

# スペクトル照射曲線の使用

## Using the Spectral Irradiance Curves

ここでは、前ページでご紹介したスペクトル照射データの使用例をご説明します。まず、光源サイズの重要性を検討し、次にアーケランプからの重スペクトル線についてご説明します。繰り返しのようになりますが、特に光源から検出器までのシステムの「総照射量」に限りがある場合は、最終構成で必ず試験を行う必要がありますので、ご注意ください。

### 光源のサイズ

ランプの選択に限っては、ここでご説明した照射曲線は誤解を招くおそれがあります。グラフからは、ランプの出力が上昇すると、照射量も増大するように見えます。照射量は多ければ良いとは限りません。低出力のランプにもそれぞれ長所があります。

1. 多くのアプリケーションでは、光源の再イメージングが必要です。低出力のランプでは照射領域が狭く、アーケやフィラメントが小さくなります。これらは、より高出力のランプに使われる大きなランプやフィラメントと同等の輝度、あるいは時としてより高い輝度を有します。対象物上で得られる光束密度は、小型のランプでも、大型のランプでも同等です。対象物（モノクロメータのスリット、ファイバ、サンプルなど）が小さい場合、大型ランプでは作業しにくくなります。注記：一部のキセノンランプに使用される小型アーケは、多くのアプリケーションで水銀ランプやQTHランプよりも効率が良くなる場合があります。
2. 小型ランプは容易に駆動できます。必要な合計パワーも、産出する合計パワーも少なくすみます。場合によっては、高出力ランプと同様に、液体フィルタを使用して高出力を除去し、光学部品を保護する必要があります。オプティクスへの損傷以外にも、kW光源を連続駆動すると、実験室や機器が熱を持ってしまいます。そのため、お客様の光学システムを十分に検討いただき、ニーズに見合う最も低出力のランプを選択していただくことを推奨します。

極端な例ですが、50W出力のランプ（6332）とkW出力のQTHランプ（6315）を比較してみます。曲線を見ると、kWのランプは小型ランプに比べて約20倍の照射量があることがわかります。しかし、6315のフィラメントが6x16 mmであるのに対して、50Wのランプのフィラメントは3.3x1.6 mmです。対象物が小さい場合、再イメージ化した小型ランプの方が、kWランプを再イメージ化した場合よりも、実際に対象物上の出力は大幅に高くなります。広範囲に照射する必要があれば、kWランプの方が適しています。

### アーケランプからのスペクトル線

水銀ランプはUV線の強度が高いことから多くのUV検出プロセスおよび発光励起用途に選ばれています。313 nm、365 nm、404 nmまたは436nmの照射光の励起効率が高い場合は特にその傾向があります。（励起光源の波長をスキャンする必要がある場合、より平滑なスペクトルを有するキセノンランプの方が適していることがあります。キセノンランプでは、検出システムのダイナミックレンジやリニア範囲に関する懸念はわずかです。水銀ランプの出力は波長と共に急速に変動しますので、光源をスキャンし、個別のスキャン結果の比率を求めたり、差し引いたりするような用途では、波長の再現性が要求されます。）

当社では、スペクトルキャリブレーション用水銀ランプから得られるスペクトル線の波長を公開しています（P101を参照）。これらのスペクトル線は、一部が極めて狭線幅ですが、その他は構造的な広がりを持っており、低圧ランプから得られるこれらのスペクトル線の波長値、また、そのうちの幾つかに用いられる初期の英字記号は、すべての水銀線のラベルとして今でも使用されています。

i ライン	h ライン	g ライン	e ライン
365.01 nm	404.65 nm	435.84 nm	546.07 nm

Newportの照射データの線幅は広く、一部の線は一般的な値からずれています。これは、ドップラー拡大と自己反転が原因です。自己反転は、より温度の低い水銀を通過する照射光の通路に依存しますので、正確なスペクトル特性はランプの種類とエンベロープ温度に多少依存します。図1は「254 nm」のラインを示します。6035のスペクトルキャリブレーションランプの出力が中心ですが、6286モデルの350Wハロゲンランプで実質的に吸収されていますので、実際には250 nmのラインを見る必要があります。これは、このラインや、その他の一部のラインに干渉フィルタを選定する場合に重要となるポイントです。

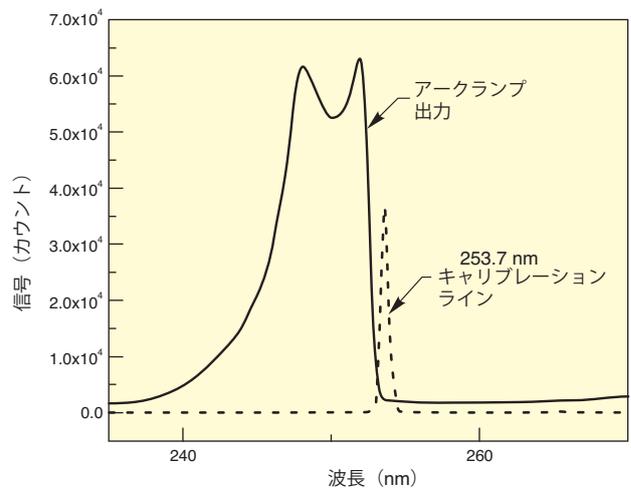


図1：350Wハロゲンアーケランプから得られる「254」nmのライン。キャリブレーションラインをあわせて示しています。キャリブレーションラインの線幅（FWHM）はこの時の機器限定で0.58 nmでした。1200 l/mmの回折格子、50 μmのスリット、フォトダイオードアレイを搭載したMS257TM分光器を使用して記録しました。

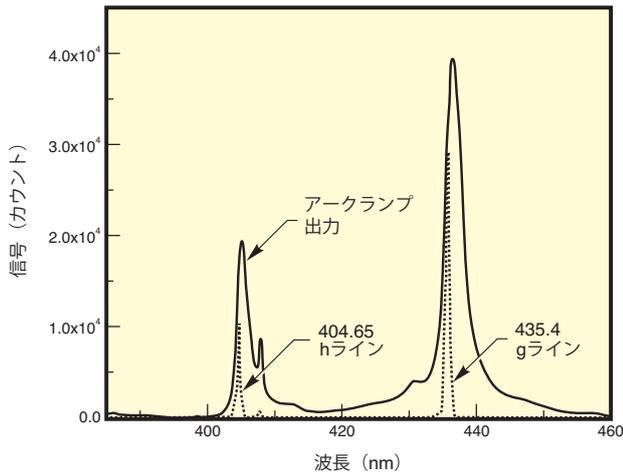


図2：同じ機器を使用して記録した、350Wハロゲンランプから得られるgラインとhライン。キャリブレーションラインをあわせて示しています。これらのデータはMS257TM分光器とPDAを使用して記録していますので、波長キャリブレーションは正確です。

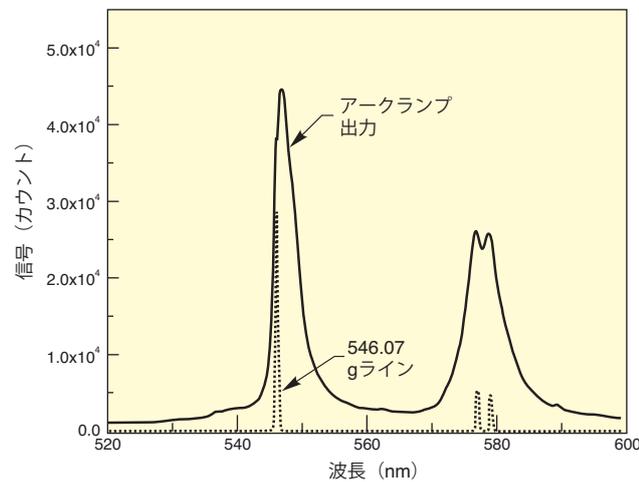


図3：緑色の546.1nmのラインと黄色の二重ピーク。

図2と図3を高分解能でスキャンしても、線幅拡大を示します。計算目的の場合、実際のライン形状はそのラインに近い波長帯の総照射量ほど重要でないことがほとんどです。これは、高分解能のスキャンでも低分解能のスキャンでも同様です。ライン形状と高さは異なりますが、スキャンの下部領域は同じ、またはほぼ同等です。

**例1**

照度が最も高くなる方向に沿って6285 500Wの水銀アークランプを距離8ftに配置した場合の照度をftカンデラで計算します。

Newportの曲線上のデータは最高照射量が得られる方向について示しますので、照度についても同様です。

手順は次のとおりです。

1. 照射量データを測光値に変換するため、照射曲線に「光学照射用語集」および「単位」セクションの表4から得られたV(λ) データを乗算します。
2. 得られた値の単位をルクスからftカンデラに変換します。
3. 光源と対象面との距離（この例では0.5 mと8ft）の差を補正します。

**ステップ1**

可視照射光のみが測光値に寄与するので、スペクトルの400~750 nm部分のみを対象とします。（この部分の曲線はコピー機で拡大しています。）まず、4つの主な可視光線を検討します。実際には、50 mW m<sup>2</sup> nm<sup>-1</sup>となるように適宜判断して中間背景放射レベル（EB）で切り取ります。（拡大した）曲線から得られたピーク値と線幅を推定し、換算値を表にします。

λ (nm)	曲線のE <sub>λ</sub> から の推定 E <sub>λ</sub> (mW m <sup>2</sup> nm <sup>-1</sup> )	Δλ (nm)	V (λ)	ピークE <sub>v</sub> による 照度 (lux)
405	960	3.9	0.0008	2
436	1180	3.9	0.0173	54
546	1190	5	0.98	3983
580	750	8	0.87	3565
ピークからの合計				7604

使用した数値と式：

ルクス単位の照度 (E<sub>v</sub>) = E<sub>λ</sub> × Δλ × 683 × V(λ)。注記：546 nmと580 nmでの寄与が優勢なため、合計照度が高くなっています。背景放射による寄与は、次のとおりです。

$$E_b \times 683 \times \int V(\lambda) d\lambda = 0.05 \times 107 = 3654 \text{ lux}$$

ピークと背景放射から得られた合計照度は、距離0.5 mで約11260ルクスです。

**ステップ2**

1ルクスが1ルーメンm<sup>2</sup>であり、1ftカンデラが1ルーメンft<sup>2</sup>ですので、11260を10.76で割ると距離0.5 mでは1046ftカンデラとなります。

**ステップ3**

8ft (2.44 m) では、この値は1046 × (0.5)<sup>2</sup> / 2.44<sup>2</sup> = 44 ftカンデラとなります。（このランプのデータファイルを使用した積分からは45ftカンデラという値が得られ、光度計を用いて測定した結果は48ftカンデラでした。）

**WEB** 詳細は当社のWebサイトを参照してください。