

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	火防01 2-7 <u>R1</u>
提出年月日	<u>令和5年3月31日</u>

設工認に係る補足説明資料

【火災防護に関する補足説明資料】

グローブボックスの難燃性能について

1. 文章中の下線部は、R0からR1への変更箇所を示す。
2. 本資料（R1）は、MOX燃料加工施設の第2回設工認申請（令和5年2月28日）を踏まえ、記載を拡充したものである。

目次

1. 概要	1
2. 内容	1

1. 概要

本資料は、再処理施設及びMOX燃料加工施設の第2回設工認申請のうち、以下の添付書類に示す火災防護対策を補足説明するものである。

- ・再処理施設 添付書類「Ⅲ-1-1 火災等による損傷の防止に関する説明書 4.3 不燃性材料又は難燃性材料の使用」
- ・MOX燃料加工施設 添付書類「V-1-1-6-1 火災等による損傷の防止に関する説明書 4.3 不燃性材料又は難燃性材料の使用」

本資料は、再処理施設及びMOX燃料加工施設におけるグローブボックスの設計方針（不燃性材料又は難燃性材料の使用）について補足説明するものであり、MOX燃料加工施設の第3回申請以降の申請対象とする設備に対しても適用するものである。

2. 内容

「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」及び「加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」では、核燃料物質を取り扱うグローブボックス等の設備、機器は、不燃性材料又は難燃性材料を使用することが要求されている。

上記を受け、再処理施設及びMOX燃料加工施設におけるグローブボックスのうち、核燃料物質を直接取り扱うグローブボックスは、グローブボックス自体が一次バウンダリとなるため、火災により閉じ込め機能に影響をうけないよう、閉じ込め境界を構成する部品については不燃性材料又は難燃性材料を使用する設計とする（図1、表1参照）。

ただし、再処理施設の一部のグローブボックスにおいては、閉じ込め境界を構成する部品であるグローブボックスパネルに可燃性材料を使用することから、難燃性材料で可燃性材料を被覆することで難燃性能を担保する設計とする。

具体的には、グローブボックスパネルに可燃性材料（アクリル）を使用する場合は、外表面に難燃性材料（遮熱防火ガラスシート組込型ポリカーボネート）のパネルを設置することにより難燃性能を確保する設計とする。

当該設計の妥当性確認については検証試験等により確認をしており、当該確認結果について別紙-1に示す。

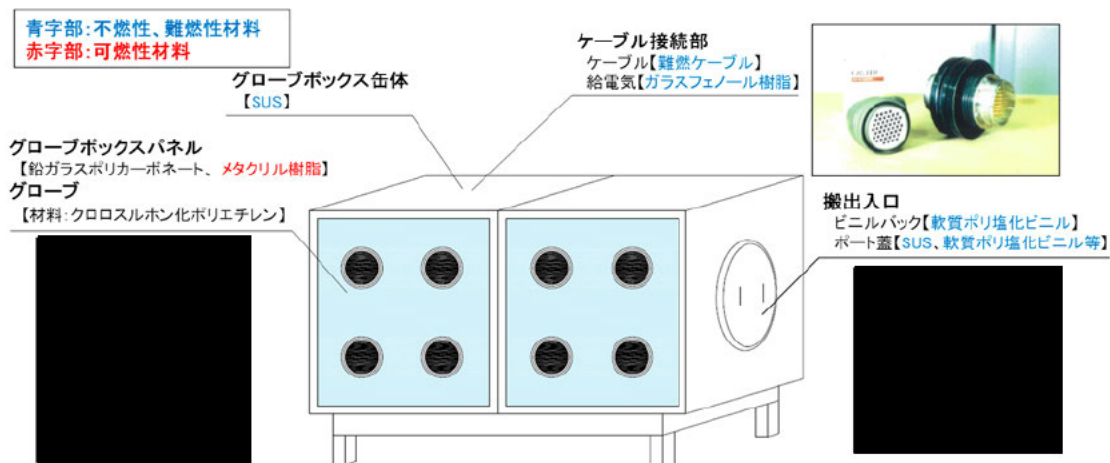


図1. グローブボックス概要図

表1. 核燃料物質を直接取り扱うグローブボックスの境界に係る構成部材の材質

構成部品	構成部材の材質	
	再処理施設	MOX燃料加工施設
グローブボックス缶体 (管台含む)	不燃性材料（ステンレス鋼）を使用する。	不燃性材料（ステンレス鋼）を使用する。
グローブボックスパネル	不燃性材料（鉛ガラス）又は難燃性材料（ポリカーボネート）を使用する。 ただし、可燃性材料（アクリル）を使用する場合は、外表面に難燃性材料（遮熱防火ガラスシート組込型ポリカーボネート※ ¹ ）のパネルを設置する。	難燃性材料（ポリカーボネート）を使用する。
グローブ	難燃性材料（クロロスルホン化ポリエチレン）を使用する。※ ² グローブポートは難燃性材料（フェノール樹脂）を使用する。	難燃性材料（クロロスルホン化ポリエチレン）を使用する。※ ² グローブポートは難燃性材料（フェノール樹脂）を使用する。
搬出入口 (ビニルバッグ)	難燃性材料（軟質ポリ塩化ビニル）を使用する。 ただし、可燃性材料（高密度ポリエチレン）を使用する場合は、難燃性材料（軟質ポリ塩化ビニル等）のカバーで閉止する。※ ²	難燃性材料（軟質ポリ塩化ビニル）を使用する。

※¹ UL 94. V-0垂直燃焼試験及びJIS K7201-2：酸素指数試験により、難燃性を確認した樹脂材料。

※² 構成部品に可燃性材料（ポリエチレン等）を使用する場合は、外側に不燃性材料または難燃性材料を設置する。

別紙

令和5年3月3日 RO

別紙-1

再処理施設における グローブボックスの難燃化について

目 次

1. 概要	1
2. グローブボックスの難燃性能	1
3. 難燃性パネルの設計方針	2
3.1. 難燃性パネルの仕様	2
3.2. 難燃性パネル単体の難燃性能	2
3.2.1. UL94 垂直燃焼試験	2
3.2.2. J I S 酸素指数試験	4
4. 難燃性パネルの火災を想定した難燃性能の確認	6
4.1. 難燃性能の実機模擬試験	6
4.1.1. 試験方法	6
4.1.2. 難燃性パネルの仕様	6
4.1.3. 試験条件	6
4.1.4. 判定基準	7
4.1.5. 試験結果	7
5. 難燃性パネルの施工に伴うグローブボックスの安全機能への影響	9
6. 難燃性パネルの施工性と既設設備への影響確認	10
6.1. 難燃性パネルの施工性	10
6.2. 難燃性パネル設置後の視認性	11
7. まとめ	11

参考資料 難燃化対策を行うグローブボックスの選定

1. 概要

再処理施設におけるグローブボックスは、安全機能として閉じ込め機能が要求されている。そのうち、プルトニウムの取扱い機器を収納するグローブボックスは、不燃性材料で構成された機器を一次バウンダリとすることで、火災が発生しても閉じ込め機能を維持する設計とする。

また、核燃料物質を直接取り扱うグローブボックスは、グローブボックス自体が一次バウンダリとなることから、火災により閉じ込め機能に影響をうけないよう、境界を構成する部品については、不燃性材料又は難燃性材料を使用する設計とする。

但し、一部のグローブボックスは、グローブボックスを構成する部品に可燃性材料を使用するため、難燃性材料で可燃性材料を被覆することで難燃性能を担保する設計（以下「難燃化対策」という。）とする。2項以降に難燃性能の確認結果を示す。

なお、対象の難燃化対策が必要となるグローブボックスの選定を参考資料に示す。

2. グローブボックスの難燃化対策

可燃性材料（アクリル）を使用する9基（表1参照）のグローブボックスについては、アクリルパネルの外表面に難燃性パネルを設置する（図1参照）。

表 1. 対象グローブボックス一覧

機器番号	機器名称	区分	耐震クラス
	粉末サンプル移動グローブボックス	非安重	B
	粉末密度測定グローブボックス	非安重	B
	粉末水分測定グローブボックス	非安重	B
	粉末 O/M 測定前処理グローブボックス	非安重	B
	粉末 O/M 測定グローブボックス	非安重	B
	粉末粒径測定グローブボックス	非安重	B
	比表面積測定グローブボックス	非安重	B
	溶液サンプル気送グローブボックス	非安重	B
	機器調整用グローブボックス	非安重	B

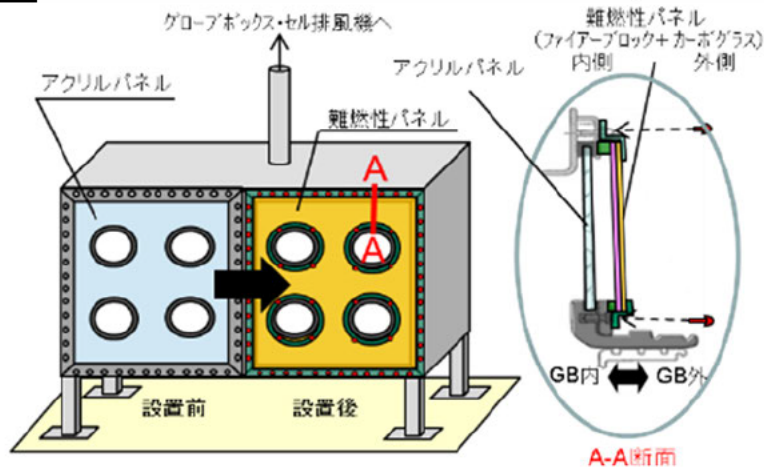


図 1. アクリルパネル外面への難燃性パネル設置概要図

3. 難燃性パネルの設計方針

3.1. 難燃性パネルの仕様

グローブボックスパネルのうち可燃性材料であるアクリルパネルの外表面に、難燃性パネル（水ガラスパネルとポリカーボネートパネルを一体化した遮熱防火ガラスシート組込型ポリカーボネート）を設置する。

難燃性パネルは以下の2種類の材料を選定し、難燃性能を確認した。

(1) 材料

- a. カーボグラス：ポリカーボネート
- b. ファイアーブロック：水ガラス

(2) 適用規格

- a. U L 9 4：垂直燃焼試験
- b. J I S K7201-2：酸素指数試験

3.2. 難燃性パネル単体の難燃性能

難燃性パネルを構成する水ガラス及びポリカーボネートの難燃性能については、U L 94垂直燃焼試験及びJ I S 酸素指数試験により確認するものとする。

3.2.1. U L 94垂直燃焼試験

プラスチック部品に対して、規定の寸法の試験片にバーナーの炎を接炎し、試験片の燃焼の程度から難燃性を判定する（表2及び図2参照）。

(1) 判定基準

残炎時間が250秒以下、かつ指標用ワタの着火がないこと。

（難燃認定グレードV-0～V-2のいずれかに該当すること。）

(2) 試験手順

- ① 試料の長軸を垂直にし、試料の上端6mmのところを固定し、その試料の下端が、吸収性のあるワタを約50×50mm（最大厚さ6mm）に広げた水平面より300±10mm上方になるように設置する。
- ② 公称50Wの試験炎となるようバーナーを調整する。
- ③ バーナーは、毎秒約300mmの割合で、試料の幅が広い方の面から水平に試料に近づける。バーナーの先端が試料の下端より下10±1mmになるようにして、試料の下端の縁の中央部分に試験炎を当て、試験炎が試料の下に完全に置かれたときから開始して10±0.5秒の間その距離のまま炎を維持する。
もし、試料が縮むか、ゆがむか、または融ける場合、接炎点はその試料の主要な部分と接触のある状態を保たなければならない。
- ④ 接炎中、試料が材料を滴下させる場合、試料の幅広の面に対して垂直方向に45±5°の角度でバーナーを傾けて、バーナーの先端の中心点と損傷を受けた試料の残っている主要部分との間隔10±1mmを維持している間、材料がバーナーの円筒部に落ちるのを防止するために試料の下から丁度よい程度にバーナーを引っ込めること。

- ⑤ 試料への 10 ± 0.5 秒の接炎の後、正にバーナーを毎秒約300mmの割合で少なくとも試料から150mm遠ざけ、同時に残炎時間を秒（単位）で測定すること。
- ⑥ 試料の残炎が消滅した時点で、直ちにバーナーを試料の下に再び持ってきて、試料の残りの主要部分から 10 ± 1 mm離れた箇所にバーナーを 10 ± 0.5 秒間保持しておく。

この試料に対する接炎を行った後、直ちに、毎秒約300mmの割合で試料から150mm以上離れたところまでバーナーを取り去り、同時に残炎時間の測定を行い、直近の秒単位で測定する。

表2. UL94垂直燃焼試験における難燃認定グレード

パラメータ	V-0	V-1	V-2
各試験片の残炎時間	≤ 10 s	≤ 30 s	≤ 30 s
2回目の接炎後の残炎時間及び残じん時間の合計	≤ 30 s	≤ 60 s	≤ 60 s
ワタを着火させる有炎落下物	なし	なし	あり

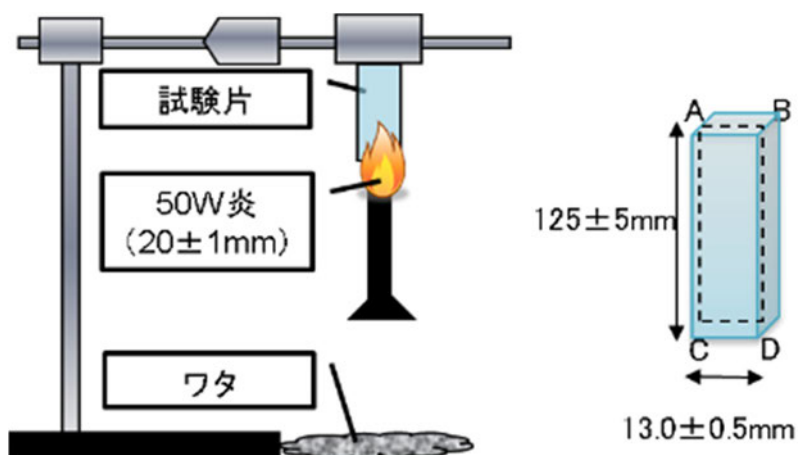


図2. 垂直燃焼試験 Vクラス（左：装置概要，右：試験片）

(3) 試験結果

UL94垂直燃焼試験の結果は、表3のとおりであった。両材料共に十分な難燃性能を有するものと判断する。

表3. UL94 垂直燃焼試験結果

サンプル名	ULグレード
ポリカーボネート	V-0
水ガラス	V-1

3.2.2. J I S 酸素指数試験

JIS K7201に基づき、混合ガスの酸素濃度を変化させ、燃焼するために必要な酸素濃度を酸素指数とし、酸素指数26以上のものを不燃性または難燃性を有すると判断する。

(1) 判定基準

酸素指数が26%以上であること。

(2) 試験手順

- ① 試験装置の周囲温度を、 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ に維持する。必要に応じ、 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度（ 50 ± 5 ）%の雰囲気の中に試験片を保存しておき、必要なときに取り出せるようにする。
- ② 使用する初期酸素濃度を選択する。
- ③ 燃焼円筒が垂直であることを確認する（図3参照）。試験片の頂部が燃焼円筒の開口頂部から少なくとも100 mm下方にあり、試験片の露出最下部が燃焼円筒の底板に取り付けたガス分散装置の頂部から少なくとも100 mm上方となるように、試験片を燃焼円筒の中央に垂直に固定する。
- ④ ガス混合流量調整器を設定して、 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ の酸素・窒素混合ガスを、 $40\text{ mm/s}\pm 2\text{ mm/s}$ の速度で燃焼円筒内に流す。試験片を点火する前に、少なくとも30秒間燃焼円筒内にガスを流す。また、試験片に点火中及び燃焼の最中に、その流量が変動しないように維持する。
- ⑤ 試験片の形状を踏まえ、定められた方法で点火する。
- ⑥ 燃焼時間及び燃焼長さの測定を開始する。
- ⑦ 試験片の燃焼時間が180秒を超えない、及び燃焼長さが試験片頂部から下50mmを超えないときは、燃焼持続時間及び燃焼長さを記録する。これは“○”応答として記録する。

一方、試験片の燃焼時間が180秒を超える、又は燃焼長さが試験片頂部から下50mmを超えるときは、それに応じて燃焼挙動を記録し、炎を消す。これは“×”応答として記録する。

材料の燃焼特性、例えば、滴下、炭化、不規則な燃焼、赤熱燃焼又は残じんも同様に記録する。

- ⑧ 試験片を取り去り、すすなどで汚れている燃焼円筒内、点火器の表面などをきれいにする。燃焼円筒の温度を $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ に回復させるか、又は同じように状態調節した別の燃焼円筒と置き換える。
- ⑨ 酸素濃度を任意の幅で段階的に変化をさせる。
- ⑩ 仮の酸素濃度の決定 適切な間隔で酸素濃度を変化させて、その差が1%（体積分率）以内で、一方が“○”応答、他方が“×”応答を示す一対がみつかるまで、手順を繰り返す。
- ⑪ 全混合ガス中の濃度変化を0.2%（体積分率）で酸素濃度を変えて、得られた応答と反対の応答が出るまで c_0 の値及びその応答を記録する。
- ⑫ 酸素指数（OI）を、次の式によって%（体積分率）で算出する。

$$OI = c_f + kd$$

c_f : 酸素濃度の最終値 % (体積分率)。小数点以下1けた

d : 酸素濃度水準% (体積分率) の間隔。少なくとも小数点以下1けた

k : 係数

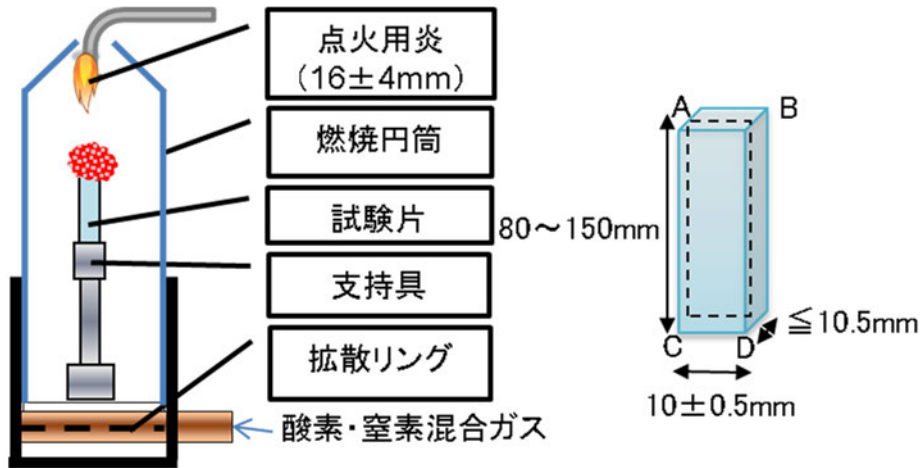


図3. 酸素指数法による難燃性試験 (左: 装置概要, 右: 試験片)

(3) 試験結果

J I S 酸素指数試験の結果は、表4のとおりであった。両材料共に十分な難燃性能を有するものと判断する。

表4. J I S 酸素指数試験結果

サンプル名	酸素指数
ポリカーボネート	40.1%
水ガラス	37.6%

4. 難燃性パネルの火災を想定した難燃性能の確認

図1に示すとおり、グローブボックス内部は、可燃性のアクリルパネルが露出していることから、万が一の火災においてアクリルが着火し、損傷する可能性を考慮することとした。

アクリルが損傷した場合であっても、難燃性パネルが残存することにより、閉じ込め機能は維持されることについて、下記に示す模擬試験で確認することとした。

4.1. 難燃性能の実機模擬試験

アクリルパネルの外表面に難燃性パネルを設置した状態でグローブボックス内部火災が発生した場合にアクリルが損傷しても、難燃性パネルにより閉じ込めバウンダリが維持されることを燃焼試験により確認する。

4.1.1. 試験方法

グローブボックスのアクリルパネルが燃焼した場合を模擬した試験を実施する。水ガラスはアクリルの燃焼により自ら発泡し断熱材となることから、ポリカーボネートが損傷せずに形状を維持できることを確認する（図4参照）。

4.1.2. 難燃性パネルの仕様

- a. カーボグラス : ポリカーボネート
- b. ファイアブロック : 水ガラス
- c. アクリルパネル : アクリル

4.1.3. 試験条件

- ・ 試験体：
 - アクリルパネル 形状・・・300mm×300mm, 厚さ10mm
 - 難燃性パネル
 - 水ガラス 形状・・・300mm×300mm, 厚さ1.2mm
 - ポリカーボネート 形状・・・300mm×300mm, 厚さ1mm
- ・ アクリルパネルと難燃性パネルの距離：10mm
- ・ 着火状態・・・バーナでアクリルが継続燃焼するまで接炎

4.1.4. 判定基準

火災後に、いずれかの難燃性パネルが開口を生じることなく、形状を維持すること。

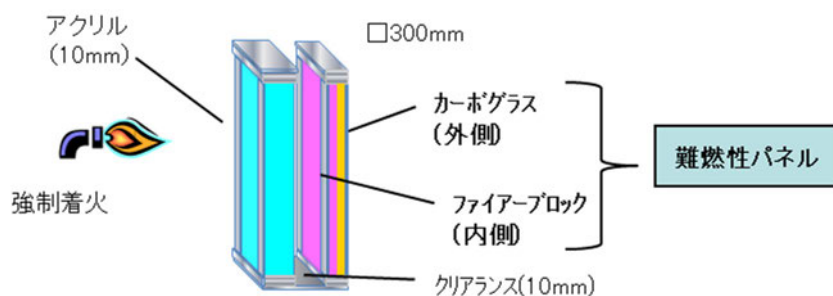


図 4. 難燃性パネルの試験概要

4.1.5. 試験結果

図5に示すとおり、アクリルを全焼させた場合の最高温度は約560℃に到達した。難燃性パネルは二層構造であり、内側のファイアブロックは、熱に反応して発泡することで断熱効果を発揮し、外側のカーボガラス表面の最高温度は約80℃に留まった。

また、アクリルパネルを全焼させても、難燃性パネルの外表面に取り付けたカーボガラスに変形は見られず形状を維持できていることを確認した（図6参照）。

グローブボックス内火災を想定し、さらにアクリルパネルが燃焼した場合でも難燃性パネルを外側に設置すればバウンダリが形成されることを確認した。

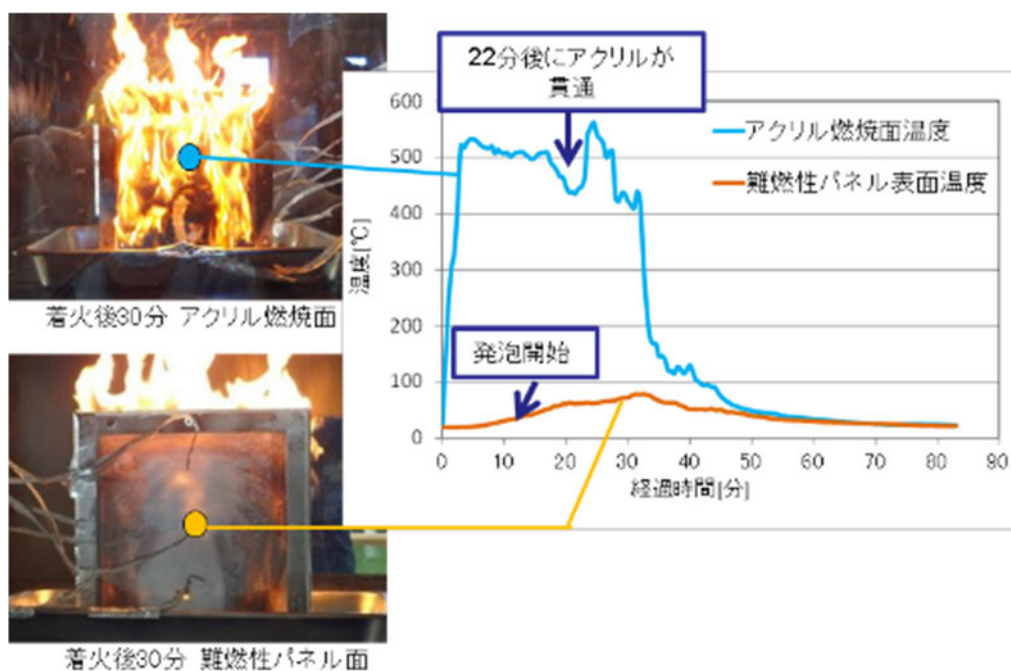


図 5. アクリル燃焼中の様子

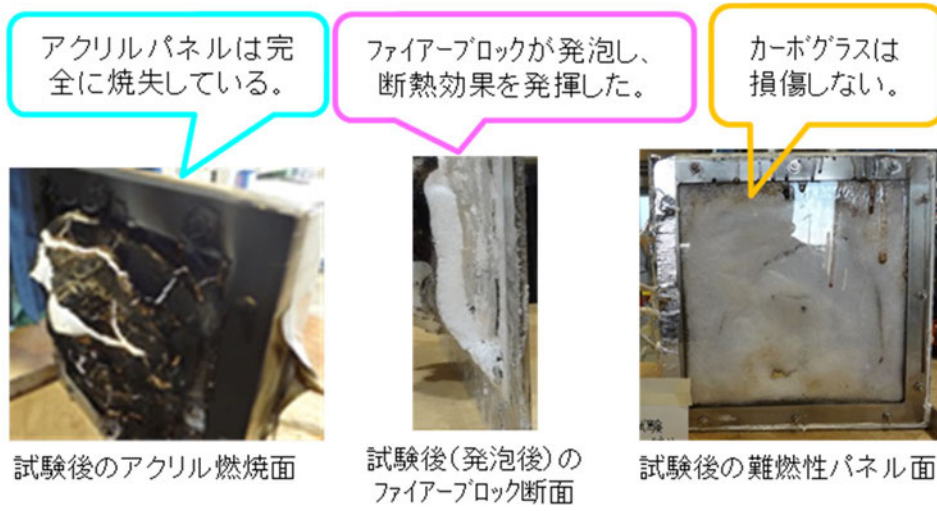


図 6. アクリル燃焼後の難燃性パネルの様子

5. 難燃性パネルの施工に伴うグローブボックスの安全機能への影響

(1) 耐震性能

グローブボックスの耐震計算は、実重量に対して裕度を持った耐震計算用重量にて耐震計算を実施している。アクリルパネルの実重量はグローブポート 4 個を含めてパネル 1 枚当たり 18 kg であり、耐震計算上の付加重量はパネル 1 枚当たり 24 kg としていることから、パネル 1 枚当たり 6 kg の裕度を有している。

また、機器調整用グローブボックスの耐震計算ではさらに裕度を持たせており、パネル 1 枚当たり約 11 kg の裕度を有している。

上記に対し難燃性パネルは 1 枚当たり 6 kg 以内又は 11 kg 以内であることから、上述の裕度の範囲内であり、難燃性パネルの設置に伴い耐震性（評価結果）に影響を与えることは無い（表 5 参照）。

表 5. 対象グローブボックス一覧

機器番号	機器名称	耐震評価上のパネル重量の裕度
	粉末サンプル移動グローブボックス	約 6kg
	粉末密度測定グローブボックス	約 6kg
	粉末水分測定グローブボックス	約 6kg
	粉末 O/M 測定前処理グローブボックス	約 6kg
	粉末 O/M 測定グローブボックス	約 6kg
	粉末粒径測定グローブボックス	約 6kg
	比表面積測定グローブボックス	約 6kg
	溶液サンプル気送グローブボックス	約 6kg
	機器調整用グローブボックス	約 11kg

(2) しゃへい機能

難燃性パネルは既存のパネルの外表面に設置するため、現状のグローブボックスのしゃへい機能に影響を及ぼすおそれはない。

6. 難燃性パネルの施工によるその他の影響確認

難燃性パネルを設置することで、グローブボックスに対して悪影響を及ぼさないことについてモックアップ試験により確認した。

6.1. 難燃性パネルの施工性

難燃性パネルの施工に先立ち、既設のグローブボックスの亚克力パネル押さえ枠に、図7のとおりスタッドボルトを打設し、図8のように難燃性パネルの取付けを行う。カーボガラスをボルトで固定する際、締め付け力が強すぎると歪みが大きくなることで視認性に影響を及ぼすため、締め付け力は最大 $30\text{N}\cdot\text{cm}$ とすることで問題無く施工できることを確認した。

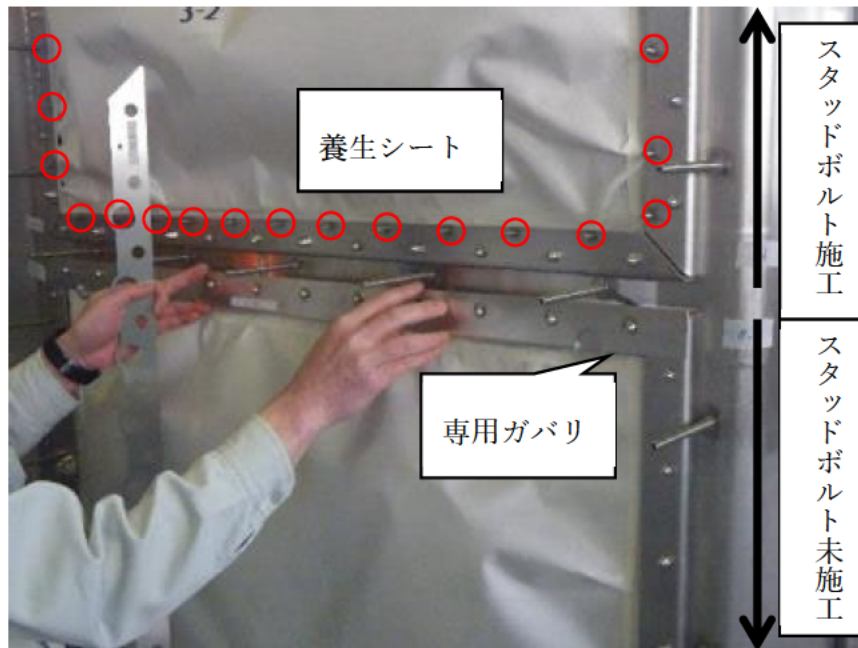


図7. スタッドボルト施工時の養生の様子



図8. 難燃性パネル取付の様子

6.2. 難燃性パネル設置後の視認性

模擬の含鉛メタクリル樹脂装着パネル外側から、グローブを使用してジャグに記載した文字を読めるか確認したところ、識別に支障のないことを確認した。(図9参照)。

また、施工後の難燃性パネルについて、据付・概観状態を確認した。モックアップ用グローブボックスへの難燃性パネルを施工することにより、既設グローブボックスに対し、有意な影響を与えていないことを確認した(図10参照)。



図9. 難燃性パネルを通した文字の識別



図10. 難燃性パネル施工後の状態

7. まとめ

以上のとおり、可燃性のアクリルパネル外表面に設置する難燃性パネルについて、材料単体の難燃性能について確認した。

また、可燃性のアクリルパネル外表面に難燃性パネルを設置することにより、万が一の火災によってグローブボックスの閉じ込め機能が損なわれることは無いことについて、検証試験により確認した。

さらに、難燃性パネルの施工性に加え、施工により既設設備への影響確認がないことを確認した。

難燃化対策を行うグローブボックスの選定

再処理施設のグローブボックスについて、要求される安全機能及び火災対策を踏まえて、難燃化対策を講じる必要のあるグローブボックスの選定方針について以下に示す。

1. グローブボックスの設計方針

1.1. グローブボックスの閉じ込め機能

再処理施設に設置されているグローブボックス231基は、安全機能として閉じ込め機能が要求されており、大別して以下の2つの用途に分類される。

a. プルトニウムの取扱機器を収納するもの

グローブボックスは二次閉じ込め境界であり、以下の特徴を有する。

- ・ グローブボックスに設置されるプルトニウムの取扱い機器が閉じ込め境界（以下、「バウンダリ」という。）を形成している。機器が一次バウンダリであり、グローブボックスは二次バウンダリとなる。
- ・ プルトニウムを取り扱う主要な機器を収納するグローブボックスを安全上重要な施設（以下、「安重」という。）としている。
- ・ プルトニウムを含む系統であっても廃ガス系等の取扱量が少ないものは安重以外の施設（以下、「非安重」という。）としている。

b. 非密封で放射性物質を取り扱うもの

グローブボックスは一次閉じ込め境界であり、以下の特徴を有する。

- ・ 分析作業等において放射性物質を直接取り扱うため、一次バウンダリとしての閉じ込め機能が要求される。

1.2. グローブボックスの閉じ込め機能

グローブボックスの閉じ込め機能を維持するための設計方針として、以下の条件に基づいて設計している。

- ・ グローブボックスは缶体及びパネルによりバウンダリを形成し、グローブボックス・セル排風機に接続することにより、常時負圧を維持することで閉じ込め機能を確保する設計としている。
- ・ 給気口より室内空気を取り入れ、排気口からフィルタを介して排気され、グローブボックスの負圧は約300Paに維持している。
- ・ グローブボックスには差圧計を設置しており、差圧異常時は警報が吹鳴するため、中央制御室にて検知できる設計としている。
- ・ グローブボックス排気フィルタは100%×2系列の構成であり、フィルタに詰まりが生じた場合は予備系統に切り替えられる設計としている。
- ・ グローブの損傷等によってグローブポート1個分の開口部が生じたとしても、0.5m/s以上の通過風速を確保できる設計としている。

1.3. グローブボックスの火災対策

再処理施設に設置されているグローブボックス231基は、JEAG4607-1986を参考に、一般火災に対する対応として以下の具体的対策を講じている。

a. 火災の発生防止

火災の要因となる可燃物及び火災源を可能な限り排除している。

(a) 不燃性・難燃性材料の使用

- ・ 閉じ込め機能として一次バウンダリを構成する安重機器はステンレス鋼等（不燃性材料）を使用している。
- ・ グローブボックス内において、一次バウンダリを構成する機器は、非安重機器についてもステンレス鋼等（不燃性材料）を使用している。
- ・ グローブボックスの缶体は、強度および耐食性を考慮してステンレス鋼（不燃性材料）を使用している。
- ・ グローブボックスのパネルは、可能な限りステンレス鋼等（不燃性材料）又はポリカーボネート（難燃性材料）を使用している。
- ・ グローブボックス内において核燃料物質を取り扱わない機器についても不燃性材料で構成している。

(b) 火災源の排除

- ・ グローブボックス内に動力盤及び計装盤は設置しない。
- ・ グローブボックス内で使用する潤滑油は、引火点が高いものを使用し、電動機から潤滑油が漏えいし難い構造としている。
- ・ グローブボックス内ケーブルの過電流による過熱防止として、電動機類にはサーマルトリップ回路、漏電遮断器を設置している。
- ・ グローブボックスの周囲は、作業エリアとして区画しているため、グローブボックスの亚克力パネル近傍には火災源となりえる機器及び可燃物を配置しない。

b. 火災の感知・消火

火災の悪影響を限定し、早期消火を行えるようにするための措置を実施している。

(a) 感知設備

- ・ グローブボックス設置室には、火災感知器を設置している。
- ・ 高温加熱処理を行うグローブボックスについては、温度警報を設置している。

(b) 消火設備

- ・ グローブボックス設置室には、消火栓、消火器又は二酸化炭素消火設備等を設置し、人による消火活動が可能である。
- ・ 高温加熱処理を行うグローブボックスについては、消火ガスによる消火装置を設置している。
- ・ 巡視点検（1回/日）により状態を確認している（潤滑油の漏えい等の異常検知が可能）。

2. グローブボックスの火災影響について

2.1. グローブボックスの火災影響評価

可燃性材料のパネルをグローブボックスに使用している状態において、グローブボックス内外で発生するおそれのある火災の影響について、次のとおり評価した。

(1)外部火災

原子力発電所の内部火災影響評価ガイド（以下、「ガイド」という。（令和元年9月6日改定））を参考に、火災防護区画内に存在する可燃物（盤、ケーブル、機械油）による火災の発熱量を評価し、グローブボックスへの火災影響がないことを確認している。

(2)内部火災

旧独立行政法人原子力安全基盤機構（以下、「旧JNES」という。）において、グローブボックス内の可燃物として機械油1L+ペーパータオル10枚を想定し、グローブボックスの閉じ込め性能を確認するための燃焼試験*を実施しており、閉じ込め機能に影響は無いと結論付けられている（図1参照）。

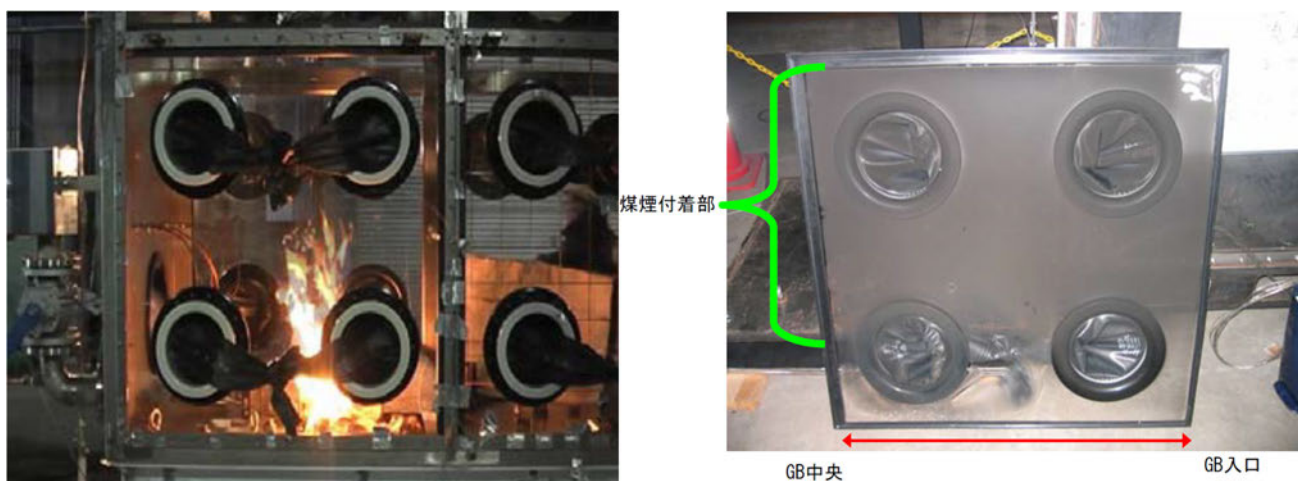


図1. 旧JNESの燃焼試験の様子（左：燃焼中，右：燃焼後）

再処理施設のグローブボックス内にも可燃物は存在し、特に発熱量の大きな可燃物としては機械油が挙げられる。後述の追加対策を実施するグローブボックスにおいては、最大3.9kgの機械油が存在する。ガイドを参考に、潤滑油等の漏えい火災として、燃焼する油量を内包油量の10%と仮定すると、火災に寄与する機械油は0.4L程度である。

当該グローブボックス内火災の火災源として想定される機械油の量は、旧JNESの試験条件よりも少ないことから、グローブボックス内において機械油が火災源となった火災が生じた場合であっても、閉じ込め機能に影響は無いものと考えられる。

* 出典：平成19年度 MOX燃料加工施設閉じ込め性能等調査・試験 グローブボックスの閉じ込め性能に係る調査報告書

2.2. グローブボックスの火災追加対策

可燃性材料（アクリル）を使用するグローブボックスについては、アクリルパネル

の外表面に難燃性パネル*¹を設置する。

具体的には、以下の対策方針により、閉じ込め機能を維持できる設計とする。

a. 材料の適合性

- ・ 可燃性のアクリルパネルの外表面を難燃性パネルで被覆することでグローブボックスのバウンダリを不燃性材料（缶体）及び難燃性材料（パネル）で形成する。

b. 想定火災による閉じ込め機能の維持

- ・ グローブボックス外部の火災に対しては、難燃性材料でアクリルの損傷を防止することで核燃料物質の閉じ込め機能を維持できる。
- ・ グローブボックス内部の火災に対しては、グローブボックスがグローブボックス・セル排風機に接続され負圧下であり、アクリルパネルが火災により損傷しても難燃性パネルがバウンダリを形成する（火災試験により確認済み）ため、閉じ込め機能を維持できる。

3. 難燃化対象グローブボックスの選定

前項のとおり、再処理施設に設置されているグローブボックスの内外で発生しうる火災に対し、アクリルパネルが損傷することはなく、閉じ込め機能が損なわれるおそれは無いものと考えられる。

しかしながら、万が一の火災の可能性を想定し、アクリルパネルが損傷した場合であっても、一次バウンダリの閉じ込め機能を維持できる設計としている。

再処理施設のグローブボックス全231基について使用材料の確認を行い、火災等が発生した場合に閉じ込め機能が維持できるかを以下のフローにより確認した。

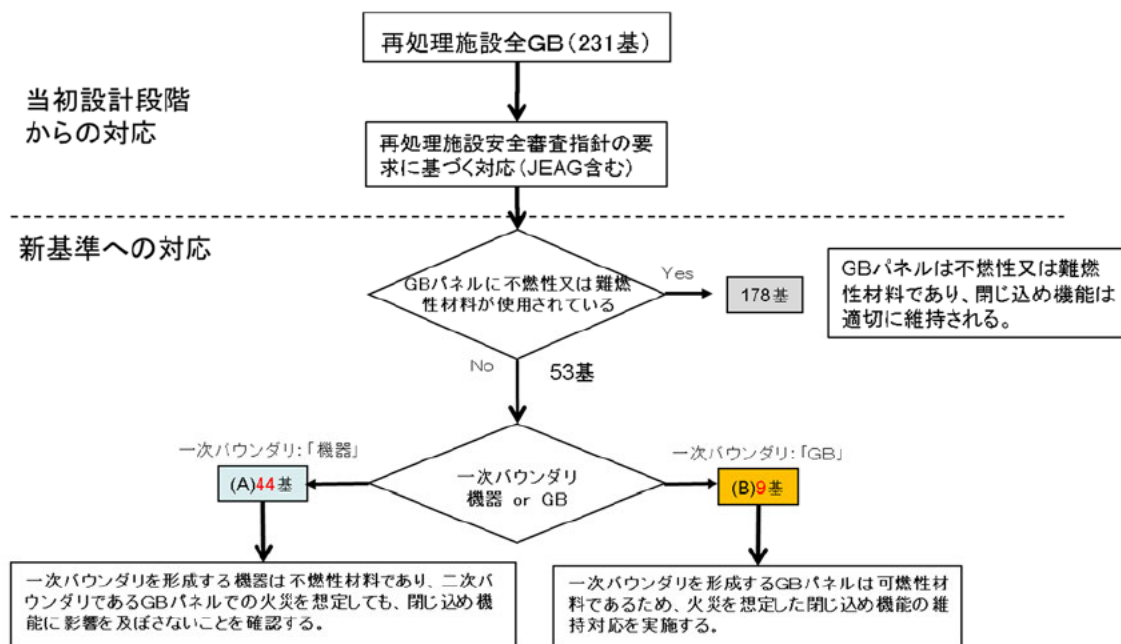


図2：再処理施設グローブボックスの適合性確認フロー

再処理施設に 231 基あるグローブボックス（以下、「グローブボックス」という。）のうち、53 基についてはパネルに可燃性材料であるアクリルが使用されている。ただし、このうち 44 基については、核燃料物質が不燃性材料で構成される機器・配管内に内包されており、火災時にアクリルが焼損した場合であっても閉じ込め機能に影響は無い。残り 9 基については、核燃料物質をグローブボックス内において開放状態で取り扱うため、火災時にアクリルが焼損した場合に閉じ込め機能が喪失するおそれがある。

したがって、表1に示す9基のグローブボックスに対し、万が一の火災時に閉じ込め機能が損なわれることのないよう追加対策を実施することとした。

表 1. 難燃化対象グローブボックス一覧

機器番号	機器名称
■	粉末サンプル移動グローブボックス
■	粉末密度測定グローブボックス
■	粉末水分測定グローブボックス
■	粉末 O/M 測定前処理グローブボックス
■	粉末 O/M 測定グローブボックス
■	粉末粒径測定グローブボックス
■	比表面積測定グローブボックス
■	溶液サンプル気送グローブボックス
■	機器調整用グローブボックス

以上