

紫外線

紫外線は可視光線よりも波長の短い (=エネルギーの高い) 光の一種で、波長の長いものから順に UV-A, UV-B, UV-C とランク分けされています。

UV-A は 320~400nm 程度の波長で、比較的透過力が高く皮膚の奥 (真皮) まで到達して、皮膚のたるみなどの原因になると言われています。

UV-B は、290-320nm 程度の波長で、日焼けや皮膚癌の主な原因 (UV-A の600-1000倍の強さ) となります。ただし、太陽光中の紫外線には 5% 程度しか含まれていません。

UV-C は、200-290nm 程度の波長で、非常に強い殺菌力を持ち人体にも有害ですが、オゾン層で吸収されて地表には届きません。

さらに波長が短い紫外線は真空紫外域と呼ばれ、大気中では吸収が激しいため伝わりません。

もっと波長の短い光は、X線やガンマ線という、電離放射線という事になります。逆に可視光より波長が長いのが赤外線、さらに様々な電波、と言う形になります。

• 皮膚科 Q&A

<https://www.dermatol.or.jp/qa/qa2/q03.html>

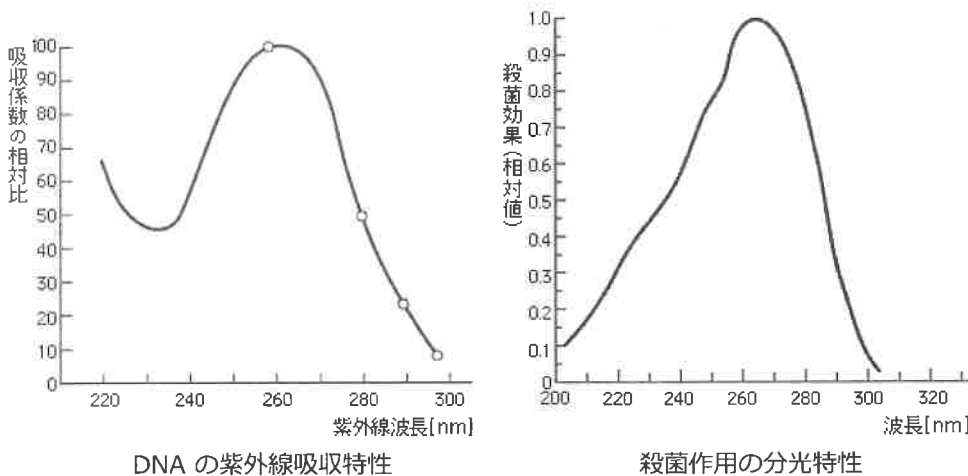
紫外線による殺菌効果のピークは 260nm 程度で、310nm 程度になるとほとんど効果が無くなります。それに対してネイルなどで使われる UVレジンを固めるための UV-LED は 375nm 単波長、蛍光管タイプでも 315-400nm 程度で、ウイルスの不活化には使えません。太陽光も地表では 300nm 位でほとんど強度がなくなっています (UV-A の波長域の強度に対して UV-B の波長域の強度は、5%程度です)。

最も効果の高い 260nm 前後の UV-C が出せる滅菌灯 (低圧水銀ランプ) や、UV-C LED が、アマゾン、モノタロウなどで安価に購入可能ですが、くれぐれも取扱いに注意して下さい。LED 式のハンディの物が売られていますが、私は怖くて使う気にはなりません。最低でもサングラスは必須です。(後述するように、この手の商品はほとんど効果が無いことが確認されています)

• 岩崎電気 紫外線殺菌

(DNAの吸収特性、殺菌作用の分光特性、各種の微生物を死滅させるために必要な紫外線照射量など非常に参考になります)

<https://www.iwasaki.co.jp/optics/chishiki/uv/02.html>



上記の岩崎電気のサイトより。

右の殺菌作用のグラフはあくまでも「菌」に対してであり、大きさが全く異なるウイルスに対しての効果とは異なります。菌の場合はその周りの細胞質などによって紫外線がある程度吸収されてしまいますが、ウイルスの場合はその効果が小さく、DNAの吸収特性に近いと考えられますが、直接的な遺伝子損傷だけでなく活性酸素の生成という間接作用も考えられますので、単純に同じではありません。

• ブラックライトの波長・安全性・原理について

<http://trick-poster.com/?mode=f16>

• 太陽光のスペクトル

http://denkou.cdx.jp/Opt/PVCF1/PVCF1_4.html


● インフルエンザウイルスに対する紫外線影響 徳島大学 高橋教授

<https://www.tokushima-u.ac.jp/docs/2018121200023/>


によると、UV-A でもウイルスに対しては限定的ながら効果があり、UV-Bは100倍の効果、UV-C はさらにその5倍というデータが出ています。

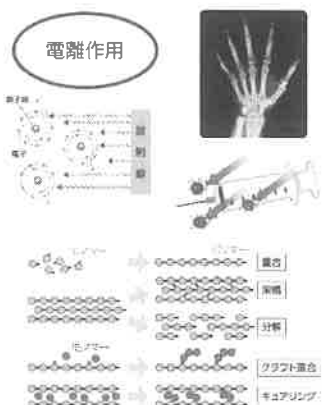
エネルギー大

ガンマ線、エックス線



電離作用






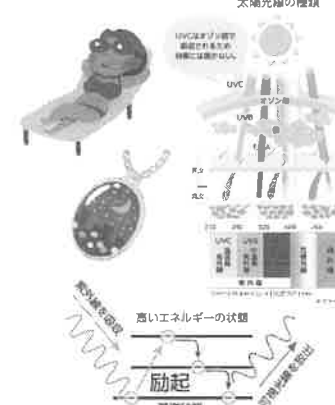
エネルギーの大きいガンマ線やエックス線は、物体の中を突き抜けていき、その途中の原子の周りの電子をはじき飛ばす働きがあります。この力を使って、注射器などの医療用の器具を滅菌したり、様々な機能を持った高分子化合物を作ったりすることが出来ます。

エネルギー中

紫外線





太陽光線の種類



可視光線よりも少しエネルギーの高い紫外線は、目には見えませんが、物体の中の電子に少したけエネルギーを与えて「励起(れいき)」させることが出来、日焼けの原因になったり、「UVレジン」と言う接着剤を固めてアクセサリーを作ったり、ウランガスなどの蛍光体を光らせることが出来ます。

エネルギー小

可視光線

目で見える光、可視光線は波長が長くエネルギーの低い赤から、波長が短くエネルギーの高い紫までの間で、虹の七色のように見え方が異なります。光も電磁波の一種ですから少し電子を励起して、写真フィルムを感光させたり、太陽光発電を行ったり、植物の葉緑体の中で光合成を行うなどのパワーを持っています。波長(波の長さ)と位相(波の位置)の揃った光のことを、レーザー光線と言ひ、強度(波の高さ)がとても強く、遠くまでまっすぐ飛ぶなどの性質があります。

以下、困みの中はやや難しい研究者向け情報です。一般の方はスキップして下さい。

突然変異に関する遺伝子的な考察から、対策としてはアルコールなどの他に、紫外線が有効で有と考えられます。紫外線も放射線と同様に、遺伝子に損傷を与え、一本鎖RNAのコロナウイルスは修復が困難であるため抵抗性が低いと予想されました。実際にインフルエンザウイルスなどに対して紫外線照射は有効で、従来から要るコロナウイルスに対しても有効性が確認されています。ただし、一本鎖RNAウイルスであるから特に抵抗性が低い、と言う訳では無いようです。

● 紫外線消毒による病原ウイルスの不活化効果 [お茶の水女子大リポソトリ](#)

紫外線の光子による励起はエネルギーが小さいので、ガンマ線のように核酸の主鎖の切断を起こしません。一般の細菌などに対してはチミン二量体(ピリミジンダイマー)の生成が紫外線による損傷の主たる物です。RNAはチミンを使用していませんが、チミンだけでなくシトシンやウラシルも二量体を作り、一般にこれらをピリミジン二量体と呼ぶそうです。

● ATOMICA 放射線のDNAへの影響

https://atomica.jaea.go.jp/data/detail/dat_detail_09-02-02-06.html

UV-C で不活化に要する線量について、上述の、岩崎電気の記事と高橋先生の論文とでは10倍以上の乖離があり、後述するアメリカ国立生物兵器分析対策センターのデータとも、高橋先生のデータからの計算結果は7倍程度の開きがあります。これは高橋先生の論文は溶液中のウイルスに照射したというのが大きな原因なのでは無いかと思ひます。アメリカのデータは無孔質の物体表面と言うことで、材質までは分からないのですが、溶液中では無いようです。UV-Cでも水中での透過率は高く、吸収による影響は小さいですが、そもそもウイルスの生存率が違います。また、[スタンレー電気](#)のサイトによると、従来型のコロナウイルスは、インフルエンザウイルスよりも数倍紫外線に弱いというデータが出ています。

[パナソニック](#)のサイトでは、「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。」とのことで、UV-Cの効果は本来もっと高いようです。とりあえず下記の検証は、高橋先生のデータを元にしてしています。UV-A, UV-Bなどは他で余りデータが無いため、情報収集中です。

高橋先生のインフルエンザウイルスに対する紫外線影響のデータから、

太陽光線によるウイルスの不活化にどれくらい時間がかかるか

計算してみました。

まず UV-A について検討します。

UV-A では 1/100 に減らすのに $50\text{J}/\text{cm}^2$ が必要です。こちらのデータによると、周囲に遮蔽物の無い海岸の高さ1.5m位置での、紫外線強度が一番強い場合でおおよそ $2.5\text{mW}/\text{cm}^2$ ですので、**理想的な場合で2万秒ほど必要**です。住宅地では最大で8月 $1.5\text{mW}/\text{cm}^2$ 、12月 $0.7\text{mW}/\text{cm}^2$ ですから、**ざっくりと5万秒**、一日が86,400秒で、上の紫外線強度は正午の値ですから、一般的には2日以上必要、と言う事になります。

資生堂のサイトの情報によると、一日あたり、と言う値で紫外線量が出ています。日照時間内の時間変動を足し合わせてあるわけです。

このデータでは、7-8月のピーク期には、UV-A は $800\text{kJ}/\text{m}^2/\text{day}$ となっています。上述の情報では昼のピーク時で $2.5\text{mW}/\text{cm}^2 = 25\text{J}/\text{s}/\text{m}^2$ ですから、8.9時間分、やや大きすぎる気はしますが、オーダーでは合っています。こちらのデータを基にすると、 $800\text{kJ}/\text{m}^2 = 80\text{J}/\text{cm}^2$ ですから、UV-A では $50/80 = 0.625\text{day}$ で 1/100 に落とせることになります。この day とは、一日分の日照時間全体のことを指しますから、こちらの紫外線量の時間変動に関するデータを用いると、**夏場の昼間なら半日程度で OK**、と言う事になります。12月は $350\text{kJ}/\text{m}^2/\text{day}$ となり半分弱になるのは、上記のデータと同じで、 $50/35 = 1.43\text{ day}$ 必要です。

次に、UV-B も考慮に入れます。

上でも使用した 資生堂のサイトの情報 によると、7-8月では、 $25\text{kJ}/\text{m}^2/\text{day}$ となっています。徳島大学のデータを解析すると、UV-B では 1/100 に減らすのに、 $0.45\text{J}/\text{cm}^2$ が必要です。

$25\text{kJ}/\text{m}^2/\text{day} = 2.5\text{J}/\text{cm}^2/\text{day}$ ですから、 $0.45/2.5 = 0.18\text{day}$ 必要です。残念ながらピーク時の時間あたりの紫外線量のデータが無いため、上で使用した UV-A のデータと比例するとして、UV-A の場合で 0.18day は何時間ぐらいに相当するかを計算してみます。

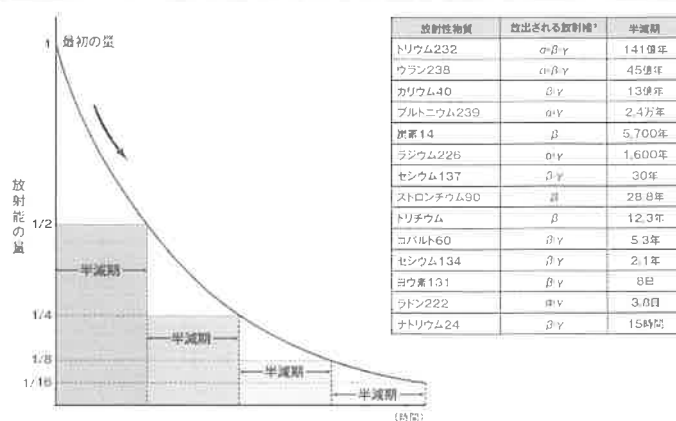
$800\text{kJ}/\text{m}^2/\text{day} \times 0.18\text{day} = 144\text{kJ}/\text{m}^2$ で、ピーク時は $2.5\text{mW}/\text{cm}^2 = 90\text{kJ}/\text{m}^2/\text{h}$ ですから、 $144/90 = 1.6\text{h}$ 程度で、**1/100 まで落とせる**ことになります。

季節による変動はと言うと、UV-A は冬場でもピーク時の半分弱程度の強度ですが ($800\text{kJ}/\text{m}^2/\text{day} \rightarrow 300\text{kJ}/\text{m}^2/\text{day}$)、**UV-B は大気によって吸収されやすい**ため $25\text{kJ}/\text{m}^2/\text{day} \rightarrow 5\text{kJ}/\text{m}^2/\text{day}$ と **1/5 になってしまいます**。このため上記の時間も5倍かかることになり、0.9day と、ほぼ丸一日必要、と言う事になります。

上記の結果から、マスクについてもこの程度の時間太陽光に当てることで、不活化することが出来る、と言うことが出来ます。（あくまでも、高橋先生のデータを元にした考察です。今後より多くのデータで検証してみます）もちろん、晴天で、日当たりの良い場所である必要がありますが、後述の光触媒や加熱法と組み合わせることで、信頼性はより向上するでしょう。

なお、細菌の滅菌やウイルスの不活化などは、全て対数的に変化します。ピーク時 1/100 に減らすのに必要な 1.6h の半分の 0.8h では 1/50 に減るかと言うとそうでは無く、1/10 になります。逆に 3.2h では 1/10000 になるわけです。半分に減らす時間は、1/10 に減らす時間に $-\log_{10}(1/2) = 0.3$ をかけて、 $0.24\text{h} = 14.4\text{min}$ となります。このあたりは、放射能の半減期などの考え方にとっても良く似ています。

放射能の減り方



半減期とは、(原子核が放射線を出して崩壊する半分の時間)の放射能の半減する時間

図11-7

放射能の減り方

ここで、2020/04/27 の夕方にフジテレビの Live News It! という番組でしゃべった内容についてです。2020/4/24 のニュースで報道されている、「物の表面に付着した新型コロナの場合、気温22度、湿度が80%で夏の紫外線を受ける場合はウイルスは2分間で半減する」 <https://www.afpbb.com/articles/-/3280112?act=all> という報道に関する話で、上記の太陽光中の UV-B で計算した 14分という結果と 7倍の開きがあります。

テレビでは水の中で紫外線が吸収されるためと説明していて、テロップまで出ていましたが、その後260nmでの水中での吸光度などを確認したところ、間違いでした。水質浄化や水素発生のために水中の光触媒に紫外線を当てていた訳ですから、数mm程度の水ではほとんど吸収されないことに気が付くべきでした。(一時間ぐらい喋った中で、使って頂いたのがピンポイントで間違っていたところという・・・)

ただ、水溶液中と、無孔質の物体表面とでは大きく条件が違いますから、溶液中というのが大きな違いなのは確かです。こういった材料が使われたのかが知りたいところですが、残念ながら国立生物兵器分析対策センター (NBACC) の元になるデータ (論文) というのは開示されていません。こちら、インフルエンザに対する UV-B のデータは徳島大学の一件だけを元にしていますし、対数の世界ですから、ちょっとした差でこれくらい変わってくるかと。若干 UV-A もプラスされますし、温度や湿度も異なります。計算に使用する紫外線量の日米での違い、そもそも、こちらで使ったのは新型コロナウイルスに対するデータではありません。スタンレー電気サイトによると、従来型のコロナウイルスは、インフルエンザウイルスよりも 3.6倍紫外線に弱いというデータが出ています。

想定よりも早く不活化される、と言うのであれば、めでたい話です。

ただし、室内でガラス越しでは、ほとんど紫外線、特に UV-B が透過しませんので、紫外線による不活化は期待できません。また、コロナウイルスはインフルエンザウイルスと同じ一本鎖RNAですが、修復酵素を持っているそうなので、もう少し紫外線耐性が高い可能性があります。

そもそも、物体の上でウイルスが感染力を保つ期間は数日程度と言われており、例え海外の感染国から送られてきた物であっても、数日かけて輸送されてきた物であれば、問題は無いと考えられます。

- コロナウイルス、感染力を保つ長さは？ 空気中は3時間

<https://www.asahi.com/articles/ASN496K3XN47PLBJ007.html?ref=mixi>

UV-C を用いた殺菌灯の場合

一方で、広く殺菌に用いられている UV-C の殺菌灯ではどれくらい時間がかかるかも計算してみました。パナソニックの殺菌灯のサイトによると、8Wの殺菌灯の紫外線出力は 2.5W だそうです。私の手元の製品は長さ 30cm の直線状なので、15cm 離れた円筒を考えると面積は 2826cm² となります。若干軸方向にも広がりますが反射などもあるので無視します。

以上から、15cmの距離では、0.88 mW/cm² となりました。あれ、太陽光より弱い・・・と思ったのですが、波長が違います。約260nmのUV-Cですから、0.1 J/cm² で1/10000まで減らすことが出来ます。**時間にすると114 sec, 2分弱です。**なお、この値も、高橋先生のデータ(図3のグラフを読み取りました)を元にしてあります。同じ論文の中で図5では0.055J/cm²で1/10000まで不活化、と言う棒グラフが出ており、半分程度の時間で済むかも知れず、詳細な検証が必要です。

(2020/04/29) さらに、岩崎電気などのデータによると、6.6 mJ/cm² で99.9% = 1/1000まで不活化、ですから、8.8mJ/cm² で上と同じ1/10000まで減らせます。1/10以下の量ですので、**10秒程度で不活化できる計算**となります。他のデータも合わせて下の表で比較してみました。低減率の10⁻³というのは、1/1000に減らす、99.9%滅菌・不活化させる、と言う意味で、Wintecのデータでは明示されていませんが、おそらく10⁻³だと思います。高橋先生の論文のデータは上の文章で10⁻⁴での値0.1 J/cm²を出していましたが、比較しやすくするために10⁻³での値75mJ/cm²としています。また、スタンレー電気では、ある条件での照射時間で整理されていますが、インフルエンザや大腸菌の値を見る限り、大体そのままmJ/cm² だとして読んでしまっても良いようです。このサイトのみ、ヒトコロナウイルスの値が出ており、**インフルエンザウイルスの3.6倍不活化されやすい**、と言う非常に興味深い結果が示されています。

(2020/07/04) 高橋先生の論文では、UV-Cの光源として、日亜化学の280nmのLEDを使用していました。他のデータは一般的な254nmの殺菌灯を用いているため、これにより大きな違いが生じていると考えられます。他にも条件が異なる可能性があります。以後岩崎電気などのデータをリファレンスとして、やや安全側に倒して**10mJ/cm² で1/10000** と言うのを殺菌灯によるコロナウイルス不活化の一つの指標としていきます。

ソース	徳島大学 高橋先生論文	岩崎電気	スタンレー 電気	Panasonic	Wintec
低減率	10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻³	不明
単位	mJ/cm ²	mJ/cm ²	sec	mJ/cm ²	mJ/cm ²
大腸菌		5.4	4.7	10.8	6.6
緑膿菌		16.5	4.8	16.5	10.5
レジオネラ菌		7.5	3.3		7.6
インフルエンザ	75	6.6	6.3		8
ヒトコロナ			1.7		

(2020/10/06)update

既に、**新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)に対して、UV-Cが有効である事が実験的に報告されています。**1), 2), 4) については査読が完了していないため、取扱いには注意を要しますが、概ね予想の範囲の結果となっています。3), 5) については査読が終了し、3) については既に出版されています。

1) UV-C irradiation is highly effective in inactivating and inhibiting SARS-CoV-2 replication, Andrea Bianco et al., medRxiv, preprint (未査読)
<https://doi.org/10.1101/2020.06.05.20123463>

2) Confirmation of effectiveness for inactivation of SARS-CoV-2, using our 265nm wavelength UVC LED technology, Stanley Electric Group- News Release (未査読)
<https://contents.xj-storage.jp/xcontents/69230/7fea2858/b01a/4111/bc24/b78828436334/20200818113158036s.pdf>

3) Rapid inactivation of SARS-CoV-2 with Deep-UV LED irradiation, Hiroko Inagaki et al., Emerging Microbes & Infections, 9 (2020) 1744-1747. (査読済)
<https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.06.06.138149v1>

4) Rapid and complete inactivation of SARS-CoV-2 by ultraviolet-C irradiation, Nadia Storm et al., preprint (未査読)
<https://www.researchsquare.com/article/rs-65742/v1>

5) Effectiveness of 222-nm ultraviolet light on disinfecting SARS-CoV-2 surface contamination, Hiroki Kitagawa et al., American Journal of Infection Control, In Press (査読済)
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196655320308099>

- 1) (イタリア) 3.7mJ/cm² で 99.9% まで不活化。254nm 殺菌灯使用。
- 2) (スタンレー電気) 5.1mJ/cm² で 99.9% まで不活化。265nm LED使用。
- 3) (宮崎大) 37.5mJ/cm² で 99.9% まで不活化。280nm LED使用。
- 4) (ボストン大) 0.849mW/cm² の照射で、指数関数的減衰の壊変定数は 1秒程度 (3.9mJ で 99.9% まで不活化)。254 nm 殺菌灯使用。
- 5) (広島大) 1mW/cm² の照射で 0.94桁、3mW/cm² の照射で 2.51桁の不活化。ウシオ電機 Care222 222-nm エキシマランプ。

と言う事で、インフルエンザウイルスの 254nm 殺菌灯 6.6mJ/cm² で 99.9% まで不活化、よりも低い値となっており、**新型コロナウイルスの紫外線耐性は低い**と言えます。

すでに査読が完了した 3) の論文は 280 nm LED のため必要な照射量が直接比較出来ませんが、別途出版されている徳島大学高橋先生らの新しい論文では、280nm LED でA型インフルエンザウイルスを 99.9% 不活化するのに、60mJ/cm² 程度必要で、これと比べても 37.5mJ/cm² という値は小さく、整合性が取れています。

- Irradiation by a Combination of Different Peak-Wavelength Ultraviolet-Light Emitting Diodes Enhances the Inactivation of Influenza A Viruses, Mizuki Kojima, Kazuaki Mawatari, Takahiro Emoto, Risa Nishisaka-Nonaka, Thi Kim Ngan Bui, Takaaki Shimohata, Takashi Uebanso, Masatake Akutagawa, Yohsuke Kinouchi, Takahiro Wada, Masayuki Okamoto, Hiroshi Ito, Kenji Tojo, Tomo Daidoji, Takaaki Nakaya and Akira Takahashi, Microorganisms, 8 (2020) 1014-1028.
日本語での解説 https://www.tokushima-u.ac.jp/fs/1/8/0/7/5/3/_/20200826-2.pdf

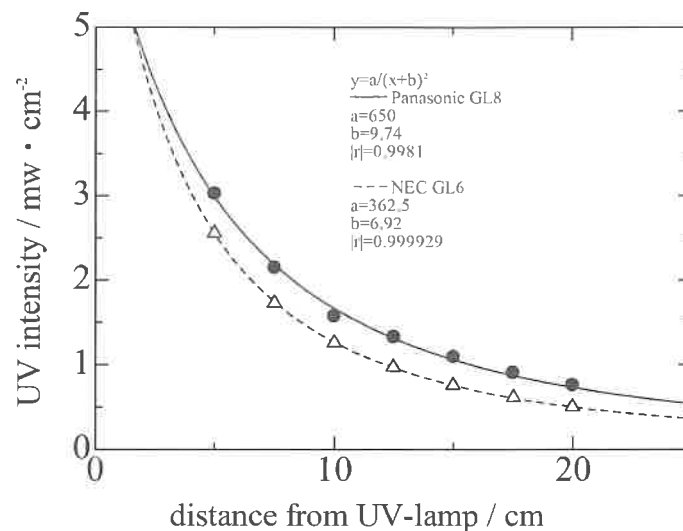
もちろん、今後更なる検証が必要です。

我々も照射のプロとして定量的な検証を進めているところです。

(1)-3), 5) は2020/09/03 オプトロニクスセミナー, 旭化成 三矢様の講演で紹介頂きました。 4) は岩崎電気松尾様から紹介頂きました。多謝。)

(2020/04/29) 放射線教育分野 でお世話になっている、教材会社のケニス様 からお借りした紫外線強度計 (SDカード式紫外線強度計 YK-37UVSD) を用いて、**紫外線強度を実測**してみました。

その結果、Panasonic の 8W の滅菌灯 GL8 は、15cmの距離で 1.1mW/cm² となり、放射線と同じようにきれいに距離の二乗に反比例して減衰しました。原点をどこに取るか、で値は変わってきますが、上で計算した値と良い一致を示している、と言えます。



パナソニック GL8 及び NEC GL6 滅菌灯から出力されたの紫外線強度の距離依存性

- 紫外線殺菌の効果に関する研究 (引用文献にウイルスへの研究あり)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjps1957/39/5/39_5_939/article/-char/ja/
- アズワン 殺菌灯の殺菌効果
<https://www.as-1.co.jp/academy/11/11-2.html>
- WINTEC 紫外線殺菌装置の紹介で、不活化に要する紫外線照射量がまとめられています。
http://www.info-niigata.or.jp/~wintec/uv_sterilization.htm

【注意】

UV-C を直接人体に当てないで下さい!

目に入ると非常に危険です。散乱線でもかなりの痛みを伴います。皮膚にあてても紅斑が出来たりしますし最悪皮膚癌になります。また、プラスチックなどは長時間の照射でボロボロになりますし、衣類、家具などの色素や繊維も劣化します。185nmの波長も出せる合成石英管を使用した UV-C 殺菌灯ではオゾンも発生するので、使用後はしばらく換気を行う必要があります。(熔融石英を使用した一般的な殺菌灯は220nm以下はカットされ、オゾンは発生しません。オゾンが出るランプでも、ランプを二巻きほどすると185nmの成分はカットされ、オゾンは発生しなくなります) ほとんど、放射線の取扱いと同じだと思って下さい。マスクの殺菌や広い面積の浄化の際など使用法は限定的かと思えます。

(2020/05/19)

ウシオ電機の 222nm 紫外線 Care222 について

5/18 に放送された、TBS の「あさちゃん!」および「Nスタ (関西では放映されていないので内容未確認)」でコメントを取り上げて頂いた 222nm の「遠紫外線C波」ですが、以下の様に日本のウシオ電機の製品、技術です。神戸大学でも共同研究を行っています。コロンビア大とは独占ライセンス契約や、研究委託契約を行っているようですが、あくまでも「**日本発の技術**」です。

- Care 222 とは?
<https://clean.ushio.com/ja/care222/>
- ウイルスを不活化する「222nm紫外線殺菌・ウイルス不活化ユニット」の開発について
<https://kyodonewsprwire.jp/release/202003037628>
- 皮膚がんなどの発症なし 222nm紫外線 (UV-C) 繰り返し照射の安全性を世界で初めて実証 (神戸大学)
https://www.kobe-u.ac.jp/research_at_kobe/NEWS/collaborations/2020_03_30_01.html
- 紫外線ランプ、新型コロナとの闘いに光明か 米大が実験
<https://www.afpbb.com/articles/-/3283035>

人体に安全でかつウイルスを不活化出来る、というのは以下の様な仕組みによる物です。（直接ウシオ電機の担当者に確認致しました）

紫外線は、波長が短く、エネルギーが高くなると物体に吸収されやすくなり、222nmの波長では皮膚ごく表面の20μm程度の厚さの角質層などで止まってしまいます。そのため生きている細胞にまで到達せず、炎症や皮膚癌などを引き起こさない、その一方で物体の表面に付着した直径0.1μm程度のウイルスの中までは届くため、遺伝子に損傷を与えて不活化できます。

- 岩崎電気 紫外線殺菌

220nm付近でDNAへの吸収が大きくなっており、260nmの殺菌灯の7割程度の効率になっています。殺菌作用は小さくなっていますが、ウイルスよりも大きい菌（直径1μm程度）の細胞質の中のDNAまで到達する量が少なくなる、と言う事かと思えます。

<https://www.iwasaki.co.jp/optics/chishiki/uv/02.html>

- 参照紫外可視吸収スペクトル（様々な物質の吸光度波長依存性が網羅されています）

<https://www.pmda.go.jp/files/000203148.pdf>

なお、[Care222の紹介サイト](#)では、「当ユニットは現在（2020年6月時点）開発中のため、販売は行っておりません。」とのことで、「日本国内向けには、当初の販売開始時期（2021年初頭を予定）を前倒しし、2020年9月からの販売開始を予定しております。なお、販売については代理店を通して行うことを予定しており、取り扱い代理店については2020年7月頃に弊社Webサイト上でお知らせいたします（個人のお客様への販売については未定となっております）。」ということで、普及についてはまだもう少しだけ先という事になるようです。

テレビなどで使われている「**遠紫外線C波**」という用語ですが、遠紫外線とUV-Cがごっちゃになったような言葉で、余り一般的な用語では無いと思います。遠紫外線については、ウシオ電機のサイトによると、空気による吸収が始まる波長域から軟X線波長域までの紫外線のこと、波長範囲についてはさまざまな用例があるが、10nmから200～220nmの間までの波長域とすることが多い、とのこと。今回の222nmの紫外線を指す場合は単純に遠紫外線で良いかと思えます。

- 遠紫外放射

https://www.ushio.co.jp/jp/technology/glossary/glossary_a/far_ultraviolet_radiation.html

しかし、上記のサイトでも、

「波長250、300、350nm以下の紫外放射を深紫外放射またはディープUV（Deep-UV、DUV）と呼ぶこともある。この言葉は、もともとIBMのDr.Linが使った言葉で、彼の概念では200～300nmの波長域であった。」とのことで、「**深紫外線**」と言った場合は注意が必要なようです。

某社の空気清浄機が某社のテレビ番組で

<https://az-news.yojipapa.com/shinshigaisen-32598>

と言うような取り上げられ方をされて居ますが、調べてみると使用している「深紫外LED」は、単なるUV-C波長域の物でした。

<https://www.nikkiso.co.jp/products/duv-led/features.html>

もちろん空気清浄機としては中から外にUV-Cは漏れてこないと思いますし、ミヤネ屋でも紹介したサンスターのQAIS-air-01同様、UV-C + 光触媒ですから、製品としては素晴らしいと思います。

一般的な260nm前後の殺菌灯波長のUV-Cと、222nmの「狭義の遠紫外線」を混同すると大変危険です。業界関係者で用語など統一して欲しいと思いますが・・・

上記の番組は、

「深紫外線・遠紫外線とも言われますが、波長の短い部分を使うので人に対しても害が少なく、LEDでも出せるそうで、これから色々な場面で使われる可能性があります。」

とコメントしているそうで、いろんな意味で間違っています。少なくとも222nmの波長はLEDでは出せません。

ちなみにもっと波長が短くなり、200nm以下になると、酸素分子、窒素分子に吸収されてしまい、大気中では使えなくなりまます。電子回路のパターンの焼き付けなどには、真空中でこの波長の短い紫外線を使用しており、「真空紫外光」などと呼ばれています。