環境に優しい UVチップで食品の鮮度維持を

ダフネ・ン

紫外線（UV）消毒チップにより、冷蔵庫内の食品をより長く安全に保存できる可能性がある。

シンガポールの南洋理工大（Nanyang Technological University：NTU）のルミナス半導体照明・ディスプレイ研究センター（LUMINOUS! Centre of Excellence）の科学者らと、スウェーデンのピュアファイズ・テクノロジーズ社（PureFize Technologies）のエンジニアらが、学術研究と商業イノベーションを橋渡しする共同プロジェクトにおいて、冷蔵食品の安全性と鮮度を維持するポータブルデバイスEcoLocを開発した。

このデバイスの鍵となるイノベーション要素は何か。食品上の微生物を除去するUV光を放射する小型チップである。

EcoLocデバイスとフタはイケア社製の食品保存容器「365+シリーズ」に取り付け可能である（画像提供：ピュアファイズ・テクノロジーズ社）

環境に優しいUV消毒に脚光

水銀ランプは100年以上にわたりUV光源として使用されてきた。しかし、ランプに水銀を含むため、破損や廃棄時には健康および環境への安全上のリスクが生じる。このため、このような光源は人の近くで使用する用途には安全ではない。また、ランプは大型で点灯するのに時間がかかるため、特定の用途には実用的ではない。

2013年に採択された水銀に関する水俣条約では、水銀の有害な影響から人々の健康と環境を守るため、消費者製品に使用される金属の世界的な段階的廃止を求めている。

水銀を蒸発させてUV光を発生させるランプとは異なり、新開発のUVチップは、カソードルミネッセンスと呼ばれる技術を利用してUV光を発生させる。このチップには、亜鉛酸化物（ZnO）カソード（陰極）と、電子励起時に主にUVC（短波紫外線）を放射する材料でコーティングされたアノード（陽極）という2つの電極がある。

電圧を印加すると、カソードから電子が放出され、真空中で電界によってアノードに向かって加速される。そして、加速した電子がアノードに衝突することでUV光が放射される。

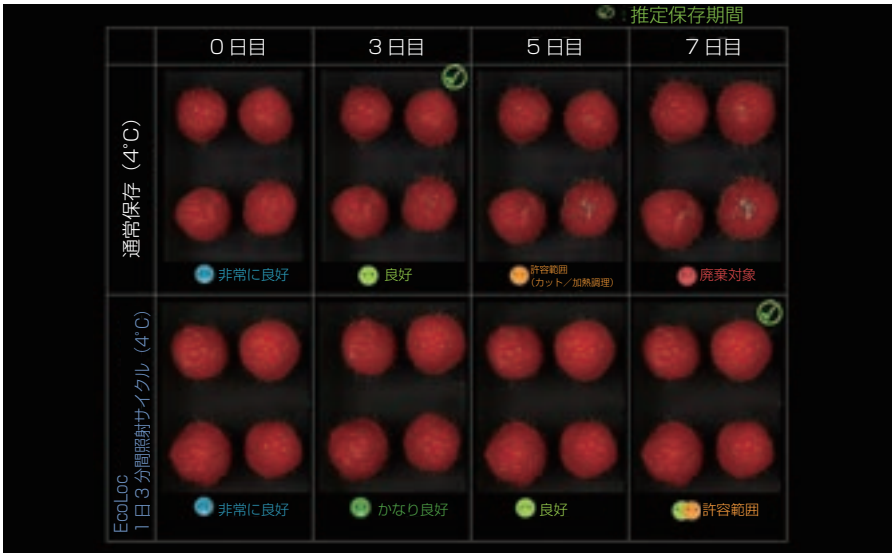
このチップは250～350nmの広帯域紫外線を放射し、262nmでピークを示し、UVB（280～315nm）およびUVA（315～400nm）領域にまで及び、細菌、ウイルス、真菌を標的とする。この組み合わせにより、UVCがDNAを破壊し、UVBおよびUVAがバイオフィルムと呼ばれる除去困難な微生物群集や、タンパク質や脂質などの細胞成分に浸透して破壊する。

UVチップは-20°Cから100°Cまでの温度で動作し、瞬時にオン／オフの切り替えが可能なため、食品の照射のように即時の消毒を必要とする用途には不可欠である。

スイッチ１つで微生物を除去

国際連合食糧農業機関（United Nations Food and Agriculture Organization：FAO）によると、世界で生産される食品の約3分の1が廃棄されており、その主な原因の１つが微生物によ

研究チームのUVチップの写真（画像提供：ピュアファイズ･テクノロジーズ社）



ラズベリーを4°Cで保存し、EcoLocを使用して1日3分間照射したところ、7日後も良好な状態を維持した（画像提供：ピュアファイズ･テクノロジーズ社）

る腐敗であり、家庭での廃棄が廃棄食品の約半分を占めている。食品中の病原体は食中毒の原因にもなる。

幸いにも、消費者に優しい消毒ソリューションが、食品廃棄物の削減や食中毒の拡散抑制に寄与する可能性がある。実験では、UVチップの消毒効率は従来の水銀ランプと同等であることが示されている。UVチップは、食中毒や汚染水源に関連する大腸菌、緑膿菌、レジオネラ菌などの主要病原体を効果的に不活化する実験に成功している。チップから放射されるUV光は、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の原因ウイルスであるSARS-CoV-2も不活化する。

このチップは現在、市販のハンディ型デバイスEcoLocに搭載されており、食品保存容器専用のフタと組み合わせて使用される。このフタは、ピュアファイズ社の子会社エコロック社（EcoLoc）が製造し、蘭イケア社（IKEA）製の食品保存容器「365+シリーズ」と互換性がある。

では、EcoLocはどのように機能するのか。単に食品を冷蔵庫に入れる前に数分間スイッチを入れるか、毎日定期的に使用するだけだ。EcoLocを使用すると、パン、果物、野菜、肉類などの生鮮食品の保存期間を、味や臭いの変化を最小限に抑えながら、ほぼ1週間延長できる。

このチップは、「有害な食品腐敗微生物を除去し、COVID-19のような感染症の拡散を抑制できるため、健康と安全にとって画期的な技術だ」と、NTU電気電子工学部およびルミナス研究センターの上級研究員であり、本研究論文の筆頭著者であるヴィジェイ・クマール・シャルマ氏（Vijay Kumar Sherma）は述べる。「発生する食品廃棄物の量を削減することで、より環境に優しい未来の実現にも貢献できるだろう」。

学術界と産業界の融合

このチップの開発は、NTUとピュアファイズ・テクノロジーズ社[ライトラボ社（LightLab Sweden）]による10年にわたる共同研究の集大成である。

このチップに関して、複数の特許が出願・取得され、技術開示も実施されている。

「当社はUV消毒市場に未開拓の機会を見出し、ナノテクノロジー、オプトエレクトロニクス、材料科学における専門知識と、ピュアファイズ・テクノロジーズ社の製品開発ノウハウ、商業化戦略、消費者インサイトを組み合わせた」と、ルミナス研究センター所長であり、NTU電気電子工学部、物理数学部、材料科学工学部の教授であるヒルミ・ボルカン・デミル氏（Hilmi Volkan Demir）は言う。同氏はまた、本研究を主導し、本論文の責任著者も務めた。

この広帯域UV技術は「バイオフィルムの形成を抑制し、冷却不要で、小型かつ狭い密閉空間内で動作可能であることを実証した。市場の既存UV技術のラインアップを非常によく補完するものだ」と、ピュアファイズ・テクノロジーズ社CEOのルーン・トルビョーンセン氏（Rune Torbjörnsen）は、述べている。

著者紹介
ダフネ・ン博士（Daphne Ng）は、南洋理工大（Nanyang Technological University, Singapore）の広報室の科学コミュニケーション責任者。

LFWJ