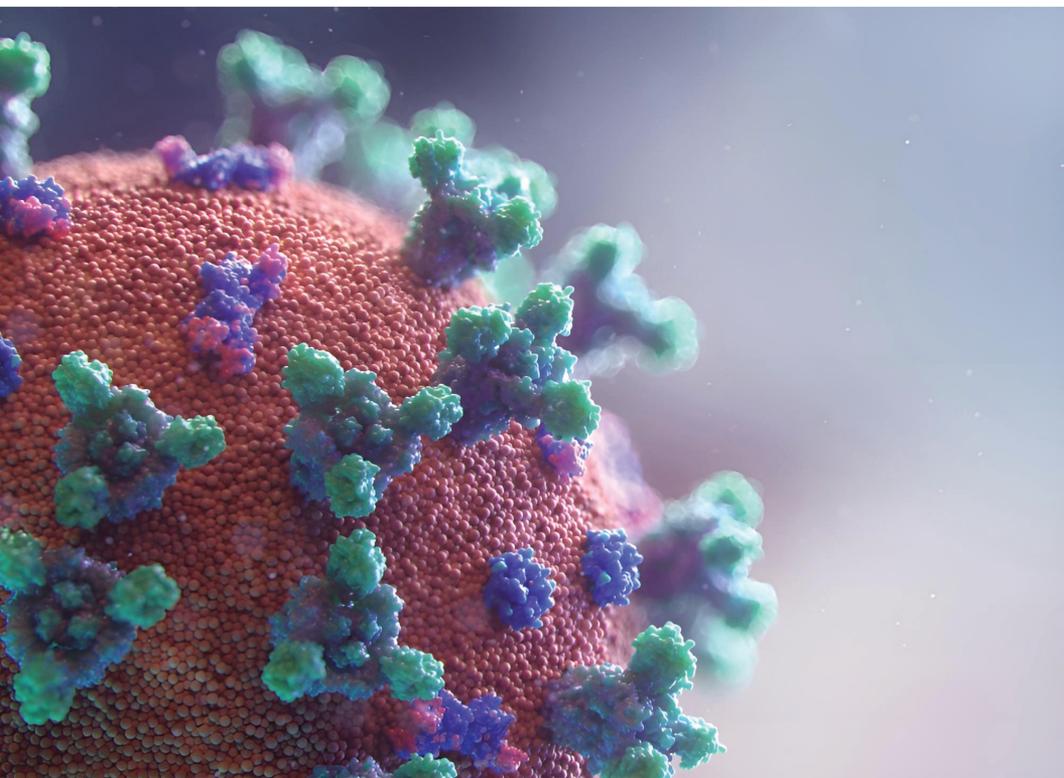


紫外線殺菌照射(UVGI)を モニターするUVCセンサー



Solar Light Company, LLC による
ホワイトペーパー
2021年6月

目次

1.0	はじめに.....	2
2.0	概要.....	2
3.0	背景.....	2
	紫外線スペクトル領域.....	2
	紫外線殺菌照射 (UVGI).....	3
	UVC 線量と強度の測定.....	3
4.0	殺菌・滅菌用途向けUVCセンサー.....	4
	PMA2100、ハンドヘルド、デュアル入力、データロギング放射計.....	4
	機能.....	5
	ヘルスケア用途.....	5
	PMA 2200、ハンドヘルド、シングル入力放射計.....	5
	機能.....	6
	ヘルスケア用途.....	6
	PMA2122 デジタル殺菌 UVC センサー (UVGI).....	6
	機能.....	6
	Solarmeter® ハンドヘルド UVC 強度計.....	7
	Solarmeter® モデル 8.0 UVC メーター.....	7
	Solarmeter® 8.0-RP UVC メーター.....	7
	機能.....	7
	ヘルスケア用途.....	7
5.0	製品比較	
	UVGIによるPPEの除染用UVCセンサー/放射計.....	8

1.0 はじめに

現在進行中のCOVID-19パンデミックは、世界中の医療システムに深刻な負担をかけ、マスク、ガウン、手袋などの個人用保護具(PPE)の危険な不足を引き起こしています。在庫を増やすために、医療機関と緊急対応組織は紫外線殺菌照射(UVGI)の実施を含む除染手順を導入しました。

PPE除染手順では、PPE素材の完全性を維持しながら病原体を不活性化するために、UVCエネルギーを正確に投与する必要があります。最も効果的なUVGI方法では、UVCセンサーを使用して、滅菌中の素材の露出レベルが達成され、維持されるようにします。Solar Lightは、精密な太陽光シミュレーター、気象計器、光源、センサー、標準を設計および製造し、太陽光が人間の健康と環境に与える影響を評価するための校正サービスを提供しています。重点分野には以下が含まれます: 日焼け止め製品のSPF測定、UV消毒システムの監視、環境監視。

このホワイトペーパーでは、UVGIによるPPEの安全かつ効果的な除染を支援するために正確なUVC線量と強度を決定するために使用されるSolar LightのUVCセンサーとハンドヘルド放射計の機能の概要を説明します。

2.0 概要

PPEの備蓄を増やすために、除染手順では汚染されたPPEに使用するUVGIを投与します。UVGIは、コロナウイルスやその他のヒト呼吸器ウイルスを含む幅広いヒト病原体を効果的に不活性化することが実証されています。ヒト病原体を不活性化するために必要なUVGIのレベルは、PPEの完全性に影響を与える放射線レベルを下回っています。

UVCメーターとリモートセンサーを統合すると、照射されたUVGI線量を部屋の外から監視できるようになり、これらのプロトコルを実行する人員の安全性が向上します。

3.0 背景

紫外線スペクトル領域

虹は、光が水滴を通過して様々な色に分かれたときに生じます。スペクトルの紫色の端を少し超えた光は肉眼では見えず、紫外線(「紫色を超える」と呼ばれ、一般にUV光として知られています)。

UV光には3つの種類があり、それぞれUV光スペクトルの異なるセクションを表します。UVA(320～400nm)、UVB(280～320nm)、UVC(200～280nm)です。UVCは殺菌作用に使用される形式です。太陽放射の10%はUV光で構成されていますが、太陽のUVC光線のほぼすべてが地球のオゾン層によって遮断されるため、UVCへの曝露のほとんどは人工的な手段によって生じます。

紫外線殺菌照射(UVGI)

UVC光が殺菌目的で使用される場合、UVGI(紫外線殺菌照射)と呼ばれます。UVGIは、ウイルス、細菌、カビ、その他の真菌などの微生物のDNAを破壊することで、微生物を「不活性化」または殺します。「不活性化」とは、必ずしも生物が殺されるわけではなく、もはや繁殖できないことを意味します。マイクロ秒の照射で不活性化するものもあれば、はるかに長い照射を必要とするものもあります。UVGIの有効性は、次のようないくつかの要因に依存します。

- ・ランプの強度
- ・UVCランプの位置
- ・照射時間の長さ
- ・生物のUVGI耐性
- ・相対湿度
- ・周囲温度
- ・周囲の表面の反射率

さらに、UVGIは次の用途に使用されます：

- ・実験室の消毒
- ・表面の消毒
- ・HVACの空気消毒
- ・飲料水の浄化
- ・廃水処理
- ・食品および飲料の保護
- ・光免疫療法
- ・血液製剤の病原菌の削減

UVC 線量と強度の測定

空気および表面の消毒用途では、微生物集団に照射されるUV線量を計算してUV効果を推定します。

UV線量は直接測定されるのではなく、プロトコルへの既知または推定の入力に基づいて推測されます。入力には、相対湿度と大気汚染物質(UV強度の減少)、照射率(接触時間)、透過率(ターゲットに到達する光)、ランプの強度などがあります。

UV線量は次のように計算されます。

$UV線量(\mu J/cm^2) = UV強度$

$(\mu W/cm^2) \times 照射時間(秒)$

照射量は、紫外線の強度と照射時間の積で、通常は平方センチメートルあたりのマイクロジュールで測定されます。ウイルスを90%減少させるには、ほとんどの細菌やウイルスの紫外線照射量は2,000~8,000 $\mu\text{J}/\text{cm}^2$ の範囲です。

4.0 殺菌および滅菌用途向けUVCセンサー

セクション3.0では、PPEの除染にUVGIを適用する際のUVC強度の測定とUVC照射量の決定の重要性について説明しました。Solar Lightが製造するUVCセンサーと放射計が、ここで大きな役割を果たします。この論文では、特に最前線の作業員が着用するPPEの除染に役立つ、投与量と強度を評価するために使用されるSolar Lightの4つの製品について説明します。製品は次のとおりです。

1. PMA 2100 ハンドヘルド、デュアル入力、データロギング放射計
2. PMA 2200 ハンドヘルド、シングル入力放射計
3. Solarmeter[®] モデル 8.0 ハンドヘルド UVC強度計
4. Solarmeter[®] モデル 8.0-RP ハンドヘルド UVC強度計
(リモートプローブ付き)

PMA2100 ハンドヘルド、デュアル入力、データ ロギング放射計

Solar Lightの多用途NISTトレーサブルモデルPMA2100ハンドヘルド、デュアル入力、データロギング放射計は、科学専門家向けに設計されており、比類のない精度と柔軟なデータ管理を提供します。このユニットは、85種類を超えるPMAシリーズ デジタルセンサーに対応しています。UVA、UVB、UVC、可視光線、IR光線を測定する光度計、UVメーターとして機能します。



Solar Lightの特許取得済みインテリジェントディテクターテクノロジーにより、ユーザーは単一目的のメーターの機能を失うことなくセンサーを交換できます。また、自動センサー認識機能により、メーターとセンサーを一致させる必要がなくなります。その結果、どのPMAセンサーもどのPMAメーターとも接続できます。これは、PPE除染手順で複数の放射計とセンサーが使用されている場合に特に便利です。PMA2100は、完全な追跡可能性を備えた1024件のレコードを保存できます。各レコードには、時間、日付、センサーの校正状況が含まれます。データロギングは、1分から2時間間隔で自動または手動でトリガーでき、USB経由でコンピューターにダウンロードできる組み込みメモリに保存されます。

センサー出力アルゴリズムは、正確な測定値、ユーザーが選択できる測定単位（フートカンデラ、ルクス、強度など）、および校正日を提供します。強度（ $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ）測定値を時間積分して、リアルタイムの累積線量（ $\mu\text{J}/\text{cm}^2$ ）情報を得ることができます。最小、最大、平均などの設定ポイントを表示して、放射計の連続観測が不可能な場合にプログラム可能な可聴アラームを設定するために使用できます。

特長

- ・ 高感度
- ・ ダイナミックレンジ 2×10^5
- ・ 優れた長期安定性
- ・ 自動または手動のデータロギング
- ・ 自動センサー認識
- ・ インテリジェントな検出器技術
- ・ NISTトレーサブルキャリブレーション
- ・ UVC線量および強度測定
- ・ 米国製

ヘルスケア用途

- ・ 皮膚およびSPFテスト
- ・ 臨床研究
- ・ 光線療法

PMA2100 ハンドヘルド、デュアル入力、データロギング放射計の詳細については、<https://kyokko.com/products/measurement/luminance/pma2100/>をご覧ください。

PMA2200 ハンドヘルド シングル入力放射計

PMA2100と同様に、モデル PMA2200ハンドヘルドシングル入力放射計は、UV、可視、IR波長を測定する85種類以上のPMAシリーズ センサーに対応しています。特許取得済みのインテリジェント検出器技術と自動センサー認識を組み合わせることで、放射計とセンサー間のシームレスな交換が可能になります。PMA2100 ハンドヘルド放射計と同様に、PMA2200では、測定単位の選択、設定値、可聴アラームなど、すべての機能をキーパッドから直接操作できます。



特長

- 高感度
- ダイナミックレンジ (6.5デジタルディスプレイ)
- 自動センサー認識
- インテリジェントな検出器技術
- NISTトレーサブル キャリブレーション
- UVC線量と強度の測定
- 米国製

ヘルスケア用途

- 皮膚および SPFテスト
- 臨床研究
- 光線療法

PMA2200の詳細については、以下をご覧ください：

<https://kyokko.com/products/measurement/luminance/pma2200/>

PMA2122 デジタル殺菌UVCセンサー(UVGI)

Solar Lightのモデル PMA2122デジタル殺菌UVCセンサーは、249～259nmの有効UVGIの強度を迅速かつ正確に測定します。

PMA2122センサーは、 $0.01 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ の分解能で $0 \sim 2000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ のUVCを検出し、UVC強度が $1500 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 未満の測定プロトコルに使用されます。PMA2122Gセンサーは、 $0.1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ の分解能で $0 \sim 20,000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ のUVCを検出し、UVC強度が $1500 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ を超える測定プロトコルに使用されます。標準センサーパッケージはIP60要件を満たしており、オプションで耐候性(IP68)センサーパッケージも利用できます。組み込みメモリモジュールは、センサーのすべての校正データ、名前、タイプ、シリアル番号を保持し、効率的なドキュメント管理とトレーサビリティを備えたハンドヘルド放射計間の迅速な交換を可能にします。

特長

- 高感度
- コサイン補正済み
- NISTトレーサブル校正
- 米国製



PMA2122 センサーの詳細については、以下をご覧ください：

<https://kyokko.com/products/measurement/luminance/pma2100/>

Solarmeter®

ハンドヘルド UVC強度計

Solarmeter® モデル 8.0およびモデル 8.0-RPは、PPEに到達するUVC強度を測定するために使用されます。UVC線量は手動計算によって決定されます。

Solarmeter® モデル 8.0 UVCメーター

Solarmeter® モデル 8.0は、0～2,000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ のUVC範囲と1 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ の分解能を備えた、ハンドヘルドのシングルボタンUVC強度メーターです。ポイントアンドクリックのSolarmeter® モデル 8.0を使用するには、上部パネルにあるセンサーを光源に直接向けるだけです。メーターの表面にある押しボタンスイッチを押し続けます。Solarmeter®モデル 8.0は246～262nmのUVCを検出します。再現性のある測定を行うには、UVC光源からメーターを繰り返し正確に配置する必要があります。



Solarmeter® モデル 8.0ハンドヘルドUVC強度メーターの詳細については、<https://kyokko.com/products/chemistry/botany/solar-light-uv/>をご覧ください。

Solarmeter® モデル 8.0-RPハンドヘルドUVC強度計(リモートプローブ付き)

Solarmeter® 8.0-RPも、0～2,000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ の範囲と1 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ の解像度を備えたハンドヘルドのシングルボタンUVC強度計で、方向測定を容易にするリモートプローブという追加機能も付いています。



特長

- 0.91メートルケーブル付きリモートプローブ (モデル 8.0-RPのみ)
- コンパクトで手持ち式、耐久性に優れています
- シンプルなシングル ボタン操作
- NISTトレーサブルな精度
- LCDディスプレイ
- 米国製

ヘルスケア用途

- UVC殺菌ランプの強度と経年劣化の監視
- 眼鏡のUVC遮断機能のテスト
- 殺菌ランプ器具の漏れの測定

Solarmeter® Model 8.0-RP ハンドヘルドUVC強度計の詳細については、<https://kyokko.com/products/chemistry/botany/solar-light-uv/>をご覧ください。

5.0 製品比較 - UVGIによるPPEの除染用 SOLAR LIGHT製UVCセンサーおよび放射計

型番	良い		より良い		最良	
	Solarmeter® モデル 8.0	Solarmeter® モデル 8.0-RP	PK2222-10-10	PK2222-1G-10	PK2122-20-10	PK2122-2G-10
						
説明	ハンドヘルド シングルボタン UVC強度メーター	ハンドヘルド シングルボタン リモートプロープ付 UVC強度メーター	ハンドヘルド放射計 UVC 殺菌センサー 1個、10mケーブル	ハンドヘルド放射計 UVC 殺菌センサー 1個、(拡張範囲) 10mケーブル	ハンドヘルドデータ ロギング放射計 UVC殺菌センサー 2個、10mケーブル	ハンドヘルドデータ ロギング放射計 UVC (拡張範囲) 殺菌センサー2個、 10mケーブル
強度	○	○	○	○	○	○
線量			○	○	○	○
リモート測定 (3フィート)		○				
リモート測定 (10メートル)			○	○	○	○
シングル センサー		○	○	○		
デュアル センサー					○	○
UVC 範囲:0~2000 μ W/cm ²	○	○	○		○	
UVC 範囲:0~20000 μ W/cm ²				○		○
データロギング					○	○
NIST校正済み	○	○	○	○	○	○