

2017.5.2

空気清浄式加湿機「ピュアモイス」による
浮遊ウイルスおよび浮遊菌の
抑制性能評価試験

試 験 デ ー タ

2016 年 11 月 10 日

大阪府八尾市大竹3丁目167番地

株式会社 トクピ製作所



1. 目的

空気清浄式加湿機「ピュアモイス」を運転した場合、浮遊ウイルス、および浮遊菌をそれぞれ種別ごとの試験で、どの程度抑制できるかを、25m³ 試験チャンバーを用いて評価した（抑制効果の評価方法は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」を参考とした）。

2. 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

3. 実施期間

2016 年 10 月 24 日～2016 年 10 月 27 日

4. 試験品

空気清浄式加湿機「ピュアモイス」（処理風量：3.6 m³/分）・・・写真 a



写真 a. 空気清浄式加湿器「ピュアモイス」

株式会社トクピ製作所

5. 試験条件

- ①自然減衰(コントロール)：試験品を設置しない試験空間における試験菌数の経時変動
- ②「ミスト噴霧のみ」：試験品を「ミスト噴霧のみ」の条件で運転した試験空間における試験菌の経時変動
- ③「ミスト+UV 照射」：試験品を「ミスト+UV 照射」の条件で運転した試験空間における試験菌の経時変動

上記、①～③の試験条件を1セットとし、浮遊ウイルスと、浮遊菌の2セットを行う。

6. 試験微生物

【浮遊ウイルス】

ウイルス：*Escherichia coli* phage ϕ X174 NBRC 103405（大腸菌ファージ）

宿主菌：*Escherichia coli* ATCC 13706（大腸菌）

【浮遊菌】

細菌：*Staphylococcus aureus* NBRC 12732（黄色ブドウ球菌）

7. 試薬および機器・器材

1) 主な試薬・培地

【浮遊ウイルス】

- ・ Nutrient Broth (Difco)
- ・ 塩化ナトリウム（和光、特級、生理食塩液用）
- ・ Agar (Difco)
- ・ 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）

【浮遊菌】

- ・ Tryptic Soy Agar (Difco、以下TSA 培地とする)
- ・ 塩化ナトリウム（和光、特級、生理食塩液用）
- ・ チオ硫酸ナトリウム（和光、一級）

2) 主な機器・器材

- ・ 25m³ 試験チャンバー (3.3 × 3.5 × 2.2 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、以下ネブライザー)
- ・ 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 (ボルトトップフィルタ、TPP) 【浮遊ウイルス】
- ・ 孔径0.45 μm メンブランフィルタ 【浮遊菌】
(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)

8. 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。25m³ 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、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（菌液）噴霧口と、ウイルス液（浮遊菌）捕集口を設け、それぞれ霧器具と捕集器具を接続した。ウイルス液（菌液）噴霧器具として、ウイルス液（菌液）を入れたネブライザーを使用した。ウイルス液（菌液）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。

試験操作は、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（菌液）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（浮遊菌）を捕集した。その後、攪拌ファンの運転を止め、試験品を稼働させ、15、30、60 分後に浮遊ウイルス（浮遊菌）を捕集した。

2) 試験菌液の調製

【浮遊ウイルス】

Nutrient Broth で、36 ± 2℃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 ± 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10⁹ 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 倍希釈し、試験に供した。

【浮遊菌】

凍結保存された菌株を培養し、さらにTSA 培地で $36 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、22 時間培養した。
発育した集落をかき取り、滅菌イオン交換水に懸濁し、約 10^9 CFU/mL に調製して試験に供した。

3) ウイルス液、および菌液の噴霧

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、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 1.0 kg/cm^2 、吐出空気量を7.0 L/分とした。

4) 捕集およびトレイ水の採取

【浮遊ウイルス】

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、毎分10 L で2 分間(=20 L)のチャンバー内の空気を吸引し、浮遊ウイルスを捕集した。また、試験終了後に試験品のドレン管からトレイ水を採取した。

【浮遊菌】

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(=20L)吸引し、浮遊菌を捕集した。また、試験終了後に試験品のドレン管からトレイ水を採取した。

5-1) 浮遊ウイルス数およびトレイ水のウイルス数測定

浮遊ウイルス捕集後のインピンジャー内の捕集液および試験終了後に採取したトレイ水を試料原液とし、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18 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およびトレイ水1 mL あたりのウイルス数を求めた。

5-2) 浮遊菌数およびトレイ水の菌数測定

菌捕集後のインピンジャー内の捕集液および試験終了後に採取したトレイ水を試料原液とし、生理食塩液で10 倍段階希釈列を作製した。その試料原液および希釈液の各1 mL をTSA 培地との混釈平板とした。また、試料原液の10 mL および残り全量を孔径0.45 μm のメンブランフィルタで濾過し、フィルタをTSA 平板培地表面に貼り付けた。これらの培地を $36 \pm 2^\circ\text{C}$ で40 時間培養した。培養後、発育した集落を数え、空気20 L あたりの浮遊菌数およびトレイ水1 mL あたりの菌数を求めた。

6) 浮遊ウイルス、および浮遊菌の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。本試験品は家庭用空気清浄機に該当するものではなく、また細菌を使用していることから、参考として、以下の方法で評価を実施した。

初期(0 分)のウイルス(菌)数と経過時間ごとのウイルス(菌)数から、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(浮遊菌)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} (初期ウイルスおよび菌数 $\div$ 経過時間ごとの数)

*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

$$*3；減少率(\%) = \left(1 - \frac{1}{10^{(\text{対象減少値})}} \right) \times 100 (\%)$$

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、および浮遊菌に対する抑制効果があるものと判断した(JEM 1467 附属書D 除去効果の項を参考)。

9. 結果

【浮遊ウイルス】

噴霧した試験ウイルス液のウイルス数は、 7.8×10^8 PFU/mL であった。また、ミストの加湿量は、②ミスト噴霧のみ試験時で1,700 mL、③ミスト+UV 照射試験時で1,600 mL であった。

表1-1 および、図1 に経過時間ごとの浮遊ウイルス数を示した。

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3-1 及び図3 に示した。

表4 に加湿水の条件を示した。

表5-1 に試験終了後に採取したトレイ水の試験ウイルス数を示した。

【浮遊菌】

噴霧した試験菌液の菌数は、 2.2×10^9 CFU/mL であった。

表1-2 および、図1 に経過時間ごとの浮遊菌数を示した。

経過時間ごとの浮遊菌数から経過時間ごとの浮遊菌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3-2 及び図3 に示した。

表4 に加湿水の条件を示した。

表 5-2 に試験終了後に採取したトレイ水の試験菌数を示した。

10. 試験期間のコメント

【浮遊ウイルス】

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、60 分で②「ミスト噴霧のみ」、③「ミスト+UV 照射」共に >4.00 ($>99.99\%$) であった。

コントロールを差し引いて求めた正味の対数減少値は、②「ミスト噴霧のみ」は60分で、③「ミスト+UV 照射」は30 分で浮遊ウイルスの抑制効果があると判断される2.0 を超え、浮遊ウイルスの抑制性能が認められた。

【浮遊菌】

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、60 分で②「ミスト噴霧のみ」が2.37 (99.57%)、③「ミスト+UV 照射」が1.74 (98.2%) であった。

②「ミスト噴霧のみ」は、コントロールを差し引いて求めた正味の対数減少値が60分で浮遊菌の抑制効果があると判断される2.0 を超え、浮遊菌の抑制性能が認められた。

表1-1. 経過時間ごとの浮遊ウイルス数

(単位：PFU/20 L-air)

試験条件	時間 (分)			
	0	15	30	60
① 自然減衰 (コントロール)	26,000	7,200	5,500	4,200
② ミスト噴霧のみ	180,000	48,000	1,100	1
③ ミスト+UV 照射	160,000	24,000	230	1

※試験品：空気清浄式加湿機「ピュアモイス」(処理風量：3.6 m3/分)

※試験ウイルス：*Escherichia coli* phage ϕ X-174 NBRC 103405 (大腸菌ファージ)

※試験空間：25 m3

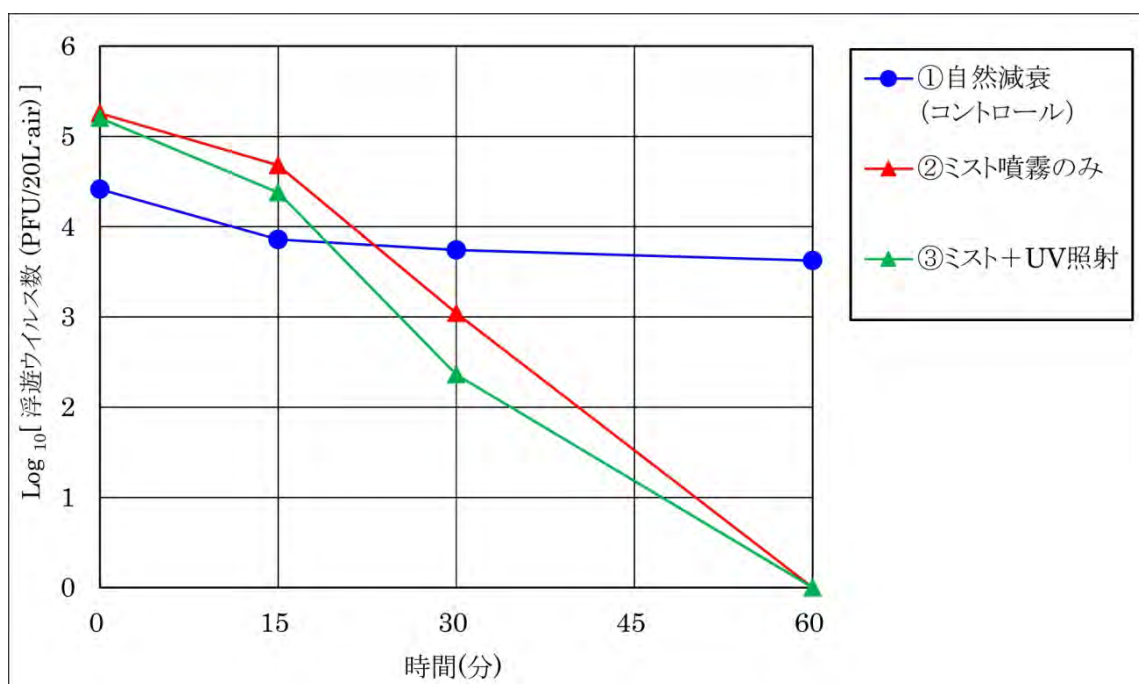


図 1. 経過時間ごとの浮遊ウイルス数

表 1-2. 経過時間ごとの浮遊菌数

(単位：CFU/20 L-air)

試験条件	時間 (分)			
	0	15	30	60
② 自然減衰 (コントロール)	160,000	160,000	170,000	170,000
②ミスト噴霧のみ	660,000	550,000	160,000	3,000
③ミスト+UV 照射	340,000	230,000	88,000	6,700

※試 験 品：空気清浄式加湿機「ピュアモイス」(処理風量：3.6 m3/分)

※試験菌：Staphylococcus aureus NBRC 12732 (黄色ブドウ球菌)

※試験空間：25 m3

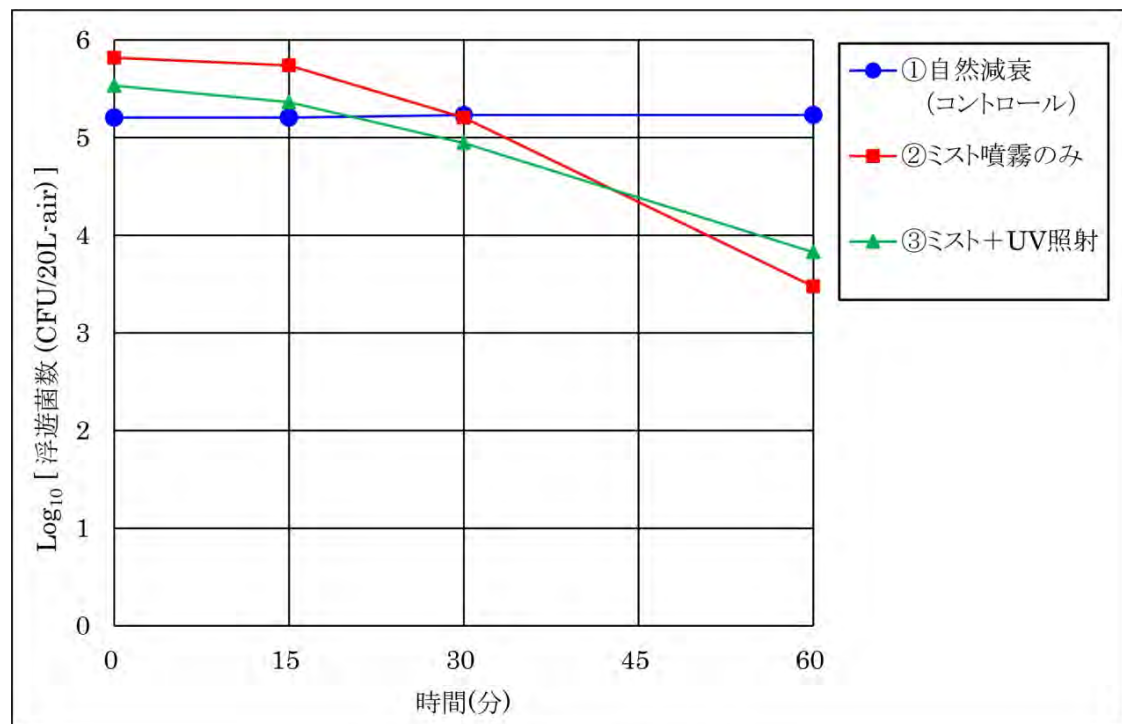


図 1. 経過時間ごとの浮遊菌数

表3-1. 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		時間（分）		
		15	30	60
③ 自然減衰 （コントロール）	対数減少値	0.56	0.67	0.79
	正味の対数減少値 （減少率）	0.01 (2.2%)	1.54 (97.1%)	>4.00 (>99.99%)
②ミスト噴霧のみ	対数減少値	0.57	2.21	5.26
	正味の対数減少値 （減少率）	0.01 (2.2%)	1.54 (97.1%)	>4.00 (>99.99%)
③ミスト+UV 照射	対数減少値	0.82	2.84	5.20
	正味の対数減少値 （減少率）	0.26 (45%)	2.17 (99.3%)	>4.00 (>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 = 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（％）= $\left(1 - \frac{1}{10^{(\text{対象減少値})}}\right) \times 100$ （％）

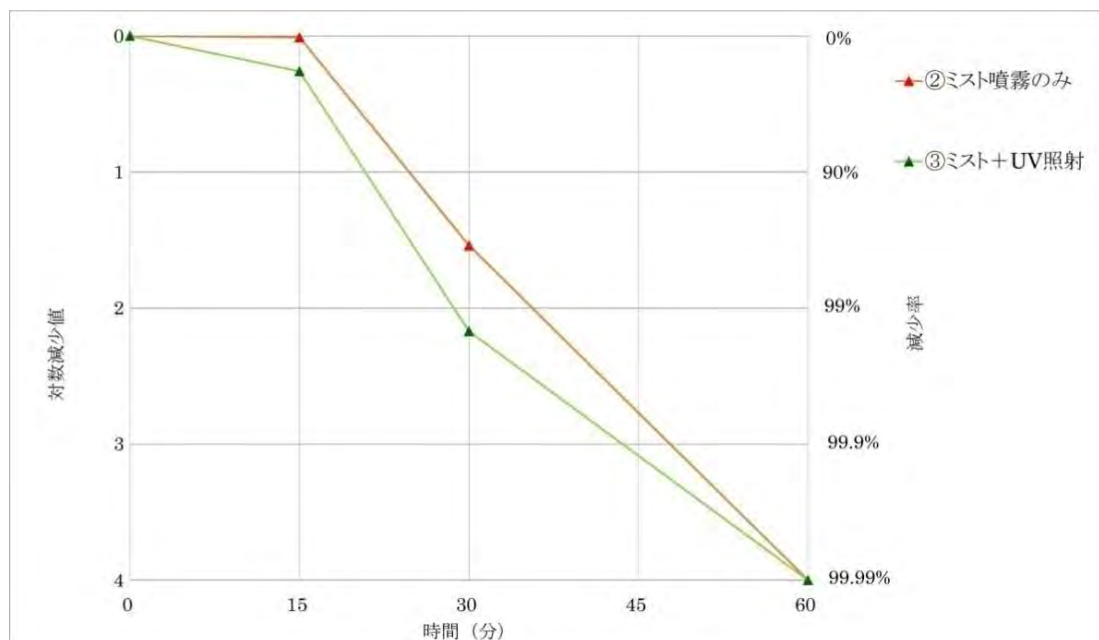


図 3. 正味の対数減少値と減少率

表3-2. 経過時間ごとの浮遊菌数の対数減少値*1 及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	60
④ 自然減衰 (コントロール)	対数減少値	0.00	-0.03	-0.03
②ミスト噴霧のみ	対数減少値	0.08	0.62	2.34
	正味の対数減少値 (減少率)	0.08 (16.8%)	0.65 (77.6%)	2.37 (>99.57%)
③ミスト+UV 照射	対数減少値	0.17	0.59	1.71
	正味の対数減少値 (減少率)	0.17 (32%)	0.62 (76.0%)	1.74 (>98.2%)

*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 = 試験品の対数減少値－自然減衰の対数減少値

*3；減少率 (%) = $\left[1 - \frac{1}{10^{(\text{対象減少値})}} \right] \times 100$ (%)

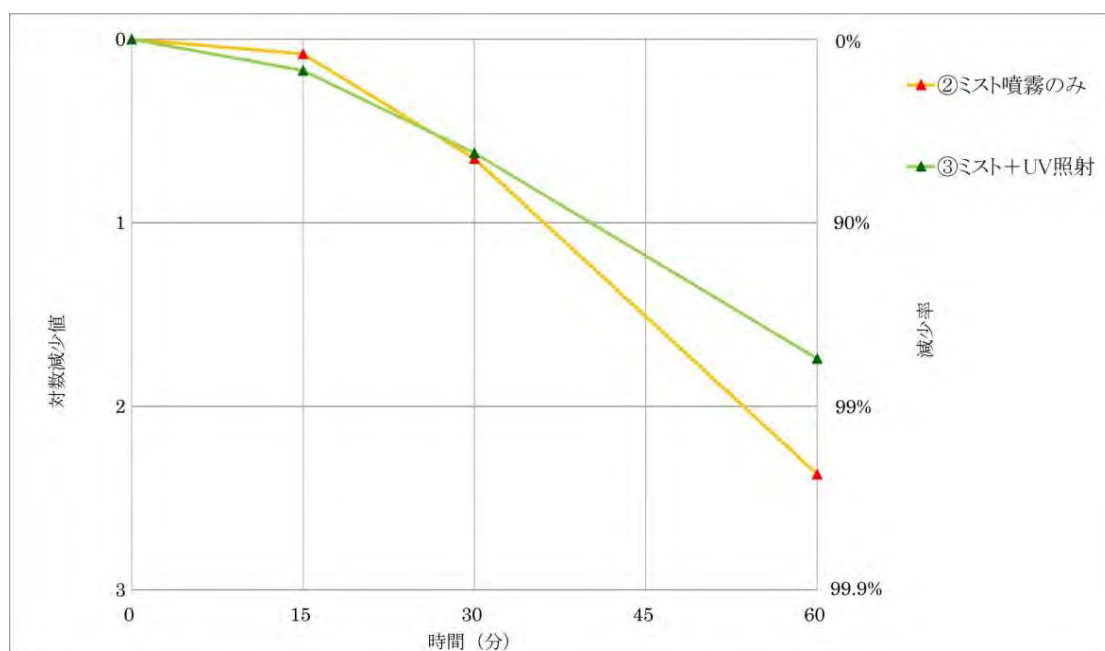


図 3. 正味の対数減少値と減少率

表4. 加湿水の条件

試験条件	加湿水（水道水）		
	水温（℃）	pH	残留塩素(mg/L)
②ミスト噴霧のみ	18.9	7.2	0.46
③ミスト＋UV 照射			

表5-1. トレイ水の試験ウイルス数

試験条件	60 分運転後
②ミスト噴霧のみ	1,600
③ミスト＋UV 照射	120

※試験ウイルス： *Escherichia coli* phage ϕ X-174 NBRC 103405（大腸菌ファージ）

表5-2. トレイ水の試験菌数 (CFU/mL)

試験条件	60 分運転後
②ミスト噴霧のみ	<10（1,000）
③ミスト＋UV 照射	<10（520）

※試験菌： *Staphylococcus aureus* NBRC 12732（黄色ブドウ球菌）

※（ ）内は試験菌以外の菌数

これらの試験菌以外の細菌の影響により、試験菌の発育が阻害されている可能性が考えられる。

別 紙

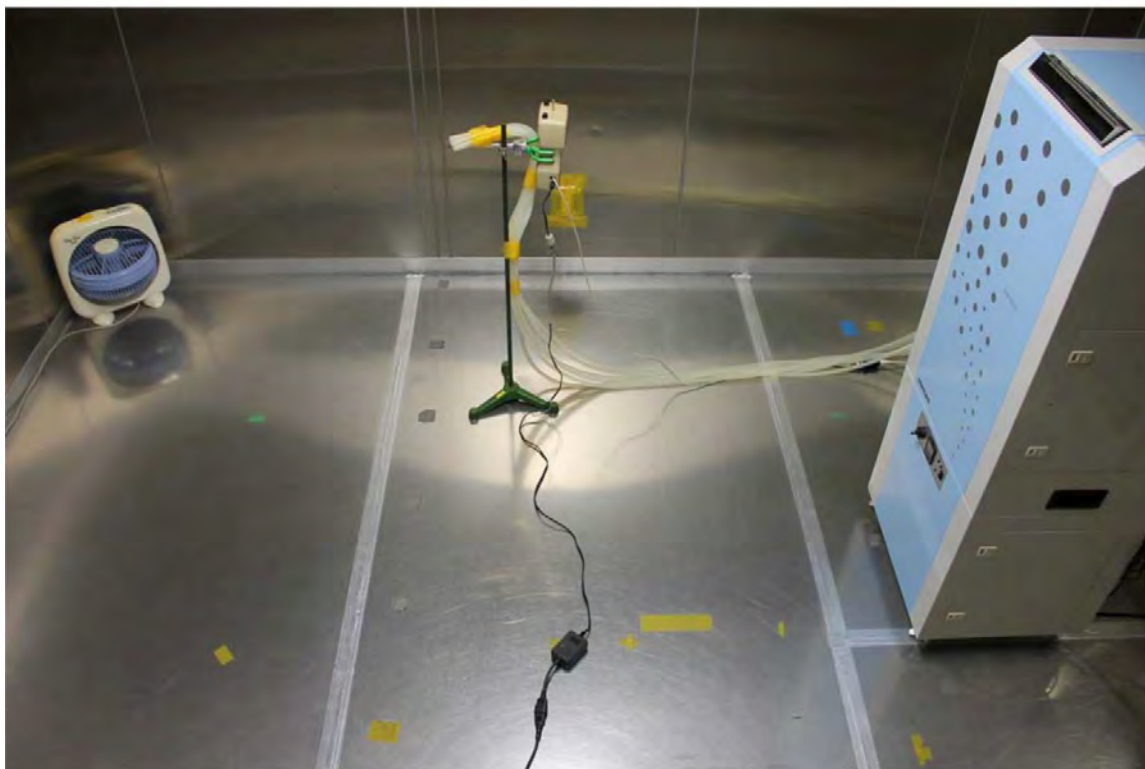


写真 b. 25 m³ 試験チャンバー内の様子

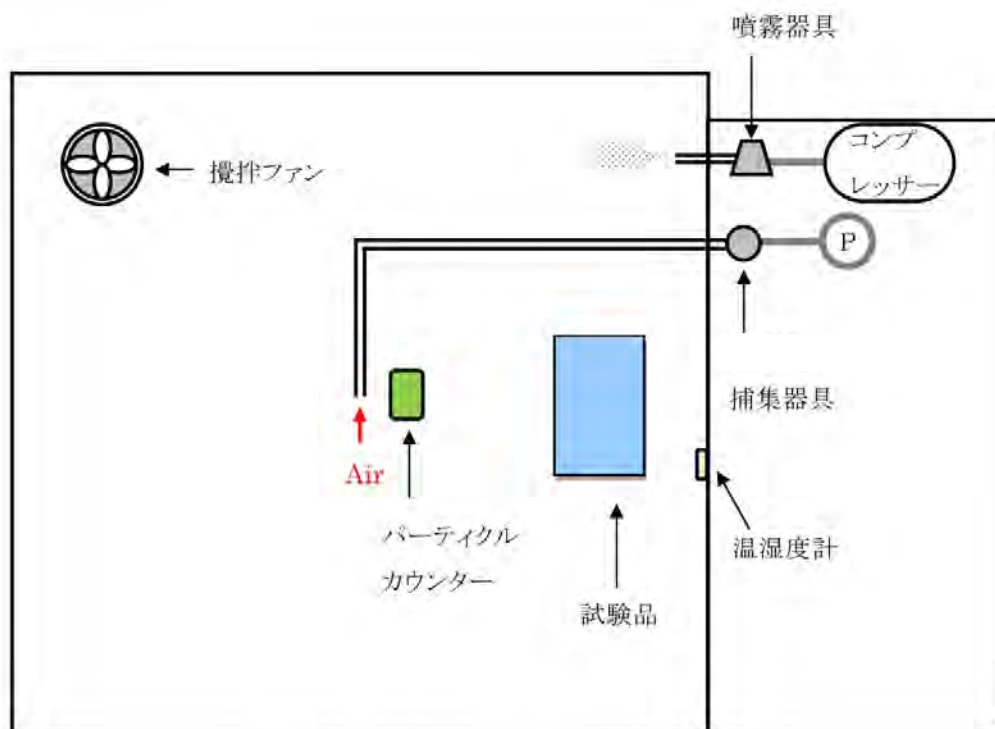


図 a. 25 m³ 試験チャンバーの外観（上面図）

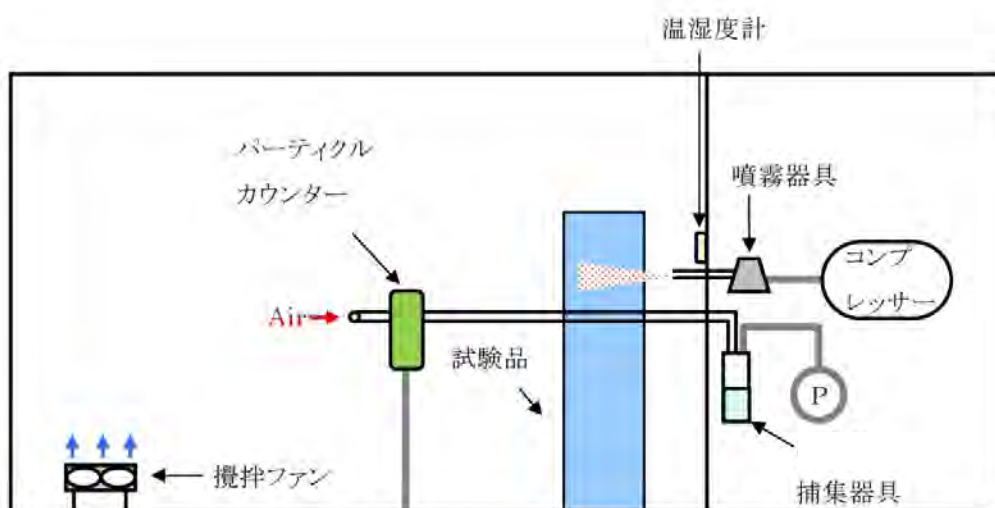


図 b. 25 m³ 試験チャンバーの外観（側面図）

<引用>

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

試験結果報告書

北生発2016_0224号

『空気清浄式加湿機「ピュアモイス」による浮遊ウイルスの抑制性能試験』

北生発2016_1224号

『空気清浄式加湿機「ピュアモイス」による浮遊菌の抑制性能試験』