

試験報告書

次亜塩素酸水を噴霧することによる
浮遊ウイルスに対する抑制試験

(25 m³ 空間)

北生発 2019_0449 号

2020 年 3 月 26 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

次亜塩素酸水を噴霧することによる浮遊ウイルスに対する抑制試験（25 m³空間）

2. 報告書番号

北生発 2019_0449 号

3. 目的

次亜塩素酸水によって、浮遊ウイルスをどの程度抑制できるかを、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

名 称：株式会社ライザーテック

所在地：〒101-0052 東京都千代田区神田小川町 3 丁目 6 番 10 号 MO ビル

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 2 月 27 日～2020 年 3 月 2 日

7. 試験品

- ・次亜塩素酸水（有効塩素濃度：50 ppm）
 - ・加湿器（超音波式、加湿量：約 280 mL/時、JPRD-FL28-WH、山善） 1 台
- 別紙写真 a

8. 試験条件

- ①自然減衰（コントロール）；次亜塩素酸水を噴霧させない条件で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次亜塩素酸水（50 ppm）；次亜塩素酸水を噴霧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）

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)
- ・ 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 (MIR-153、MIR-553、三洋)
- ・ COMPACT pH METER (B-212、HORIBA、ガラス電極法)
- ・ 遊離塩素濃度測定器 Pocket Colorimeter II (HACH2470、HACH)

11. 方法

1) 試験操作

試験系を別紙写真 b、および図 a、b に示した。25 m³ 試験チャンバー内に次亜塩素酸水を入れた加湿器と攪拌ファン、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、試験チャンバー内に次亜塩素酸水を入れた加湿器を設置後、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 分間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、加湿器を運転し、15、30、45、60 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 の工程を実施し、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 (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^{10}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 10 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 15 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 7.0 L/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 24 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)。本試験品は、試験空間に放出された有効成分によって浮遊微生物を抑制する原理であった。試験時において、試験品から放出された有効成分が確認できないため、近似式とすることが妥当ではないと考えて、各測定時における対数減少値と減少率を求めることとし、以下の方法で評価を実施した。

初期 (0 分) のウイルス数から経過時間ごとのウイルス数を差し引き、対数減少値*1 を計算し、さらに、対照を差し引いた正味の対数減少値*2 (減少率*3) を求め、次亜塩素酸水による浮遊ウイルスの抑制性能を求めた。

計算式を以下に示した。

*1 ; 対数減少値 = Log_{10} (初期菌数 ÷ 経過時間ごとの菌数)

*2 ; 正味の対数減少値 = 試験品運転時の対数減少値 - コントロールの対数減少値

$$*3 ; \text{減少率 (\%)} = \left[1 - \frac{1}{10^{(\text{正味の対数減少値})}} \right] \times 100 \quad (\%)$$

本試験方法によって得られる正味の対数減少値が 2.0 以上のとき試験品の浮遊ウイルスに対する抑制効果があるものと判断した。

7) 次亜塩素酸水の pH および遊離塩素濃度の測定

試験品の運転前後における次亜塩素酸水の pH および遊離塩素濃度を測定した。

12. 結果

噴霧した試験ウイルス液のウイルス数は、 2.0×10^9 PFU/mL であった。

表 1 および、図 1 に次亜塩素酸水による経過時間ごとの浮遊ウイルス数を示した。

また、経過時間ごとの浮遊ウイルス数から経過時間ごとの浮遊ウイルス数の対数減少値及び正味の対数減少値（減少率）を算出し、表 2 および、図 2 に示した。

本試験によって得られた次亜塩素酸水による正味の対数減少値（減少率）は、15 分で 2.4 (99.6%)、30 分で 5.3 (>99.99%)、45 分で 5.4 (>99.99%)、60 分で 5.1 (>99.99%) であった。

表 3 に試験前後における次亜塩素酸水の pH および遊離塩素濃度を示した。

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浮遊粒子数および温湿度を示した。

14. コメント

本試験では、90 分以内に対数減少値（減少率）が 2.0 (99%) 以上となり浮遊ウイルスに対する抑制性能があると認められた。

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	15	30	45	60
①自然減衰 (コントロール)	94,000	110,000	120,000	150,000	81,000
②次亜塩素酸素水 (50 ppm)	290,000	1,500	< 2	< 2	< 2

試験品：次亜塩素酸水（有効塩素濃度：50 ppm）

加湿器（超音波式、加湿量：約 280 mL/時、JPRD-FL28-WH、山善）

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

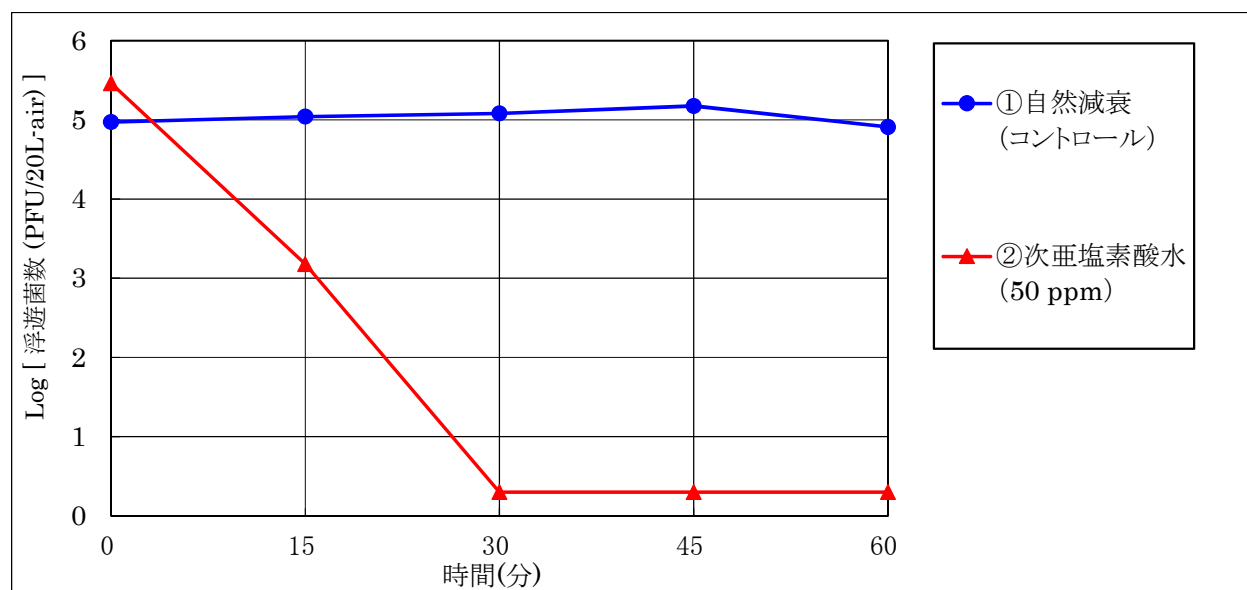


図 1. 経過時間ごとの浮遊ウイルス数

表 2. 浮遊ウイルスの対数減少値*1および次亜塩素酸水の正味の対数減少値*2（減少率*3）

試験条件		時間(分)			
		15	30	45	60
①自然減衰 (コントロール)	対数減少値	-0.1	-0.1	-0.2	0.1
②次亜塩素酸水 (50 ppm)	対数減少値	2.3	5.2	5.2	5.2
	正味の対数減少値 (減少率)	2.4 (99.6%)	5.3 (>99.99%)	5.4 (>99.99%)	5.1 (>99.99%)

*1 ; 対数減少値 = Log_{10} (初期ウイルス数 ÷ 経過時間ごとのウイルス数)

*2 ; 正味の対数減少値 = ②③の対数減少値 - ①の対数減少値

*3 ; 減少率 (%) = $(1 - 1/10^{(\text{正味の対数減少値})}) \times 100$ (%)

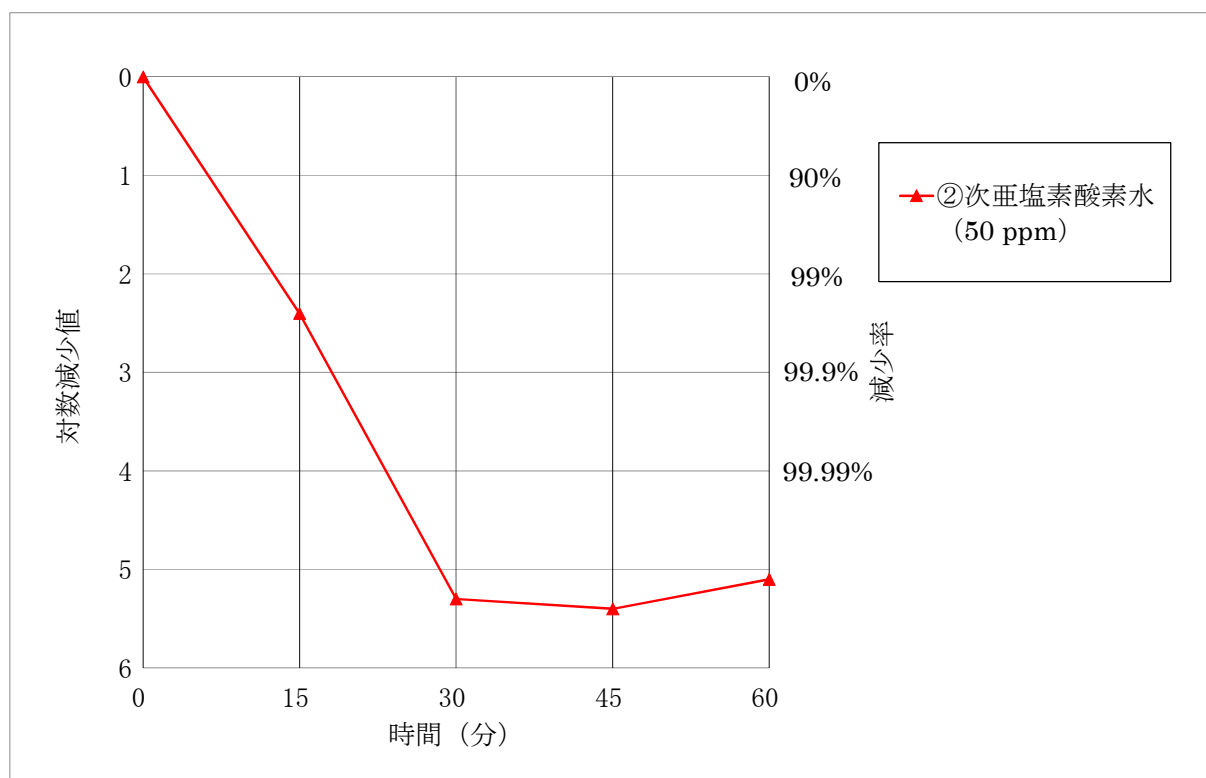


図 2. 経過時間ごとの浮遊ウイルス数の対数減少値と減少率 (%)

表 3. 試験前後における次亜塩素酸水の pH および遊離塩素濃度

試験条件		pH	遊離塩素濃度 (mg/L)
②次亜塩素酸水 (50 ppm)	(運転前)	2.4	54
	(運転後)	2.9	37

pH 測定器 : COMPACT pH METER (B-212、HORIBA、ガラス電極法)

遊離塩素濃度測定器 : Pocket Colorimeter II (HACH2470、HACH)

表 a. 試験工程表 (①自然減衰 (コントロール))

試験操作	使用機器	時間(分)				
		0	15	30	45	60
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

表 b. 試験工程表 (②次亜塩素酸水 (50 ppm))

試験操作	使用機器	時間(分)				
		0	3	6	10	20
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	1分	●			
		2分攪拌				
試験品の運転	加湿器		→			
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 ※

※ : 10L/分



写真 a. 加湿器 (JPRD-FL28-WH、山善)



写真 b. 25 m³ 試験チャンバーの様子

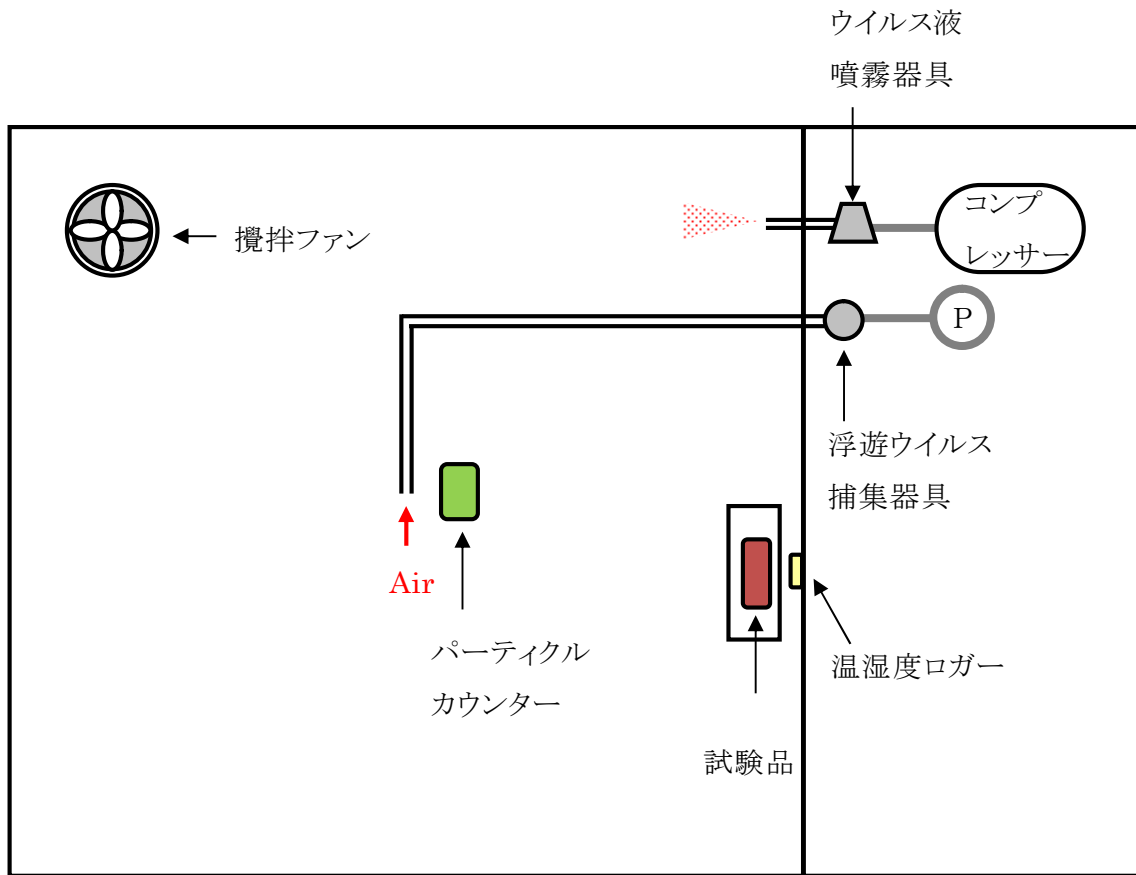


図 a. 25 m³ 試験チャンバーの外観（上面図）

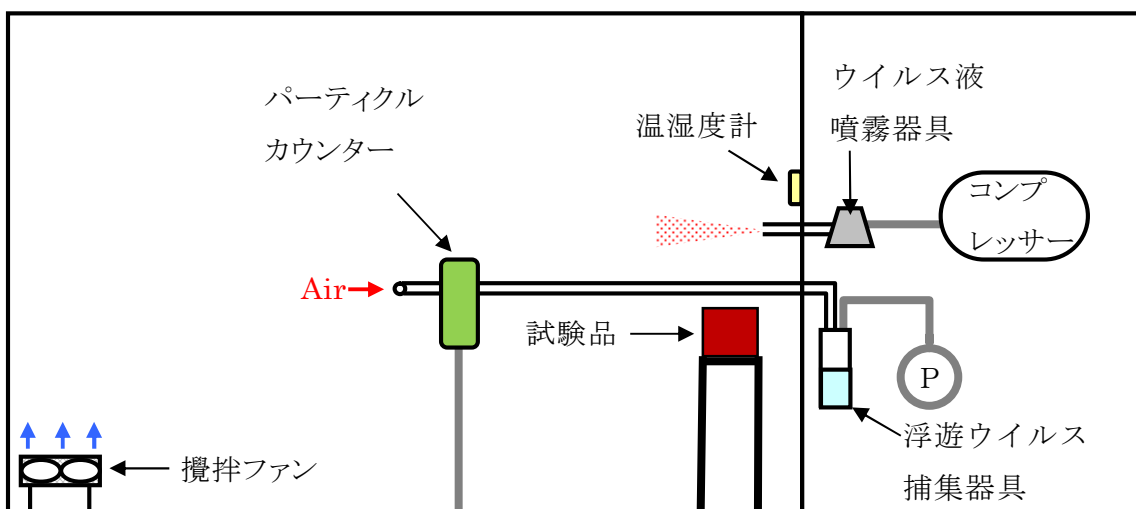
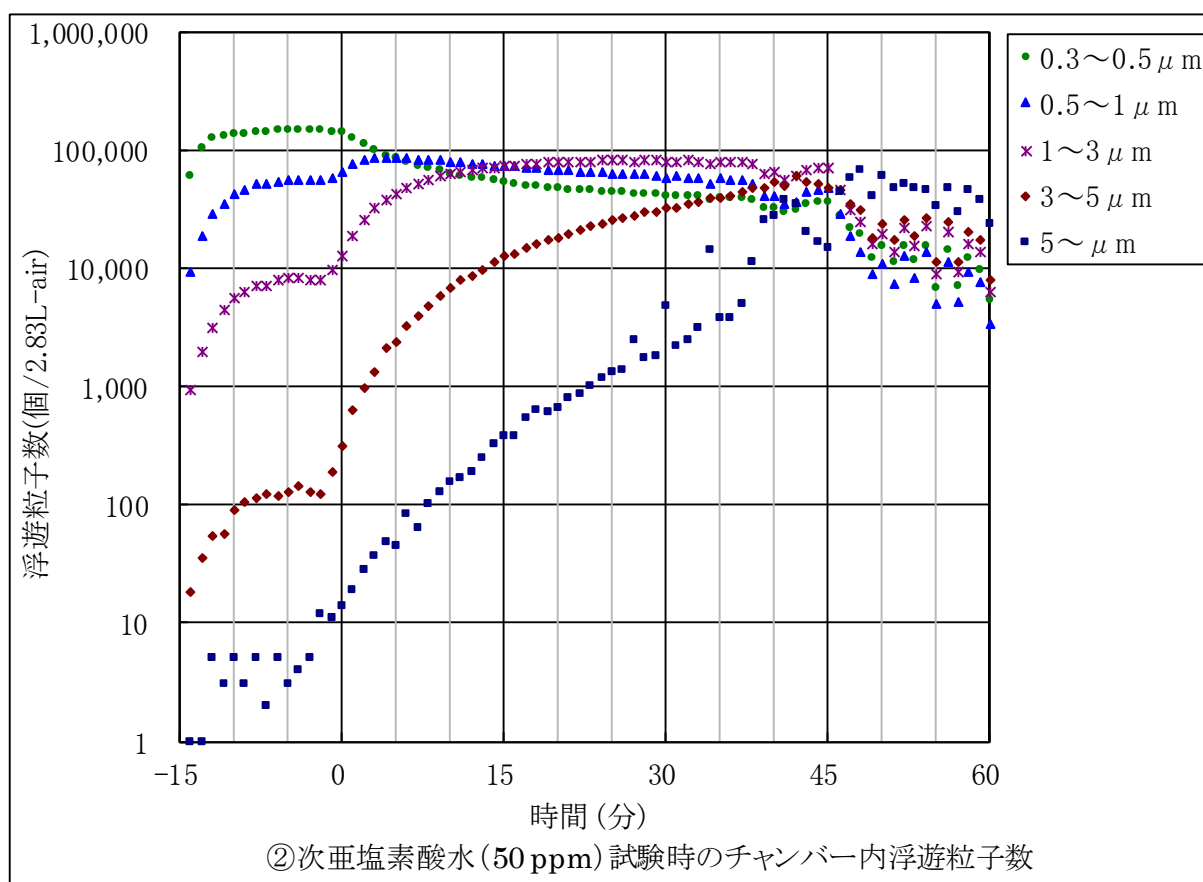
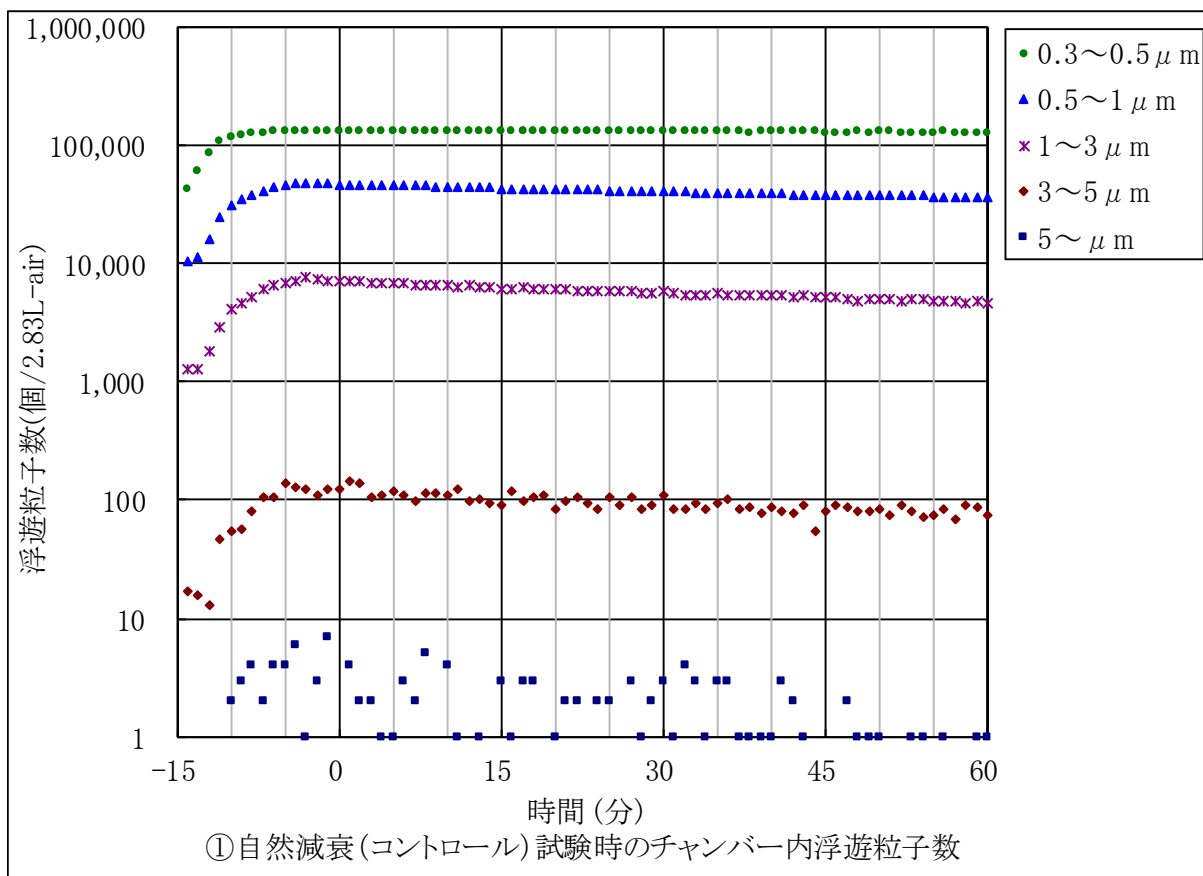
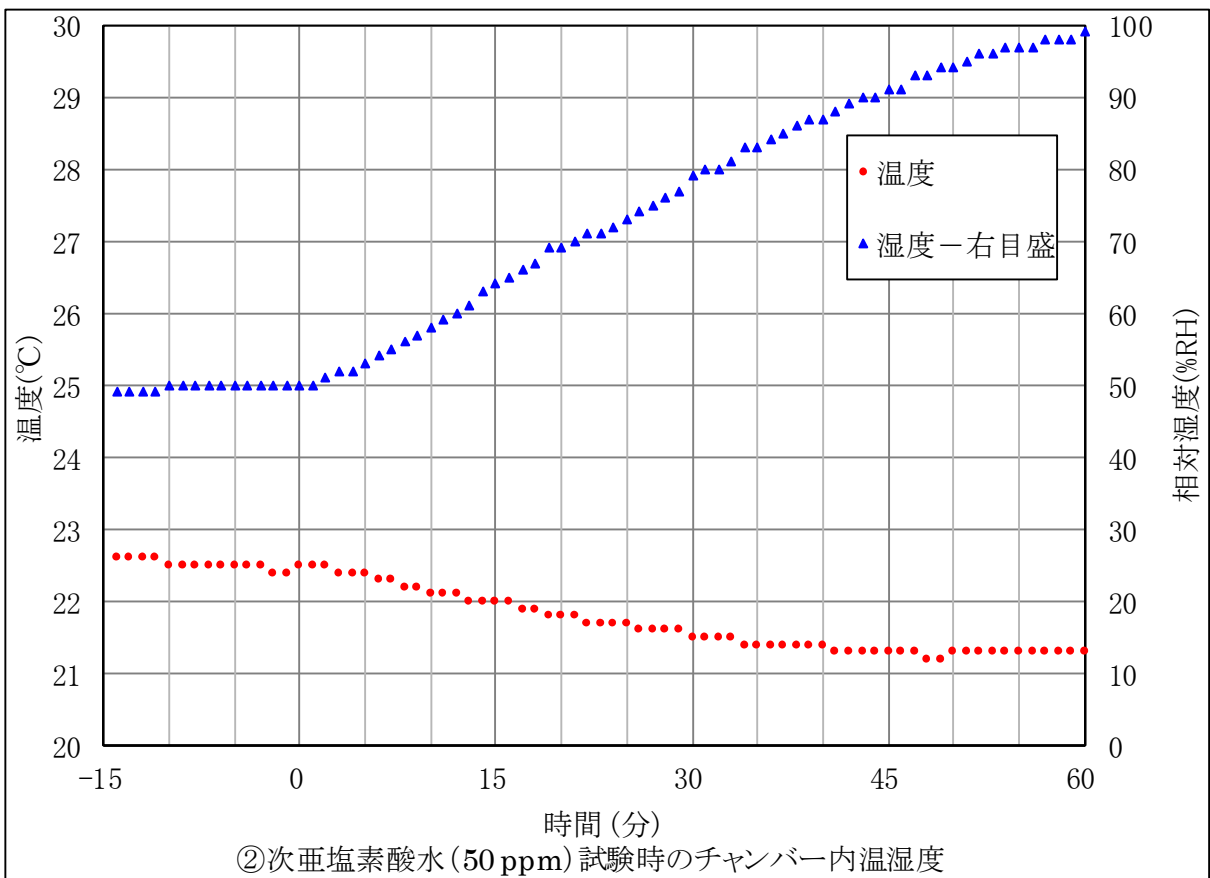
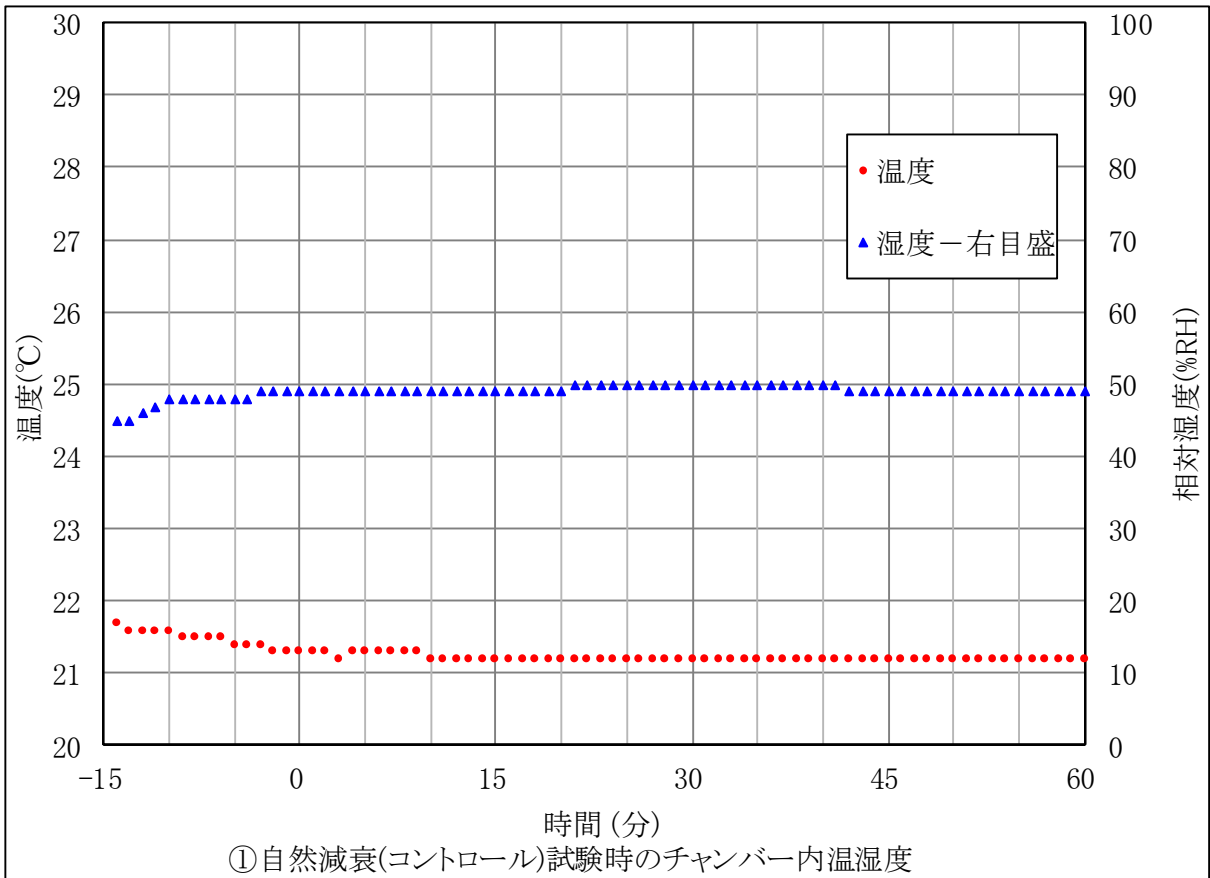


図 b. 25 m³ 試験チャンバーの外観（側面図）



*測定は、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)による



*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。

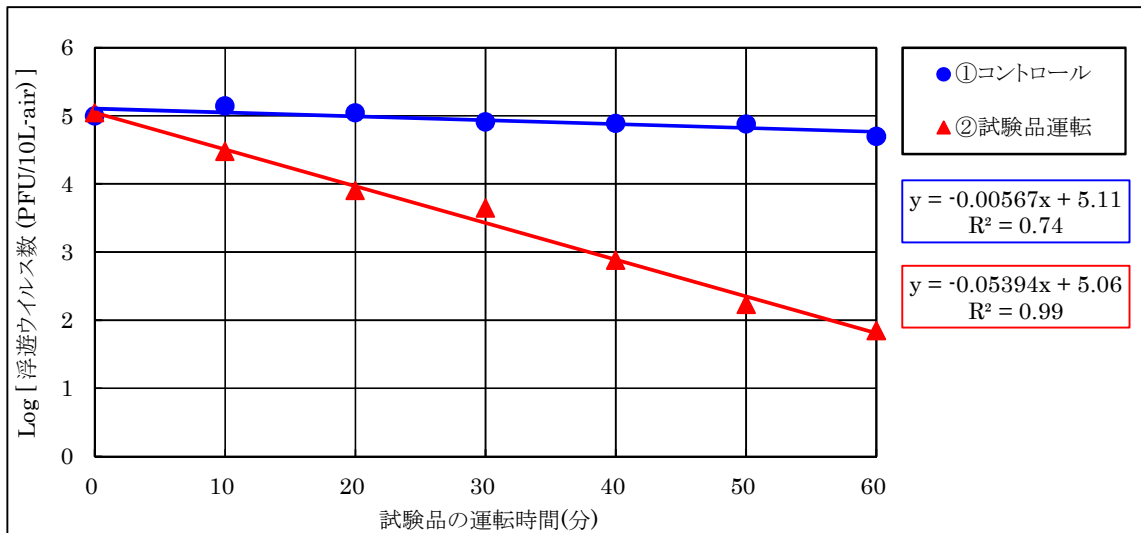
$\Delta y = t (a_2 - a_1)$ (D.3)

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。