



# コロナックススタンド エスプリ

## 紫外線空気循環式殺菌装置

コロナ禍・アフターコロナに対応すべく、感染リスクの軽減を目的として、会議室、学校、集会場、店舗など、固定空間を対象として開発された装置です。



- ・コロナックススタンドは医療機器ではありません。  
従って(薬機法)により、特定の菌、ウイルスに係る疫病予防や治療の効果については公表を差し控えております。
- ・コロナックススタンド エスプリは様々な文献や理論を基に、使用部材の特徴や強みをそれぞれ組合せ開発された商品であります。
- ・機器の補償期間は導入設置後1年 個別機器の補償に基づきます。
- ・紫外線は人体に悪影響を及ぼします。絶対に直接見るなど暴露しないようにして下さい。

開発者 北村 裕紀

## 【コロナックスタンド・エスプリ 殺菌率εの算出】



$$\epsilon = 1 - 10^{(-Et/D)}$$

E:平均殺菌照度(W/m<sup>2</sup>) **13.396W/m<sup>2</sup>**  
 $4.9W \times 1 / (0.075 + 0.093 + 0.015) \times 2$

T:殺菌時間(秒) **0.425s**

D:90%殺菌するための殺菌熱量(J/m<sup>2</sup>) **7.5J/m<sup>2</sup>**

$$\epsilon = 1 - 10^{(-13.396 \times 0.425 / 7.5)}$$

**ε=0.826**

**殺菌率 ≒ 83%**

## 【コロナックスタンド・エスプリ殺菌率からの推定・予測】

ファン循環式殺菌装置を設置した場合、浮遊細菌濃度の時間的な変化(T時間後の細菌濃度C<sub>T</sub>)は次式で求めることができます。

$$C_T = C_0 e^{(-aT/R)}$$

$$a = \epsilon n V$$

※eは自然対数の底 (e≒2.72)

C<sub>T</sub>:T時間後の細菌濃度(m<sup>-3</sup>)

C<sub>0</sub>:初期細菌濃度(m<sup>-3</sup>)

T:時間(h)

R:部屋の容積(k)

ε:殺菌された空気の殺菌率

n:台数

V:殺菌装置の循環風量(k/h)

但し、上記計算式は「細菌の増殖や、自然死はなく、また、空気の流入・流出もない」という理想的な条件のものです。

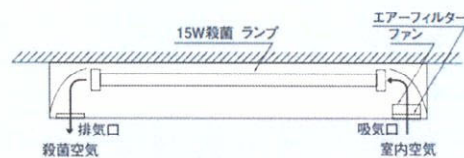
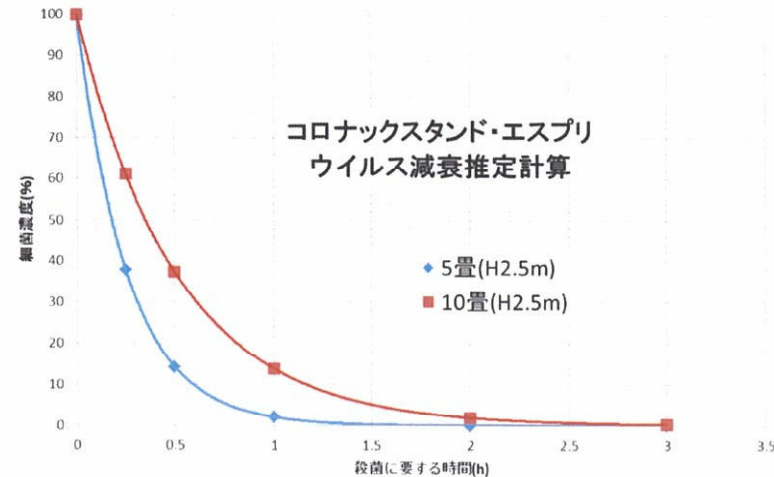


図10 ファン循環型殺菌装置の断面

Panasonic文献③-2引用

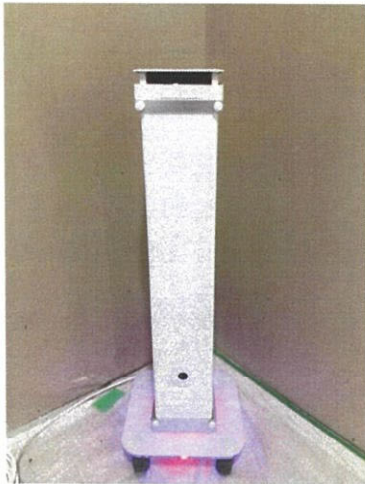


**【浮遊細菌濃度の時間的な減衰(1/10)量推定時間】**

**5畳で約0.6時間、10畳で約1.2時間**

## 【機器外観・内部】

外観



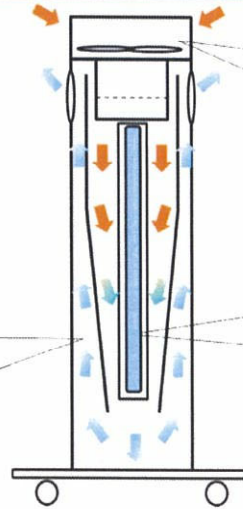
内部



## 【簡略図・説明】



光触媒コーティング



①

三菱換気扇V-08PPXD7

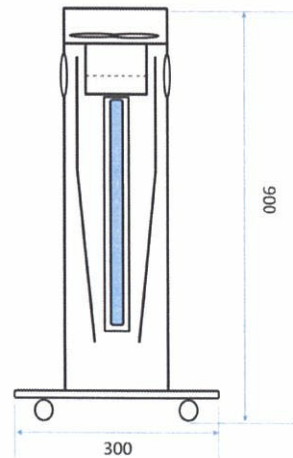
③

紫外線殺菌灯 GL15×1本

## 【しくみ】

- ①換気扇からの送風は直線的であり、薄長のパージBOXにおいても均一に大気を紫外線殺菌灯に向けることができます。途中、絞り込みがあるのは流速を早める目的です。
- ②光触媒コートされたBOX内では、上部に設けられた板によって、BOX側面に沿わすよう送風し光触媒の特性効率を図っています。
- ③パージBOX内において、紫外線漏洩防止を兼ねたトラップ板を左右に設け、オーバーフローされた空気を室内に戻し循環するしくみです。トラップによる圧力損出は発生しますが、その分パージ時間が伸びます。  
※空気循環のみ。紫外線は人体において有害なのでBOX内から漏れない構造設計。

## 【図面】



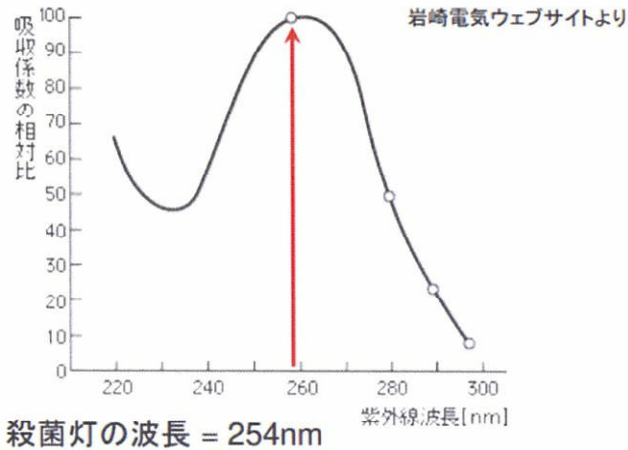
## 【安全】

| 警告  |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・殺菌灯器具の設置は厳禁です。天井からの直接照射は、皮膚を灼傷する恐れがあります。また、皮膚が長時間直射されると、皮膚がんの原因となります。</li> <li>・換気扇の故障により、送風が停止した場合、部屋の空気が滞留する恐れがあります。</li> <li>・本機は、電源コードの破損や、電源コードの巻き込みによる感電の恐れがあります。また、電源コードの破損や、電源コードの巻き込みによる感電の恐れがあります。</li> <li>・本機は、電源コードの破損や、電源コードの巻き込みによる感電の恐れがあります。また、電源コードの破損や、電源コードの巻き込みによる感電の恐れがあります。</li> <li>・本機は、電源コードの破損や、電源コードの巻き込みによる感電の恐れがあります。また、電源コードの破損や、電源コードの巻き込みによる感電の恐れがあります。</li> </ul>   |  |
| 注意  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・殺菌灯器具は、専用器具でのみ使用してください。</li> <li>・殺菌灯器具は、直射日光の当たる場所や、直射日光の当たる場所から遠ざけてください。</li> <li>・殺菌灯器具は、直射日光の当たる場所や、直射日光の当たる場所から遠ざけてください。</li> <li>・殺菌灯器具は、直射日光の当たる場所や、直射日光の当たる場所から遠ざけてください。</li> <li>・殺菌灯器具は、直射日光の当たる場所や、直射日光の当たる場所から遠ざけてください。</li> <li>・殺菌灯器具は、直射日光の当たる場所や、直射日光の当たる場所から遠ざけてください。</li> <li>・殺菌灯器具は、直射日光の当たる場所や、直射日光の当たる場所から遠ざけてください。</li> <li>・殺菌灯器具は、直射日光の当たる場所や、直射日光の当たる場所から遠ざけてください。</li> <li>・殺菌灯器具は、直射日光の当たる場所や、直射日光の当たる場所から遠ざけてください。</li> <li>・殺菌灯器具は、直射日光の当たる場所や、直射日光の当たる場所から遠ざけてください。</li> </ul> |  |

# 【殺菌灯・紫外線効果】

紫外線に対する殺菌、ウイルスの不活化の研究は、ほぼ全てが**波長254nm**の殺菌灯について行われており、様々な菌、ウイルスについて横断的なデータが存在しております。

DNAに対する紫外線吸収の波長依存性



各種菌類の除菌率と殺菌線量  
Panasonicウェブサイトより

| 菌名            | 254nmの殺菌率 (%) | 90%殺菌率時の殺菌線量 (J/m <sup>2</sup> ) |
|---------------|---------------|----------------------------------|
| 大腸菌(標準株)      | 10.0          | 30.0                             |
| 大腸菌(毒力増強株)    | 10.0          | 30.0                             |
| 大腸菌(毒素)       | 60.0          | 10.0                             |
| サルモネラ(標準株)    | 10.0          | 30.0                             |
| サルモネラ(毒力増強株)  | 10.0          | 30.0                             |
| ブドウ球菌(標準株)    | 7.5           | 22.5                             |
| ブドウ球菌(毒力増強株)  | 7.5           | 22.5                             |
| 枯草菌           | 60.0          | 10.0                             |
| 枯草菌(毒力増強株)    | 13.0          | 39.0                             |
| 枯草菌(毒力増強株)    | 27.5          | 112.5                            |
| 日本酒(標準株)      | 27.5          | 82.5                             |
| 日本酒(毒力増強株)    | 27.5          | 82.5                             |
| カンタムス         | 30.0          | 90.0                             |
| 結核菌           | 71.0          | 21.3                             |
| 結核菌(毒力増強株)    | 60.0          | 30.0                             |
| 結核菌(毒力増強株)    | 40.0          | 45.0                             |
| 結核菌(毒力増強株)    | 115.0         | 345.0                            |
| 結核菌(毒力増強株)    | 135.0         | 405.0                            |
| フゾリウム         | 53.7          | 161.1                            |
| 肺炎球菌          | 21.4          | 64.2                             |
| 肺炎球菌(毒力増強株)   | 26.3          | 78.9                             |
| 小児肺炎球菌        | 81.0          | 243.0                            |
| 小児肺炎球菌(毒力増強株) | 105.0         | 315.0                            |
| 肺炎球菌          | 44.0          | 132.0                            |
| 肺炎球菌          | 44.0          | 132.0                            |
| 肺炎球菌          | 28.4          | 85.2                             |
| 肺炎球菌          | 54.0          | 162.0                            |
| 肺炎球菌          | 35.0          | 105.0                            |
| 肺炎球菌          | 52.0          | 156.0                            |
| 肺炎球菌          | 24.2          | 72.6                             |
| 肺炎球菌          | 22.0          | 66.0                             |
| 肺炎球菌          | 22.0          | 66.0                             |
| 肺炎球菌          | 16.3          | 48.9                             |
| 肺炎球菌          | 44.0          | 132.0                            |
| 肺炎球菌          | 18.4          | 55.2                             |
| 肺炎球菌          | 23.0          | 69.0                             |
| 肺炎球菌          | 26.0          | 78.0                             |
| 肺炎球菌          | 21.8          | 65.4                             |
| 肺炎球菌          | 28.5          | 85.5                             |
| 肺炎球菌          | 21.6          | 64.8                             |
| 肺炎球菌          | 81.5          | 244.5                            |
| 肺炎球菌          | 20.0          | 60.0                             |
| 肺炎球菌          | 21.0          | 63.0                             |
| 肺炎球菌          | 20.0          | 60.0                             |
| 肺炎球菌          | 18.8          | 56.4                             |
| 肺炎球菌          | 49.0          | 147.0                            |
| 肺炎球菌          | 100.0         | 300.0                            |
| 肺炎球菌          | 60.0          | 180.0                            |
| 肺炎球菌          | 80.0          | 240.0                            |
| 肺炎球菌          | 60.0          | 180.0                            |
| 肺炎球菌          | 33.0          | 99.0                             |
| 肺炎球菌          | 39.0          | 117.0                            |
| 肺炎球菌          | 60.0          | 180.0                            |
| 肺炎球菌          | 130.0         | 390.0                            |
| 肺炎球菌          | 130.0         | 390.0                            |
| 肺炎球菌          | 440.0         | 1320.0                           |
| 肺炎球菌          | 600.0         | 1800.0                           |
| 肺炎球菌          | 1300.0        | 3900.0                           |
| 肺炎球菌          | 1410.0        | 4230.0                           |
| 肺炎球菌          | 120.0         | 360.0                            |
| 肺炎球菌          | 3000.0        | 9000.0                           |
| 肺炎球菌          | 6000.0        | 18000.0                          |

90%殺菌率時の殺菌線量  
[J/m<sup>2</sup>]

|           |   |     |      |
|-----------|---|-----|------|
| ビールス(空气中) | b | 7.5 | 22.5 |
|-----------|---|-----|------|

ビールス(ウイルス)  
**殺菌線量 7.5J/m<sup>2</sup>**

出典  
 a: Philips社殺菌灯資料  
 b: Kölleri Ultraviolet Radiation  
 c: S Aydinli, J Krochmann, CIE Journal vol4 No.2. (1985)  
 d: The IESNA Lighting Handbook, Ninth Edition (2000)  
 e: 足立ほか, 日本防菌防霉学会第15回大会29 (昭和63年5月)  
 f: 向阪ほか, 日本防菌防霉学会第26回年次大会 (1999年) p37

1. Philips社殺菌灯資料  
 2. Kölleri Ultraviolet Radiation  
 3. S Aydinli, J Krochmann, CIE Journal vol4 No.2. (1985)  
 4. The IESNA Lighting Handbook, Ninth Edition (2000)  
 5. 足立ほか, 日本防菌防霉学会第15回大会29 (昭和63年5月)  
 6. 向阪ほか, 日本防菌防霉学会第26回年次大会 (1999年) p37

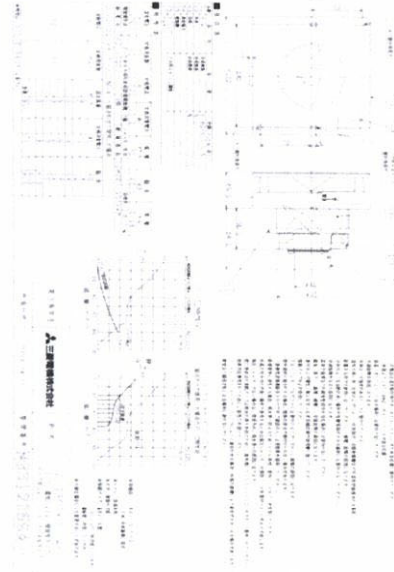
# 【UV-Shower 殺菌率εの算出①】

## Panasonic文献③-1

表6 パナソニック殺菌ランプの定格

| 品番    | 寸法 (mm) |       | 口金  | 定格ランプ電力 (W) | 初特性       |           | 定格寿命 (h) | 適合点灯管          |
|-------|---------|-------|-----|-------------|-----------|-----------|----------|----------------|
|       | ガラス管の径  | 長さ    |     |             | ランプ電流 (A) | 殺菌線出力 (W) |          |                |
| GL-4  | 15.5    | 134.5 | G5  | 4           | 0.162     | 0.8       | 4000     | FG-7E<br>FG-7P |
| GL-6  | 15.5    | 210.5 | G5  | 6           | 0.147     | 1.7       | 4000     | FG-7E<br>FG-7P |
| GL-8  | 15.5    | 287   | G5  | 8           | 0.170     | 2.5       | 4000     | FG-7E<br>FG-7P |
| GL-10 | 25.5    | 330   | G13 | 10          | 0.230     | 2.7       | 6000     | FG-7E<br>FG-7P |
| GL-15 | 25.5    | 436   | G13 | 15          | 0.300     | 4.9       | 6000     | FG-7E<br>FG-7P |
| GL-20 | 32.5    | 580   | G13 | 20          | 0.360     | 7.5       | 8000     | FG-1E<br>FG-1P |
| GL-30 | 25.5    | 893   | G13 | 30          | 0.355     | 13.4      | 8000     | FG-4P          |
| GL-40 | 32.5    | 1198  | G13 | 40          | 0.415     | 19.8      | 8000     | FG-4P          |

## Panasonicエアーカーテン(FY-25ELS1)仕様書



| 定格電圧 (V) | 定格消費電力 (W) | 定格電流 (A) | 定格消費電力 (W) | 風量 (m³/h) | 騒音 (dB) | 質量 (kg) |
|----------|------------|----------|------------|-----------|---------|---------|
| 100      | 50         | 0.031    | 3.1        | 95        | 29.5    | 0.58    |

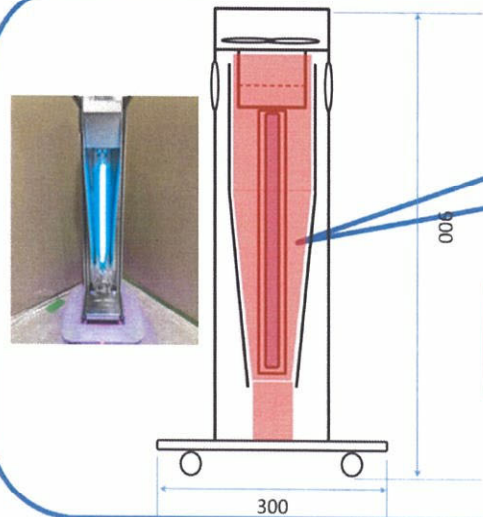
**空気循環量**  
 $95\text{m}^3/\text{h} = 0.026\text{m}^3/\text{s}$

## Panasonic文献②-1

各種菌種の殺菌率と殺菌線量  
PanasonicのエプライットUV

| 菌種         | 殺菌率 (%) | 殺菌線量 (J/m²) |
|------------|---------|-------------|
| ビールス(ウイルス) | 90%     | 7.5         |

**ビールス(ウイルス)**  
**殺菌線量 7.5J/m²**



**UV-Shower対象体積**  
 $740 \times 100 \times 150 = 0.011\text{m}^3$

◎一秒あたりの風量算出  
 $0.011\text{m}^3 \div 0.026\text{m}^3/\text{s} \approx 0.42\text{s}$

# 【Panasonic 殺菌灯 参考文献引用①】

①-1

## 殺菌灯

### 1 殺菌灯の基礎

#### 1 紫外放射による殺菌作用

直射日光が強い殺菌力をもつことは古くから知られています。詳しくは1877年: Douwesにより「紫外放射の殺菌効果」が発見され、後にLuckieshのにより「紫外放射の波長と殺菌作用の関係」が明らかになりました。

CIE(国際照明委員会)では、波長によって、表1のように区分されています。

表1 紫外線の波長区分

| 区分   | 波長範囲        |
|------|-------------|
| UV-A | 315nm～400nm |
| UV-B | 280nm～315nm |
| UV-C | 100nm～280nm |

紫外放射の波長によって、それぞれの作用効果が異なります。図1に、紫外放射の生物に対する代表的な作用の波長特性を示します。波長200nm以下の紫外放射は空気中の塩酸が未だに、長い距離を透過しにくくなります。空気中で吸収され、紫外放射は空気中の酸素分子を分解し、オゾンを生じることになります。

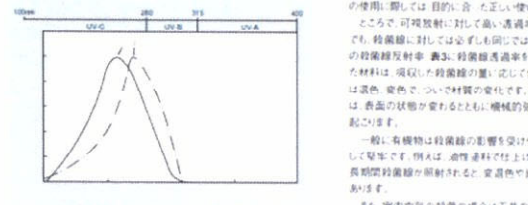


図1 紫外放射による生物への作用の波長特性

また金属に紫外放射が照射されると光電効果により光電子を放出します。この光電子が空気分子や水分子を電離し、空気イオン化することが知られています。

紫外放射の波長により、殺菌効果は異なります。これは殺菌効果の波長特性または作用関数と呼ばれます。図2に示すのは現在広く用いられている波長特性です。図の縦軸は対数目盛で作用特性の相対値を示し、横軸は波長を示しています。殺菌効果の最大値は約260nmにあり、400nmでは最大値の約0.01にまで低下しています。太陽光には約300nm以上の波長の紫外放射が含まれており、この波長域の照射強度が大きいので殺菌効果もついています。

一般に殺菌灯とは、殺菌効果をもつ紫外放射を意味しますが、253.7nmの紫外放射が強い殺菌効果をもつため、殺菌灯目的として人工的に効率良く発生させる紫外放射が253.7nmであることから、殺菌灯とは253.7nmの紫外放射を透過しては意味します。ここではこの253.7nmの紫外放射の殺菌特性について述べていきます。

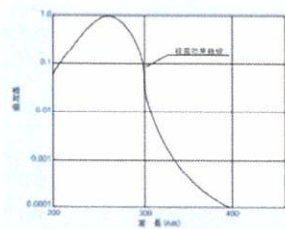


図2 殺菌灯の波長特性

現在一般的に用いられている殺菌方法としては、殺菌液による殺菌、薬物による殺菌、加熱による殺菌などがありますが、それぞれ得失があり、応用する場合は無条件に使用できる殺菌方法というものはなく、実用使用に際しては目的・内容・正しい使い方を考えることが大切です。ところで、可視放射に対しては透過率や反射率も、異なる材料でも、殺菌灯に対しては必ずしも同じではありません。表2に、各種材料の殺菌灯透過率、表3に、殺菌灯透過率を示します。殺菌灯を照射された材料は、吸収した殺菌線の量に応じて変化します。最も顕著な変化は着色、変色です。この材料の変化は、化学繊維やプラスチックなどは、表面の状態が変わるとともに機械的強度が低下するなどの現象が起こります。

一般に有機物は殺菌線の影響を受けやすく、無機物は殺菌灯に対して堅牢です。例えば、適性塗料で仕上げた壁やビニールタイルなどに長時間殺菌灯を照射されると、変色や表面の状態が変化することがあります。

また、室内空気の殺菌の場合は天井の反射により、在室者に影響を与えないかの検討が必要です。

#### 2 殺菌灯の殺菌効果

図2に示されるように、殺菌作用は波長253.7nm付近が最も強く、その殺菌力は直射日光にも含まれている波長350nmの紫外放射の約1,600倍にも達します。

殺菌灯によって細菌が死滅するメカニズムは十分に明らかになっていませんが、おおむね以下の通りです。殺菌作用の波長特性は生物に含まれる核酸物質が紫外放射の吸収特性と強く似た特性を示していること、並びに、核酸の構造が異なるにもかかわらず、波長特性の相似性、あるいは、核酸の骨格である核糖 (DNA) を作用していることが考えられます。

細胞内に核酸が照射され吸収されると、核酸が化学変化を起こし、新陳代謝が障害され、増殖能力を失います。更に照射量が多くなると、原料物質が破壊され、死滅する場合があります。このような紫外放射の照射と細菌の変質破壊についての詳しい研究がなされています。

紫外放射による殺菌は、菌の種類や発生条件によって効果は異なりますが、各種の菌類に対して有効です。

殺菌灯の殺菌力は、菌種・温度・湿度、その他の条件によって異なりますが、それぞれの菌についての殺菌力は、殺菌時間×殺菌照度(W/m<sup>2</sup>)×照射時間(秒)によって表すことができます。したがって、一般的に照射時間×2倍、または殺菌照度を1/25にして同じ殺菌効果が得られます。

①-2

## 殺菌灯

表2 殺菌灯透過率

| 材料名             | 殺菌灯透過率(%) | 出 産 |
|-----------------|-----------|-----|
| 亚克力(白色透射型高硬度板)  | 7         | c   |
| 亚克力(透明USDA)     | 21        | c   |
| 樹脂(透明)          | 60        | c   |
| 白色メラミン樹脂板       | 12        | c   |
| アルミニウム風管(ガラス板上) | 75~85     | a   |
| 有機樹脂            | 65~75     | a   |
| 樹脂              | 60~80     | a   |
| 珪藻              | 40~60     | a   |
| ガラス             | 10        | a   |
| ポリエステル          | 3~10      | a   |
| 白色油性塗料          | 10~35     | a   |
| 白色水性塗料          | 40~75     | a   |
| アルミニウム塗料        | 4~5       | a   |
| 黒色エポキシ          | 5         | a   |
| 白色エポキシ(接着)      | 5~10      | a   |
| プラスチック(厚膜)      | 55~60     | a   |
| 樹脂(アクリル)        | 31        | a   |
| 樹脂(自己硬化)        | 21~31     | a   |
| 樹脂(エポキシ)        | 20        | a   |
| 樹脂(アクリル)厚膜      | 26        | a   |
| 樹脂(アクリル)印刷      | 18        | a   |

表3 殺菌灯透過率

| 材料名                                 | 殺菌灯透過率(%) | 出 産 |
|-------------------------------------|-----------|-----|
| ソーダガラス(厚5mm) <td>0</td> <td>c</td>  | 0         | c   |
| 透明石英(厚3mm) <td>99.9</td> <td>b</td> | 99.9      | b   |

出 産  
a: 株式会社 パナソニック (株) 照明事業部 (東京都文京区) (社) 照明部  
b: 株式会社 パナソニック (株) 照明事業部 (東京都文京区) (社) 照明部  
c: 株式会社 パナソニック (株) 照明事業部 (東京都文京区) (社) 照明部

この殺菌照度は、殺菌ランプのW数・照射器具の形状・配光・照射距離によって異なります。

殺菌時間を同じ照射した場合、生存菌数は照射時間に反比例して指数関数的に減少します。例えば、生存菌数を10分の1にするのに、照射時間が10秒かかると、次の10秒でさらに10分の1になります。合計20秒の照射で100分の1になります。これを式で表すと次のようになります。  
 $S = S_0 \times 10^{-t/T}$

- S: 細菌の残存生存数
- S<sub>0</sub>: 殺菌前の照射後の残存生存数
- T: 殺菌灯の照射後の生存(コロニー)数
- T<sub>0</sub>: 殺菌灯の照射前の菌数
- Q: 殺菌灯の「真」照射地点の生育(コロニー)数
- E: 殺菌照度 (W/m<sup>2</sup>)
- t: 照射時間 (sec)
- T: 殺菌の経路によって異なる「90%殺菌率」の殺菌照度 (J/m<sup>2</sup>)
- T<sub>0</sub>: 殺菌率Pは  
P=1-S=1-10<sup>-t/T</sup>  
となり、また  
T=1.44Q/E  
と表すことができる。また、必要な殺菌照度、Qを求めるには Q=E/T<sub>0</sub> の式になります。  
Q=E/Dlog(1/P)

殺菌効果は、殺菌照度E(W/m<sup>2</sup>)と照射時間t(秒)の積(殺菌線量 J/m<sup>2</sup>)で表され、同じ殺菌効果を得るには、殺菌線量を等しくすればよいといえます。また、殺菌灯に対する菌の感受性は、菌種と環境条件によって異なり、通常菌数を10分の1にする殺菌線量で表します。表4参照。

なお、温度・水分・栄養などが十分にあれば、菌数は20分に1回程度分割すると増えており、多量な長時間かけて高率の殺菌効果を得るより、同じ効果は強いと考えられます。

図3はMRSA(メチシリン耐性黄色ブドウ球菌)の殺菌線量を増やして照射したとき、48時間経過後の菌増殖の状況を示したものです。

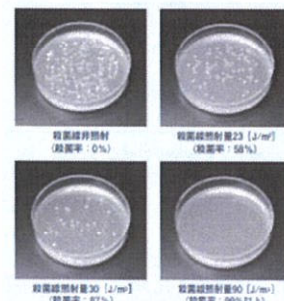


図3 代表的な菌内部繁殖であるMRSAに対する殺菌灯の殺菌効果

#### 3 細菌の種類に対する必要殺菌線量

殺菌灯が殺菌作用をもつのは細胞壁・膜・リボソーム・核酸(細菌)や細胞膜・原生動物・寄生菌類などがあげられます。各種生物の種類と殺菌線・殺菌線量の関係を表4に示します。一般に、細菌よりカビの方が抵抗力が大きく殺菌灯に対しては、同じ菌量でも状態により、抵抗力が弱く、空気中の浮遊細菌より着床した方が殺菌線量が小さくなります。殺菌灯の照射強度が同じでも、照射距離が大きい方が殺菌効果が弱くなります。

90%の殺菌率を得るには殺菌線量の2倍の殺菌線量が必要で、99%の殺菌率を得るには、3倍から99.9%、4倍から99.99%の殺菌線量を得る必要があります。



# 【Panasonic 殺菌灯 参考文献引用③】

③-1

殺菌灯

表6 パナソニック殺菌ランプの定格

| 品名    | 寸法(mm) | 口径    | 管長  | 管径 | 管壁厚   | 管重   | 管電圧(V) | 管電流(A) | 管電力(W) | 管寿命(h) | 適合点灯器          |
|-------|--------|-------|-----|----|-------|------|--------|--------|--------|--------|----------------|
| GL-4  | 15.5   | 134.5 | G5  | 4  | 0.162 | 0.8  | 4000   |        |        |        | FG-7E<br>FG-7P |
| GL-6  | 15.5   | 210.5 | G5  | 6  | 0.147 | 1.7  | 4000   |        |        |        | FG-7E<br>FG-7P |
| GL-8  | 15.5   | 287   | G5  | 8  | 0.170 | 2.6  | 4000   |        |        |        | FG-7E<br>FG-7P |
| GL-10 | 25.5   | 330   | G13 | 10 | 0.230 | 2.7  | 6000   |        |        |        | FG-7E<br>FG-7P |
| GL-15 | 25.5   | 436   | G13 | 15 | 0.300 | 4.9  | 6000   |        |        |        | FG-1E<br>FG-1P |
| GL-20 | 32.5   | 580   | G13 | 20 | 0.360 | 7.5  | 8000   |        |        |        | FG-1E<br>FG-1P |
| GL-30 | 25.5   | 893   | G13 | 20 | 0.356 | 13.4 | 8000   |        |        |        | FG-4P          |
| GL-40 | 32.5   | 1198  | G13 | 40 | 0.415 | 19.8 | 8000   |        |        |        | FG-4P          |

表7 点灯時間と殺菌出力の関係

殺菌ランプは点灯するにしたがって図8のように殺菌出力が減少し、殺菌力も減少します。殺菌出力が低下した状態では初期の殺菌効果が得られません。殺菌ランプは定格出力・100時間点灯時の出力の80%以上で出力が減少する時間を定格寿命と定義しております。したがって、殺菌ランプは、定格寿命時間経過後はたとえ点灯しているものでも交換する必要があります。

表8 殺菌器具の使用区分

| 使用条件及び器具種類   | 使用条件     | 殺菌器具の選定                                     |   |
|--------------|----------|---|---|
|              |          | 殺菌器具の選定基準に従って選定します                          | 殺菌器具は表7の選定基準に従って選定します                             |
| 人が作業する時の作業空間 | 24時間常時点灯 | 衛生発生室など                                     | 部屋へ殺菌線が出ないタイプの器具を使用すること。                          |
|              | 8時間以内点灯  | 厨房<br>臨床検査室<br>手術室<br>トイレ<br>食品工場<br>製薬工場など | 安全条件を満たせば、使用可能<br>●18時間以内の点灯<br>●1回当たり600㎡以下の殺菌対象 |
|              |          | コンベヤー殺菌<br>水殺菌<br>ダクト内殺菌<br>各種機械形式など        | 機器の外へ殺菌線が出ないこと                                    |

表9 ファン循環型殺菌器具の特性

| 器具タイプ         | 殺菌率α  | 循環风量V  |
|---------------|-------|--------|
| ファン循環型(15W1灯) | 82.0% | 25m³/h |

ファン循環型殺菌器具を設置した場合、空間殺菌速度の時間的な変化(T時間後の細菌濃度C<sub>t</sub>)は次式で求めることができます。

$$C_t = C_0 e^{-\alpha t}$$

α = α<sub>0</sub> V (α<sub>0</sub>:自然対数の表(α=2.72))

C<sub>t</sub>: T時間後の細菌濃度(m<sup>3</sup>/l)  
 C<sub>0</sub>: 初期細菌濃度(m<sup>3</sup>/l)  
 T: 時間(h)  
 V: 器具の容積(m<sup>3</sup>)  
 α: 殺菌された空気の殺菌率  
 n: 台数  
 V: 殺菌装置の循環风量(m<sup>3</sup>/h)

但し、上記計算式は細菌の増殖や自然死は考えず、空気の出入り量もないという理想的な条件のものであります。

③-2

殺菌灯

2 殺菌器具の計算方法

2-1 殺菌器具の選定方法による空気殺菌

空気中の浮遊細菌を殺菌するのは、殺菌灯が最も効果を発揮する分秒です。殺菌灯は空気中で照射されることなく有効に作用します。空気中の細菌やウイルスは、それぞれが単純に空気中を浮遊することは少なくほとんどの場合は塵埃に付着したものが人の移動に伴って床や家具から空気中へまき上り、それらと共に空気中を浮遊します。したがって、空気を殺菌することより、効果的にこれらの細菌を殺菌することがあります。但し、殺菌された空気は殺菌力ももたないため、殺菌灯が照射された部分のみの殺菌が可能です。また、殺菌ランプを点灯すれば、殺菌効果は高くなります。病院の病室などのように24時間人がいる場所では、管なし型や管付き型の直接照射方式の吊り下げ型や壁付け型の間接照射方式の殺菌器具は、50坪容基準を満たすため使用できません。この場合に使用できるのは、図10に示す殺菌ランプを金属ダクト内へ埋め、殺菌灯が外部に出ない構造とし、室内の空気をファンでダクト内に吸引し込み、殺菌ランプの周辺を通過させて殺菌した後、戻り管から室内へ吹き出す構造の循環殺菌方式の「ファン循環型殺菌器具」が唯一のタイプとなります。

このタイプの諸特性を表9に示します。

計算例(工場):  
 JF11950型(124m<sup>3</sup> 奥行16m、天井高4mの工場)20台設置した場合の細菌の濃度を計算すると、  
 $C_t = C_0 e^{-\alpha t}$   
 $C_t = C_0 e^{-2.72 \times 20}$   
 となります。  
 これをグラフで表すと図11のようになります。8時間後の細菌濃度が約10%になることがわかります。

計算例(病室):  
 JF11950型(開口6m、奥行4.3m、天井高2.6mの病室)4床室に1台設置した場合の細菌の濃度を計算すると、  
 $C_t = C_0 e^{-\alpha t}$   
 $C_t = C_0 e^{-2.72 \times 20}$   
 となります。  
 これをグラフで表すと図12のようになります。8時間後の細菌濃度が約10%以下になることがわかります。

表10 ファン循環型殺菌器具の構造



# 【Panasonic 殺菌灯 参考文献引用④】

④-1

## 殺菌灯

### 2 間接照射方式による空気殺菌

(1) 間接照射方式の殺菌灯器具による殺菌  
 危害がある場合は人体に直接照射線が当たらないようにするため、器具の間接照射を上方に向けて間接照射方式とし、器具と天井との間の空気殺菌を行います。上方の空気殺菌が行われると、その清浄な空気と下方の空気が循環定流し、系釈され、室内の浮遊細菌の濃度が低下します。上下の空気の循環は一般的に毎分1.2回程度行われており、予想以上の効果があります。

(2) 間接照射方式の殺菌灯器具の取り付け  
 間接照射方式の殺菌灯には、吊り下げ型と壁付け型器具があり、間接照射を上方に向けて設置します。この場合の使用基準は「成人が1日8時間以内の室内で作業すること」を前提としています。したがって、小児や産婦が殺菌灯に対して特に感受性の高い人に対する配慮は必要ありません。この場合の使用には注意が必要です。

1 設置基準  
 安全上の理由より、吊り下げ型器具又は壁付け型器具は10m/s、1分以下となるように設置します。更に、タイマーなどを使用して点灯時間は1日最大8時間とします。

2 殺菌効果の手算  
 殺菌された空気が室内を循環した場合の室内の浮遊細菌の濃度、T時間後の細菌濃度Cは次の式で求めることができます。但し、細菌の増殖・自然死、窓外との空気の出入りなどは考慮しません。

C =  $C_0 \cdot e^{-(k-r) \cdot t}$  (kは自然死数の値、 $r=2.72$ )  
 $a = mV$   
 C: 初期細菌濃度 (m<sup>3</sup>)  
 T: 時間 (h)  
 R: 細菌の自然死率  
 k: 殺菌された空気の殺菌率  
 n: 回数  
 V: 単位時間内に殺菌される空気の量 (m<sup>3</sup>)  
 N: 単位時間内に殺菌される空気の量 (m<sup>3</sup>)  
 M: 単位時間内に殺菌される空気の量 (m<sup>3</sup>)  
 H: 天井からの吊り下げ距離 (m)  
 S: 自然対流は1分間に2回程度あるといわれていますので、 $N=2$ と仮定し、図13を参考に、Mを計算すると、 $V=4 \times 1.65 \times 0.5 \times 0.8 \times 1.3 \times 2 \times 60 = 52$  (m<sup>3</sup>)となります。

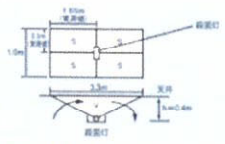


図13 間接照射方式の殺菌灯器具の設置の空気の流れ

次に、その時の空気の殺菌率は、殺菌線の長さLと浮遊細菌がエリア内に照射される時間tで決まります。自然対流による殺菌率を率aの計算式を以下に示します。

$k=1-10^{-0.18W}$   
 W: 平均殺菌線強度 (W/m<sup>2</sup>) 0.1 (実測値)  
 t: 殺菌時間 (秒) 30 (秒)  
 a: 90%殺菌するための殺菌線量 (J/m<sup>2</sup>) 4.8 (算出)

(計算例)  
 ・対象となる菌糸菌量 (空気中)  
 ・部屋の高さ天井0.9m、奥行4m、高さ2.5m  
 ・使用器具: 高圧AO1996Z  
 ・照射器具: 照射密度100mW/cm<sup>2</sup> (1台設置)  
 ・自然対流の循環回数 (1分)  
 さて、殺菌率を求めます。  
 殺菌エリア内の平均殺菌線強度Eは実測値より1 W/m<sup>2</sup>、浮遊細菌を90%殺菌するための殺菌線量は数値4.2 (J/m<sup>2</sup>) (m<sup>3</sup>) 9.0 (算出)となります。  
 $k=1-10^{-0.18 \times 1.0} = 1-10^{-0.18} = 0.50$   
 $a = mV = 0.50 \times 52 = 26$   
 $C = C_0 \cdot e^{-(k-r) \cdot t} = C_0 \cdot e^{-(0.50-2.72) \cdot 1} = C_0 \cdot e^{2.22} = 9.2 \cdot C_0$  (算出)  
 となります。  
 これをグラフで表すと図14のようになります。8時間後の細菌濃度がほぼゼロになることがわかります。

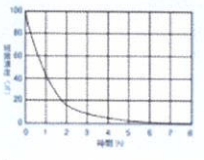
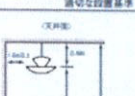

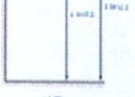



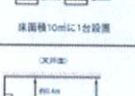

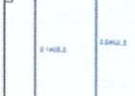

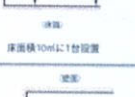





図14 AO1996Z使用時の浮遊細菌濃度の変化

④-2

## 殺菌灯

### 表9 間接照射方式の殺菌灯器具の取付方法

| 取付位置          | 適切な設置基準   |   | 不適切な設置方法  |  |
|---------------|---|---|---|--|
|               | 図   | 説明  | 図   | 説明   |
| 取付位置<br>吊り下げ型 |    | 床より2.1m以上の高さに設置。<br><br>器具付属のチェーン・パイプを使用する。             |    | 床より2.1m以下の高さに設置。器具からの直接照射や天井面からの反射が増加し危険です。            |
|               |    | 天井材が樹脂吸音板のフラット天井に設置。<br><br>壁面との距離が1.6m以上に設置。           |    | 傾斜天井・凹凸天井・樹脂吸音板よりも反射率の高い天井材の場合への設置。思わぬ反射が起こる場合があり危険です。 |
|               |    | 床面積10㎡以上設置  |    | 壁面との距離が1.6m以下に設置。壁面からの反射光により危険です。                      |
| 取付位置<br>壁面    |    | 床面積10㎡以上設置<br><br>器具間隔が断面方向: 3.3m以上に設置、垂下方向: 3.3m以上に設置。 |    | 器具間隔が断面方向に3.3m以下に設置。天井からの反射光が増加し危険です。                  |
|               |    | 天井面からの距離が0.4m以上に設置。<br><br>天井材が樹脂吸音板のフラット天井に設置。         |    | 天井面からの距離が0.4m以下に設置。殺菌効果の低下とともに天井面からの反射光が増加し危険です。       |
|               |   | 壁面との距離が3.3m以上に設置。<br><br>床面積10㎡以上設置                     |   | 壁面との距離が3.3m以下に設置。壁面からの反射光により危険です。                      |
| 取付位置<br>壁面    |  | 器具間隔が3.3m以上に設置。<br><br>床面積10㎡以上設置                       |  | 器具間隔が3.3m以下に設置。天井面からの反射光が増加し危険です。                      |

参考文献

- 1) Sakurai, H. Application of Germicidal Ultraviolet Light Energy (1966)
- 2) Lewis, R. Kubler's Germicidal Radiation (1962)
- 3) 2.2.20 放射線, 2.2.24 室内環境の改善, 第4版, 第1巻, 放射線学第22号 (1975.2) (2007)
- 4) 放射線と生物物理学の第1巻, IAEAの編集, 1974, 放射性, 放射線学第22号 (1975.2) (2007)
- 5) 放射線と生物物理学の第1巻, IAEAの編集, 1974, 放射性, 放射線学第22号 (1975.2) (2007)
- 6) 日本放射線協会編集, 放射線物理学の基礎知識 (2013.3) (2016.3) (2019.6)
- 7) JIS S 6005 (2015) Germicidal Ultraviolet Apparatus, The JSA (2016.10) (2019.4) (2021.1)
- 8) 放射線と生物物理学の第1巻, IAEAの編集, 1974, 放射性, 放射線学第22号 (1975.2) (2007)
- 9) 放射線と生物物理学の第1巻, IAEAの編集, 1974, 放射性, 放射線学第22号 (1975.2) (2007)
- 10) F. K. Ling, Handbook of Radiation, 1967, 1975, 21, 2000.