

NICT 未来研究所グループは、8Wを超えるワット級の深紫外 LED ハンディ照射機の開発に成功した。本機は、世界初となる極めて高いウイルス不活性化率を実証したもので、新型コロナウイルスの感染拡大防止や公衆衛生の向上に貢献する技術として注目される。

研究所名	国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT） 未来 ICT 研究所 神戸フロンティア研究センター 深紫外光 ICT 研究室		
研究分野	情報通信分野を専門とする我が国唯一の公的研究機関。情報通信技術の研究開発を基礎から応用まで統合的な視点で推進し、同時に、大学、産業界、自治体、国内外の研究機関などと連携して、研究開発成果を広く社会に還元し、イノベーションを創出することを目指している。		
所在地	〒184-8795 東京都小金井市貫井北町 4-2-1		
T E L	042-327-7429(代)	U R L	<a href="https://www.nict.go.jp/index.html">https://www.nict.go.jp/index.html</a>
資本金	—	従業員数	1,295 名（2022 年 4 月）

**【本技術の概要】**

国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT（エヌアイシーティー）、理事長：徳田英幸）未来 ICT 研究所の井上振一郎室長らの研究グループは、8W を超えるワット級の深紫外 LED ハンディ照射機を開発に成功した。発光波長 265nm 帯の高強度深紫外 LED をマルチチップ実装しバッテリーで駆動させることで、どこにでも持ち運べる小型ハンディ機を実現した。今回開発した照射機は、豚コロナウイルス（PEDV）に照射した結果、広範囲（直径 100 cm 内）のウイルスを 30 秒以下の短い照射時間で 99.99 %以上不活性化した。本成果はウイルスに対し、極めて高いウイルス不活性化率を達成した世界初の実証例となった。病院や公共・商業施設、交通機関などでの実用性・汎用性の高い殺菌応用が期待され、これまで液体消毒薬剤の散布が難しかった場所の殺菌・消毒など、新型コロナウイルスの感染拡大防止や公衆衛生の向上に貢献する技術として注目される。

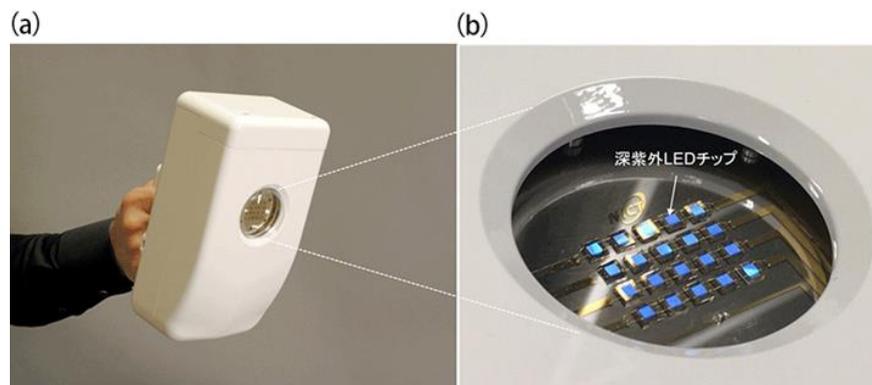


図 1. (a) 今回開発したワット級の深紫外 LED ハンディ照射機外観

(b) 深紫外光照射部の拡大写真

高強度深紫外 LED20 チップを高密度マルチチップ実装した。

<https://www.nict.go.jp/press/2022/10/27-1.html>

【背景】

NICT では、東京大学医科学研究所と共同で、発光波長 265nm 帯の深紫外 LED が、液体中およびエアロゾル中の新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) に対して極めて高い不活性化効果を持つことを世界で初めて定量的に明らかにした (2022 年 3 月 18 日発表)。従来、高出力の深紫外光源として水銀ランプが主に用いられていたが、水銀ランプは有害な水銀を含むことから、その廃絶に向けた国際的な取組が加速している。また、水銀ランプなどは、ガスを封入するガラス管が割れやすく、光源のサイズや駆動電源が大掛かりとなるなど、利用範囲は限定されていた。一方、NICT 研究グループは、内部光吸収や光出力飽和現象 (効率ドロープ) の抑制を可能とするナノ光構造技術を基盤とした深紫外 LED の研究により、深紫外 LED の単チップ当たりの世界最高出力の記録を何度も大幅に更新 (光出力 500 mW 超) するなど、成果を発表してきた。このような背景から、水銀を使用せず、どこにでも持ち運びできる小型ハンディ機で、広範囲のウイルスを迅速に殺菌可能な高出力深紫外 LED ハンディ照射機の開発が切望されていた。

【今回の成果】

最も殺菌性能の高い波長 265nm 帯の発光ピークを示す高強度深紫外 LED チップ技術を用い、LED チップを高放熱実装基板に高密度マルチチップ実装することで、光出力 8W を超えるワット級高出力動作の深紫外 LED ハンディ照射機を開発することに成功した (図 1、2 参照)。高強度深紫外 LED 技術により、実装基板や駆動電源、バッテリーも含め小型化し、筐体内に収納することが可能となった。これにより、どこにでも持ち運べるワット級の小型ハンディ機を実現した。

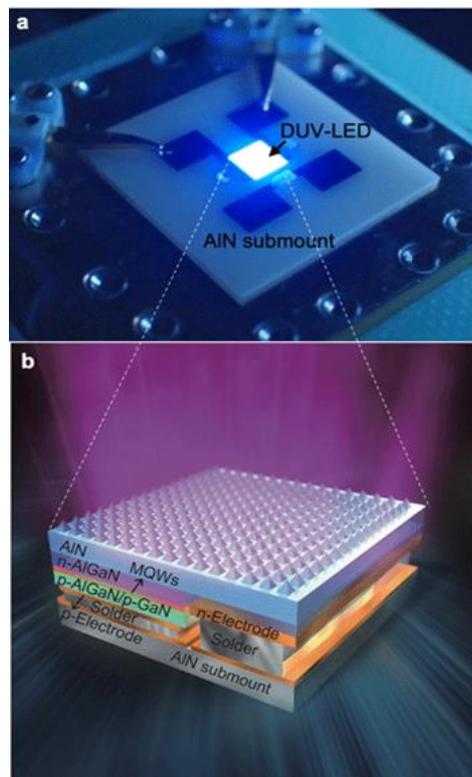


図 2. 本装置で使用した DUV-LED 照射装置

- (a) AlN サブマウントとヒートシンクに搭載されたシングルチップ DUV-LED の外観写真
- (b) 大面積 AlN ナノフォトニック光取り出し構造を持つ DUV-LED 層構造の模式図

【本照射機の特性】

今回、開発した深紫外 LED ハンディ照射機の特性を図3. に示した。グラフは縦軸に光出力を、横軸は5×4 LED アレイの LED 1 チップに流れる電流値を示した。この図から、ワット級（8W 超）の光出力を室温・連続動作下において達成し、発光ピーク波長は最も殺菌性能の高い265nm帯を示していることがわかった。

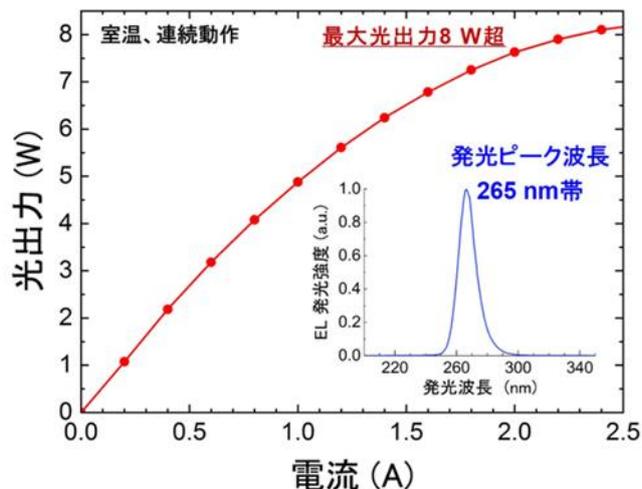


図3. 深紫外 LED ハンディ照射機の光出力と発光波長特性

<https://www.nict.go.jp/press/2022/10/27-1.html>

【ウイルス不活性化の実証試験】

深紫外 LED ハンディ照射機によるウイルス不活性化を実証するため図4に示した実験装置を作成した。当照射機から照射される深紫外光の照射範囲は、直径 30cm と直径 100cm の 2 条件で実施。照射距離は、照射範囲が直径 30cm の場合は 20cm、直径 100cm の場合は 60cm とした。図4の写真は、直径 100 cm の照射範囲内に豚コロナウイルス（PEDV）液を滴下した複数のシャーレを同心円状に均等に配置している様子を示した。

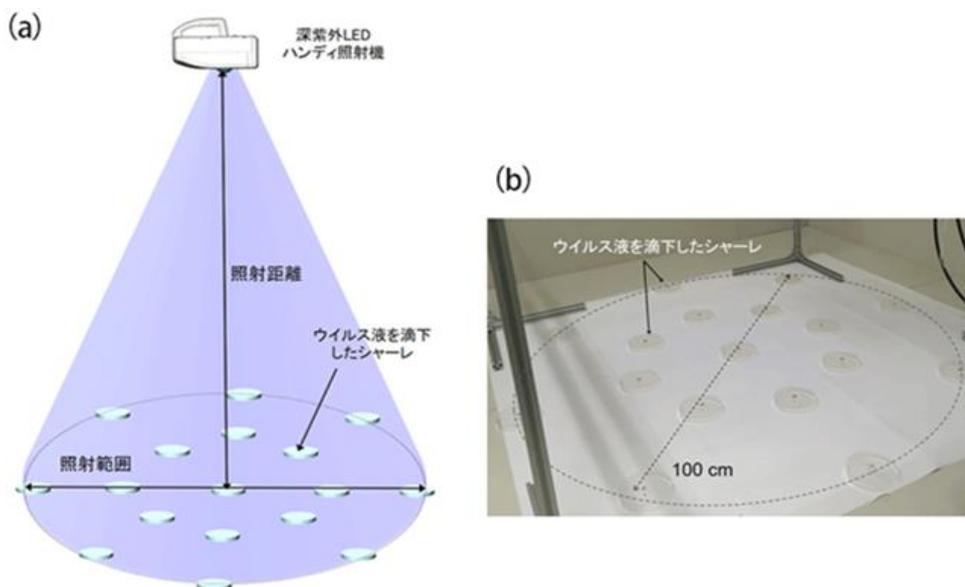


図4. 深紫外 LED ハンディ照射機を用いたウイルス不活性化試験の実験配置図

- (a) ウイルス不活性化試験における照射配置の模式図
- (b) 照射範囲 Φ100 cm の場合のウイルス配置の写真

<https://www.nict.go.jp/press/2022/10/27-1.html>

【豚コロナウイルスの不活性化効果】

豚コロナウイルス（PEDV）液を滴下した複数のシャーレを直径 30cm 及び直径 100cm の範囲内に均等に配置し、深紫外 LED ハンディ照射機から深紫外光（光出力 5W）を照射した直後に回収し、ウイルスカ価（感染性を有するウイルス量）を評価した（図5参照）。図5の青丸は直径 30cm の範囲内に照射した場合、赤丸は直径 100cm の範囲内に照射した場合の深紫外光の各照射時間に対するウイルス生存率を示した。

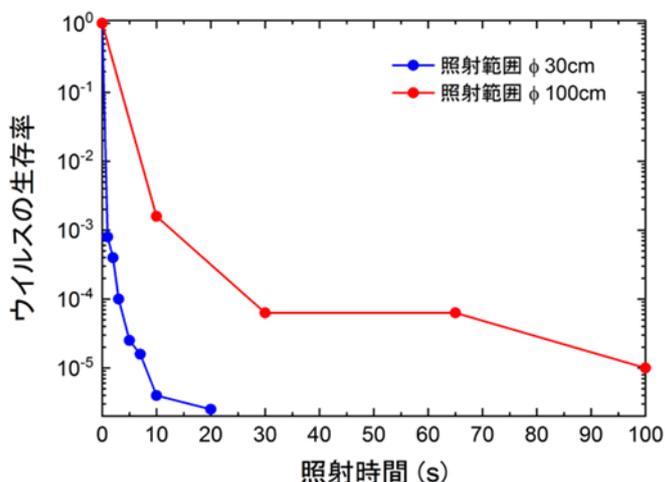


図 5. 深紫外光照射による豚コロナウイルス（PEDV）の不活性化効果

<https://www.nict.go.jp/press/2022/10/27-1.html>

【不活性化率の実証】

図 5 で得られた実験値から、今回開発した深紫外 LED ハンディ照射機を用いてウイルスを 90%～99.999%の各割合で不活性化するために必要な照射時間(秒)を算出した。この結果、ワット級光出力の 265 nm 帯深紫外 LED ハンディ照射機は、広範囲（直径 100cm 内）のウイルスを非常に短い照射時間（30 秒以下）で 99.99 %以上不活性化できることを実証した（表 1 参照）。

表 1. 深紫外光照射時間と豚コロナウイルス（PEDV）の不活性化率との関係

		ウイルス不活性化率 (%)				
		90%	99%	99.9%	99.99%	99.999%
照射時間 (s)	照射範囲 φ30cm	0.32	0.64	0.97	3.00	8.00
	照射範囲 φ100cm	3.56	7.14	12.86	27.17	100.00

<https://www.nict.go.jp/press/2022/10/27-1.html>

<https://www.nict.go.jp/press/2022/03/18-1.html>

【今後の予定】

今回開発したワット級の深紫外 LED 小型ハンディ照射機は、病室のベッドや医療器具、学校や介護施設、オフィスのデスクやドアノブ、トイレ、飲食店のテーブルやキッチン、鉄道車両や航空機内の座席や手すりなど、人が出入りし接触するあらゆる表面・空間を広い面積にわたって簡便・迅速に殺菌することが可能であり、幅広い用途における今後の活用、応用展開が期待される。

【深紫外 LED チップの原理と構造】

今回開発したワット級深紫外 LED 小型ハンディ照射機に搭載した深紫外 LED は、深紫外 LED の光取出し特性と放熱特性を同時に向上させる独自のナノ光・ナノフィン構造からなるチップを用いた。本構造は、ナノインプリント技術を用いてチップ全面に形成し、光出力飽和現象を大幅に抑制し、発光波長 265nm、シングルチップ・室温・連続駆動において世界最高出力となる 500mW 超を達成している。従来のフラットな素子構造では、注入電流が増加するとともに、外部量子効率と光出力が大きく低下する現象が見られていたが、ナノ光・ナノフィン構造を形成した深紫外 LED では、注入電流を増加させても外部量子効率の低下は少なく、従来の構造に対し最大注入時、約 20 倍という大幅な光出力の向上を達成した。また、スペクトル解析の結果、高注入電流時での LED のジャンクション温度の上昇が従来構造に対し抑制されていることを明らかにした。

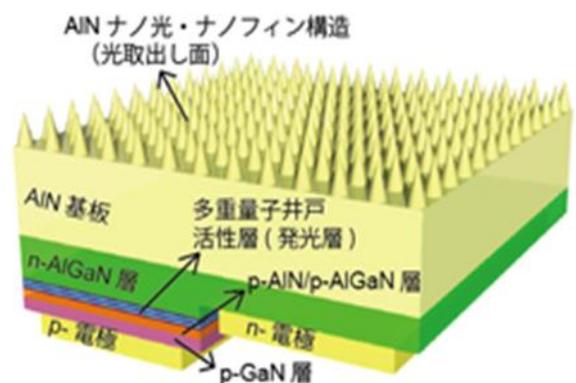


図.6. ナノ光・ナノフィン構造

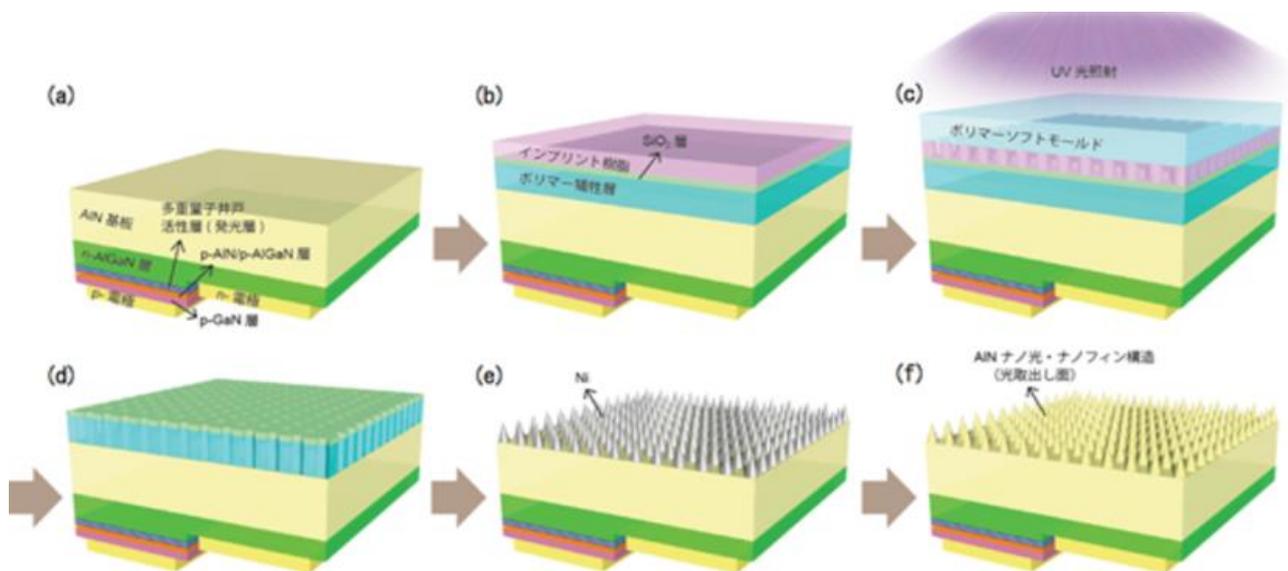


図7. ナノインプリント法による深紫外 LED の作成方法

- (a) メサ形成及び p、n 電極形成後の深紫外 LED
- (b) ポリマー犠牲層、SiO<sub>2</sub> 層、インプリント樹脂の形成
- (c) ソフト UV インプリント工程
- (d) ドライエッチング工程
- (e) Ni ハードマスクリフトオフ工程
- (f) ドライ&ウェットエッチング工程

## 【有望技術紹介 No.89】

### 【ナノ光・ナノフィン構造の効果】

窒化アルミニウム (AlN) 基板上深紫外 LED に対するナノインプリント技術を新たに開発することで、LED チップ全面に光取出し特性と放熱特性を同時に向上させる独自の AlN ナノ光・ナノフィン構造を高精度、高均一に形成することに成功した。

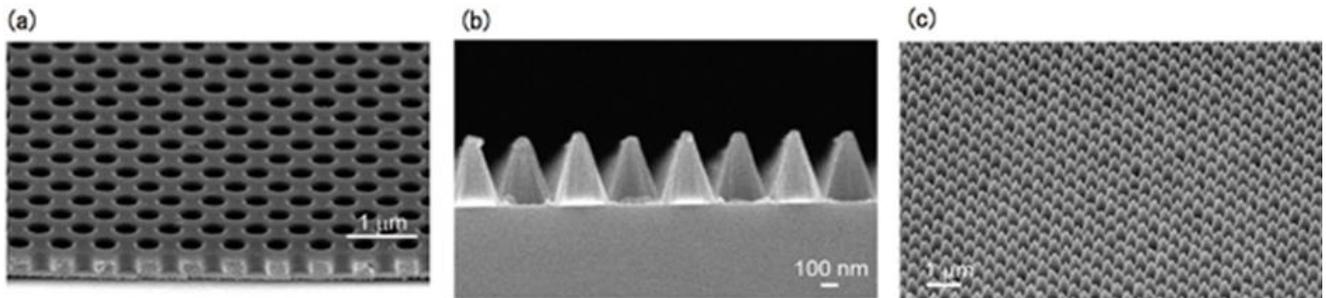


図8. (a) ソフト UV インプリント後の樹脂パターン (b) AlN 表面上の Ni リフトオフパターン  
(c) 深紫外 LED 光取出し面上の全面に形成された AlN ナノ光・ナノフィン構造の走査電子顕微鏡写真

### 専門家による目利きコメント

深紫外 LED において、従来法に比較し大幅な光出力向上を実現した独自開発の AlN ナノ光・ナノフィン構造技術と、それを用いた深紫外 LED 照射による高いウイルス不活性化を実証した評価技術の両面で成果をあげた有望技術といえるもので、今後の応用展開が期待される。

#### お問い合わせ

国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT)  
未来 ICT 研究所 神戸フロンティア研究センター 深紫外光 ICT 研究室  
室長 井上 振一郎  
E-mail : s\_inoue@nict.go.jp