

LEDの色測定

株式会社島津製作所デバイス部
2014年9月29日

1. 概要

分光センサOSS-0081でLEDの発光スペクトルのプロファイルを取得しました。

データ処理の結果、条件を変えた場合の微妙な色の違いが検出できました。

2. はじめに

LEDの製造過程では同一のラインでも発光に色度のばらつきが生じてしまいます。微妙な色の管理が必要な場合、LEDは色測定の後、個別に選別あるいは分類されます。

この資料では、青色LEDの動作電流に対応する色のわずかな変化を用いて色のばらつき測定をエミュレートしました。

OSS-0081を用いてスペクトルを取得し、そのプロファイルからCIE等色関数を用いて色度と照度を算出しました。

3. 方法-測定に用いたLED

型名 : スタンレーUB5306X

ピーク波長 : 465nm(@20mA)

光度 : Typ.2800mcd(@20mA)

最大順電流 : $I_f=25\text{mA}$

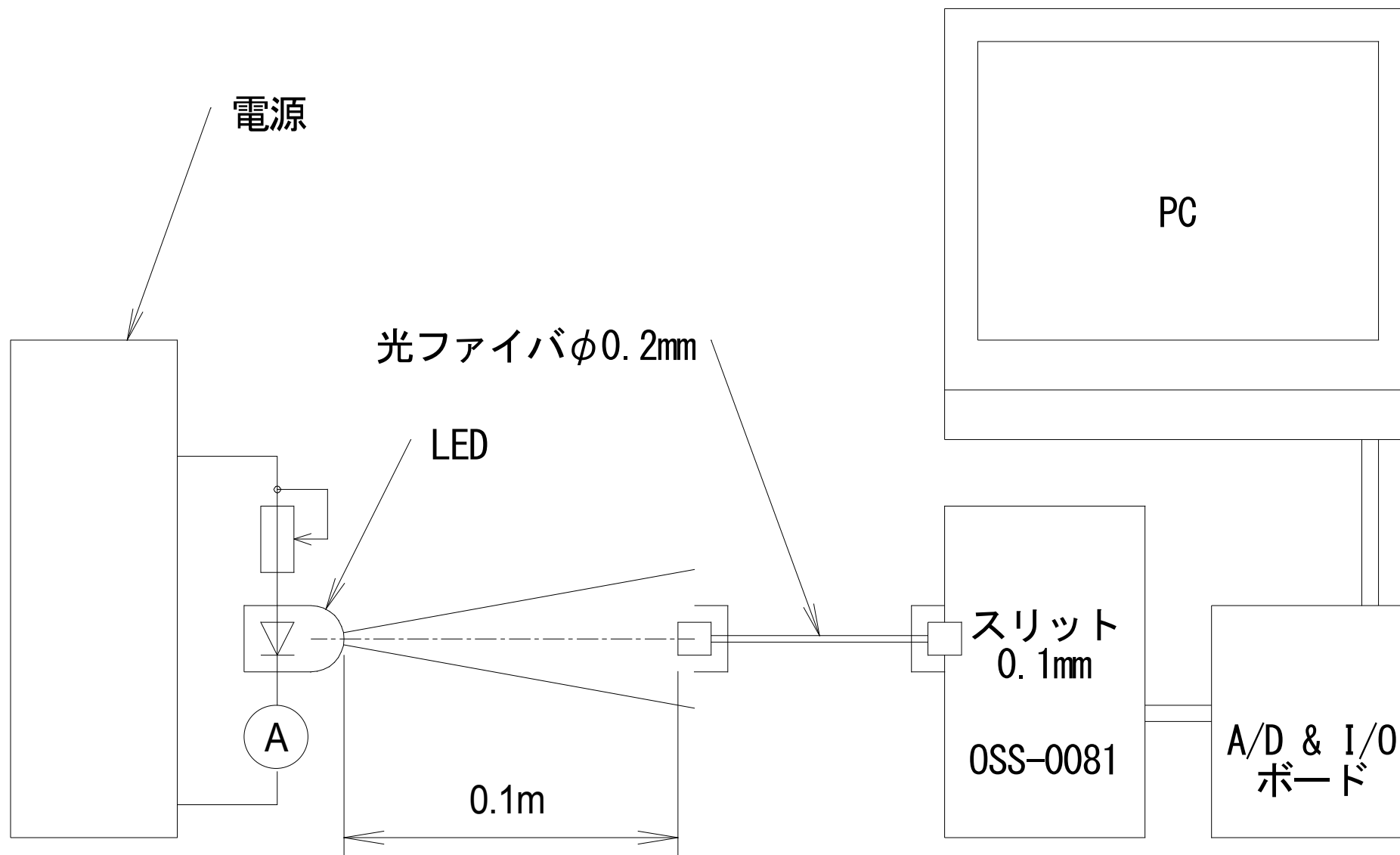
順電圧 : $V_f=3.7\text{V}(@20\text{mA})$

指向半値角 : $2\theta=10^\circ (@20\text{mA})$



測定条件: $I_f= 18\text{mA}, 17\text{mA}, 16\text{mA}, 15\text{mA}, 14\text{mA}$

3. 方法-測定装置



測定概略図

3. 方法-データ処理

1.LEDの発光を光ファイバ経由で分光センサOSS-0081に入射し、LEDスペクトルのプロファイルを取得し、PCに保存します。

2.ダークノイズを減算後、スペクトルのプロファイルは予め準備された強度校正表（補注参照）によって分光放射照度に校正されます。

($\Delta\text{nm}=1$)

3.CIEの等色関数を用いて、分光放射照度 (SpIrr) は三刺激値と照度に変換されます。三刺激値から色度が計算できます。

$$X = \sum_{\lambda=380,381\dots}^{780} CIE_cmf_X(\lambda) SpIrr(\lambda)$$

$$Y = \sum_{\lambda=380,381\dots}^{780} CIE_cmf_Y(\lambda) SpIrr(\lambda)$$

$$Z = \sum_{\lambda=380,381\dots}^{780} CIE_cmf_Z(\lambda) SpIrr(\lambda)$$

$$\text{照度} = \sum_{\lambda=360,31\dots}^{830} CIE_cmf_Y(\lambda) SpIrr(\lambda)$$

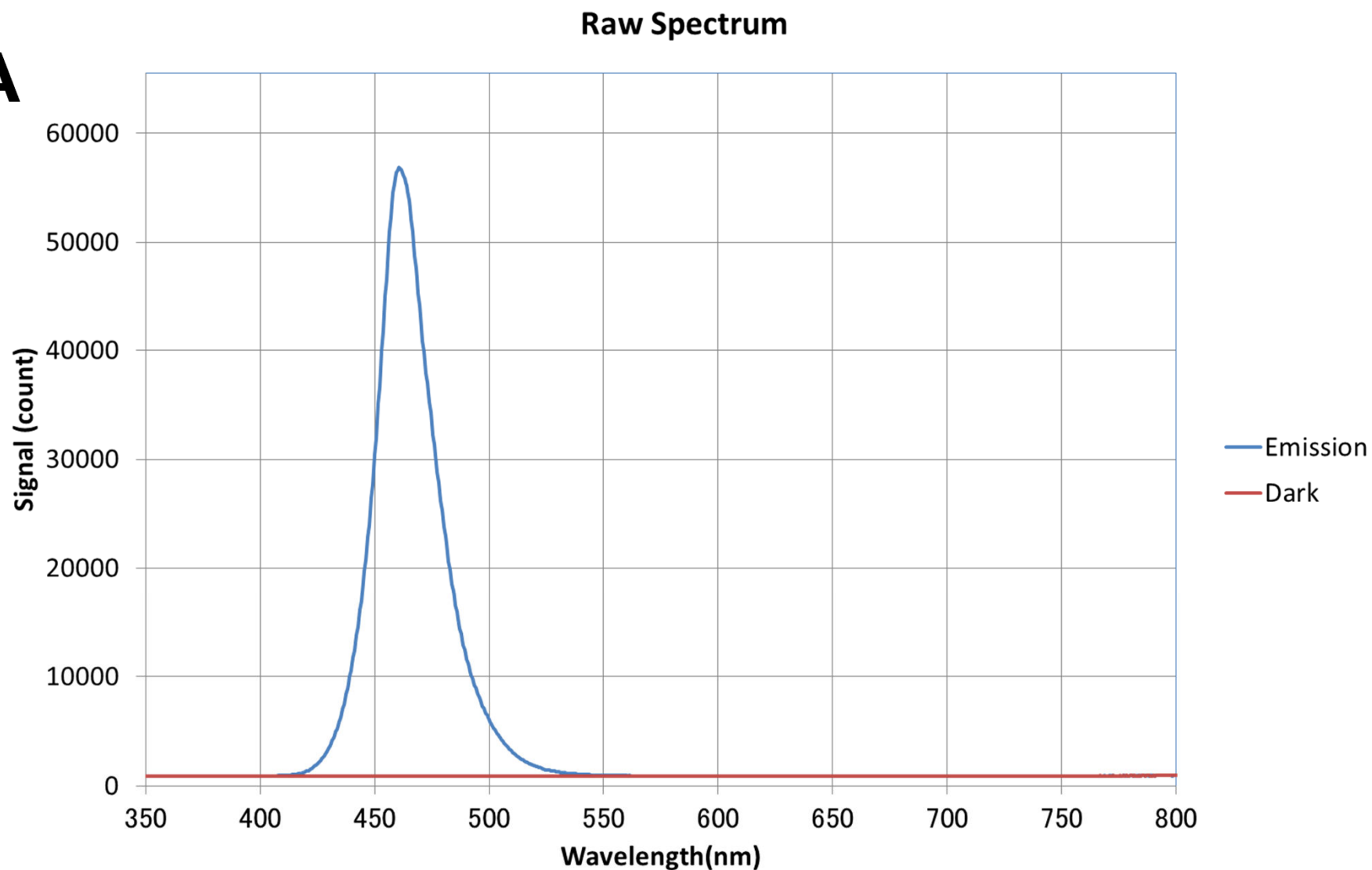
色度座標

$$x=X/(X+Y+Z), \quad y=Y/(X+Y+Z)$$

$$u'=4X/(X+15Y+3Z), \quad v'=9Y/(X+15Y+3Z)$$

4. 結果-OSS-0081により取得されたデータ

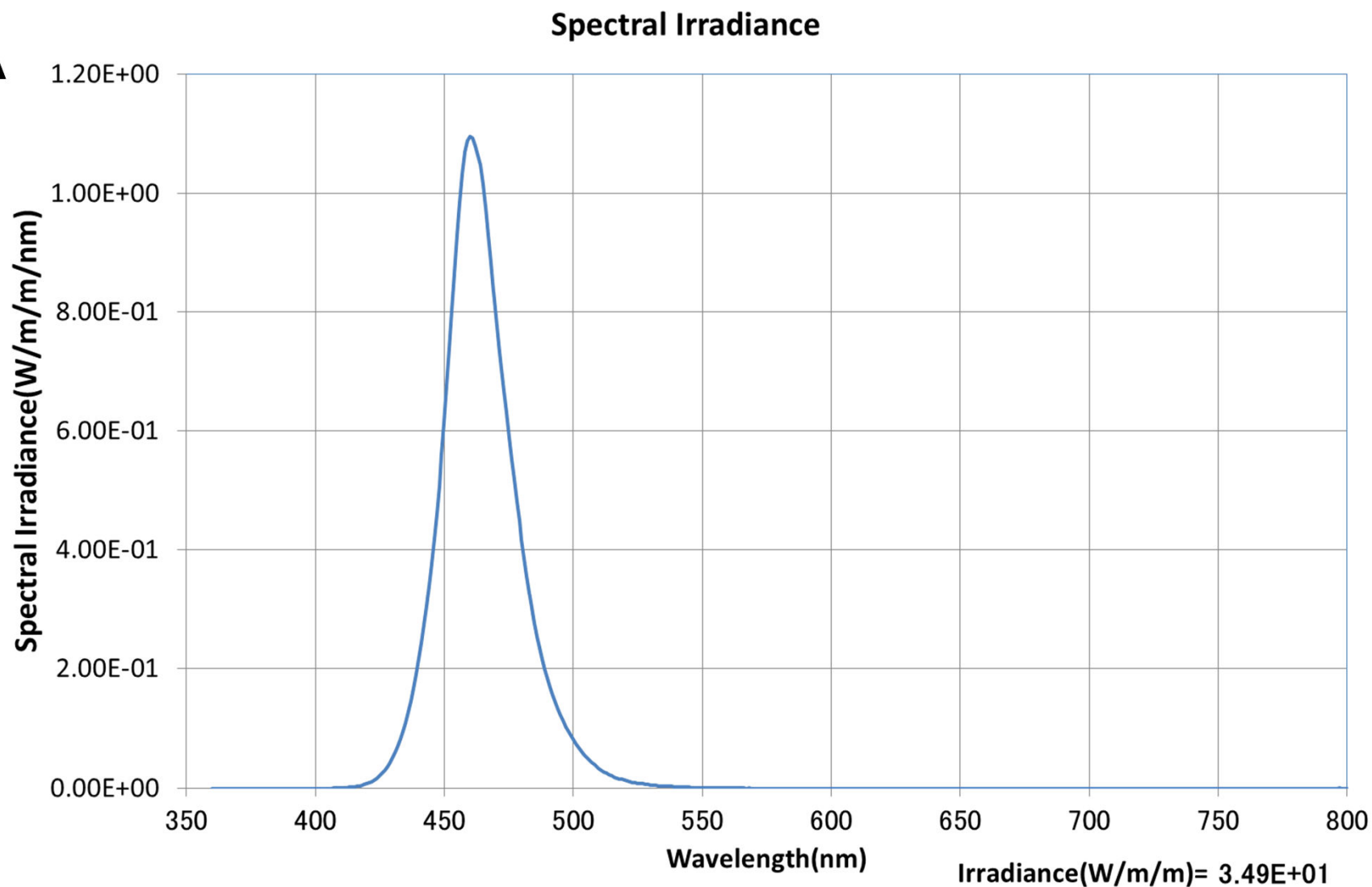
If=18mA



積分時間=100ms ゲイン=Low 平均=10スキャン

4. 結果-分光放射照度

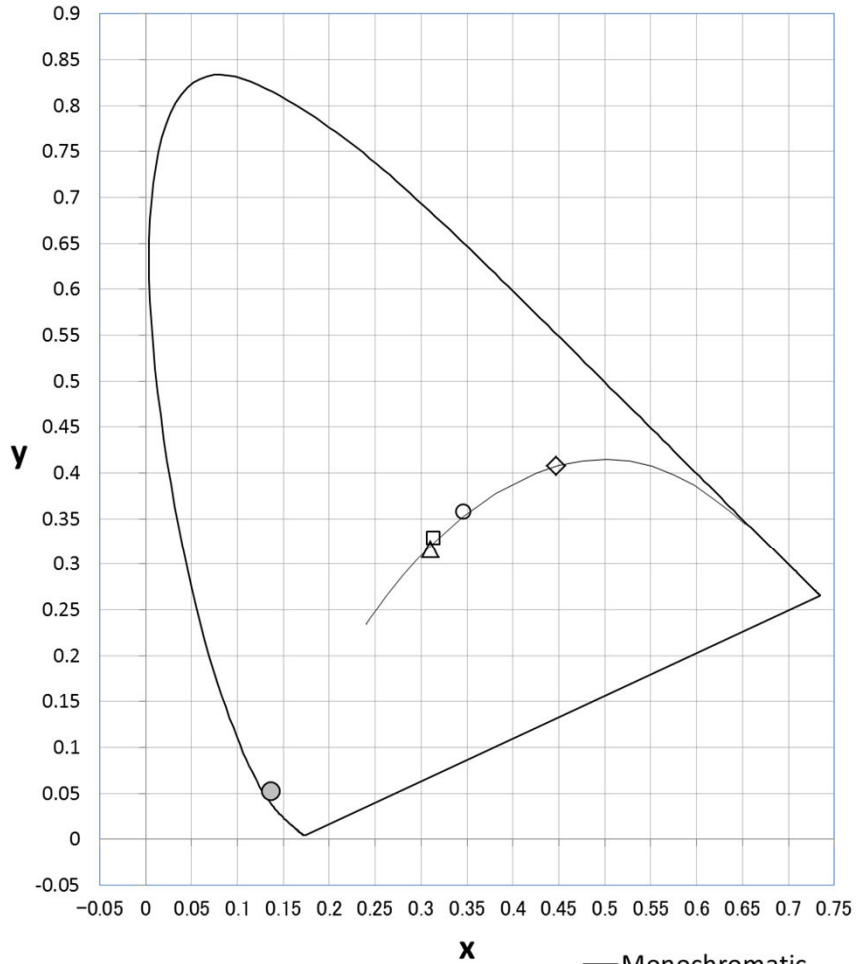
If=18mA



積分時間=100ms ゲイン=Low 平均=10スキャン 7

4. 結果-色度図

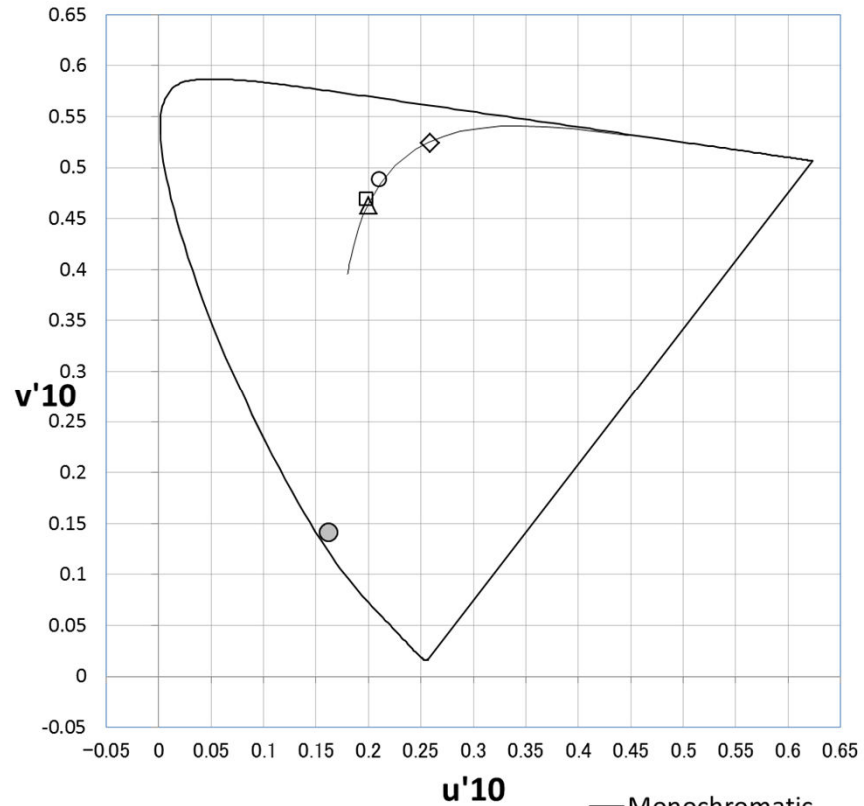
C.I.E. 1931 CHROMATICITY DIAGRAM



2.170E+03 lx
 $x = 0.136287$
 $y = 0.052994$

- Monochromatic
- Blackbody Locus
- ◇ CIE Illuminant A
- △ JIS Illuminant C
- Illuminant D50
- CIE Illuminant D65
- Measured Data

C.I.E. 1976 U.C.S. CHROMATICITY DIAGRAM



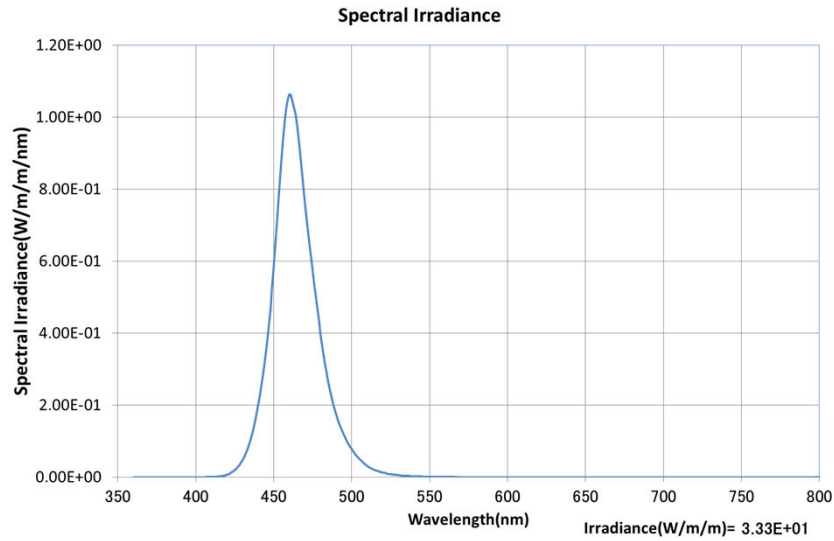
2.170E+03 lx
 $u'_{10} = 0.162085$
 $v'_{10} = 0.141806$

- Monochromatic
- Blackbody Locus
- ◇ CIE Illuminant A
- △ JIS Illuminant C
- Illuminant D50
- CIE Illuminant D65
- Measured Data

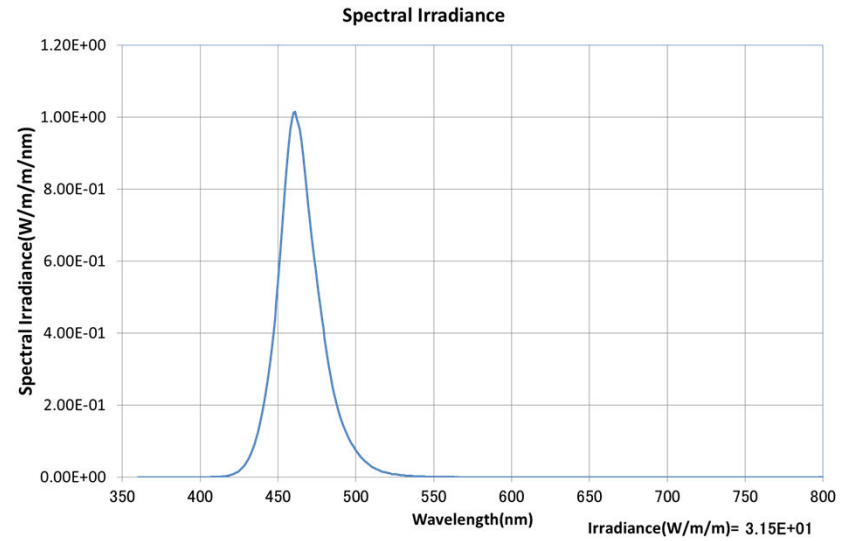
If=18mA

4. 結果-各順電流における分光放射照度

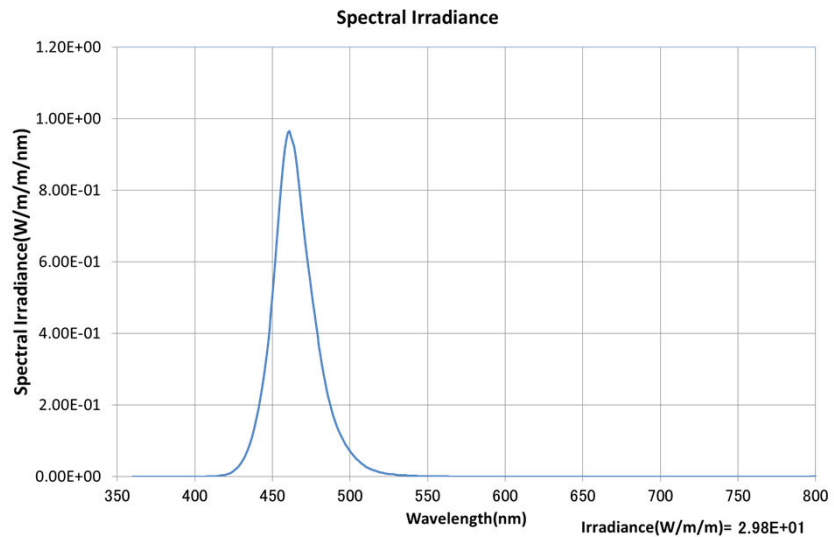
If=17mA



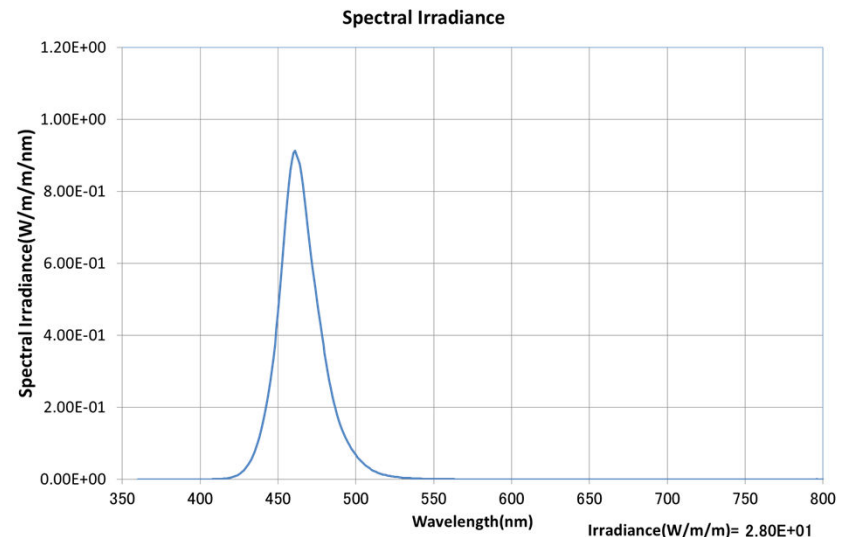
If=16mA



If=15mA



If=14mA



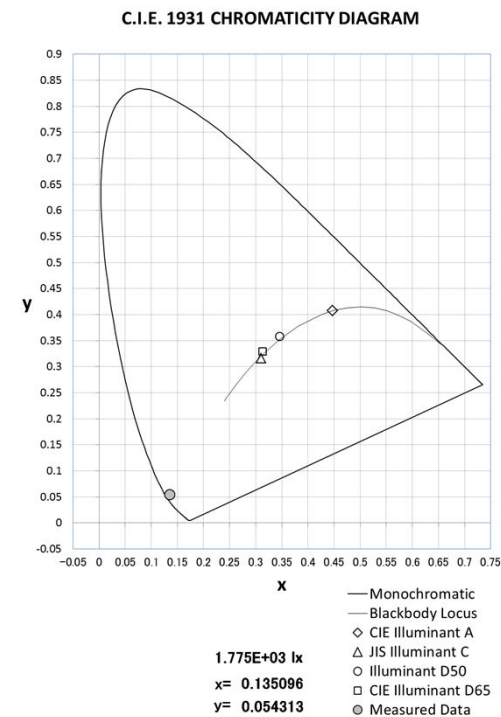
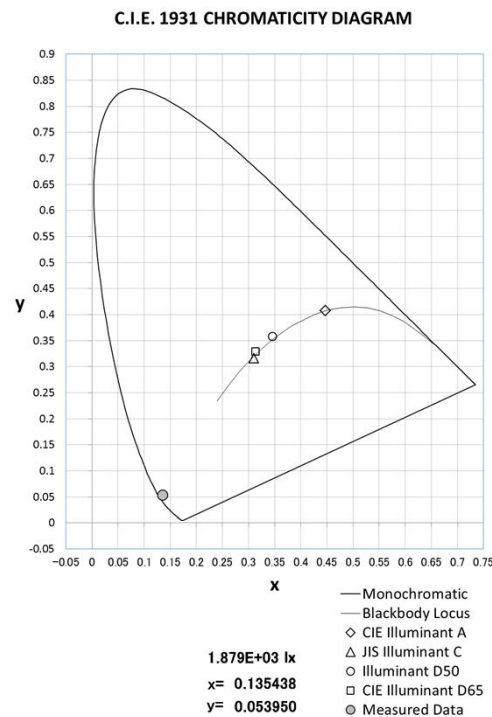
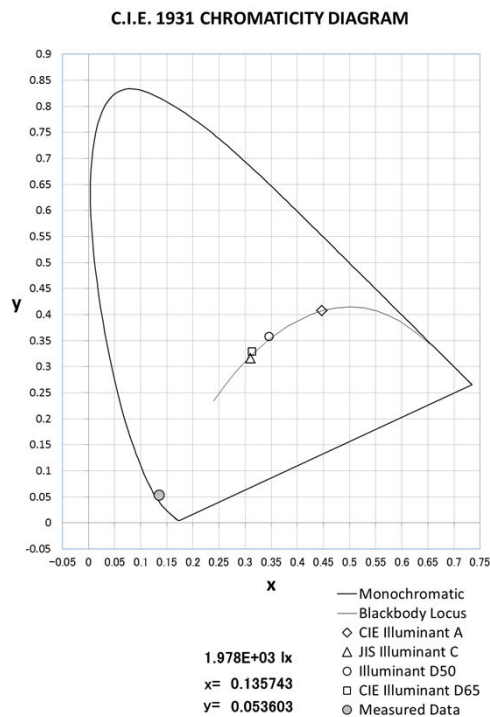
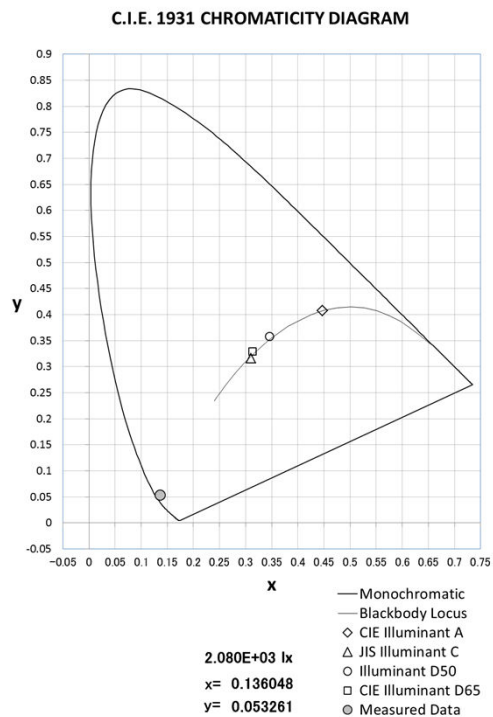
4. 結果-各順電流における色度

If=17mA

If=16mA

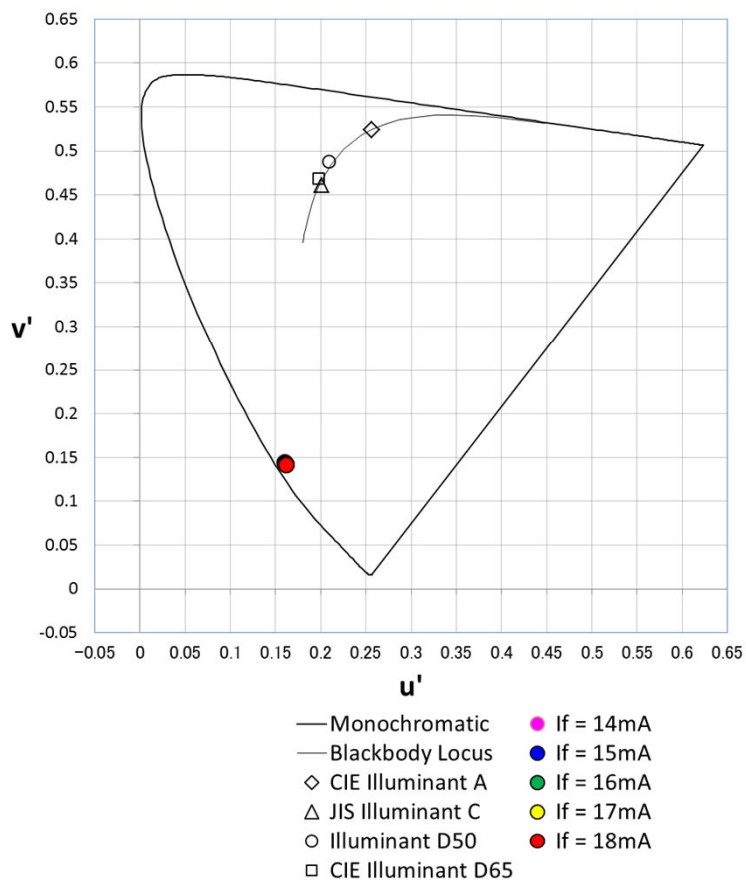
If=15mA

If=14mA



5. 解析

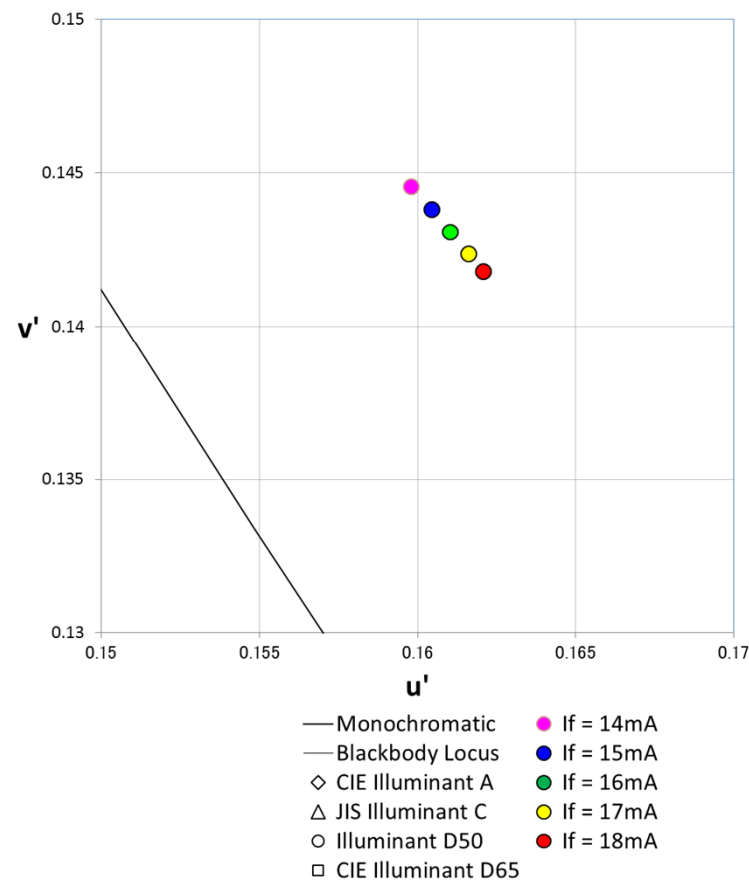
C.I.E. 1976 U.C.S. CHROMATICITY DIAGRAM



Detail



C.I.E. 1976 U.C.S. CHROMATICITY DIAGRAM



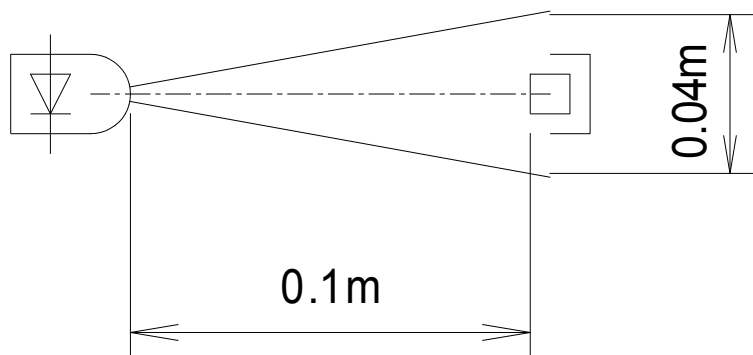
この測定系は、C.I.E1976U.C.S色度図上で $\Delta u'v' = 0.001$ の色差を充分、検出できていることを示します。

5. 解析

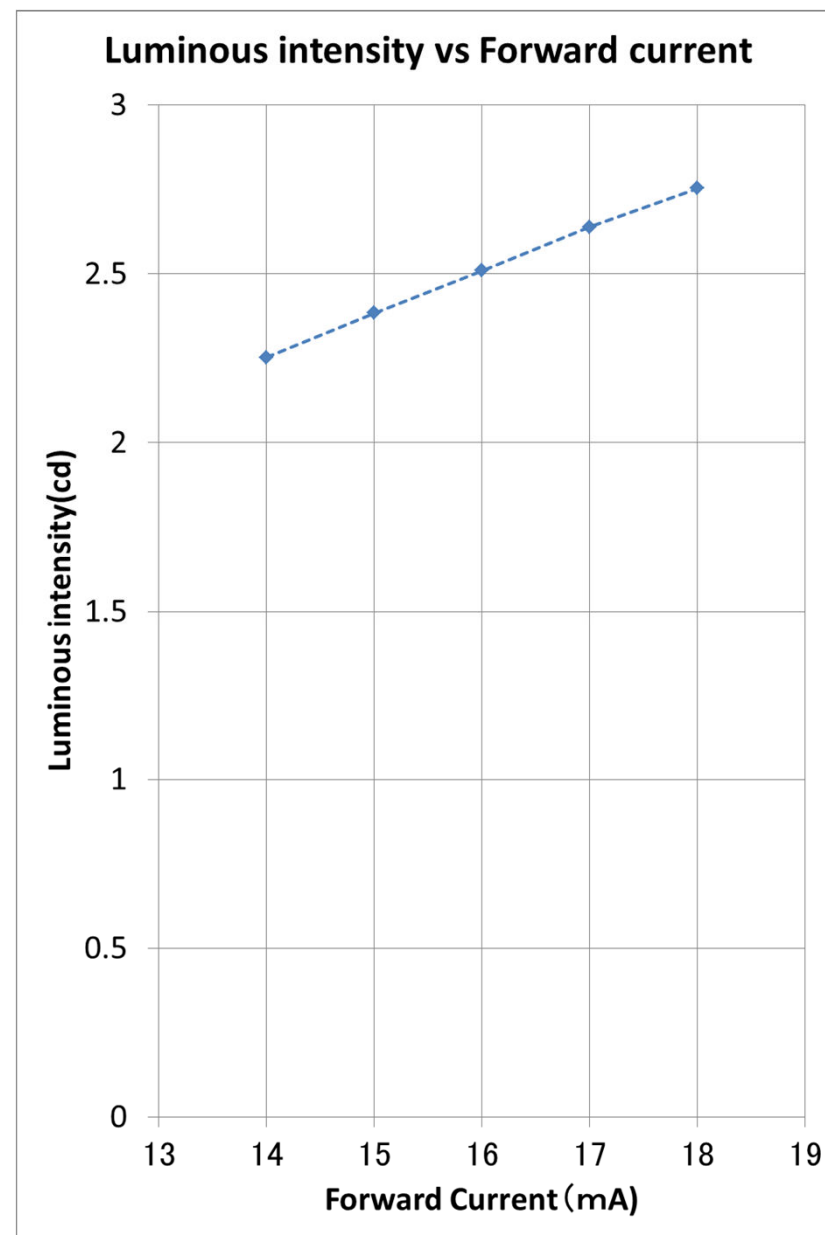
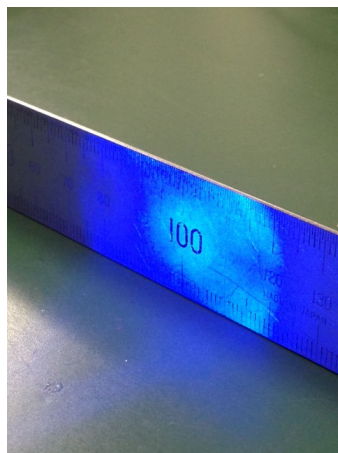
LEDの頂点からの距離 $L=0.1\text{m}$ において、光束のおよその直径は $D=0.04\text{m}$ であり、光度(cd)は照度(lx)から算出することができます。

$$cd = 2\pi \sqrt{L^2 + \frac{D^2}{4}} \left(\sqrt{L^2 + \frac{D^2}{4}} - L \right) lx$$

右のグラフは算出された光度がLEDの仕様 (Typ.2.8cd@20mA)と対比して、妥当であることを示しています。



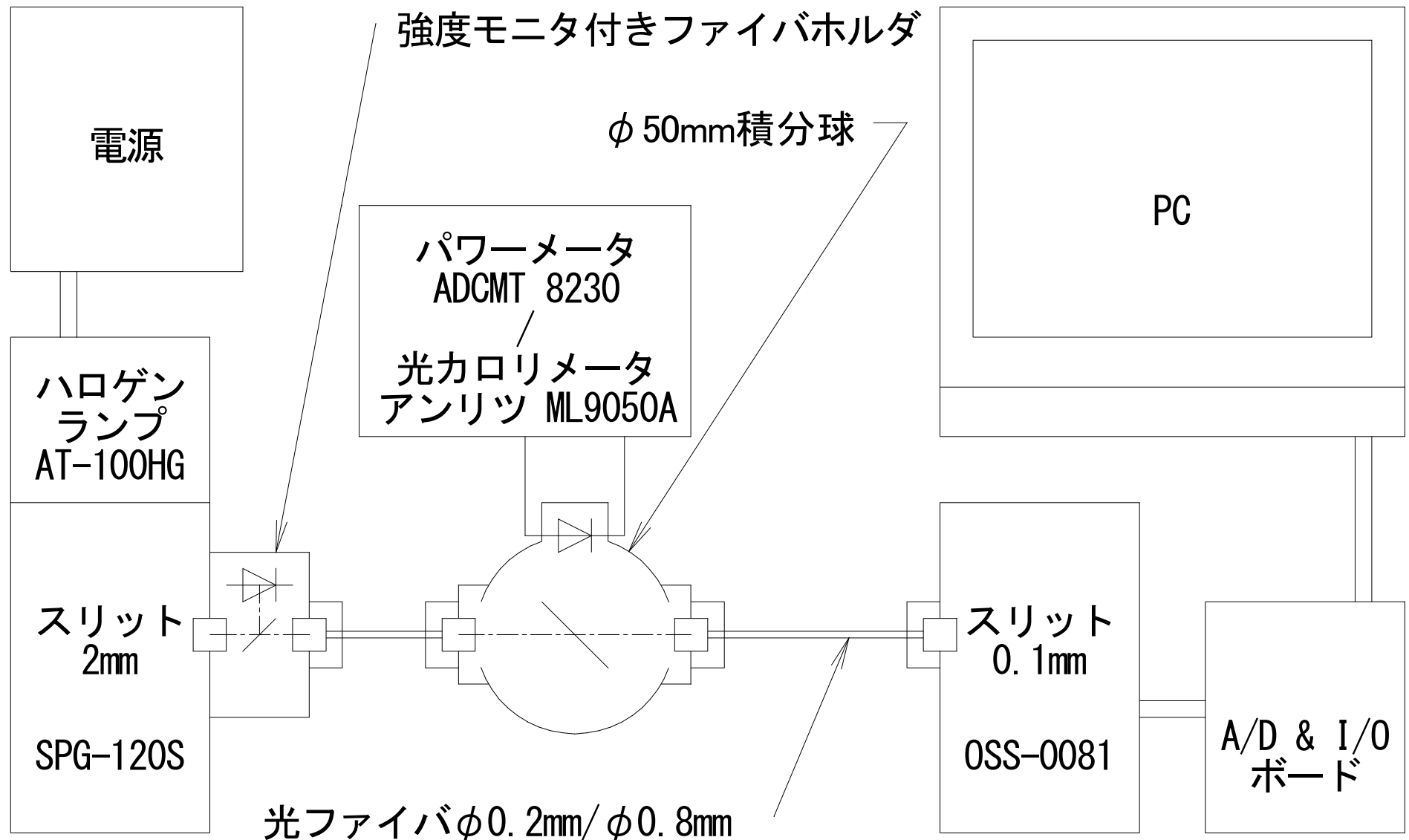
測定概略図



6. 結論

OSS-0081 による精密測定の結果，LEDの色の微妙な違いを検出することができた。

7. 補注（強度校正）

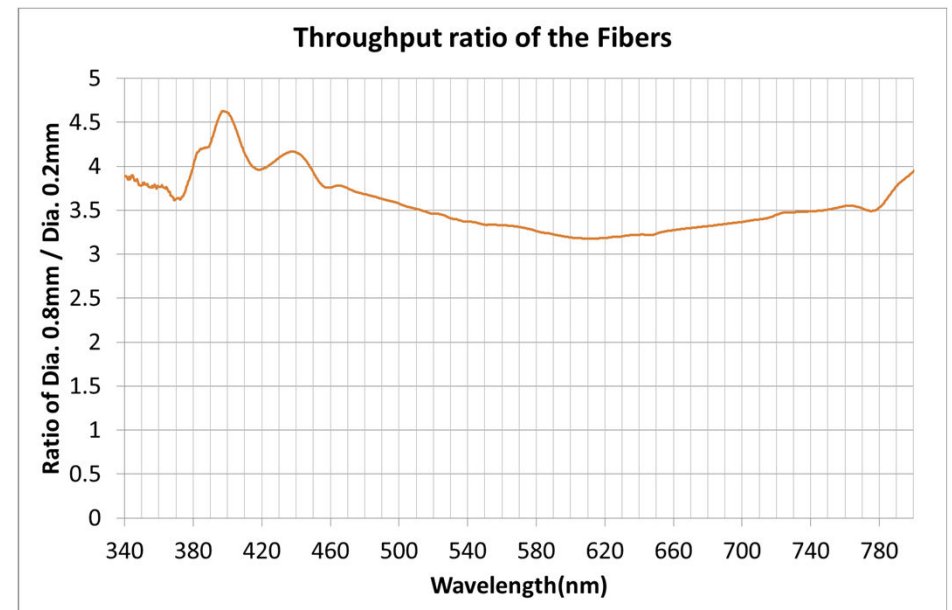
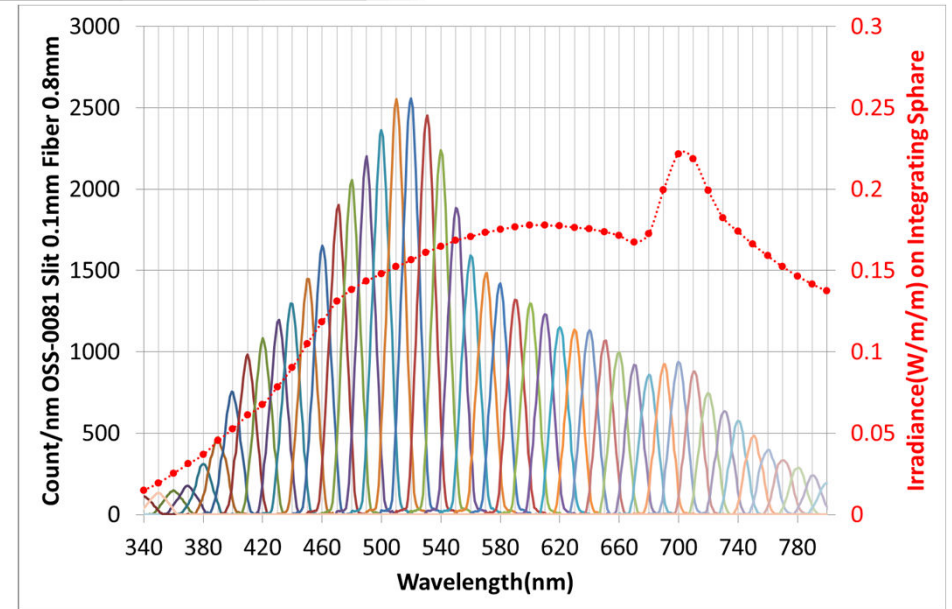


分光放射照度の校正の概略図

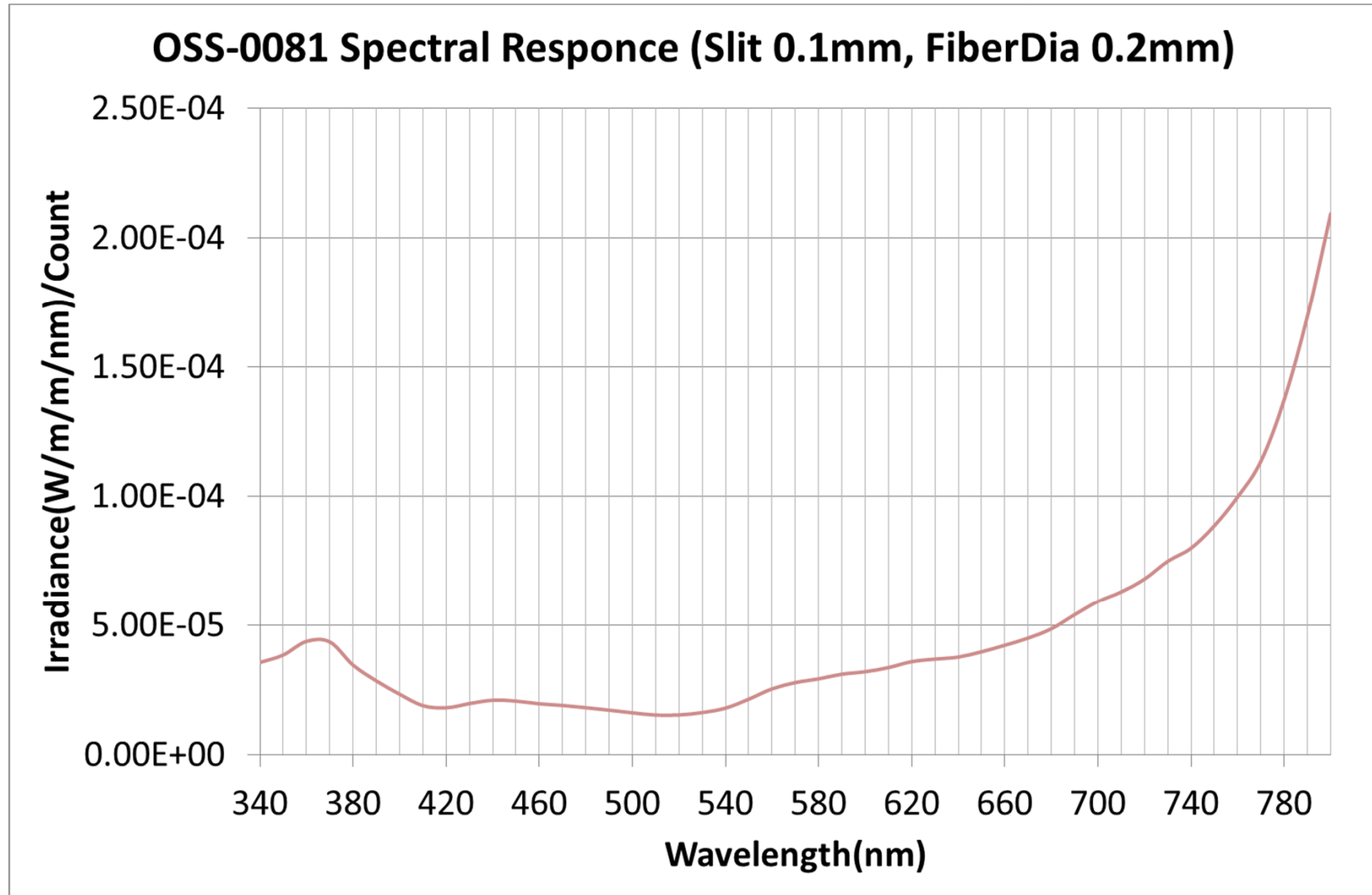
7. 補注（強度校正）

モノクロメータSPG-120によって作られた単色光を積分球に入射し、OSS-0081で測定します（各曲線が単色光の波長をピーク値に設定して測定したプロファイルを示します）。同時に放射照度をパワーメータとカロリメータで測定し、OSS-0081の信号強度を分光放射照度に値付けします。

積分球内壁の照度は低いので、 $\phi 0.8\text{mm}$ 径ファイバを用いて校正しました。 $\phi 0.8\text{mm}$ 径ファイバと $\phi 0.2\text{mm}$ 径ファイバのスループットの比も測定したので、 $\phi 0.2\text{mm}$ 径ファイバを用いた場合もOSS-0081の出力を分光放射照度に換算できます。



7. 補注 (強度校正)



Data used for this Color Measurement