



JAEA-Technology

2006-009



JP0650351

グローブボックス121-D及び 122-Dの解体撤去作業

Scraping Work of Gloveboxes No.121-D and No.122-D

岩井 孝 菊地 啓修 荒井 康夫

Takashi IWAI, Hironobu KIKUCHI and Yasuo ARAI

原子力基礎工学研究部門

超ウラン元素燃料挙動評価研究グループ

Research Group for Transuranium Fuel Behavior
Nuclear Science and Engineering Directorate

March 2006

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Technology
KBOUOU

本レポートは日本原子力研究開発機構が不定期に刊行している研究開発報告書です。
本レポート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下さい。

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2-4
日本原子力研究開発機構 研究技術情報部 研究技術情報課
Tel.029-282-6387, Fax.029-282-5920

This report was issued subject to the copyright of Japan Atomic Energy Agency.
Inquiries about the copyright and reproduction should be addressed to :

Intellectual Resources Section,
Intellectual Resources Department
2-4, Shirakata-shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, 319-1195, JAPAN
Tel.029-282-6387, Fax.029-282-5920

©日本原子力研究開発機構, Japan Atomic Energy Agency, 2006

グローブボックス 121-D 及び 122-D の解体撤去作業

日本原子力研究開発機構
原子力基礎工学研究部門燃料・材料工学ユニット
岩井 孝、菊地 啓修、荒井 康夫

(2006年1月25日受理)

日本原子力研究開発機構大洗研究開発センター（旧 日本原子力研究所大洗研究所）の燃料研究棟 101 号室（調製室）に設置されていた金相観察用のグローブボックス 121-D 及び 122-D の 2 台は、設置後 27 年間使用してきた。新しい研究テーマに着手するに当たり、同スペースに新たな研究設備を装備したグローブボックスの設置を計画し、当グローブボックスを解体・撤去することとした。本報告書は、グローブボックス解体撤去作業における、技術的知見、評価及び作業内容をまとめたものである。

Scraping Work of Gloveboxes No.121-D and No.122-D

Takashi IWAI, Hironobu KIKUCHI and Yasuo ARAI

Division of Fuels and Materials Engineering
Nuclear Science and Engineering Directorate
Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received January 25, 2006)

Both gloveboxes No.121-D and No.122-D for metallography were installed twenty seven years ago in the room No.101 of Plutonium Fuel Research Facility in Oarai Research Establishment of former Japan Atomic Energy Research Institute(JAERI). It was planed to scrap the old gloveboxes and build new ones for starting new research on advanced fuel. This report summarizes the scrapping work of the gloveboxes from the technical viewpoints.

Keywords: Glovebox, Plutonium, Decontamination, Scrap, Plutonium Fuel Research Facility

目 次

1. まえがき	1
2. グローブボックスの概要及び解体撤去日程	2
2.1 グローブボックスの概要	2
2.2 解体撤去日程	2
3. グローブボックスの除染	3
4. 解体撤去作業に伴う安全評価	3
4.1 放射能閉じ込め機能の確保	3
4.2 作業者の被ばく評価	4
4.3 排気筒出口における放射能濃度	5
4.4 作業安全管理	6
5. 解体撤去作業	7
5.1 作業体制	7
5.2 グローブボックスの切り離し及びグリーンハウスの設置	7
5.2.1 グローブボックスの切り離し	7
5.2.2 グリーンハウスの設置	8
5.3 グローブボックスの解体	8
5.4 グリーンハウスの解体撤去	9
5.5 廃棄物管理	9
5.6 放射線管理	9
5.6.1 放射線管理の方法	9
5.6.2 空気中放射能濃度と表面密度	10
6. まとめ	10
7. あとがき	11
謝 辞	11
参考文献	11

Contents

1. Introduction	1
2. Outline of the Gloveboxes and Plan of Scrapping Work	2
2.1 Outline of the Gloveboxes	2
2.2 Plan of Scrap	2
3. Decontamination of the Gloveboxes	3
4. Safety Evaluation of Scrapping Work	3
4.1 Confinement of Radioactivity in the Gloveboxes	3
4.2 Evaluation of Exposure	4
4.3 Evaluation of Radioactive Concentration	5
4.4 Safety Control of Work	6
5. Scrapping Work	7
5.1 System of Work	7
5.2 Separation of Gloveboxes and Setting Greenhouse	7
5.2.1 Separation of Gloveboxes	7
5.2.2 Setting Greenhouse	8
5.3 Scrapping Work of Gloveboxes	8
5.4 Scrapping Work of Greenhouse	9
5.5 Control of Radioactive Waste	9
5.6 Radiation Control	9
5.6.1 Method of Radiation Control	9
5.6.2 Radioactive Concentration in Air and Surface Density	10
6. Summary	10
7. Postscript	11
Acknowledgment	11
References	11

図・表・写真リスト

- 表 5.1 実績行程表
表 5.2 グリーンハウスの仕様
表 5.3 使用資機材一覧表
表 5.4 β ・ γ 及び α 収納容器内廃棄物一覧表

- 図 2.1 調製室（101号室）内グローブボックスの配置図
図 2.2 121-D グローブボックスの概略図
図 2.3 122-D グローブボックスの概略図
図 3.1 除染作業の流れ
図 3.2 121-D グローブボックス内の表面密度マップ
図 3.3 122-D グローブボックス内の表面密度マップ
図 4.1 調製室（101号室）内グリーンハウスの概略図
図 5.1 グローブボックス解体撤去作業手順
図 5.2 グローブボックス移動概念図
図 5.3 解体用グリーンハウス組立図
図 5.4 グリーンハウス設置概念図
図 5.5 解体廃棄物の搬出方法及び解体廃棄物容器への収納図
図 5.6 空気中放射能濃度監視用配管図

- 写真 5.1 解体前のグローブボックス
写真 5.2 グローブボックスと架台の分離
写真 5.3 グローブボックス（グリーンハウス設置前）
写真 5.4 グリーンハウスに設置した監視窓
写真 5.5 廃棄物搬出ポート
写真 5.6 グローブボックス本体の切断作業

This is a blank page.

1. まえがき

燃料研究棟は、高速炉用新型燃料の研究開発のために建設され、1974年に竣工した。順次整備されてきたプルトニウム取扱い用グローブボックスの多くは、25年以上使用されてきた。各実験室とも、新たにグローブボックスを設置するためのスペースはほとんど残されていない。今回は、新たな研究課題のために必要なグローブボックス及び設備の設置に必要なスペースを確保するため、既設のグローブボックス2台を解体撤去することにした。

燃料研究棟においては、グローブボックスの解体・撤去作業を過去にすでに3回行っていている。今回の解体・撤去作業の内容及び方法においても、過去の3回と変わるものではないが、両側を他のグローブボックスで挟まれているという狭いスペースしか確保できない条件での解体撤去作業であることが特徴である。安全を確保しながら、狭いスペースと限られた期間で作業を実施した。

今後、燃料研究棟をはじめ、プルトニウム取扱い用グローブボックスの解体撤去作業は必然的に多くなると予想される。本報告が、少しでも活用されることを期待する。

2. グローブボックスの概要及び解体撤去日程

2.1 グローブボックスの概要

解体撤去の対象となるグローブボックスは、101号室（調製室）に設置されたグローブボックス 121-D（金相試料の埋め込み、研磨用）及び 122-D（顕微鏡観察用）の2台である。これら2台のグローブボックスは、連結ポート（トランスファーポート）で連結されている。当該及び周辺のグローブボックスの配置を図2.1に、グローブボックス 121-D 及び 122-D の概略構造と仕様を、それぞれ図2.2及び図2.3に示す。

当該のグローブボックスの両側には、3台あるいは2台の連結されたグローブボックス群が設置されており、また、通路側の壁までの距離も3m程度であり、解体作業に使用できるスペースは非常に限られている。

グローブボックスの構造としては、図2.2に示す121-Dは箱型の単純な構造であるのに比べて、図2.3に示す122-Dは、中央に隔壁を有する特殊な構造となっている。

2.2 解体撤去日程

グローブボックスの解体撤去日程は、新たなグローブボックスの据付日程を考慮して設定した。解体撤去作業に先立ち、グローブボックス内部の内装機器の撤去及び除染（3.項参照）については、職員等により、予め実施した。

解体撤去作業に要する全行程日数は、27日と見込んだが、実際には作業は安全を確保した上で順調に進展し、22日間で終了した。その内訳は以下のとおりである。括弧内が、実際に要した日数である。

1) 教育訓練及び準備作業等	3日間（2日間）
2) グローブボックスの独立及びグリーンハウスの設置	11日間（8日間）
3) グローブボックスの解体撤去	6日間（6日間）
4) グリーンハウスの解体撤去	5日間（4日間）
5) 廃棄物搬出及び整理作業等	2日間（2日間）

3. グローブボックスの除染

グローブボックス本体の解体撤去作業に先立ち、グローブボックス内にある埋め込み機、研磨機、顕微鏡等を撤去し、グローブボックス内の除染を実施した。その流れを図 3.1 に示す。以下には、除染作業の手順を示す。

(1)表面のルーズ汚染の除去

①グローブボックス内表面のルーズ汚染の除去に対しては、これまでの経験に基づき剥離塗料型化学除染剤(商品名:レムパック [日本特殊塗料(株) 製] 及びアララデコン [日本環境調査研究所(株) 製])を用いた。以前はぬれウエスによる拭き取り後に使用していたが、手間がかかる上に不用な汚染拡大を避けるためである。

②グローブを全て交換し剥離塗料型化学除染剤を剥がした後、中性洗剤(商品名:D Kクリーン [アトックス(株) 製] 及びクレンザー)を染み込ませたブラシ及びウエス(商品名:D K-1 [アトックス(株) 製])により除染を行った。

除染作業後にはスミア法により汚染の測定を行い、その結果により上記①及び②の作業を繰り返し行った。特に、グローブポート、床面及び作業のしにくい箇所である隅の部分は汚染レベルが高く、重点的に除染を行った。

(2)汚染固定

①(1)の作業によっても落としきれない汚染については、スプレー式水性ペイントによる汚染固定を行った。これは、解体撤去作業時の汚染の飛散を出来る限り抑えるためであるが、なにより汚染箇所が目視できるので解体撤去作業に便利である。

②ペイント固化後、直接サーベイ法により汚染測定を行った。最終的な表面密度マップを図 3.2 及び図 3.3 に示す。汚染固定後の表面密度は、 $2\text{Bq}/\text{cm}^2$ 以下となり、十分な除染結果が得られた。

4. 解体撤去作業に伴う安全評価

グローブボックスの解体撤去作業を安全かつ円滑に進めるために、平成 7 年度に実施された「111-W 及び 112-D グローブボックスの解体撤去作業」に関する報告書(非公開:JAERI-memo 07-161) 及び平成 12 年度に実施された「グローブボックス 801-W 及び 802-W の解体撤去作業」に関する報告書(参考文献 1) を参考にして、事前の安全評価を実施した。

4.1 放射能閉じ込め機能の確保

グローブボックス本体の解体はグリーンハウスを設置し、その中で行うため、解体撤去作業により飛散する放射性物質の閉じ込めに係るグリーンハウスの機能、構造及び排気の方法について、述べる。

設置するグリーンハウスの概略を図 4.1 に示す。グリーンハウスは 3 室構造とし、汚染レベルの高い順から順次、GH-1（解体作業を行う室）、GH-2（汚染をチェックする室）、GH-3（作業者が入退出する室）と呼称する。

(1) グリーンハウス内の換気回数の確保及び負圧維持

グリーンハウスの換気は、近隣に既設の排気第 3 系統（実験室の排気に用いられている）のフードに接続して行う。GH-3 のプレフィルタから実験室内の空気を取り込み、GH-2 を経由して、GH-1 からプレフィルタ（610mm×610mm×50mm 厚さ）及び HEPA フィルタ（610mm×610mm×290mm 厚さ）を介して排気第 3 系統で排気する。グリーンハウス内の換気回数を 1 時間あたり 10 回以上確保するとともに、負圧を維持することとした。また、排気系の予備として、GH-3 から 200 角 HEPA フィルタを介して排気第 1 系統（グローブボックスの排気に用いられている）にも接続し、通常はバルブ止めをしておいた。

(2) 作業者の退出時の汚染管理

GH-1 における解体作業者が退出する場合には、GH-1 で作業装備の表面を除染し、サーベイメータによる汚染測定を行ってから、GH-2 で装備を脱着し身体の汚染測定を行い、最後はグリーンハウス外に出る前に GH-3 で身体の汚染測定を行い、汚染のないことを確認して退出する。このように、グリーンハウスを 3 室構造にし、二重三重の汚染チェックを行うことにより、実験室への汚染拡大を防止する。

(3) グリーンハウス障壁の多重化と強度維持

グリーンハウスの障壁を多重化することにより、グリーンハウスの気密性を高めて汚染の漏洩を防止する。特に汚染レベルが高くなることが予想される GH-1 は、多重化が不可欠である。また、負圧を維持するためには、その負圧に耐えられる強度を有する材料を障壁に使用するとともに、適切な構造となるように考慮しなければならない。

4.2 作業者の被ばく評価

(1) 作業者の外部被ばく評価

現状のグローブボックスの表面線量当量率は $1 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 以下である。解体撤去作業は 20 日を予定しており、1 日の作業時間は 5 時間であることからこれを累積すると 0.1mSv となる。これは放射線業務従事者の実効線量限度 ($50\text{mSv}/\text{年}$) を十分下まわることから作業者の外部被ばく上の問題はない。

(2) 作業者の内部被ばく評価

図 3.2 及び図 3.3 に除染後の汚染マップを示す。この測定結果から残存するプルトニウムの量及びグローブボックスの表面密度を算出する。算出された値を用いてグリーンハウス内の空气中の放射能濃度及び作業者の内部被ばくを評価する。なお、 α 放射能は、全てが Pu-239 として評価する。

1) グリーンハウス (GH-1) 内の空气中放射能濃度

グリーンハウス内の空气中放射能濃度 (C) を (1) 式により求める。

$$C (\text{Bq}/\text{cm}^3) = (S \times a \times q) / (V \times N \times T) \quad (1)$$

ここで、

S : 除染後のグローブボックスの表面密度 (Bq/cm ²)	= 40 (最大値を採用)
a : 1日当たりの切断面積 (cm ²)	= 7.2 × 10 ⁴
q : 切断時の飛散率	= 2 × 10 ⁻⁴ [参考文献 2]
V : GH-1 の容積 (cm ³)	= 3.7 × 10 ⁷
N : GH-1 の換気回数 (回/時間)	= 10
T : 1日の平均作業時間 (時間)	= 5

注) 1日当たりの切断面積は、2台のグローブボックスの切断作業に5日間かかるものとする。グローブボックスの寸法(cm)は、121-Dが幅225×高さ90×奥行き100で、122-Dが幅175×高さ90×奥行き100(中に仕切り板あり)である。切断片の大きさを約15×50(cm)とし、切断巾を1cmとする。また、余裕度を20として計算すると次のようになる。

[121-Dの切り落とし面積]

$$\{[(225 \times 100 \times 2) + (225 \times 90 \times 2) + (100 \times 90 \times 2)] / (15 \times 50)\} \times [(15 + 50) \times 1] \times 20 = 179400 \text{ (cm}^2\text{)}$$

[122-Dの切り落とし面積]

$$\{[(175 \times 100 \times 2) + (175 \times 90 \times 2) + (100 \times 90 \times 4)] / (15 \times 50)\} \times [(15 + 50) \times 1] \times 20 = 177700 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{合計 } (179400 + 177700) = 3.57 \times 10^5 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$1\text{日当たり } (3.57 \times 10^5) / 5 = 7.2 \times 10^4 \text{ (cm}^2\text{)}$$

従って、グリーンハウス内の空气中放射能濃度は、

$$\begin{aligned} C \text{ (Bq/cm}^3\text{)} &= (40 \times 7.2 \times 10^4 \times 2 \times 10^{-4}) / (3.7 \times 10^7 \times 10 \times 5) \\ &= 3.2 \times 10^{-7} \end{aligned}$$

グリーンハウス内の空气中放射能濃度は、 $3.2 \times 10^{-7} \text{ Bq/cm}^3$ となり、法令で定める放射線業務従事者に係わるPu-239の空气中濃度限度($7 \times 10^{-7} \text{ Bq/cm}^3$)を超えないとい推定される。しかし、GH-1内における解体作業中の呼吸保護具は、安全性及び作業性を考慮してエアライン全面マスクとする。

2) 作業者の内部被ばく

前項の条件下で、グリーンハウス内の空气中放射能濃度が法令で定める放射線業務従事者に係わるPu-239の空气中濃度限度を超えないことから、作業者の内部被ばく上の問題はない。

4.3 排気筒出口における放射能濃度

グリーンハウスの空気は、グリーンハウス排気系HEPAフィルタでろ過後、既設の排気第3系統のHEPAフィルタ(2段)を経由して、スタックから大気中に放出される。

ここでは、既設の排気第3系統の2段のHEPAフィルタによって放射能が捕集されるものとして、グローブボックス解体作業による1日(作業時間5時間)の排気筒出口における放射能濃度(C)を(4)式から以下の条件で評価する。

$$C \text{ (Bq/cm}^3\text{)} = \{(S \times A \times q) / (V \times t)\} \times \eta \quad (4)$$

ここで、

$$S : グローブボックスの表面密度 (Bq/cm³) = 40 (最大値を採用)$$

$$A : 1\text{日当たりの切断面積} (\text{cm}^2) = 7.2 \times 10^4$$

$$q : \text{切断時の飛散率} = 2 \times 10^{-4}$$

$$V : \text{スタック排気風量} (\text{cm}^3/\text{時間}) = 1.9 \times 10^{10}$$

$$t : \text{排風機運転時間} (\text{時間}) = 5$$

$$\eta : \text{フィルタの捕集効率} = 99.99\% \text{ (HEPAフィルタ 2段)}$$

従って、

$$\begin{aligned} C (\text{Bq}/\text{cm}^3) &= \{(40 \times 7.2 \times 10^4 \times 2 \times 10^{-4}) / (1.9 \times 10^{10} \times 5)\} \\ &\quad \times \{1 - (99.99/100)\} \\ &= 6.1 \times 10^{-13} \end{aligned}$$

評価の結果、排気筒出口における放射能濃度は、法令で定める周辺監視区域外における Pu-239 の空気中の 3 カ月間の平均濃度限度 ($3 \times 10^{-9} \text{Bq}/\text{cm}^3$) と比較しても、放出時において十分低い値であり、環境に与える影響は無視できる。

4.4 作業安全管理

(1) 人身災害の防止

高所における作業、重量物運搬作業、機械工具を用いた切断作業については、安定した足場の確保、適切な保護具の着用等の措置を講じ、作業者の安全を図る。

(2) 火災の防止

G H - 1 内では防火加工したシートを使用し、切断には火花、切断片の飛散の少ない工具を使用するとともに、被切断物の周囲に可燃物を置かない。また、必要に応じて防護壁を設け、消火器を用意する。

(3) エアライン全面マスク用供給エアの確保

G H - 1 内の作業者はエアライン全面マスクを着用して解体作業を実施する。エアライン全面マスクは全面マスクに空気供給ラインを接続したものであるが、空気供給系に異常が発生した場合には自力で呼吸できる構造となっている。

(4) 緊急時の対応

緊急時の対応は、大洗研究所核燃料物質使用施設等保安規定、大洗研究所放射線安全取扱手引、燃料研究棟本体施設使用手引、燃料研究棟施設事故現場活動班活動手引等に基づいて行う。

(5) 作業者に対する保安教育訓練

1) 放射線業務従事者教育訓練

役務作業者に対しては、作業開始前に放射線従事者手帳の教育歴の項を確認するとともに、当該作業に関する保安教育を実施する。

①燃料研究棟への出入り管理

②グローブボックス等の解体作業における注意事項

③放射線管理上の注意事項

④放射線防護具の着脱訓練

⑤緊急時の処置要領

⑥発生する可燃性廃棄物の安全対策

2) 作業手順の確認

毎日の作業開始前に、役務作業者を含む作業担当者が、その日の作業内容及び作業手順を確認する。

5. 解体撤去作業

解体撤去するグローブボックスの外観写真を写真 5.1 に示す。また、グローブボックスの除染を含めた本解体撤去作業の手順を図 5.1 に示す。

以下に、解体撤去に係る一連の作業内容、廃棄物管理及び放射線管理について記述する。

5.1 作業体制

グローブボックス内の内装機器の撤去及び除染については、新型燃料燃焼研究グループ（当時）及びプルトニウム技術開発室（当時）が協力しながら実施した。

解体撤去作業は、特定施設（給排気運転管理）及び放射線管理施設（放射線管理）の担当者と打合せを行い、助言及び指導を得ながら実施した。請負業者については、事前に作業手順、安全対策等について綿密に打合せを実施するとともに、作業開始前及び作業終了時には必ずミーティングを行った。また、週間作業予定表及び作業日報を提出させた。

解体撤去作業には、常に職員が立合い、情報の共有化と安全確保を行った。

5.2 グローブボックスの切り離し及びグリーンハウスの設置

除染及び汚染固定作業が完了した 2 台のグローブボックス本体の解体撤去作業の実績行程を表 5.1 に示す。作業エリアを養生した後、グローブボックスの附帯設備（照明器具等）を取り外した後、グローブボックスを排気系統から切り離した。次に 2 台のグローブボックスを連結しているポートのフランジ部を、ビニルバッグで囲ったクローズド法で外して、それぞれのグローブボックスを独立させた。その上で、グローブボックスを取り囲む形でグリーンハウスを設置した。以下に、それぞれの作業の詳細を述べる。

5.2.1 グローブボックスの切り離し

グローブボックスを切り離す前に、電気配線、アルゴンガス配管、照明器具等の附帯設備を撤去した。

排気第 1 系統（グローブボックス排気系）の排気ダクトとグローブボックスの排気系高性能エアフィルタまでの配管を撤去した。排気ダクトと配管の切り離しは接続フランジ部においてクローズド法により行い、切り離し後の排気ダクト側フランジには閉止板を取り付けた。また、配管側にはビニールバックによる溶封処理を行った。撤去後の排気系高性能エアフィルタの端末はビニールバックの溶封処理と閉止バルブ操作により密閉した（図 5.2 参照）。

切り離されたグローブボックスは給気系の高性能エアフィルタを介して息つきをさせることにより、温度変化等によるグローブボックス内圧の変化に対応させた。

グローブボックスの側壁にアングルを溶接して昇降装置を取付け、グローブボックスを移動が可能な状態にした。2 台のグローブボックスをつなぎ合わせているフランジ部をクローズド法に

より切り離した。

昇降装置を操作して、グローブボックスの下の架台を取り去り、グローブボックス本体を床面に降ろした。(写真 5.2 及び写真 5.3 参照)

5.2.2 グリーンハウスの設置

グリーンハウスは GH-1, GH-2 及び GH-3 の 3 室構造とし、101 号室に設置した。グリーンハウスの仕様を表 5.2、概念図を図 5.3 及び設置の概略図を図 5.4 に示す。

1) グリーンハウス骨組みの組み立て

鋼管及びジョイントを用いてグリーンハウスの骨組みを組み立てた。

2) シートの取付け

GH-1 から GH-3 まで順番に、骨組みにシートをロープで取り付けた。

GH-1 は 0.2 mm 厚の酢酸ビニール製シートの 2 重張りとした。

GH-2 は 0.2 mm 厚の酢酸ビニール製シート 1 重張りとした。

GH-3 は 0.2 mm 厚の酢酸ビニール製シート 1 重張りとした。

3) グリーンハウス床面の養生

グリーンハウス床面全体に酢酸ビニール製シートを敷き、グリーンハウスの裾をテープで固定した。さらに、GH-1 内の床にはベニヤ板及び 0.3 mm 厚のターポリンシートを敷いた。

4) パネル類の取付け

GH-1 に解体物搬出ポート、廃棄物搬出ポート及び監視窓を取り付けた。(写真 5.4 及び写真 5.5 参照)

5) モニタリング機器の取付け

GH-1 の 2 カ所に、GH-2 内、GH-3 内及びグリーンハウス外の各 1 カ所にダストサンプリング端を設置し、空気汚染をチェックすることとした。

6) 排気系の取付け

グリーンハウス内を換気するために、プレフィルタ (610 mm × 610 mm × 50 mm) 1 段、高性能エアフィルタ (610 mm × 610 mm × 290 mm) 1 段からなる排気系を接続した。

グリーンハウスの排気は排気第 3 系統の排気グルリに接続して行った。各グリーンハウスの入口にプレフィルタを取り付け、GH-3 から GH-1 に空気が流れ、1 時間当たり 10 回以上の換気回数を維持できるようにした。なお、排気系の予備として排気第 1 系統に 200 角高性能エアフィルタを介して排気系を準備した。

5.3 グローブボックスの解体

グローブボックスの解体は次の手順で行った。

- 1) グローブボックスの給排気系 (フィルタ、配管等) を切断する。配管内部等の除染が困難であった箇所に対しては汚染拡大防止措置を施した。切断工具はチップソー、バンドソー等を用いた。グローブボックス下部及び切断場所周辺を防火シートで覆った。
- 2) グローブボックスの窓 (アクリル樹脂製) を切断した。この場合、汚染固定措置を十分行えなかつた、グローブボックスへの固定部分及びグローブポート固定部分は外さない状態のまま切断した。

3) グローブボックス本体（ステンレス鋼製 4 mm 厚）をバンドソー等で約 150 mm × 500 mm の大きさに細断した。切斷作業は上部から下部に向けて進めた。（写真 5.6 参照）
解体撤去作業に使用した資材の内訳を表 5.3 に示す。GH-1 内の作業は、タイベックス 2 重、ゴム手袋 4 重の重装備で行ったため、多数の資材を要した。

5.4 グリーンハウスの解体撤去

上記の作業終了後グリーンハウス内の汚染検査を行い、必要ならば除染した。汚染検査終了後解体撤去し、汚染の度合いにより α 廃棄物又は $\beta \cdot \gamma$ 廃棄物として取り扱った。

なお、グリーンハウス解体時の飛散による汚染拡大を防止するため、GH-1 の内張りテントにペイント固定処理を実施した。

5.5 廃棄物処理

グローブボックスの解体で発生した廃棄物は廃棄物管理施設において処理・処分される。本作業においては廃棄物保管容器に収納し、廃棄物管理施設へ搬出するまでの作業を行った。

グリーンハウスの解体物搬出ポートにビニールバックを取付け、その外側にもう一重のビニールバックを被せ保管容器に入れた。グリーンハウス内部の解体物搬出ポートのビニールバック内に保管容器用受け容器を入れ、廃棄する切断片等をその中に収した（図 5.5 参照）。収納後ビニールバックを溶封し、切り離した後保管容器の蓋を取り付けた。

この解体で発生した廃棄物の量は、廃棄物収納容器の α 固体（不燃）廃棄物が 18 缶、 $\beta \cdot \gamma$ 固体（不燃）廃棄物が 1 缶であった。それぞれの収納物を表 5.4 に示す。また、カートンボックスでは、 α 固体（不燃）廃棄物が 60 個、 α 固体（可燃）廃棄物が 43 個、 $\beta \cdot \gamma$ 固体（不燃）廃棄物が 13 個、 $\beta \cdot \gamma$ 固体（可燃）廃棄物が 57 個であった。

5.6 放射線管理

今回のグローブボックス解体撤去作業の放射線管理に係る作業体制、放射線管理機器の配置、作業者の放射線管理、解体撤去作業時の空気中放射能濃度及び表面密度について以下に記述する。

5.6.1 放射線管理の方法

(1) 作業体制

本解体撤去作業における放射線管理は、原研側（当時）放射線管理課員（放管員）1 名と作業担当会社の放射線管理担当者 1 名の、計 2 名で行われた。解体作業中の放射線管理は、作業環境における空気中放射能濃度、作業者の身体汚染及び作業場所とその周辺の表面汚染の測定である。作業担当会社の放射線管理担当者は、退出作業者の身体サーベイ、グリーンハウス内部及び周辺の汚染検査、廃棄物搬出作業時の汚染検査、フィルタろ紙の交換及びダストモニタの監視を担当した。

(2) 放射線管理危機の配置

今回の解体撤去作業における放射線管理機器等を、図 5.6 に示すように配置した。解体作業を行う GH-1 には、排気ポートのフィルタ前、作業場所、廃棄物搬出ポート付近の計 3ヶ所でモニタリングした。GH-2 及び GH-3 においては、グリーンハウス内及び GH-3 入口でモニタリングした。

(3)作業者の放射線管理

解体作業者は、エアライン全面マスク等の放射線防護具及び防護衣を装着して 101 号室の出入口ドアから入り、グリーンハウス GH-3 の入退室口を通り、さらに GH-2 を経由して GH-1 に入室し、グローブボックスの解体作業を行う。作業終了後は、GH-1 のエリアで濡れウエスにより放射線防護具及び防護衣の表面を除染してからアノラックスーツ等を脱着し、身体汚染検査により汚染のないことを確認して GH-2 エリアに入る。GH-2 エリアでタイベックスーツ等を脱着し、GH-3 エリアで全面マスクを脱着してから再度身体汚染検査を行い、汚染のないことを確認してから GH-3 から退室する。最後にハンドフットクロスモニタにより汚染検査を行い、作業者の放射線管理を図った。

5.6.2 空気中放射能濃度と表面密度

エアライン全面マスクの着用限度は、 $7.0 \times 10^{-4} \text{Bq}/\text{cm}^3$ であるが、この値はもちろん、解体作業中の GH-1 の空気中放射能濃度は、事前評価（4.2 項参照）で予想した $3.2 \times 10^{-7} \text{Bq}/\text{cm}^3$ という値に達することもなかった。また、作業環境として設けた管理基準は、GH-1 については $2.0 \times 10^{-5} \text{Bq}/\text{cm}^3$ 、GH-2 については $2.0 \times 10^{-6} \text{Bq}/\text{cm}^3$ 、GH-3 は検出下限濃度としたが、この値も超えなかった。しかし、グローブボックス本体の解体作業は予定通り、エアライン全面マスクにアノラックスーツを着用して行った。

表面密度については、管理基準として、GH-1 で $40 \text{Bq}/\text{cm}^2$ 、GH-2 で $4 \text{Bq}/\text{cm}^2$ 、GH-3 では検出下限密度未満としたが、作業期間中の最大値で GH-1 において $1.14 \text{Bq}/\text{cm}^2$ 、GH-2 及び GH-3 では検出下限密度未満であった。

6.まとめ

今回のグローブボックス解体撤去作業では、解体の手順を十分検討し、グリーンハウス内の空気中放射能濃度及び表面密度を十分低いレベルに維持することができたこともあり、日程的には予定より早く順調に実施することができた。今回の作業を通じて新たに得られた知見は以下のとおりである。

- (1) 解体前のグローブボックスの除染を十分行うとともに、スプレー式のペイントで汚染を固定することにより、解体作業中の放射性物質の飛散を相当防止することができる。
- (2) グローブボックス本体の切断時において、事前の除染で放射性物質を除去し切れなかった箇所の切断を制限することで、解体作業中の放射性物質の飛散を相当防止することができる。具体的にはグローブポートについては、窓パネルについたままで切断は行わなかった。また、窓パッキンは予め窓パネルに粘着テープで貼り付け、窓パネルの切断時に放射性物質が飛散することを防止した。

7. あとがき

燃料研究棟が建設整備されて約 30 年近く経過した。グローブボックスは、いずれ老朽化や研究開発テーマの改廃に伴い解体撤去することになる。そのためにも、今回の解体撤去作業を通じて得られた知見や技術を継承していくことが必要である。なお、本解体撤去作業を直接実施した業者はアトックス㈱である。

謝辞

グローブボックス解体撤去作業の遂行に対して尽力をいただいた燃料研究棟関係者の関係各位、区域放射線管理係の関係各位に深く感謝いたします。

参考文献

- (1) 大内正市 他「グローブボックス 801-D 及び 802-D の解体撤去作業」 JAERI-Tech 2002-026 (2002)
- (2) 泉幸男 他「照射燃料切断時における FP の飛散率とサンプリング用捕集材の捕集効率」保健物理 Vol.3,p295-299(1978)

表5.1 実績工桯表

JAEA-Technology 2006-009

No	作業項目	作業期間												11月												12月																				
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
		火	水	木	金	土	日	火	水	木	金	土	日	火	水	木	金	土	日	火	水	木	金	土	日	火	水	木	金	土	日	火	水	木	金	土	日									
1	作業者手前教育																																													
2	準備作業																																													
	・資材搬入																																													
	・作業エリア養生																																													
3	・置換用A-Iガス配管撤去及び接続用バルブ取付																																													
4	グローブボックス独立																																													
	・付帯設備撤去																																													
	・排気設備切り離し																																													
	・グローブボックス分離																																													
	・グローブボックス架台撤去																																													
	・グローブボックス解体																																													
5	解体用GH設置																																													
	・床面養生																																													
	・骨組み組立																																													
	・GH(テント)取付																																													
	・付帯設備設置(監視窓、搬出ホート、排気ホート他)																																													
	・駆目直し																																													
6	GH入退室訓練																																													
7	グローブボックス解体																																													
8	解体用GH内整埋除染・ベント固定																																													
	・GH(テント)解体、骨組み撤去																																													
9	撤去後床補修																																													
10	後片付付(廢棄物整理、資材搬出)																																													

備考

■:計画 □:実績

表 5.2 グリーンハウスの仕様

基本構造	GH-1、GH-2、GH-3 の 3 室構造とする。
材質（本体）	<p>床面全体に酢酸ビニル製シートを敷く。</p> <p>GH-1 : 0.2mm 厚の酢酸ビニル製シート 2 重張り</p> <p>床面にベニヤ板及び 0.3mm 厚のターポリンシートを敷く。</p> <p>GH-2 : 0.2mm 厚の酢酸ビニル製シート 1 重張り</p> <p>GH-3 : 0.2mm 厚の酢酸ビニル製シート 1 重張り</p>
ドア	ファスナー式
排気ポート	15mm 厚の塩化ビニル製
解体物搬出ポート	4mm 厚の鉄鋼製
廃棄物搬出ポート	15mm 厚の塩化ビニル製
監視窓	3mm 厚の透明塩化ビニル製
概略寸法	<p>GH-1: 幅 2.8m × 奥行き 4.6m × 高さ 2m</p> <p>GH-2: 幅 1.5m × 奥行き 1.8m × 高さ 2m</p> <p>GH-3: 幅 1.5m × 奥行き 1.8m × 高さ 2m</p>
排気設備	<p>各グリーンハウスの境界にプレフィルタを設置する。空気の流れを、 GH-3→GH-2→GH-1 となるようにする。</p> <p>GH-1 の空気は、仮設の排気設備であるプレフィルタ 1 段、HEPA フィルタ 1 段を経て、排気第 3 系統の排気グリルに接続する。</p> <p>グリーンハウス内は、常時負圧に維持し、1 時間当たり 10 回以上の換気回数を確保する。</p>

表 5.3 使用資機材一覧表

1. 放射線防護資材

No.	品名	数量	備考
1	タイベックスーツ	120 着	
2	アノラックススーツ	40 着	上下
3	オーバーシューズ	70 足	
4	フットカバー	70 足	
5	シューズカバー	200 足	
6	マスクカバー（全面マスク用）	25 枚	
7	マスクカバー（エアラインマスク用）	35 枚	
8	ゴム手袋	80 ダース	
9	綿手袋	50 ダース	
10	紙ウエス	30 束	
11	ポリ袋（カートン袋）	300 枚	

2. 資機材（電動工具類及び手工具）

No.	品名	数量	備考
1	バンドソー	1 台	放射性廃棄物として処理
2	バンドソー替え刃	15 枚	放射性廃棄物として処理
3	チップソー	1 台	放射性廃棄物として処理
4	チップソー替え刃	15 枚	放射性廃棄物として処理
5	ベビーサンダー	1 台	
6	ベビーサンダー替え刃	4 枚	
7	ティグ溶接機	1 台	
8	高周波ビニル溶着機	2 台	貸与
9	手付き PVC バッグ	5 袋	
10	GB 昇降装置	1 式	
11	エア一分配器	1 台	
12	αシチレーションサーベイメータ	2 台	貸与
13	GM 管サーベイメータ	1 台	貸与
14	ダストモニタ	3 台	貸与
15	200 リットルドラム缶（内容器付）	18 本	
16	モンキーレンチ	3 丁	
17	スパナレンチセット	1 組	
18	メガネレンチセット	1 組	
19	ボックスレンチセット	1 組	
20	パイプレンチ	2 丁	
21	ニッパ	2 丁	
22	ペンチ	2 丁	
23	ドライバー	6 本	

表 5.4 $\beta \cdot \gamma$ 及び α 収納容器内廃棄物一覧表

No.	種類	内容物	総重量 (kg) *	容器表面 線量当量率 (μ Sv/h)
1	$\beta \cdot \gamma$	排気ダクト (SUS 製) グローブボックス押さえ板 (SUS 製)	72	0.3
2	α	差圧計、微圧計、排気ダクト (SUS 製) 銅管	80	0.3
3	α	アクリル板、グローブポート(ベーグライト)	55	0.3
4	α	アクリル板、グローブポート(ベーグライト)	50	0.3
5	α	微圧計、アクリル板、搬入ポート蓋 (SUS 製)、 グローブポート(ベーグライト)	70	0.3
6	α	グローブボックス本体 (SUS 製)	80	0.3
7	α	グローブボックス本体 (SUS 製)、切断刃、 単管パイプ (SS 製)、クランプ、ベース (SS 製)	90	0.3
8	α	グローブボックス本体 (SUS 製)	160	0.3
9	α	グローブボックス本体 (SUS 製)、切断粉、 切断刃	100	0.3
10	α	アクリル板、グローブポート(ベーグライト)	60	0.3
11	α	アクリル板、グローブポート(ベーグライト) グローブボックス押さえ板 (SUS 製)	55	0.3
12	α	グローブボックス本体 (SUS 製)、切断粉、 切断刃、架台 (SS 製)	80	0.3
13	α	グローブボックス本体 (SUS 製)、アクリル板、 グローブポート(ベーグライト)、切断刃	105	0.3
14	α	グローブボックス本体 (SUS 製)、 単管パイプ (SS 製)、切断刃	100	0.3
15	α	グローブボックス本体 (SUS 製)、切断刃、 アクリル板、グローブポート(ベーグライト)、クランプ、 ベース (SS 製)、切断粉	125	0.3
16	α	グローブボックス本体 (SUS 製)、吹き出し配管 (SUS 製)、電動工具	85	0.3
17	α	グローブボックス内装機器 (天秤、研磨機等)	70	1.0
18	α	グローブボックス内装機器 (研磨機等)	80	0.7
19	α	グローブボックス内装機器 (埋込器等)	90	3

*総重量のうち、容器重量は約 30kg である。

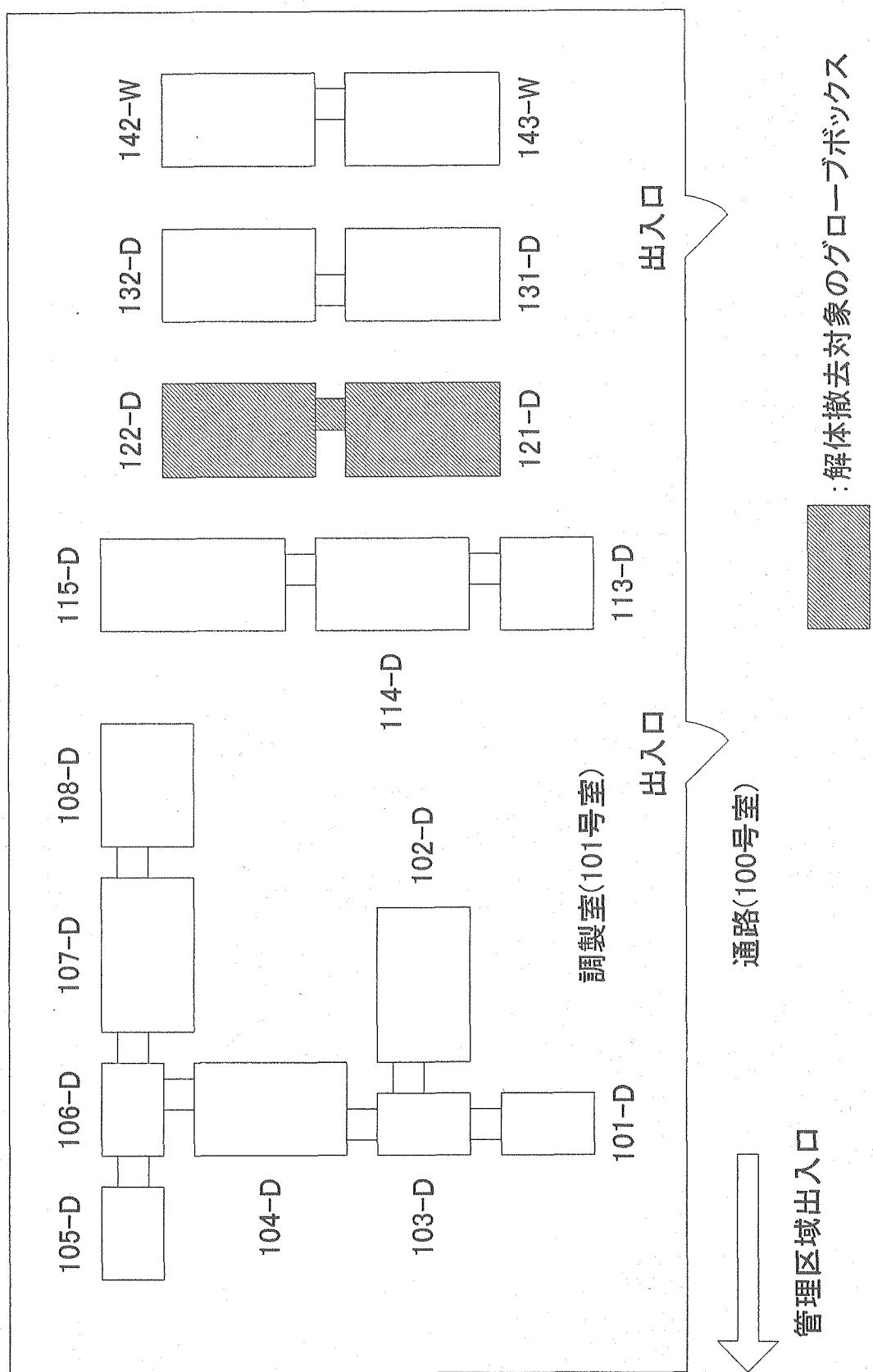


図2.1 調製室(101号室)内グローブボックスの配置図

121-Dグローブボックスの仕様

JAEA-Technology 2006-009

主要寸法(mm)	2250L × 1000W × 900H
材質:	本体 窓面 グローブポート グローブ 配管 架台 SUS304(4mmt) アクリル樹脂(10mmt) ベーカライト樹脂(24個) ネオプレンゴム(12双) ステンレス鋼 普通鋼
付属機器	

The diagram illustrates the 121-D glovebox. It features a large rectangular body with a windowed front panel. On the front panel, there are two circular glove ports and one rectangular connect port. A small rectangular item inlet/outlet port is located at the bottom left. The internal structure is shown with a dashed line, revealing a grid of circular holes for piping. Arrows point from the labels to their respective parts: 窓面 points to the front panel, グローブポート points to the circular ports, 連結ポート points to the rectangular port, 架台 points to the stand, and 物品搬出入口 points to the bottom port.

図2.2 121-Dグローブボックスの概略図

122-Dグローブボックスの仕様

主要寸法(mm)	1750L × 1000W × 900H
材質:	本体 SUS304(4mm) アクリル樹脂(10mm) グローブポート ベークライト樹脂(16個) グローブ ネオプレンゴム(8双) 配管 ステンレス鋼 架台 普通鋼
付属機器	

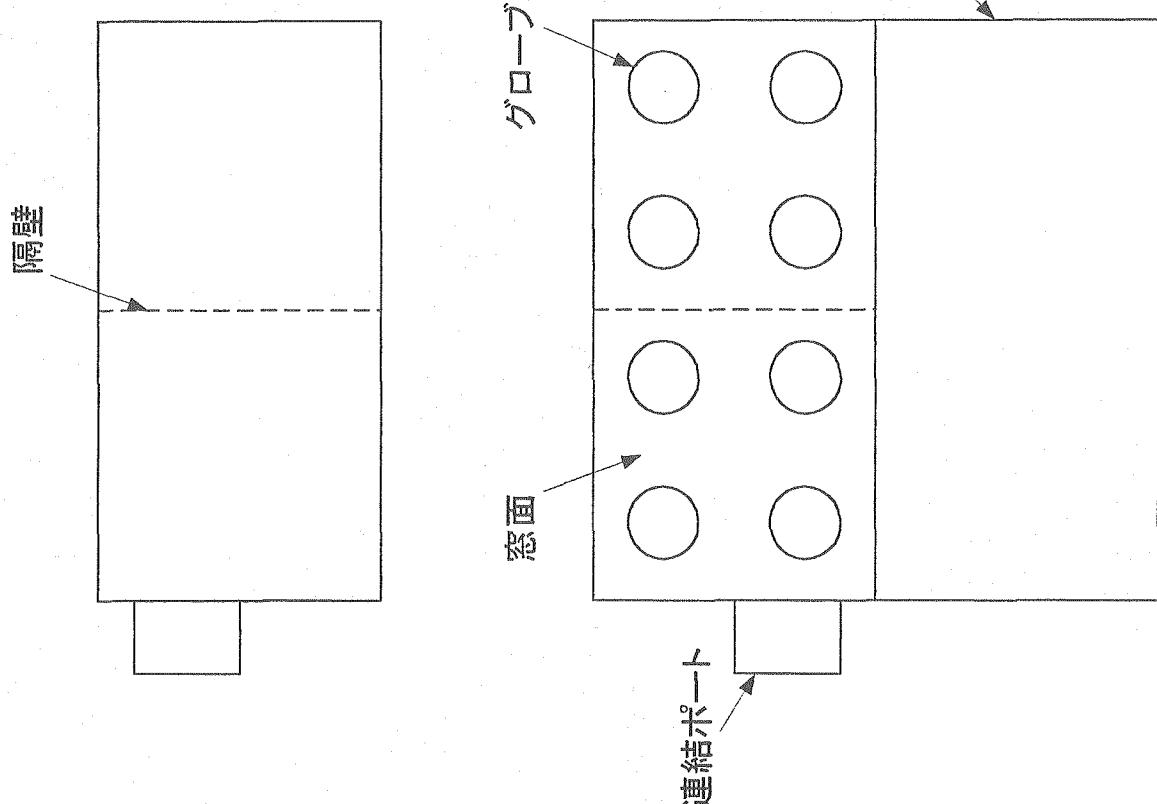


図2.3 122-Dグローブボックスの概略図

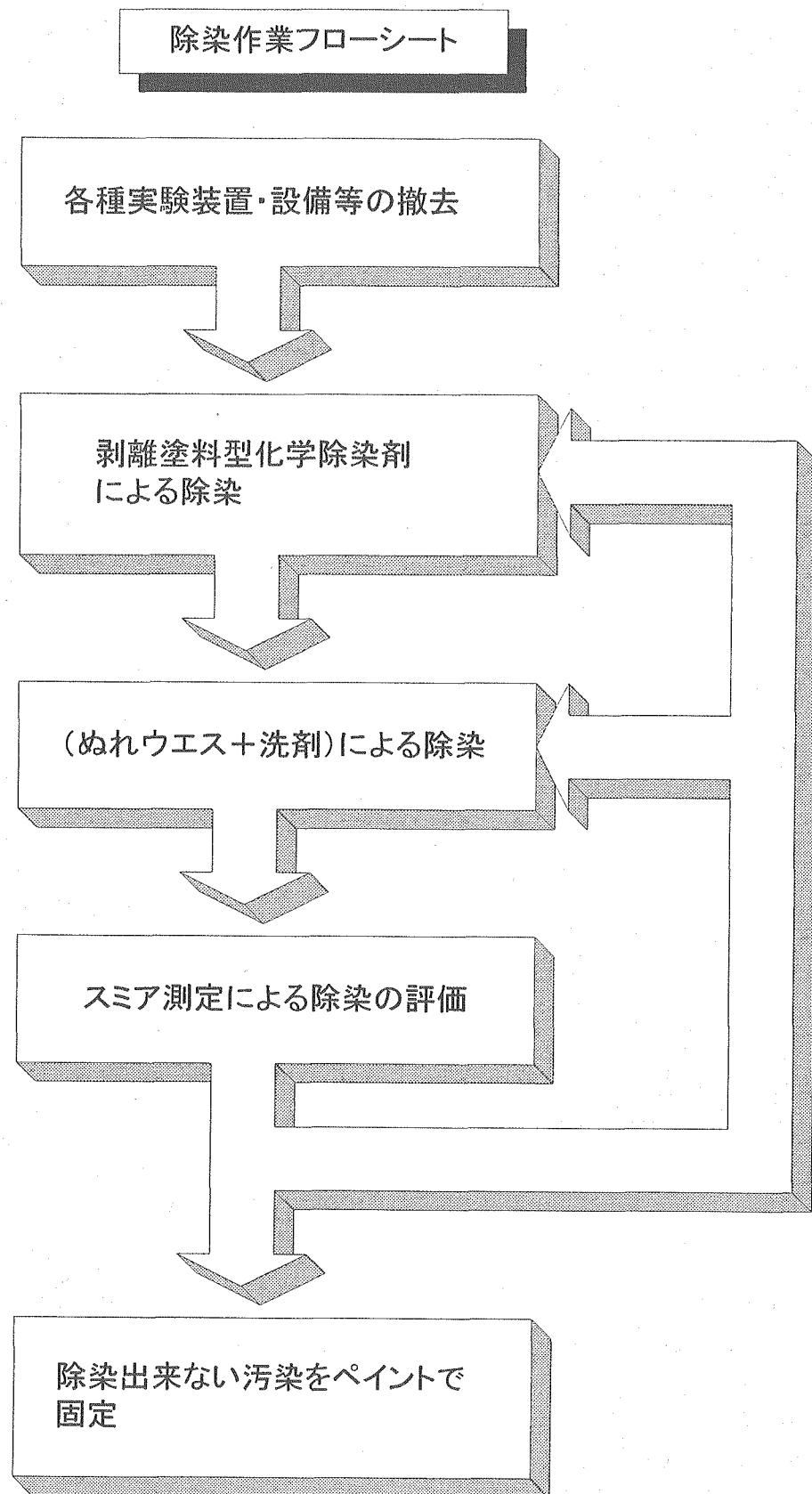
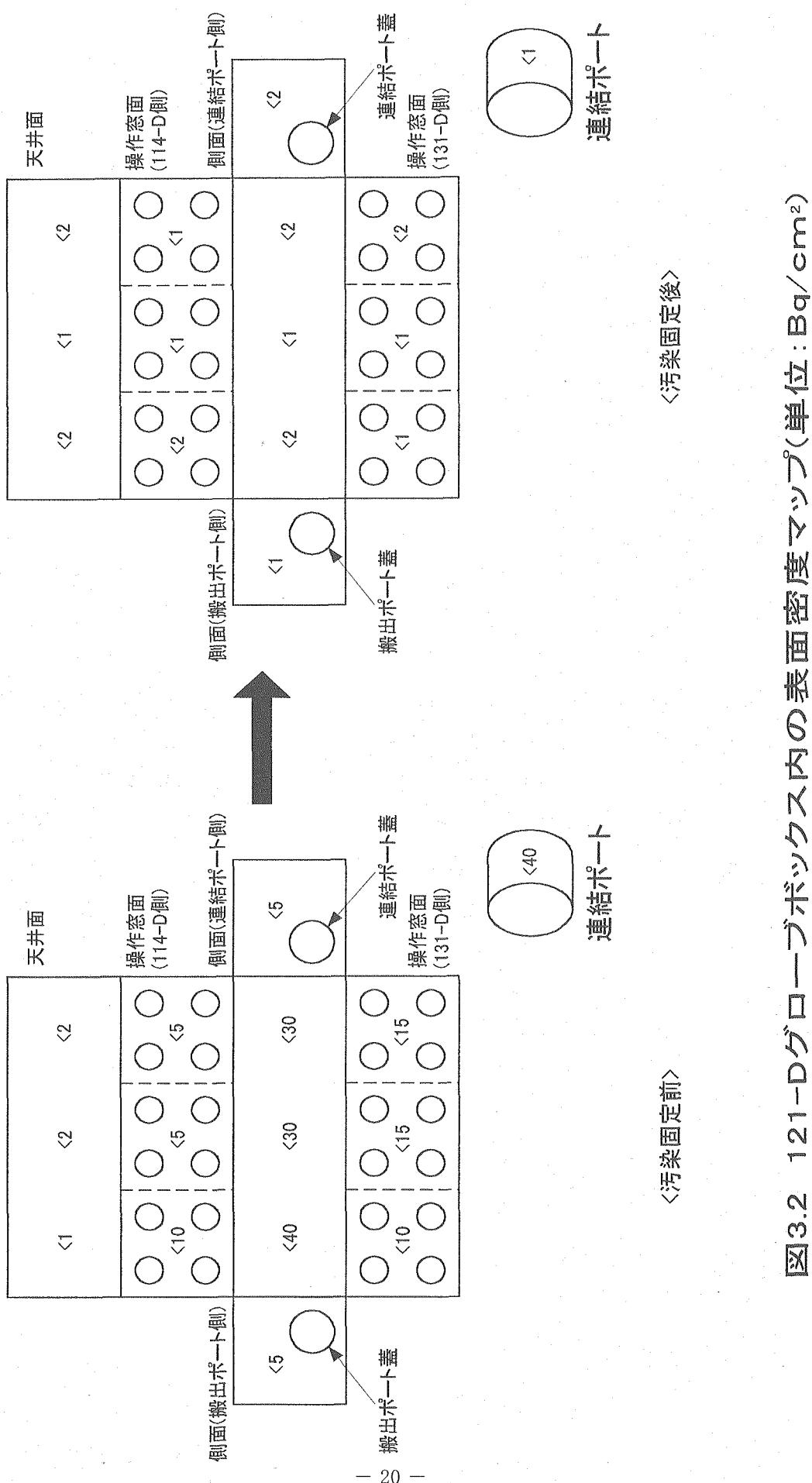


図3.1 除染作業の流れ

図3.2 121-Dグローブボックス内の表面密度マップ(単位:Bq/cm²)

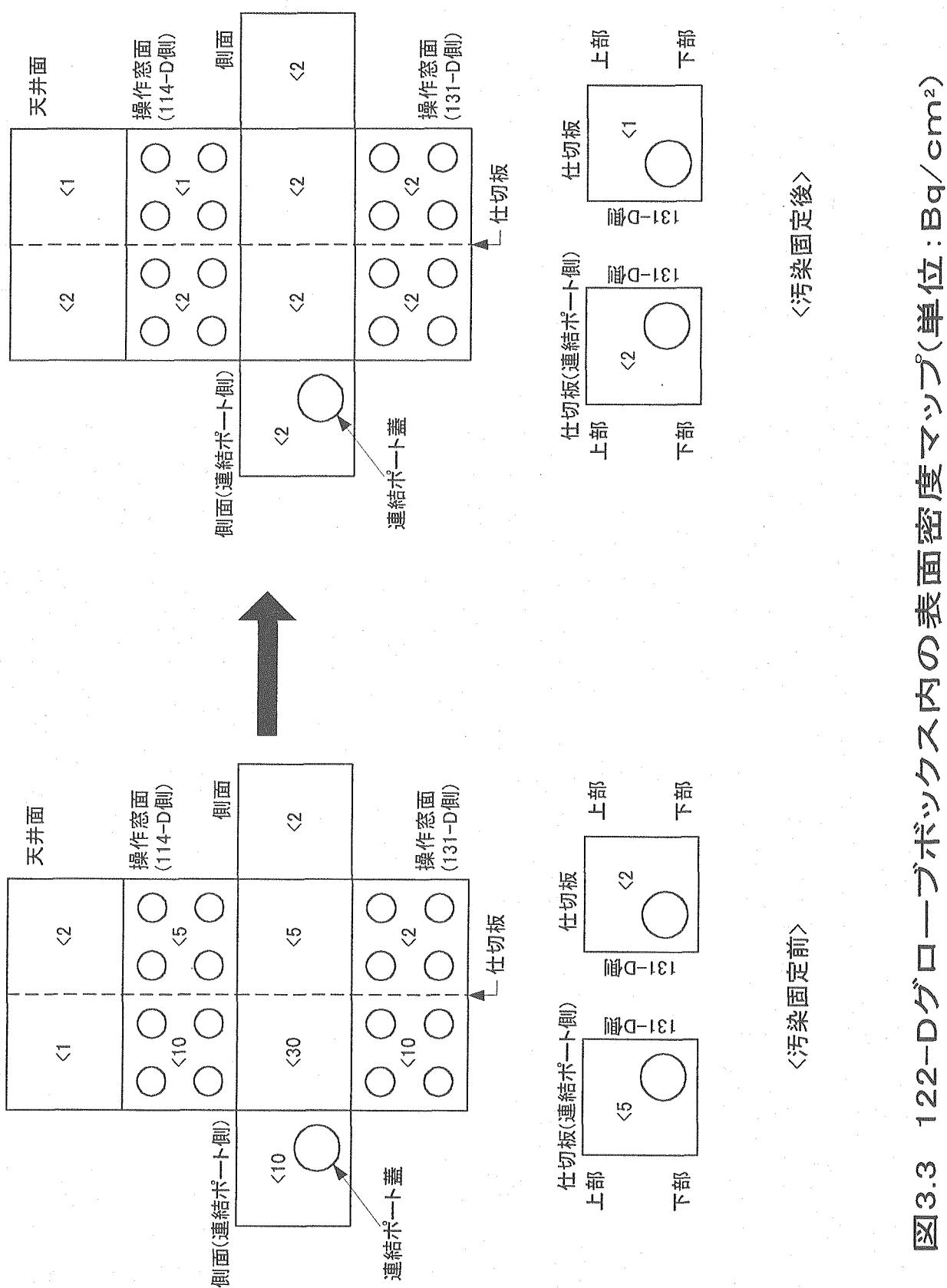


図3.3 122-Dグローブボックス内の表面密度マップ(単位: Bq/cm²)

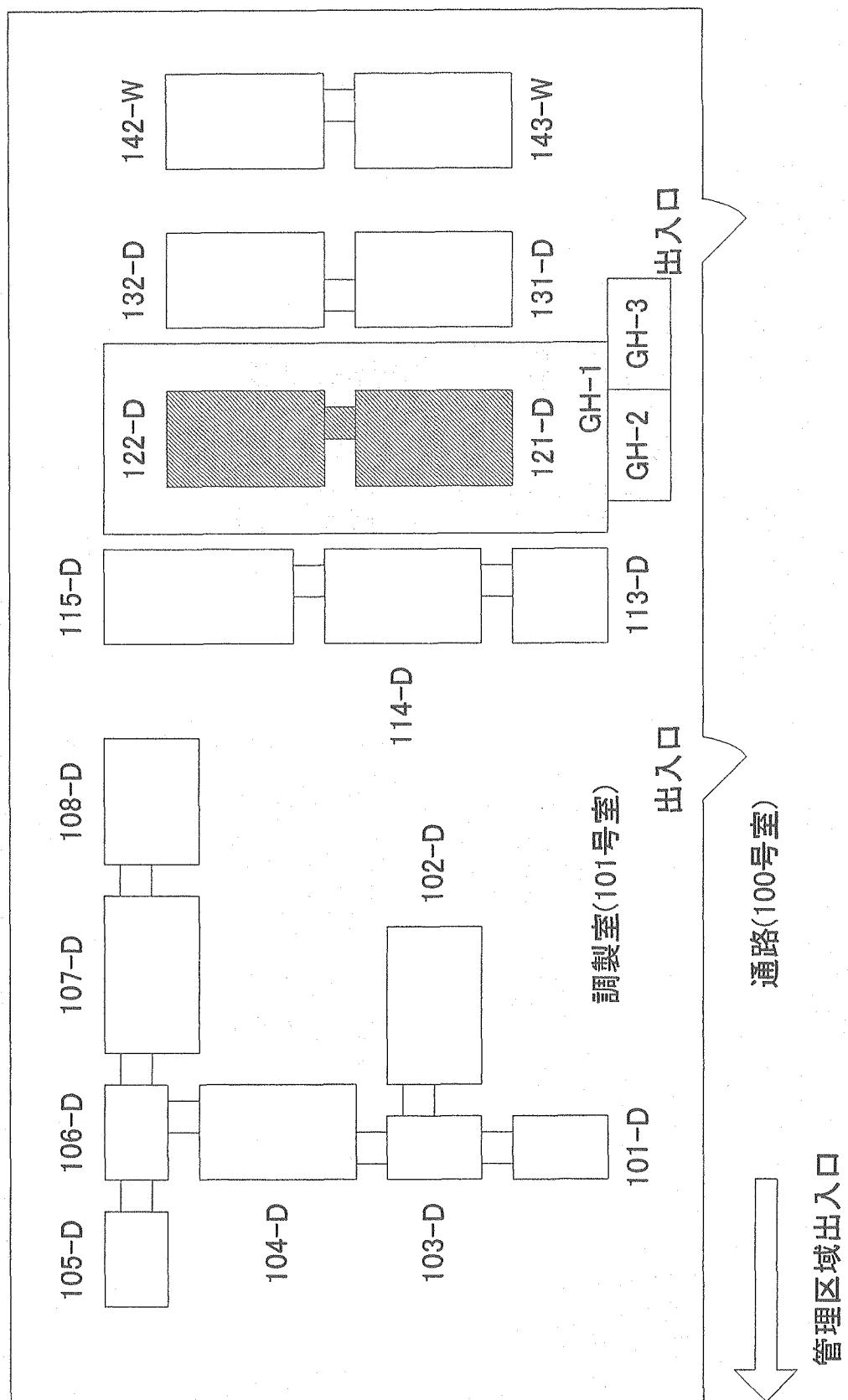


図4.1 調製室(101号室)内グリーンハウスの概略図

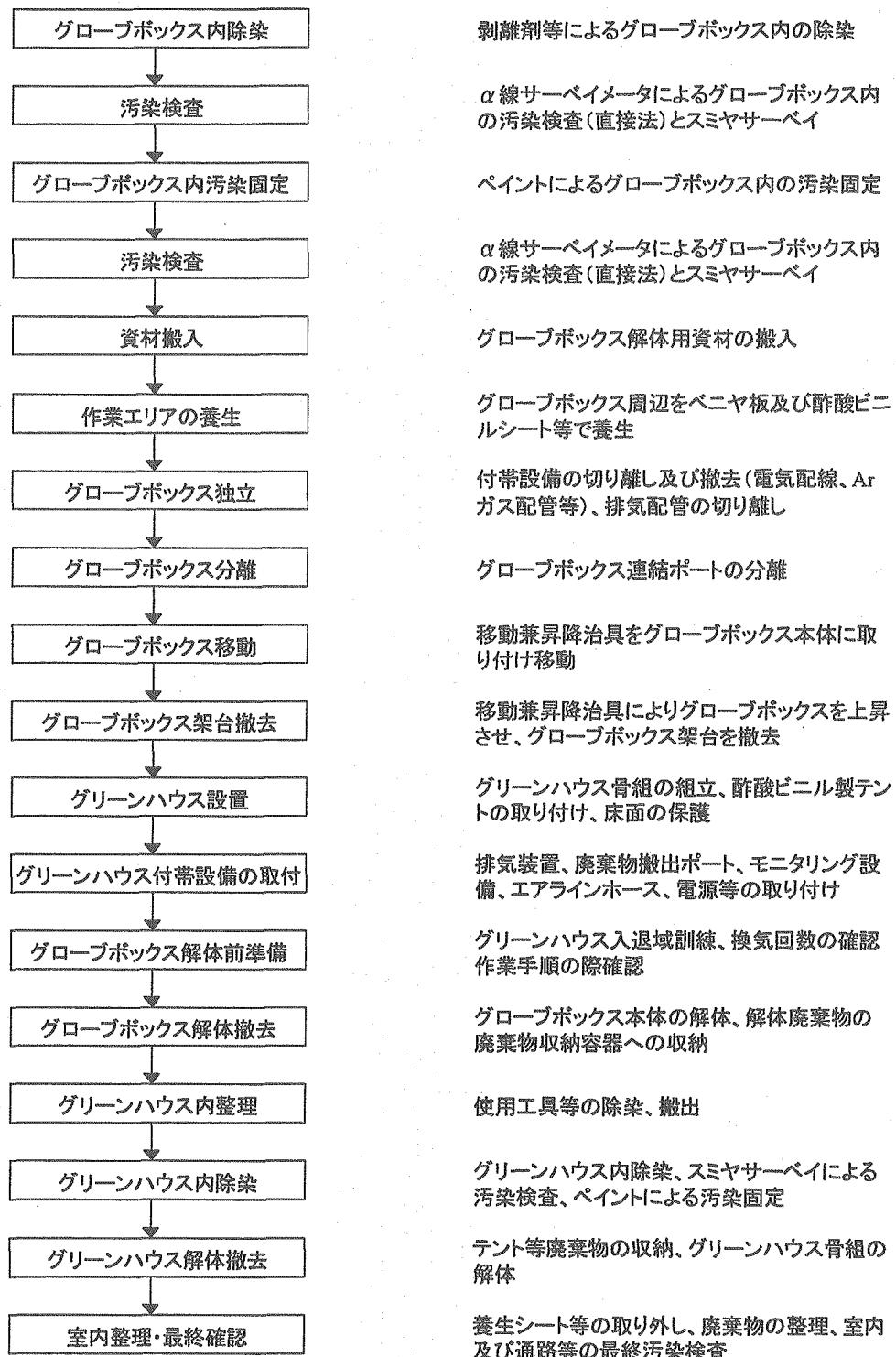


図 5.1 グローブボックス解体撤去作業手順

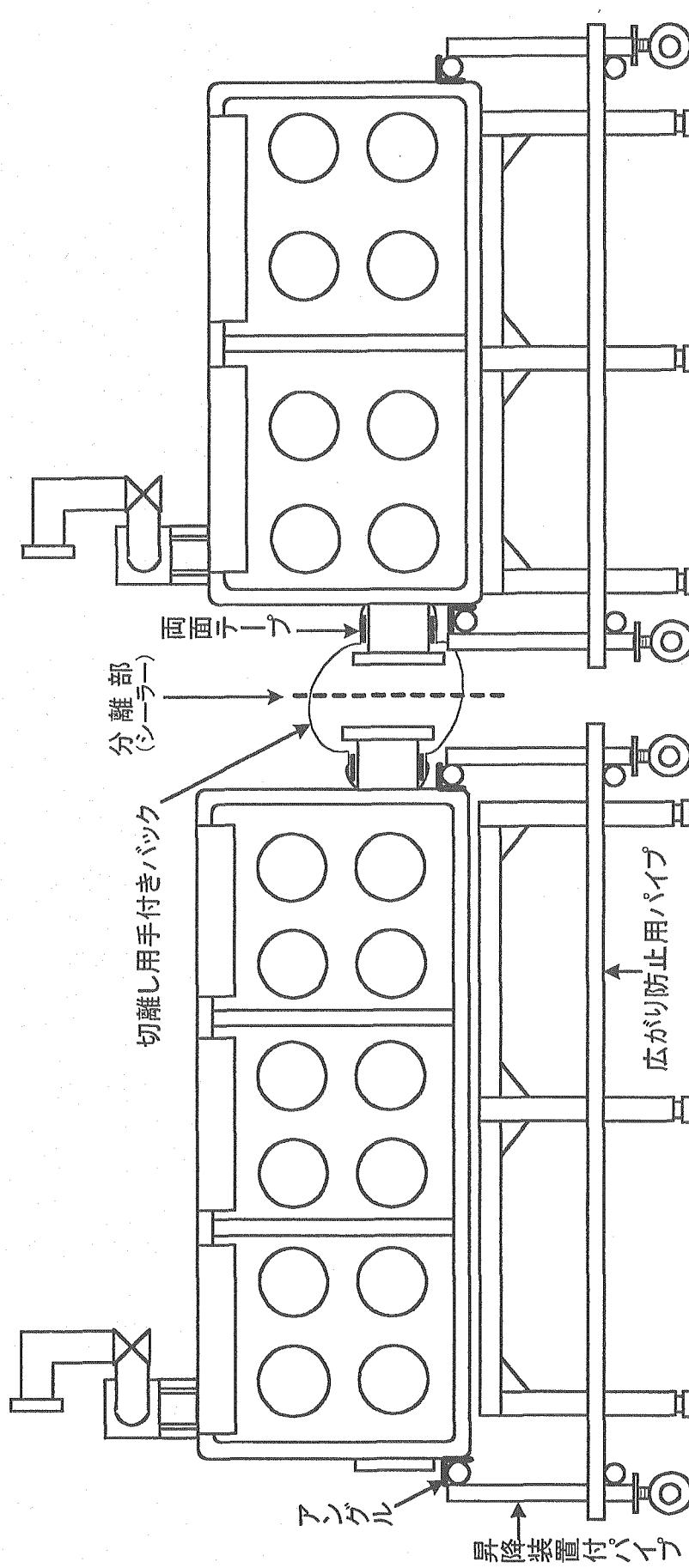


図5.2 グローブボックス移動概念図

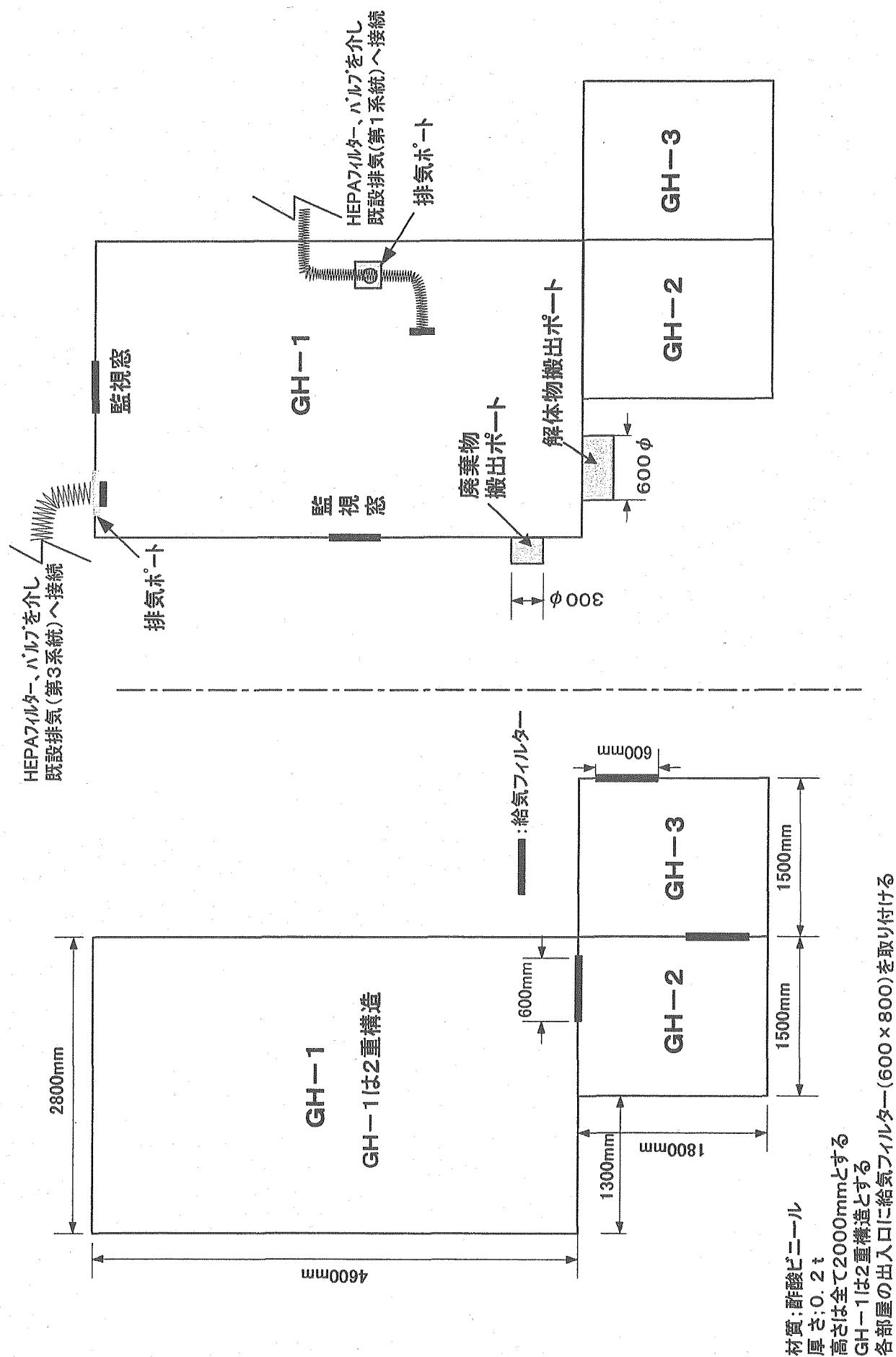


図 5.3 解体用グリーンハウス組立図

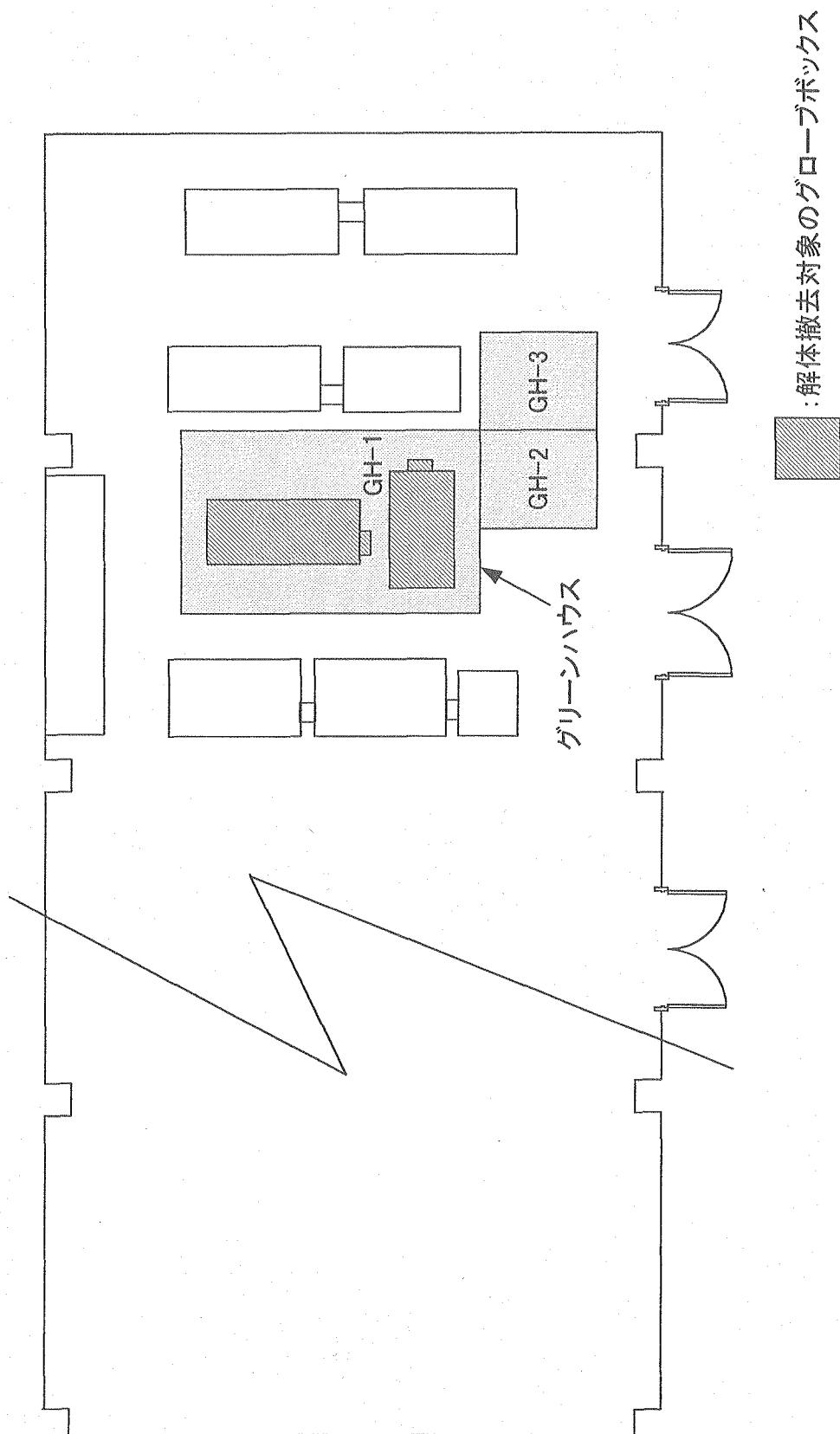


図5.4 グリーンハウス設置概念図

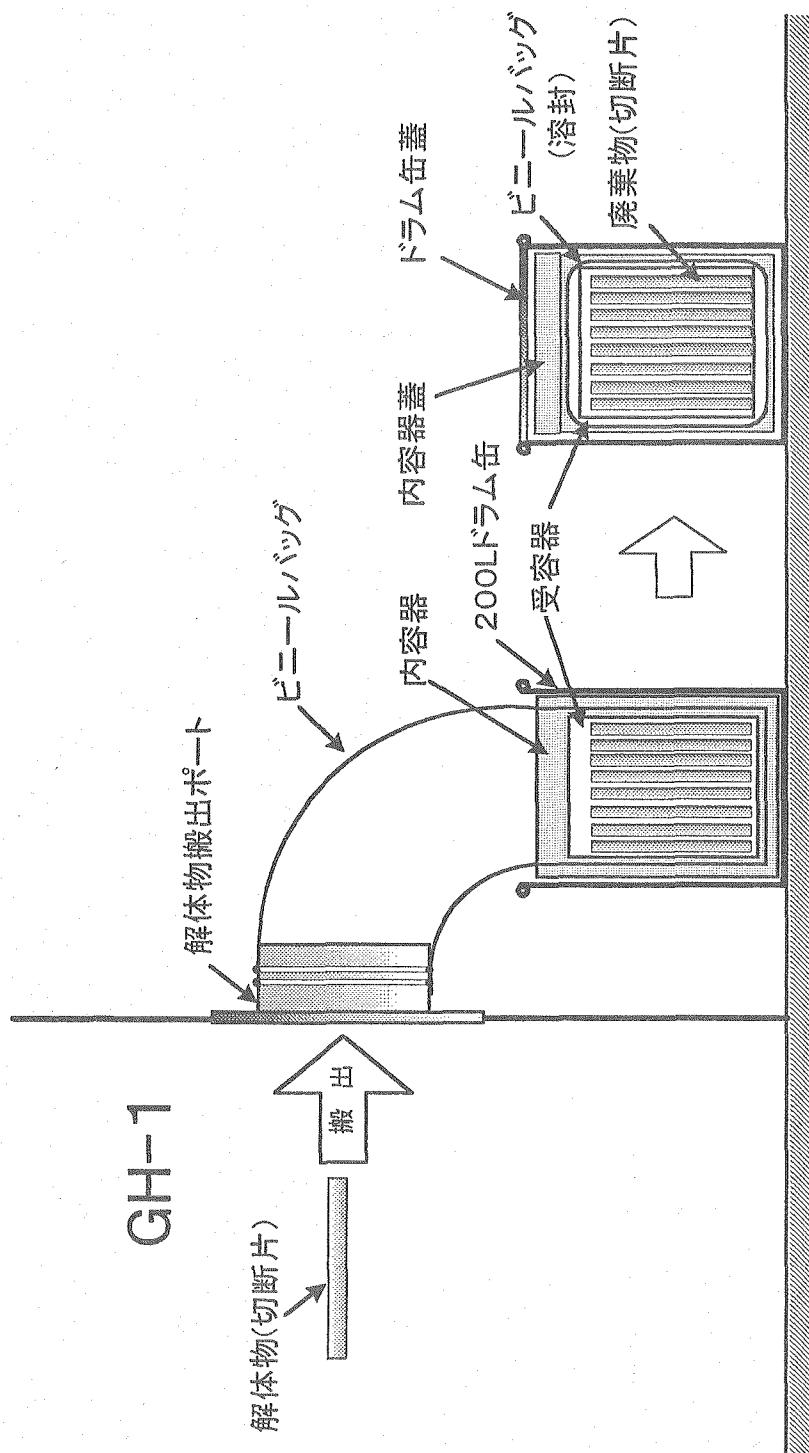
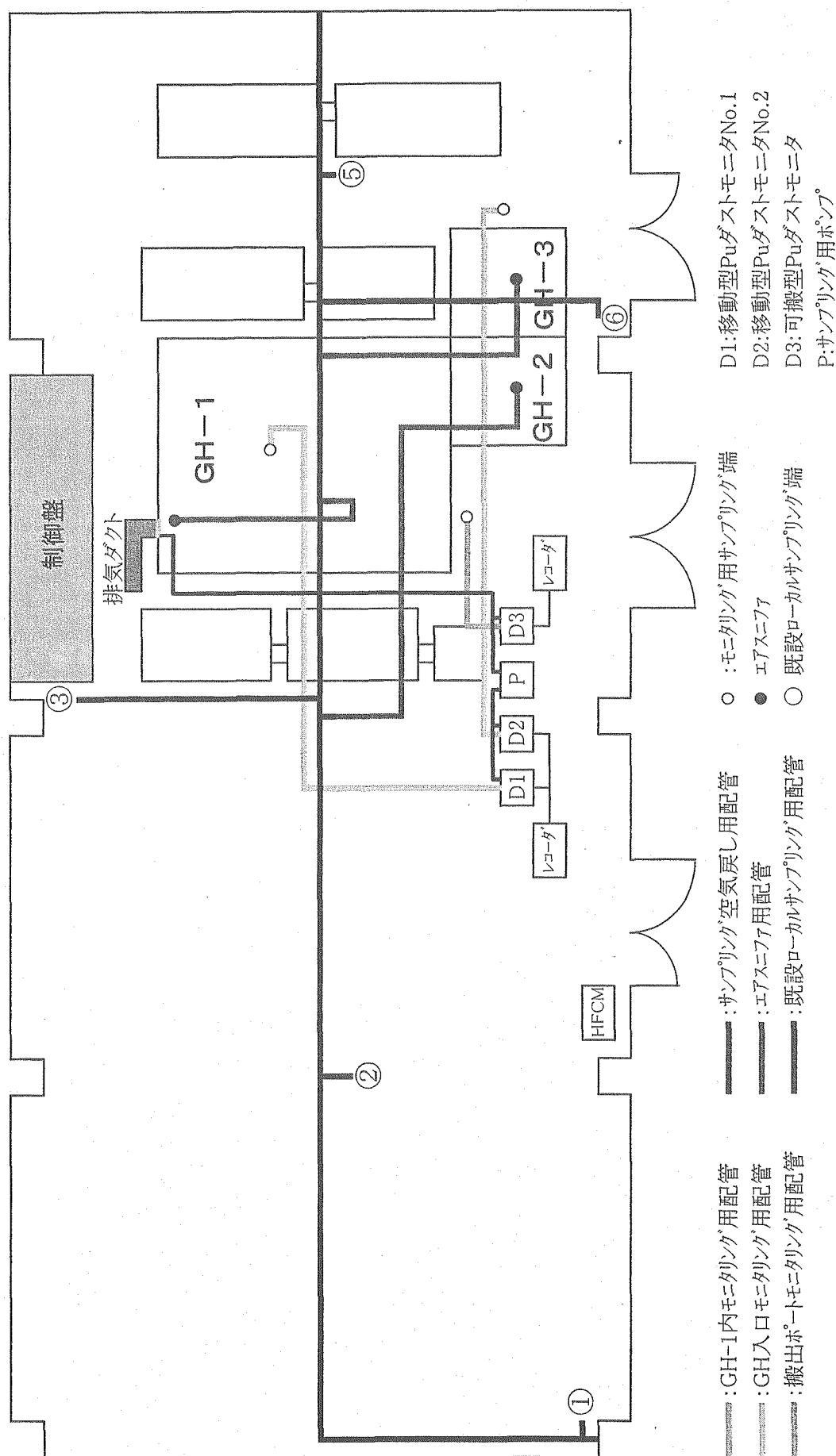


図5.5 解体廃棄物の搬出方法及び解体廃棄物容器への収納図



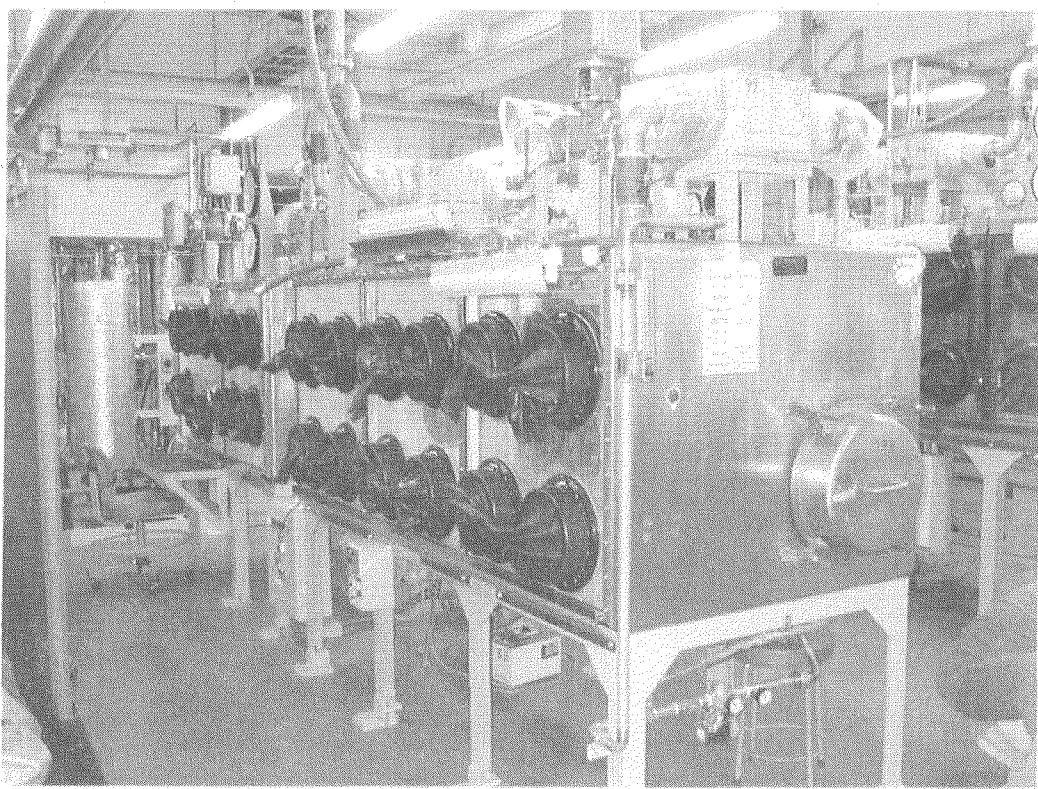


写真 5.1 解体前のグローブボックス

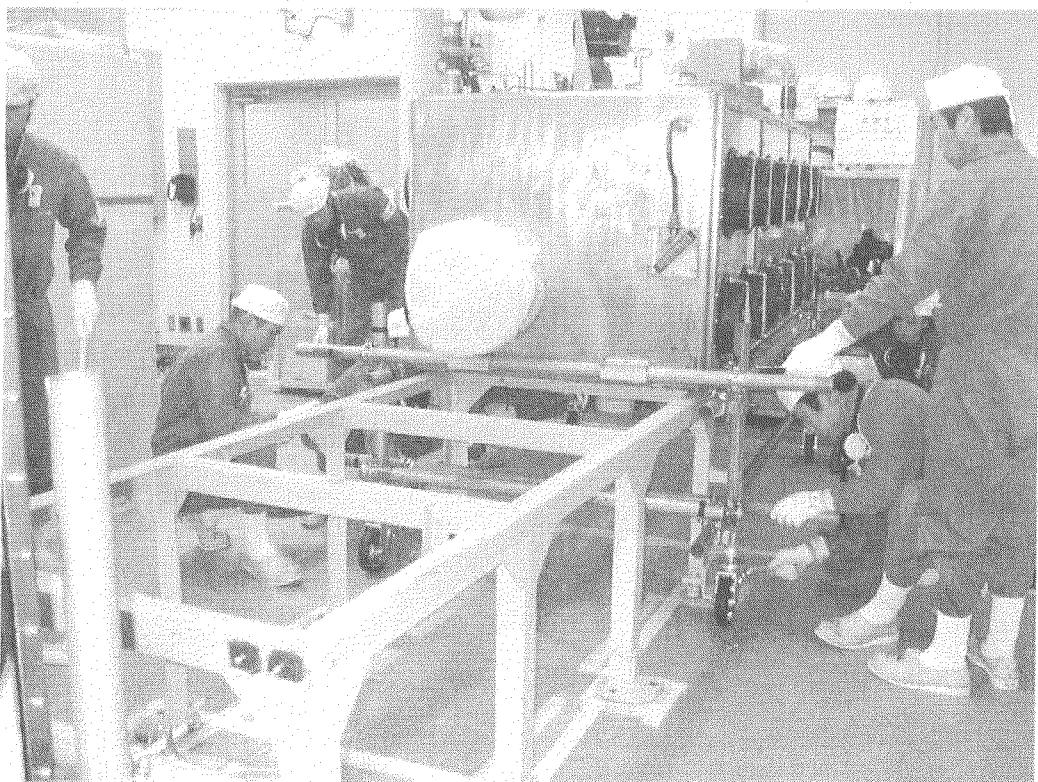


写真 5.2 グローブボックスと架台の分離

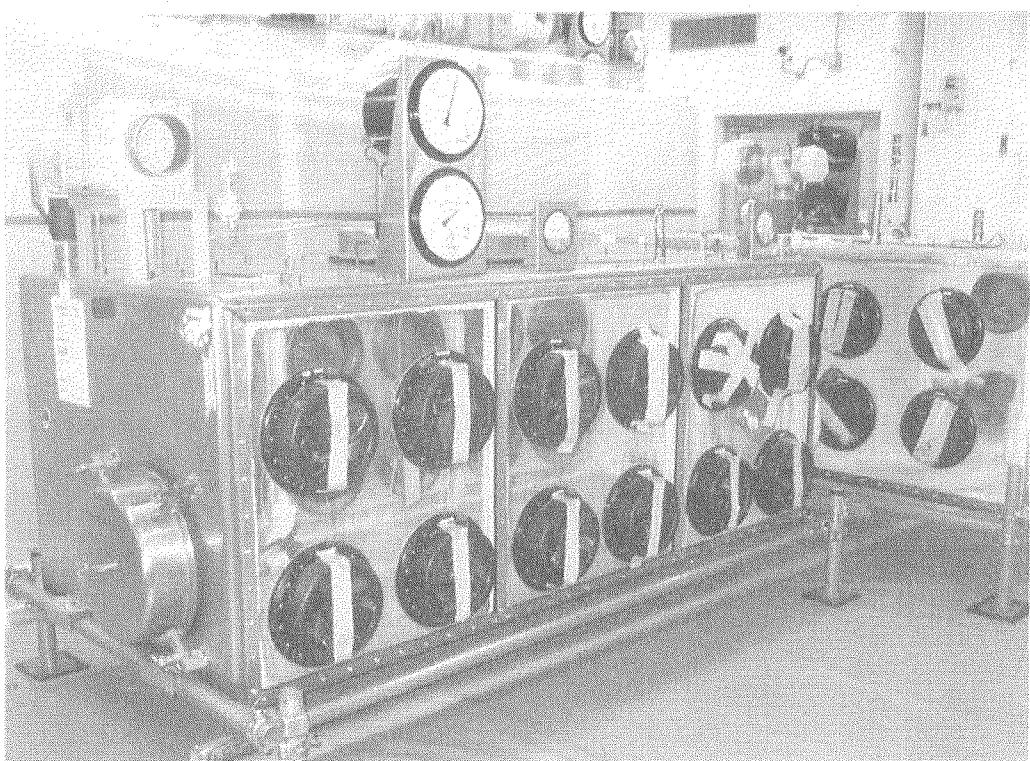


写真 5.3 グローブボックス（グリーンハウス設置前）



写真 5.4 グリーンハウスに設置した監視窓

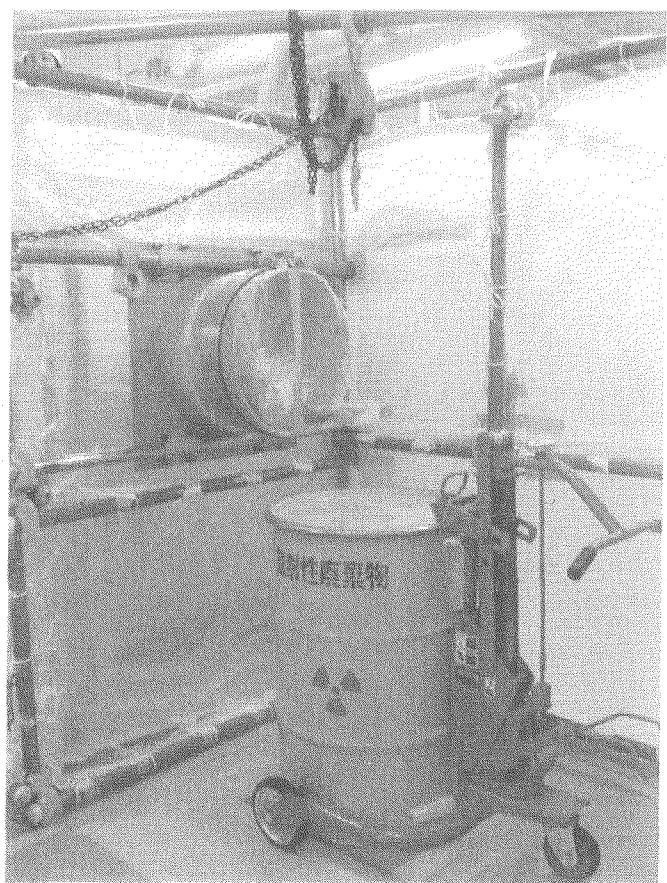


写真 5.5 廃棄物搬出ポート

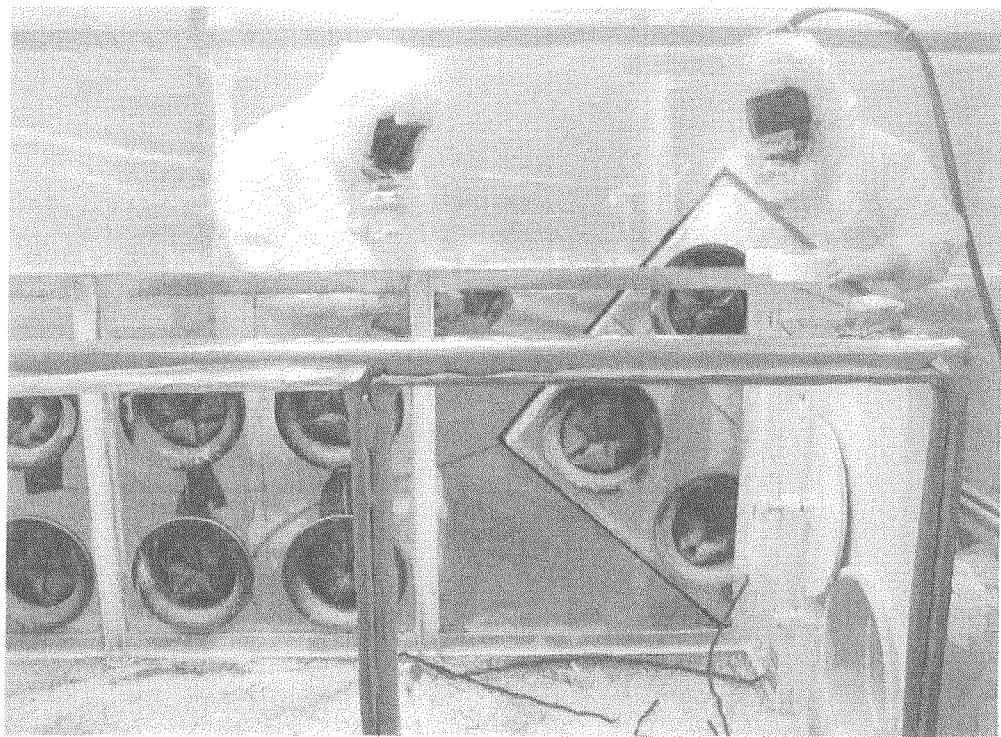


写真 5.6 グローブボックス本体の切断作業