

金属不純物分析設備の分光分析装置及びグローブボックスNo.FQG-19の設置並びにグローブボックスNo.FQG-01及び気体廃棄施設への接続に係る施設検査申請について

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
核燃料サイクル工学研究所
プルトニウム燃料技術開発センター

1. はじめに

日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所 プルトニウム燃料技術開発センターでは、核燃料物質使用施設であるプルトニウム燃料第三開発室（以下「Pu-3」という。）の金属不純物分析設備の質量分析装置及びグローブボックスNo.FQG-19を解体・撤去し、新たに金属不純物分析設備の分光分析装置及びグローブボックスNo.FQG-19の設置並びにグローブボックスNo.FQG-01及び気体廃棄施設への接続を行ったことから施設検査を申請したものである。

解体・撤去前の質量分析装置及びグローブボックスNo.FQG-19及び新たに設置した分光分析装置及びグローブボックスNo.FQG-19の設置状況の概略図を別紙-1に示す。

2. 事業の許可等の変更の経緯

Pu-3は、昭和56年11月10日に56安(核規)第494号で核燃料物質使用許可を受け、平成31年1月16日付け原規規発第1901162号をもって使用の変更の許可を受けたものである。

3. 施設検査の対象

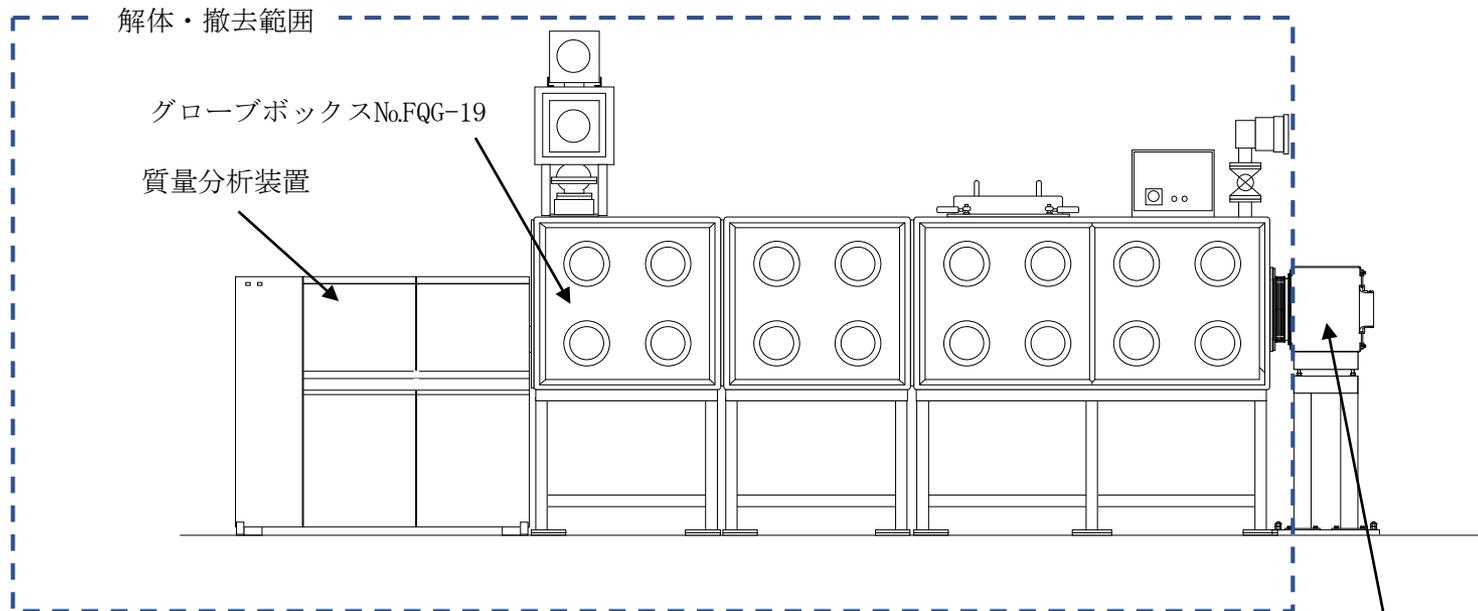
本工事においてPu-3の金属不純物分析設備の分光分析装置及びグローブボックスNo.FQG-19の設置並びにグローブボックスNo.FQG-01及び気体廃棄施設への接続を行ったことから施設検査の対象とした。なお、施設検査はグローブボックスNo.FQG-19設置後、グローブボックスNo.FQG-01及び気体廃棄施設との接続後の2回に分けて受検する。

4. 施設検査対象の設計について

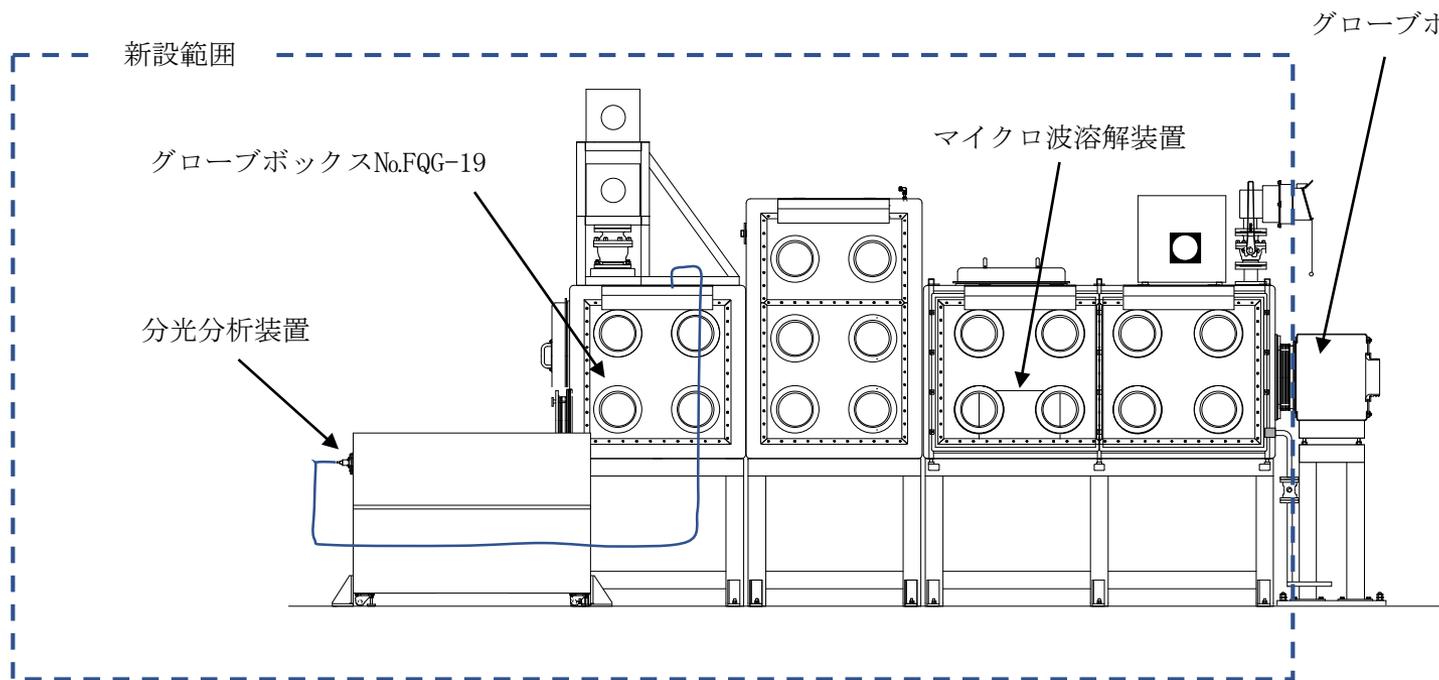
平成31年1月16日付け原規規発第1901162号の使用変更許可において、金属不純物分析設備の分光分析装置及びグローブボックスNo.FQG-19の設置並びにグローブボックスNo.FQG-01及び気体廃棄施設への接続を行った。工事の技術上の基準への適合性の詳細については、別紙-2 施設検査申請書「金属不純物分析設備の分光分析装置及びグローブボックスNo.FQG-19の設置並びにグローブボックスNo.FQG-01及び気体廃棄施設への接続」に示す。

以上

(解体・撤去前)



(新設後)



解体・撤去前の質量分析装置及びグローブボックスNo.FQG-19及び新たに設置した分光分析装置及びグローブボックスNo.FQG-19の設置状況の概略図

施設検査申請書

金属不純物分析設備の分光分析装置及びグローブボックスNo.FQG-19 の設置並びにグローブボックスNo.FQG-01 及び気体廃棄施設への接続

1. 施設検査に対する基本的な考え方

プルトニウム燃料第三開発室の金属不純物分析設備の分光分析装置及びグローブボックスNo.FQG-19 の設置並びにグローブボックスNo.FQG-01 及び気体廃棄施設に接続するものであり、核燃料物質の使用等に関する規則第2条の5に定められる工事の技術上の基準のうち、第1号、第5号、第6号、第10号、第18号、第24号、第28号に関する検査を申請した。

2. 設計仕様及び工事の技術上の基準

分光分析装置、グローブボックスNo.FQG-19 の概略図を別添-1 図1に示す。

2.1 閉じ込めの機能（第1号）

(1) 準拠した基準及び規格

- ・核燃料物質使用変更許可申請書
- ・日本産業規格（JIS Z 4820「グローブボックス気密試験方法」の漏れなし容器法）

(2) 設計仕様

グローブボックスNo.FQG-19 のリーク率は、0.1 %/h 以下の気密性を確保する。また、グローブボックスNo.FQG-19 内の負圧は、給排気量の調整により、設置されている設置されている分析物性室（FQ-201）に対して、 300 ± 50 Pa（ 30 ± 5 mmH₂O）に維持する。

漏れなし容器法のリーク率算出及び概略図を別添-2 図2に示す。

(3) 工事の技術上の基準への適合性

グローブボックスNo.FQG-19 を設置したことから、グローブボックスNo.FQG-19 を対象に漏れなし容器法による密閉構造を確認する。グローブボックスNo.FQG-01 との接続後に、グローブボックスNo.FQG-19 を対象に負圧維持を確認する。

2.2 遮蔽（第5号）

(1) 準拠した基準及び規格

- ・核燃料物質使用変更許可申請書

(2) 設計仕様

グローブボックスは、人が常時立ち入る場所における外部放射線に係る線量が1 mSv/週以下となるように遮蔽設計を行う。

(3) 工事上の技術上の基準への適合性

グローブボックスNo.FQG-19を設置したことから、人が常時立ち入る場所における外部放射線に係る線量を 1 mSv/週以下になるようにグローブボックスNo.FQG-19 のパネル外側に遮蔽体を設置し、遮蔽体の材料及び寸法を確認する。

外部放射線に係る線量結果を別添-3 表 1 に、遮蔽計算において考慮した遮蔽体の概略図を別添-3 図 3 に示す。

2.3 火災等による損傷の防止 (第 6 号)

(1) 準拠した基準及び規格

- ・核燃料物質使用変更許可申請書
- ・安全規格 UL94 機器及び部品に使用されるプラスチック材料の燃焼性試験
- ・日本産業規格 (JIS G 4303 ステンレス鋼棒、JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯、JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯、JIS G 4318 冷間仕上ステンレス鋼棒、JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材)

(2) 設計仕様

グローブボックスNo.FQG-19 内の温度上昇率が毎分 15 °C以上*かつ温度が 60 °C以上になった場合、グローブボックスNo.FQG-19、検査工程制御室 (FQ-202) 及び中央管理室 (CU-203) で警報を表示するとともに、ハロゲン化物消火設備が作動する。グローブボックスNo.FQG-19 にハロゲン化物消火設備の噴射ヘッドを設置する。グローブボックス内温度上昇警報系統図を別添-4 図 4 に示す。

* 「火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令」に定める感度が 2 種 (15 °C 毎分の割合で直線的に上昇したとき、1 分以内で火災信号を発信すること) の差動式分布型感知器 (熱電対式) を設置。

グローブボックス本体はステンレス鋼 (SUS304L)、エキスパンションジョイント (ベローズ) はステンレス鋼 (SUS316L)、グローブポートはフェノール樹脂 (UL94 の V-1 グレード相当)、窓板はポリカーボネート樹脂 (UL94 の V-0 グレード)、支持架台は一般構造用鋼 (SS400) とする。

(3) 工事の技術上の基準への適合性

グローブボックスNo.FQG-19 を設置したことから、グローブボックスNo.FQG-19 を対象にグローブボックス内温度上昇警報及びハロゲン化物消火設備の性能及び設置状態を確認する。また、グローブボックスNo.FQG-19 は、可能な限り不燃性及び難燃性の材料を使用していることを確認する。

2.4 地震による損傷の防止 (第 10 号)

(1) 準拠した基準及び規格

- ・核燃料物質使用変更許可申請書
- ・建築基準法
- ・日本産業規格 (J I S)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針

- ・発電用原子力設備規格（J S M E）
- ・鋼構造設計規準
- ・あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針
- ・鉄筋コンクリート構造 計算基準・同解説

(2) 設計仕様

耐震重要度分類をCクラスとし、静的水平震度を1.2 Ciとして許容応力設計を行う。また、グローブボックスNo.FQG-19及び分光分析装置は水平震度1.0に対してアンカーによる転倒防止を行う。

グローブボックスNo.FQG-19とグローブボックスNo.FQG-01の接続については、耐震上影響を生じないエキスパンションジョイント（ベローズ）を用いて接続する。

(3) 工事の技術上の基準への適合性

グローブボックスNo.FQG-19を設置し、当該グローブボックスに分光分析装置を接続したものであるため、分光分析装置及びグローブボックスNo.FQG-19を対象に据付・外観、固定ボルトの材料、固定ボルト間の寸法及び固定ボルト呼び径の寸法を確認する。

分光分析装置及びグローブボックスNo.FQG-19の耐震強度計算結果を別添-5 表1に、分光分析装置の固定ボルトの配置図を別添-5 図5、グローブボックスNo.FQG-19の固定ボルトの配置図を別添-5 図6に示す。

2.5 溢水による損傷の防止（第18号）

(1) 準拠した基準及び規格

- ・核燃料物質使用変更許可申請書
- ・原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド

(2) 設計仕様

「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」を基に想定した施設内における溢水源及び溢水量から算出した溢水高さよりも高い位置に溢水防護対象設備（グローブボックス内温度上昇警報及びグローブボックス内消火設備（ハロゲン化物消火設備）を設置する。

(3) 工事の技術上の基準への適合性

グローブボックスNo.FQG-19を設置したことから、溢水防護対象設備であるグローブボックス内温度上昇警報、グローブボックス内消火設備（ハロゲン化物消火設備 グローブボックスNo.FQG-19の噴射ヘッド）及び気体廃棄施設（グローブボックス系の排気フィルタ）の設置高さが溢水の影響評価高さ（0.05 m）を超えることを寸法検査で確認する。

溢水防護対象設備の設置高さを別添-6 図7に示す。

2.6 警報装置の機能（第24号）

(1) 準拠した基準及び規格

- ・核燃料物質使用変更許可申請書

(2) 設計仕様

グローブボックスNo.FQG-19内の負圧が設定値（50 Pa を超える値）に達した時に、グローブボックスNo.FQG-19、検査工程制御室（FQ-202）及び中央管理室（CU-203）で警報が作動する。

(3) 工事の技術上の基準への適合性

グローブボックスNo.FQG-19を設置したことから、グローブボックス負圧警報（グローブボックスNo.FQG-19用）の性能を確認する。

グローブボックス内負圧警報系統図を別添-7 図8に示す。

2.7 廃棄施設（第28号）

(1) 準拠した基準及び規格

- ・核燃料物質使用変更許可申請書

(2) 設計仕様

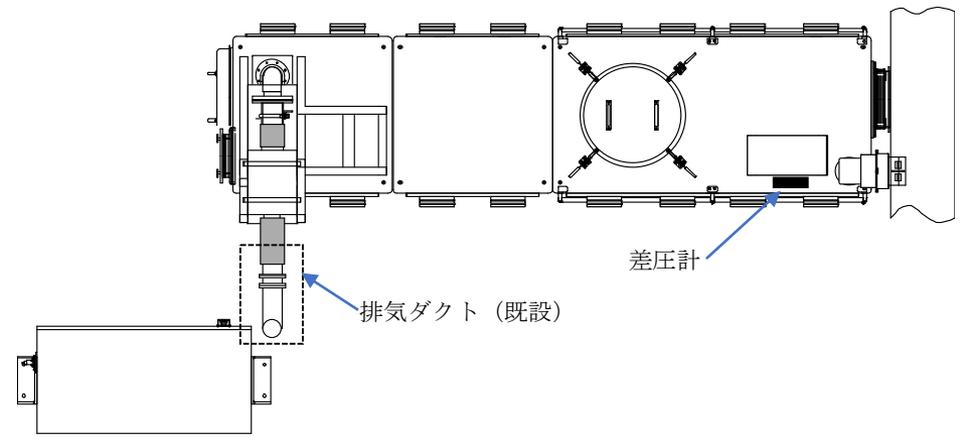
グローブボックスNo.FQG-19はプレフィルタを1個、高性能エアフィルタ*を一次排気用に1個及びバイパス用に1個を設置する。

* 0.15 μm 径の粒子に対して 99.97 %以上の捕集効率を有する。

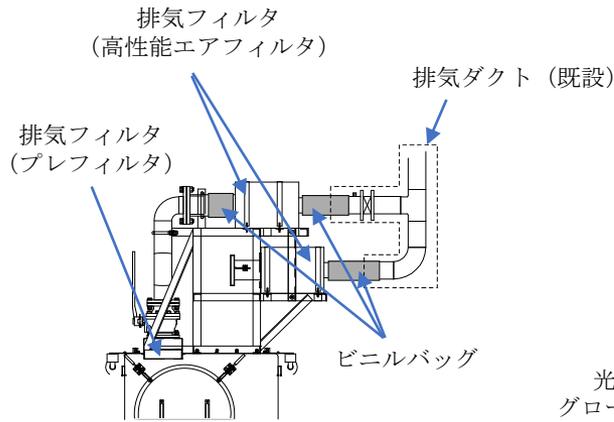
(3) 工事の技術上の基準への適合性

グローブボックスNo.FQG-19を設置し、排気フィルタ（グローブボックスNo.FQG-19用）を設置したことから、排気フィルタの設置状態を確認する。

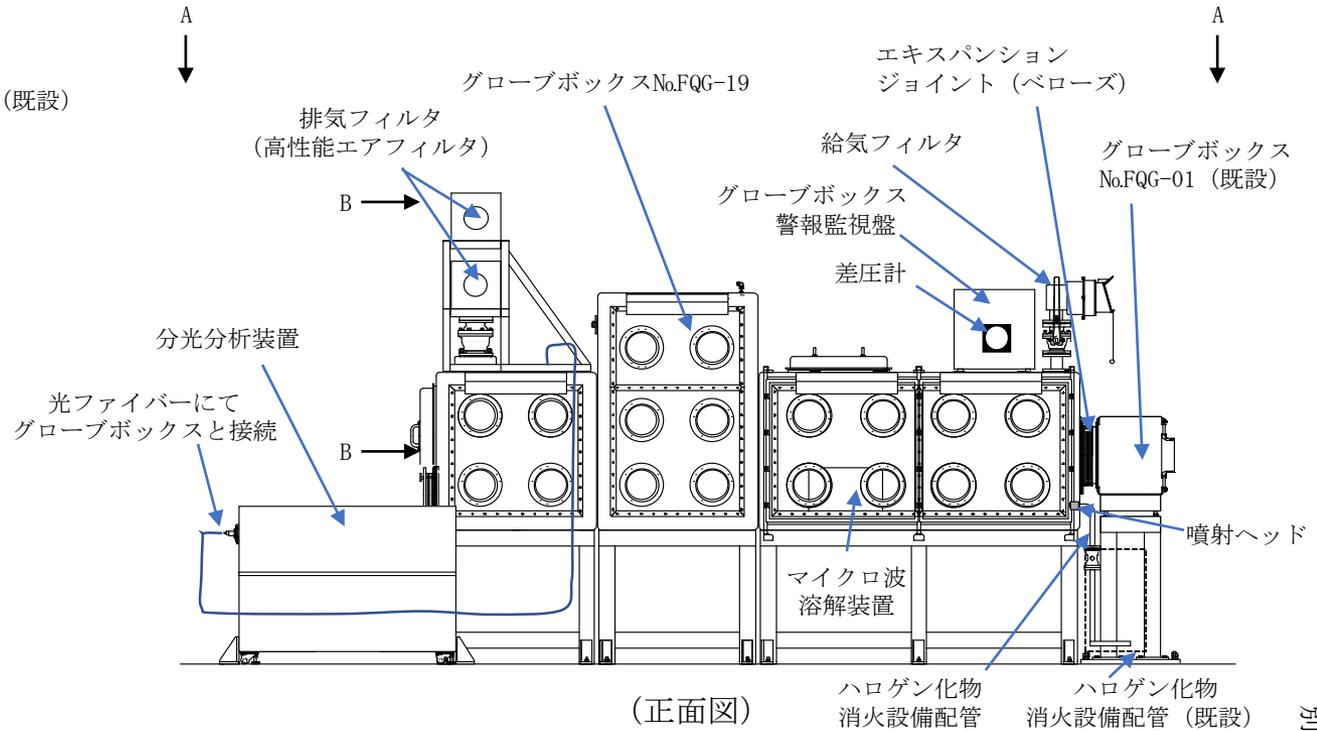
以上



(A-A矢視図)



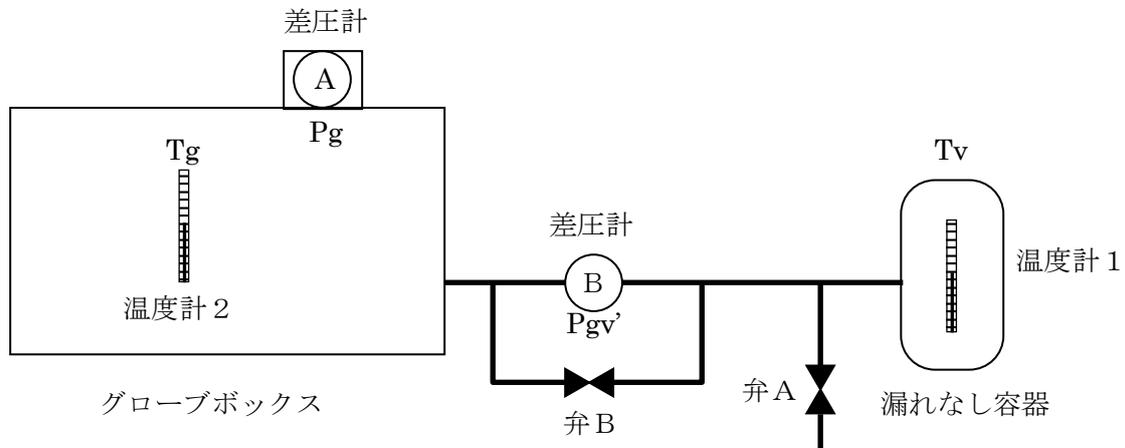
(B-B矢視図、詳細図)



(正面図)

図1 分光分析装置、グローブボックスNo.FQG-19の概略図

漏れなし容器法のリーク率算出及び概略図



t 時間後のグローブボックス内圧力は通常 1.0×10^5 Pa と近似できる。測定開始時の漏れなし容器内温度 ($^{\circ}\text{C}$) と t 時間後のグローブボックス内温度 ($^{\circ}\text{C}$) は、300 K と近似でき、温度の項は測定温度値 ($^{\circ}\text{C}$) を直接用いるように本体の式を簡略した次の式を使用する。

$$L_v = \frac{60}{t} \left\{ \frac{P_{gv'}}{101325} - \frac{\{(T_v - T_{v'}) - (T_g - T_{g'})\}}{300} \right\} \times 100$$

- L_v : リーク率 (%/h) (ここで、%は体積分率を示す。)
 t : 測定時間 (min)
 T_v : 測定開始時の漏れなし容器内温度 ($^{\circ}\text{C}$)
 $T_{v'}$: t 時間後におけるそれぞれの漏れなし容器内温度 ($^{\circ}\text{C}$)
 T_g : 測定開始時のグローブボックス内温度 ($^{\circ}\text{C}$)
 $T_{g'}$: t 時間後におけるグローブボックス内温度 ($^{\circ}\text{C}$)
 $P_{gv'}$: t 時間後のグローブボックスと漏れなし容器間の差圧 (Pa)

(注1) 差圧計及び温度計は校正され、差圧計は 5 Pa の読み取り可能なもの、並びに温度計は 0.01 $^{\circ}\text{C}$ の読み取り可能なものを用いる。

(注2) 本測定は、測定中の温度や気圧が急激に変化すると測定結果が異常値となることがある。そこで、測定中に異常なデータが連続した場合には JIS Z 4820 に従い測定時間を延長する。なお、延長でも異常なデータが連続する場合には再測定を行う。

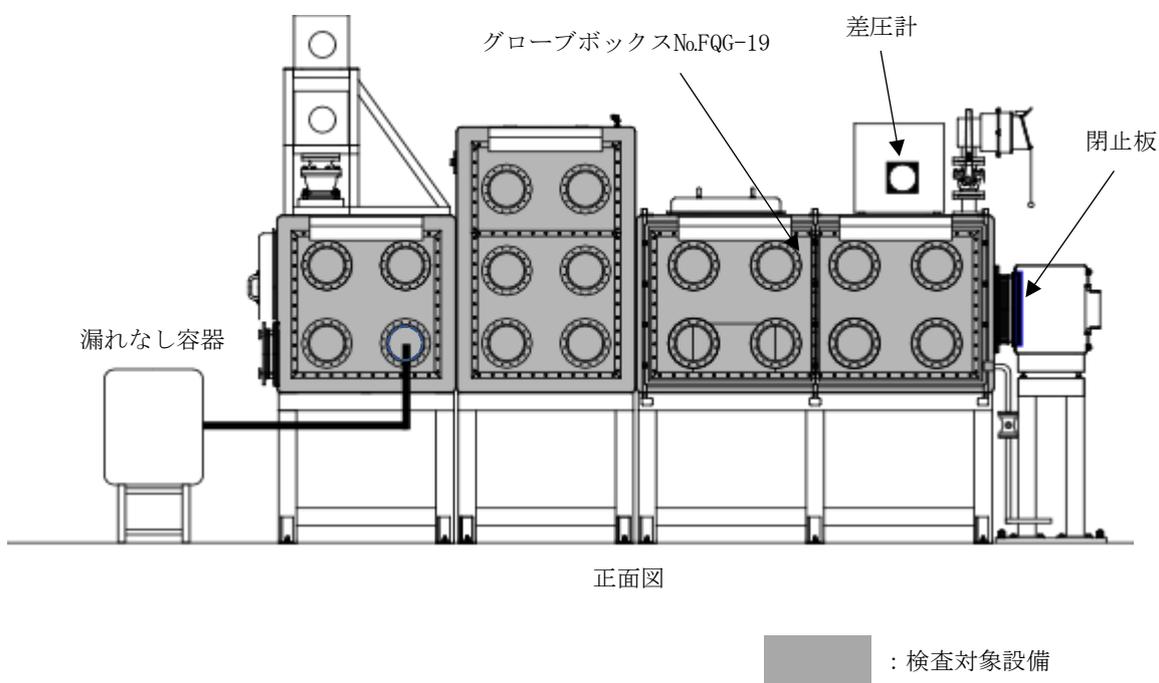


図2 漏れなし容器法の概略図

表1 外部放射線に係る線量計算結果

外部放射線に係る線量最大値 (μ Sv/h)	合計最大値 (μ Sv/h)	作業時間 (h/週)	外部放射線に係る線量の最大値 (mSv/週)
中性子線 : 0.43 ガンマ線 : 1.09	1.52	40	0.07

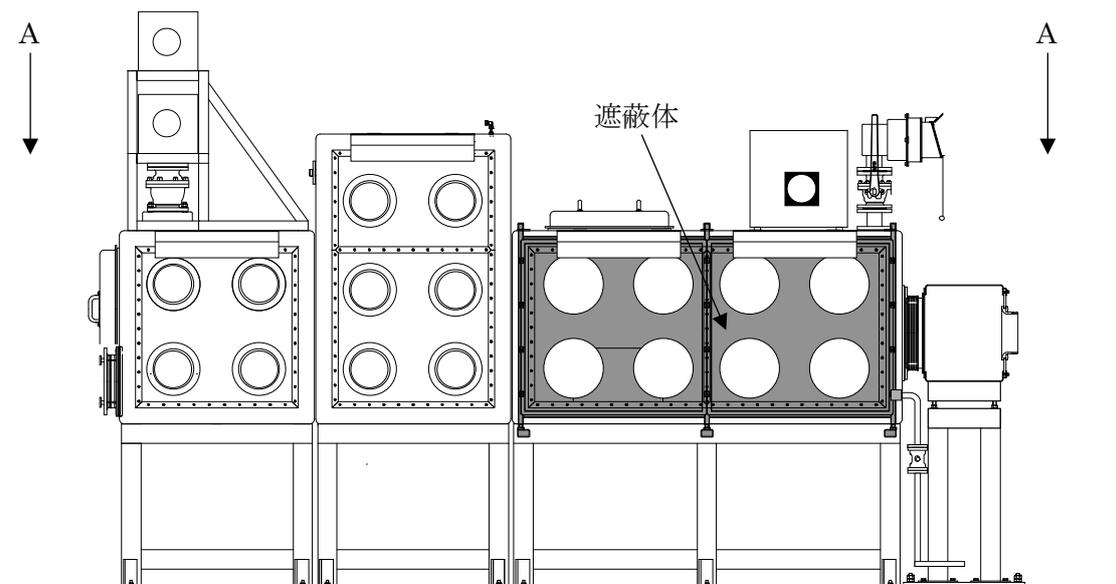
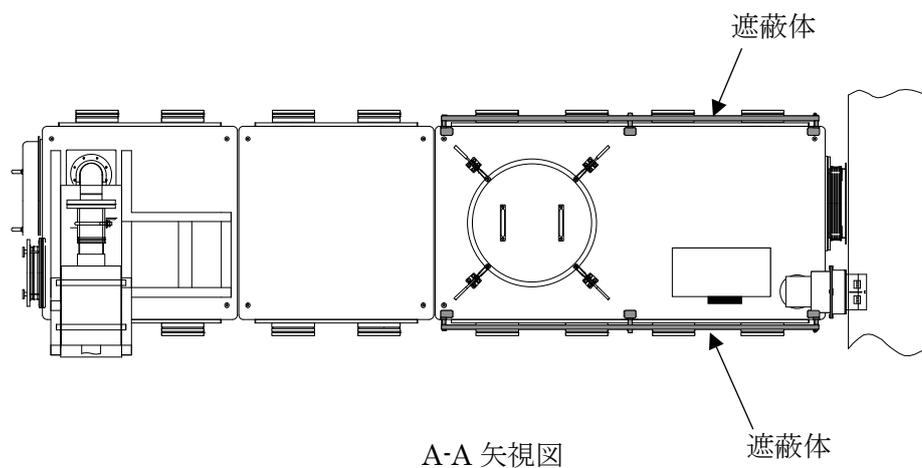


図3 遮蔽計算において考慮した遮蔽体の概略図

No.	名称	No.	名称
①	白金側温抵抗体	⑤	グローブ温度警報設定器
②	差動式分布型感知器 (差動分布型感熱部 (熱電対))	⑥	警報表示灯
③	温度発信器	⑦	警報ブザー
④	差動式分布型感知器 (検出器)	□	AND 回路

動作表	
グローブボックス警報盤	グローブボックスNo.FQG-19 の警報盤で警報音吹鳴
グローブボックス監視盤 (検査工程制御室)	グローブボックス温度上昇警報の警報表示灯の点灯、グローブボックスNo.FQG-19 の警報表示灯の点滅及び警報音吹鳴
監視盤 (中央管理室)	グローブボックス温度上昇警報の警報表示灯の点滅及び警報音吹鳴
ハロゲン化物消火設備	起動用ガス容器弁を開放 (膜破壊) するためのピンが飛び出すこと

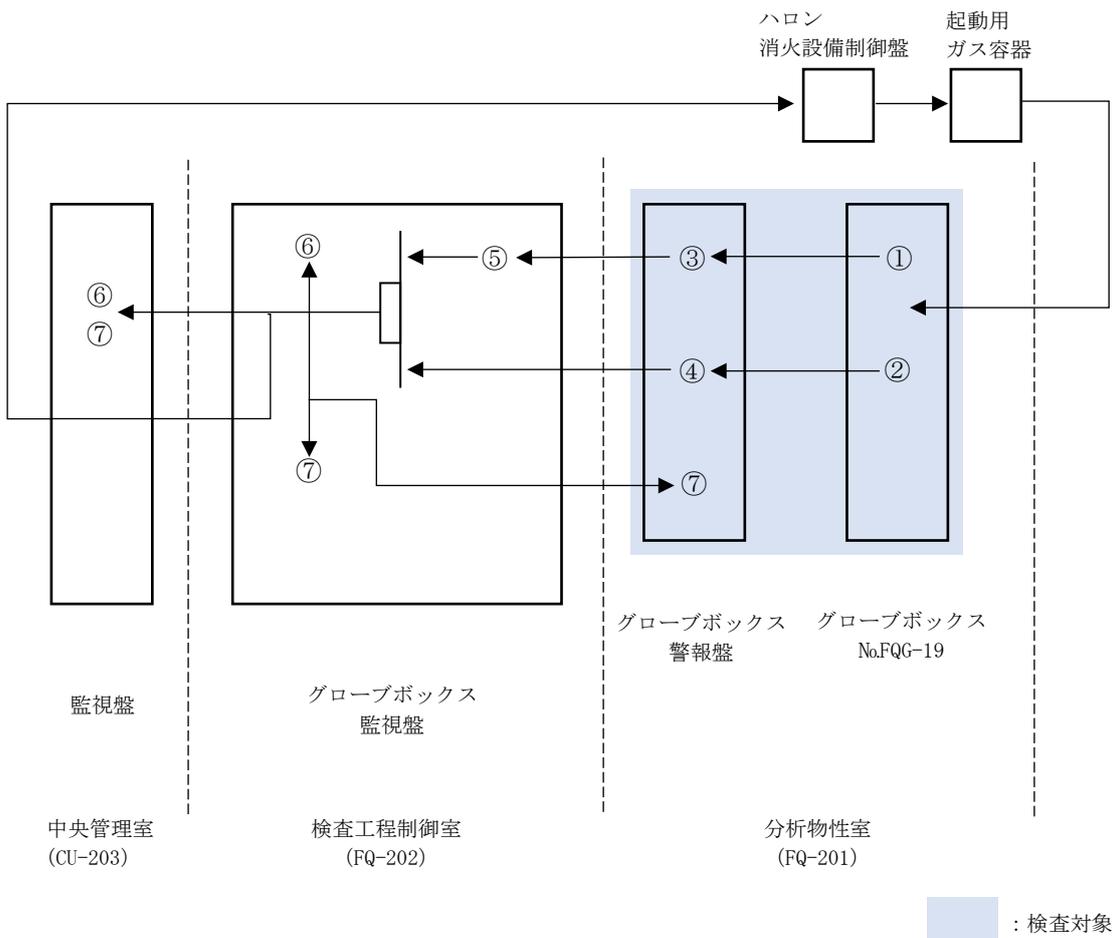
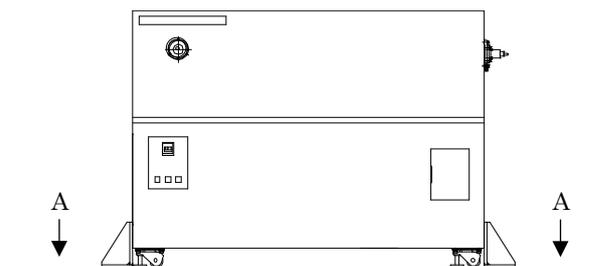


図4 グローブボックス内温度上昇警報系統図

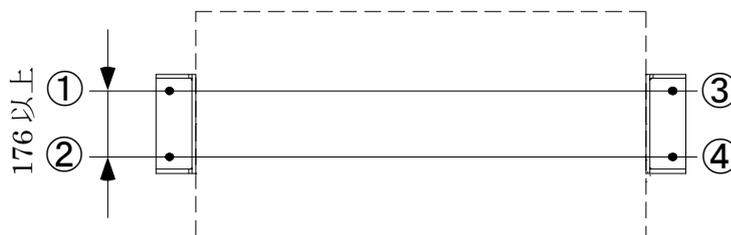
表1 分光分析装置及びグローブボックスNo.FQG-19の耐震強度計算結果

評価対象		分光分析装置		グローブボックス No.FQG-19	
耐震重要度分類		C クラス		C クラス	
耐震強度計算		設計最大 応力 (N/mm ²)	短期許容 応力 (N/mm ²)	設計最大 応力 (N/mm ²)	短期許容 応力 (N/mm ²)
静的解析		-	-	13.1	175
主要部材等材質		-		SUS304L	
転倒の検討	引張応力	59	245	23	245
	せん断応力	11.4	141	18.6	141
	使用ボルト	M12		M12	
	ボルト間隔 (mm)	176		1060	
	ボルト材質	SS400		SS400	

固定ボルトの間隔	176 mm以上
固定ボルトの呼び径	M12 (11.75~11.95)



分光分析装置（正面図）



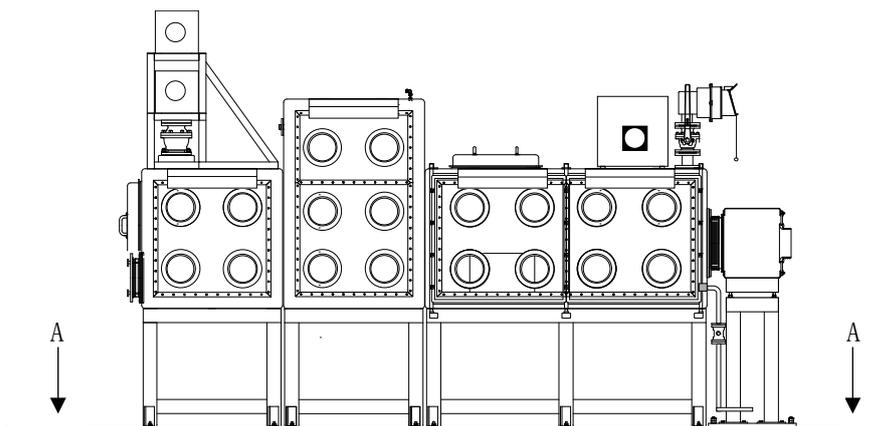
A-A 矢視図（固定ボルトの配置）

単位：mm

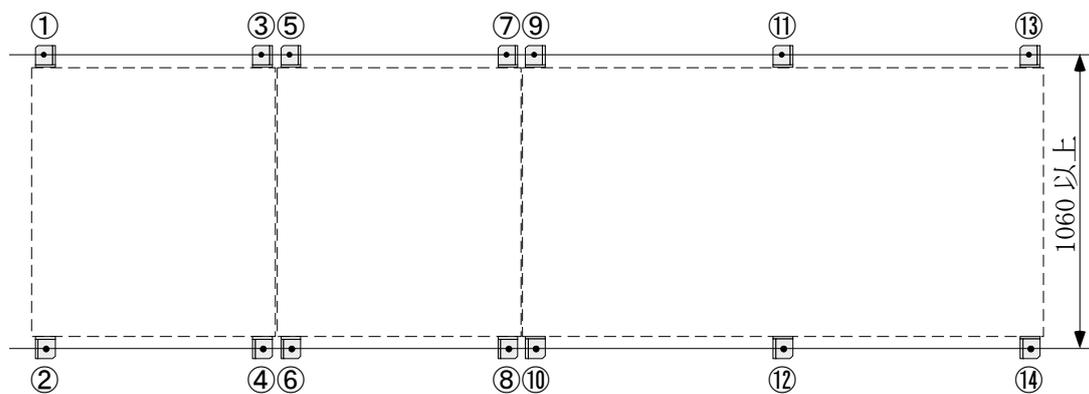
●：固定ボルト

図 5 分光分析装置の固定ボルトの間隔及び呼び径

固定ボルトの間隔	1060 mm 以上
固定ボルトの呼び径	M12 (11.75~11.95)



グローブボックスNo.FQG-19 (正面図)



単位 : mm

● : 固定ボルト

A-A 矢視図 (固定ボルトの配置)

図 6 グローブボックスNo.FQG-19 の固定ボルトの間隔及び呼び径

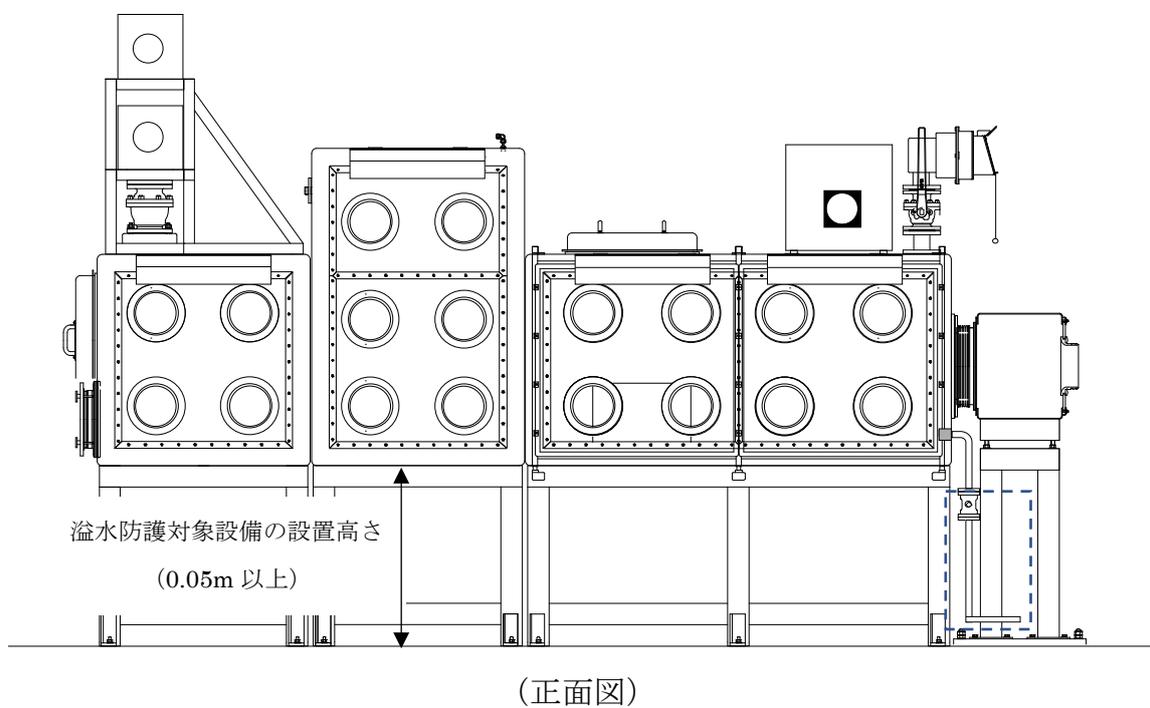


図 7 溢水防護対象設備の設置高さ

No.	名称
①	差圧発信器
②	差圧計
③	警報設定器
④	警報表示灯
⑤	警報ブザー

動作表	
グローブボックス警報盤	グローブボックスNo.FQG-19の警報盤で警報音吹鳴
グローブボックス監視盤 (検査工程制御室)	グローブボックス負圧警報の警報表示灯の点灯、グローブボックスNo.FQG-19の警報表示灯の点滅及び警報音吹鳴
監視盤 (中央管理室)	グローブボックス負圧警報の警報表示灯の点滅及び警報音吹鳴

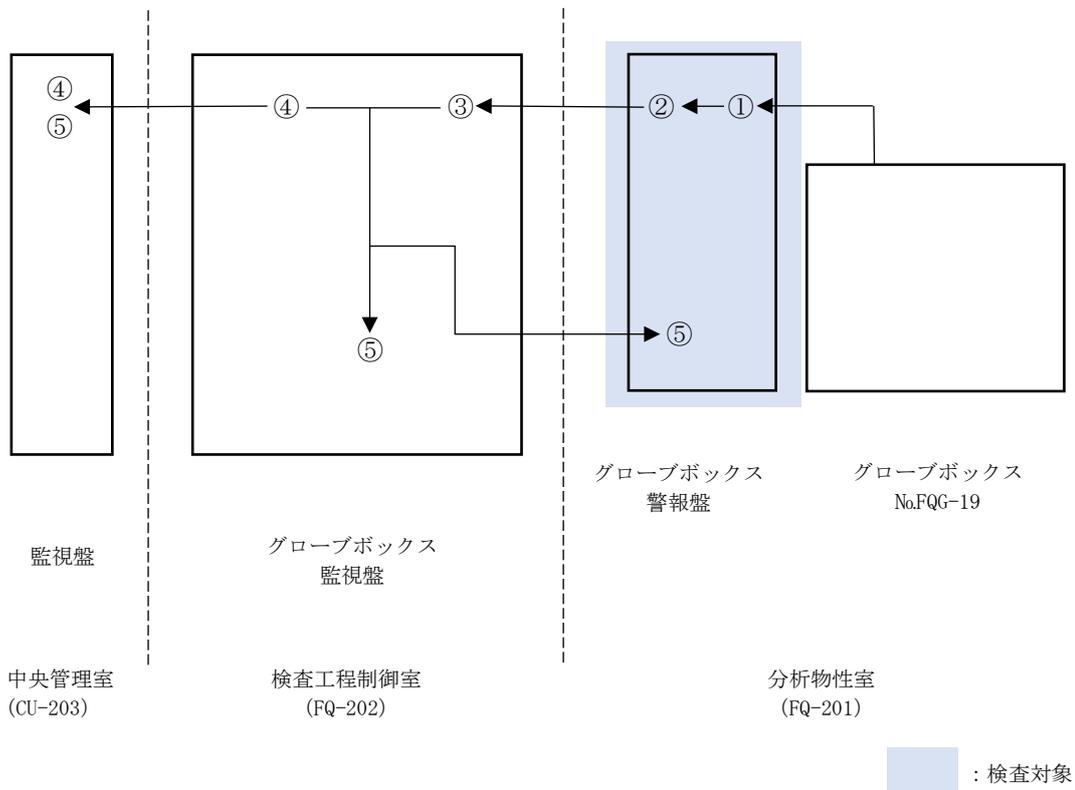


図8 グローブボックス負圧警報系統図