



新開発のプラズマ遠紫外線光源で

細菌・ウイルスを安全に殺菌

～人がいる空間でも使える“次世代殺菌光”に期待～

<ポイント>

- ・従来の殺菌光源より省エネ、小型軽量で高速動作し、生体に安全なプラズマ遠紫外線光源を徳島大学と株式会社紫光技研が共同開発
- ・開発した光源は細菌やウイルスを99.9%以上不活化することを実証
- ・生体の活動空間を安全に殺菌する応用に期待
- ・この成果は2025年5月15日に米国電気電子学会の学術誌 IEEE Access に正式掲載

<報道概要>

大学院医歯薬学研究部予防環境栄養学分野の篠田浩一特任研究員、馬渡一諭講師、高橋章教授ら6名と株式会社紫光技研（代表取締役社長 平山真帆）との共同研究グループは、水銀フリーで、生体への安全性と殺菌効果を両立したプラズマ方式遠紫外線(far-UVC)光源を開発し、その殺菌及びウイルス不活化効果を実証しました。

光波長200～230 nmのfar-UVCは、一般的な水銀殺菌灯(254 nm)よりも生体組織への浸透が浅く、皮膚や眼への障害を抑えつつ、細菌やウイルスを効果的に殺菌・不活化できることが知られています。しかしながら、far-UVC光源は、省エネルギー化、小型・軽量化、及び照度制御の高速化といった点で技術的な課題があり、実用化は限定的でした。

今回、本研究チームは、優れた省エネ性・小型軽量性・高速動作性を有するLuminous Array Film (LAFi) 技術を用いて、中心波長228 nmの遠紫外線を発する新たな光源「プラズマ発光モジュール (PLM) 228」を開発しました。PLM228を大腸菌、黄色ブドウ球菌、A型インフルエンザウイルスに照射したところ、いずれも99.9%以上の殺菌効果が確認され、その効率は従来の殺菌灯と同等以上であることが実証されました。PLM228は、環境負荷及び生体への影響が少なく、小型・軽量かつ高速照度制御が可能であることから、人や動物が生活している空間でも使用可能な殺菌光源として、医療施設、公共空間、畜産施設などへの応用が期待されます。

本研究成果は、米国電気電子学会(IEEE)が発行する科学雑誌「IEEE Access」において、2025年5月15日付で正式版がオンライン掲載されました。

<学術誌への掲載状況>

『Development of Mercury-Free Far-UVC Light Source Using Luminous Array Film Technology and Its Germicidal Effects』

Koichi Shinoda, Kazuaki Mawatari, Thi Kim Ngan Bui, Yasuko Kadomura-Ishikawa, Takashi Uebano, Hitoshi Hirakawa, Kenji Awamoto, Masayuki Wakitani, Tsutae Shinoda, and Akira Takahashi.

IEEE Access 第13巻 80612-80620 ページ (2025年5月15日オンライン掲載)

<http://dx.doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3561147>

＜研究概要＞

本研究は、新たなプラズマ技術により遠紫外線(far-UVC)を発光する水銀フリー光源を開発し、病原細菌やウイルスに対する殺菌効果を実証することを目的としました。従来の紫外線殺菌には、254 nm の波長を持つ低圧水銀ランプが広く使用されてきましたが、水銀による環境負荷や、生体への傷害性が高いことが課題とされてきました。近年、生体への影響が少ないとされる 200~230 nm の波長帯域に属する far-UVC が注目を集めています。しかしながら、far-UVC を発光できる光源は限られており、特にコストの高さや高速動作の困難さが、実用化の妨げとなっていました。

当研究グループは、Luminous Array Film (LAFi, ラフィ) 技術を活用して、中心波長 228 nm の far-UVC を放射するプラズマ光源モジュール「PLM228」を新たに開発しました(図 1)。LAFi 技術は、複数の蛍光体を選択・組み合わせることで、発光波長を自由に設計できるのが特長です。PLM228 は平面電極と複数の発光チューブから構成されており、ガス放電によって生成された 172 nm の真空紫外線(VUV)で蛍光体を励起し、far-UVC を外部に放射します。また、発光チューブには 200~300 nm の紫外線透過帯域を持つガラス素材を採用することで、空気中の酸素と反応して有害なオゾンを生成する VUV 成分を遮断しつつ、far-UVC のみを安全に外部へ放射できる設計としました。

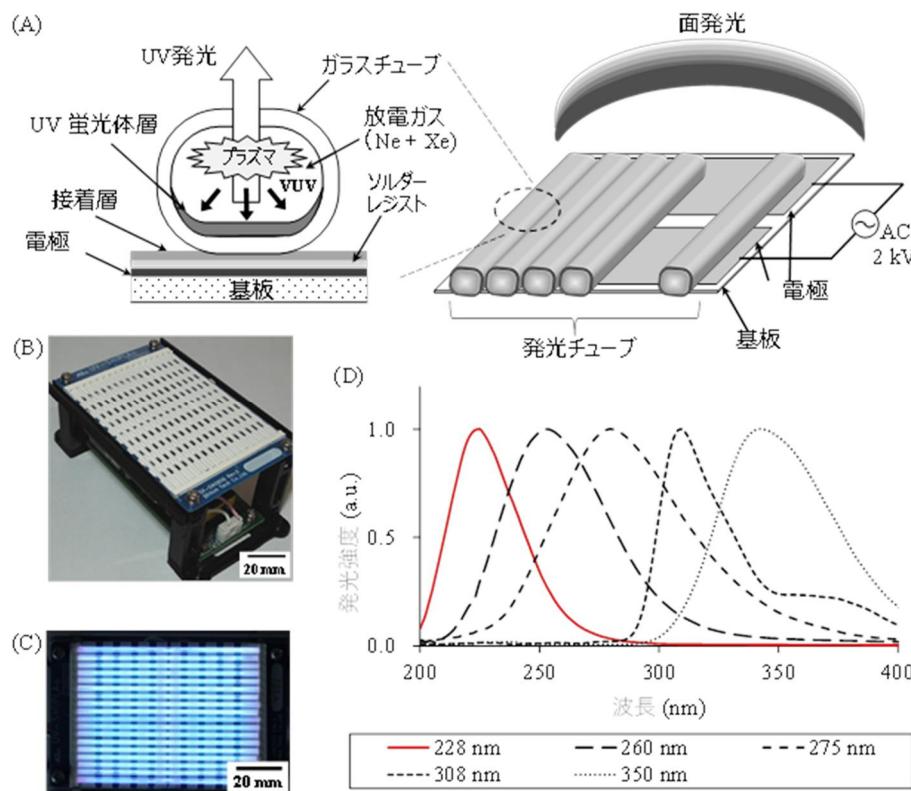


図 1. プラズマ光源モジュール (PLM) と発光スペクトル

- 発光チューブ及び発光パネルの構造図
- 80 × 60 mm の発光パネルと、電源一体型 PLM の外観写真
- far-UVC を発光する PLM228 の発光パネルの発光状態
- far-UVC (中心波長 228 nm) を発光させた PLM228 の発光スペクトル (赤線)

この PLM228 を用いて far-UVC を病原微生物に照射し、その殺菌及びウイルス不活化効果を評価しました。PLM228 は、大腸菌に対して積算照射量 4.5 mJ/cm^2 で 99.99% の殺菌効果（生存率 -4 Log_{10} ）を示しました（図 2）。また、A 型インフルエンザウイルスに対しては、 3.0 mJ/cm^2 の照射で 99.9% (-3 Log_{10}) の不活化効果が確認されました（図 3）。さらに、紫外線耐性の高い真菌である黒カビ (*Cladosporium* 属) に対しても、PLM228 による明確な殺菌効果が認められました（図 4）。PLM228 の殺菌能力は、従来の低圧水銀ランプや他の far-UVC 光源（Kr-Cl エキシマランプ）と比較しても、同等又はそれ以上の効果を示しました（図 2～4 右図参照）。UVC は主に微生物の核酸に損傷を与えることで殺菌効果を発揮しますが、far-UVC は核酸に加えて酵素や細胞膜にも作用すると考えられています。PLM228 は、UVC 及び far-UVC を含む広帯域の発光を有しており、複数の標的に同時に損傷を与えることで、相乗的な殺菌効果が発揮されている可能性があります

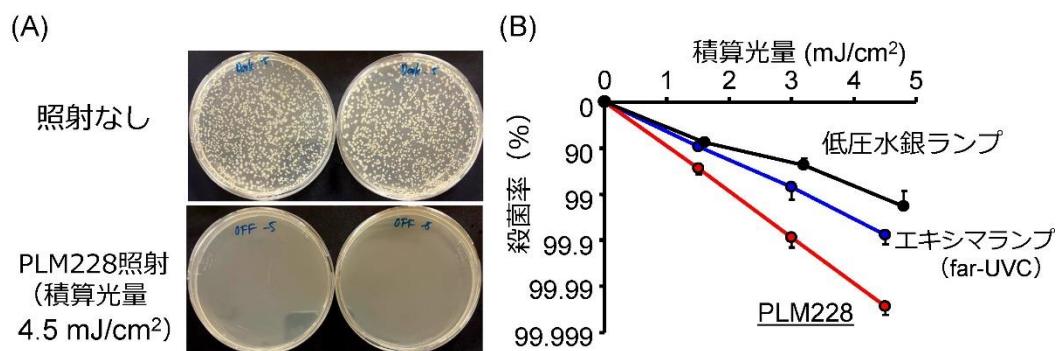


図 2. PLM228 照射による大腸菌 (ATCC25922 株) への殺菌効果

- (A) 照射後の大腸菌の生存状況。
 (B) 低圧水銀ランプ、エキシマランプとの殺菌効果の比較。積算光量あたりの殺菌率を示す。

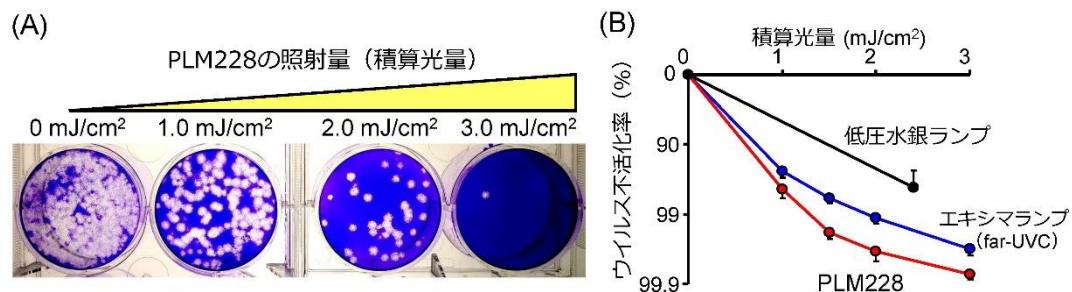


図 3. PLM228 照射による A 型インフルエンザウイルス (H1N1 亜型) への不活化効果

- (A) PLM228 照射によるウイルス感染力 (plaques) の変化。
 (B) 低圧水銀ランプ、エキシマランプとのウイルス不活化効果の比較。積算光量あたりの殺菌率を示す。

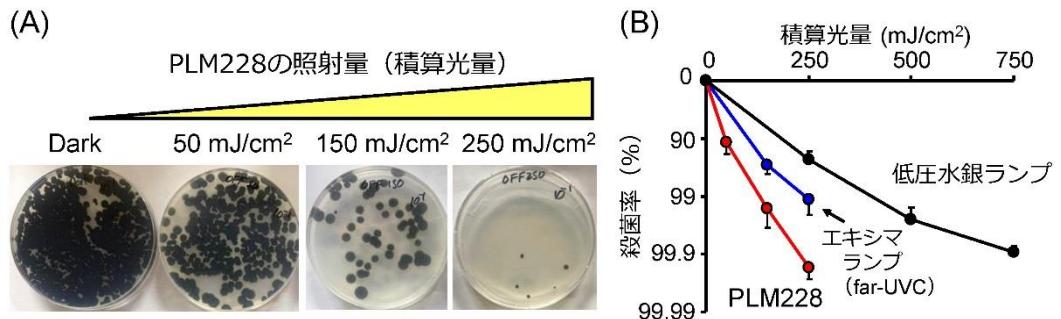


図 4. PLM228 照射によるコウジカビ (*Cladosporium halotolerans*) への殺菌効果
(A) 照射後のコウジカビの生存状況。
(B) 低圧水銀ランプ、エキシマランプとの殺菌効果の比較。積算光量あたりの殺菌率を示す。

<今後の展望>

PLM228 は小型・軽量でありながら、消費電力 7.2 W に対して 264 mW の高出力を実現し、高速駆動による照度制御も可能です。これにより、既存の光源が抱える環境負荷の高さ、高コスト、低速応答性、狭範囲照射といった課題を克服し、SDGs に貢献しつつ高い実用性を備えた殺菌光源として、医療機関や畜産施設など感染症対策が求められる現場での応用が期待されます。

<特記事項>

本研究は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「官民による若手研究者発掘支援事業」の支援を受けて行いました。

【研究内容に関する問い合わせ先】

<徳島大学>

大学院医歯薬学研究部予防環境栄養学分野

講師 馬渡 一諭

電話番号 088-633-9598

メールアドレス mawatarai@tokushima-u.ac.jp

<株式会社紫光技研>

代表取締役社長 平山 真帆

電話番号 0799-70-9021

メールアドレス info@shiko-tec.co.jp

【報道に関する問い合わせ先】

<徳島大学>

蔵本事務部医学部総務課総務係

電話番号 088-633-9116

FAX 088-633-9028

メールアドレス isysoumu1k@tokushima-u.ac.jp