

## UV-LED 硬化システムに最適な UV 放射計

ファインセンシング株式会社

UV-LED 硬化装置の実用化はここ数年のことである。一方で UV 硬化材料の根本技術も 2000 年頃には確立しており、UV-LED 硬化に適した材料として酸/ラジカル発生剤を重合分子内に組み込んだものも登場し始めている。UV-LED の短波長化および高出力化と同時に UV 硬化材料の長波長化が同時に進んでいる現在は UV-LED 硬化技術の普及期である。ここに、従来のランプ光源に合わせて設計された UV 放射計を LED で使用するとと言う mismatch が発生している。

### 1. UV-LED の発光スペクトル

UV 硬化用の高出力 UV-LED と UV ランプの発光スペクトルを図1に示す。UV-LED は、発光波長 365nm、375nm、385nm、395nm、405nm の5種類のデータを含めている。UV ランプは広い波長域の発光スペクトルを示すが、UV-LED のスペクトルは、それぞれの中心発光波長のまわりに狭い発光スペクトルを示している。ここで、UV ランプに比べて UV-LED の発光ピーク強度が非常に大きいことは興味深い。代表的 UV ランプの 365nm のピーク強度は  $2\text{W}/\text{cm}^2$  程度、一方 395nm や 405nm LED のピークは  $10\text{W}/\text{cm}^2$  であり、UV ランプのピーク強度の5倍に達する。

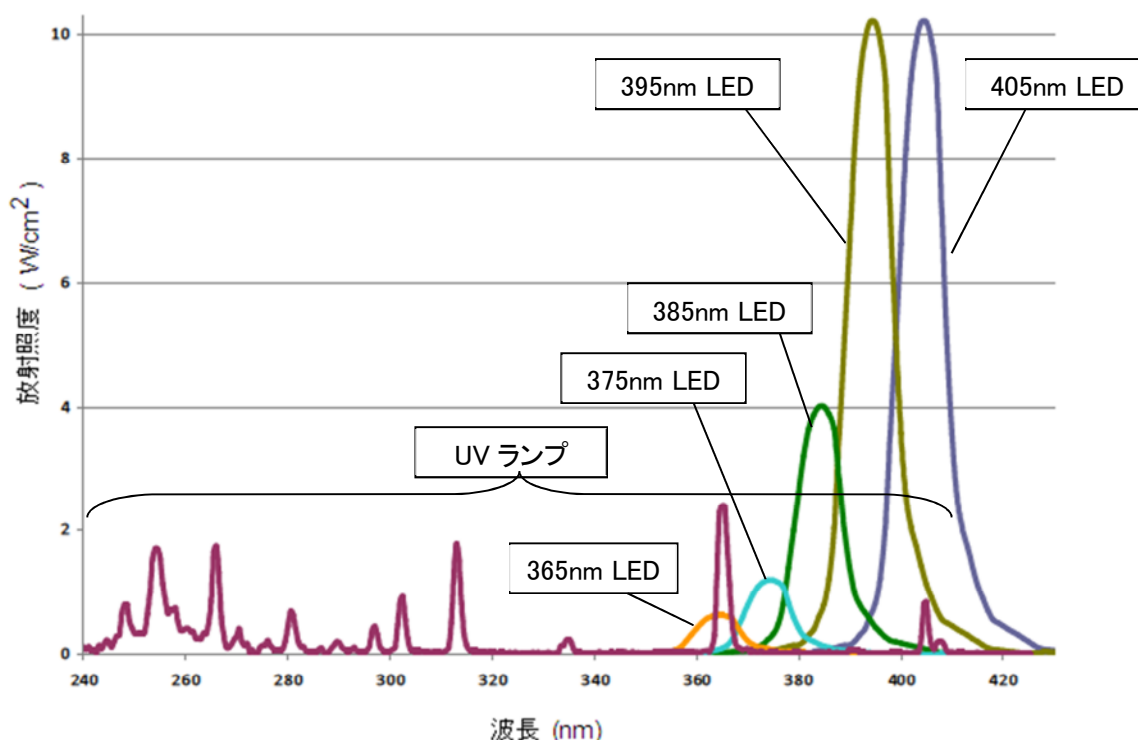


図1 UV ランプと UV-LED の代表的な出力スペクトル特性

### 2. UV-LED 出力の測定

UV-LEDチップを供給しているメーカーは世界でも限られているが、いずれのメーカーもLED出力を積分球で測定している。積分球を用いると、UV-LED から放射される全ての光エネルギーを測定できる。一方 UV-LED を

用いて装置を設計・開発・製造する際、あるいは UV 硬化装置を用いる現場では、積分球での測定を行うのは難しいので、UV 放射計が使用されている。

市販されている UV 放射計には、センサヘッドを取り替えて使用するタイプや、感度波長が異なる複数のセンサを内蔵したものなどがある。いずれにせよ、1つのセンサで広い波長をカバーするものではなく、感度波長が異なる複数のセンサを用いている。多くの UV 放射計は、UVC、UVB、UVA、UVV の波長範囲(図2)をそれぞれ受け持つセンサを複数用いている。

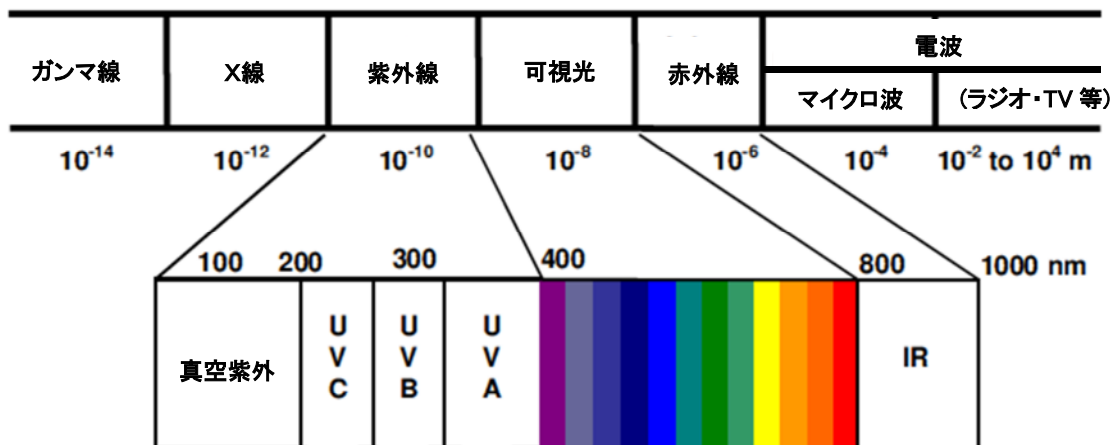


図2 電磁波のスペクトル

ここで395nmのLEDの強度測定を行うとする。この波長に近いセンサには、375nmにピーク感度を持つUVA用センサがある。このUVAセンサの感度特性は、図3から分かるように375nmに感度ピークを持ち、その両側で急激に感度がなくなる。395nmでの感度はピーク感度の75%まで低下する。測定誤差が75%もある。

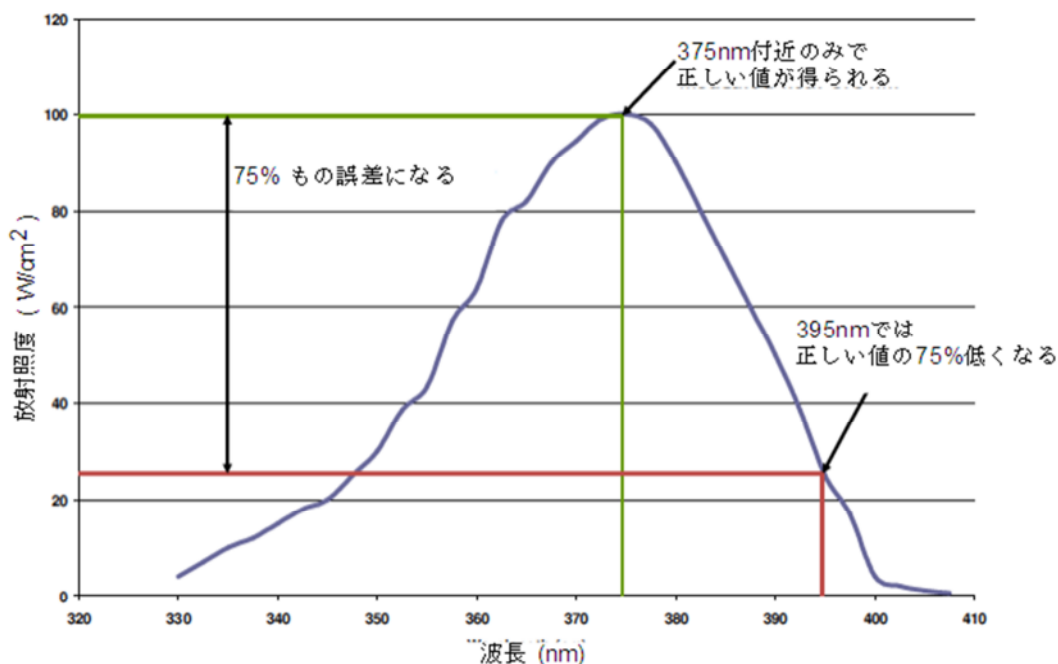


図3 一般的な放射計のUVAセンサの波長感度特

次に、同じ 395nm の LED を、395nm に近い 412nm にピーク感度を持つ UVV 用センサで測定してみる。UVV センサの感度特性を図4に示す。395nm での感度低下はピークの 35%となる。測定誤差は 35%である。このように、従来の放射計は、そのセンサ特性は UV-LED に適合していないことを疑う必要がある。一般的にUVランプ用の従来の放射計では、UV-LEDのUV出力を正確に測定できない。

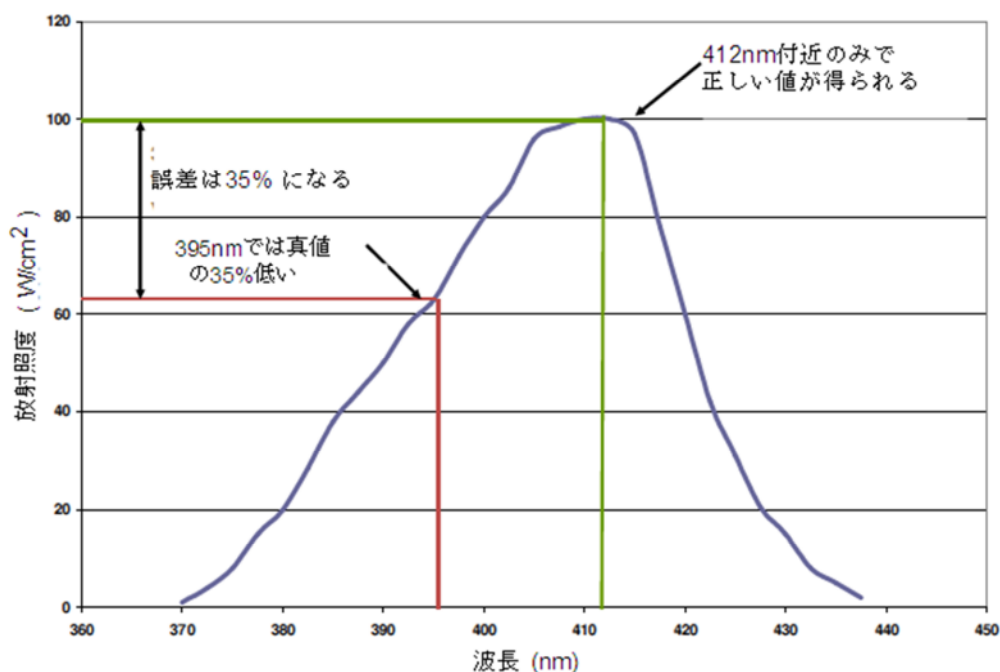


図4 一般的な放射計の UVV センサの波長感度特性

この問題を解決するためには、高出力 UV-LED の発光波長範囲で、フラットな波長感度特性をもつセンサを使うと良い。Integration Technology 社と EIT 社が協同開発した UVICURE PLUS II および PowerPuck II (図5) は、375~415nm の波長領域においてフラットな感度特性(図6参照)をもつセンサを搭載し、正確な強度 ( $W/cm^2$ ) や積算光量 ( $J/cm^2$ ) を測定可能である。このセンサを UVA2 センサと呼んでいる。

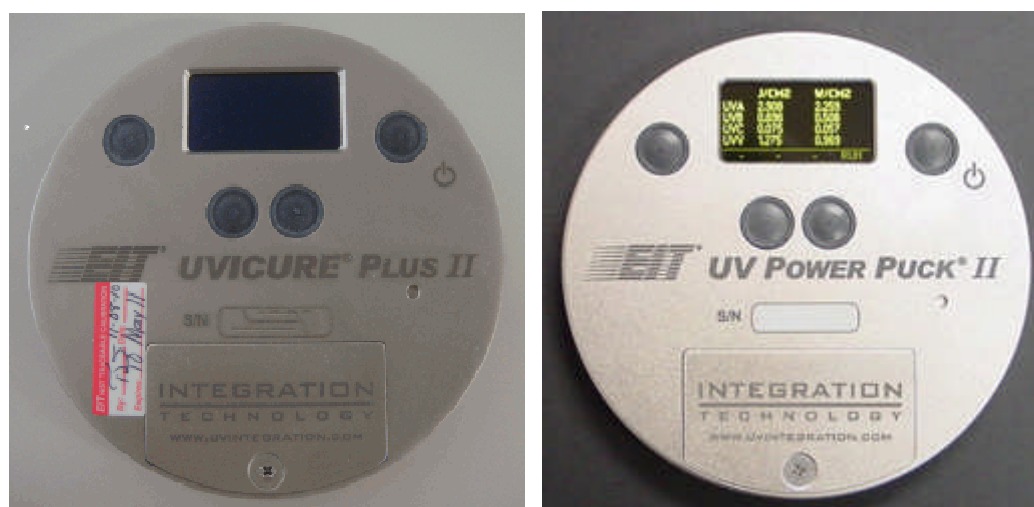


図5 UVICURE PLUS II および UV Power Puck II の外観

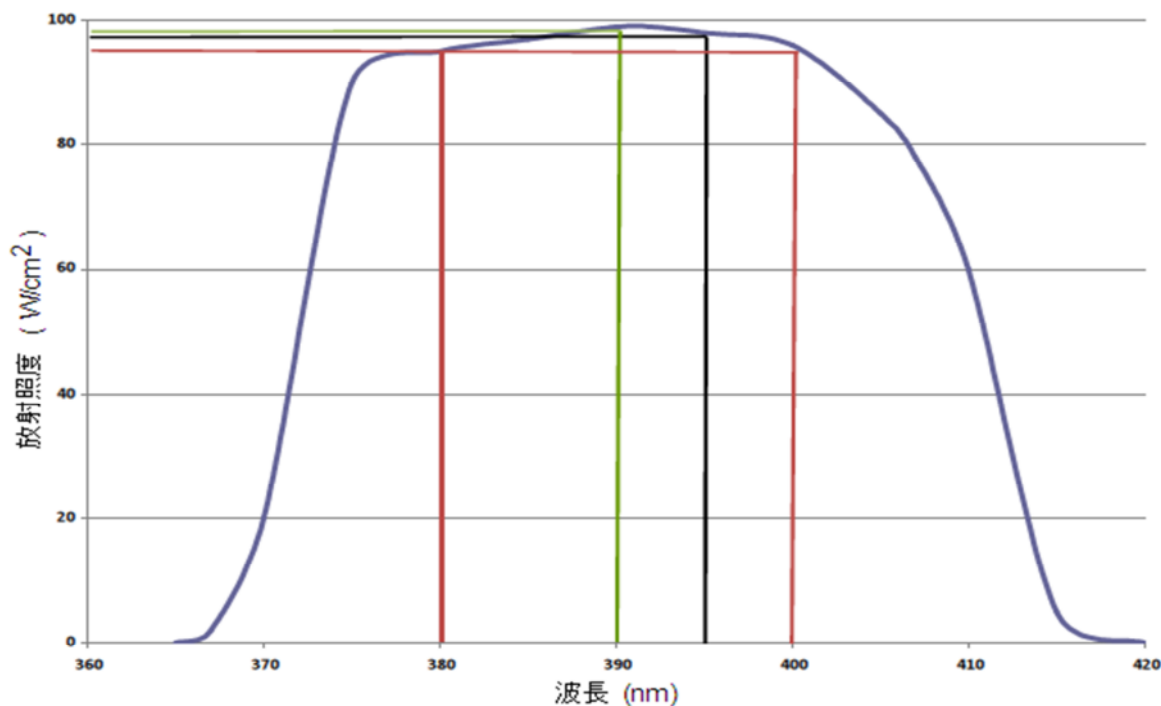


図6 UV-LEDに適したセンサの波長感度特性 (UVA2 センサ)

一般的なUV放射計で使用されるセンサの感度波長および UVA2 センサの感度波長は以下の通りである:

- ・ UVC センサ: 250~260nm,
- ・ UVB センサ: 280~320nm
- ・ UVA センサ: 320~390nm
- ・ UVV センサ: 395~445nm
- ・ UVA2 センサ: 375~415nm

PowerPuck II は、UVB、UVA、UVA2、UVV の4個のセンサを内蔵する。センサを1個のみ搭載する廉価版 UVICure Plus II (UVA2)も用意されている。PowerPuck II および UVICure Plus II はともに最大 10W/cm<sup>2</sup> まで測定可能で、最近の UV-LED 硬化装置の強度レベルにも対応している。

なお、可視光の放射計に比べて、UV 放射計は一般的に測定精度と繰返し再現性が悪い。測定精度は±10%程度、繰返し再現性は±5%程度、感度の温度変動は 0.2%/°C程度となる。

以上

## UVICURE UVA2 PLUS II / UV PpowerPuck II の仕様

項目	仕様
ディスプレイ	読みやすい黒地に黄色の表示
ダイナミックレンジ	<b>10W</b> ・ UVA, UVB, UVV, UVA2: 100mW/cm <sup>2</sup> ~ 10W/cm <sup>2</sup> ・ UVC: 50mW/cm <sup>2</sup> ~ 1W/cm <sup>2</sup> (Low Power Mode: UVA, UVB, UVC, UVA2: 1mW/cm <sup>2</sup> ~ 100mW/cm <sup>2</sup> )
精度	最大±10% (通常±5%)
波長レンジ	<b>標準 PowerPuck II</b> (異なる4つのセンサ内蔵) ・ 320~390nm (UVA)、280~320nm (UVB)、250~260nm (UVC)、395~445nm (UVV) <b>UVA2 PowerPuck II</b> (異なる4つのセンサ内蔵) ・ 320~390nm (UVA)、375~415nm (UVA2)、250~260nm (UVC)、395~445nm (UVV) <b>UVICURE UVA2 PLUS II</b> (内蔵センサ1個、発注時下記から1つ選択) 320~390nm (UVA) / 375~415nm (UVA2) / 280~320nm (UVB) / 395~445nm (UVV)
斜め入射	強度は、入射角度のほぼコサイン
自動電源オフ	約2分放置すれば、自動電源オフ
電池	アルカリ単四電池、2本使用
電池寿命	ディスプレイON時、約20時間
寸法	直径117mm、厚み12.7mm
重量	289g
外装材料	アルミニウム、ステンレス
キャリングケース	標準添付、260g (内部:ウレタンフォーム、外部:ナイロン)
	W: 274mm、H: 89mm、D: 197mm
PC接続ケーブル	USBケーブル
ソフトウェア	PCとのUSB通信ソフトウェア

【輸入元・問合せ先】



**ファインセンシング株式会社**  
 〒273-0025 千葉県船橋市印内町568-1-3  
 TEL: 047-495-9120 FAX: 047-495-9121  
 URL: <http://finesensing.com>  
 E-mail: [inquiry@finesensing.com](mailto:inquiry@finesensing.com)

【販売元】



**株式会社エーディーエステック**  
 〒273-0025 千葉県船橋市印内町568-1-1  
 TEL: 047-495-9070 FAX: 047-495-8809  
 URL: <http://www.ads-tec.co.jp>  
 E-mail: [sales@ads-tec.co.jp](mailto:sales@ads-tec.co.jp)