

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]

## R-125 グローブボックス群の撤去(Ⅱ)

—グローブボックス撤去時における除染評価—

Dismantling of glove boxes in R-125

Evaluation of decontamination on dis-  
mantling-plutonium contaminated glove  
boxes.

1982年1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

皆だ  
仏っ  
刃の

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



## R-125 グローブボックス群の撤去 (II)

## — グローブボックス撤去時における除染評価 —

プルトニウム燃料部開発課試料係

実施責任者	本 田 裕 <sup>*1)</sup>
報 告 者	鹿 島 貞 光 <sup>*2)</sup>
	大 関 覚 <sup>*3)</sup>
	井 上 義 章 <sup>*4)</sup>
	田 口 清 司 <sup>*4)</sup>
作 成 者	衣 笠 学

期 間 昭和54年11月5日～昭和55年8月8日

要 旨 種々の照射試験用燃料の製造を目的として、使用されてきたR-125のグローブボックス群 (グローブボックス 15台, 総容量 64.5 m<sup>3</sup>) を約200日間で解体撤去した。

酸化プルトニウム-酸化ウラン粉末で汚染された乾式系グローブボックス群の撤去は、今までに例がない。特に、解体作業では、溶液を主として取扱った、いわゆる湿式系グローブボックスとは異なり、空気汚染濃度が高くなることが予想された。

実際に、解体作業では、空気汚染濃度が1,000 (MPC) a を越えることがあった。

解体作業を安全に、且つ能率よく行うためには、グローブボックスの除染そして残汚染のペイント固定を、できるかぎり行うことが必要である。

本報告では、酸化プルトニウム-酸化ウラン粉末で汚染された乾式系グローブボックスの解体作業に、グローブボックスの除染およびペイント固定がどのような効果を与えたかを明らかにした。

注) この報告は、第19回日本原子力学会年会F 35(1956)において発表した内容をまとめたものである。

- \*1) 現 プルトニウム燃料部長
- \*2) 現 製造1課
- \*3) 放管第1課
- \*4) 千代田メンテナンス (株)

目 次

R-125 グローブボックス群の撤去（Ⅱ）

グローブボックス撤去における  
除 染 の 評 価

1. 序 .....	1
2. 除 染 .....	2
3. ペイント固定 .....	14
4. 解 体 .....	18
5. まとめ .....	25
6. 謝 辞 .....	26

# 1. 序

グローブボックス (G. B. と略す) を解体撤去する場合、通常、図 1 に示した様な手順に沿って行われる。

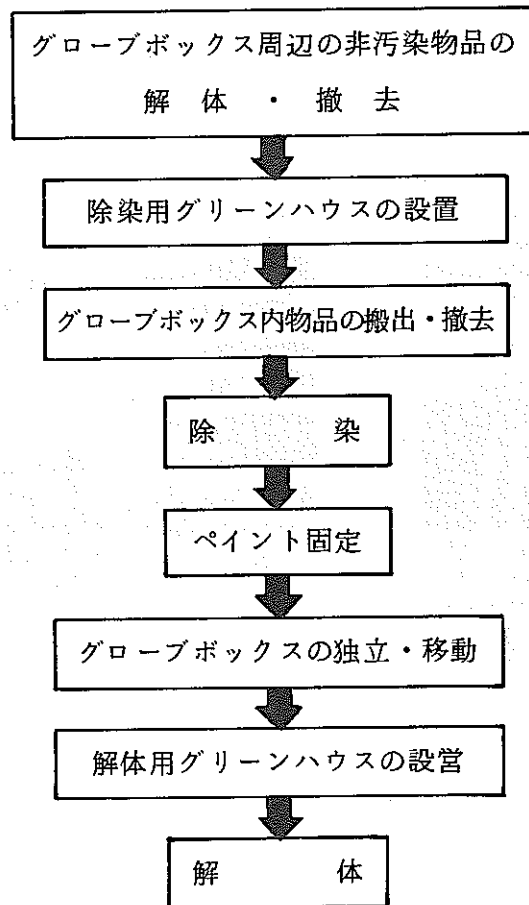


図 1-1 解体手順

## 2. 除 染

### 2.1 除染作業と除染用グリーンハウス

除染用グリーンハウス（G.Hと略す）は、グローブ作業中、G.B.内から外へ汚染物が飛散する様な事故が発生した場合、汚染の拡大拡散を局所的に抑制するため、作業エリアを隔離限定する様な方法で、G.B.を囲む様にして設置される。

図2は、除染用G.H組立て中の様子を示している。

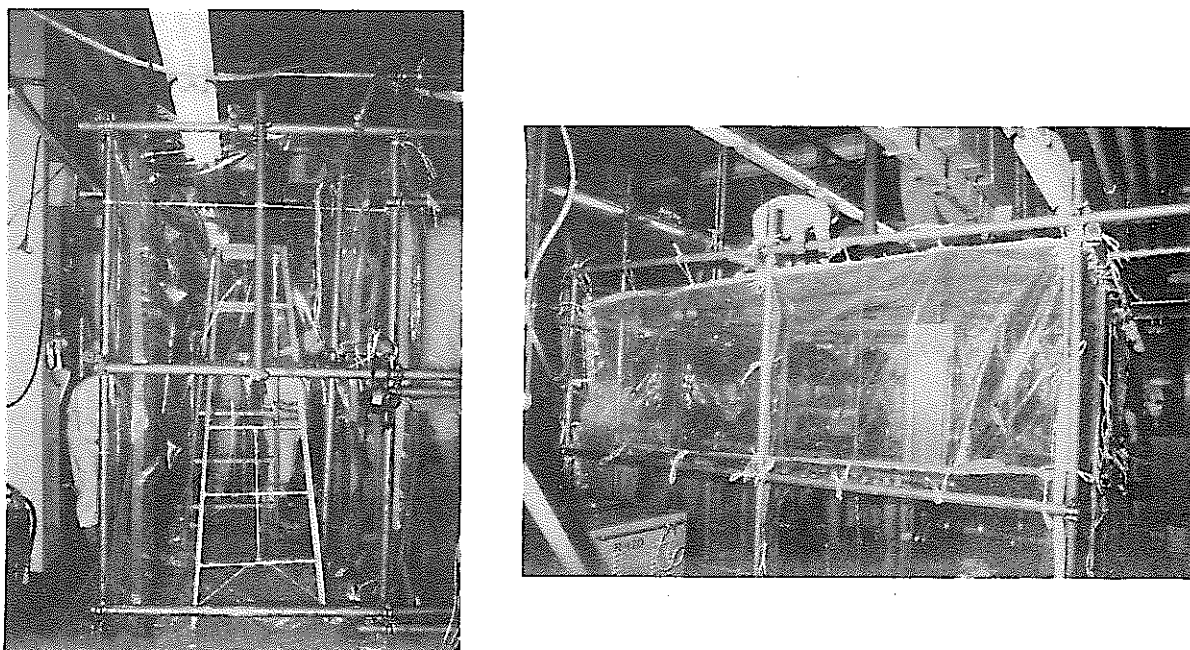


図2 除染用G.Hの組立て

G.B.内の搬出可能な汚染物品を廃棄した後、解体作業の安全性を向上させるため、G.B.内の汚染量を可能な限り低減させる様クリーンアップ、すなわち除染作業を行う。

除染液を被除染個所に塗布あるいは散布した後、紙タオル（キムタオル）あるいはナイロントワシ（スコッチブライト）でこすり、拭き上げクリーンアップをしていく。この除染作業の様子を図3に示す。

除染する場所によっては、除染液の含浸した紙タオル、あるいは布ウエスなどで拭き上げる。

除染は、使用した紙タオルなどに付着した汚染が他の個所に cross contaminationしない様に、区切りを設けて、資材を搬出廃棄（バッグアウト）しながら進めていかなければならない。

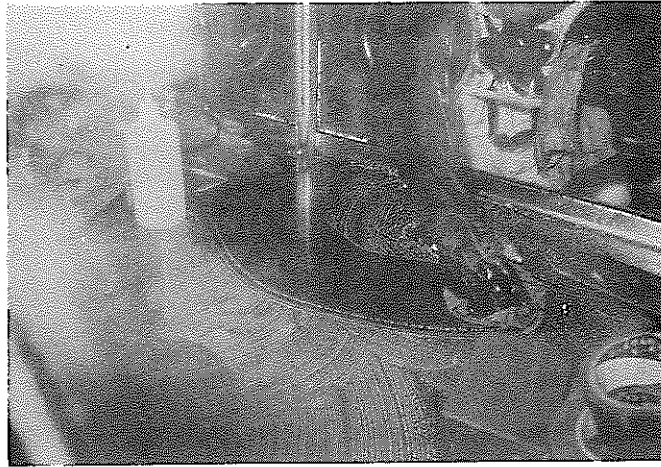


図 3. G.B.床面の除染

## 2.2 残存汚染量の測定

残存汚染量を測定して、除染をより効果的に行うべき作業計画を立案しなければならない。

残存汚染量を、スミヤ法および直接サーベイ法によって測定した。スミヤ法ではスミヤ汚紙が他の汚紙やグローブなどから cross contamination をしない様、試料採取には工夫を要した。図 4 にスミヤ採取の様子を示す。採取したスミヤ汚紙を、特別に用意した汚紙収

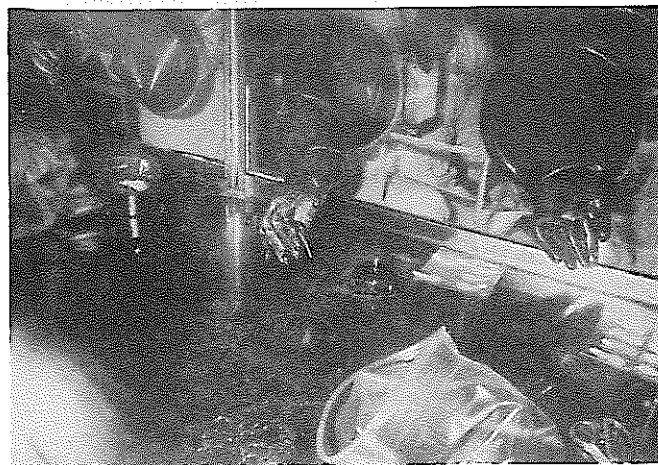


図 4. スミヤ採取

納バッグに入れ、バッグアウトとしたのち、オープンポートボックスに持っていき、サーベイメータで、汚染量を検出・測定した。図 5 は、オープンポートボックスでの測定の模様である。

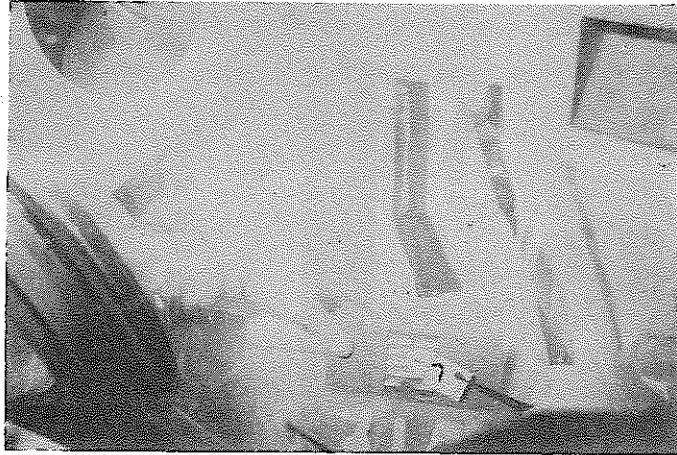
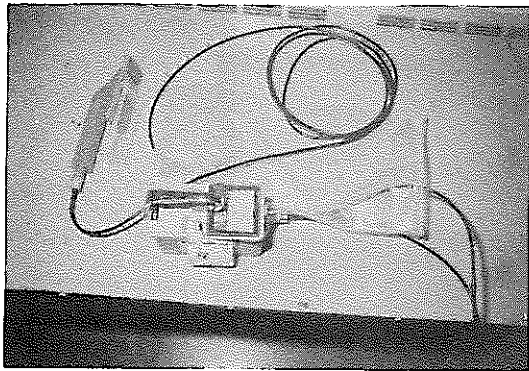
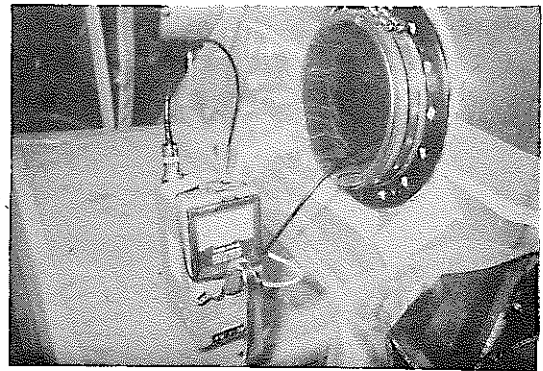


図5. スミヤ戸紙の検出

一方、直接サーベイメータで表面汚染量を測定するため、サーベイメータのセンター部をビニールバッグに接着させ（図6-a）、G.B.の搬出ポートに、このビニールバッグを取りつけた（図6-b）。



a



b

図6. G.B.内部の表面汚染量を測定するため用意したサーベイメータ

また、センサー部の cross contamination を防止するため、図7に示す様にマイラーカバーを取付けて表面の測定を行った。測定値の直読によって汚染量( $\text{dpm}/\text{cm}^2$ )が得られる様にセンサー部にしゃへい処置をした。



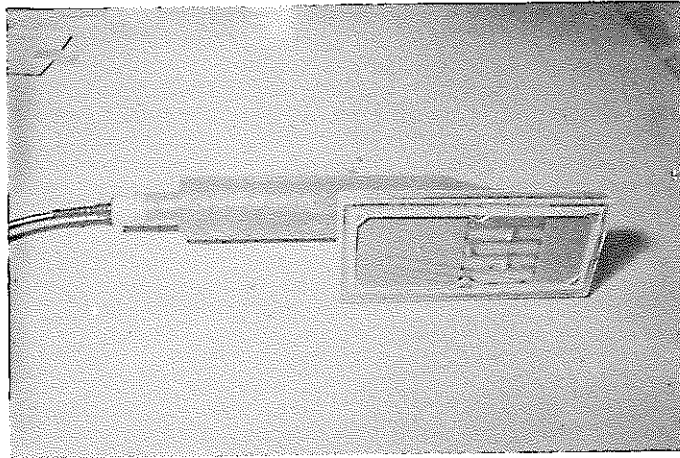


図 7. サーベイメータのセンサー部

図 8. は、このサーベイメータにより、表面汚染量を測定しているところである。

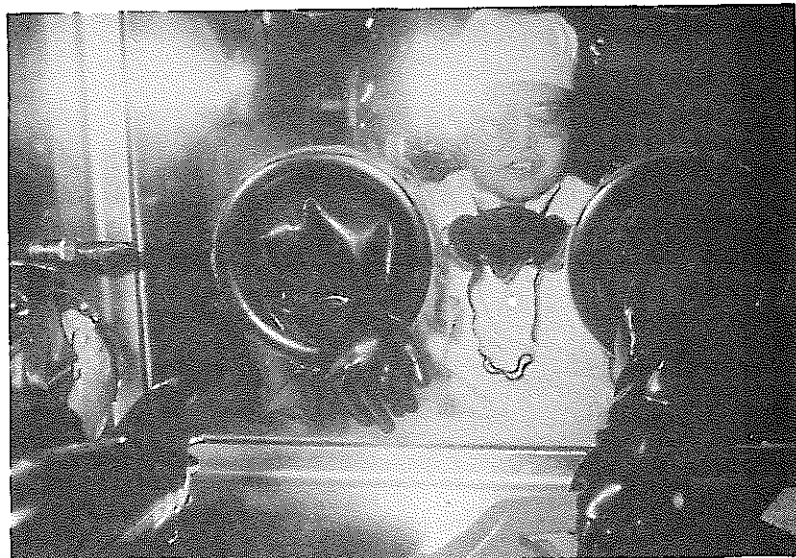


図 8. G. B. 内部表面の直接サーベイ

### 2.3 除染目標値

被除染箇所別にスミヤ法により測定した残汚染量を図 9 に示す。

各箇所とも除染開始から 3～4 日目で  $5 \times 10^{-6} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$  (ca.  $10^3 \text{dpm}/100 \text{cm}^2$ ) まで表面のクリーンアップができた。部所別に見ると天井あるいは壁などは除染作業はしにくいだが、除染効率は良い。一方、床は作業性は良いが、最初から汚染量が高いのと、除染作業に用いた資材からの cross contamination が考えられることなどから、除染効率は良くない。パネルにおいても、いままでの燃料製造作業によって、その表面に傷を受けており、傷口の方へも汚染物が入り込んでいると考えられ、そのことが除染効果を悪くしていると考えられる。

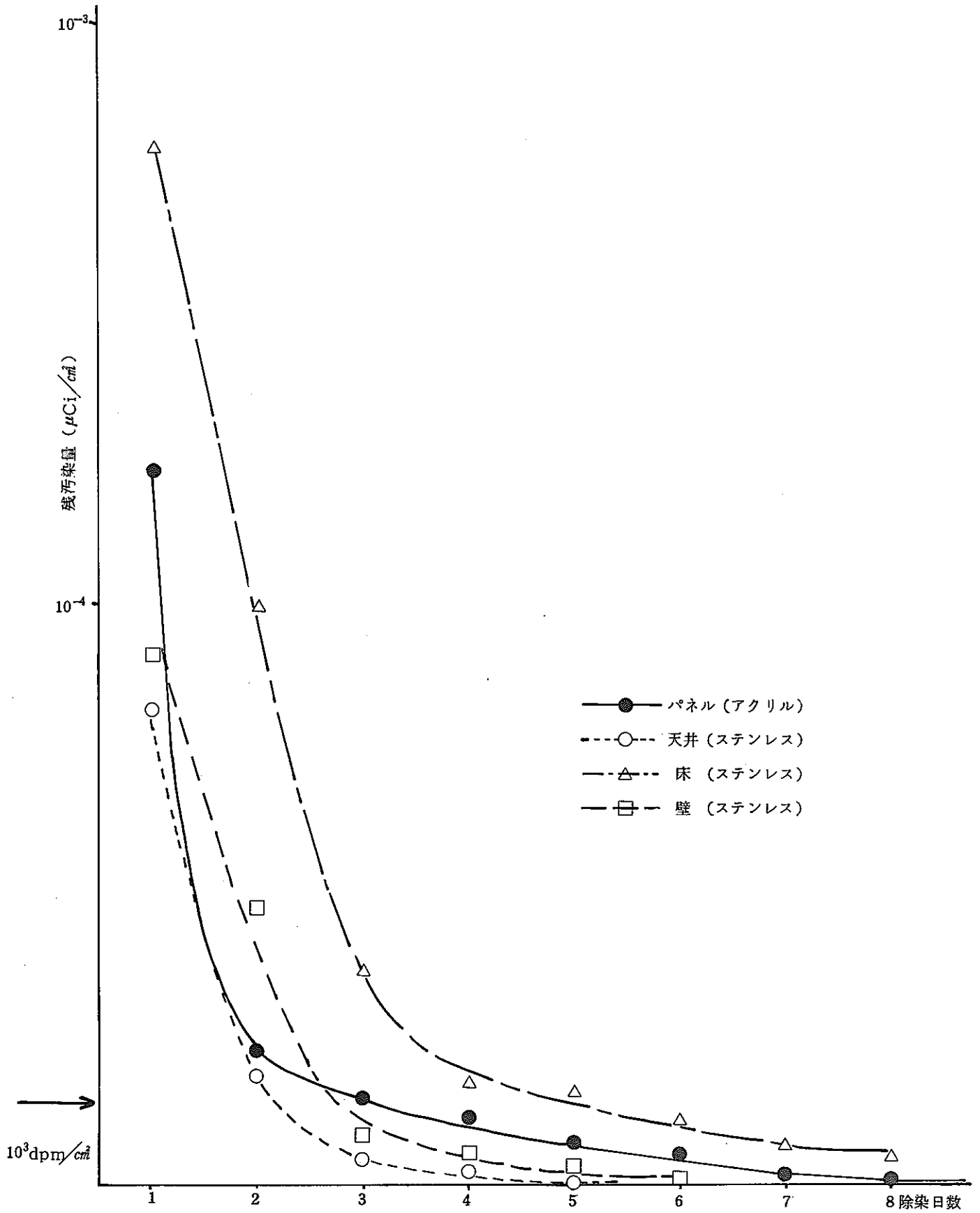


図 9. 残汚染量の減衰曲線

次いで、除染作業の進行にともない資材の消耗度および累積労働力などは増してくる。これらの変化の様子を図10に示す。

図9から明らかな様に、除染は3～4日目を過ぎると、その効果には、はかばかしい進展は見られなくなる。5日目以後、同量の除染資材と、等しい労働力を与えても、顕著な除染効果は無かった。5日目以後の資材は廃棄物の量を増加させただけのものと極言できる。

以上のことから、除染の目標値を定めることが、廃棄物の減容と工期の短縮という点を考えて、非常に重要である。

今回の除染作業では、目標値として  $10^2 \sim 10^3$  dpm/cm<sup>2</sup> が適正と考えられる。

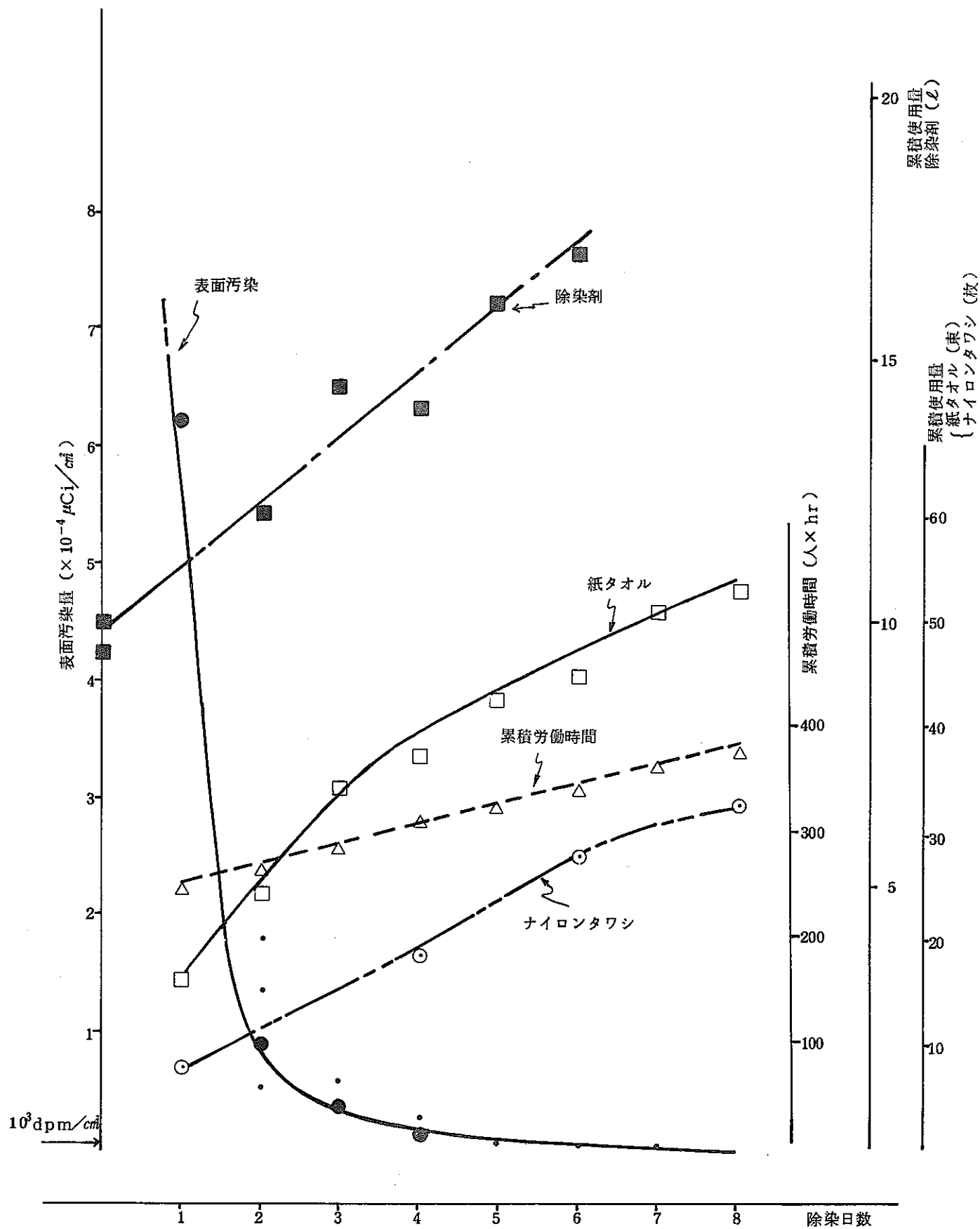


図 10. 除染経過—使用物品の消費経過—

#### 2.4 除染剤の選定

4つの異なるG.B.（いずれも、ボールミル粉碎など粉末処理を目的としたG.B.）を、それぞれ異なる除染剤を用いて除染した際の、経過を図11に比較に示す。

縦軸に表面に残存する汚染量（スミヤ法）の $\log$ の値、横軸に除染日数を取りプロットしたところ、いずれの場合も比較的良好的な直線関係が得られた。このことから、表面汚染量は除染によって指数関数的に減少していくと考えられる。したがって、得られた直線の傾きから、除染剤の除染効果に対する評価ができる。

除染剤A, B, Cはアルカリ洗剤（pH 10～14）、Dは酸性洗剤（pH 2）である。

一般に除染には酸性洗剤が効果的であると言われている<sup>1)</sup>が、粉末処理を目的とした乾式G.B.の除染では、酸性およびアルカリ性洗剤の間に顕著な差は見られなかった。

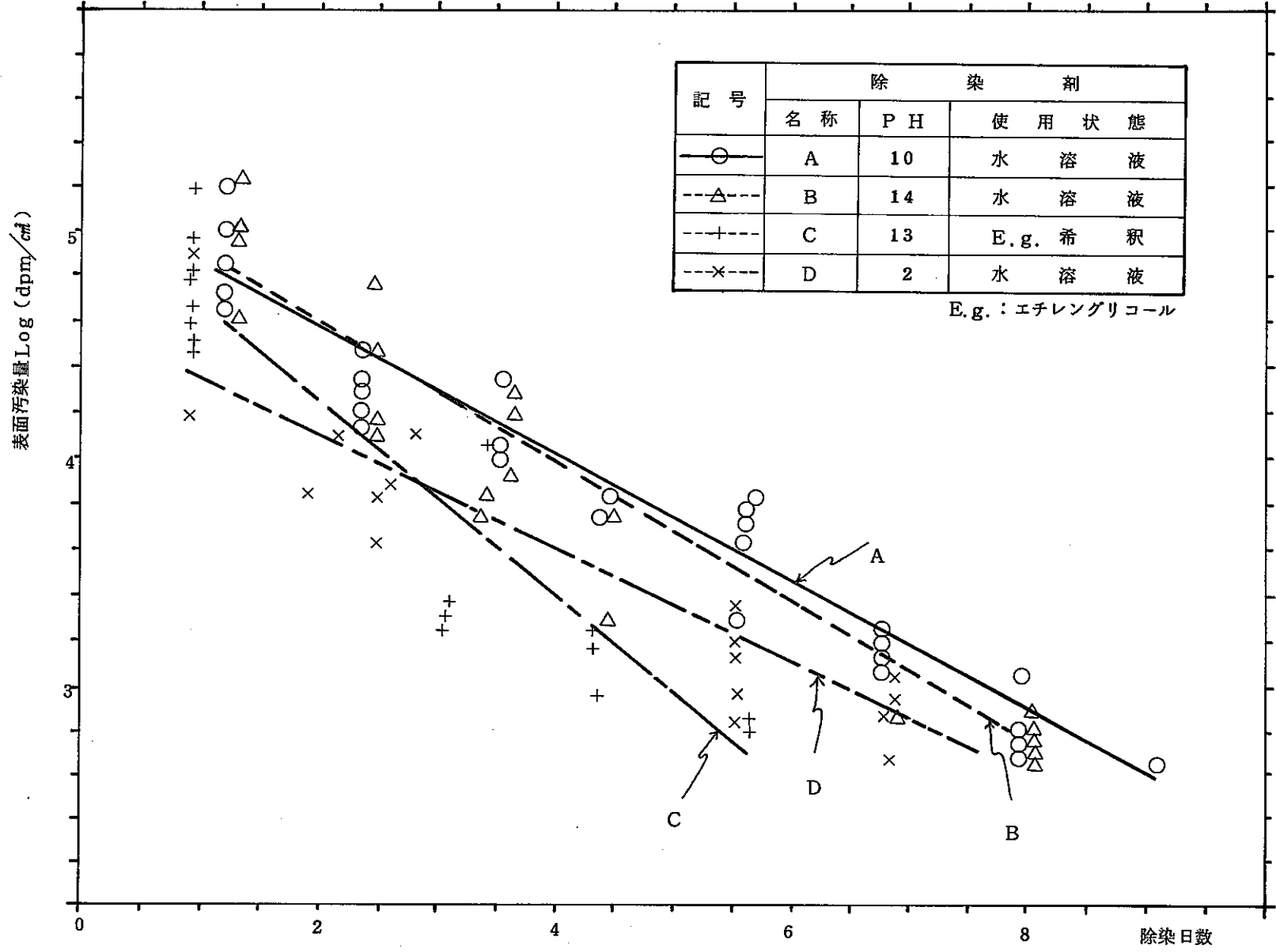


図 11. 除染剤による除染経過の比較

通常、除染剤の調整は、洗剤元液を水で適当に希釈して行われる。一方、G.B.内へ除染剤を塗布すると、G.B.内が常に負圧に管理されているため、容易に水分が留出し、G.B.内を空拭きする状態となり、除染作業もとどこおりがちとなる。

除染剤Aは、粉末系洗剤を200g/lの濃度に調整したもの、Bは洗剤元液を $\frac{1}{1}$ の比で水で希釈したもの、Cは、洗剤元液を $\frac{1}{1}$ の比で、エチレングリコールで希釈したもの、そしてDは塩素系洗剤を100～200g/lの濃度に水で調整したものであるが、図11は直線の傾きからCに最もすぐれた除染効果があったことを示している。

このことは、水分の乾きを抑制すると、除染効率が良くなると考えられる。

## 2.5 スミヤ法と直接サーベイ法

スミヤ法および直接サーベイ法で測定した表面汚染量を比較して表1に示す。

G.B.1および2は、粉末処理（粉砕・混合）を目的としたG.B.で、G.B.3は、粉末の秤量・貯蔵を目的としたG.B.である。

G.B.の作業内容によって、G.B.内表面の損傷が多く見られる場所では、スミヤ法と直接サーベイ法との測定値に大きな差が観察されている。

非固着性および弱固着性汚染の量をスミヤ法固着性汚染の量を直接サーベイ法がそれぞれ対応すると考えて、測定個所別に、それらの汚染量の比率（表1における比率D/S）を次数で表わし、その度数分布を求めると表2の様になる。

壁、天井では $10^0$ ～ $10^2$ の次数が適度に分布しているが、パネル面では $10^0$ ～ $10^1$ が92%、そして床面では $10^1$ ～ $10^2$ が86%である。

表 2 測定箇所別の固着性汚染と非固着性汚染との比率の次数

測定箇所	次数の度数分布 <sup>※</sup>			
	10 <sup>0</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>2</sup>	計
壁・天井	2 (28.6)	3 (42.9)	2 (28.6)	7
パネル	7 (53.8)	5 (38.5)	1 (7.7)	13
床	1 (14.3)	3 (42.9)	3 (42.9)	7
総括	10 (37.0)	11 (40.7)	6 (22.2)	27

※ ( ) 内はパーセントを示す。

この様に、床面に固着した汚染がきわだって高いことが判かる。

## 2.6 表面線量率

除染にともなうG.B.パネル面の $\gamma$ 線量率の変化をパネル面の表面残汚染量（スミヤ法）と比較して図12に示す。

表面残汚染量の減少に比較して、 $\gamma$ 線量率の減少は緩慢である。このことは、除染に用いた資材の搬出は、ある程度まとまってから行われるため、この資材からの線量が影響していると考えられる。



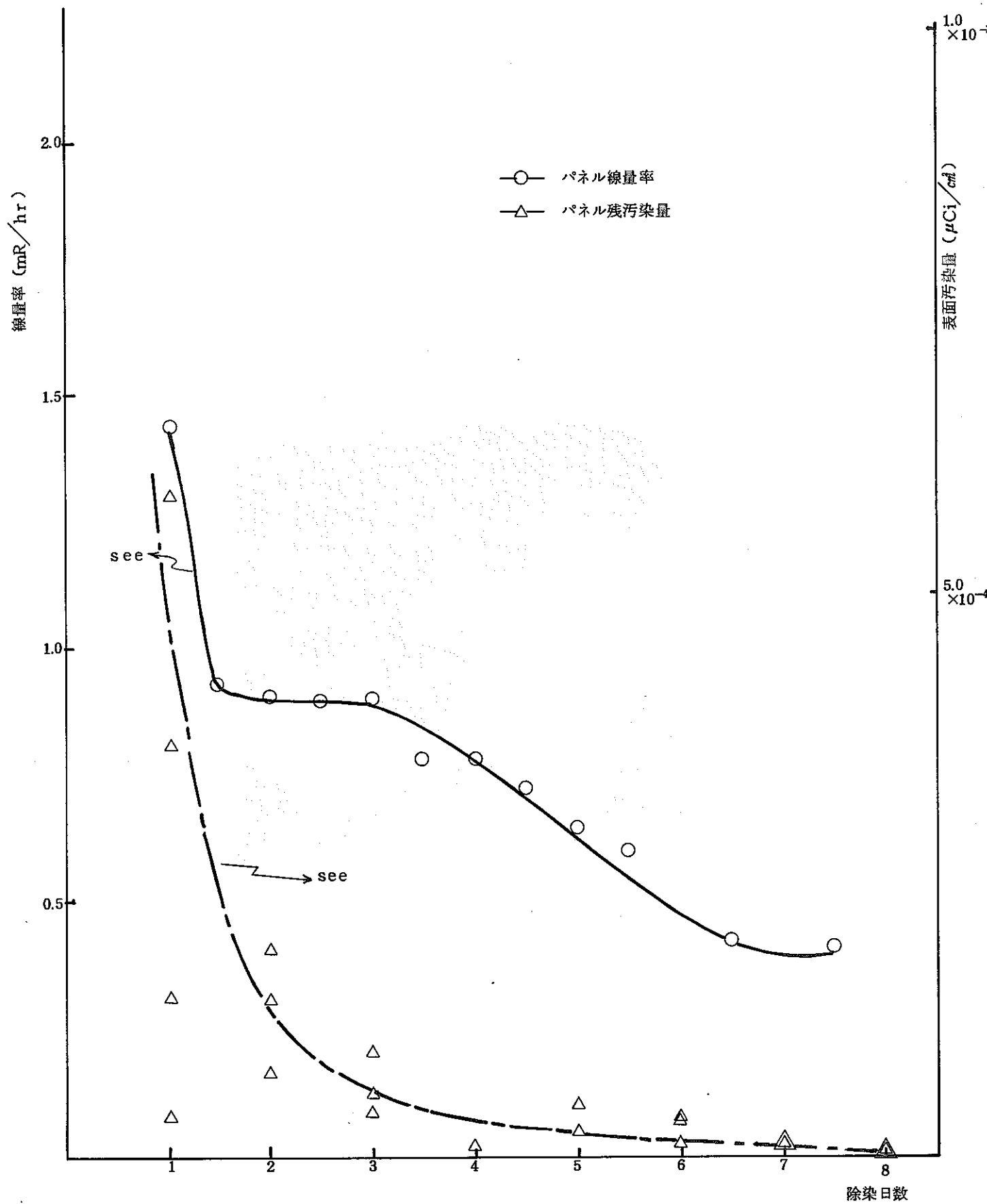


図 12. パネル表面線量率とパネル残汚染量の比較

### 3. ペイント固定

ペイント固定は、除染しきれなかった残汚染物がG.B.解体作業中、空气中（作業エリア全域）に浮遊・拡散しない様に残汚染物を、部材表面に固着する措置である。

#### 3.2 ペイント固定の方法

水溶性ペイントを適当な粘度に調整したのち、噴霧器あるいはエアブラシによって、G.B.内部のペイント固定を行った。噴霧器は局部的にペイントする際に用いた。図13は、その様子を示している。

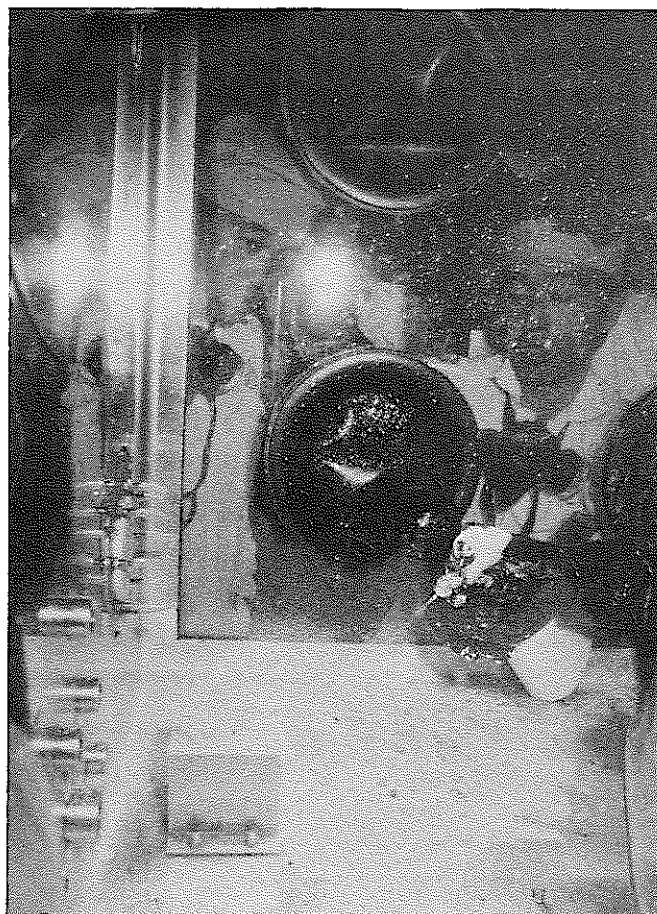


図13. 噴霧器を用いたペイント固定

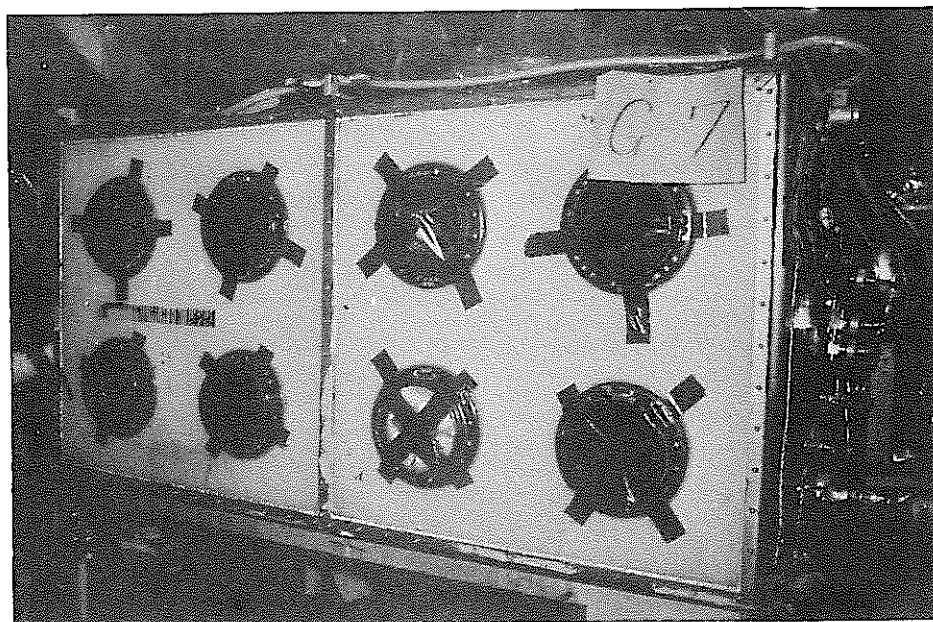


図 14. ペイント固定された G.B.

### 3.2 ペイント固定後の表面汚染量

図 15 に示した様に、直接サーベイ法により測定し、固定前の値と比較した。表 3 にその

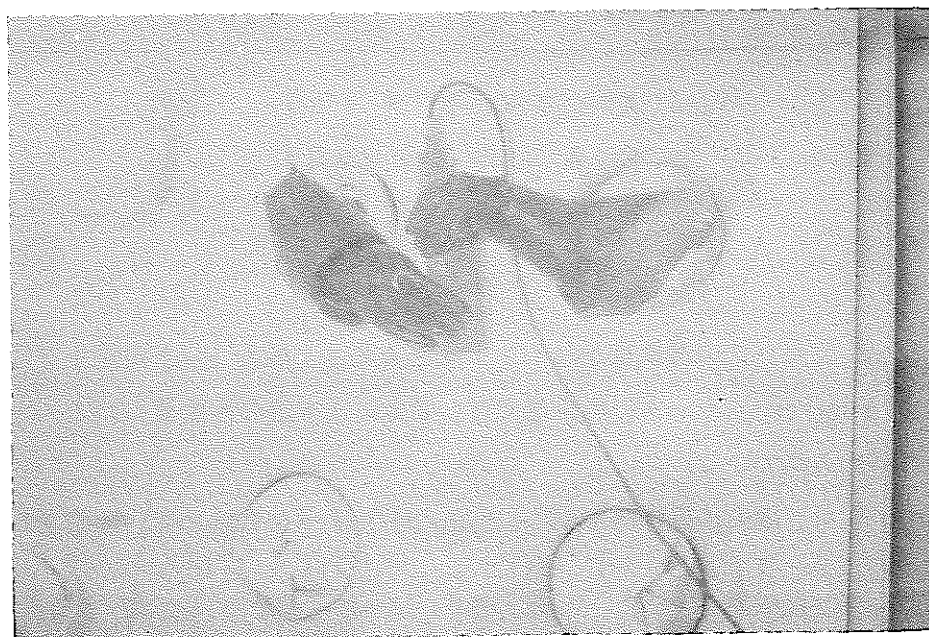


図 15. ペイント固定表面の直接サーベイ

結果を示す。

表3. 直接サーベイ法によるペイント固定の評価

測定箇所	測定値 $\text{dpm}/\text{cm}^2$		比率 $\text{pr}/\text{po}$
	ペイント直前 (pr)	ペイント直後 (po)	
A	400	検出されず	
A	600	"	
A	2200	16	138
W	800	16	50
W	2000	80	25
W	400	検出されず	
F	16000	50	320
F	14000	700	20
F	17000	40	425
F	2200	40	55

A：パネル（アクリル）

F：床（ステンレス）

W：壁，天井（ステンレス）

$10^4$  ( $\text{dpm}/\text{cm}^2$ ) オーダの汚染量がペイント固定後には、最大  $1/400$  程度までに押えられている。 $10^3$  ( $\text{dpm}/\text{cm}^2$ ) オーダの汚染量では、固定により表面汚染量がほとんど検出されない程度まで押えられている。

この結果からも、除染の目標値を  $10^3$  ( $\text{dpm}/\text{cm}^2$ ) オーダに定めて、除染することは、適切と考えられる。

表1 スミヤ法(S)および直接サーベイ法(D)による汚染量測定値の比較

測定箇所	測定値 ( $\times 10^{-6} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$ )		比率 D/S		
	スミヤ法(S)	直接サーベイ法(D)			
A	1	2.3	63	27	
		4.5	18	4	
		6.3	405	64	
		22.5	450	20	
		27.0	3150	117	
		45.0	450	10	
	2	2.7	7.2	3	
		6.3	8.1	1	
		6.8	45	7	
		7.2	225	31	
		45.0	315	7	
	3	3.6	27	8	
		6.3	18	3	
	W	1	2.3	90	39
			2.7	360	133
81.0			9000	111	
2		2.3	27	12	
		3.6	18	5	
		22.5	225	10	
3		7.2	18	3	
F		1	7.2	5850	813
			8.1	990	122
	2	6.3	855	136	
		31.5	675	21	
		76.5	405	5	
	3	18.0	630	35	
		36.0	720	20	

※1～3:G.B.番号

A: パネル  
(アクリル)W: 壁・天井  
(ステンレス)F: 床  
(ステンレス)

## 4. 解 体

G.B.の解体作業は、内部をペイント固定したG.B.数台を1個所に集め、それらを囲む解体用G.H.を設営したのち、その中で行われる。

図16に、G.H.の概略図を示す。

### 4.1 空気汚染濃度の測定

作業エリアの空気汚染濃度を、図17に示したプルトニウムダストモニタにより連続測定した。

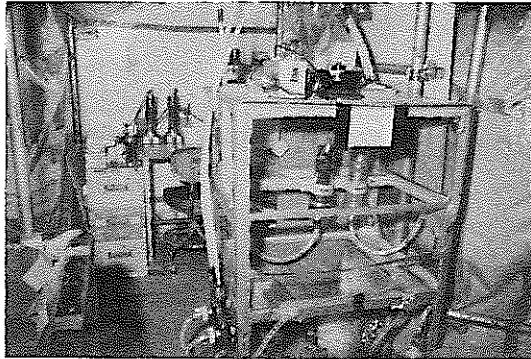


図17. 空気汚染濃度の測定装置

空気汚染濃度が500 (MPC)aを超えない様、作業は注意深く行われた。

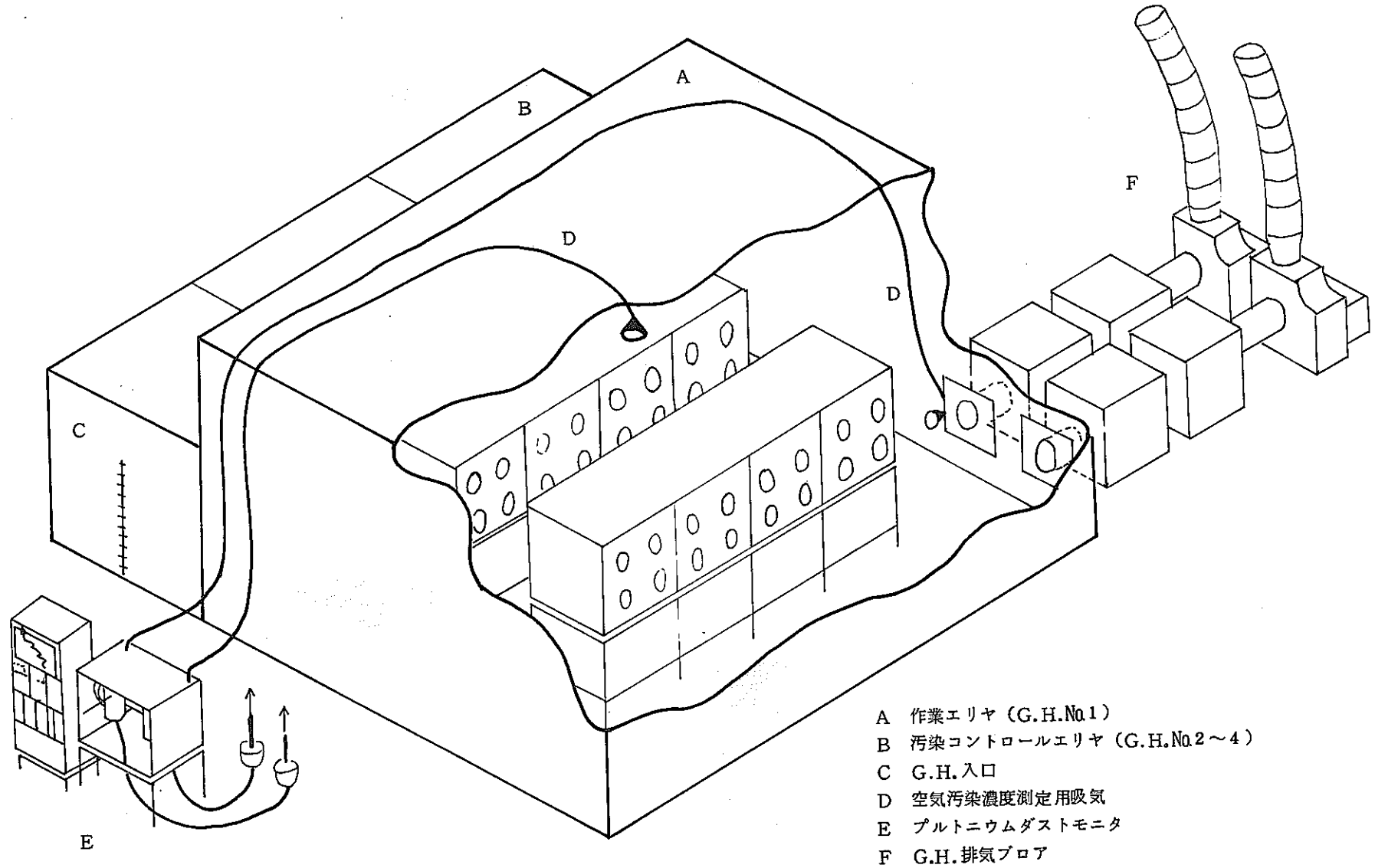


図 16. 解体用グリーンハウス概略図

#### 4.2 解体作業

G.B.解体は、切断工具を用いて適当な大きさにしたのち、切断物を梱包して搬出するという手順で行われた。図18に、G.B.解体の様態を示す。



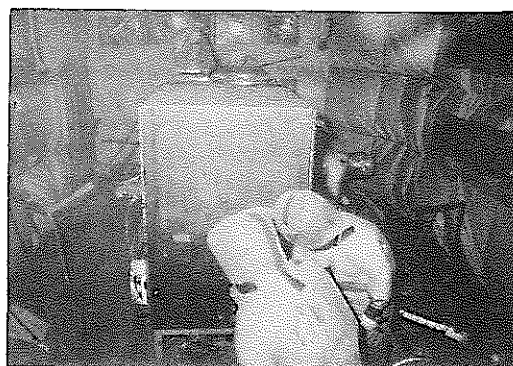
天井部切断



解体物の整理



梱包



切断物の裁断

図18. G.H.の解体



#### 4.3 空気汚染濃度と解体作業

解体作業中、空気汚染濃度が500(MPC)aに達した度数分布を、湿式系G.B.を解体した際<sup>2)</sup>のものと比較して図19に示す。湿式系G.B.の解体では、空気汚染濃度が500(MPC)aを超えたことは全くなかった。しかし、粉末系G.B.の解体では、短時間に500(MPC)aを超えた場合が約13%の度数(1日に2回、測定値を集計し、集計回数を100として、その割合を示した)で起った。

粉末系G.B.と湿式系G.B.の解体とでは、作業エリアの空気汚染濃度は全く異なる。

#### 4.4 除染作業と解体作業の相関関係

空気汚染濃度が500(MPC)aを超えた頻度を解体部所別のペイント固定前のスミヤ法による測定値と比較したものを表4に示す。

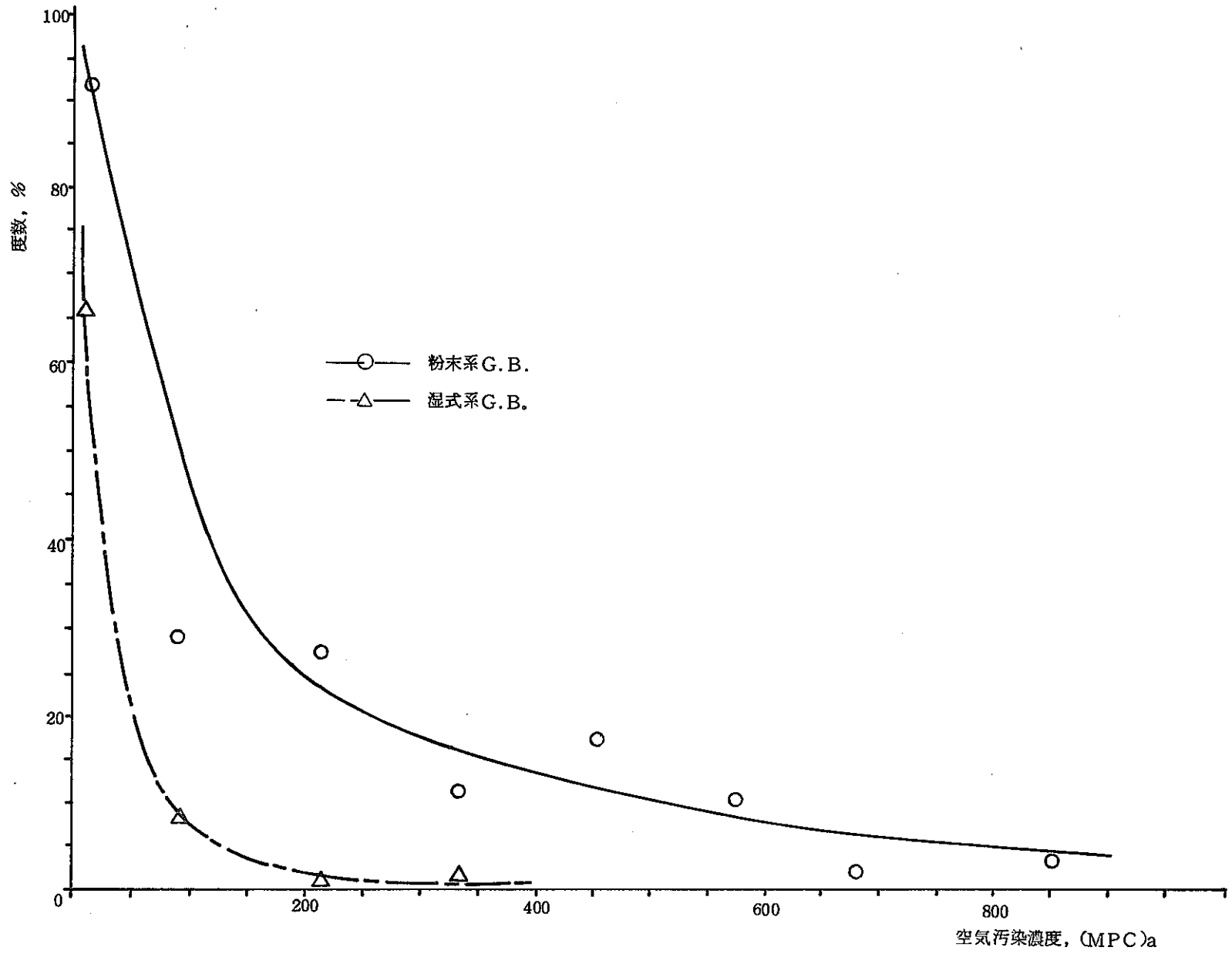


图 19. 空気汚染濃度の度数分布

表4 除染作業と解体作業の相関関係

被解体物部所 (材質)	湿式系 G・B・		粉末系 G・B・		除染および ペイント固定の 作業性
	残汚染量 <sup>a)</sup> $\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$	頻度 <sup>b)</sup> %	残汚染量 <sup>a)</sup> $\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$	頻度 <sup>b)</sup> %	
壁、天井 (ステンレス)	$45 \times 10^{-5} \sim 10^{-4}$	0	$45 \times 10^{-6}$	0	比較的容易
パネル (アクリル)	$45 \times 10^{-5} \sim 10^{-4}$	0	$45 \times 10^{-6}$	0.95	比較的容易
床 (ステンレス)	$45 \times 10^{-4} \sim 10^{-3}$	0	$45 \times 10^{-6} \sim 72 \times 10^{-5}$	190	やや困難
内装物 ジョイント	$45 \times 10^{-4} \sim 10^{-3}$	0	$45 \times 10^{-4} \sim 10^{-2}$	1042	困難 部分的に不可
クリーンハウス 内の集じん		0		380	

a) ペイント固定直前のスミヤ法による測定値

b) 空気汚染濃度が500 (MPC)<sup>a</sup>を超えた頻度

表4は、粉末系G.B.を解体撤去する場合、特に除染作業の難しい個所の解体をする時は、何んらかの工夫をしないと、空気汚染濃度が短時間に500 (MPC)<sup>a</sup>を超える頻度が高くなることを示している。

#### 4.5 解体作業の工夫

除染およびペイント固定の充分になされていない個所を切断するときは、その個所を水あるいはペイントで湿らせた後行った。

また、図20に示した様に局所排気の方法を用いて、エリア内での汚染拡散を防止した。

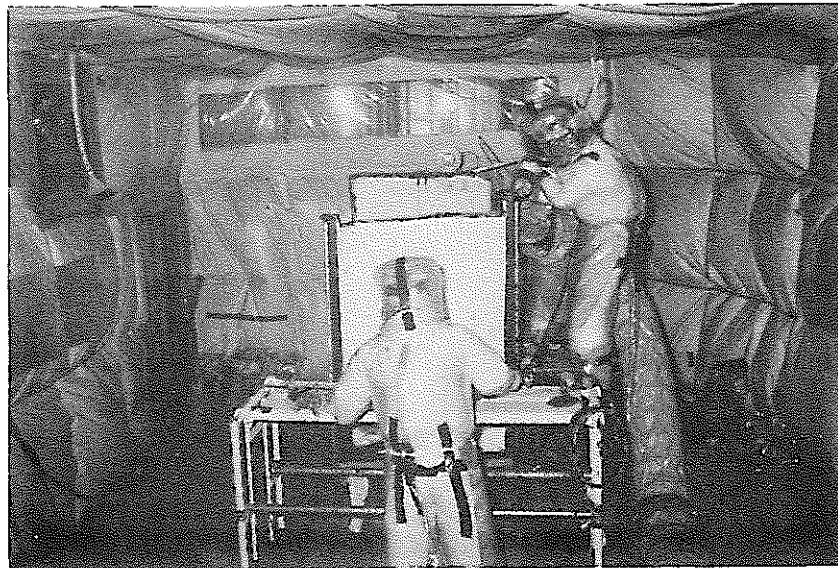


図20. 局所排気をしながらの解体作業

除染ーペイント固定が十分にできていれば、解体時、空気汚染濃度が極度に上昇することもなく、解体の作業能率が高まると考えられる。

## 5. ま と め

以上のことから，粉末系 G.B.の解体撤去のための指針を表5に示す。

表5. 粉末系グローブボックスの解体撤去のための指針

工 程	指 針	効 果
除 染	除染レベルの目標値 (unfixed… $10^3$ dpm/cm <sup>2</sup> ) (fixed… $10^2$ dpm/cm <sup>2</sup> )	工期日程の短縮 廃棄物の減容
	除染剤の希釈方法 (多価アルコールによる 希釈)	グローブボックス内負圧による 除染液の風乾防止
ペイント固定	除染困難箇所のペイント固定 (ペイントの流し込み) (2～3重 スプレー)	表面汚染の固定 解体作業時の空気汚染濃度低下
解 体	除染・ペイント固定の 不十分な箇所の切断 (切断箇所の水またはペ イントによる加湿，局 排気)	作業エリアの空気汚染濃度の上 昇防止 作業能率の向上

( ) 内は実施例

## 6. 謝 辞

本報告作成にあたり、助言していただいた放管第1課関昭雄課長、および小川巖主査に感謝します。

### 参考資料

- 1) 安中, "除染技術の実際と今後の技術課題"  
産業技術出版(1980).
- 2) 昭和54年8月~昭和54年12月  
プルトニウム燃料部第1開発室 R-125,  
G-61, 62, 63 の解体撤去 データ  
千代田メンテナンス資料より