

コロナ渦にもかかわらず商業分野では 散発的な導入にとどまるUV-C

モーリー・ライト

企業各社は、既存ランプやLED光源に基づくUV-C殺菌製品を急いで市場に投入したが、ビル所有者や管理者は未だに、殺菌技術を限定的に試用したいと考えている。新型コロナウイルス感染症(COVID-19)のパンデミックが収束に向かい始めていることもあり、その状況の改善は見込めそうにない。

殺菌用紫外線(GUV)の照射には、驚くほど素晴らしい殺菌効果がある。UV-C域(100~280nm)の技術は、新型コロナウイルスのパンデミックの始まりとともに、一躍脚光を浴びるようになった。UV-Cを照射すれば新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)は直ちに不活性化するという研究者らの予想は正しく、その後実験室でもそれが証明された。しかし、そうした技術の安全かつ効果的な導入は、さほどスムーズには進行していない。商業ビルの所有者や、オフィスやレストランから各種機関に至るまでの施設管理者は、UV-Cの大規模導入に向けて、なかなか重い腰を上げようとしなない。ありがたいことに、COVID-19の感染状況は、社会にとって良い方向に進行しつつある。そして商業ビルなどの施設の利害関係者は、新しい殺菌技術が有効な投資先かどうかという判断を迫られることになる。

本誌は、UV特集記事シリーズを集中的に掲載してきたが、今月号で最終回となる。パンデミックの見通しが国際社会にとって、あまりにも暗鬱に感じられた2020年秋に、このシリーズを企画した。当時はまだ、ワクチンが比較的早期に接種可能になることを示す、有効な証拠もなかった。研究者らはまだ、感染経路について議論してい



図1 HVAC空気処理装置内部のUV-C管によって、SARS-CoV-2を不活性化させつつ、HVACシステムの効率を高めて寿命を延長することができる。(写真提供:UVリソース社)

た。また、一部の国や地域は、健康よりも経済を優先していた。研究者らの尽力に心から拍手を送り、2020年秋の企画時に想像した中でも、最良の結果に至ったことを称賛するべきである

と思っている。

実際には、この100年に1度のパンデミックにおいて、世界を救うためにUV-Cが果たした役割は、些細なものだった。メーカーにとっては、有効な

UV-C製品を考案して開発するための十分な時間がなかったし、ビル所有者にとっては、それを採用するための十分な時間がなかった。6月号の記事で指摘したように、医療施設においてUV-Cは、SARS-CoV-2の不活性化よりも、医療関連感染(Healthcare-Associated Infection:HAI)と闘うための手段として重要なものととらえられている(<https://bit.ly/3yqmUWX>)。そしてGUVは長年にわたり、そうした環境において進化してきた。

では、商業ビルは今、どのような状況にあり、所有者や施設管理者は今後、細菌全般についてどうしようと考えているのだろうか。本誌は今年に入り、UV-Cに対する関心がワクチン接種の進行とともに薄れるのではないかと問うコラムを掲載した(<https://bit.ly/3uhxQnm>)。また、米レンセラー工科大(Rensselaer Polytechnic Institute:RPI)のLESAセンター(Center for Lighting Enabled Systems & Applications)のボブ・カーリセック所長(Bob Karlicek)は、本誌が2020年に主催したUV-C関連のウェブキャストで、UV-C研究は、後回しにされていた以前の状態に戻るだろうと予測していた。

メーカーと商業ビル関係者が、おそらく今よりは緩やかながらも一貫したペースで、有効なGUVを追求し続けるというのが、正しい在り方だろう。縮小する世界、継続される殺菌研究、世界中に潜む悪人のすべてが、100年もたたないうちに次のパンデミックに遭遇することになると信じるに足る根拠である。

しかしUV-Cの導入は、次のパンデミックの回避とは関係のないところで投資利益率(Return On Investment:ROI)が確保できる用途にほぼ限られることになるとというのが、実際の状況の



図2 エラピー社の壁取り付け型の上層空気システムは、Rocco Steakhouseのバーエリアを180°の角度から保護する。(写真提供:エラピー社)

ようだ。以下では、成功を収めているいくつかの事例と、市場に提供されているいくつかのUV-C製品を紹介する。

HVACシステム

3月号に掲載した本シリーズ最初の記事では、教育機関を取り上げ、HVAC(暖房、換気、空調)システムへのUV-Cの実装について解説した(<https://bit.ly/3fn5tz8>)。空気処理装置や配管の内部へのUV-C光源の配置は、理想的なように思われる。そのように実装すれば、光源を人間の目や皮膚に露出することなく、空気中のウイルスを不活性化することができる。そして今や誰もが知

っているように、COVID-19の主な感染経路は空気感染である。

一方で、2021年に入ってからあまり知られていなかったのは、HVACシステム内でのUV-Cの利用について、非常に多くの研究成果が発表されていたことだった。例えば、UV-Cランプを製造する米UVリソース社(UV Resources)は2014年に、この話題に関する詳細なホワイトペーパーを公開している(<https://bit.ly/2Ta6DFN>)。学術誌にはそれよりもはるか前の研究が掲載されていたのを、本誌は発見した(<https://bit.ly/3hfYffK>)。

商業ビルのHVACシステムへの



図3 エラピー社の「Zone 360」のような天井取り付け型の上層空気システムは、360°方向にUV-Cを照射することができる。写真は、銀行に設置された同製品である。(写真提供:エラピー社)

UV-Cの実装は、先ほど指摘したROIの観点に完璧に整合する。その実装は、ウイルス性、細菌性、真菌性の病原菌を不活性化するとともに、ビル所有者のコスト削減に貢献する。UV-Cによってコイルが清潔な状態に保たれ、冷却効率が向上し、エネルギーコストが低下し、HVAC設備の寿命が長くなるためである。

HVACをターゲットとしたUV-C製品の例が、市場に多数存在する。外装に取り付けられた電子装置への配管の円形または長方形の穴を通して挿入するものもあれば、取付治具付きのものもある。基本的にむき出しのランプの状態のものもある。例えばUVリソーシズ社は、基本的に蛍光灯管のような

形をした「RLM Extreme」を提供している。電源は、リモートドライバによって一方の端から投入される。2個の簡単な取付金具によって、配管や空気処理装置の内部に取り付けることができる(図1)。

空気質

しかし、消費電力や保守の削減によるROIよりも空気質を目的としたHVAC実装にも、興味深いものがある。実際、ロサンゼルスすぐ北に位置する米カリフォルニア州サンタクラリタ市の大規模プロジェクトの目的は、空気質にあるようだ。同市では、市役所から公共図書館に至るまでの同市所有の建造物において、HVACシステムに

UV-Cを追加する作業が進行中である。

同市は、空気質をその目的として特に挙げている。またこの地域は、大気汚染を著しく悪化させる恐れのあるカリフォルニア州の山火事の影響を受けやすいエリアでもある。UV-C導入の対象となる建物はすべて、多くの人々が利用する施設で、市民のための安全性と快適性の向上が求められる。

米フレッシュエアUV社(Fresh-Aire UV)も、商業施設の幅広いHVACシステムを対象に、UV-Cランプやシステムを提供するメーカーである。同社は、SARS-CoV-2などのウイルスの不活性化に加えて、ビル内の多くの不快な臭いの発生源となる揮発性有機化合物(VOC)の低減を謳っている。その

機能は、UV-Cランプに活性炭と二酸化チタンのフィルタを組み合わせ、光触媒酸化(photocatalytic oxidation: PCO)によってVOCを中和する、同社の「APCO」シリーズの製品に搭載されている。

フレッシュエアUV社も、APCO技術に基づく著名なプロジェクトを実施した。米フロリダ州ウェストパームビーチ近郊のウェリントンにある高級レストランKaluzは、同社システムのHVAC設備への実装を、米Wagner's Refrigeration and Air Conditioning社に依頼した。Kaluzのオーナー経営者であるデビッド・ボールドウィン氏(David Baldwin)は、「多くの事業経営者と同様に、私たちもパンデミックによって大きな打撃を受けている。特に暑い夏がまたやって来ることもあり、顧客が安心して屋内飲食に戻って来られるように、何かしなければならぬと思った」と述べた。明らかにこのケースにおけるROIは、清潔な環境に対する安心感を顧客に与えることによって、事業を維持することにある。

空気循環時間

ご覧のとおり、商業ビルのHVACへのUV-Cシステムの実装には正当な理由がある。しかし、ウイルスの不活性化は、その第一目的ではない可能性がある。HVACシステムの問題は、活性ウイルスをUV-C光源まで誘導するのにかかる時間である。ビル全体を対象としたHVACシステムでは、空気交換の速度は比較的遅い。そして、SARS-CoV-2などのウイルスは、ビルレベルのシステムが効果を発揮する前に、簡単に感染する恐れがある。

この問題については、UV-C関連の以前の記事で取り上げ、解決策は、部屋レベルのUV-Cシステムと上層空気

殺菌のようだと説明した。殺菌プロセスによって、HVACシステムよりもはるかにすばやく、空気を局所的に循環させるというものである。また、以前のUV-C特集記事で解説したように、それはLED光源の適用先として熟した状態にある(<https://bit.ly/3h0ZMHJ>)。

上層空気殺菌をめぐるっては、製品を市場に投入する新参企業や、「上層」という形容詞を取り払った新しい概念までが登場して、かなり活発な動きがある。しかし、実装に関するレポートは比較的少ない。ここでもビルの所有者や管理者は、殺菌効果に関するより具体的なデータが出てくることや、おそらくは価格が低下することを待っているのだと思われる。前述のリンク記事に記したように、上層空気システムは初期コストが高く、連続的に稼働させる場合はさらに高い費用がかかる。

顧客の安心感

従ってやはり、企業がその投資によって顧客に安心感を与え、顧客を勝ち取ることができるならば、その資本コストと運用コストはまったく妥当だとみなされる可能性がある。再びレストランの例になるが、Roccoというニューヨークの昔ながらのステーキハウスには、米セラピー社(Aerapy)が製造した上層空気システムが実装されている(図2)。オーナー兼総支配人のピート・プロジェクトロビック氏(Pete Pjetrovic)は、「Rocco Steakhouseは、極上のワイン、料理、サービスを提供しており、顧客は衛生状態についても、それと同等の水準を私たちに期待する。そこで私たちは、清浄作業をさらに強化するためにAerapy UVを選択した」と述べた。「Aerapy UVは、コロナウイルスを除去するだけでなく、長期的には顧客と従業員のための全体的な屋内空

気質の向上に役立つ」(プロジェクトロビック氏)。

天井や壁に取り付ける形のUV-C装置には、空気を上方に導いて自然対流効果を高めるファンなどがある。それによって、より迅速に空気が交換されて、ウイルス感染の機会が低下する。「Zone360X」という製品には、ファンを可変速度でリモート制御する機能までが搭載されており、顧客の人数が多い場合に空気をよりすばやく循環させることができる。

セラピー社は、米ECSグローバルサービス社(ECS Global Services)と共同で実施した、ニューヨークのサンタンデール銀行(Santander Bank)のプロジェクトも発表している(図3)。セラピー社の創業者で社長のアネット・ウダ氏(Annette Uda)は、次のように述べた。「UV、特に上層空気UVは、感染症の拡大防止に役立ってきた成功歴がある。また、現在のパンデミックの進行に伴って、COVID-19の感染経路に関する私たちの知識も高まっている。エアロゾルは今、COVID-19を引き起こすSARS-CoV-2の主要な感染経路として広く認識されている。銀行、オフィス、学校、小売施設、そしてもちろん医療施設などの屋内環境において、空気を清浄に保つことが不可欠なのは、そのためである」。

上層か下層か

では、「上層」という空気の前の形容詞に、実質的なメリットが本当にあるのだろうか。上で少し触れたように、そうは考えていない企業が存在する。上層空気システムはそもそも、安全性を考慮して進化したものである。そのシステムは、バッフルやその他の光学制御によって、天井に垂直なUV-C照射のプレーンまたはブレードを生成す



図4 モダンフォームズ社の「Ultra Germicidal Smart Fan」は、LEDライトエンジンによって生成される上方のUV-C照射範囲へと空気を導く。(写真提供:モダンフォームズ社)

るように設計されている。適切に設計すれば、皮膚や目に損傷を与える恐れのある下方にUV-Cは照射されない。またUV-C光子は、ほとんどの表面で反射しない。そして前述の上方への対流によって、上層空気システムは殺菌という目的に対して、有効に機能することになる。

しかし、病原菌の発生源(吐く息)に近い、部屋の下層部で空気殺菌を行うほうが、高い効果が得られる可能性もある。米オリンピアライティング社(Olympia Lighting)というメーカーは、LED光源を使ってそのようなシステムを実装している。同社の壁取り付け型装置は、簡単に設置して標準のAC電源

プラグに接続することができる。LED光源は、安全性を考慮して、装置内部の気流チャンバ内に搭載されている。

ポータブルなUV-C空気殺菌装置を製造する、米ウェーブレングスライティング社(Wavelength Lighting)という企業もある。同社が提供する一連のカート型製品は、車輪を転がして簡単に移動でき、標準のAC電源に接続することができる。同社はコンサルティングサービスも提供しており、空間全体で一日を通してカートをどのように稼働させるかという、顧客のプラン作成を支援している。空気殺菌カートの1つは、人がいない場所で使用する、

表面殺菌装置にも転換可能となっている。同社は、車輪付きの表面殺菌専用装置も提供している。

しかしおそらく、最も理にかなっているのは天井近くでの対流である。確立されたLED照明メーカーである米モダンフォームズ社(Modern Forms)は最近、「Ultra Germicidal Smart Fan」という製品を発表した。LEDベースのUV-Cモジュールを装備した天井ファンで、上方と外側への照射によって、空気が移動する殺菌プレーンを生成する(図4)。このような概念を実装したのは同社が初めてではない。教育施設を取り上げた本誌3月号のUV-C特集記事では、米ビッグアスファン社(Big Ass Fans)という企業による類似の製品を紹介した。

この数カ月間で学んだのは、LEDは、エネルギー効率の観点から上層空気システムにおいて経済的に理にかなっており、UV-C天井ファンは、その技術を実装するための1つの方法だということである。モダンフォームズ社にとって、その概念は新しいビジネス機会のように思えた。モダンフォームズ社と米WACライティング社(WAC Lighting)の共同最高経営責任者(CEO)を務めるダーク・ウォールド氏(Dirk Wald)は、「確立された天井ファン市場に参入するつもりはなかった。その業界の友人からは、試してみることさえ無駄だと言われたが、このとおり当社は参入を果たした」と述べている。「技術を利用すれば、風穴を開けることができることを知った。そしてこれは氷山の一角にすぎない」(ウォールド氏)。

平常状態への復帰

一歩下がって商業不動産の状況を眺めてみると、UV-C技術の導入が遅々



図5 レドヴァンス社の「UVC HEPA Air Purifier」は、病原菌から個人を保護して、より快適な局所環境を作り出すことを目的とした製品である。(写真提供:レドヴァンス社)

として進まない要因の1つが、経済活動の停止にあることがわかる。空のオフィスビルに、殺菌技術は必要ない。しかし世界は今、平常状態に向かって緩やかに進行しており、UV-Cをはじめとする安全性関連の技術や慣行に対する関心は高まる可能性がある。

多くのオフィスビルにおいて、道路のようなトラフィックパターンを確立することによって、従業員が互いの距離を保ちながら、オフィス内を一方方向に移動するようにしているという記事を見たことがある。本誌はこの数年の間に、UV-Cを利用したエスカレーターの手すり用の消毒システムを、何度か取り上げたことがある。例えば、韓国ソウルバイオシス社(Seoul Viosys)によると、同社の「Violeds UV-C LED」は、加EHCグローバル社(EHC Global)製のそのような製品に使われているという(<https://bit.ly/2SCwtSs>)。

加ドリーム社(Dream)という不動産

管理会社のある幹部が、そのような手すり殺菌システムをオフィスビルに設置したと語る、Toronto Life誌の記事を見た(<https://bit.ly/3gZYgFM>)。人々が手すりを持たずにエスカレーターに乗ろうとして、別の安全上の問題が発生することが、懸念だったという。その記事は、医療施設に関する本誌の以前の記事で取り上げたようなUV-Cロボットや、エレベーター内の空気ろ過についても触れている。

個人用製品

最後に、空気中の病原菌から個人を保護することを目的とした製品をいくつか紹介したいと思う。それらの製品からは、パンデミックを受けて製品開発者がどれだけ幅広いアイデアを考案したかがうかがえる。独レドヴァンス社(LEDvance)は、いくつかのUV-C T8ランプを発売した。蛍光灯照明器具に取り付けることが可能だが、安全に動作させるには細かい手順に従う必

要がある。しかし、同社が発表した「UVC HEPA Air Purifier」(図5)は、それとは対照的な製品で、オフィス従業員が机の上に置いて使用することができる。同社によると、SARS-CoV-2に加えて、マイクロダスト、花粉、煙、臭いに対処するという。

独オスラム社(現在はams Osramグループ傘下)も、UV-Cに幅広い関心を持つ企業である。現在のところ、オスラム社のランプ事業部門は、AirZingブランドの既存UV-Cランプの増産に力を入れている(<https://bit.ly/2ZbZYLv>)。しかし、同じAirZingブランドの下で、自動車内での使用を意図したポータブルデバイス「AirZing Mini」も販売されており、本誌でも取り上げたことがある(<https://bit.ly/33ykLe5>)。この製品は、UV-CではなくUV-A技術に基づいているため、SARSCoV-2を直ちに不活性化するものではないが、多くの病原菌に対して時間をかけて効果を発揮する。