

B20200829_01 [NIST](#)

チューナブルレーザで殺菌用に最適 UV 波長

NIST の研究チームは、UV 光の様々な波長が水中の多様な微生物をどのように不活性化するかをテストするためにポータブルレーザを利用する独自の実験の技術的詳細を、Review of Scientific Instruments (RSI)に発表した。

UV 領域は、100nm から 400nm。人は紫(400nm 程度)から赤(750nm 程度)の虹の色を見ることができる。

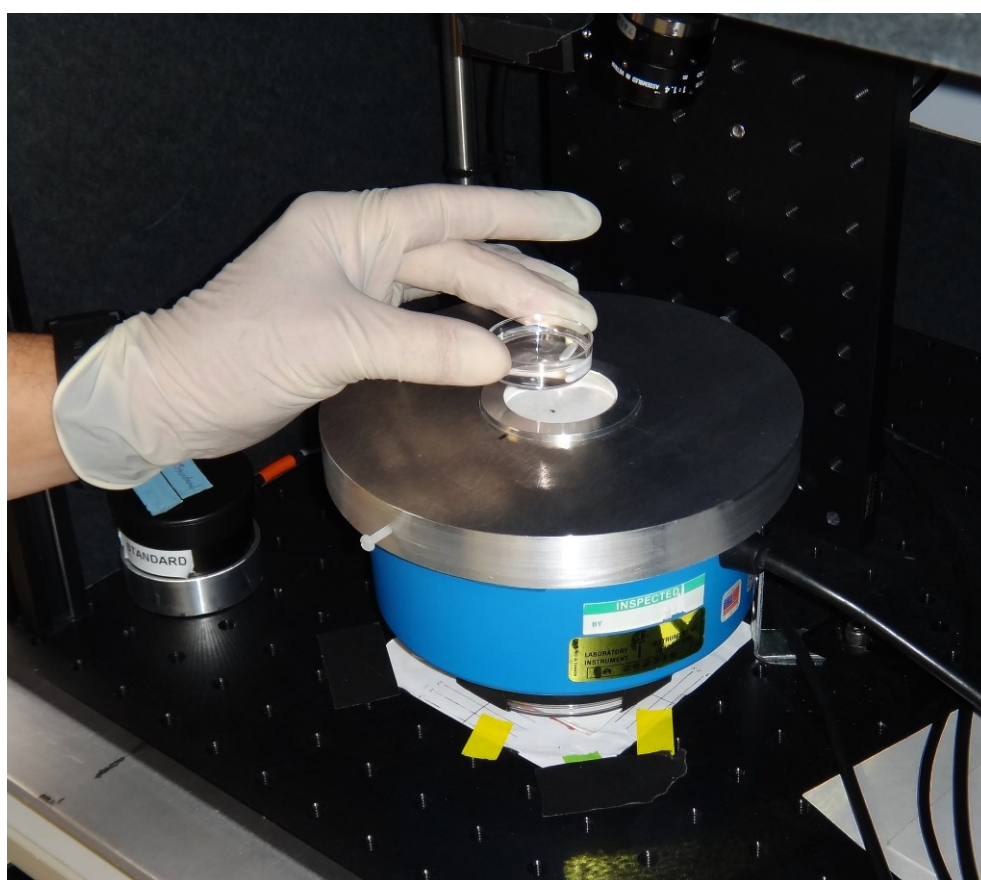


図1 研究者は、テスト前に水サンプルをカスタムメイドプラットフォームに設置する。各水サンプルは、寄生生物、Giardio とアデンウイルスを含む。いずれも、人を病気にする。

飲料水を殺菌する一つの方法は、UV 光でそれを照射することである。UV 光は、有害な微生物の DNA や関連の分子を破壊する。

最初の研究時には、ほとんどの水照射システムは UV ランプを使っており、その UV

光は、254nm の単一波長がほとんどであった。しかし多年にわたり、水道会社は、様々な「多色」タイプ、多数の異なる波長で UV 光を出力する殺菌ランプに関心を示してきた。とは言え、新しいランプの効果の特定は十分ではなかった、と Colorado Boulder 大学(CU Boulder)環境エンジニア、Karl Linden は指摘している。

「2000 年代半ば、多色 UV 光源はウイルス不活性化に効果が高いことが分かった。特に、これらのランプが、230nm 以下の UV 光を出力したからである。しかし、どの程度の効果があるか、その効果のメカニズムは何であるかの定量化は難しかった」(Linden)。

2012 年、CU Boulder の微生物学と環境工学グループは、水道会社の UV 殺菌について知識ベースを増やすことに関心を示した。Water Research Foundation の助成を得て、研究者は、UV 光の多様な波長に様々な細菌がどのように影響されるかの方法論的テストを目指していた。

通常、こうした実験の光源は幅広い UV 波長を出力するランプだった。可能な限り周波数帯を狭くするために研究者はフィルタを通して光を照射の計画だった。しかし、それでも光は比較的広く、10-nm 帯域となり、不要な周波数がフィルタを通して混ざるので、正確にどの波長が個々の微生物を不活性化するかを確定することが難しくなる。

研究チームは、UV 光に、クリーンで、もっと制御性が高い光源を必要としており、NIST に助けを求めた。

NIST は、テストされる微生物の各サンプルに十分に制御されたビームを供給するシステムを開発、構築、運用した。セットアップは、問題のサンプルを光を遮断した筐体に入れる必要があった。これは、一定濃度の標本の一つを含む水で満たされたペトリ皿である。

この実験が優れているのは、NIST がチューナブルレーザで UV ビームを供給するように設計したことである。「チューナブル」とは、極端に狭い帯域、1nm 以下の光ビームを幅広い波長幅で出せるということである、この場合は 210nm~300nm。レーザはポータブルでもあるので、研究者は、実験が行われるラボにそれを持ち込むことができる。研究者は、NIST 校正の UV ディテクタを使い、各実験の前後で、ペトリ皿に当たる光を計測し、実際に各サンプルにどの程度の光が当たったかを確認した。

そのシステムを有効にするには多くの課題があった。研究者は、一連のミラーを持つ

ペトリ皿に UV 光を持ってきた。しかし、多様な UV 波長は、多様な反射材料を必要とするので、NIST の研究者は、様々な反射コーティングを持つミラーを使用するシステムを設計しなければならなかった。テストランの間、ミラーを一時的に退避させることができる。また、中心の強度が高いレーザービームを捉えてそれを広げるために光ディフューザが必要だった。水サンプル全体に均一にビームが広がるようにするためである。

最終結果は一連のグラフになっている。多様な波長の UV 光に反応する様々な細菌が、以前に計測したよりも高い精度でどのように反応したかを示している。さらに、チームは予想外の結果も確認した。たとえば、波長が 240nm 以下になると、ウイルスの感度増が分かった。Giardia のような他の病原菌では、波長がもっと低くなっても UV 感度は同じだった。

「この研究結果は、水道会社、監督機関、その他 UV 領域で、水や空気の殺菌に取り組む機関で頻繁に利用されている。多様な病原菌をどの光波長が不活性にするかを理解することは、殺菌作業をより正確に、効率的にする」と CU Boulder 環境エンジニア、Sara Beck はコメントしている。

UV ロボット

制御された、UV 光の狭帯域を水サンプルに供給するために NIST が設計した同じシステムは、他の潜在的なアプリケーションをもつ今後の実験にも利用できる。

例えば、UV 光が病室にあるような固体表面の病原菌、空気中の病原菌をいかによく殺菌するかを研究者は調べたいと考えている。院内感染を減らすために、医療センターの中には、ロボット搭載の UV 照射殺菌ビームで部屋を消毒するところもある。

しかし、これらのロボットを使用するために実際的な基準はまだない。したがって、効果があるとしても、どの程度の効果か、また様々なモデルの効力と比較することは難しい。

「表面を照射するデバイスには、多くの変数がある。それらが機能していることをどのように知るか」(Larason)。NIST のようなシステムは、殺菌ロボットの様々なモデルをテストする基準方法を開発する際に役立つ。

Larason によると、別の潜在的なプロジェクトでは、新しいコロナウイルスに対する日光の効果を空気中と表面の両方で調べる。最初の協力者は、水消毒に関連する将来

のプロジェクトにレーザーシステムを使用したいと考えている。

「様々な UV 波長に対する微生物やウイルスの感度は、まだ、現在の水や空気の殺菌作業との関係が深い。特に新技術の開発や新しい消毒課題の場合である。例えば、COVID-19 や院内感染である」と **Bech** は話している。