試　験　報　告　書

Kitasato Research Center for Environmental Science

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
TEL：042(778)9208　FAX：042(778)4551

＊　＊　＊　試験内容を公表する場合は、事前の承諾が必要です。＊　＊　＊

試験依頼社名

試 験 報 告 書

弱酸性次亜塩素酸水の霧化による
浮遊ウイルスの抑制性能評価試験
（25 m^3 空間）

北生発 2020_0199 号
2020 年 8 月 12 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、ホームページに収載しております。
(http://www.kitasato-e.or.jp/?page_id=87)

1. 表題

弱酸性次亜塩素酸水の霧化による浮遊ウイルスの抑制性能評価試験（25 m^3 空間）

2. 報告書番号

北生発 2020_0199 号

3. 目的

弱酸性次亜塩素酸水を霧化することによって、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 m^3 試験チャンバーを用いて評価した。

4. 依頼者

名　称：試験依頼社名

所在地：〒154-0011 東京都世田谷区上馬 4-2-5 上馬セントラル 3F

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 7 月 21 日～2020 年 7 月 27 日

7. 試験品

1）試験品名

弱酸性次亜塩素酸水（被検液 有効塩素濃度：約 40 mg/L、pH5～6）

・・・別紙図 a

2）霧化器

（超音波式、霧化量：約 250 mL/時）1 台・・・別紙図 b

8. 試験条件

1）試験条件

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

②試験品；弱酸性次亜塩素酸水を霧化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

①、②；0、15、30、45、60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：*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 m^3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）
・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）
・ハンディ水質計（残留塩素高濃度、AQ-102、柴田科学）
・COMPACT pH METER（B-212、HORIBA、ガラス電極法）

11. 方法

1）試験操作

試験系を別紙図 c、および別紙図 d、e に示した。25 m^3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、試験チャンバー内に試験品を設置後、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、攪拌ファンの運転は止めずに、試験品を運転し、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 ± 2℃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 ± 2℃で 18 時間培養後、宿主菌を遠心除去し、孔径 0.22 μm のメンブランフィルタでろ過して約 10^{12} PFU/mL の試験ウイルス液を得た。これを 1/10NB 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 1.8 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リン酸緩衝生理食塩液 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 ± 2℃で 20 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）浮遊ウイルスの抑制性能評価方法

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）。本試験品の原理は、空気清浄機とは異なるものであるため、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、試験品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 ＝ 試験品運転時の対数減少値 － コントロールの対数減少値

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

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）霧化量の測定

噴霧器運転前後における霧化器タンク内の弱酸性次亜塩素酸水をメスシリンダーで測定し、試験時 60 分運転による霧化量を求めた。

8）弱酸性次亜塩素酸水の pH および有効塩素濃度の測定

試験品の運転前後における弱酸性次亜塩素酸水の pH および有効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、1.2×10^{10} PFU/mL であった。

表 1 および、図 1 に試験品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。

表 3 に霧化器を 60 分運転後の弱酸性次亜塩素酸水の霧化量、また、表 4 に試験品運転前後の弱酸性次亜塩素酸水の pH および有効塩素濃度を示した。

本試験によって得られた試験品による正味の対数減少値（減少率）は、30 分で 4.9（>99.99%）であった。

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。

14. コメント

本試験では、弱酸性次亜塩素酸水を30分噴霧することで正味の対数減少値（減少率）が 2.0（99%）以上となり、試験品は浮遊ウイルスに対して抑制性能を有すると判断された。

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）	2,400,000	1,800,000	1,500,000	900,000	950,000
②試験品	830,000	13,000	6	4	4

試 験 品： 弱酸性次亜塩素酸水（被検液 有効塩素濃度：約 40 mg/L、pH5～6）

霧化器（ 超音波式、霧化量：約 250 mL/時）

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

試験空間：25 m^3

測定単位：PFU/20 L-air

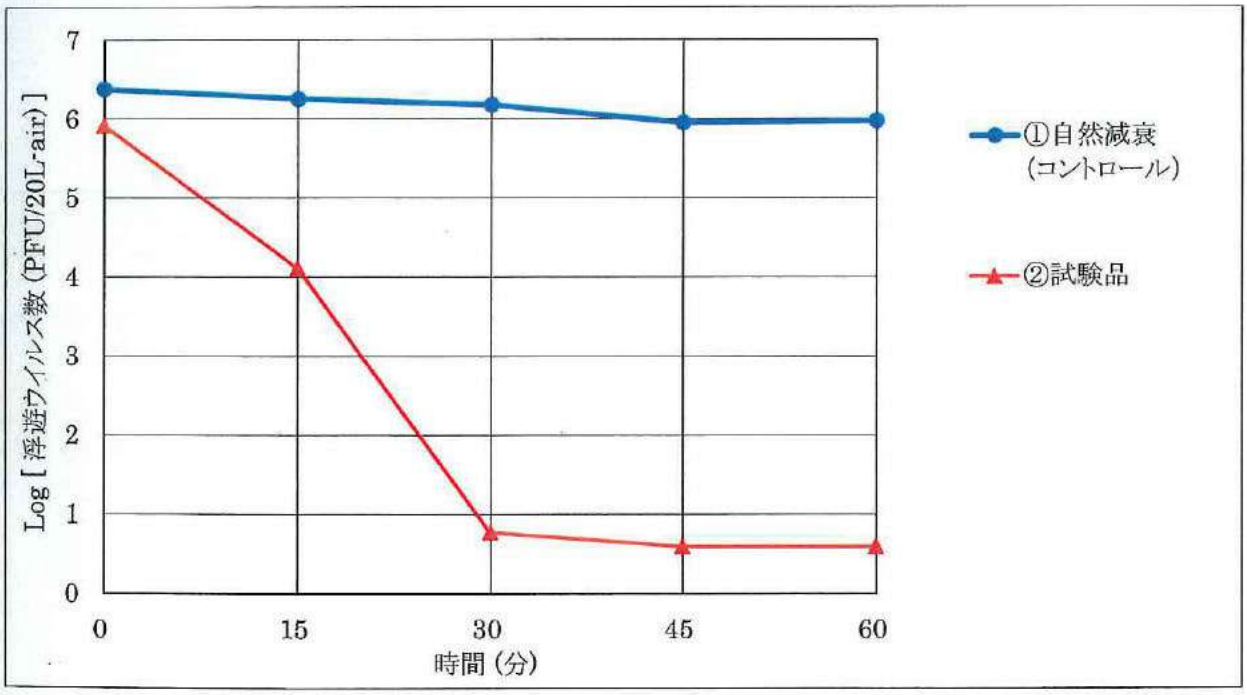


図 1. 経過時間ごとの浮遊ウイルス数

表 2. 浮遊ウイルスの対数減少値*1 および試験品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	0.2	0.4	0.4
②試験品	対数減少値	1.8	5.1	5.3	5.3
	正味の対数減少値（減少率）	1.7 (98%)	4.9 (>99.99%)	4.9 (>99.99%)	4.9 (>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 ＝ ②の対数減少値－①の対数減少値

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

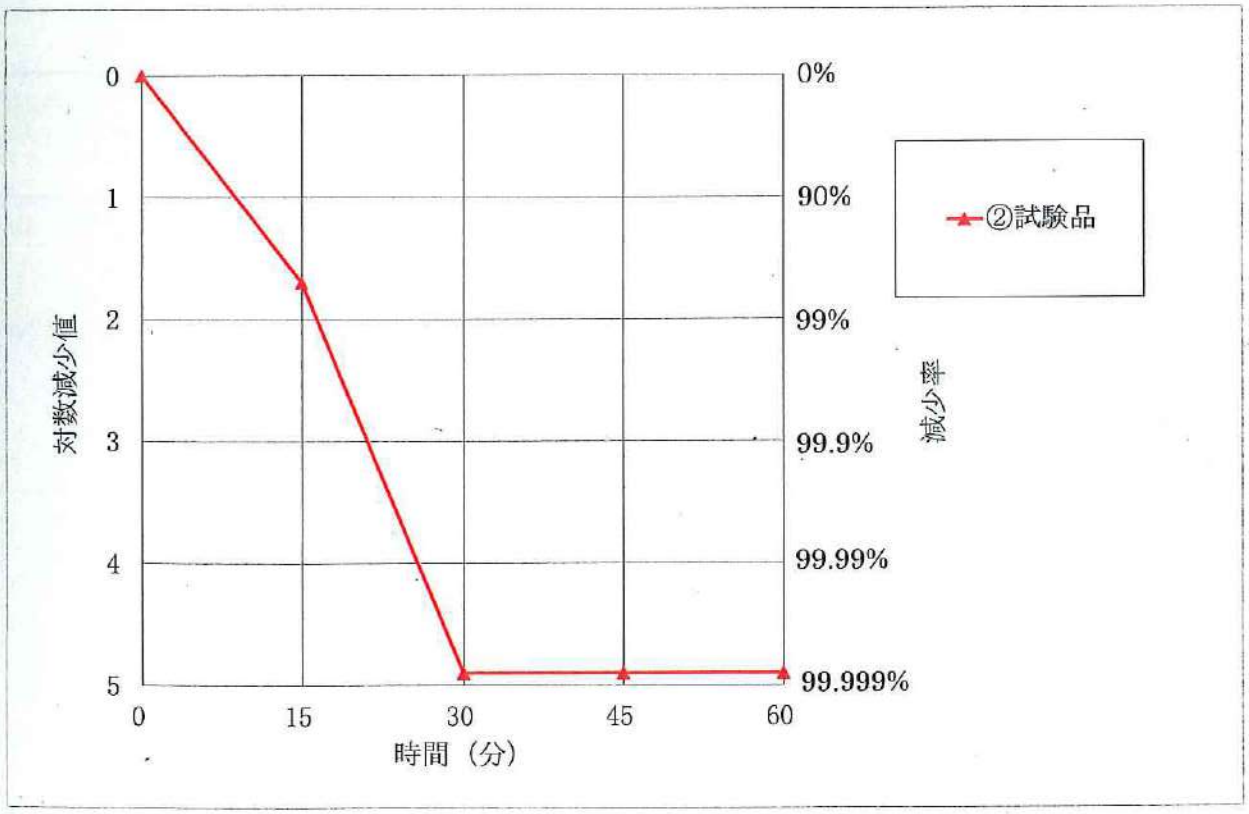


図 2. 経過時間ごとの浮遊ウイルス数の対数減少値と減少率（%）

表 3. 霧化量（mL）

試験品	運転前	60 分運転後残水量	霧化量/60 分
弱酸性次亜塩素酸水	3,000	2,650	350

1 L メスシリンダーで計量した。

表 4. 試験前後における pH および有効塩素濃度

試験品		pH	有効塩素濃度(mg/L)
弱酸性次亜塩素酸水	(運転前)	6.0	45
	(運転後)	6.4	40

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

有効塩素濃度測定器：ハンディ水質計（残留塩素高濃度、AQ-102、柴田科学）

別　紙

別紙表 a. 試験工程表（①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

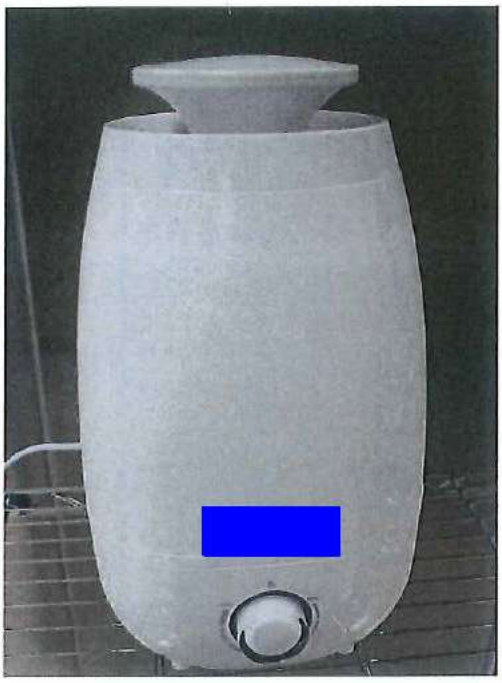
別紙表 b. 試験工程表（②試験品）

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				
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 ※	2分 ※

※：10L/分

別　紙

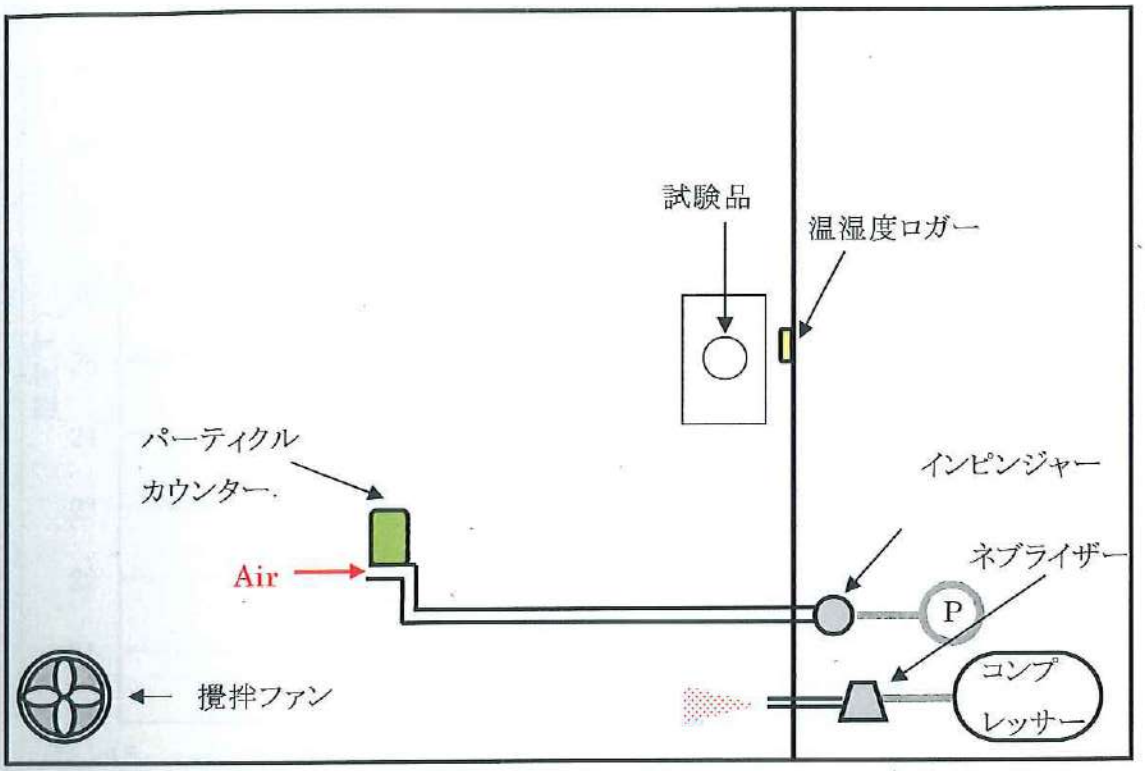
別紙図 a．弱酸性次亜塩素酸水



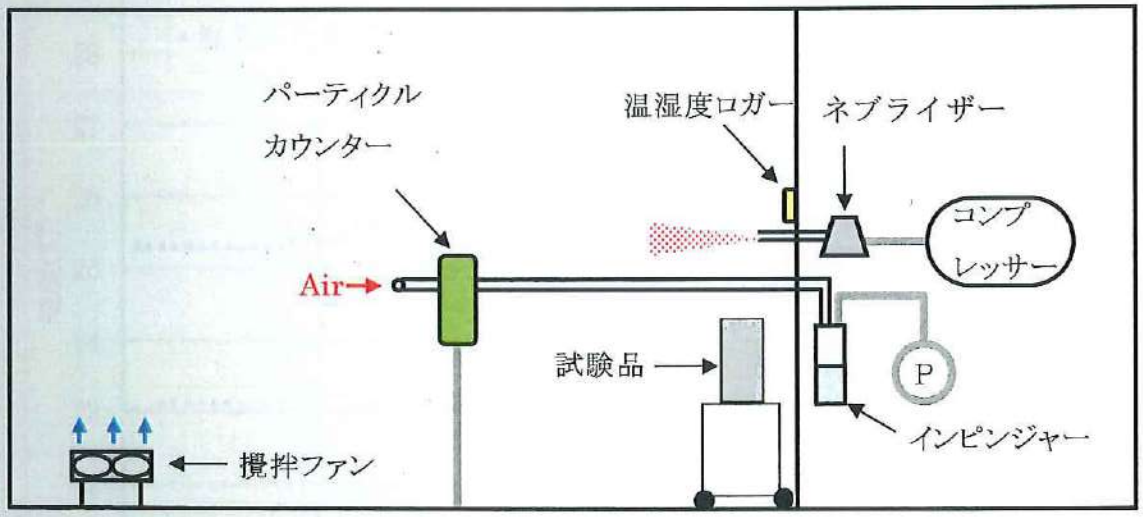
別紙図 b．霧化器

別紙図 c．25 m^3 試験チャンバーの様子

別　紙

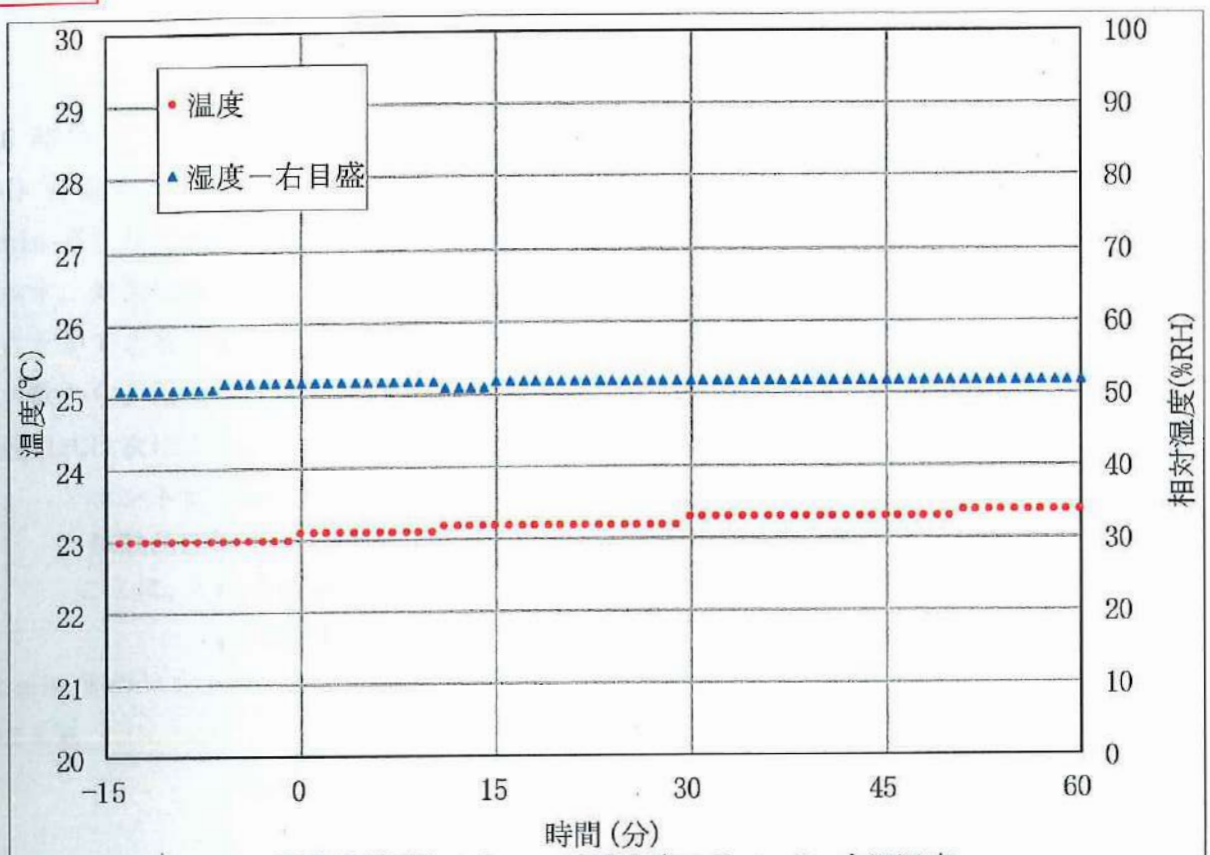


別紙図 d. 25 m³試験チャンバーの外観（上面図）

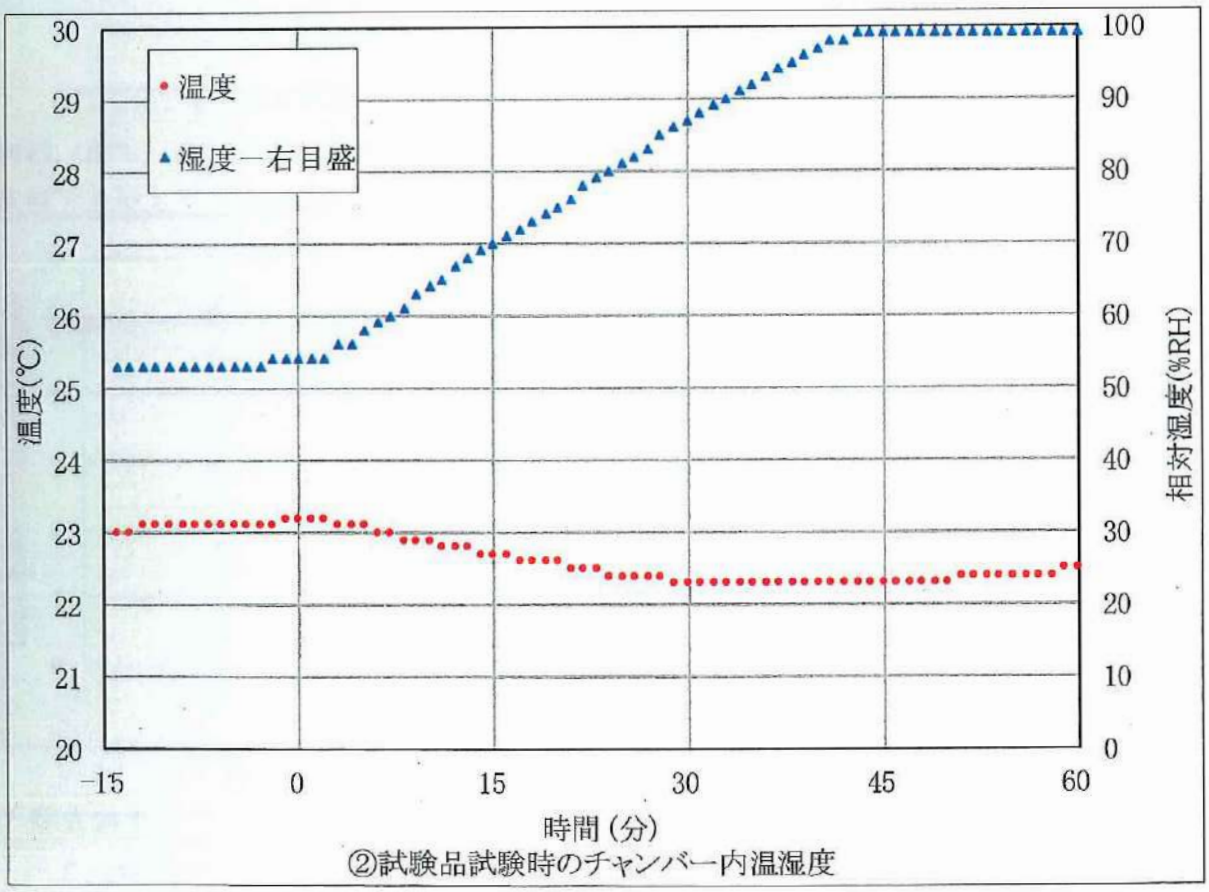


別紙図 e. 25 m³試験チャンバーの外観（側面）

参考



①自然減衰(コントロール)試験時のチャンバー内温湿度



②試験品試験時のチャンバー内温湿度

*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。

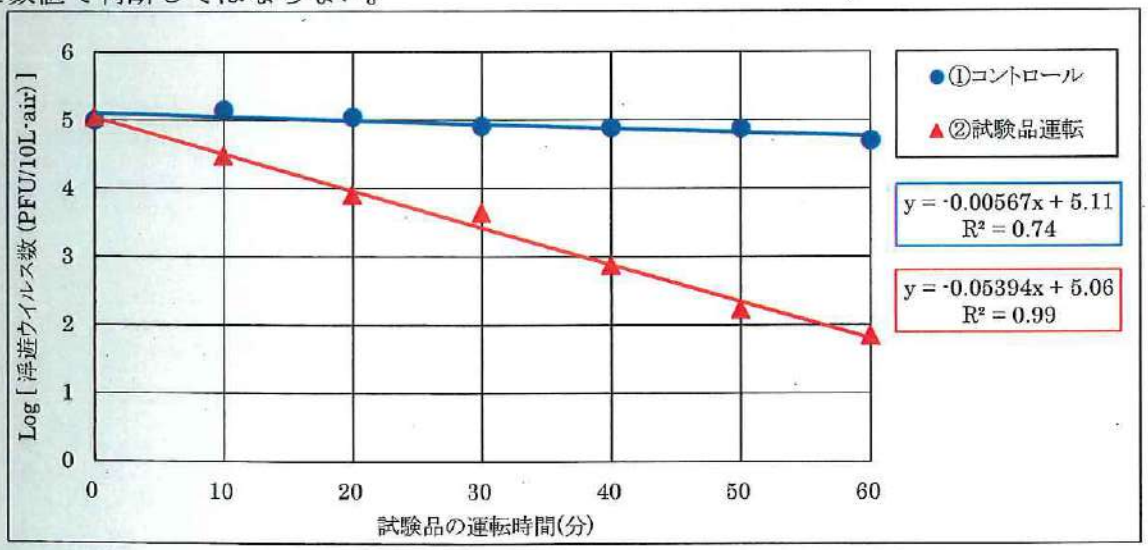
$$\Delta y=t\ (a_2-a_1) \quad \cdots\cdots \quad (D.3)$$

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。

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

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。