



2021年1月18日放送

## 「紫外線照射」

広島大学病院 感染症科教授 大毛 宏喜

### はじめに

紫外線技術が注目されています。元々ウイルスや細菌に対して有効であることが知られていました。ただし数十年前に医療現場から一旦消えた技術です。当時、集中治療室に入る時のスリッパやガウンは、外線が照射された戸棚の中で消毒されている光景をよく見かけました。手術室でも青い光を放つ機械がおかれていたのを覚えています。その後有効性に対する疑問から、紫外線機器は医療現場から姿を消しました。それがなぜ再び登場し、活用されるようになったのでしょうか。

### 紫外線装置の導入

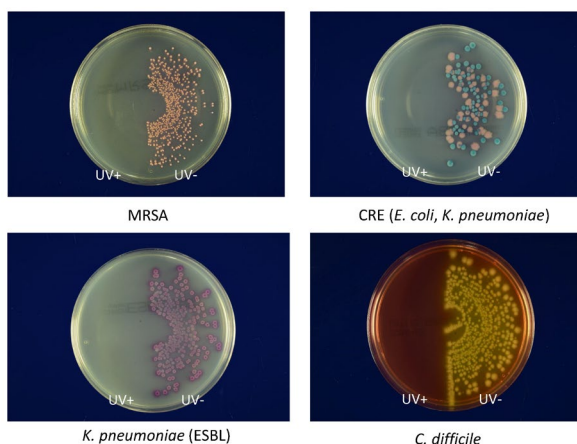
2017年に米国の医師から、紫外線装置を院内感染対策に活用しているという話を聞きました。手作業に頼っていた院内環境の清掃に紫外線装置を追加することで、多剤耐性菌や *Clostridioides difficile* の感染症リスクが低下したという論文を多く出していました。*difficile* 対策では院内で次亜塩素酸ナトリウムを使用しなくなったと聞き、興味を持ちました。

そこで2018年にその病院と同じ機器を試験的に導入しました。その時点ではまだ半信半疑だったのですが、丁度海外から多剤耐性アシネトバクターを保菌した患者が転院してきました。早速その患者の退室後に通常の清拭後、紫外線照射後の2点で環境培養検査を行った所、通常の清拭後は病室環境から多くの菌が検出されていたのに対し、紫外線を5分間照射しただけにも関わらず、菌がほとんど検出されませんでした。

### 当院で導入した紫外線照射装置

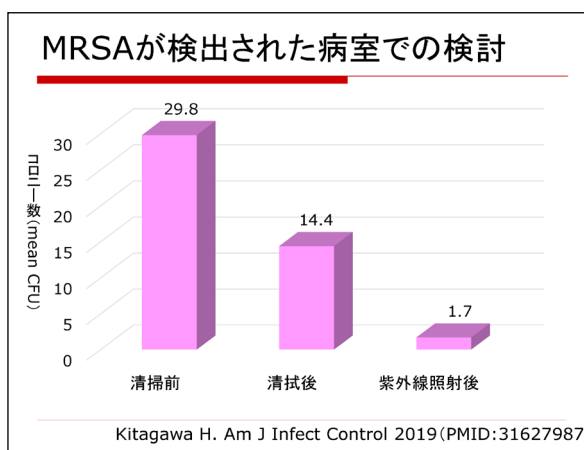


どうやら数十年前に病院で使用されていた紫外線とは違うということがわかりました。調べてみると紫外線の強さや波長に鍵があるようです。そこで院内感染対策で問題になる菌を使って実験をしてみました。写真に示すように、紫外線を5分間照射しただけで院内感染で問題になる菌が、いずれも培養されなくなりました。

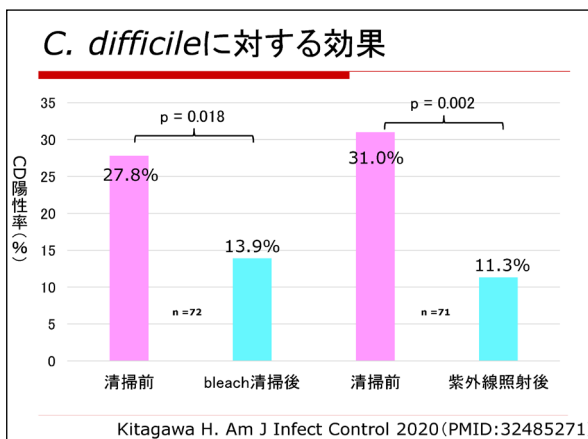


次に実際の病室で検証を行いました。MRSA の感染症もしくは保菌患者が入院していた病室で、退室後に清拭前、清拭後、紫外線照射後の3点で環境培養検査を行ったのです。

グラフに示すとおり、通常の清拭は病室環境の MRSA コロニー数を半減させ、紫外線照射はそれをさらに10分の1近くまで減少させることがわかりました。手作業で行っている清拭は、思ったほど菌を減少させていないことが驚きでしたし、紫外線を活用すると手作業で不十分な部分をかなりカバーしてくれる事が明らかになった訳です。



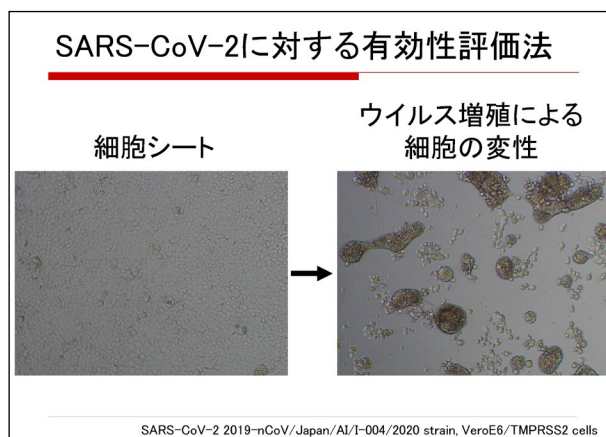
次に芽胞が長期間環境に生存することがわかっている *Clostridioides difficile* についても検討を行いました。患者が48時間以上在室していた個室20室を対象に、従来行ってきた次亜塩素酸ナトリウムによる清拭を10部屋に、そして残り10部屋には通常の清拭と紫外線照射を行いました。お示しするグラフは、それぞれの病室で合計70カ所以上の高頻度接触面を環境培養調査した結果です。紫外線照射は次亜塩素酸ナトリウムを上回る結果を示し、冒頭でお話しした米国の病院で次亜塩素酸ナトリウムを使用しなくなったという話がうなずける結果でした。



## 新型コロナウイルスに対する有効性評価

さらに新型コロナウイルスでも実験を行いました。プレート上に塗布した新型コロナ

ウイルスに1メートルの距離から5分間照射したところ、増殖可能なウイルスは検出されなくなりました。この実験にはウイルス培養の手法を用いています。PCR検査だと増殖能力のないウイルス遺伝子の一部であっても検出してしまいます。細胞シートを用いると、増殖可能なウイルスが存在した場合、写真のように細胞変性が起きます。ウイルスの不活化を評価するには、PCRではなくウイルス培養が適しています。



現在当院ではICUや高度救命救急センターといったクリティカル病棟で紫外線機器を運用しています。患者退室後の病室は通常の清拭を行い、その後に紫外線を病室の中の2カ所でそれぞれ5分ずつ照射します。2カ所というのはベッドを挟んだ両側という意味で、2方向から照射することでできるだけ紫外線が当たらない影を少なくすることを目的としています。それでも完全に影をなくすことはできません。しかし退室ごとに繰り返し照射し続けることで、MRSAの院内伝播率が有意に低下しました。

### 看護師による運用

運用を開始する上で問題となったのは誰が紫外線照射の作業を行うかという点でした。病室内で2カ所5分ずつ照射するには、機器のセッティングを含めると合計20分程度かかります。通常の清拭にプラスしての作業になりますので、現場が受け入れにくいのではと懸念しました。蓋を開けてみると、看護師が積極的に取り組んでくれました。理由を聞いてみると、今まで手作業で行っていた環境清拭で本当にきれいになっているのか心配だったと言うのです。紫外線機器を使うことで、現場に安心感をもたらしていたことがわかりました。しかも機器をセッティングして業務に戻り、5分間の照射が終わった頃に位置を移動させて再度スイッチを入れる、という作業でしたので、業務負担も最小限にとどめることが出来ました。

### 看護師による運用



現場の紫外線への信頼感は大きく、クリティカル病棟の全退室後に照射を行うだけでなく、その他の病棟や部署からも、耐性菌や新型コロナウイルス感染症の患者が退室した病室での照射希望があります。今後は手術室、造血幹細胞移植を行うクリーンルーム、

器材庫など耐性菌やウイルスを可能な限り排除したい院内環境で幅広く活用していきたいと考えています。

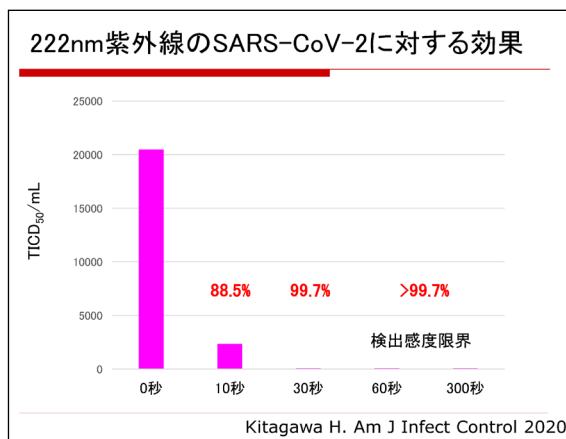
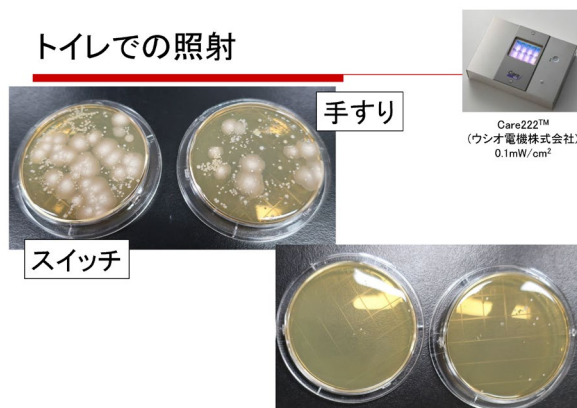
## 222nm 紫外線

最近になって新たな紫外線技術が登場しました。病棟で使用している紫外線の波長よりもやや短く、222nm という波長の紫外線です。この特定の波長だと、皮膚や眼など、一般的な紫外線では有害とされている人体の組織に対して安全性が高いというものです。もし安全性の高さが事実であれば、紫外線の応用範囲が飛躍的に広がると考え、AMEDの支援を受けて企業と共同研究を行うこととなりました。

人がいる環境で照射することで、病院内や公共の場面での高頻度接触面や、空間中の微生物を減少させることができないか、というのが企業の考えでした。安全性の評価がまだ十分でないかと判断しましたので、まずは人感センサーを使用して人がいない環境での有効性評価を行いました。

まずトイレの個室の天井に設置しました。人感センサーで人が入っていないときは照射を行い、1日の照射時間と、何回人が利用したかもカウントしました。私が所属している外科の医局のトイレで実験したのですが、当初は医局の医師達の間で、「あの個室は紫外線が出とるらしい」と敬遠する傾向にあり、使用回数のカウントが伸びませんでした。ある日、中間報告を医局で行いました(スライド7)。紫外線を照射していないトイレの個室は、便座やタッチパネルから驚くほど多数のコロニーが生えたのに対し、紫外線を照射したトイレでは、いずれの場所からも殆ど菌が生えませんでした。培地を見ながらこの結果を聞いた途端、医局員がみんな紫外線照射をしている方の個室を使うようになりました。

新型コロナウイルスに対しても実験を行いました。222nmの波長の紫外線照射装置を1メートルの距離から使用したところ、10秒間で約9割のウイルスが不活化され、30秒間で検出限界以下となりました。さらに人感センサーを想定した間欠照射でも検討を行いましたが、同様に有効性を確認することが出来ました。



このように 222nm の波長の紫外線は、細菌やウイルスに対して、従来の波長の紫外線と同様に有効です。今後人体への安全性が証明されれば、幅広い分野での活用が期待される技術だと思います。

### おわりに

以上述べてきたように、数十年前に一度医療現場で見られなくなった紫外線ですが、技術の進歩により再登場しました。ウイルスや細菌の種類を問わず有効で、しかも人手に頼ることなく院内環境の微生物を減少させることが可能です。この Non-touch 技術による微生物の制御は、病院環境にとどまらず、公共の場面など様々な分野での使用が見込まれます。ごく短時間で有効な点も重要で、空間に対して照射することで、空気中を舞う微生物に対しても有効である可能性があります。既に紫外線によるカーテンという発想も登場しており、従来のエアシャワーに取って代わるかもしれません。今後の応用に期待しています。