

有限会社 NDS エンジニアリング 殿

試験報告書

UV 空間殺菌システムによる浮遊ウイルスの抑制試験
(25 m³ 空間)

北生発 2020_0551 号

2021 年 2 月 15 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

UV 空間殺菌システムによる浮遊ウイルスの抑制試験 (25 m³ 空間)

2. 報告書番号

北生発 2020_0551 号

3. 目的

試験品を運転することによって、浮遊ウイルスがどの程度抑制されるかを、一般社団法人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」を参考にして、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

有限会社 NDS エンジニアリング

〒252-0244 神奈川県相模原市中央区田名 5407-2

5. 試験機関

一般財団法人 北里環境科学センター

〒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

2021 年 1 月 21 日～2021 年 1 月 25 日

7. 試験品

UV 空間殺菌システム 2 台・・・別紙図 a

エア美人

エア美人 (MAX)

8. 試験条件

1) 試験条件

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

試験品 : UV 空間殺菌システム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

2) 作用時間

0、30(試験品 MAX のみ測定)、60、120、240(試験品 MAX を除く)分

9. 試験微生物

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

※宿主菌として *Escherichia coli* NBRC 106373 (大腸菌) を使用

10. 試薬および機器・器材

1) 主な試薬

- ・ Nutrient Broth (Difco、以下 NB)
- ・ 塩化ナトリウム (和光、特級)
- ・ Agar (Difco)
- ・ 普通寒天培地 (日水)
- ・ りん酸緩衝生理食塩水 (エルメックス、以下 PBS)
- ・ 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 (幅 2.7× 奥行 3.8× 高さ 2.4 m、アメニティテクノロジー)
- ・ 攪拌ファン (YBS-B257、Yamazen)
- ・ レーザー式パーティクルカウンター (Model 3886、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)
- ・ 孔径 0.22 μm メンブランフィルタ (ボトルトップフィルタ、TPP)
- ・ インキュベーター (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、レーザー式パーティクルカウンター、および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、試験品を運転し所定時間後に浮遊ウイルスを捕集した。

なお、①自然減衰(コントロール)は別紙表 a の工程で実施した。

2) 試験ウイルス液の調製

NB で、 $36 \pm 2^\circ\text{C}$ にて一晩培養した宿主菌液に、試験ウイルスを接種し、半流動寒天(NB+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 1/10 濃度の NB で 350 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 1 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 0.16 MPa とし、吐出空気量は 6.5 L/分であった。

4) 浮遊ウイルスの捕集

捕集液として 20 mL の 0.015% チオ硫酸ナトリウム添加 PBS 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、PBS で 10 倍段階希釈列を作製した。その試料原液および希釈液 0.2 mL と宿主菌液 0.2 mL を半流動寒天 4.0 mL に混合して普通寒天培地に重層した後、 $36 \pm 2^\circ\text{C}$ で 24 時間培養した。

また、試料原液 5 mL と宿主菌 5 mL を 10 mL の半流動寒天培地に混合して普通寒天培地に重層した。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) 浮遊ウイルス抑制性能の評価方法

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」に示される浮遊ウイルス抑制性能として $20 \sim 32 \text{ m}^3$ 試験空間において 90 分間で 2.0 桁の減少が得られることが求められている(添付資料に記載)。本試験品は家庭用空気清浄機に該当するものではないことから、参考として以下の方法で評価を実施した。

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。正味の傾きから正味の対数減少値^{※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 正味の対数減少値 = $-\{ \text{正味の傾き} \times \text{時間 (分)} \}$

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

12. 結果

表 1 および図 1 に経過時間ごとの浮遊ウイルス数を示した。

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。

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浮遊粒子数および温湿度を示した。

14. コメント

「エア美人」の 240 分作用時における正味の対数減少値（減少率）は 1.5（97%）であった。

「エア美人 MAX」の 120 分作用時における正味の対数減少値（減少率）は 2.3（99.5%）であった。

また、「エア美人 MAX」は作用時間 105 分で対数減少値（減少率）が 2.0（99%）に達した。

以上

表 1. 経過時間ごとの浮遊ウイルス数

試験条件	浮遊ウイルス数 (PFU/20 L-air)				
	0分	30分	60分	120分	240分
①自然減衰 (コントロール)	200,000		180,000	160,000	88,000
②UV空間殺菌システム 「エア美人」	290,000		87,000	21,000	3,800
③UV空間殺菌システム 「エア美人MAX」	370,000	91,000	17,000	1,300	

試験品：UV空間殺菌システム

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

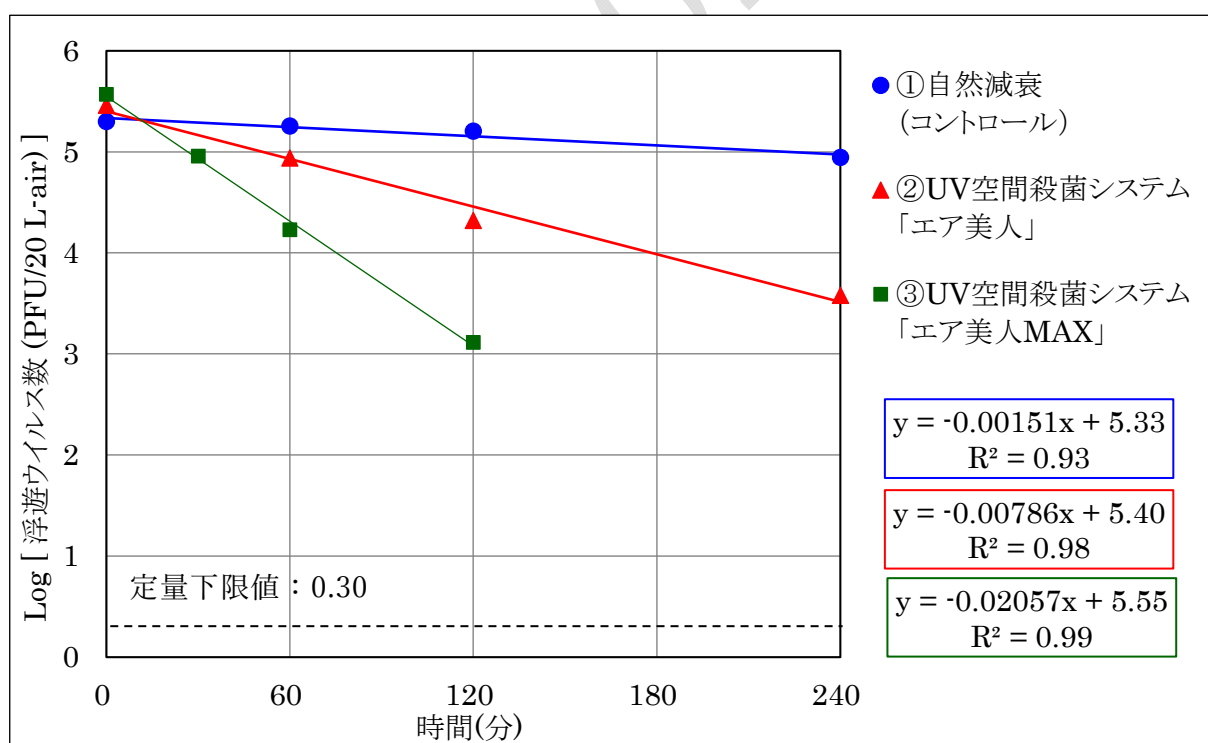


図 1. 経過時間ごとの浮遊ウイルス数

表 2. 正味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	30	60	120	240
①自然減衰 (コントロール)	-0.00151	—	—	—	—	—	—
②UV空間殺菌システム 「エア美人」	-0.00786	-0.00635	0.0 (0%)	—	0.4 (58%)	0.8 (82%)	1.5 (97%)
③UV空間殺菌システム 「エア美人MAX」	-0.02057	-0.01906	0.0 (0%)	0.6 (73%)	1.1 (93%)	2.3 (99.5%)	—

正味の傾き = 試験品の傾き - コントロールの傾き

正味の対数減少値 = $- \{ \text{正味の傾き} \times \text{時間 (分)} \}$

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

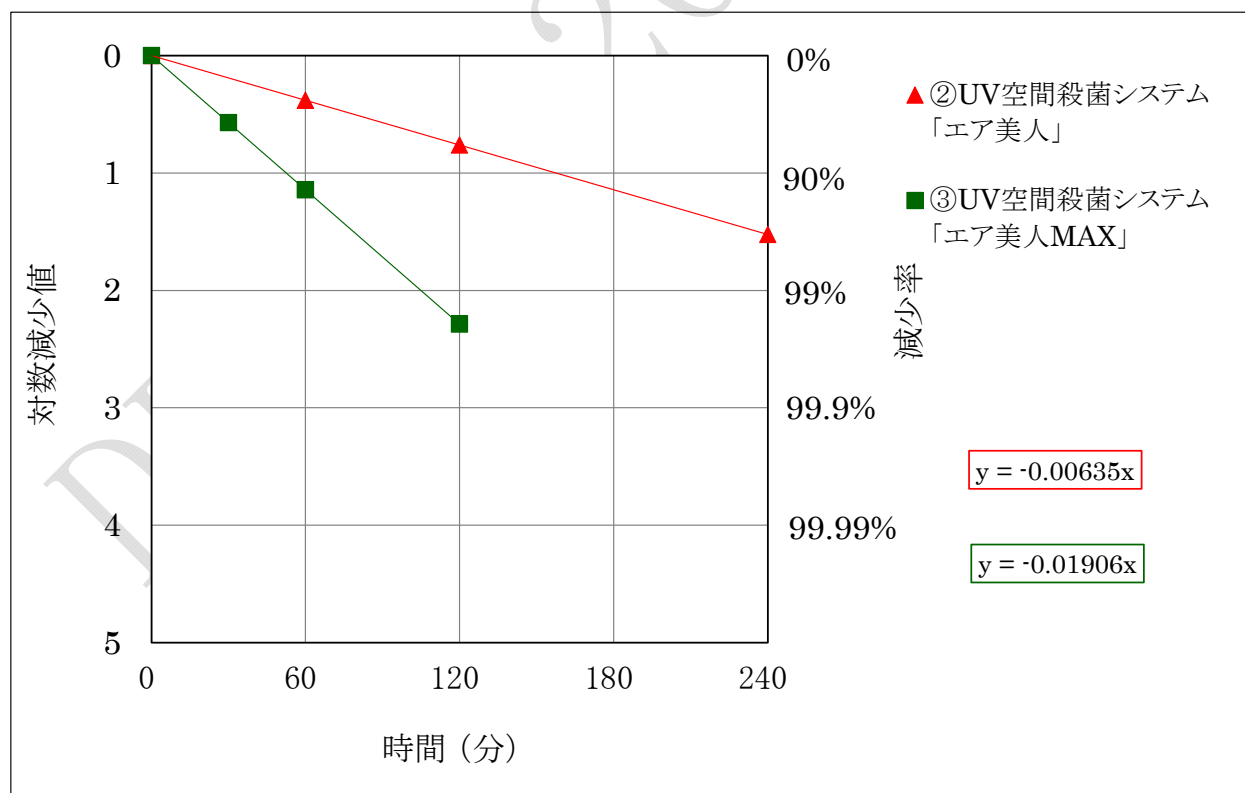


図 2. 正味の対数減少値

別紙表 a. 試験工程（自然減衰（コントロール））

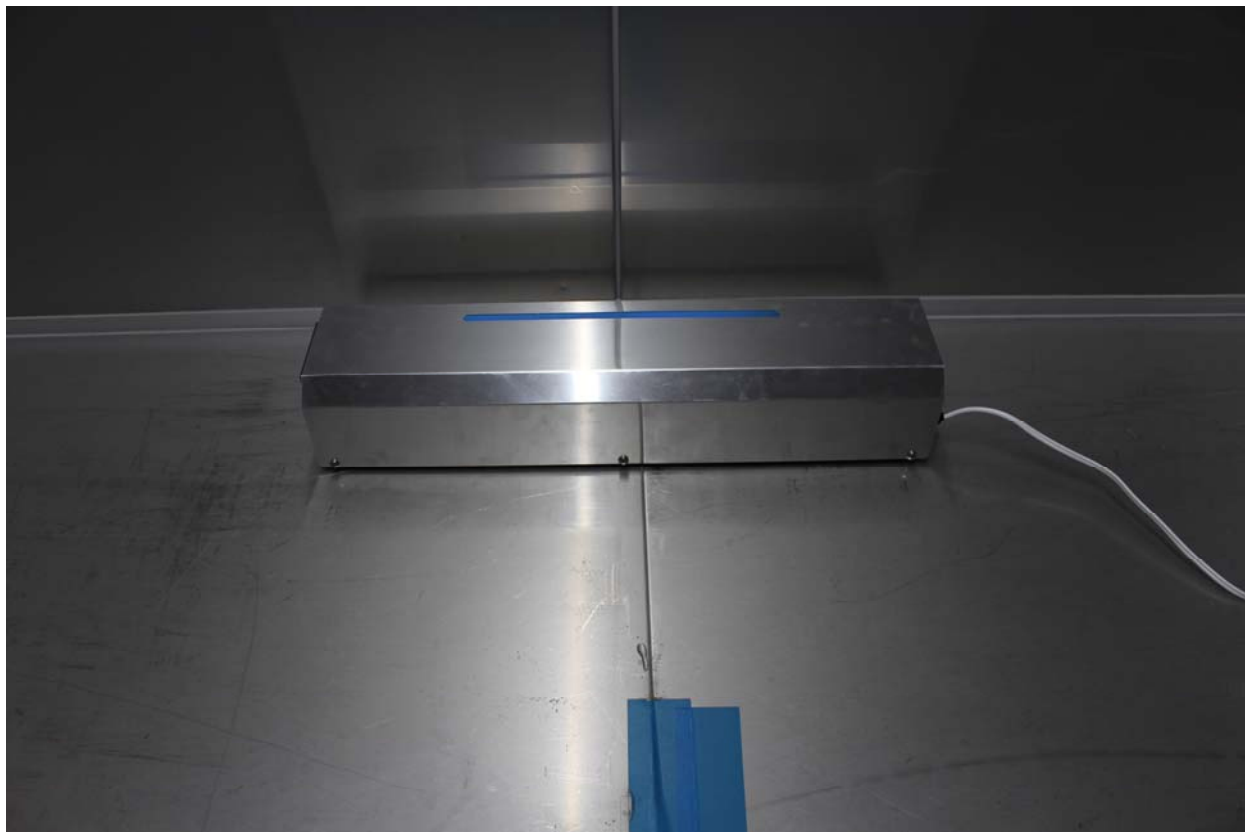
試験操作	使用機器	時間(分)				
		0	30	60	120	240
チャンバー内 空気の均質化	攪拌ファン	→				
試験ウイルスの噴霧	ネブライザー	10分				
		2分攪拌				
浮遊ウイルスの捕集	インピンジャー	2分 ※	2分 ※	2分 ※	2分 ※	2分 ※

※10 L/分

別紙表 b. 試験工程（試験品）

試験操作	使用機器	時間(分)				
		0	30	60	120	240
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 「エア美人」 「エア美人MAX」		→			
浮遊ウイルスの捕集	インピンジャー	2分 ※	2分 ※	2分 ※	2分 ※	2分 ※

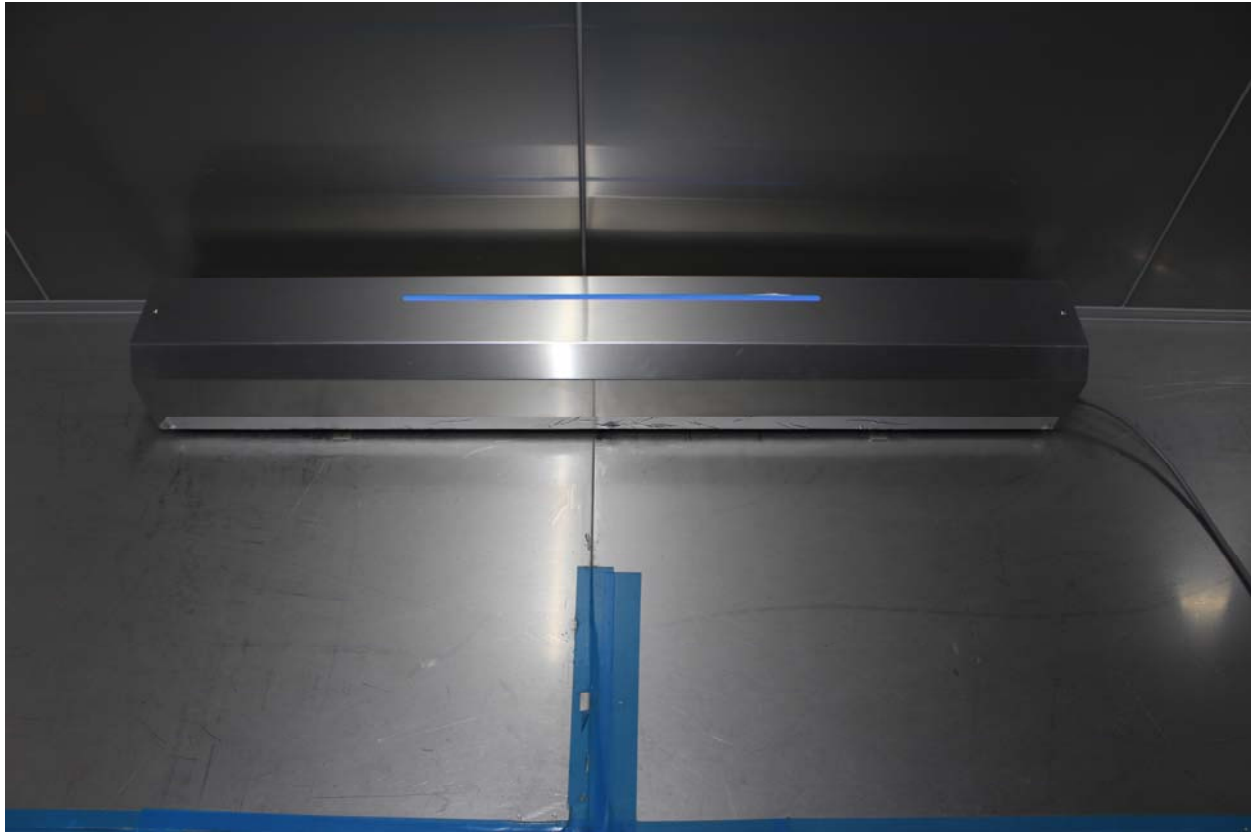
※10 L/分



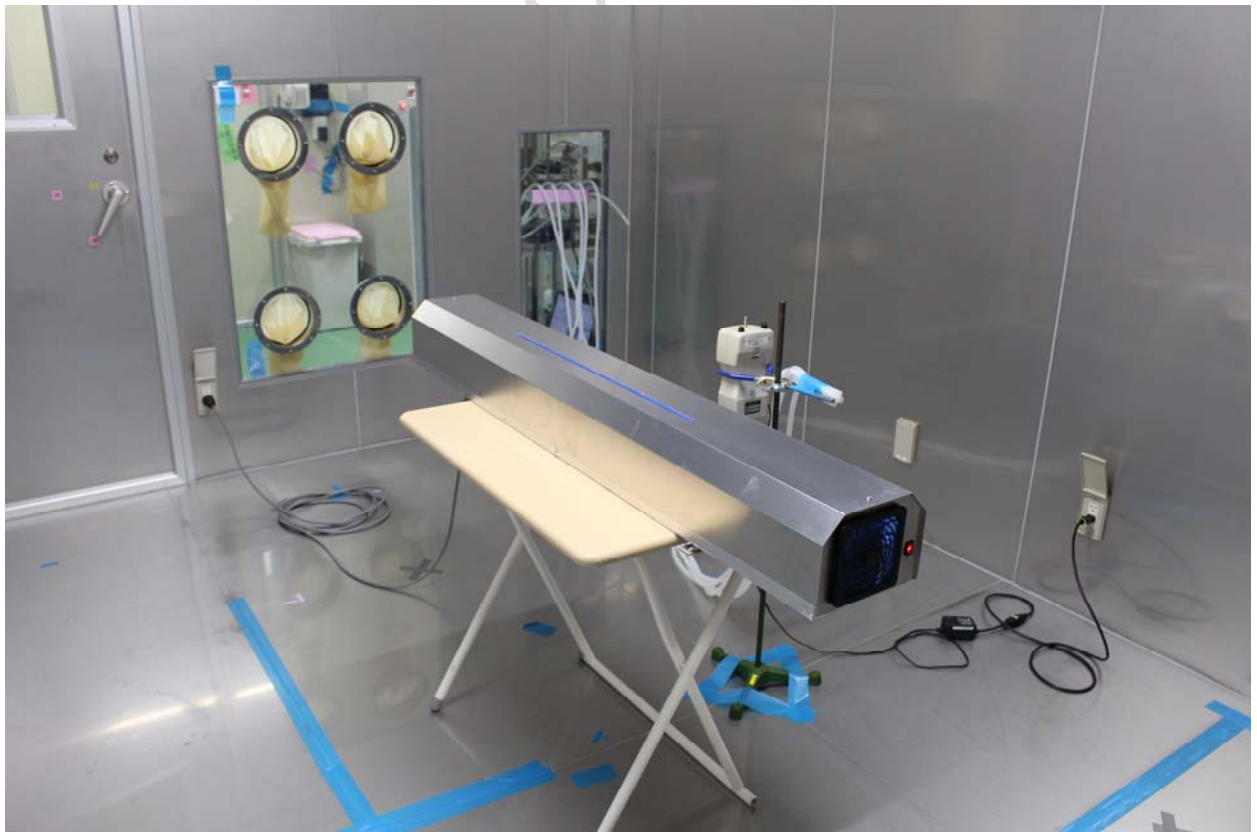
別紙図 a1. 試験品「エア美人」



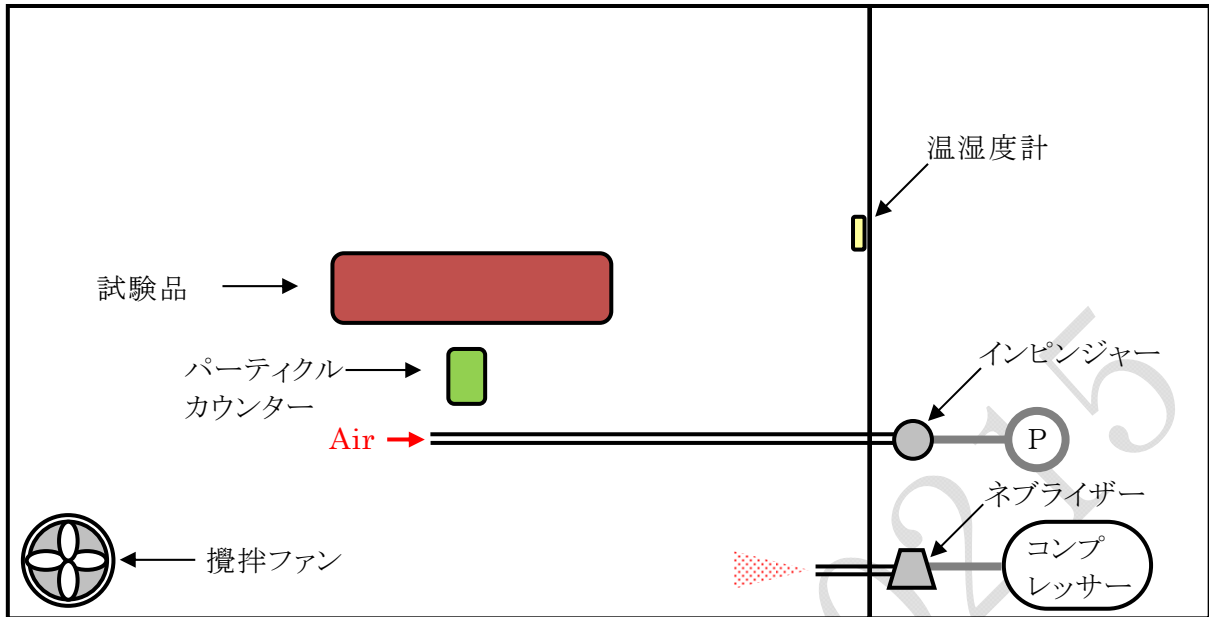
別紙図 b1. 「エア美人」試験時の 25 m³試験チャンバーの様子



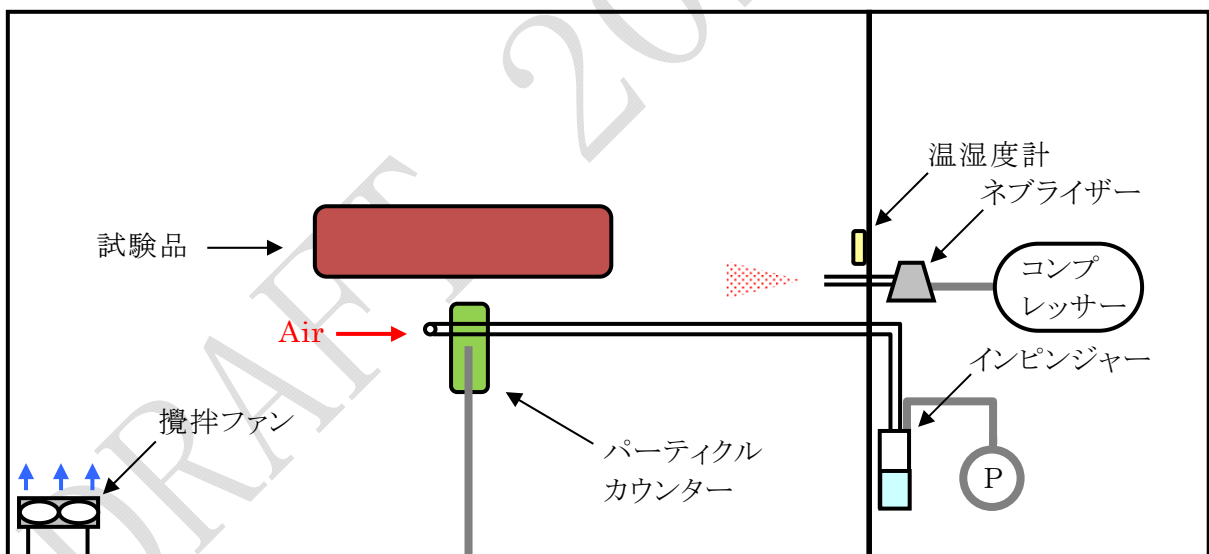
別紙図 a2. 試験品「エア美人 MAX」



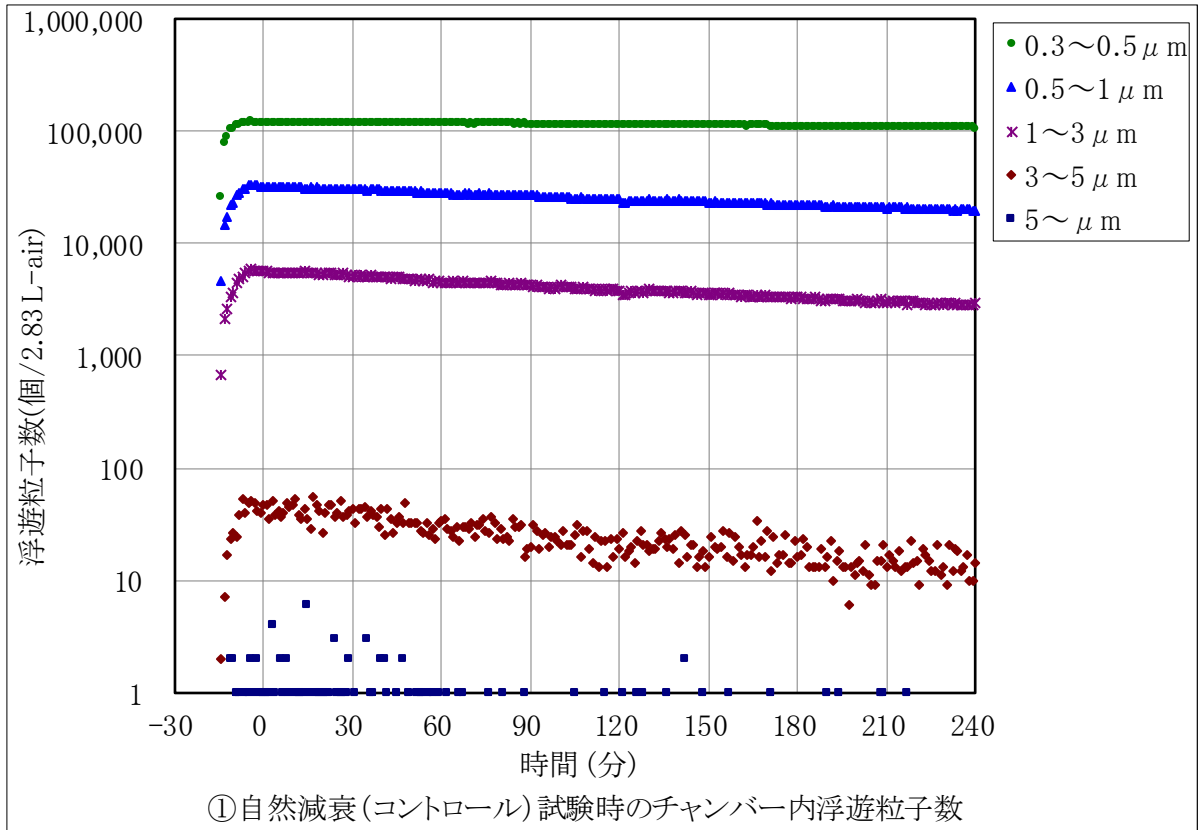
別紙図 b2. 「エア美人 MAX」試験時の 25 m³試験チャンバーの様子



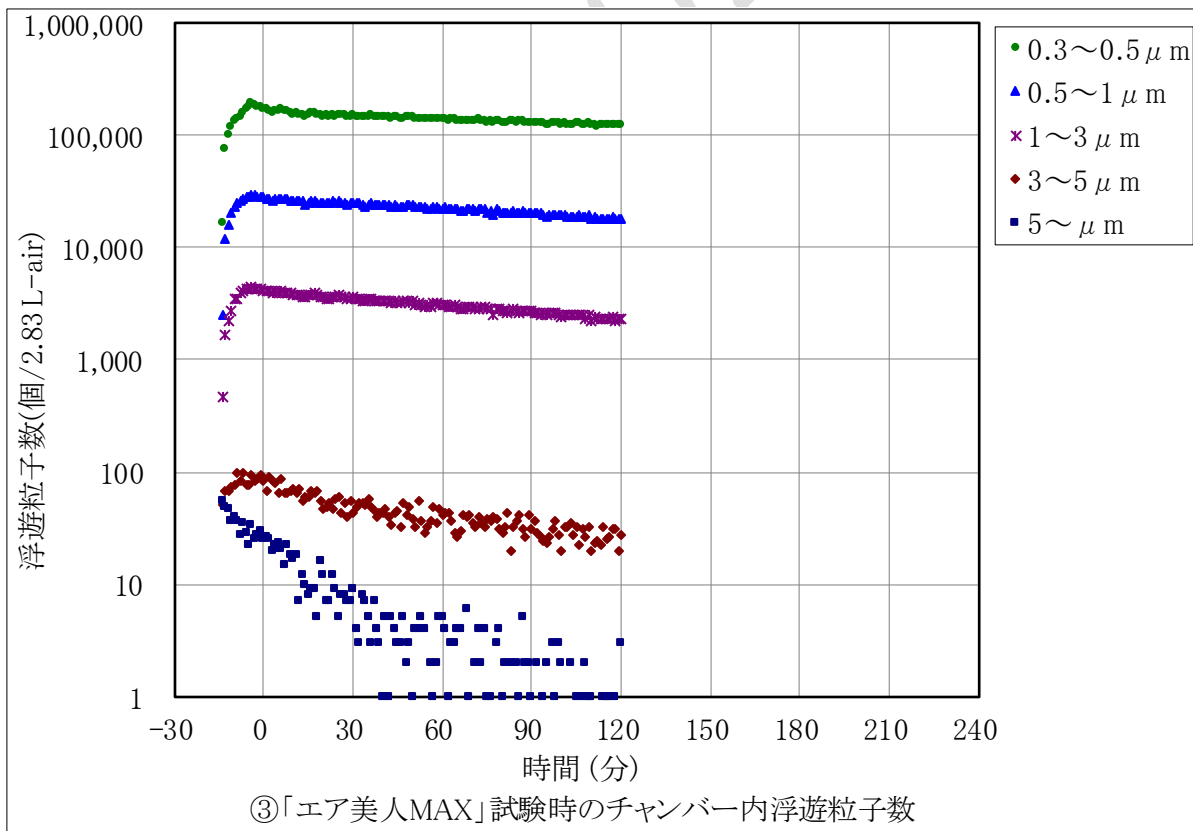
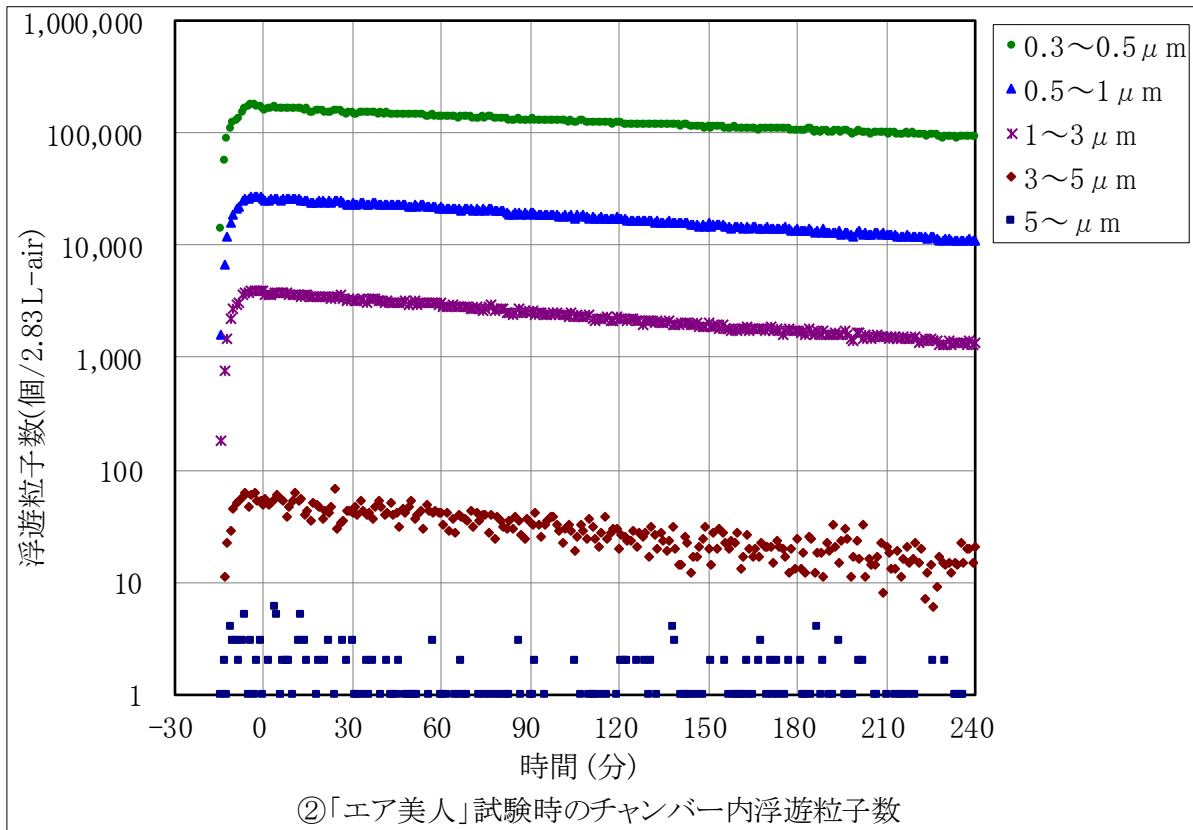
別紙図 c. 25 m³ 試験チャンバーの外観（平面図）



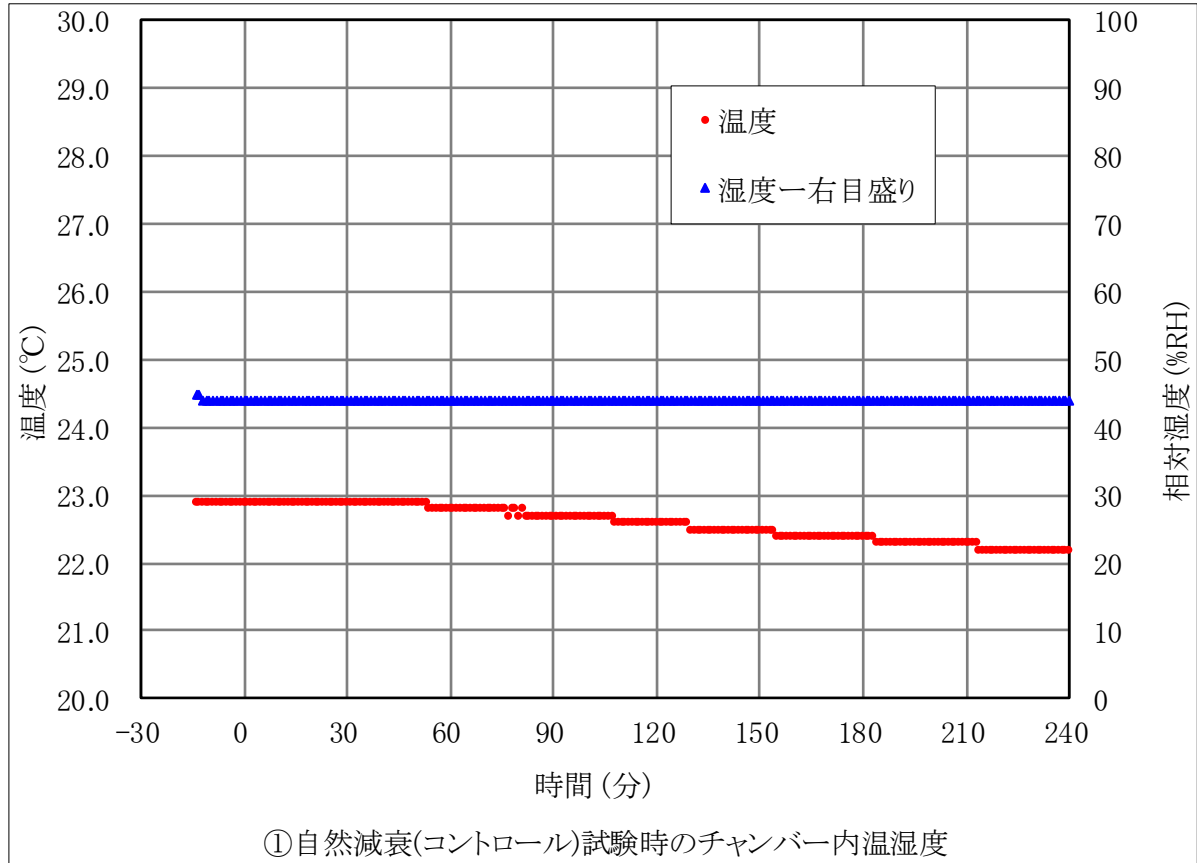
別紙図 d. 25 m³ 試験チャンバーの外観（側面図）



*測定は、レーザー式パーティクルカウンター(MODEL 3886、日本カノマックス)による

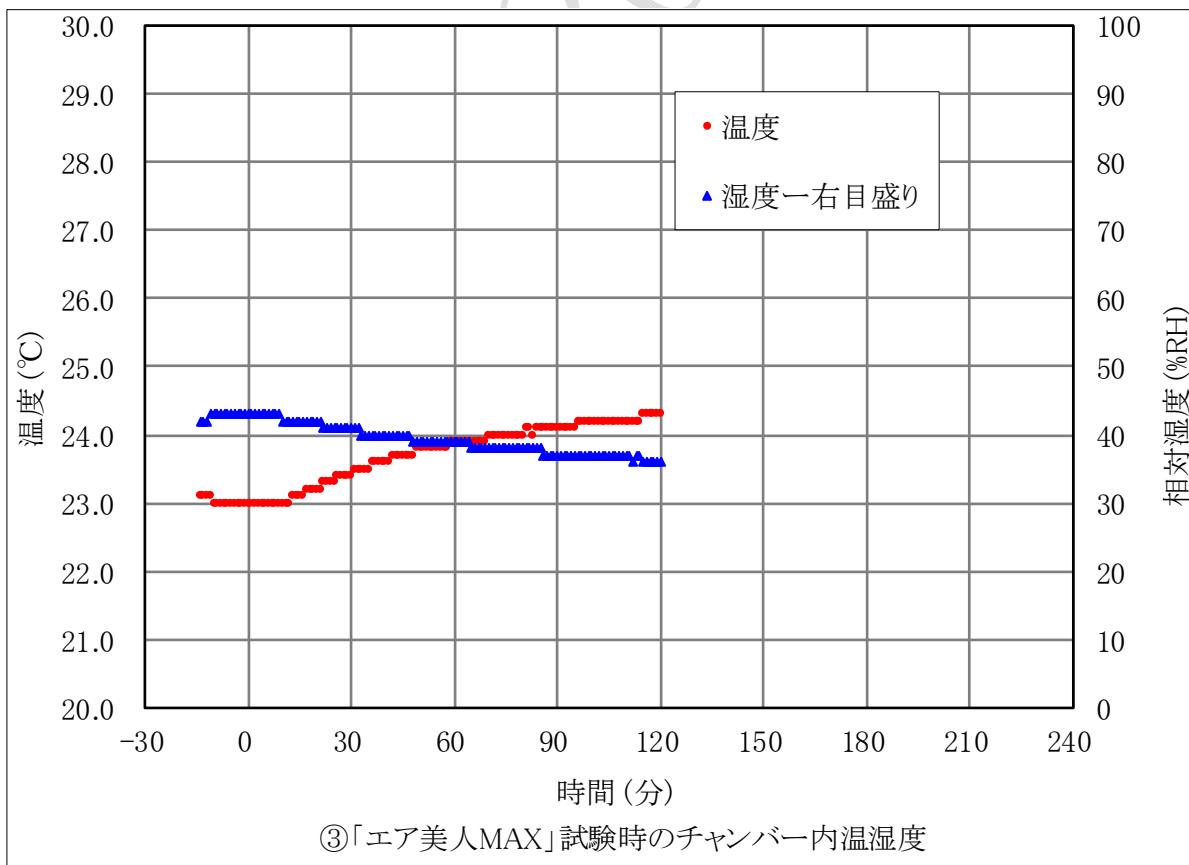
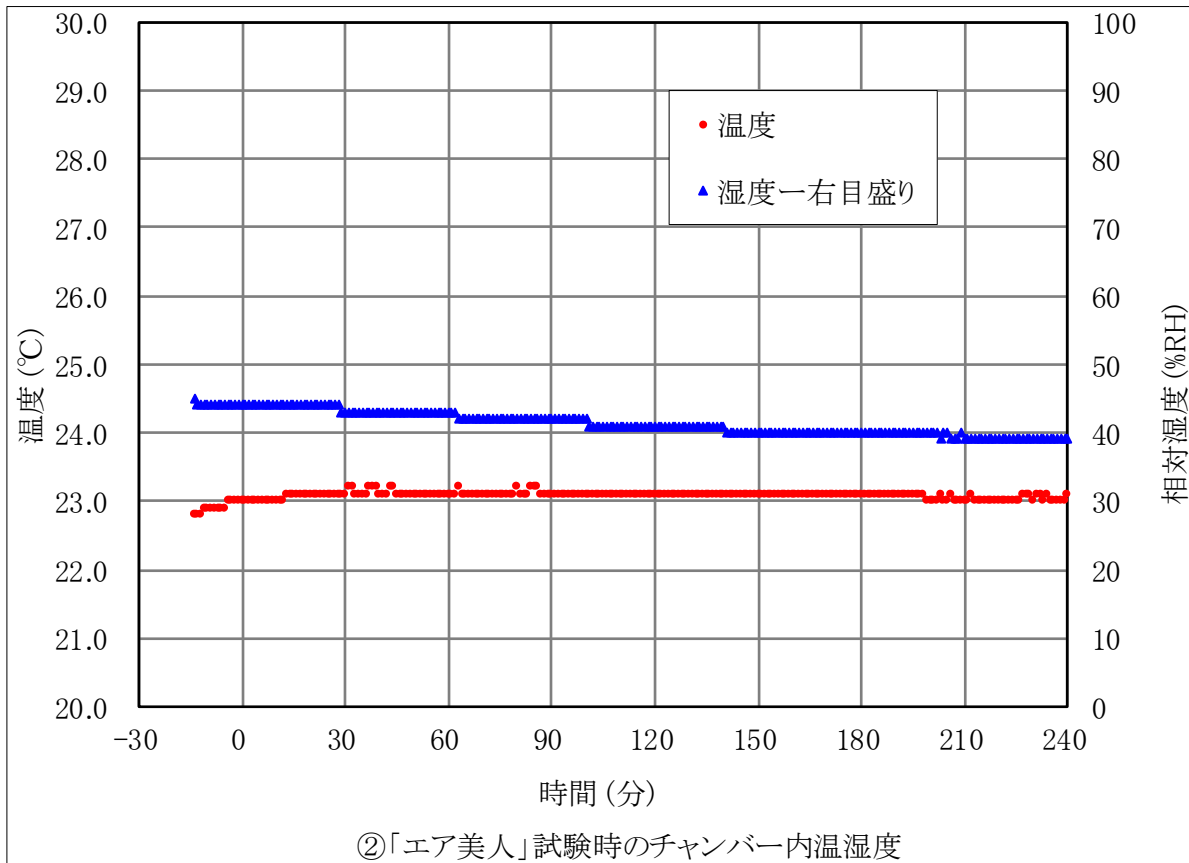


*測定は、レーザー式パーティクルカウンター(MODEL 3886、日本カノマックス)による



*測定は、温湿度カードロガー(TR-72Ui、T&D)による

DRAFT 20



*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。

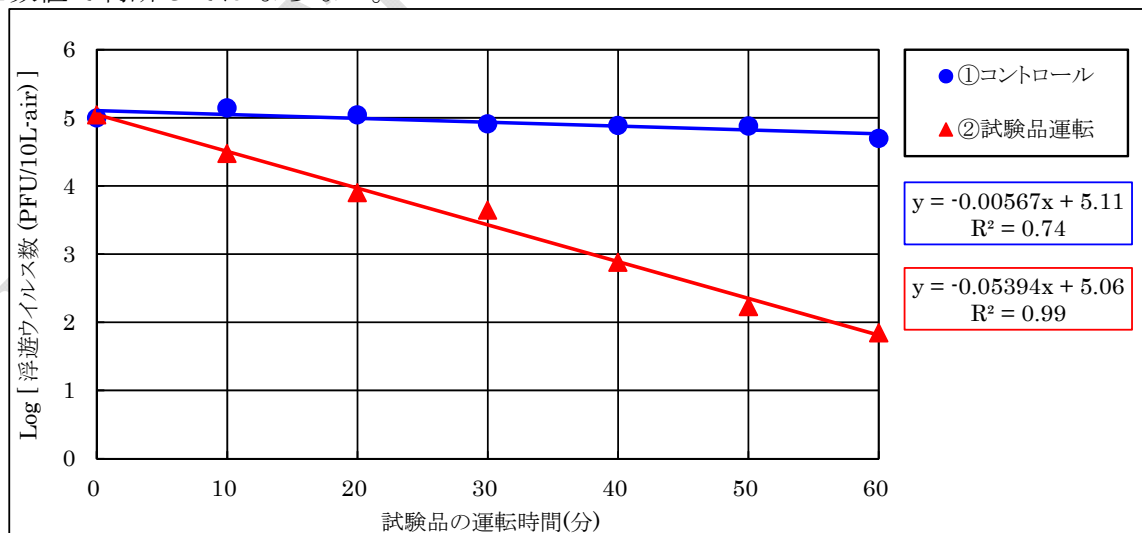
$\Delta y = t (a_2 - a_1)$ (D.3)

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%) 違うかを求める場合は、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。