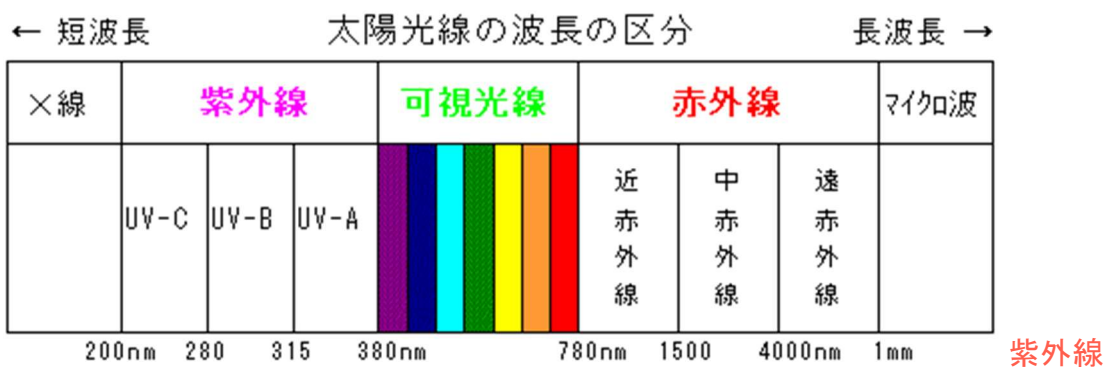


## UV-C で殺菌・・・人体に無害な理由

2021年2月2日

先日ニュースで、石川県の病院で遠紫外線を照射する殺菌装置がコロナ対策として導入されたということが報じられていました。この新しい殺菌装置で使用されている光の波長は222nm(ナノメートル=10のマイナス9乗メートル=1ミリメートルの百万分の一)であり、一般的にはUV-Cと呼ばれている光になります。UV-Cとは、UV-AやUV-Bに比べてあまり聞かない言葉ですが、下の図にあるように、UV-AやUV-Bよりもさらに波長の短い紫外線で、太陽から照射されるUV-Cがそのすべてがオゾン層によって吸収され、地表にとどくことはありません。



### (UV) 横浜市 ([yokohama.lg.jp](http://yokohama.lg.jp))

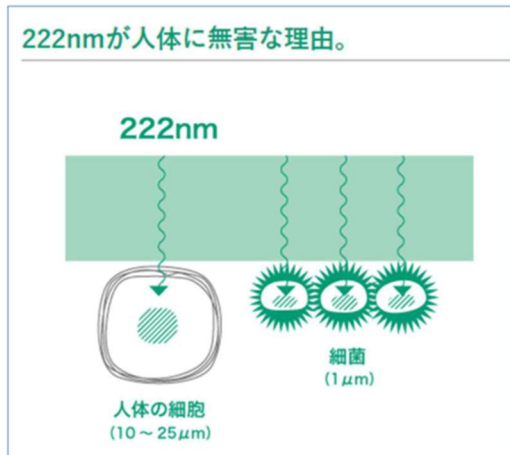
紫外線については、光の波長が短くなるほどエネルギーは高くなり、より強い殺菌効果は期待できるけれど、皮膚や眼に与える影響も大きくなるので波長の短い紫外線をたくさん浴びてはいけないと覚えていました。しかしこのUV-Cを用いた新しい殺菌装置は、人間が存在する空間で常時照射することでその機能を果たすように作られており、人体、とりわけ皮膚や眼に対しても安全であるとの説明でした。殺菌力は高いが安全な紫外線とはいったいどのようなものなのでしょうか？

検索するとすぐにこの新しい殺菌装置は、ウシオ電機の製品であることがわかりました。この特殊な紫外線による殺菌装置は、エキシマランプ(水銀を含有しないエキシマ発光による紫外線ランプ。222nmを主波長とする単色紫外線光源を使用)と特殊な光学バンドパスフィルタを組み合わせ、人に優しい紫外線波長域(200nm-230nm)のみを照射するように設計されているそうです。

もともと、この技術は米国コロンビア大学(所在地：米国ニューヨーク市)が2012年に特許化したもので、ウシオ電機が全世界における独占実施権を持っていると説明がありました。

その殺菌効果と人体への安全性については以下のように説明されていました。

UV-Cの安全性に関するウシオ電機の説明はこれだけでした。要は、UV-Cは細菌やウイルスなどの小さな細胞には損傷を与える破壊するが、人間のような大きな細胞には核に到達できないため安全であるということらしいのですが、もう少し詳しい説明が欲しい気がします。



細菌の細胞は1 $\mu$ m、人間の細胞は10~25 $\mu$ mと人間の細胞の方が大きいんです。222nmを照射した場合、細菌の細胞の核には届きますが、人間の細胞の核には到達せず、人間のDNAにはダメージを与えません。

もし波長が222nmより短いと、消毒の効率が悪くなるだけではなく、使用環境が真空である必要があることや、窒素パージが必要となります。殺菌効率は260nm付近が最も効果的なのですが、それだと人体に大きな影響を及ぼしてしまいます。

(ウシオ電機のホームページより)

<https://www.ushio.co.jp/jp/technology/challenge/500293.html>

そこでもう少し検索を続けると今度は神戸大学の発表が見つかりました。ウシオ電機、島根大学と共同研究を行い人体の皮膚の安全性に関する実証実験を行った神戸大学の錦織教授らの発表内容に安全性のことが書かれていました。

人体に安全な殺菌灯の開発	
<p>【従来の殺菌灯】 生体への有害な作用 人体への使用は禁止されている</p>	<p>神戸大学大学院医学研究科内科系講座皮膚科学分野（錦織千佳子教授ら）と、ウシオ電機株式会社（東京本社）の研究グループは、高い殺菌力を持つ222nmの紫外線（UV-C）を反復照射しても、皮膚がんが発症しないことなどを世界で初めて実証し、ヒトの皮膚や眼にも安全であることを報告しました。</p> <p>UVCの強い殺菌力を人工的に活用するため、UVCの中でも波長254nmを照射する殺菌ランプが開発されていますが、皮膚がんや白内障を生じさせるなど人体に対して有害性が強いことから、これまでは照射中はヒトが立ち入れない場所でのみ使用されてきました。</p> <p>このたびの実証実験で、222nmの紫外線を照射しても無害であった理由については、その深達度にあることが分かりました。皮膚においては、従来の紫外線が皮膚の表皮の基底層という一番下層にまで到達し、細胞のDNAを損傷させてしまうのに対し、222nmは角質細胞層という極めて表層の（垢になる）部分までしか到達しないため、表皮細胞のDNAを損傷させないことが明らかになりました。</p>
<p>【今回開発された殺菌、ウイルス不活化光源】 従来と同等の殺菌力を持つ</p> <p>通常より約1万倍紫外線由来の皮膚がんができやすいマウス（Xpa-KOマウス）に、繰り返し照射した</p> <p>紫外線が表皮の下層まで到達しない</p> <p>皮膚がんは全く形成されず、眼にも影響はなかった ⇒人体への安全性を証明した</p>	

神戸大学の発表内容から一部を抜粋、編集(図は引用)

[https://www.kobe-u.ac.jp/research\\_at\\_kobe/NEWS/collaborations/2020\\_03\\_30\\_01.html](https://www.kobe-u.ac.jp/research_at_kobe/NEWS/collaborations/2020_03_30_01.html)

要は UV-C の中でも 222nm の紫外線は、殺菌力は高いが、深達度がとても小さいという殺菌力と安全性のバランスがとれた紫外線だということです。すでに実用化されている UV-C でも、254nm の光では皮膚がんや白内障を引き起こすために人間の存在する場所での照射はできず、波長が 222nm よりも短くなると、大気中での使用に支障があり、人間の存在する場所で常時照射する形で殺菌に用いることができないとのこと。

そう言われて思い出しました。UV-A は波長が長いので皮膚の深くまで貫通し、シミやソバカスの原因になりますが、UV-B は皮膚の表面で吸収されるため、日焼けの原因になるほか、皮膚癌や白内障などの疾患を引き起こす原因にもなると言われています。UV-C はさらに波長が短く、生物の DNA に吸

収される最も有害な紫外線とされていますが、さらにもっと波長が短くなると皮膚の極表面でのみ吸収されてしまい、細胞にダメージを与えることがないということのようです。

費用対効果のほどは不明ですが、この新しい殺菌装置はなかなかの優れたもののようです。