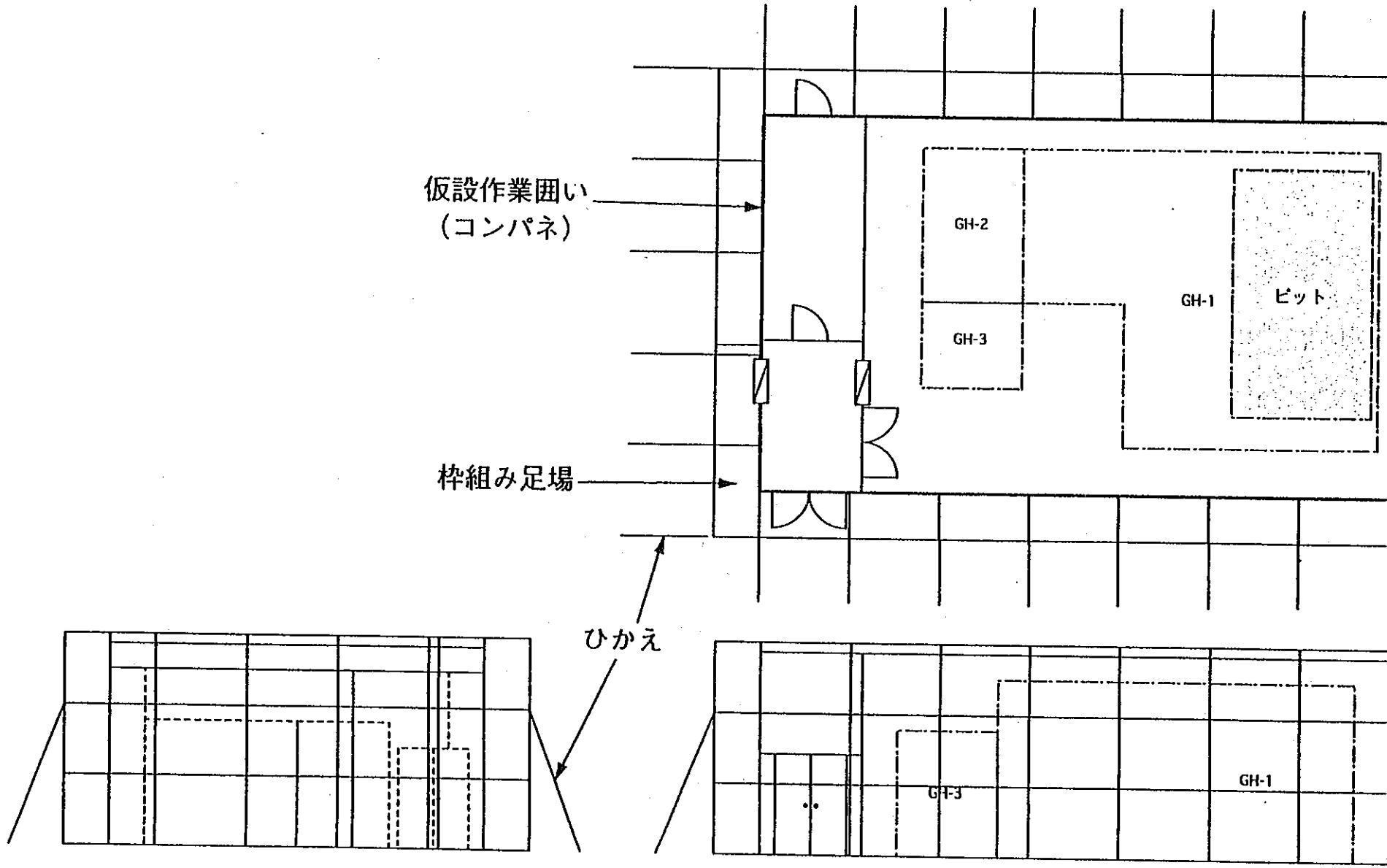


図2-1 Bピット仮設作業囲い及びGH設置図



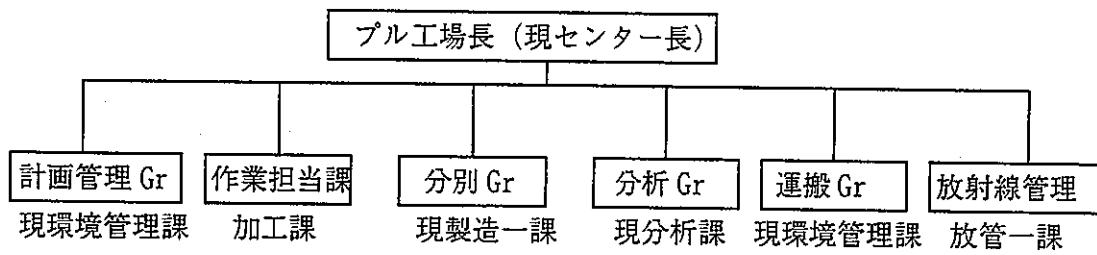
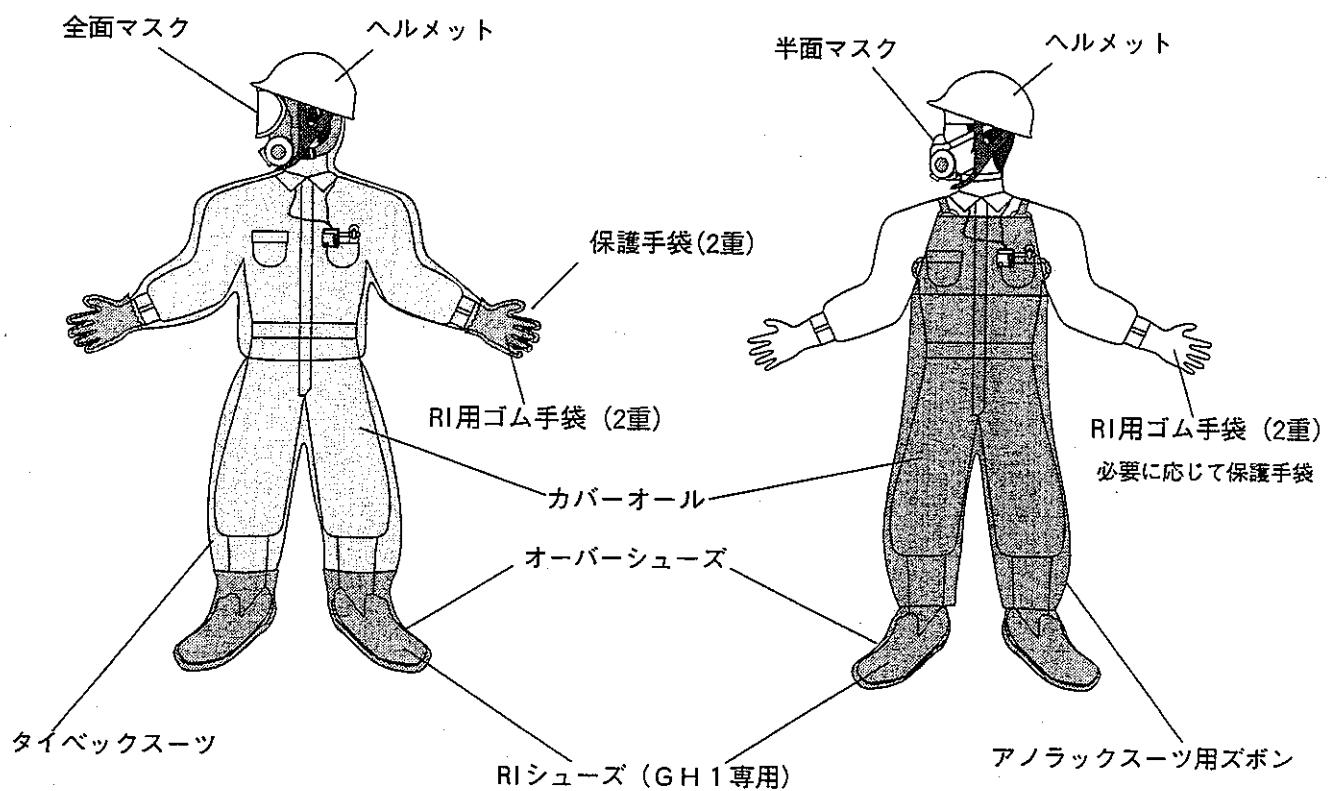


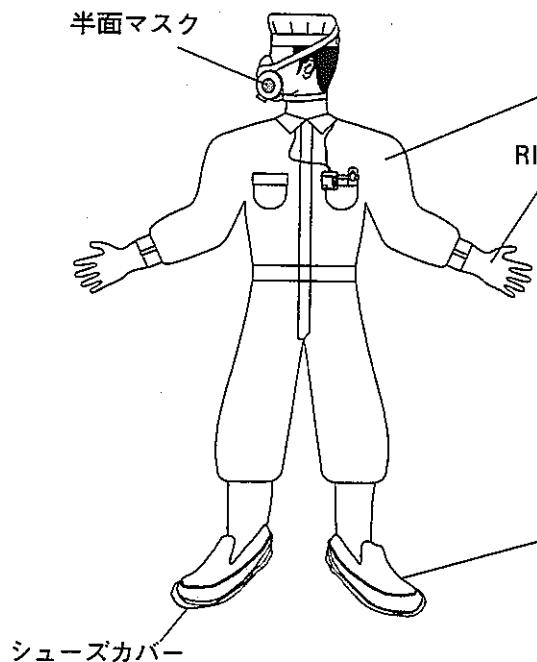
図2-2 プルセンター内ピット内からの廃棄物取り出し作業体制

G H 1 作業者

ピット内作業者



G H 2 作業者



G H 3 作業者

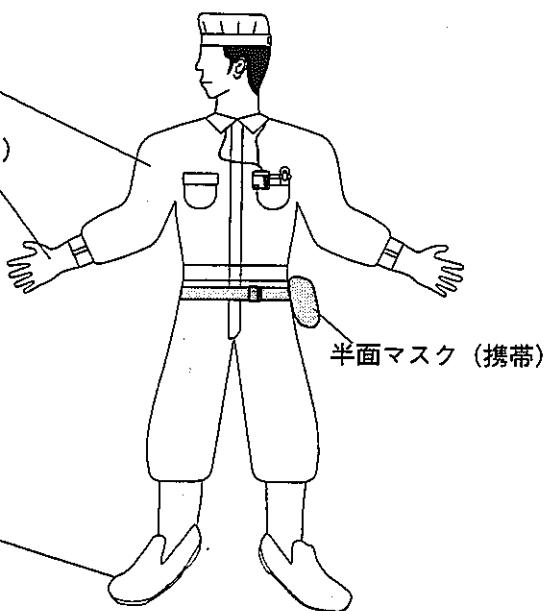


図2-3 廃棄物取出し作業時の装備

仮設作業囲い

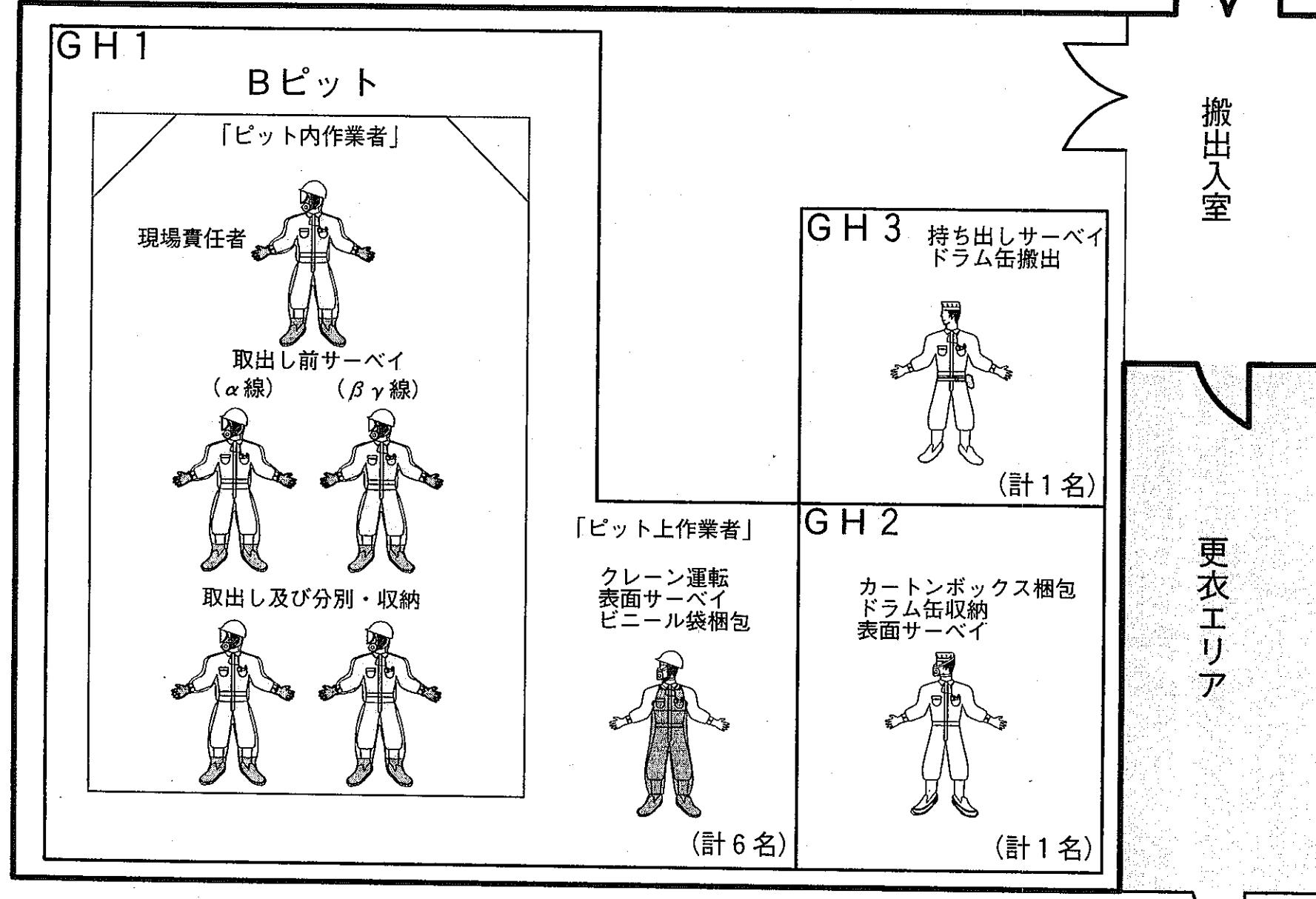


図 2-4 廃棄物取出し作業者配置図

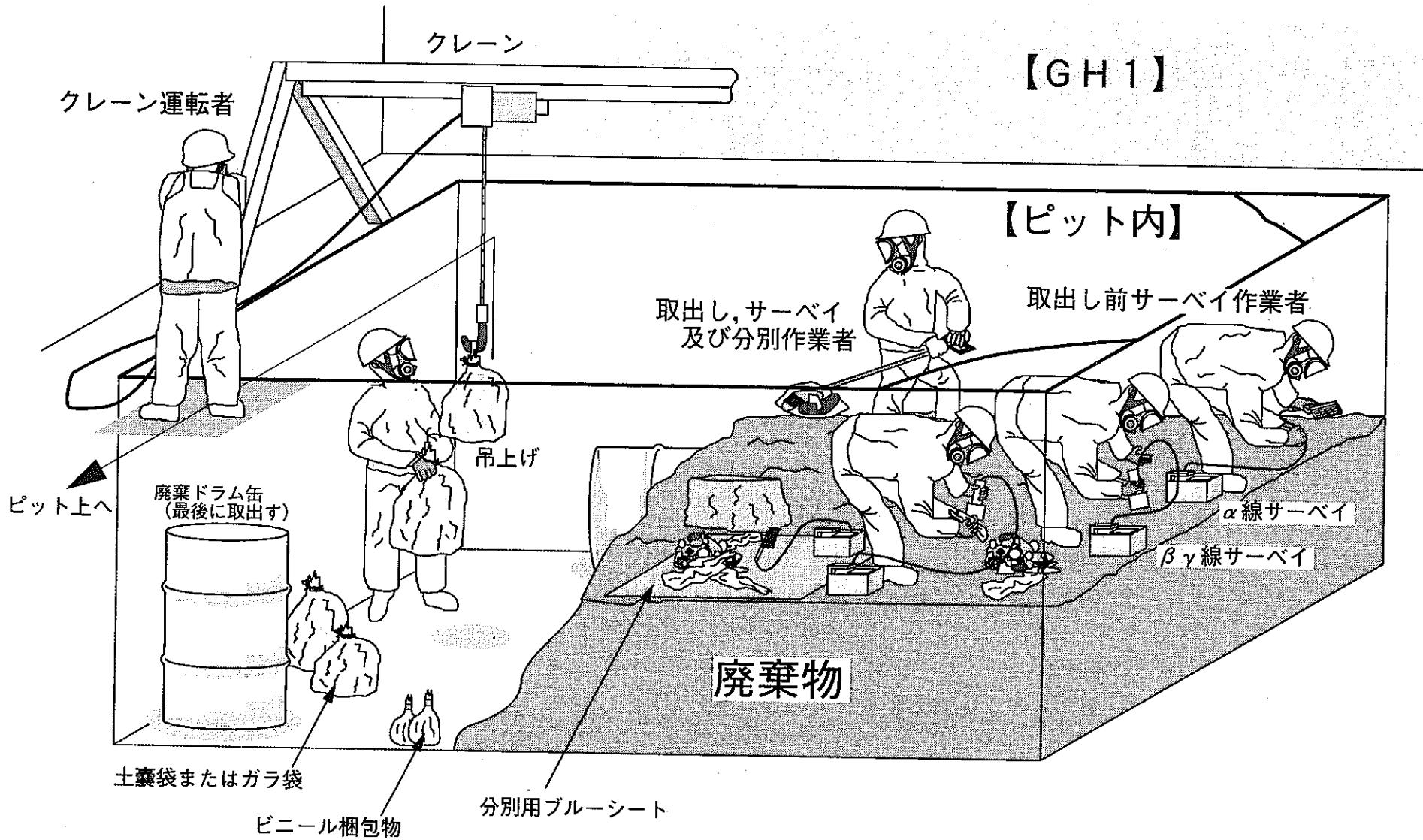


図2-5 ピット内廃棄物取り出し作業

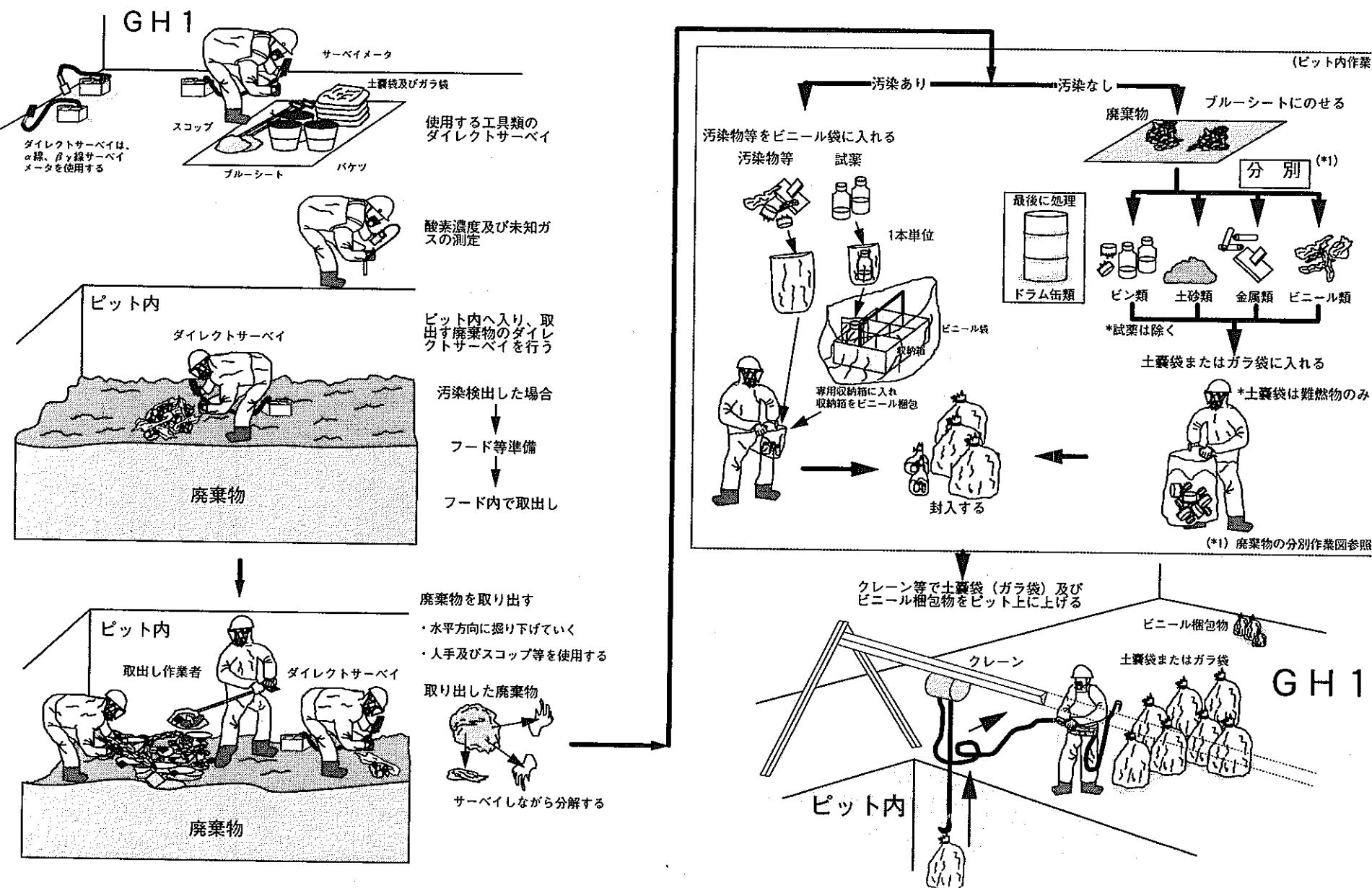


図 2-6 廃棄物取り出し作業フロー (GH 1)

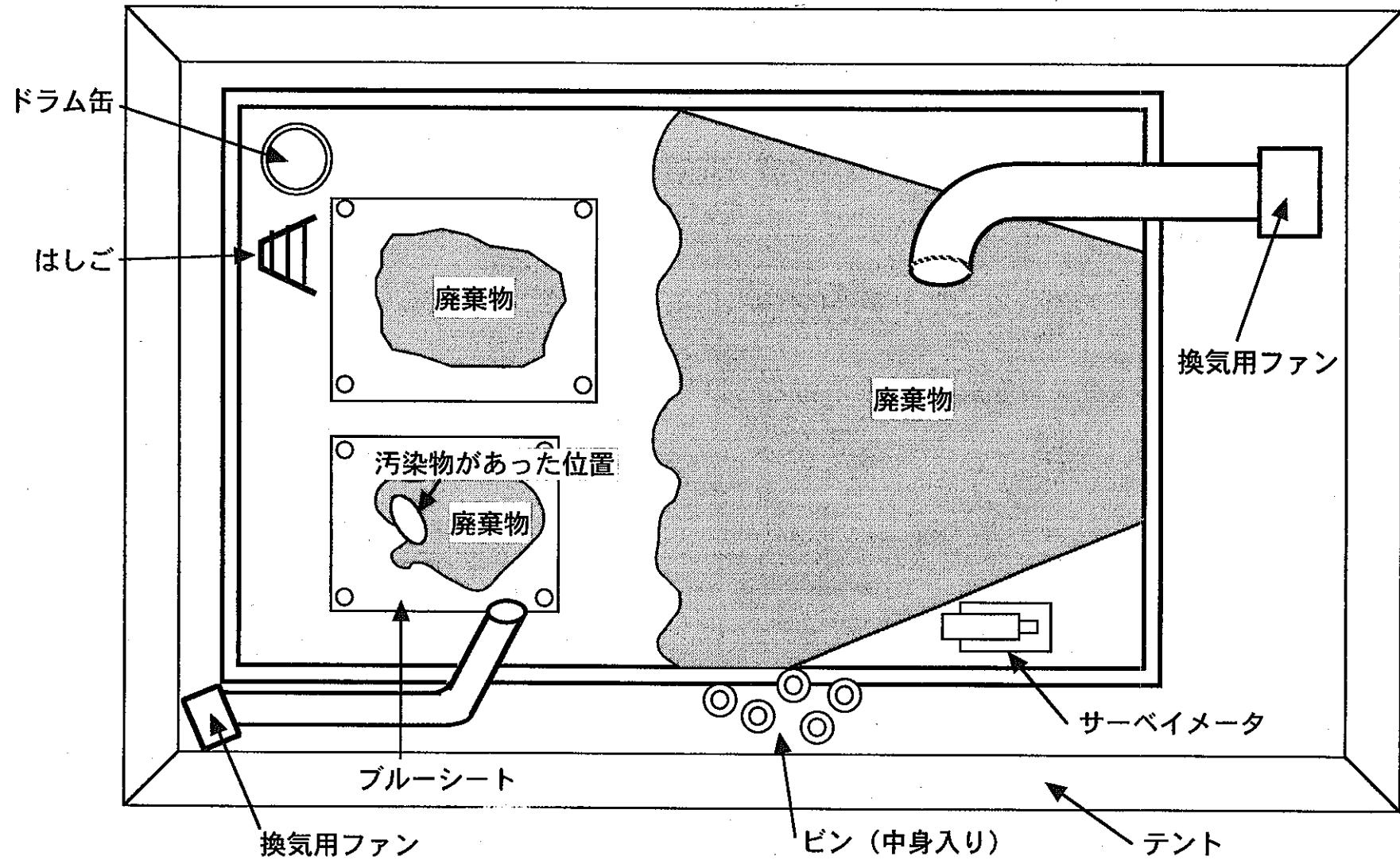
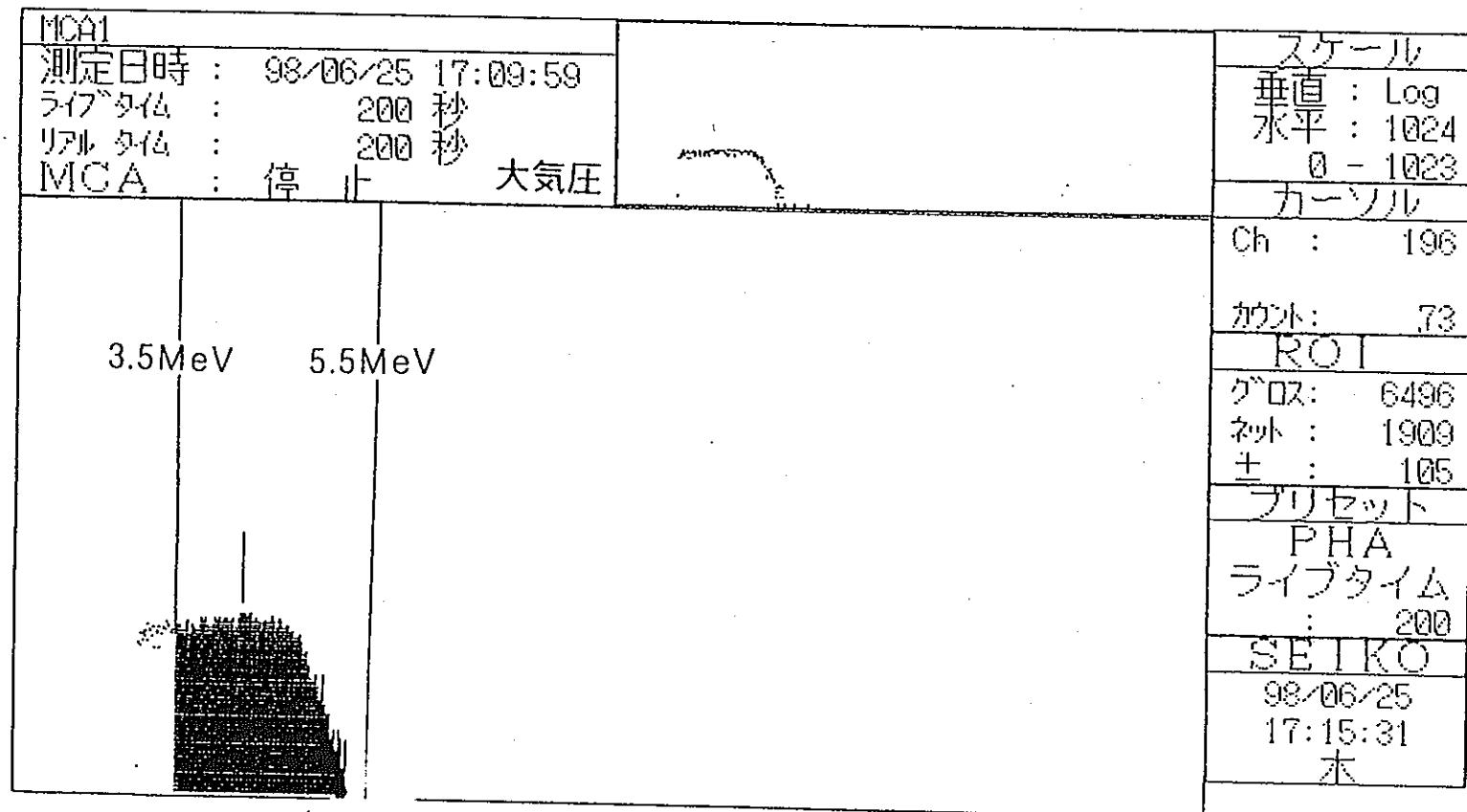
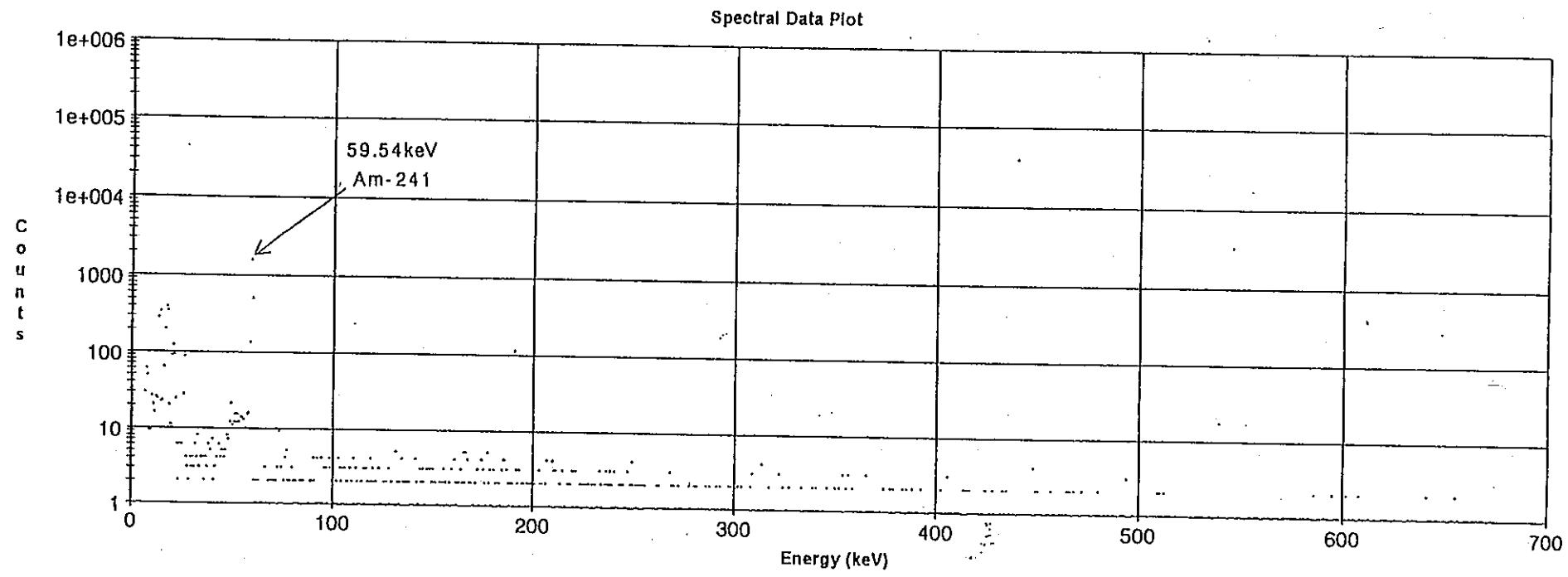


図 3-1 屋外器材ピット (Bピット) 内配置図

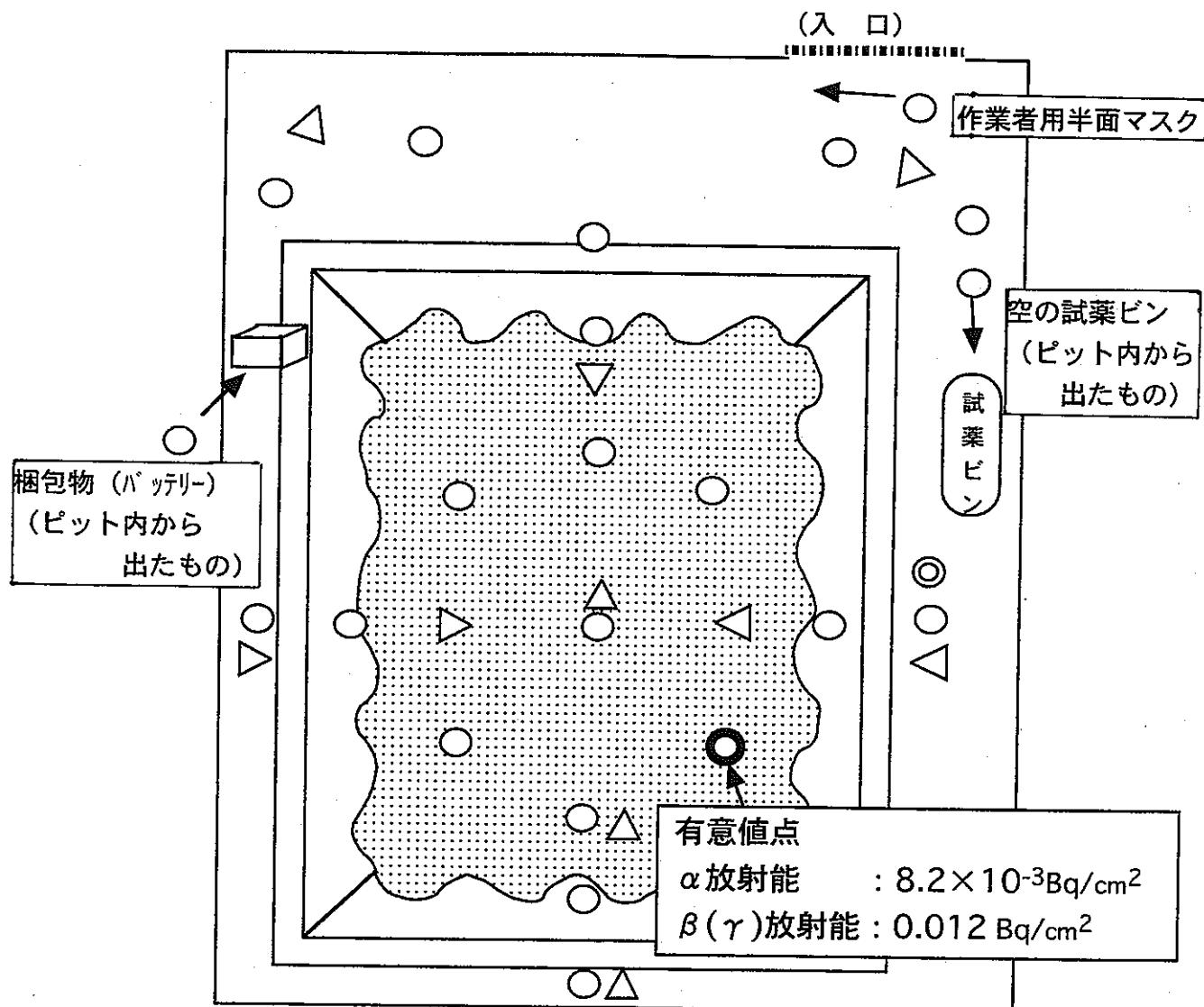
測定装置: α 線核種分析装置 (E G & G 製)図3-2 ポリビン(大)の α 線スペクトル測定結果



Datasource: 6-26BIG.CNF
 Live Time: 761 sec
 Real Time: 762 sec
 Acq. Start: 98/06/26 6:44:13 x
 Start: 1 : -0.08 [keV]
 Stop: 4096 : 674.30 [keV]

測定装置： γ 線核種分析装置 (CANBERRA製)

図3-3 ポリビン(大)の γ 線スペクトル測定結果



△ : 線量当量率測定点 ○ : 表面密度 (スミヤ) 採取点 ◎ : 空気サンプリング点

1. 線量当量率

全てバックグラウンドレベル

バックグラウンド : タ線 $0.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$

2. 表面密度 (スミヤ法)

その他全て検出下限値未満

検出下限値 α 放射能 : $2.4 \times 10^{-3} \text{Bq}/\text{cm}^2$

$\beta(\gamma)$ 放射能 : $6.2 \times 10^{-3} \text{Bq}/\text{cm}^2$

3. 空気中放射性物質濃度

試料1 (採取期間 6月25日 19:00~19:40)

検出下限値未満

検出下限値 α 放射能 : $5.0 \times 10^{-9} \text{Bq}/\text{cm}^3$

$\beta(\gamma)$ 放射能 : $1.4 \times 10^{-7} \text{Bq}/\text{cm}^3$

試料2 (採取期間 6月25日 19:40~22:10)

検出下限値未満

検出下限値 α 放射能 : $7.3 \times 10^{-10} \text{Bq}/\text{cm}^3$

$\beta(\gamma)$ 放射能 : $2.1 \times 10^{-8} \text{Bq}/\text{cm}^3$

図3-4 屋外器材ピット (Bピット) 内放射線状況

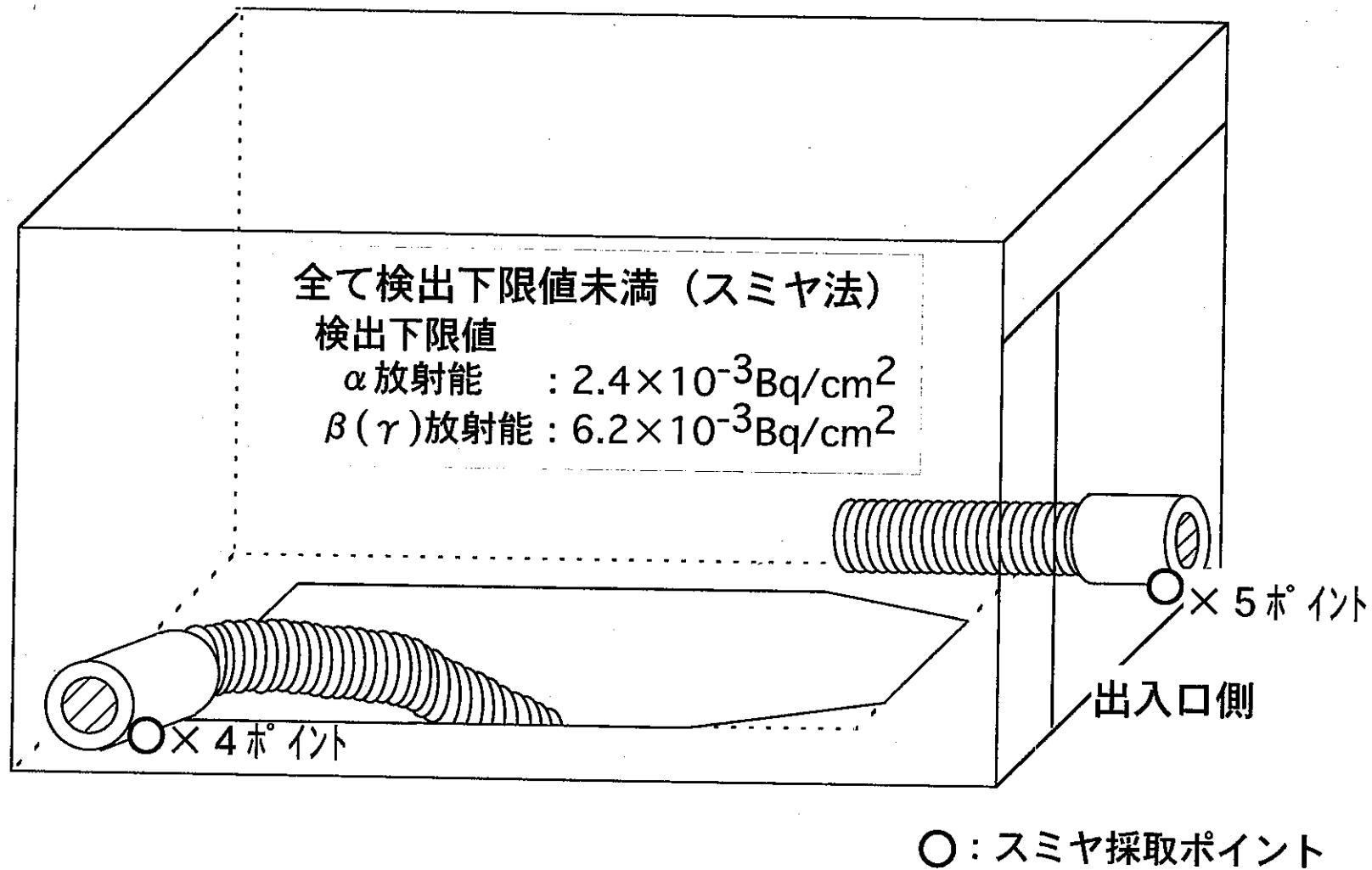


図 3-5 屋外器材ピット(Bピット)内排気用ファン表面密度測定結果

測定結果（表面密度）

直接測定法 α : 検出下限値 ($0.02 \text{Bq}/\text{cm}^2$) 未満

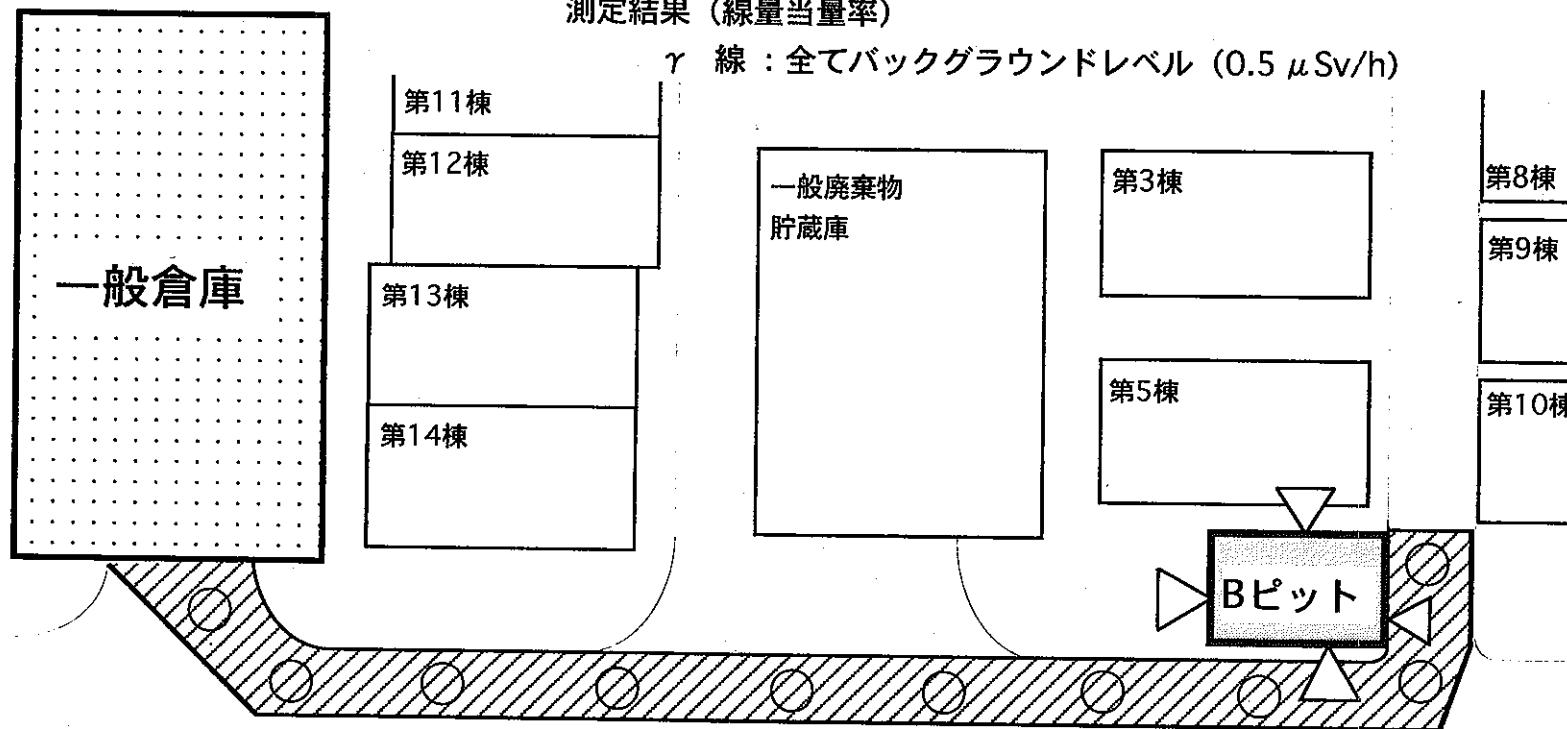
β (γ) : 検出下限値 ($0.2 \text{Bq}/\text{cm}^2$) 未満

スミヤ法 α : 検出下限値 ($2.4 \times 10^{-3} \text{Bq}/\text{cm}^2$) 未満

β (γ) : 検出下限値 ($6.2 \times 10^{-3} \text{Bq}/\text{cm}^2$) 未満

測定結果（線量当量率）

γ 線 : 全てバックグラウンドレベル ($0.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$)



○ : スミヤ採取点

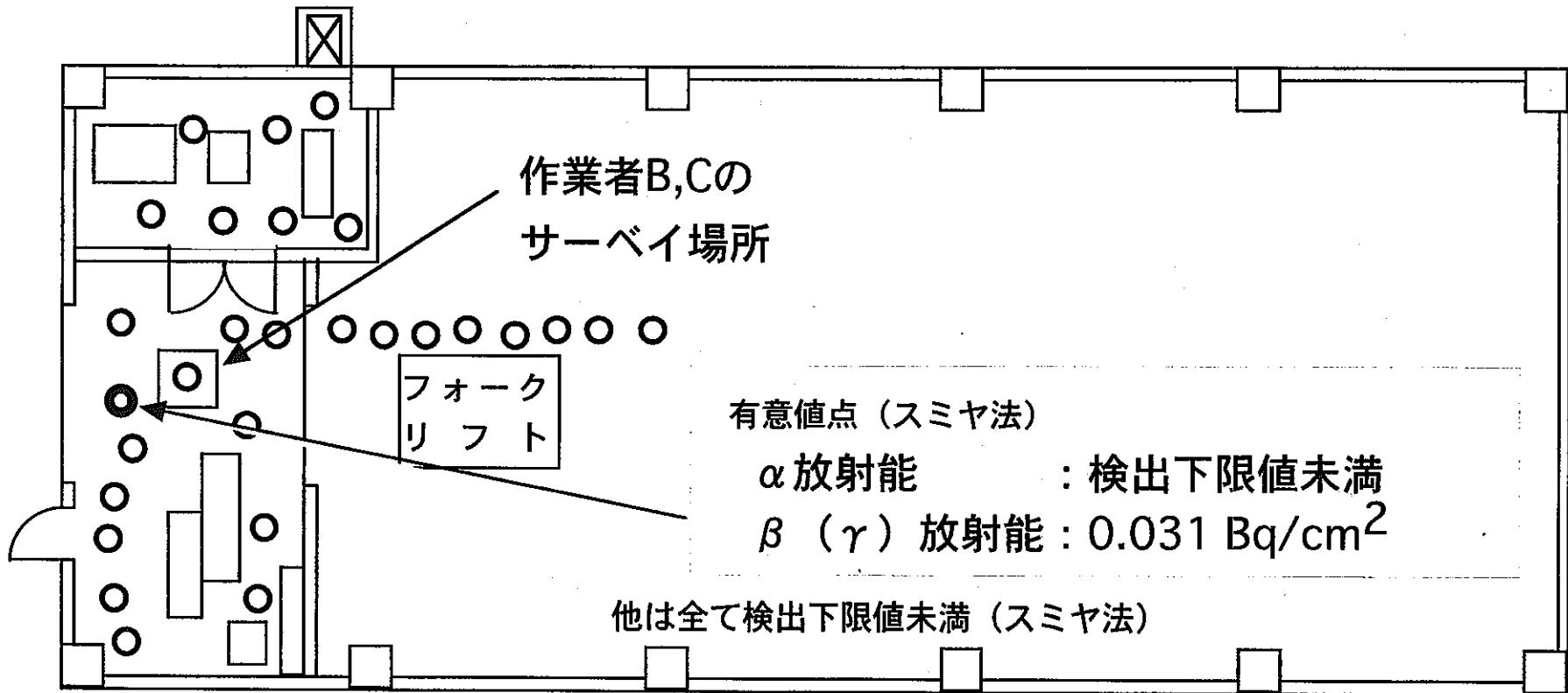
// : 直接測定範囲

△ : 線量当量率測定点

図 3-6 屋外器材ピット (Bピット) 周辺の放射線状況

凡例

○スミヤ採取ポイント

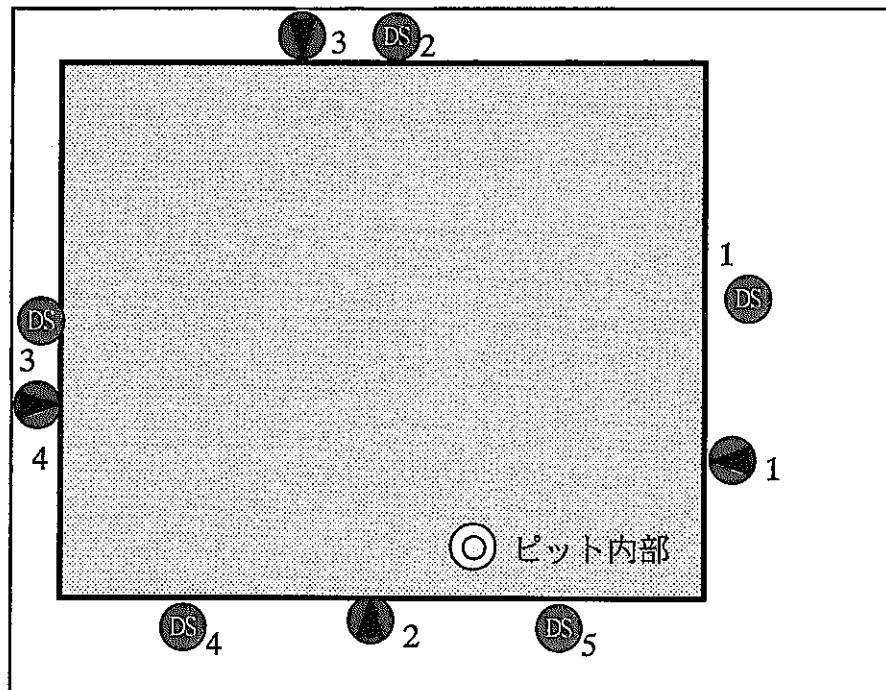


検出下限値

 α 放射能 : $2.4 \times 10^{-3} \text{ Bq/cm}^2$ β (γ) 放射能 : $6.2 \times 10^{-3} \text{ Bq/cm}^2$

図 3-7 一般倉庫表面密度測定結果

定常放射線測定ポイント（屋内器材Bピット）



凡例)

DS : 表面密度採取点（5点）

○ : 週定期常仮設エアニッフ採取口（1点）

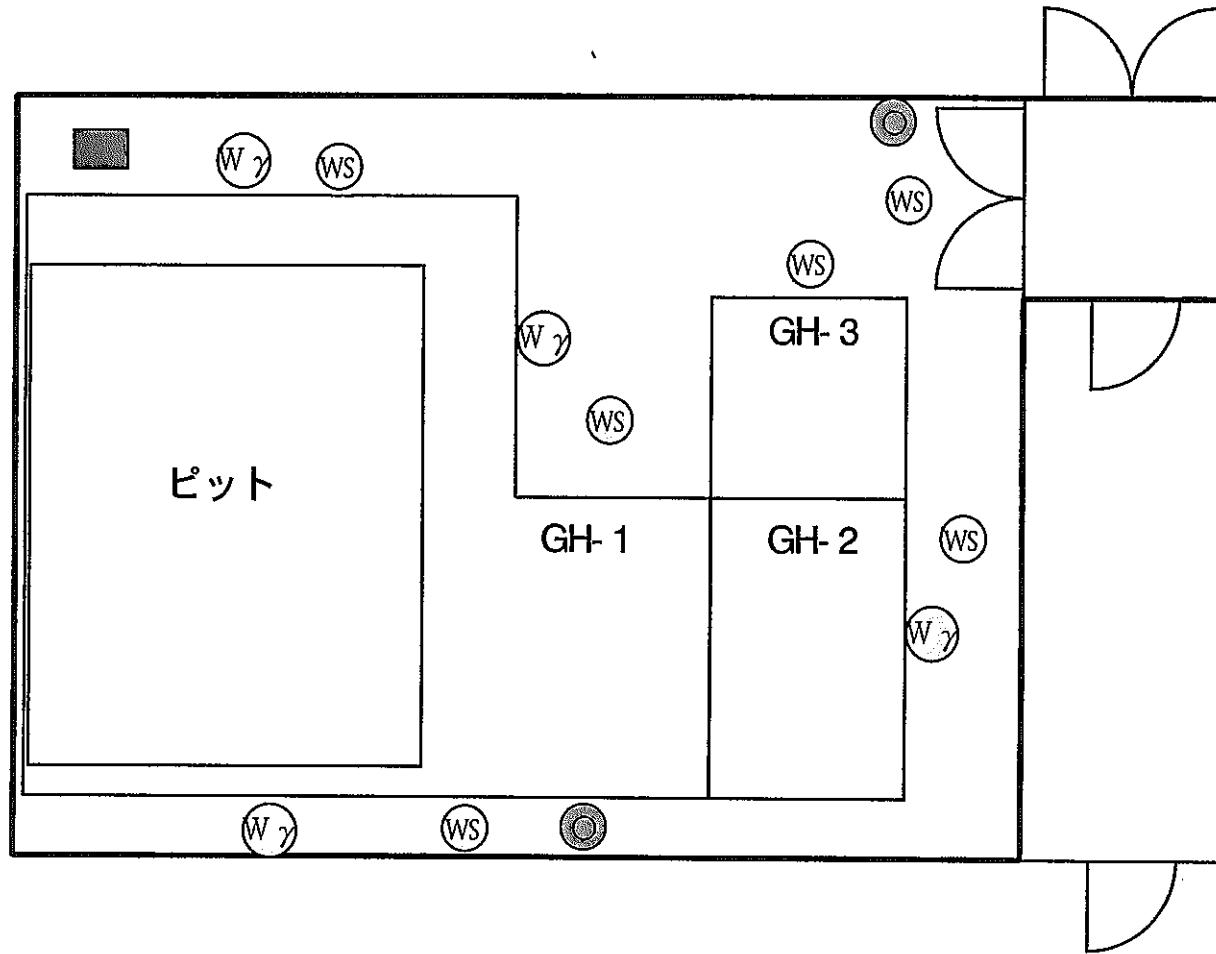
1 : 線量当量率測定点（4点）

— 内は一時管理区域を示す。

注意) 一時管理区域縮小に伴い、表面密度試料採取点を変更した。

図 3- 8 定常モニタリングポイント

作業囲い内定常モニタリングポイント（屋内器材Bピット）



- 平成10年9月18日より、プルトニウム燃料工場屋外器材ピット（Bピット）内廃棄物取り出し作業に伴い管理区域拡大を行った。
これに伴い、表面密度採取ポイントを変更及び管理期間を一回／週とした。

図3-9 定常モニタリングポイント（週定期）

凡例)

(WS) : 表面密度採取点（6点）

(Wγ) : 線量当量率測定点（4点）

(◎) : 空気サンプリング 採取点（2点）

[■] : 排気サンプリング 採取点（1点）
—— 内は一時管理区域を示す。

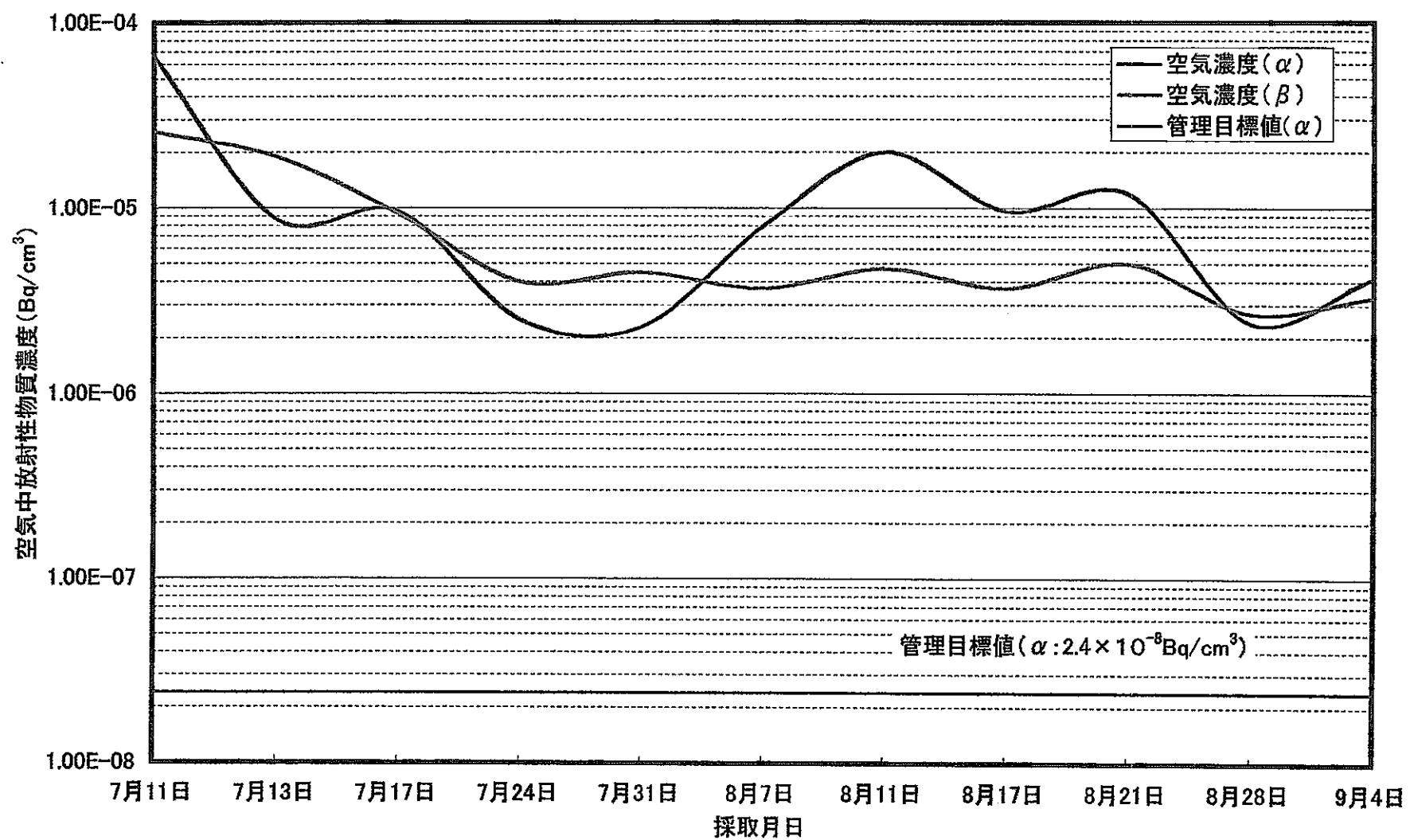


図4-1 Bピット空气中放射性物質濃度推移

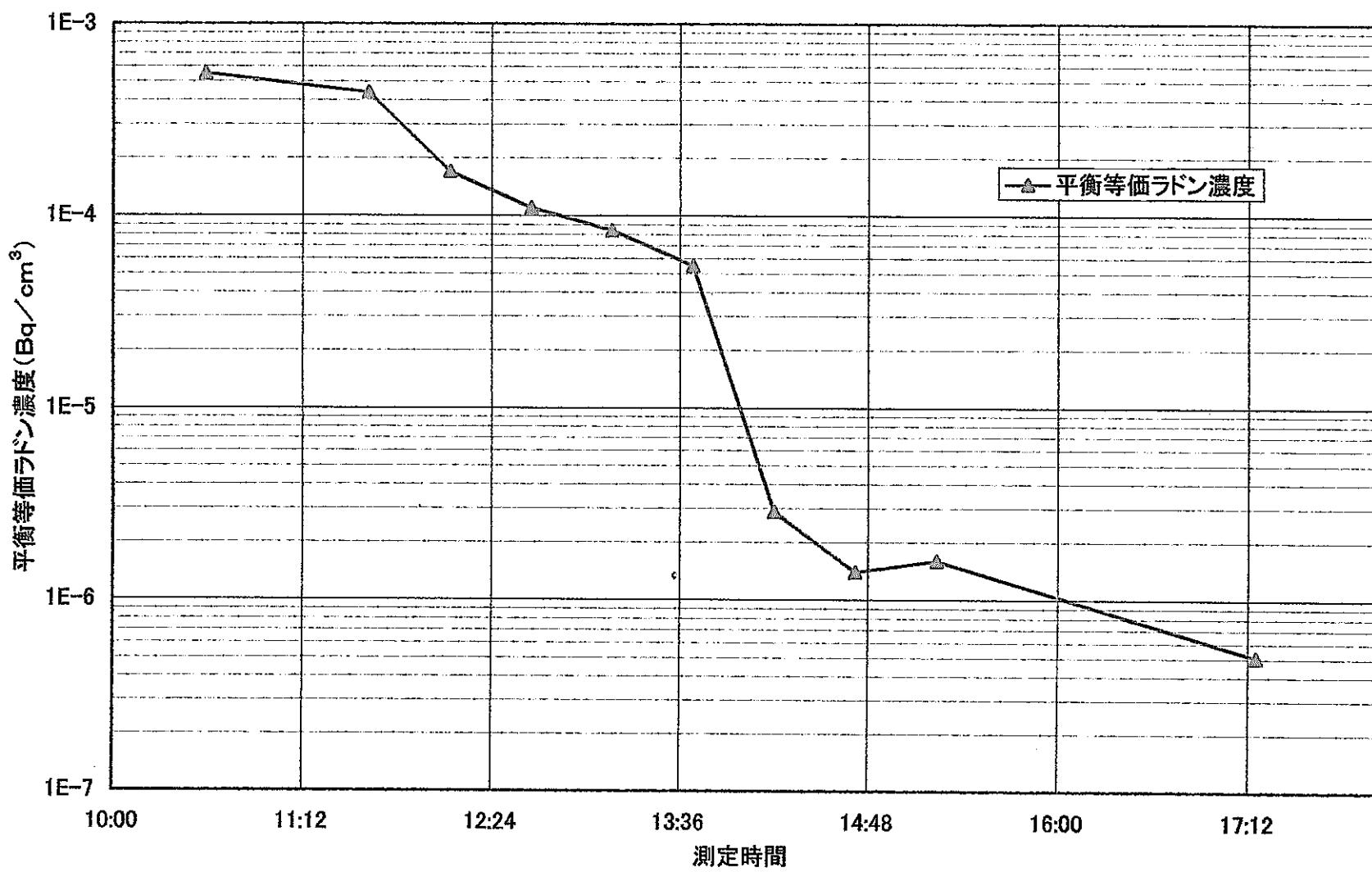
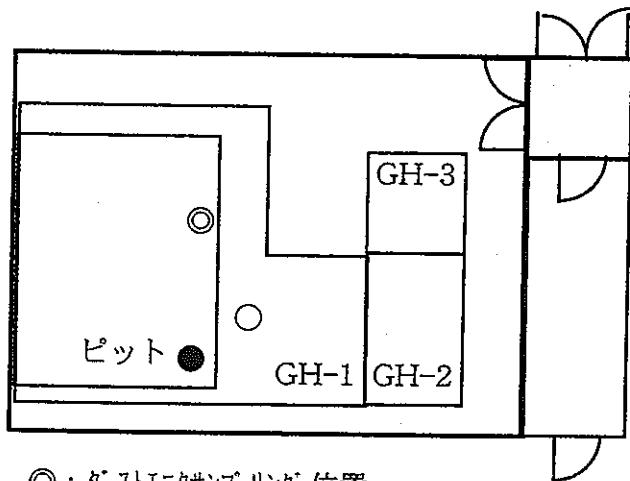


図4-2 Bピット内ラドン追出し作業時における平衡等価ラドン濃度の推移



◎：ダストモニタサンプリング位置

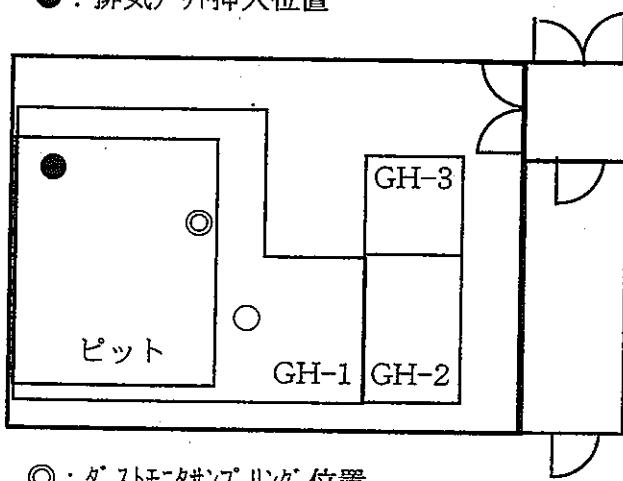
○：GH-1サンプリング位置

●：排気ダクト挿入位置

9:48 排気プロア運転、グリーンハウス内負圧14Paに調整。

10:55 径の細い排気ダクトを挿入し、換気開始。

11:25 径の細いホースを取り外し、排気ダクトをそのまま挿入。
(排気モニタの指示値が急激に上昇しなかったことから)

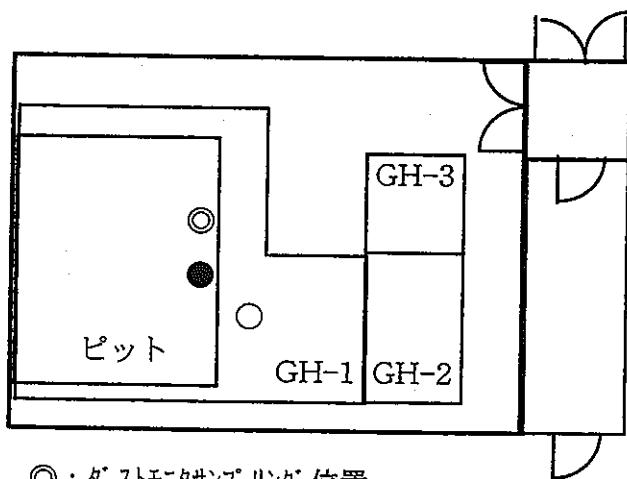


◎：ダストモニタサンプリング位置

○：GH-1サンプリング位置

●：排気ダクト挿入位置

11:30 排気ダクト位置の変更。
(ダクトが短く奥まで挿入できなかったため手前の位置に変更)



◎：ダストモニタサンプリング位置

○：GH-1サンプリング位置

●：排気ダクト挿入位置

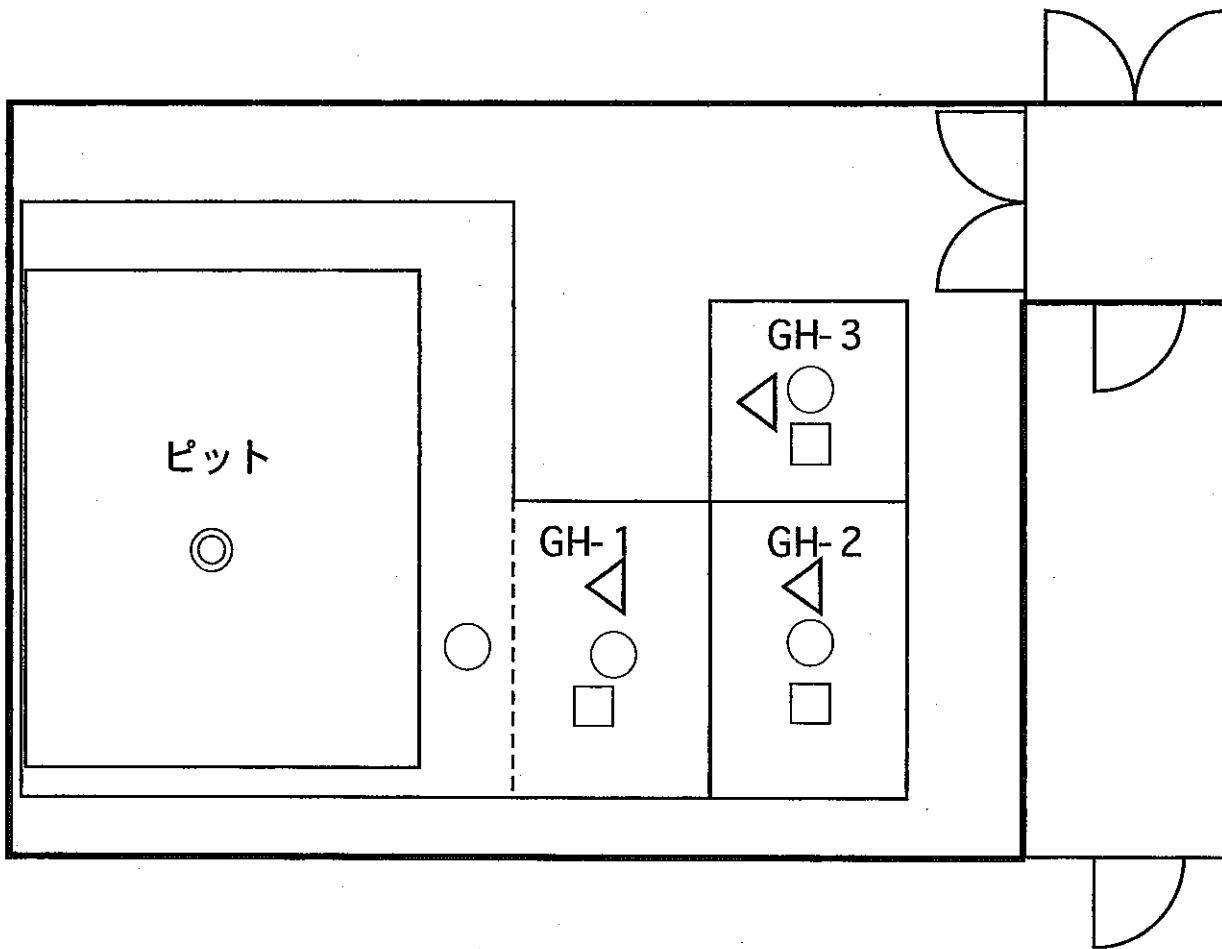
13:27 排気ダクト位置の変更。

15:40 Bピット開放作業開始。
(密封シート取り外し)

16:55 Bピット開放作業終了。

図4-3 Bピット内ラドン追出し作業時のサンプリングポイント及び排気ダクト位置

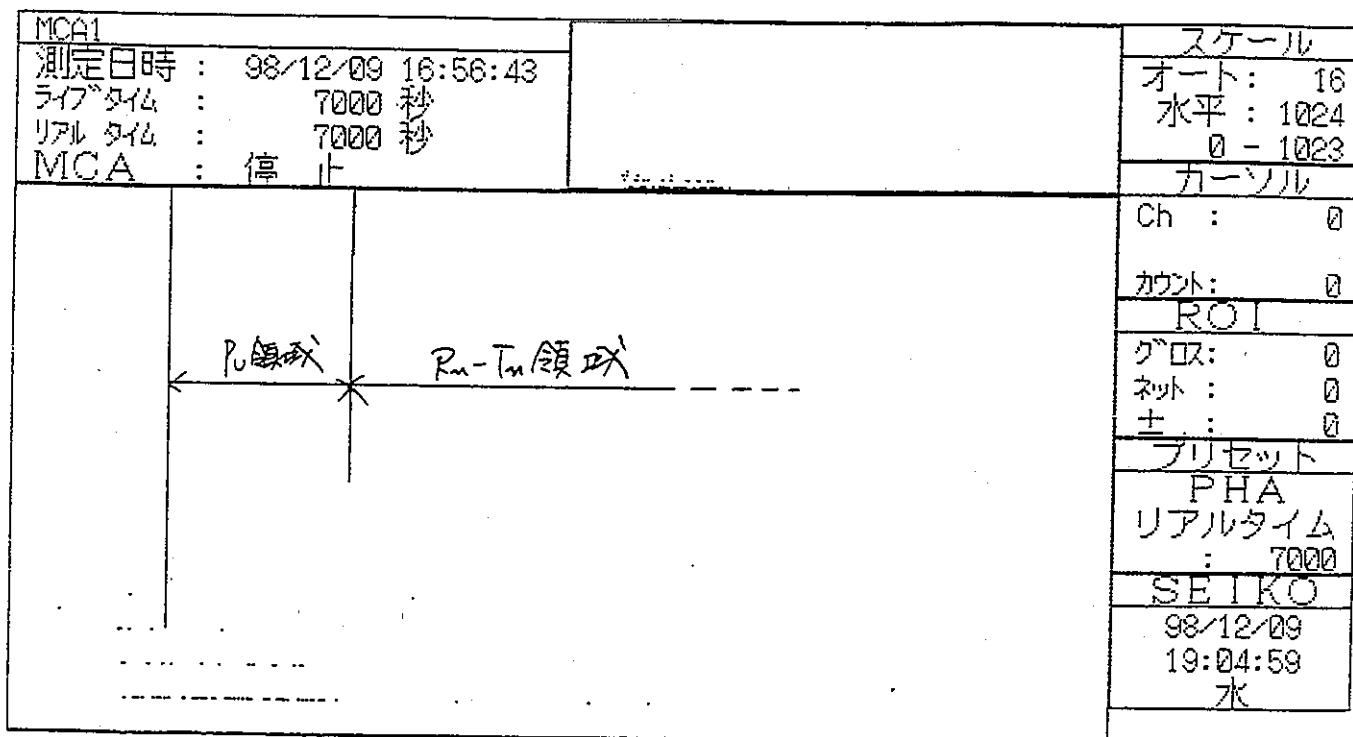
グリーンハウス内作業管理用モニタリングポイント

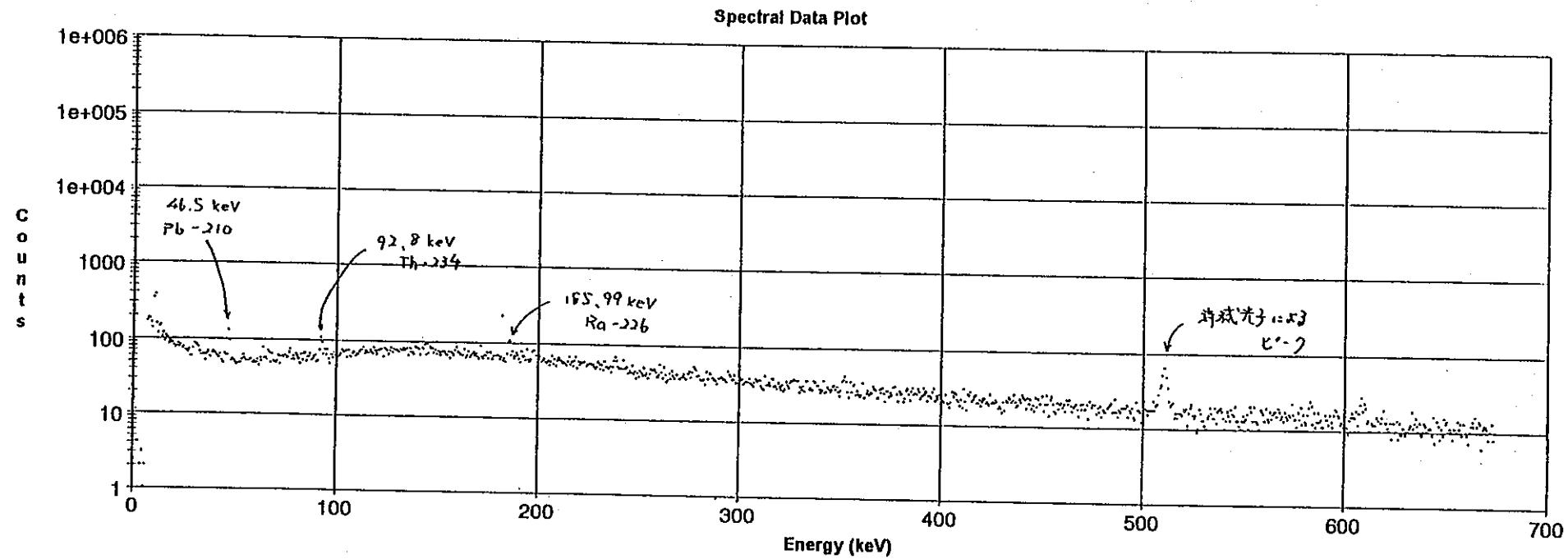


凡例

- ◎ : ダストモニタ採取ポイント
- : エアスニッファ採取ポイント
- : 表面密度採取ポイント（スミヤ法）
- △ : 線量当量率測定ポイント

図 4-4 廃棄物取出し作業時のモニタリング図

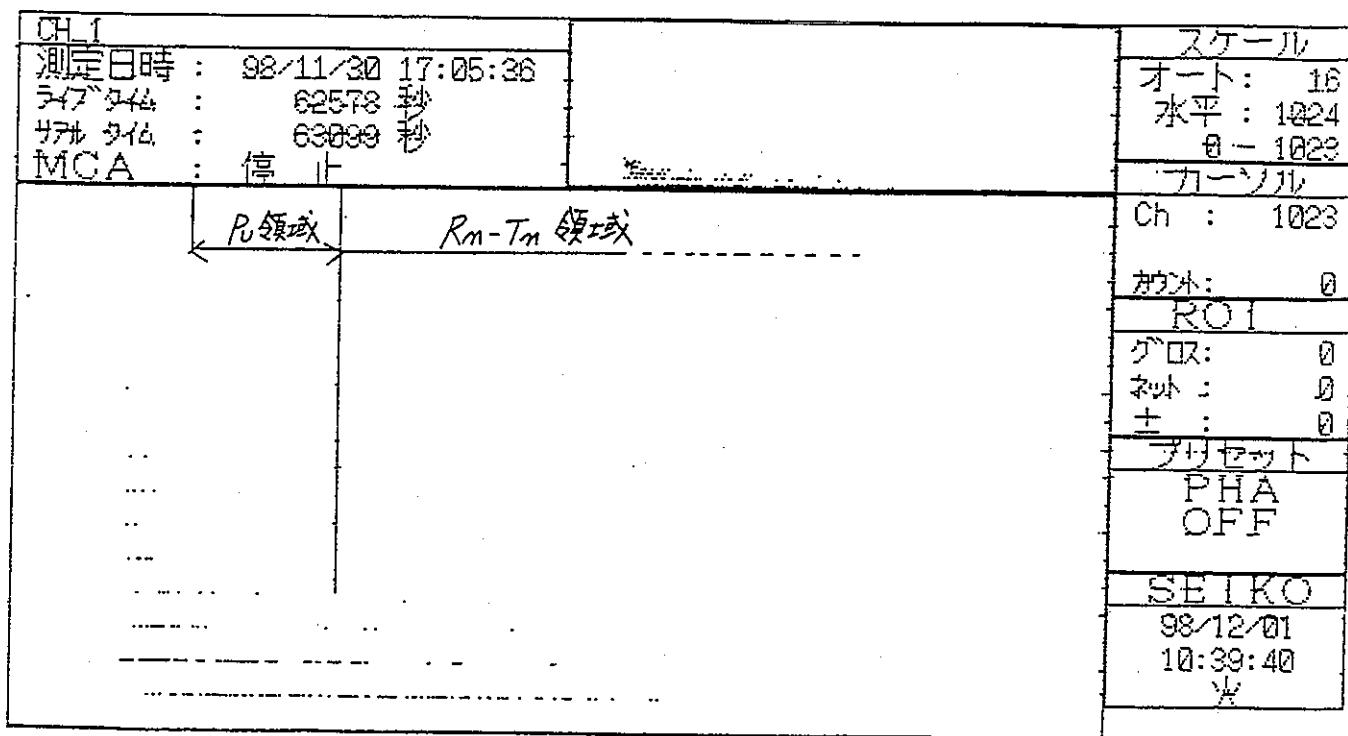
測定装置: α 線核種分析装置 (EG & G 製)図 4-5 α 線スペクトル測定結果 (有意検出したスミヤロ紙)

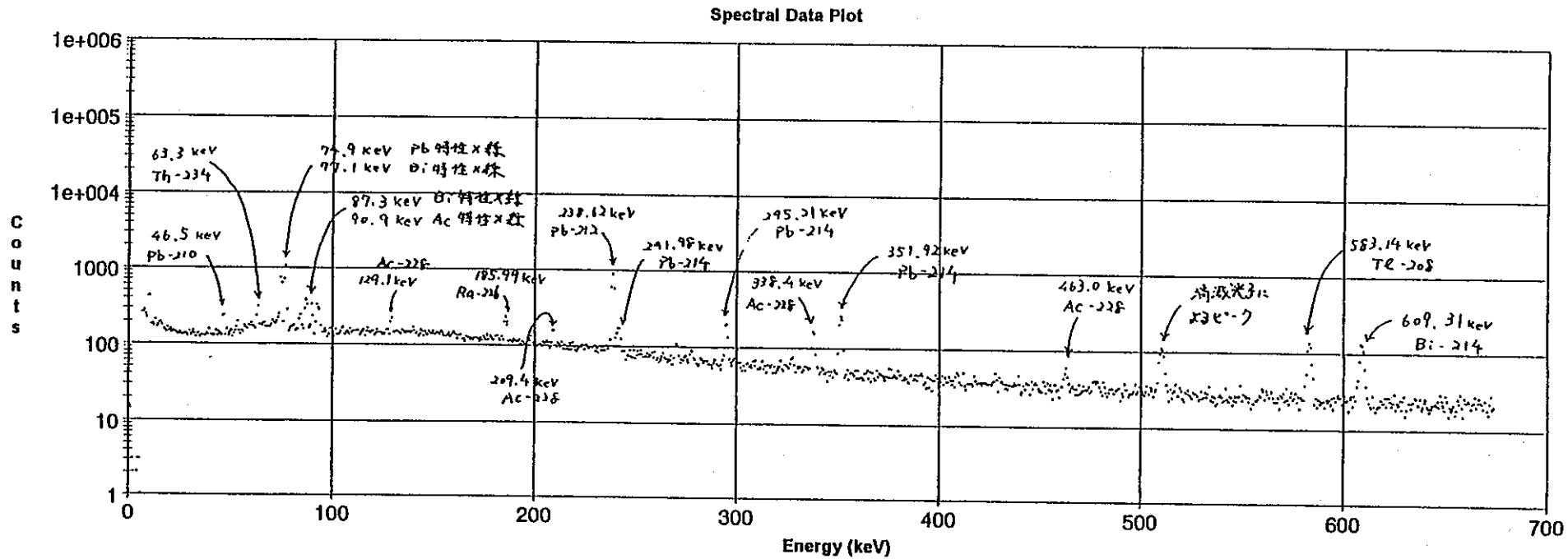


Datasource: 12-38U.CNF
 Live Time: 67600 sec
 Real Time: 67617 sec
 Acq. Start: 98/12/02 3:22:44 x
 Start: 1 : -0.14 (keV)
 Stop: 4096 : 674.31 (keV)

測定装置: γ 線核種分析装置 (CANBERRA製)

図 4-6 γ 線スペクトル測定結果 (有意検出したスミヤロ紙)

測定装置: α 線核種分析装置 (EG & G 製)図 4-7 α 線スペクトル測定結果 (B ピット天井のコンクリート)



Datasource: 12-1111.CNF
 Live Time: 57600 sec
 Real Time: 57619 sec
 Acq. Start: 98/11/30 4:51:18 x
 Start: 1 : -0.14 (keV)
 Stop: 4096 : 674.31 (keV)

測定装置： γ 線核種分析装置 (CANBERRA製)

図4-8 γ 核種分析スペクトル図 (Bピット天井のコンクリート)

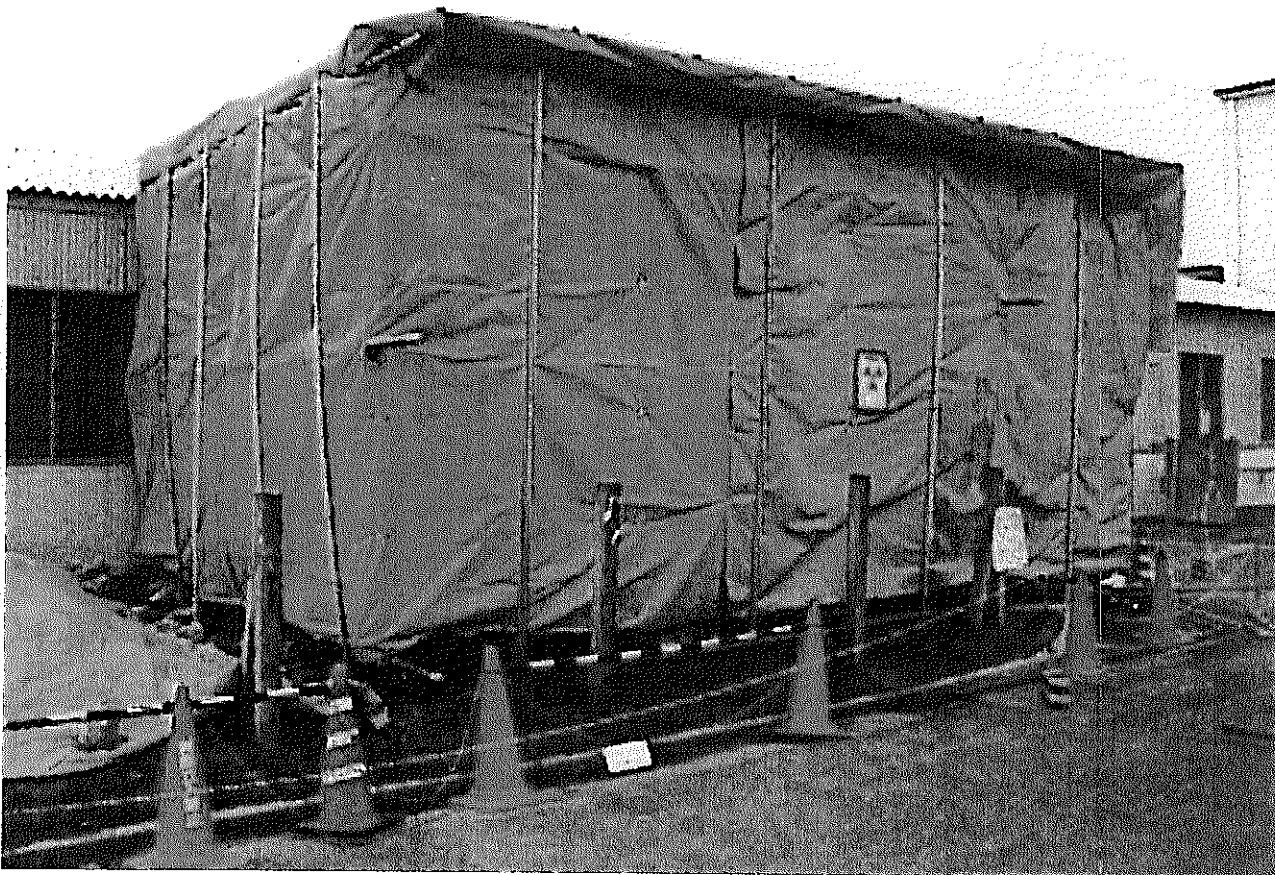


写真-1 テントハウスの外観

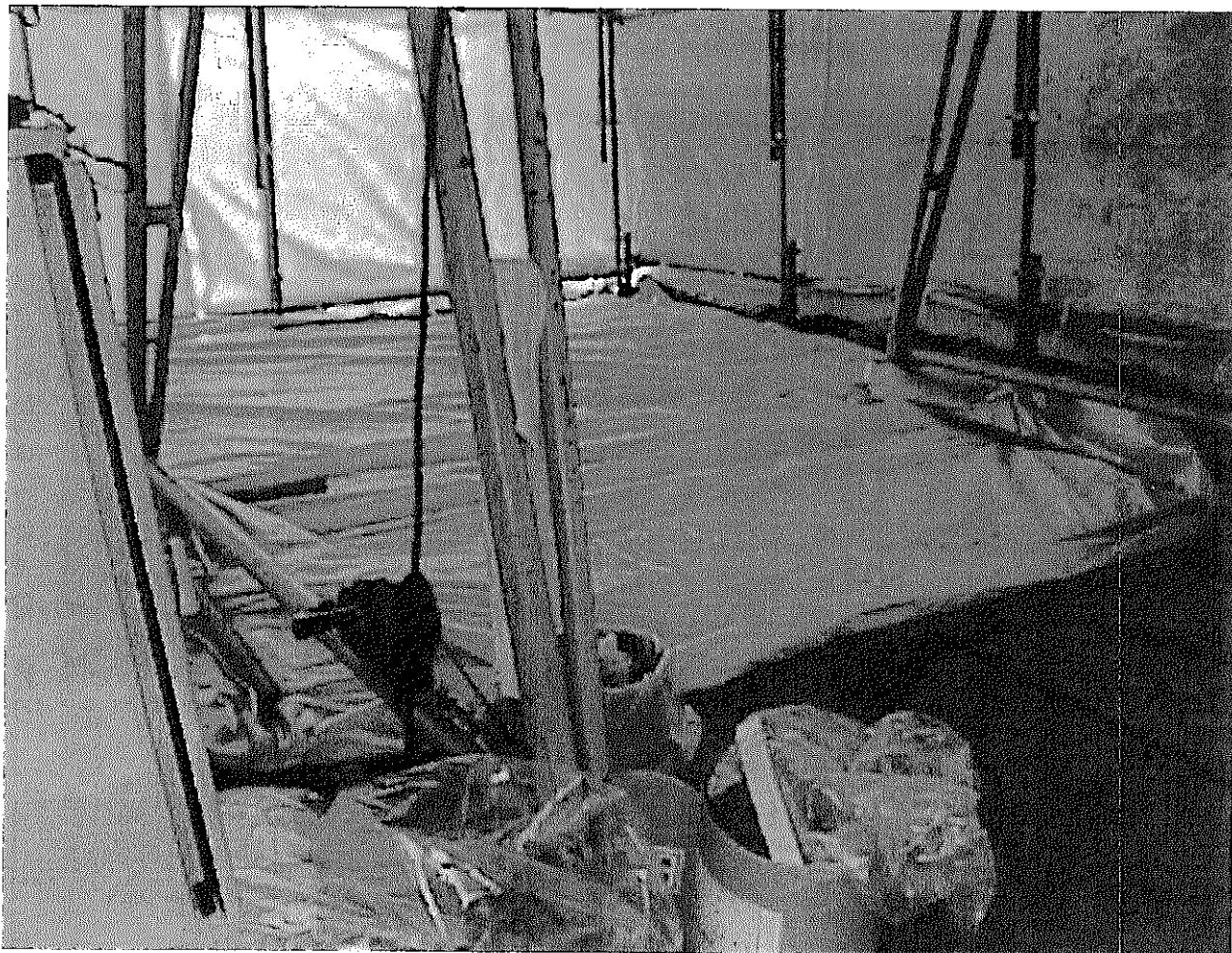


写真-2 Bピット封鎖状況



写真-3 Bピット廃棄物取出し作業風景（平成10年10月16日）

表3-1 作業スケジュール

表3-2 有意検出した箇所の測定結果

測定件名	α 放射能 (Bq/cm ²)	β (γ) 放射能 (Bq/cm ²)	備 考
作業後のスミヤ	6. 5×10^{-3} から 1. 0×10^{-2}	< 9. 5×10^{-3} から 3. 3×10^{-2}	廃棄物取出し作業中

表4-1 Bピット内Rn追出し作業時における平衡等価Rn濃度測定結果

採取場所	サンプリング期間 (サンプリング時間)	モニタ表示値 (c p m)	待ち時間 (分)	測定結果 (c p m)	平衡等価Rn濃度 (Bq/cm ³)	備 考
G H - 1	10:15~10:45 (30分)		1	76	2.2×10^{-6}	
排気口	10:04~12:04 (120分)		1	2	2.0×10^{-8}	
	12:04~16:04 (240分)		1	4	3.6×10^{-8}	
Bピット内	10:04~10:34 (30分)	>9999	1	19048	5.5×10^{-4}	
			8	17745	6.5×10^{-4}	
	10:35~11:05 (30分)	220	1	512	1.5×10^{-5}	ろ紙のセットミス
	11:06~11:36 (30分)	7000	1	14991	4.4×10^{-4}	
	11:37~12:07 (30分)	2500	1	5714	1.7×10^{-4}	
	12:08~12:38 (30分)	1900	1	3696	1.1×10^{-4}	
	12:39~13:09 (30分)	1400	1	2893	8.4×10^{-5}	
	13:10~13:40 (30分)	970	1	1898	5.5×10^{-5}	
	13:41~14:11 (30分)	53	1	98	2.9×10^{-6}	
	14:12~14:42 (30分)	27	1	47	1.4×10^{-6}	
	14:43~15:13 (30分)	19	1	54	1.6×10^{-6}	
	17:04~17:14 (10分)	30	1	8	5.1×10^{-7}	

注意) 1. Bピット内の換気作業の際、排気ダクトの位置を変更している。

2. 排気風量については作業開始前に設定し、作業中は変更しないようにした。

表4-2 Bピット作業装備一覧

項目	呼吸保護具	装 備	備 考
Bピット封鎖時	半面マスク	・カバオール ・R Iゴム手袋（2重）	
廃棄物取り出し作業	G H-1 ピット内	全面マスク	・アノラック用ズボン ・タイベックスーツ（上下） ・ヘルメット ・R Iゴム手袋（2重） ・保護手袋（2重） ・オーバーシューズ
	G H-1 ピット上	半面マスク	・アノラック用ズボン ・ヘルメット ・R Iゴム手袋（2重） ・保護手袋 ・オーバーシューズ
	G H-2	半面マスク	・R Iゴム手袋（1重） ・シューズカバー
	G H-3	半面マスク	・R Iゴム手袋（1重）
	G H-外	半面マスク携帯	・綿手
ピット内清掃作業	全面マスク	・タイベックスーツ（上下） ・ヘルメット ・R Iゴム手袋（2重） ・オーバーシューズ	
ピット内汚染検査	半面マスク	・・タイベックスーツ（上下） ・ヘルメット ・R Iゴム手袋（2重） ・オーバーシューズ	

表4-3 変更後の防護装備一覧

防護具	変更後	備考
マスク	半面マスク着用	ピット内、ピット上部も着用する。
防護服	カバオール、ゴム手2重、シューズカバー 必要に応じて着用する装備は アノラックスボン、タイベックスボン、アームカバー	必要に応じて着用するものは、作業によって、床面にカバオールが接触する場合がある時には着用する。

表4-4 防護装備軽減に伴うモニタリング方法

測定ポイント	測定時間	検出下限値	備考
線量当量率測定 ピット内を均等に123ポイント。		$\gamma : 0.5 \mu\text{Sv/h}$	サンプリングポイントのデザインは、「アイソトープ便覧」「放射線管理実務マニュアルⅡ」を参考に選定した。
表面密度測定 【スミヤ法】 「ピット内」 ピット床面及び壁面を約1m×1mのマスメを作り、その中心を10cm×10cmで採取する。 「ピット上部及びGH-1.2」 ピット上部床面及びGH壁面(作業者のてが届く高さまで)約1m×1mのマスメを作り、その中心を10cm×10cmで採取する。 【直接法】 上記スミヤを採取したポイントを直接法で測定する。	$\alpha : 1\text{分}$ $\beta (\gamma) : 1\text{分}$	$\alpha : 2.4 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^2$ $\beta (\gamma) : 9.5 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^2$	
空気中放射性物質濃度 軽減措置を実施する前週の測定データ(ピット内のダストモニタ)とする。 サンプリング期間: 平成10年11月13日 16時から 平成10年11月16日 15時30分まで	$\alpha : 5\text{分}$ $\beta (\gamma) : 5\text{分}$	$\alpha : 2.4 \times 10^{-10} \text{Bq/cm}^3$ $\beta (\gamma) : 1.8 \times 10^{-9} \text{Bq/cm}^3$	

表 4-5 ピット内スミヤ採取方法

項目	直接法	スミヤ法	備考
測定 ポイント	・全域	壁については、30 cm × 30 cm の交点を 10 cm × 10 cm で採取する。 床については、全域を 10 cm × 10 cm で採取する。	壁については汚染が生ずる場合均一に分布するものとして採取点を決めた。
拭き取り 効率		B ピット内面コンクリートは表面が処理されていない状態で平滑ではないため拭き取り効率を 5 % とした。	「表面密度測定マニュアル」を参照
測定時間	サーベイメータの時定数(10秒)の3倍を測定時間とした。	α : 60 分 $\beta (\gamma)$: 3 分	直接法はレトメータの読み値の真の値の 95 % となる時定数の3倍に測定時間を設定した。
検出下限 値	α : 0. 02 $\beta (\gamma)$: 0. 2 Bq/cm ²	α : $2. 2 \times 10^{-3}$ $\beta (\gamma)$: $2. 2 \times 10^{-2}$ Bq/cm ²	
計算条件	α 放射能 BG : 100 cpm 限界計数率 : 5.6 cpm 検出限界值 : 0. 96 Bq $\beta (\gamma)$ 放射能 BG : 100 cpm 限界計数率 : 5.6 cpm 効率: 30 % 測定面積 α : 60 cm ² $\beta (\gamma)$: 20 cm ² 検出下限値 : 3. 1 Bq	α 放射能 BG : 0. 3 cpm BG 測定時間 : 180 分 計数効率 : 30 % 限界計数率 : 0. 2 cpm 検出限界 : $1. 1 \times 10^{-2}$ Bq $\beta (\gamma)$ 放射能 BG : 1. 6 cpm BG 測定時間 : 30 分 計数効率 : 36 % 限界計数率 : 2. 3 cpm 検出限界 : $1. 1 \times 10^{-1}$ Bq	直接法の BG は事前にピット内の空間を測定して決定した。
測定機器	α サーベイメータ GM サーベイメータ	α : 多試料放射能測定装置 $\beta (\gamma)$: 低バックグランド放射能測定装置	多くのスミヤ試料を同時又は続けて測定できる機器を用いた。
測定箇所 数及び測 定期間	測定面積 : 560000 cm ² 測定期間 : 8 日間 作業人数 : 4 人 / 班 (2 班 / 日)	採取箇所数 : 2445 枚 測定期間 : 2 週間 毎日残業で測定を実施した。	

表4-6 測定スケジュール

	11月								
	17日	18日	19日	20日	24日	25日	26日	27日	30日
直接法									
スミヤ採取									■■■
スミヤ測定									■■■

	12月								
	1日	2日	3日	4日	7日	8日	9日	10日	11日
スミヤ採取									
スミヤ測定									

注) スミヤ測定は、毎日2時間残業をして測定を実施したスケジュールである。

表4-7 GH撤去に伴うモニタリング方法

表面密度			
測定法	直接法	スミヤ法	備考
測定 ポイント	床面全域。	約1m×1mでGH内全域 を採取。	放射性廃棄物として処 分することから汚染状 況の確認を目的に実 施。
拭き取り 効率		100%	
測定時間	時定数の3倍とし た。	α : 1分 β (γ) : 1分	
検出下限値	α : 0.02 β (γ) : 0.2 Bq/cm ²	α : 2.4×10^{-3} β (γ) : 9.5×10^{-3} Bq/cm ²	
計算条件	α 放射能 BG : 100 cpm 限界計数率 : 56 cpm 検出下限値 : 0.96 Bq β (γ) 放射能 BG : 100 cpm 限界計数率 : 56 cpm 効率 : 30% 検出下限値 : 3.1 Bq	α 放射能 BG : 0.3 cpm BG測定時間 : 10分 計数効率 : 30% 限界計数率 : 4.3 cpm 検出下限値 : 2.4×10^{-1} Bq β (γ) 放射能 BG : 33 cpm BG測定時間 : 10分 計数効率 : 25% 限界計数率 : 14.2 cpm 検出下限値 : 9.5×10^{-1} Bq	
測定機器	α サーベイメータ GMサーベイメータ	α 、 β (γ) 放射能測定装置	
測定枚数及 び測定期間	期間 : 1日	測定枚数 : 369枚 期間 : 1日	直接法は施設側で実施
	測定ポイント	測定期間	備考
線量当量率	GH内を測定	GH撤去前	GH撤去前までに放射 性廃棄物が搬出されて いること。
空気中放射 性物質濃度	ピット内及び各GH 設置ポイント	撤去する前までの測定デー タを用いた。	検出下限値未満である ことを確認した。

表4-8 養生シート撤去に係るモニタリング方法

	測定ポイント	測定時期・判断基準	備考
線量当量率	ピット周辺及び一時管理区域内。	測定時期 養生シート撤去前 判断基準 バックグラウンドレベル (γ : 0.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$) 未満	9ポイント
表面密度	【直接法】 養生シート部全域について測定。 【スミヤ法】 養生シート部全域 (30 cm × 30 cm のマスメを作り、その内を 30 cm × 30 cm の採取面積で採取) を採取。 拭き取り効率: 50 %	【スミヤ法】 α 放射能 測定時間: 3 分 BG: 0. 3 c p m BG測定時間: 180 分 計数効率: 30 % 限界計数率: 1. 6 c p m 検出限界: $8. 9 \times 10^{-2}$ B q β (γ) 放射能 測定時間: 1 分 BG: 33 c p m BG測定時間: 10 分 計数効率: 25 % 限界計数率: 14. 2 c p m 検出限界: $9. 5 \times 10^{-1}$ B q 判定基準: 検出下限値未満	直接法は施設側で実施した。期間は3日間実施。 スミヤ法は1449箇所採取。 拭き取り効率は表面が平滑とした。 (J I S 参照)
空气中放射性物質濃度	一時管理区域内に設置したエアスニッファを回収・測定。	測定時期 養生シート撤去前と後 作業前の前週 h 11.1.4 10 時～h 11.1.8 10 時 α : $1. 8 \times 10^{-10}$ β (γ): $1. 3 \times 10^{-9}$ 作業後 h 11.1.8 10 時～h 11.1.8 16 時 α : $2. 8 \times 10^{-9}$ β (γ): $2. 1 \times 10^{-8}$ B q / cm^3 判定基準: 検出下限値未満	2ポイント

表4-9 一時管理区域解除に伴うモニタリング方法

測定ポイント	測定期間	備考
線量 当量率 一時管理区域境界 9 ポイント	汚染検査前に実施する。 判定基準 バックグラウンドレベル (γ : 0.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$) 未満	
表面 密度 シートにより養生していない部分 (側面上部及び天井面) 及び床面 並びにピット内をスミヤ法により 確認。 拭き取り効率: 50 % *化粧板であるため。(JIS 参照)	【スミヤ法】 α 放射能 測定時間: 3 分 BG: 0. 3 c p m BG測定時間: 180 分 計数効率: 30 % 限界計数率: 1. 6 c p m 検出限界: $8. 9 \times 10^{-2}$ B q 検出下限値未満: $1. 8 \times 10^{-3}$ B q/ cm^2 β (γ) 放射能 測定時間: 1 分 BG: 33 c p m BG測定時間: 10 分 計数効率: 25 % 限界計数率: 14. 2 c p m 検出限界: $9. 5 \times 10^{-1}$ B q 検出下限値未満: $1. 9 \times 10^{-2}$ B q/ cm^2 判定基準: 検出下限値未満	当該モニタリングはビニルシート及びピット内を直接法及びスミヤ法により検出下限値未満であることを確認した後実施。 この際、養生シートが破損していないことを併せて確認。
空気中 放射性 物質濃度	ルーツプロワを停止するため、仮設のダストサンプラでサンプリングを実施。	サンプリング期間 スミヤ採取作業中 判定基準: 検出下限値未満