

【研究レポート】

JEM1467 附属書E「室内付着ウイルスに対する抑制性能評価試験」の実践例 —殺菌灯の場合—

(株)エフシージー総合研究所 橋本 一浩

付着ウイルスを除去する製品の評価法として、日本電機工業会規格JEM1467 附属書E：付着ウイルス抑制試験が広く実施されています。本項では、殺菌灯（紫外線ランプ）を試験品として、この方法を実施し、試験手順を解説します。また殺菌灯の効果について考察します。

はじめに

室内空間を除菌することを目的とした製品は数多く存在します。代表的なのは、空気清浄機と空間除菌剤でしょう。空気清浄機はフィルターで空気をろ過して浮遊微生物を除去することを得意としています。空間除菌剤は薬剤などを散布し、壁や机などの物品に付着する微生物を殺すことを得意としています。こうした製品の除菌力を評価する試験法は複数存在しますが、大きく2つに分類することができます。①空気中を浮遊する微生物を除去する試験。②モノに付着する微生物を除去する試験。浮遊菌除去とモノ付着菌除去、どちらを得意とする製品かで試験方法の選択肢が変わってきます。例えば、除菌機能としてHEPAフィルターのみを搭載しているタイプの空気清浄機は、モノに付着する微生物を除去する能力はないので、①浮遊微生物試験のみを実施することになります。

JEM1467：付着ウイルス除去試験の手順

本項では、②モノに付着する微生物を除去する試験の方法についてご紹介します。②の代表的な方法として、「日本電機工業会規格JEM1467 家庭用空気清浄機 附属書E：室内付着ウイルスに対する抑制性能評価試験」があります。この試験では、布やプラスチックの表面に付着するウイルスへの

効果を調べます。細菌やカビに対するエビデンスを取得したい場合には、使用する微生物を細菌やカビに変更した応用法として実施されています。

実際にこの試験法を用いて、除菌製品の性能を評価してみました。今回、試験品としたのは、「殺菌灯（紫外線ランプ）」です。殺菌灯から照射される紫外線は生物にとって有害な光線であり、ウイルス・細菌・カビといったあらゆる微生物を死滅させます。

試験は弊社の実験室（約21.8m³）で実施し、手順はJEM1467 附属書Eの方法に準じました。使用したウイルスは、大腸菌ファージφX174です。これは細菌（大腸菌）に感染するウイルス（学界ではファージと呼ばれる）で人への病原性はありません。今回は、シャーレ（プラスチック製）の表面にウイルスを塗布し、そこに紫外線を照射して、ウイルスがどの程度死滅するかを測定しました。殺菌灯は最も殺菌力が強いとされる波長254nm（UV-C領域）の紫外線を照射するGL-15形のランプを使用しました（図1）。



図1 試験品として用いた殺菌灯
※2本に見えるが1本は鏡面反射

殺菌灯の設置個所はJEM1467を参考に、実験室の壁際とし、高さ70cmの位置から部屋中央に向かって照射されるよう取り付けました。ウイルス付シャーレは、殺菌灯からの直線距離が150cmになる位置に設置しました(図2)。

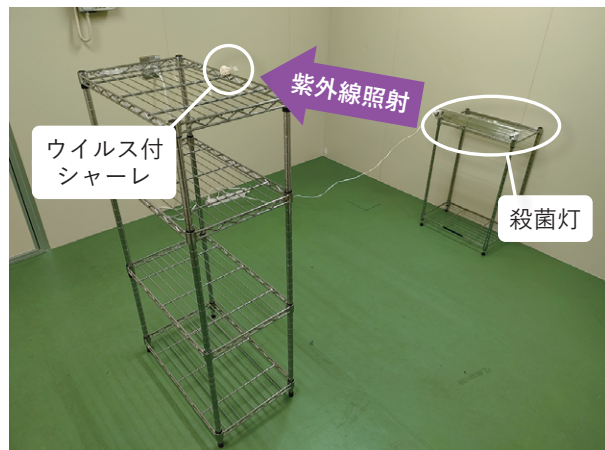


図2 実験室の様子
殺菌灯とシャーレの位置関係

単に照射するだけではなく、今回はシャーレの置き方を2パターン設定して検証をしました。一つは紫外線を直射するパターン(図3左:ウイルス塗布面を殺菌灯に向ける)、もう一つはシャーレを裏返して死角にするパターン(図3右:殺菌灯とウイルスの間に障害物としてシャーレの底が存在する)としました。

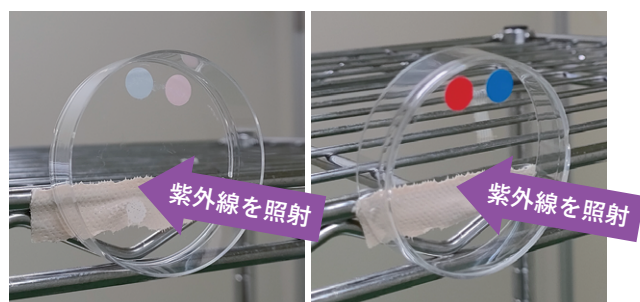


図3 ウイルス付着シャーレ
左:直射パターン 右:死角パターン

2パターン同時に設置して殺菌灯をonにし、15分・60分が経過するごとにシャーレを回収して、シャーレ表面で生き残っているウイルスの数を計測しました。JEM1467では、ファージの場合は「ブランク法」という培養方法でウイルス数を計測します。また、JEM1467では除菌装置を稼働していない状態「自然減衰」も測定すると定められています。今回は、殺菌灯を消灯した状態を「自然減

衰」とし、暗闇の実験室に15分・60分置いただけのウイルス付シャーレも測定を行いました。

結果：殺菌灯のウイルス除去能力

シャーレ1枚あたりの生存ウイルス数(感染価:単位はpfu/枚)をグラフに示しました(図4)。初期(0分)では100万(pfu/枚)だったウイルス数が、時間経過とともに減少していく様子が判ります。

紫外線を直射したシャーレでは、生存ウイルス数が大きく減少しており、15分後には99.9%が死滅していました(図4の橙)。JEM1467では、99%以上減少させることが出来れば「除去効果あり」と判断するので、殺菌灯の性能は合格レベルにあると言えます。ただし、シャーレを裏返して死角にしたパターンでは、死滅速度が遅く15分で36%減少、60分が経過しても40%減少に留まっていた(図4の緑)。目標値の99%にほど遠く、あまり効果がないと言っていいでしょう。この結果は、殺菌灯の有効範囲が、紫外線光の当たる部分に限定されることを示しています。影になる部分にはほとんど効果がないのです。

なお、何もしていない「自然減衰」も減少していますが、これは乾燥によってウイルスが少しずつ死滅しているためです(図4の水色)。JEM1467では、除菌製品稼働時の測定のみでは不十分で、必ず自然減衰も測定する必要がある、自然減衰した分を差し引いた数値を「減少率」と定義しています。

殺菌灯に近いほど効果が高まる(追加検証)

ところで、筆者は上記の結果を見て「150cmでは距離が遠くて効果が十分に発揮されていない」と感じました。そこで、殺菌灯とシャーレをもう少し接近させて再度、照射してみることにします。今度は紫外線からシャーレまでの距離を50cmと150cmの2パターンに設定しました。照射時間は短めにし、30秒・1分・2分としました。短時間の試験なので自然減衰の測定は省略しました。

結果、50cmではより強力な殺菌効果が得られ、30秒の時点で99.8%減少し、1分で限界値の99.99%を超えました(図5の赤)。一方、150cm

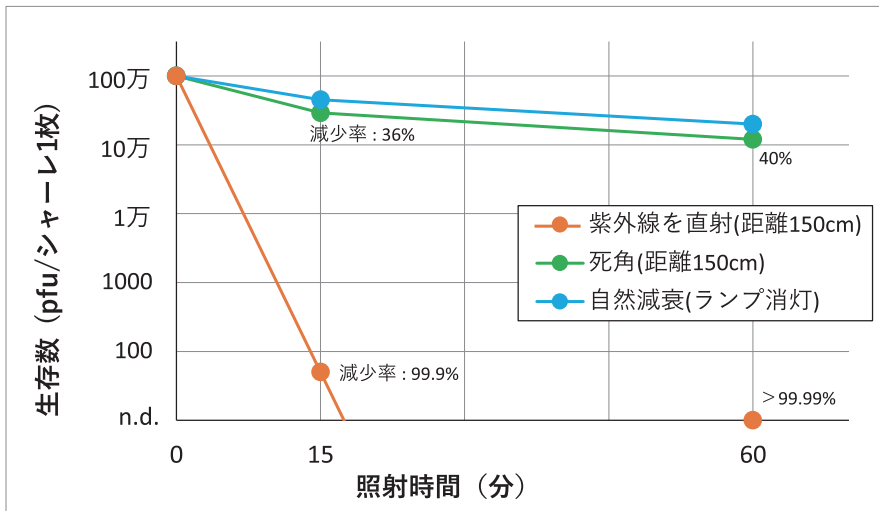


図4 ウイルス (ϕ X174) の生存数 (感染価)。減少率は自然減衰に対して減少した割合として計算した。減少率は広告などで見かける「除菌率」と同義。

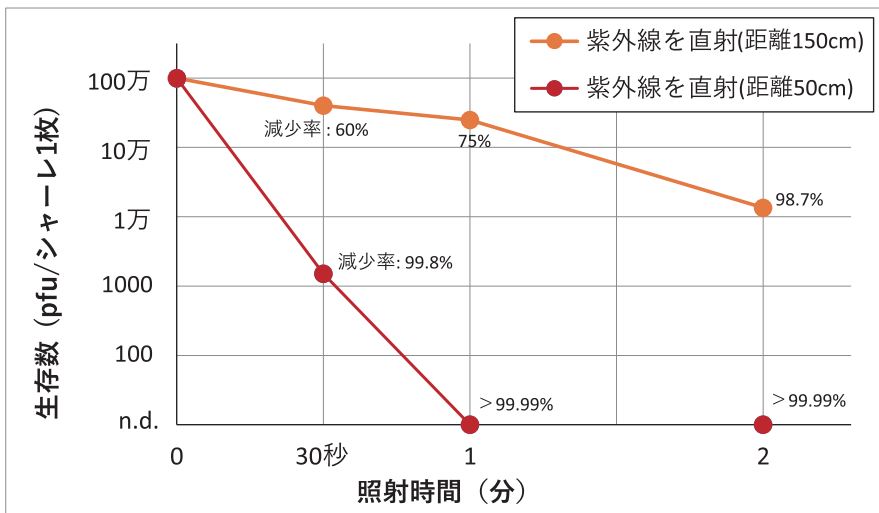


図5 紫外線の照射距離を変更して再度、ウイルス (ϕ X174) の生存数 (感染価) を測定。いずれもウイルス塗布面に紫外線を直射した。減少率は初期値 (0分) に対して減少した割合として計算した。

ではやはり減少速度は遅く、30秒で60%減少、1分でも75%減少に留まっていた (図5の橙)。この結果から、殺菌灯からの距離が近ければ近いほど、高い効果が得られると言えます。

おわりに

本稿のように、JEM1467付属書E：付着ウイルス試験の方法に当てはめて評価した場合、殺菌灯のウイルス除去効果は有効であると判断できました。多くの空間除菌剤は99%を達成するのに数時間、あるいは数日単位を要します。これに比較すると、殺菌灯は数分の単位で効果が得られており、非常に有効な除菌アイテムであると言えます。そのため、微生物実験で利用する空間の殺菌手段として、殺菌灯が導入されています。今回、試験を行った弊社の実験室も、消毒の際には殺菌灯を利用しています。

ただし、殺菌灯を有効に使うには少しコツが要

することも今回の実験で判りました。間違えた使い方をする、効果が得られません。最後に、殺菌灯を使う上で大事なポイントを以下にまとめておきます。

- ① 紫外線が直射されるよう、整理整頓し死角を無くす。
- ② 有効範囲は殺菌灯からせいぜい2～3m以内と考える。
- ③ 紫外線は人体さえも破壊するので、人に向かって照射してはいけない。

実際の現場で殺菌灯を利用する場合に心がけると良いでしょう。理容室の紫外線消毒器を例に挙げれば、ハサミやクシが重ならないように置くことが重要です。紫外線消毒器はごく狭い空間なので、確実に照射できれば非常に高い効果が期待できるでしょう。

本稿を読まれた方は是非参考にさせていただければ幸いです。