

株式会社メイコー商事 殿

試験報告書

電気集塵機による浮遊ウイルスの除去性能評価試験 (循環)

北生発 2020_0065 号

2020年7月14日

神奈川県相模原市南区北里1丁目15番1号

一般財団法人 北里環境科学センター

理事長 山田陽城

試験内容を公表する際は、結果の表記等について専門的な立場から確認させていただいております。

なお、確認目的と申込様式は、ホームページに掲載しております。

(http://www.kitasato-e.or.jp/?page_id=87)

1. 表題

空気清浄機による浮遊ウイルスの除去性能評価試験（循環）

2. 報告書番号

北生発 2020_0065 号

3. 目的

電気集塵機によって、浮遊ウイルスをどの程度除去できるかを、日本電機工業会規格 JEM1467「家庭用空気清浄機」の附属書 D「浮遊ウイルスに対する除去性能評価試験」を参考に、6 畳の空間に相当する 25 m³ 試験チャンバーを用いて評価した。

4. 依頼者

名 称：株式会社メイコー商事 大阪本社

所在地：〒532-0011 大阪府大阪市淀川区西中島 7-9-12

名 称：株式会社メイコー商事 東京本社

所在地：〒116-0011 東京都荒川区西尾久 7-27-14

5. 試験機関

名 称：一般財団法人 北里環境科学センター

所在地：〒252-0329 神奈川県相模原市南区北里 1 丁目 15 番 1 号

6. 実施期間

2020 年 5 月 15 日～2020 年 5 月 19 日

7. 試験品

電気集塵機（SHN-10 型、処理風量：30 m³/分） 1 台…別紙図 a

8. 試験条件

①自然減衰（コントロール）；試験品を運転しない試験空間における試験ウイルス数の経時変動

②電気集塵機；電気集塵機を運転した試験空間における試験ウイルス数の経時変動

9. 試験微生物

ウイルス：*Escherichia coli* phage MS2 NBRC 102619（大腸菌ファージ MS2）

宿主菌：*Escherichia coli* NBRC 106373（大腸菌）

10. 試薬および機器・器材

1) 主な試薬

- ・ Nutrient Broth (Difco)
- ・ 塩化ナトリウム (和光、特級)
- ・ 普通寒天培地 (日水)
- ・ リン酸緩衝生理食塩液 (エルメックス)
- ・ チオ硫酸ナトリウム (和光、一級)

2) 主な機器・器材

- ・ 25 m³ 試験チャンバー (2.7×3.8×2.4 m、アメニティテクノロジー)
- ・ 攪拌ファン (BS-B-25、Yamazen)
- ・ レーザー式パーティクルカウンター (MODEL3886、日本カノマックス)
- ・ 温湿度計 (TR-72Ui、T&D)
- ・ ネブライザー (Collison Nebulizer CN-31I、BGI)
- ・ ガラス製ミゼットインピンジャー (特注品、以下インピンジャーとする)
- ・ 気体検知管 (オゾン No.18L、ガステック)
- ・ 気体採取器 (ガステック)
- ・ 孔径 0.45 μm メンブランフィルタ (セルロース混合エステル、A045R047A、アドバンテック)
- ・ インキュベータ (MIR-153、MIR-553、三洋)

11. 方法

1) 試験操作

試験系を別紙図 b~d に示した。25 m³ 試験チャンバー内に試験品と攪拌ファン、およびレーザー式パーティクルカウンター、温湿度計をそれぞれ設置した。チャンバーの一側面には、ウイルス液噴霧口と浮遊ウイルス捕集口を設け、それぞれウイルス液噴霧器具と浮遊ウイルス捕集器具を接続した。ウイルス液噴霧器具として、ウイルス液を入れたネブライザーを使用した。浮遊ウイルス捕集器具として、捕集液を入れたインピンジャーを使用した。

試験操作として別紙表 b の工程に従った。すなわち、チャンバー内の攪拌ファンを作動させながらウイルス液を 10 分間噴霧し、2 分攪拌した後にチャンバー内空気から初発 (0 分) の浮遊ウイルスを捕集した。その後、攪拌ファンを止め、試験品を運転し、5、7、10 分後に浮遊ウイルスを捕集した。なお、自然減衰は別紙表 a の工程で実施し、コントロールとした。

2) 試験ウイルス液の調製

Nutrient Broth で、 $36 \pm 2^\circ\text{C}$ にて一晚培養した宿主菌液に、試験ウイルスを接種し、半流動寒天 (Nutrient Broth + 0.5%塩化ナトリウム + 0.5%Agar) と混合して普通寒天培地に重層した。 $36 \pm 2^\circ\text{C}$ で 18 時間培養後、宿主菌を遠心除去し、孔径 $0.22 \mu\text{m}$ のメンブランフィルタでろ過して約 10^{11}PFU/mL の試験ウイルス液を得た。これを滅菌イオン交換水で 100 倍に希釈し、試験に供した。

3) ウイルス液の噴霧

ウイルス液を入れたネブライザーに、コンプレッサーから圧縮空気を送り出し、ウイルス液をチャンバー内へ毎分約 0.2 mL で 10 分間噴霧して浮遊させた。なお、コンプレッサーからの吐出空気圧を 1.6 kg/cm^2 、吐出空気量を 7.5L/分 とした。

4) 浮遊ウイルスの捕集

捕集液として 0.015%チオ硫酸ナトリウム添加生理食塩液 20 mL を入れたインピンジャーを用いた。1 回の捕集につき、チャンバー内の空気を毎分 10 L で 2 分間 (=20 L) 吸引し、浮遊ウイルスを捕集した。

5) 浮遊ウイルス数の測定

浮遊ウイルス捕集後のインピンジャー内の捕集液を試料原液とし、リン酸緩衝生理食塩液で 10 倍段階希釈列を作製した。その試料原液または希釈液と宿主菌を半流動寒天に混合して普通寒天培地に重層し、 $36 \pm 2^\circ\text{C}$ で 21 時間培養した。培養後、発生したプラークを数え、空気 20 L あたりの浮遊ウイルス数を求めた。

6) 浮遊ウイルスの除去性能評価方法

日本電機工業会規格 JEM1467「家庭用空気清浄機」の附属書 D「浮遊ウイルスに対する除去性能評価試験」では 90 分間で 2.0 桁の減少が求められている (添付資料に記載)。本試験はこの規格を参考に、以下に示した方法で浮遊ウイルスの除去性能評価を行った。

経時的に変化する浮遊ウイルス数 (対数) の近似式を作成し、その傾きを求めた。近似式の傾きは、1 分間あたりに変化する浮遊ウイルス数であり、試験品の傾きからコントロールの傾きを差し引いた正味の傾き^{*1}を計算した。正味の傾きから対数減少値^{*2} (減少率^{*3}) を計算し、試験品の浮遊ウイルスに対する除去性能を評価した。

計算式を以下に示した。

※1 正味の傾き = 試験品の傾き - コントロールの傾き

※2 対数減少値 = -{ 正味の傾き × 時間 (分) }

$$\text{※3 減少率 (\%)} = \left(1 - \frac{1}{10^{(\text{対数減少値})}} \right) \times 100 \text{ (\%)}$$

7) オゾン濃度の測定

所定時間作用後に気体検知管で試験チャンバー内の空気を吸引し、チャンバー内のオゾン濃度を測定した。

12. 結果

表 1、および図 1 に電気集塵機による経過時間ごとの浮遊ウイルス数を示した。

また表 2、および図 2 に正味の傾きから計算した経過時間ごとの浮遊ウイルス数の対数減少値と減少率を示した。

本試験によって得られた試験品による対数減少値 (減少率) は、5 分で 2.9 (99.8%)、7 分で 4.1 (>99.99%)、10 分で 5.8 (>99.99%)、となった。

表 3 に試験時における経過時間ごとのオゾン濃度を示した。

13. 参考情報

参考データとして試験時におけるチャンバー内の温湿度を示した。

以上

表 1. 経過時間ごとの浮遊ウイルス数

試験条件	時間(分)			
	0	5	7	10
①自然減衰 (コントロール)	1,500,000	1,900,000	1,400,000	1,400,000
②電気集塵機	1,600,000	1,300	130	2

試験品：電気集塵機（SHN-10型、処理風量：30 m³/分）

試験ウイルス：*Escherichia coli* phage MS2 NBRC 102619（大腸菌ファージ）

試験空間：25 m³

測定単位：PFU/20 L-air

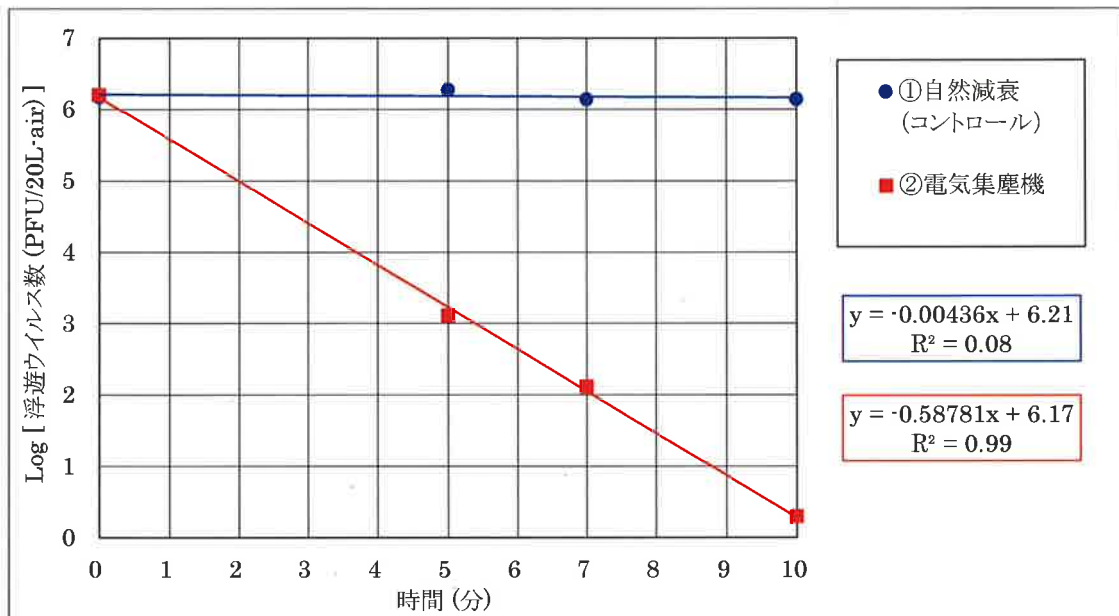


図 1. 経過時間ごとの浮遊ウイルス数

表 2. 経過時間ごとの浮遊ウイルス数の対数減少値と減少率 (%)

試験条件	傾き	正味の傾き	時間(分)			
			0	5	7	10
①自然減衰 (コントロール)	-0.00436	—	—	—	—	—
②電気集塵機	-0.58781	-0.58345	0.0 (0%)	2.9 (99.8%)	4.1 (>99.99%)	5.8 (>99.99%)

正味の傾き = 試験品の傾き - コントロールの傾き

対数減少値 = -{ 正味の傾き × 時間 (分) }

$$\text{減少率 (\%)} = \left(1 - \frac{1}{10^{(\text{対数減少値})}} \right) \times 100 \text{ (\%)}$$

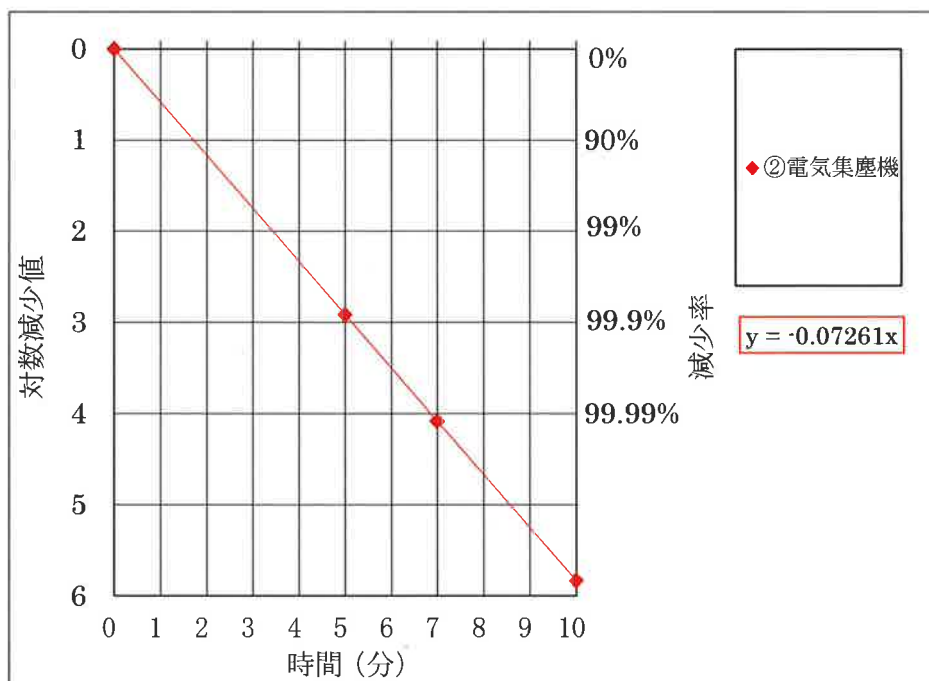


図 2. 経過時間ごとの浮遊ウイルス数の対数減少値と減少率 (%)

表 3. 経過時間ごとのオゾン濃度 (ppm)

試験条件	時間(分)			
	0	5	7	10
②電気集塵機	< 0.025	—	—	0.10

測定器：オゾンガス検知管 (No.18L、ガステック)

表 a. 試験工程表 (①自然減衰)

試験操作	使用機器	時間(分)			
		0	5	7	10
チャンバー内 空気の均質化	攪拌ファン	→			
試験ウイルスの噴霧	ネブライザー	10分	2分攪拌		
浮遊ウイルスの捕集	インピンジャー	2分 ※	2分 ※	2分 ※	2分 ※

※10 L/分

表 b. 試験工程表 (②試験品)

試験操作	使用機器	時間(分)			
		0	5	7	10
チャンバー内 空気の均質化	攪拌ファン	→			
試験ウイルスの噴霧	ネブライザー	10分	2分攪拌		
試験品の運転	試験品	→			
浮遊ウイルスの捕集	インピンジャー	2分 ※	2分 ※	2分 ※	2分 ※

※10 L/分



図 c. 電気集塵機(SHN-10 型)



図 d. 25 m³ 試験チャンバーの様子

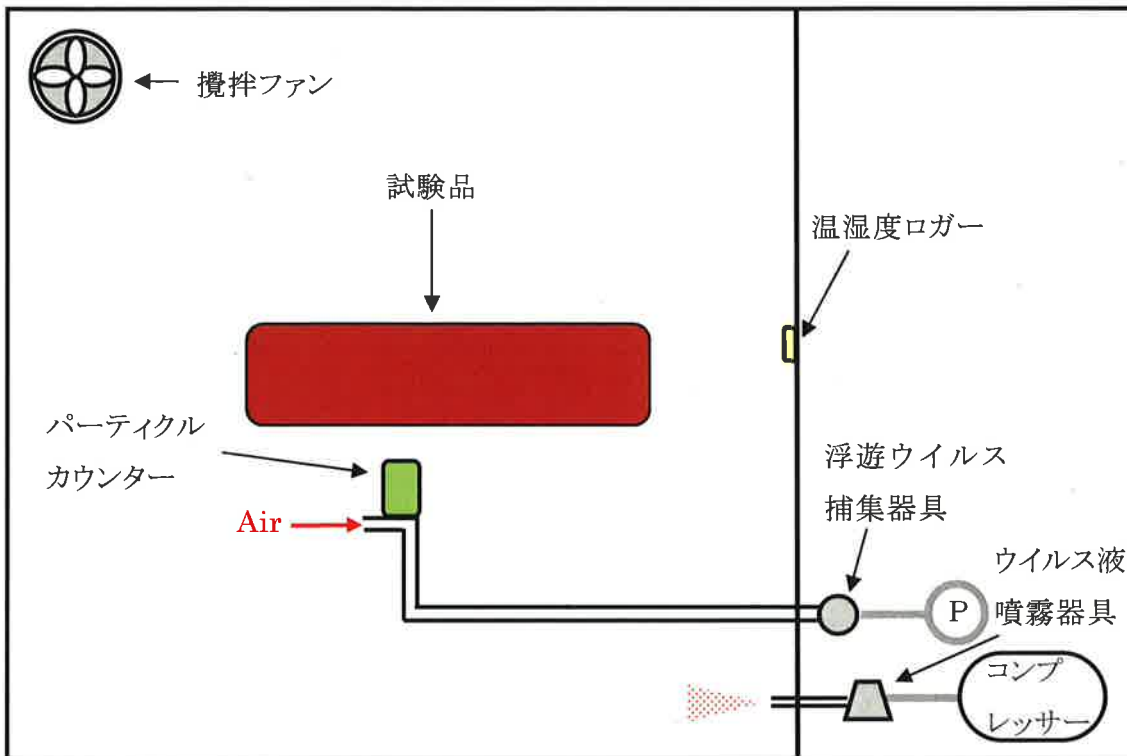


図 a. 25 m³ 試験チャンバーの外観（上面図）

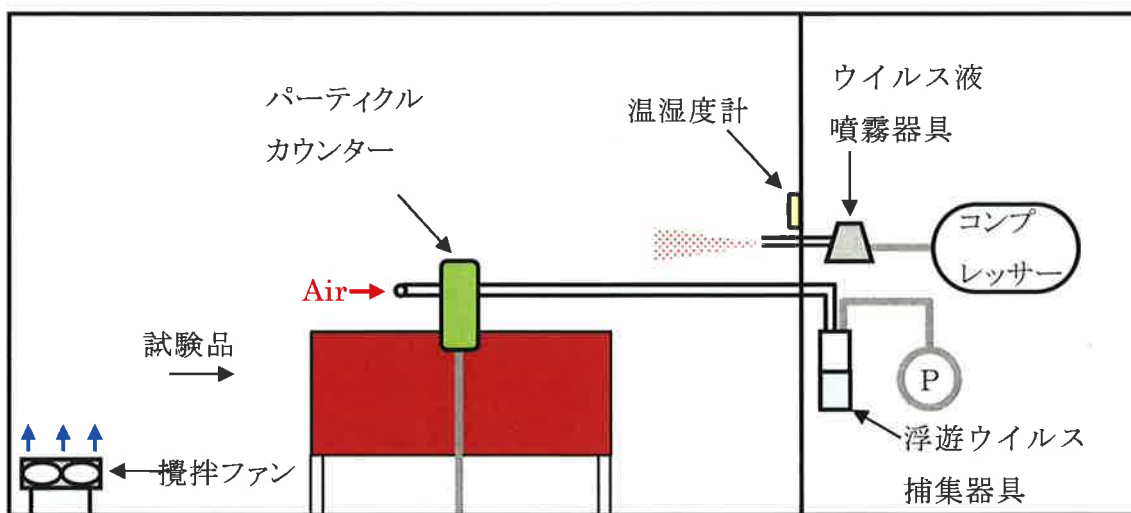
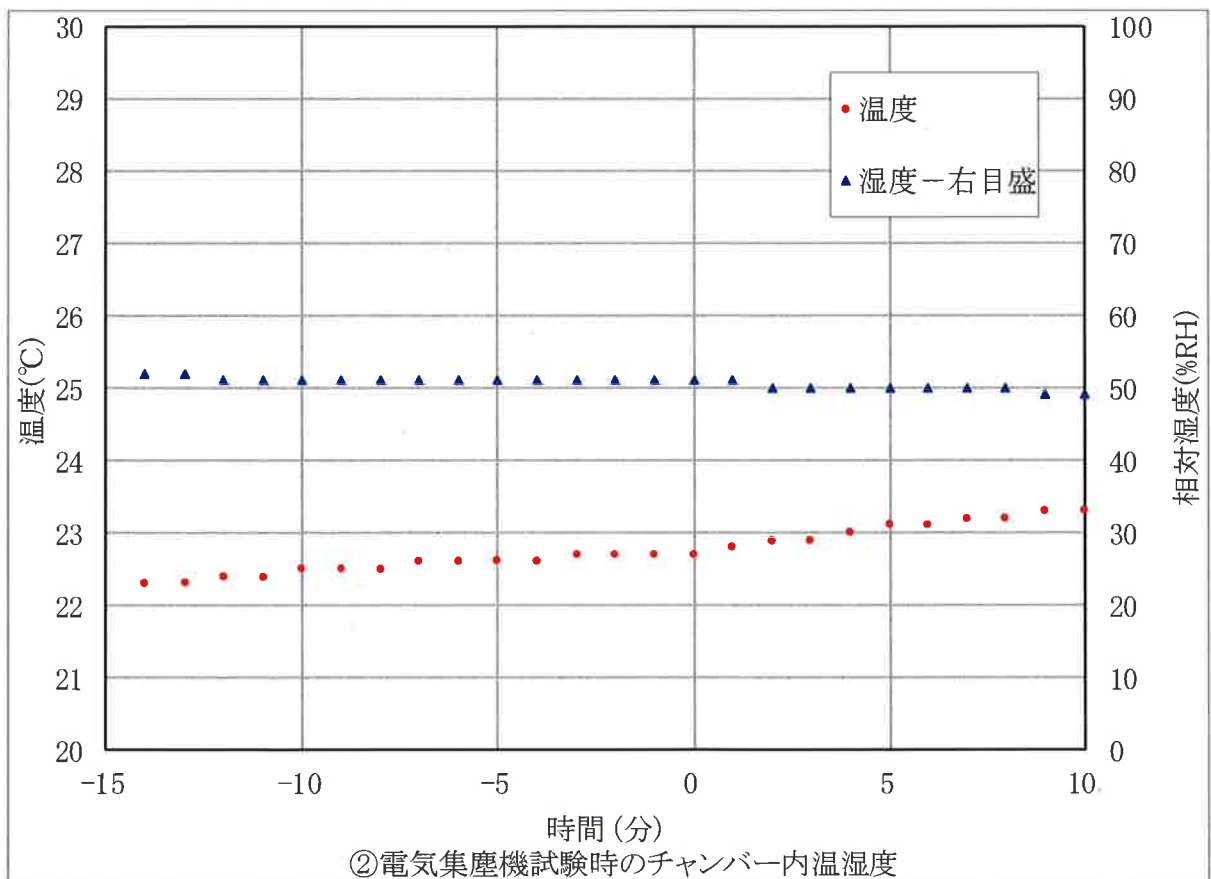
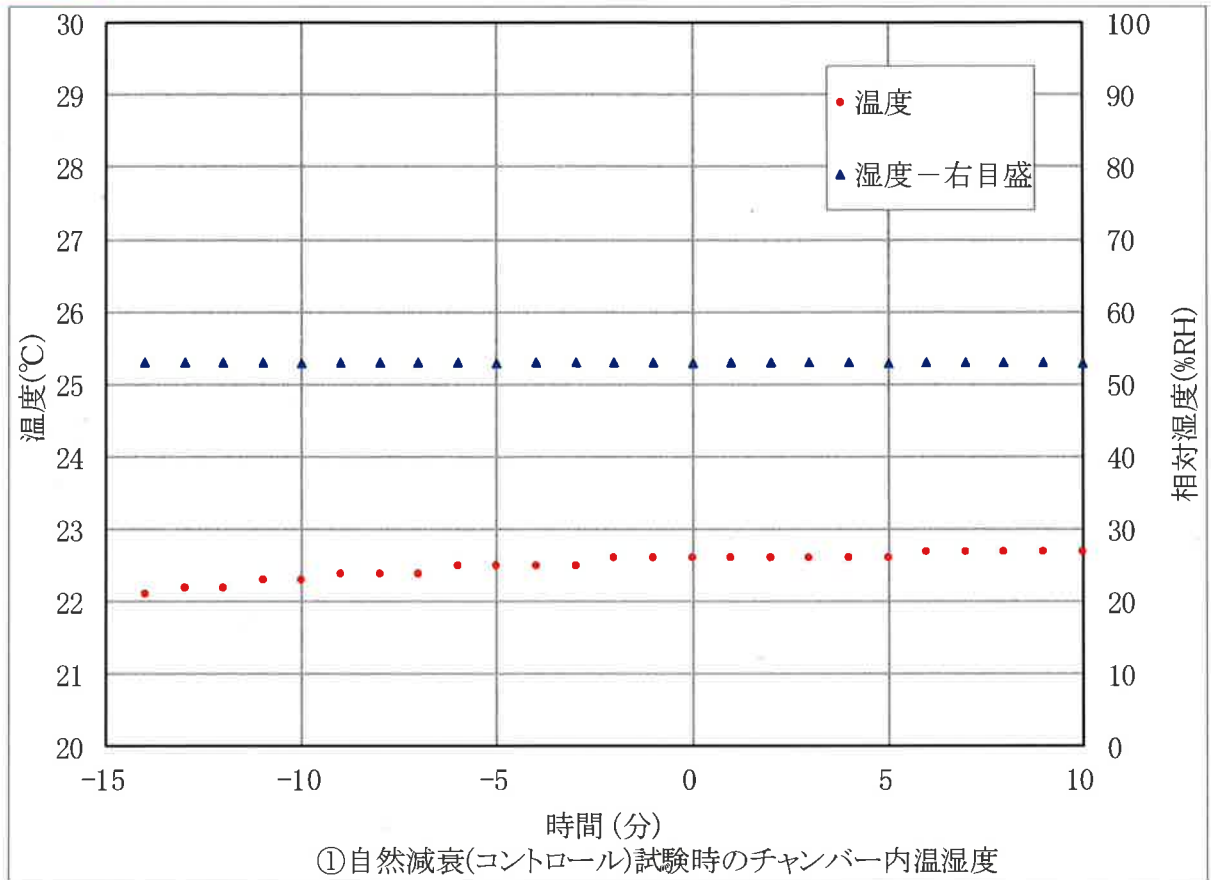


図 b. 25 m³ 試験チャンバーの外観（側面図）



*測定は、温湿度カードロガー(TR-72Ui、T&D)による

日本電機工業会規格 JEM1467 「家庭用空気清浄機」
 附属書 D 「浮遊ウイルスに対する除去性能評価試験」

D.6 結果

d) 浮遊ファージ又はインフルエンザウイルス数について、図 D.1 に近似式の傾き (= 1 min 当たりに変化する浮遊ファージ又はインフルエンザウイルス数 (対数値) の変化) を示す。対数値は、浮遊ファージ又はインフルエンザウイルス数の桁数の変動と読みかえることができる。よって初期から t min で減少した浮遊ファージ又はインフルエンザウイルス数から、①コントロール、②試験品運転で何桁違うかを求める。

近似式は次による。

コントロール: $y = -a_1x + b_1$ (D.1)

試験品運転: $y = -a_2x + b_2$ (D.2)

ここに、 y : Log_{10} [浮遊ウイルス数 (PFU/10 L-air)]

x : 試験品の運転時間 (min)

t min 後のコントロールと試験品運転とでのウイルスの減少桁数の違い Δy は、式 (D.3) による。

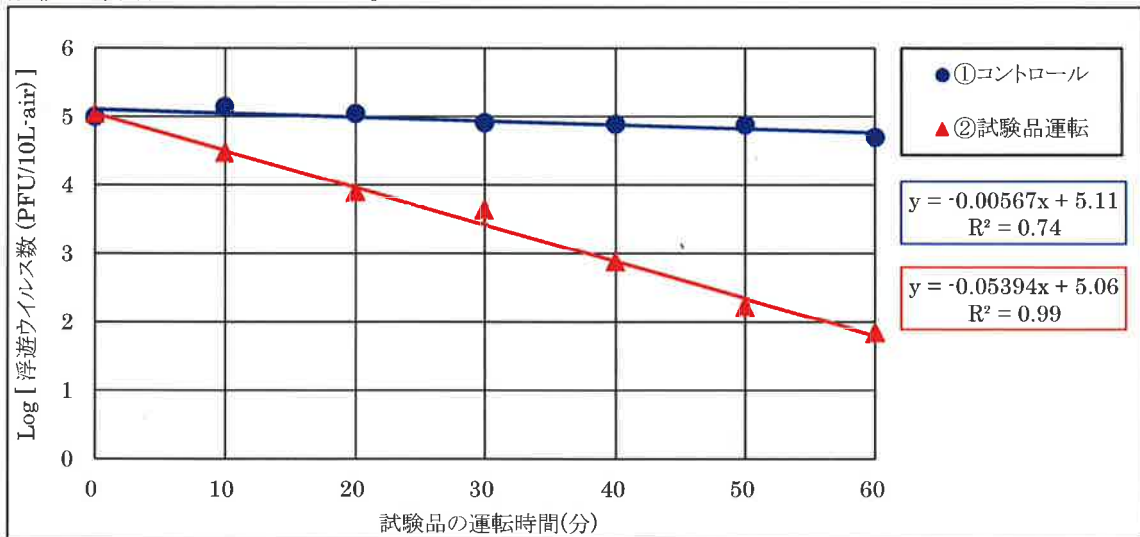
$\Delta y = t (a_2 - a_1)$ (D.3)

1 桁減少は 90% 減少, 2 桁減少は 99% 減少である。計算式は式 (D.4) のようになる。

$\left(1 - \frac{1}{10^{\zeta}}\right) \times 100(\%)$ (D.4)

ここに、 ζ : 減少桁数

何桁 (何%) 違うか求める場合は、測定した時間内で行う。近似式の外挿によって求めた数値で判断してはならない。



図D.1 浮遊ウイルスに対する除去性能評価試験結果例

D.7 除去効果

この試験方法によって得られる対数減少値が 2.0 以上の時、空気清浄機の浮遊ウイルスに対する除去効果があるものと判断する。