

新型コロナウイルスの不活性化

米国ボストン大学にて、オランダのシグニファイ社同社の紫外線 (UV-C) ランプがCoV-2(新型コロナウイルス)の十分な不活性化する性能があることを実証しています。

そのシグニファイ社より弊社へ開示頂きました不活性化に関する情報は下記の通りです。

殺菌線照度5mJ/cm²の紫外線を6秒当てるとSARS-CoV-2ウイルスの99%が不活性化する。

22mJ/cm²の紫外線を25秒当てるとSARS-CoV-2ウイルスの99.9999%が不活性化する。

PL-L 18W(ランプの型式)の殺菌線照度は距離1mで51 μJ/cm²、ランプから半径1m以内の空間において99%の不活性化の効果を得るには
5(mJ) × 1000 × 6(秒) = 30000、30000/51(μJ) = 588.2(秒) = 約10分必要。
99.9999%の不活性化の効果を得るには
22(mJ) × 1000 × 25(秒) = 550000、550000/51(μJ) = 10784.3(秒) = 約3時間。

空気が均等に循環される環境ならば4m × 4m × 2mの部屋を想定しますと部屋の体積が32m³、半径1mの球の面積が4π(およそ12m²)。99%の不活性化の効果を得るには、32(m³) / 12(m²) = 2.667、2.667 × 588.2(秒) = 約26分。99.9999%の不活性化の効果を得るには、2.667 × 10784.3(秒) = 約8時間が必要になる計算です。

尚、殺菌線照度はランプを取り付ける器具によってロスが生じる可能性がある。

当該紫外線ランプPL-L 18Wを用いた筐体内部での殺菌能力及びウイルス分子の分解について

【紫外線強度の殺菌能力の計算】

PL-L 18Wの殺菌線照度は距離1mで51 μJ/cm²

筐体: 184 × 156、ランプ: 39 × 18(縦 × 横mm)

筐体内部の平均照射距離は、0.5 × [(184 + 156) / 2 - (φ18 + φ39) / 2] = 70.8mm

筐体内部の平均殺菌線照度は、距離の二乗に反比例する。(乱反射効果は無視する)

筐体内部の平均殺菌線照度は、51 × (1000 / 70.8)² = 10174 μJ/cm² = 10.2mJ/cm²

つまりPL-L 18Wの殺菌線照度は距離1mで51 μJ/cm²の200倍に相当する。

それは4m × 4m × 2m(32m³)の部屋を想定すると、CoV-2(新型コロナウイルス)不活化99%のためには約7~8秒必要。

99.9999%のためには約144秒が必要。

① 48.6m³ × 2.4m高さ = 116.64m³の空間で116.64m³ ÷ 32m³ × 144秒 = 524.9秒 = 約9分で99.9999%が不活性化する。

② ファンの能力0.65m³/分 それが2台だから1.3m³/分の能力

部屋の大きさは① 48.6m³ × 2.4m = 116.64m³と条件つきましたので116.64m³ ÷ 1.3m³/分 = 89.7分 = 約1時間30分で一巡します。

【紫外線によるウイルス分子の分解】

ウイルスは生物ではなく、何層もの脂質(脂肪)で出来た保護膜に覆われたたんぱく質分子(DNA)。

この脂質(脂肪)で出来た保護膜を破壊することで不活化する。

脂質(脂肪)の化学的な分子結合はC-C結合、C=C結合、C-H結合、C-O結合等でその結合エネルギーは以下の通りである。

C-C結合の結合エネルギー: 347.7kJ/mol

C=C結合の結合エネルギー: 607kJ/mol

C-H結合の結合エネルギー: 413.4kJ/mol

C-O結合の結合エネルギー: 351.5kJ/mol

結合エネルギー以上のエネルギーを結合鎖に照射すれば分子は分解される。

過去実績より2.0mW/cm²で瞬時に分解している。(参考: 他社は0.137mW/cm²)

一般的に分子分解に必要な紫外線エネルギーは2.0mW/cm²程度と言われている。

筐体内部の平均殺菌線照度は、51 × (1000 / 70.8)² = 10174 μJ/cm² = 10.2mJ/cm²

2.0mW/cm² × 3600J = 7.2J/cm²あればよいことになる。

これを10.2mJ/cm²の紫外線に対応する成れば、7.2(J/cm²) / 10.2(mJ/cm²) = 705.9(秒) = 約12分必要と成る。

これはmol分子の全体を破壊する場合で、ウイルスの不活性化に要するエネルギーは、もっと小さい。

ファンの能力により1.5時間で部屋を一巡するが、必要な時間は約12分なので、7.5倍の安全率があると言える。

【参考】 主波長のそれぞれの持つエネルギーを求めますと、下記の通りになります。

① 184.9nmの波長で、647KJ/mol(6.7eV)

② 220.0nmの波長で、540KJ/mol(5.6eV)

③ 253.7nmの波長で、472KJ/mol(4.9eV) <この波長のランプを使用

④ 361.6nmの波長で、328.2KJ/mol(3.4eV)

