

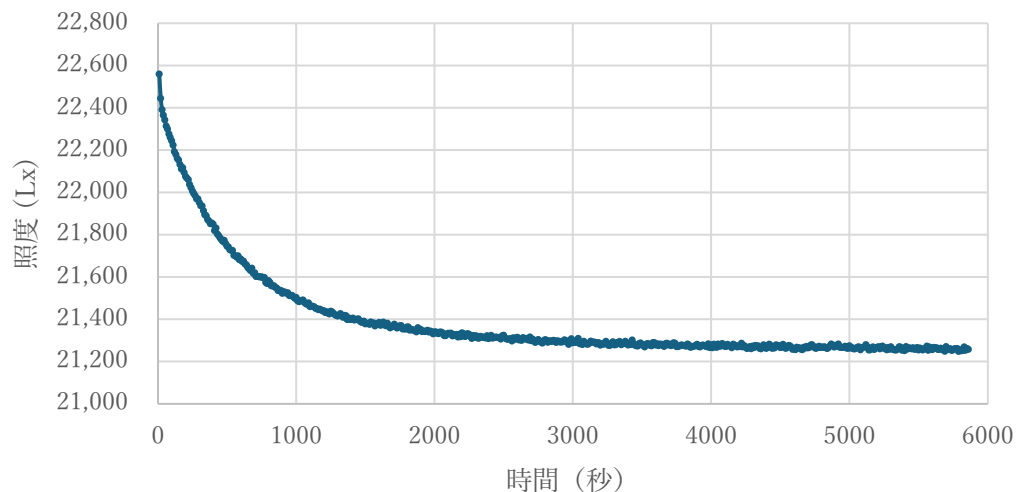
# ライトアナライザー(LA-105)による実測例

## 1. LED ランプの測定

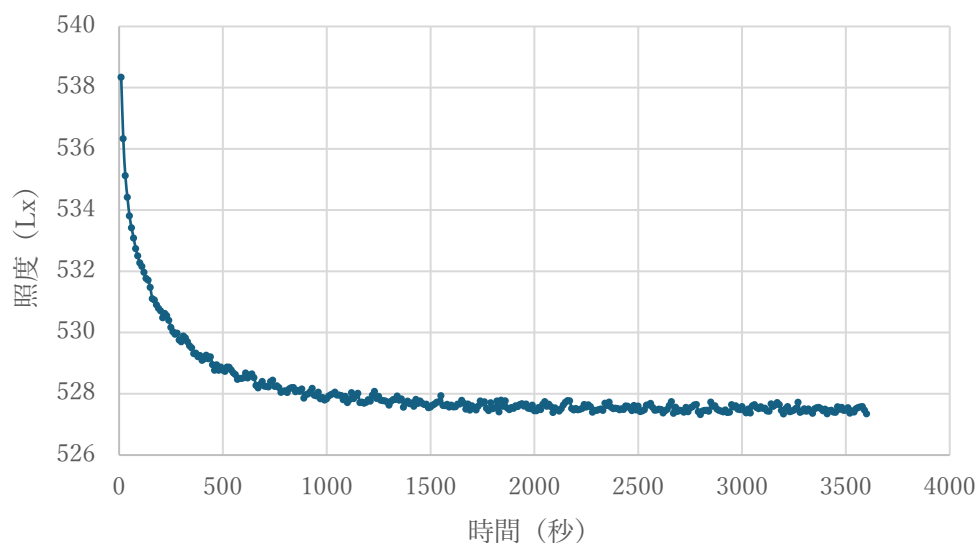
下図は、弊社の人工気象器(LPH-411PFDT-S)に内蔵された植物育成用 LED ランプ及び一般用 LED ランプの照度を点灯直後から 10 秒間隔で測定したものです。照度は時間と共に低下し、一定値に達するのに約 1 時間を要しました(植物育成 LED ランプの照度低下は約 6%、一般用 LED ランプは約 2%)。従って、LED ランプの照度を正確に測定するためには、1 時間以上のウォーミングアップ時間が必要であることが分かります。この照度低下は LED の出力が温度上昇により低下するためと考えられています。

(出典 : <https://edn.itmedia.co.jp/edn/articles/2009/17/news049.html>)

植物育成用LEDランプ点灯後の照度の経時変化 (LA-105)



一般用LEDランプ点灯後の照度の経時変化 (LA-105)

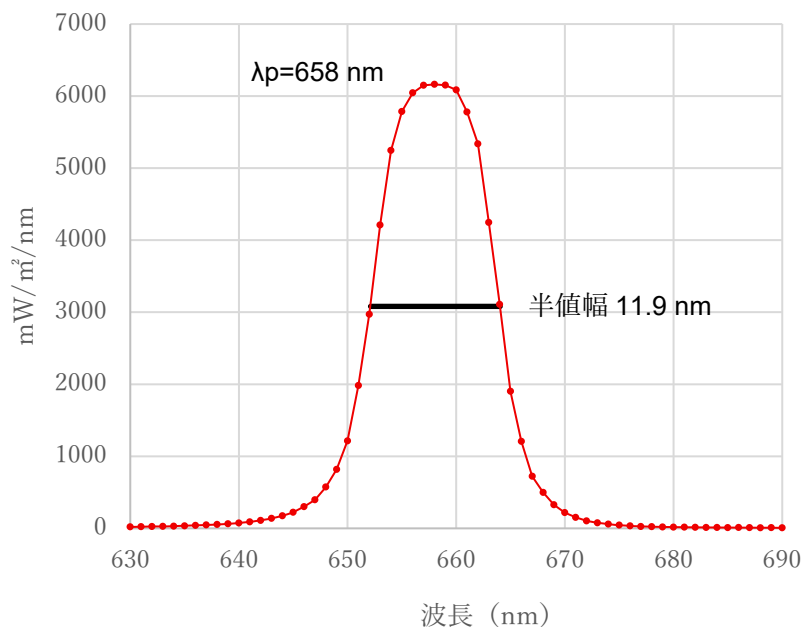


## 2. レーザー光の測定

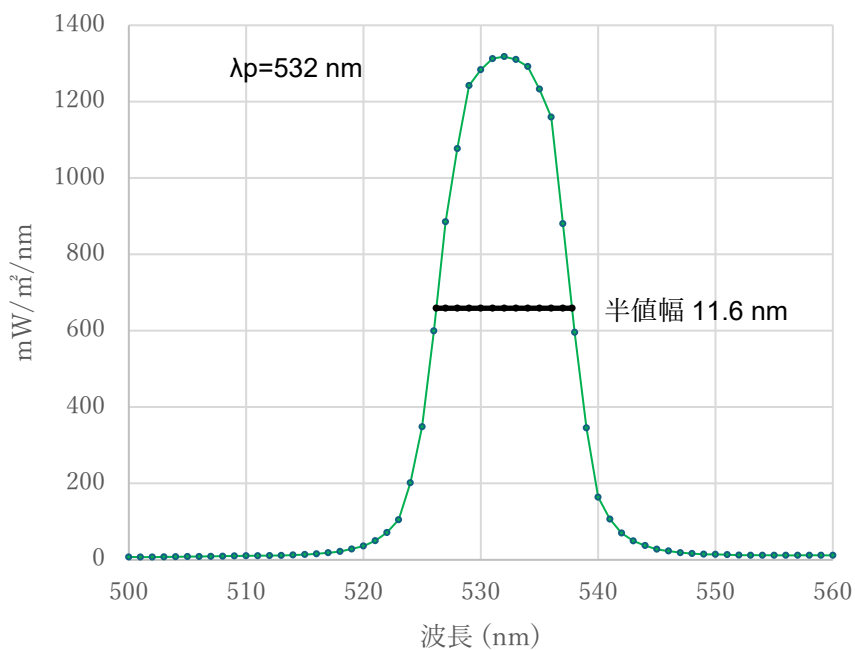
### (1) レーザー光のスペクトルと半値幅

赤色及び緑色レーザーは市販のレーザーポインタを使用しました。波長範囲は赤色が 635～680nm、緑色が 522～542nm で、出力はいずれも 5mW 未満です。

LA-105による赤色レーザー光のスペクトル



LA-105による緑色レーザー光のスペクトル



上図は、ライトアナライザーLA-105によって得られた赤色及び緑色レーザー光の発光スペクトル及び半値幅を示しております。

半値幅(FWHM)は波長分解能とほぼ同義で、隣接する2つのピークを区別する能力を表します。赤色レーザー及び緑色レーザーともLA-105の半値幅約12nmとなりました。この半値幅はライトアナライザーの仕様書に記載の約12nmと一致します。レーザーポインタは、そのスペクトル線幅がメーカーのカatalogによると、0.1nm未満であることから(<https://jp.highlasers.com/5mw-red-laser-pointer-635nm-b/>)、分光器の波長分解能を測定するための光源として使用可能と思われます。

#### 注) 半値幅の計算方法

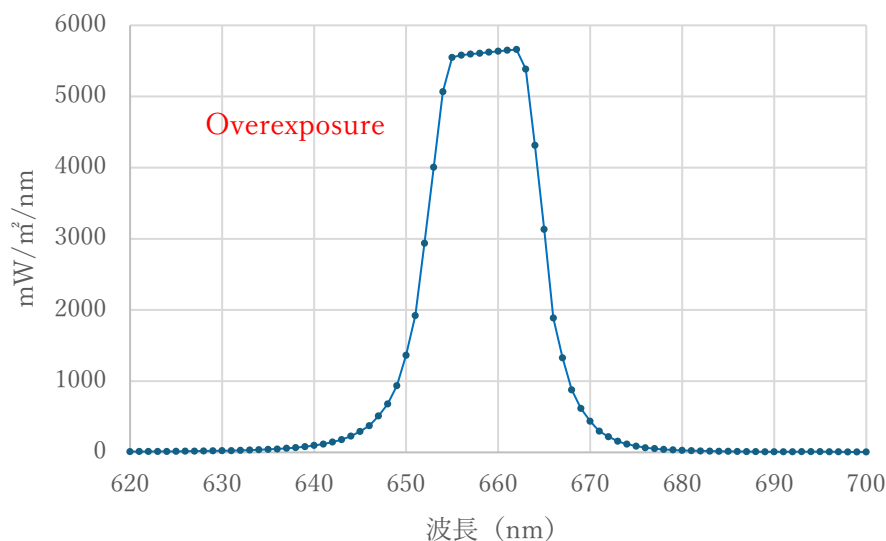
ピーク波長の分光放射照度の半分の値(半値)を挟む2点を直性とみなし、その直線の方程式(上向きと下向きの2本)から半値を示す波長を計算で求め、この2つの半値の波長の差から半値幅を求めました。

#### (2) レーザー光による露光オーバー

レーザー光のエネルギーは非常に高いため、露光時間を自動モードに設定しても露出オーバーとなってセンサーが飽和する場合があります。下のスペクトルでは、ピークの頂上部分がカットされて平坦となり、露光時間は2msになっていました。2msは最小の露光時間ですので、2msの場合は露光オーバーの可能性があります、注意する必要があります(センサーの個体差もあります)。

### LA-105による赤色レーザー光の測定

#### 露出オーバー

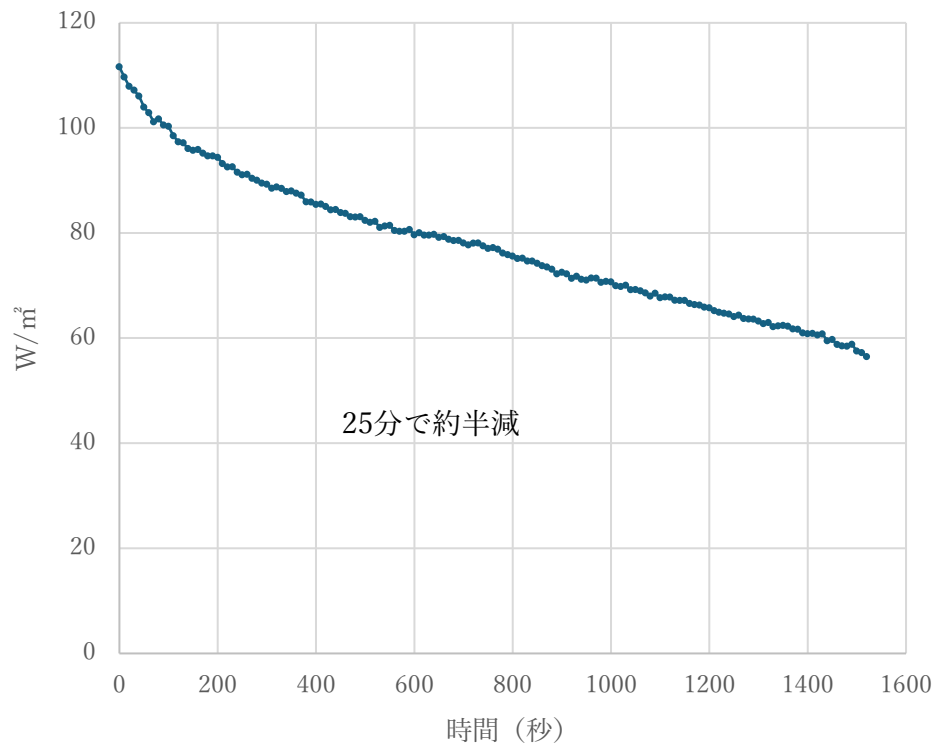


#### (3) レーザーポインタの連続照射

赤色レーザーポインタを連続照射し、時間と放射照度の関係を示したのが下図です。25分(1500秒)の連続照射で放射照度が約半減することが分かりました。レーザーポインタに限らず一般的にレーザー光の出力は連続照射により低下しますが、その原因の一つに温度上昇が挙げられています。

(出典: <https://www.klv.co.jp/corner/laser-cooling-method.html>)

赤レーザーポインターの照射時間と放射照度との関係

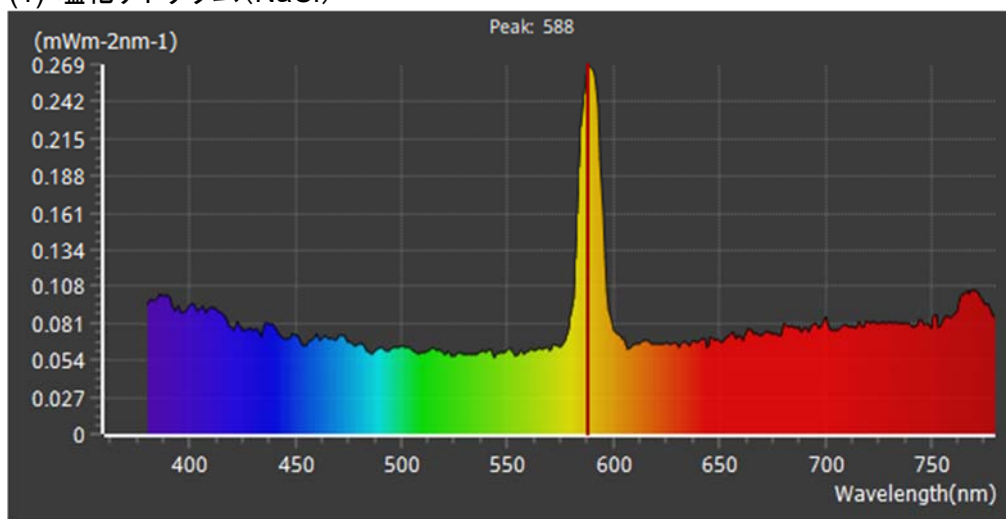


### 3. 炎色反応(原子発光)スペクトルの測定

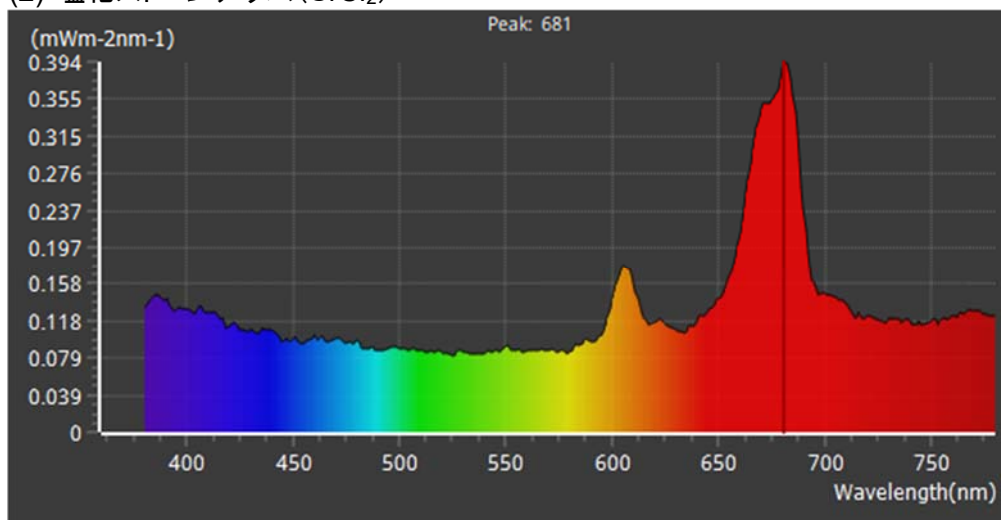
化学の実験で有名な炎色反応ですが、目で見ただけでなく、発光スペクトルを測定することにより理解が深まります。

アマゾンで販売されている炎色反応キットを用い、炎から水平方向約 10cm の距離にライトアナライザーLA-105 のセンサーを置いて各元素の発光スペクトルを測定しました。

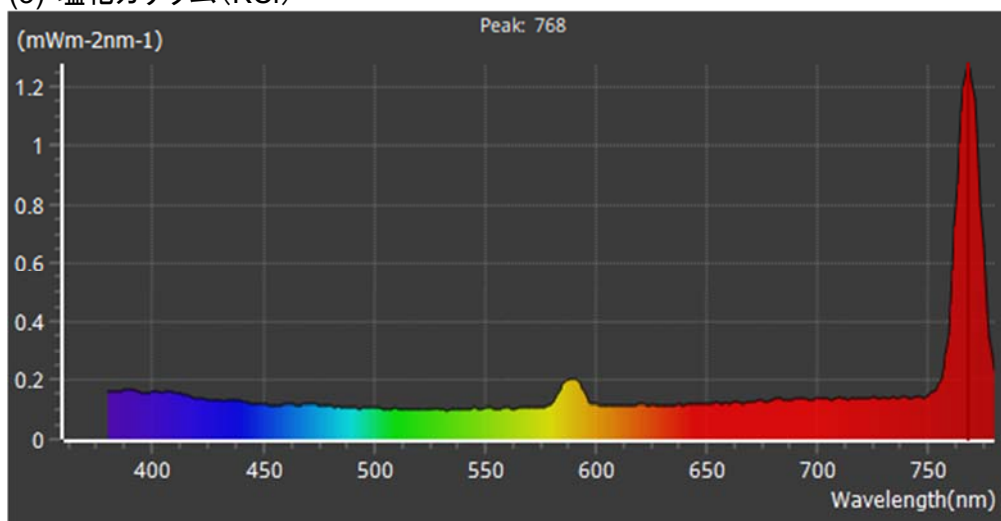
#### (1) 塩化ナトリウム (NaCl)



(2) 塩化ストロンチウム ( $\text{SrCl}_2$ )



(3) 塩化カリウム ( $\text{KCl}$ )



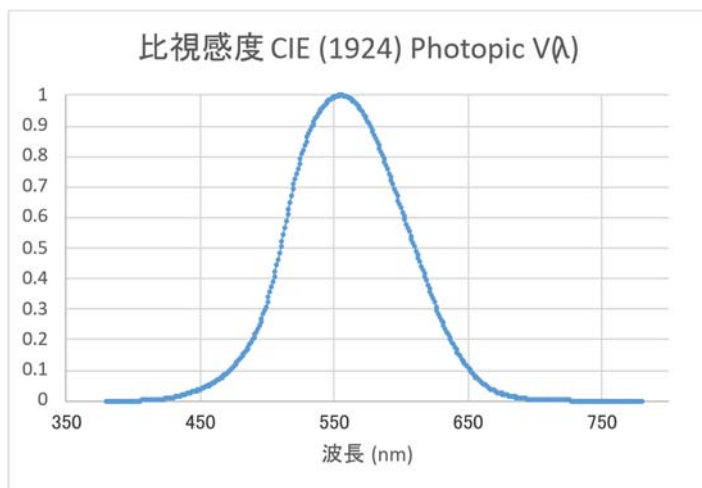
ピーク波長の実測値と文献値は以下の通りです。

|                 |                                   |
|-----------------|-----------------------------------|
| NaCl            | 実測値 588nm、文献値 589.0nm 及び 589.6 nm |
| $\text{SrCl}_2$ | 実測値 600nm~700nm、文献値 620nm~700nm   |
| KCl             | 実測値 768nm、文献値 766.5nm 及び 769.9nm  |

ナトリウムのピーク波長は、文献では 589.6nm 及び 589.0nm と 2 本ですが、ライトアナライザーの分解能からはこの 2 本のピークは区別できず、588nm の 1 本のピークとなっています。

カリウムの原子発光も 766.5nm と 769.9nm に 2 本のピーク(ピーク間隔 3nm)がありますが、ライトアナライザーではその平均値のピーク波長である 768nm の 1 本のピークが得られております。これは、ライトアナライザーの波長分解能が 12nm であるため、3nm 間隔の 2 つのピークを区別できないためです。

なお、カリウムの炎色反応の色は紫紅色などと云われていますが、実際に眼で見た場合、燃料として用いたエタノールの炎以外に何も見えませんでした。これは、768nm における比視感度が 0.0000344 と殆どゼロであり、人間の眼には見えないためと思われます。

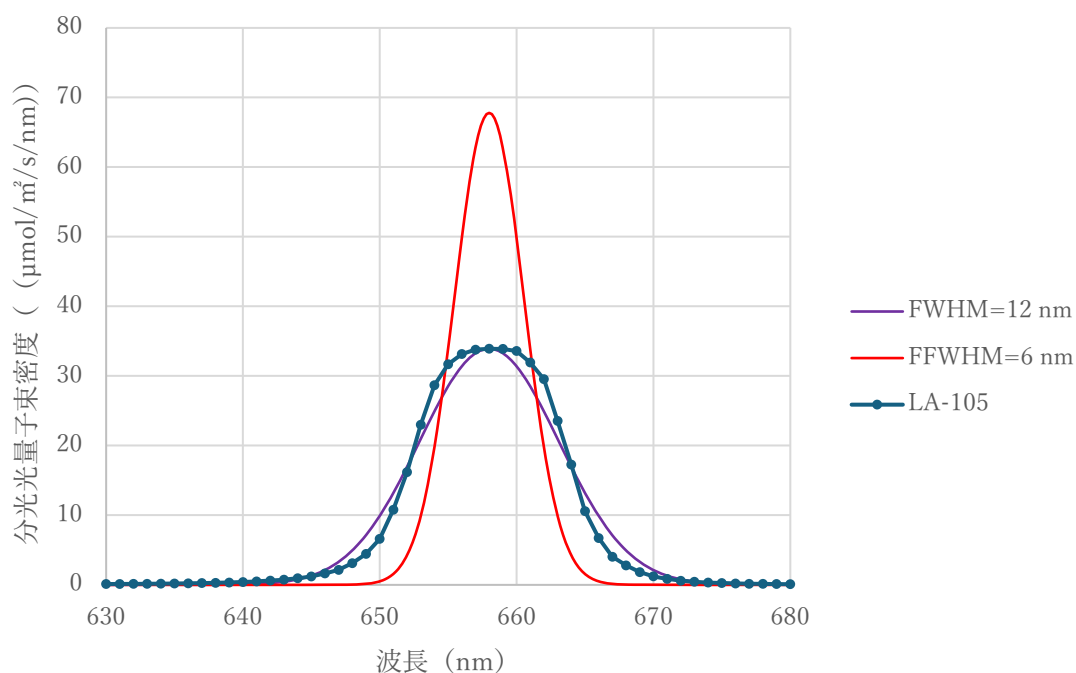


注) 明所比視感度の数値データは (<http://www.cvrl.org/cie.htm>) のページの中ほどにある Luminous efficiency functions の CIE (1924) Photopic  $V(\lambda)$  にあります。

#### 注) 半値幅(FWHM)と光量子束密度

LA-105 による赤色レーザー光の実測値(青色)を正規分布曲線で近似したものが下図の紫色のピークです。LA-105 の実測値のピークの曲線下面積(光量子束密度)は正規分布曲線で近似した紫色のピークの曲線下面積とほぼ一致しました。また、正規分布曲線で近似した紫色のピーク(半値幅が 12nm)と赤色のピーク(半値幅が 6nm)の曲線下面積は理論上同じになります。したがって、一見、半値幅が狭いほうが曲線下面積が大きく見えますが、波長分解能(半値幅)にかかわらず曲線下面積である光量子束密度は同じになると考えられます。

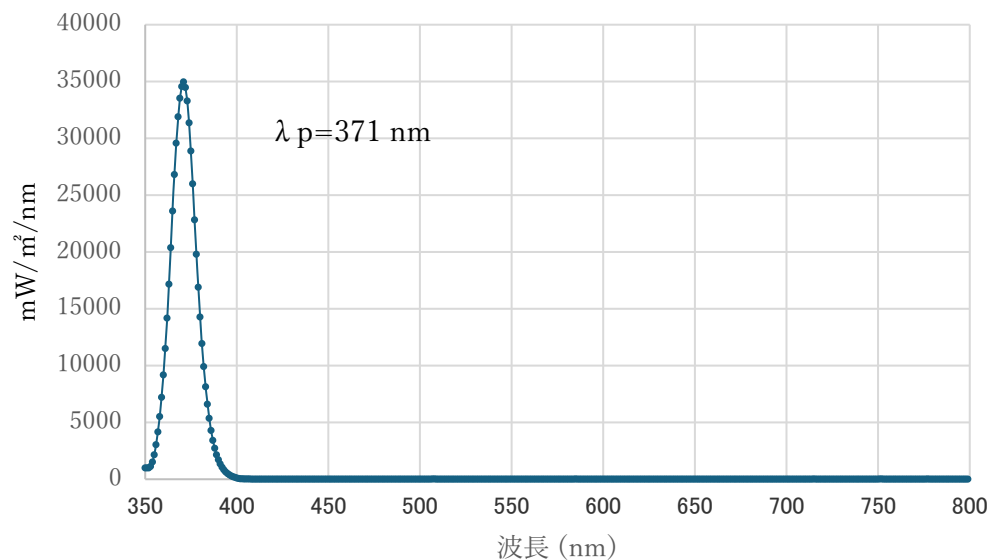
赤色レーザー光のLA-105による実測値と正規分布曲線による  
シミュレーション



#### 4. ブラックライト(UV ライト)のスペクトル測定

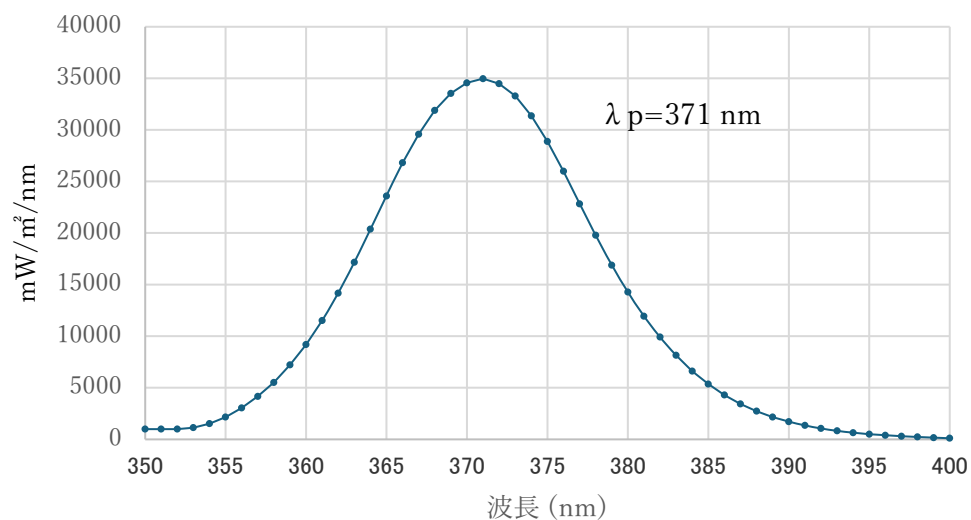
LA-105 と比べて測定波長範囲が広く(350~800nm)かつ露光時間が約 1/10 の LA-106 を用いて、Alonefire 社製のブラックライト SV99 の発光スペクトルを測定しました。

LA-106で測定したブラックライトのスペクトル



Alonefire 社製のブラックライト SV99 の商品説明では波長 365nm と記載されていますが、LA-106 で実測するとピーク波長は 371nm でした。

LA-106で測定したブラックライトのスペクトル



上図はピークを 350nm~400nm の範囲で表示したものです。