

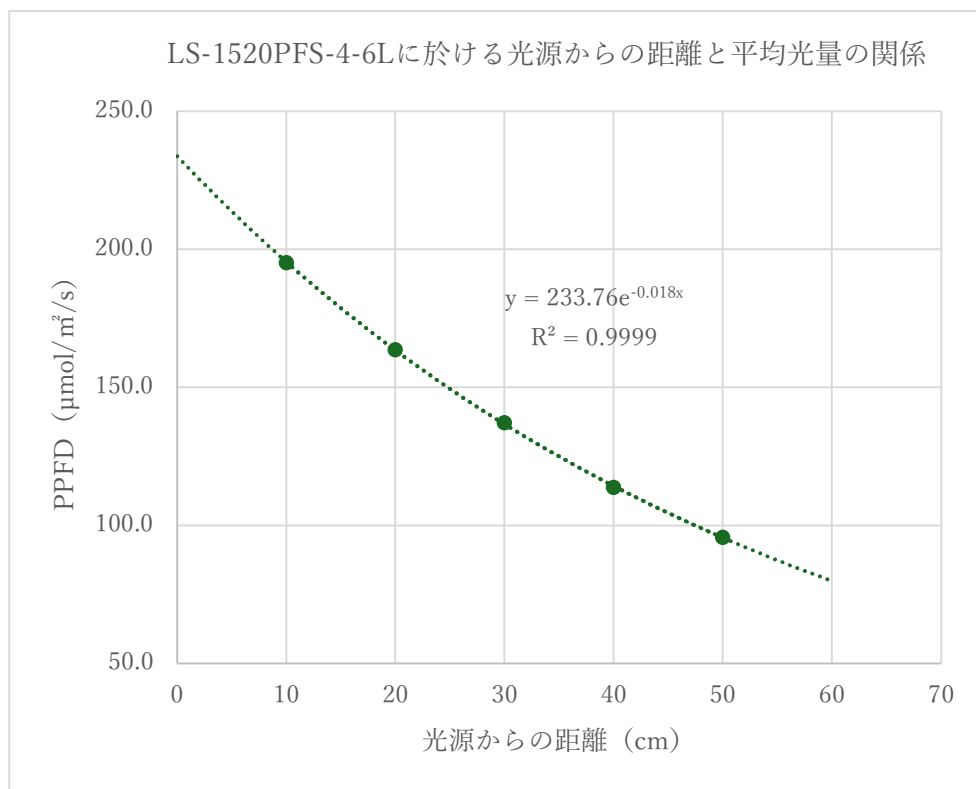
ライトアナライザー(LA-105)による実測例

1. [光源からの距離と光量の関係](#)
2. [光の入射角度と光量の関係](#)
3. [LED ランプの安定化時間](#)
4. [赤色レーザー光の発光スペクトルの測定](#)
5. [蛍光灯の発光スペクトルの測定](#)

1. 光源からの距離と光量の関係

点光源の場合は理論的には光量は光源からの距離の 2 乗に反比例します。しかしながら、実際の光源、特に多数の LED チップを埋め込んだ LED ランプでは、光源近傍の光量は距離と共に緩やかに低下します。

下図は弊社の照明育成棚(LS-1520PFS-4-6L:132 個の LED チップを埋め込んだ直管型 LED を 6 本配置したもの)の光源からの距離と PPFD の関係を示したものです。実測値は $y = a \cdot e^{-kx}$ (a と k は定数で、 x が光源からの距離)の式でうまく近似できます。



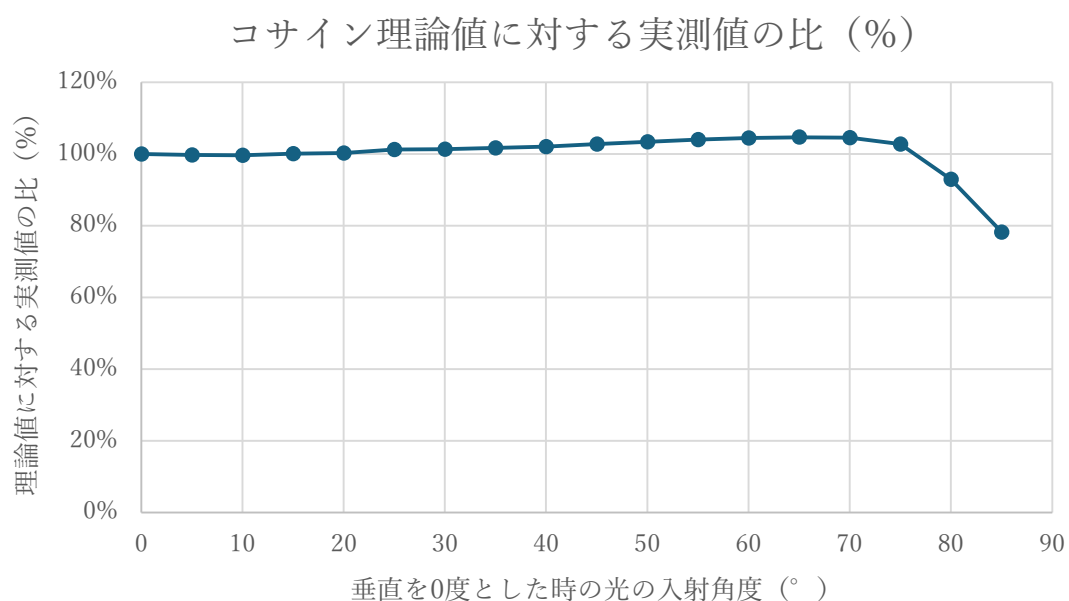
注) 測定値は各棚の光源下の 25 箇所(縦 5 箇所×横 5 箇所)で測定した PPFD の平均値です。

2. 光の入射角度と光量の関係

ある面に光が照射される場合、その面の光量は入射光と面の法線との間の角度 θ の余弦と正比例します。(ランベルトの余弦則)。下表はライトアナライザーに光を 5 度間隔で斜めに照射し、放射照度 (W/m^2) を測定したものです。例えば、30 度では $\text{Cos}(30^\circ) = \sqrt{3}/2 = 0.866$ 、60 度では $\text{Cos}(60^\circ) = 1/2 = 0.5$ ですが、実測値はそれぞれ、30 度で 0.877 及び 60 度で 0.521 と理論値にかなり近い値を示しております。

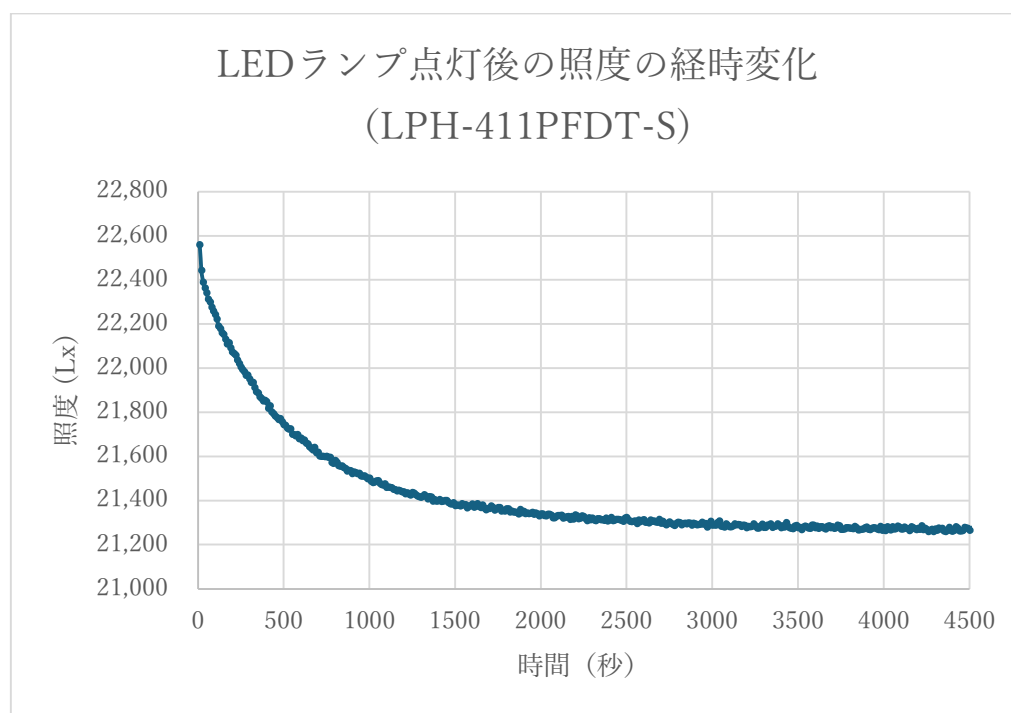
垂直を 0 度とした光の入射角	実測放射照度 (W/m^2)	実測放射照度の相対値	コサイン(理論値)	実測値／理論値 (%)
0	287.44	100.00%	100.00%	100.00%
5	285.58	99.35%	99.62%	99.73%
10	282.03	98.12%	98.48%	99.63%
15	277.89	96.68%	96.59%	100.09%
20	270.81	94.21%	93.97%	100.26%
25	263.68	91.73%	90.63%	101.21%
30	252.28	87.77%	86.60%	101.35%
35	239.52	83.33%	81.92%	101.72%
40	224.66	78.16%	76.60%	102.04%
45	208.8	72.64%	70.71%	102.73%
50	191	66.45%	64.28%	103.38%
55	171.53	59.68%	57.36%	104.04%
60	150.07	52.21%	50.00%	104.42%
65	127.18	44.25%	42.26%	104.71%
70	102.77	35.75%	34.20%	104.53%
75	76.46	26.60%	25.88%	102.78%
80	46.35	16.13%	17.36%	92.91%
85	19.6	6.82%	8.72%	78.21%
90	0.06	0.02%	0.00%	—

上表をグラフ化したのが下図です。入射角が 75 度までは実測値は理論値にかなり近い値を示していますが(ほぼ 100%)、それを超えると理論値から大きくずれていることが分かります。



3. LED ランプの安定化時間

Q&A にも記載しましたが、下図は、弊社の人工気象器(LPH-411PFDT-S)を用いて LED ランプの点灯直後から 10 秒間隔で照度を測定したものです。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(照度低下は約 6%)。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。これは弊社の LED ランプだけでなく、市販の LED 全般に云えることです。(出典：<https://edn.itmedia.co.jp/edn/articles/2009/17/news049.html>)



4. 赤色レーザー光の測定

単色光である赤色レーザー光の発光スペクトルをライトアナライザーで測定しました。

(1) 光源

光源の赤色レーザーは市販の下図のレーザーポインタを使用しました。

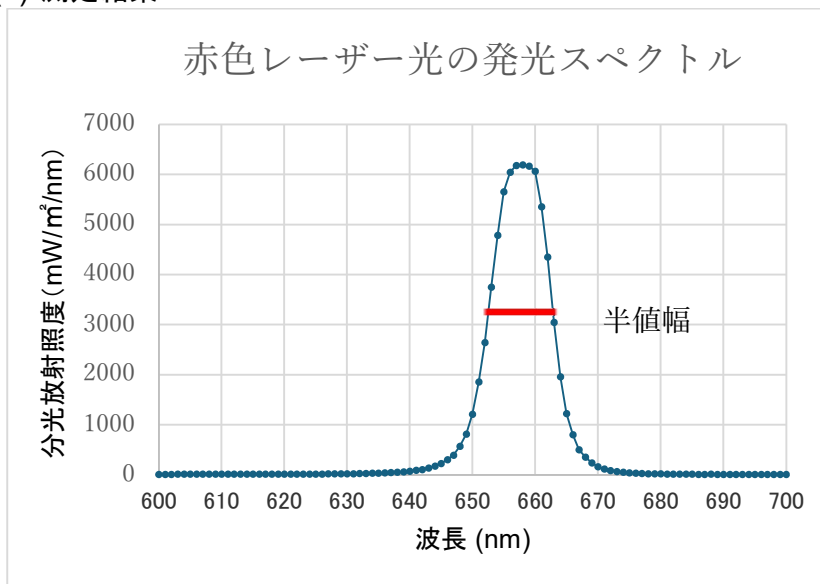


- ・波長範囲: 635～680 nm(仕様)
- ・最大出力: 5 mW(仕様)
- ・光の出口の半径: 2 mm(実測値)

上記から出力を 5 mW、照射半径を 2 mm と仮定して、単位面積当たり 1 秒間当たりのエネルギー(放射照度 W/m^2)を計算すると $398 \text{ W}/\text{m}^2$ となり、ライトアナライザーの測定範囲内 ($2.05 \sim 1000 \text{ W}/\text{m}^2$) に十分入っております。

計算: $5 \div 1000 \div (\pi \times (2/1000)^2) = 398$

(2) 測定結果



ライトアナライザーによって得られた赤色レーザー光の発光スペクトルを上図に示します。

・波長幅は 635～675 nm であり、仕様の 635～680 nm とほぼ一致しました。また、半値幅(ピーク値の半分となる波長の幅であり上図で赤色で示した幅)は約 11 nm でした。

・ピーク波長は 658 nm でした。

・放射照度については、レーザーポインタのセンサーからの距離と照射角度を一定にできませんでしたので、 $63 \sim 109 \text{ W}/\text{m}^2$ とかなりバラツキました。

大きいほうの 109 W/m^2 から逆にレーザーポインタの出力を計算すると仕様の最大 5 mW よりかなり小さく 1.4 mW となりました。

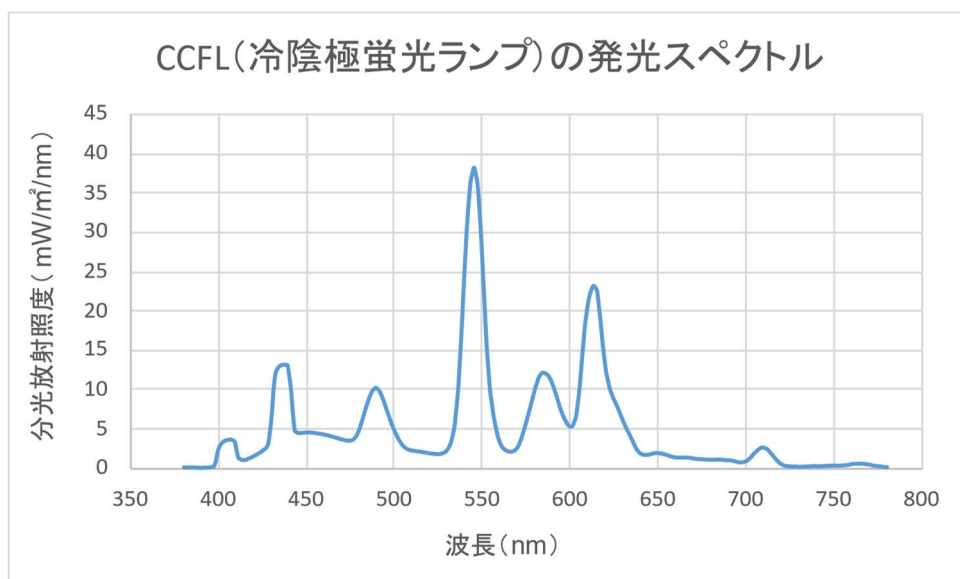
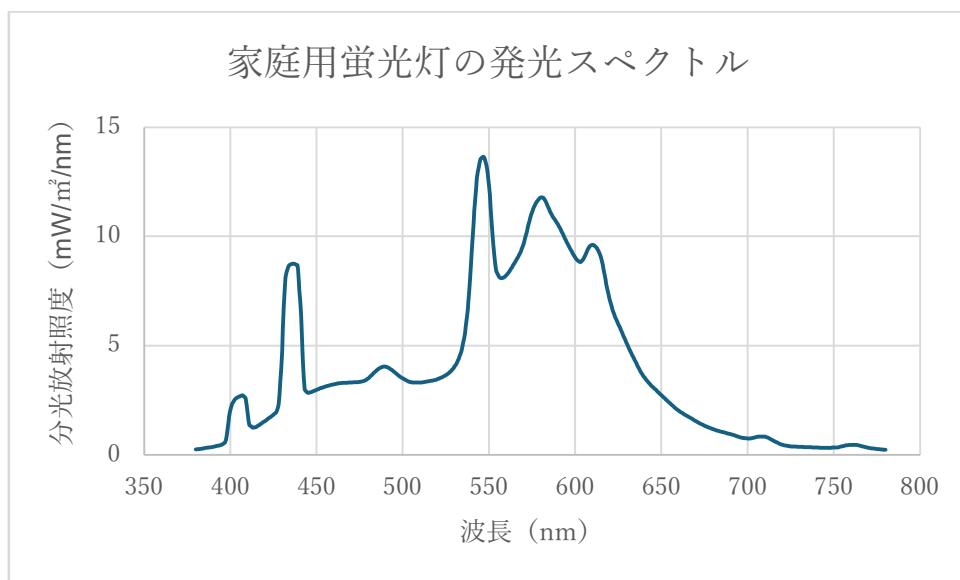
計算: $\pi \times (2/1000)^2 \times 109 \times 1000 = 1.4$

理由としては、センサーが受け取ったレーザー光の半径が 2 mm より大きかった可能性があり、例えば、照射半径を 3 mm とすると出力は 3.1 mW になります。

以上、ライトアナライザーでレーザー光を測定することは可能であり、単色光と呼ばれている(レーザーポインタの)レーザー光であっても約 40 nm の波長幅があり、半値幅は約 11 nm であることが分かりました。

5. 蛍光灯の発光スペクトルの測定

日本医化器械製作所の大阪本社の廊下に設置されている家庭用蛍光灯と CCFL (cold cathode fluorescent lamp: 冷陰極蛍光ランプ) の発光スペクトルを測定しました(下図)。家庭用蛍光灯の場合は僅かですが、紫外線側 (400 nm 以下) の光も発光していることが分かります。



以上