

PWM 光と高輝度測定で誤差が出る理由とその対策

— ND フィルタで再現性 0.1%未満を実現 —

輝度色度ユニフォミティ測定器 UA-20/UA-10A シリーズは開発部門でのサブ器や量産工程の評価器として、多様な光源評価に活用されています。

物理エネルギー量が高く、輝度が低い光源や、PWM（パルス幅変調）光源の測定は、再現性低下やオーバーレンジが発生することがあります。

これらの条件下では、ND フィルタ（Neutral Density Filter）の使用が測定再現性と信頼性を確保する上で不可欠です。

ND フィルタを使用して減光させる事で、測定範囲が減光率分だけ高輝度側にシフトさせた測定が可能となります。

以下にその技術的背景と具体的な効果を示します。

1. 短波長域の光源評価による課題と ND フィルタの効果

輝度計は 380～780nm の可視光域を、人間の視感度曲線（標準分光視感効率） $V(\lambda)$ に基づいて評価します。

このため、視感度が低い波長の青や赤の極端な色光や、白でも分光スペクトルで青の出力が高い光源では、物理的に光が強くても輝度としては低く表示される傾向があります（図.1）。

例えば、青成分のピーク輝度が高い光源では、輝度計の仕様上は範囲内に見えてもセンサー内部では分光スペクトルのピーク波長が過大入力となり、オーバーレンジを起こす場合があります。

ND フィルタは、このような高輝度光を減光させ、センサーが適正な範囲で積算できるように制御します。これにより、高輝度光源でもオーバーレンジにならず測定値を得ることが可能になります。

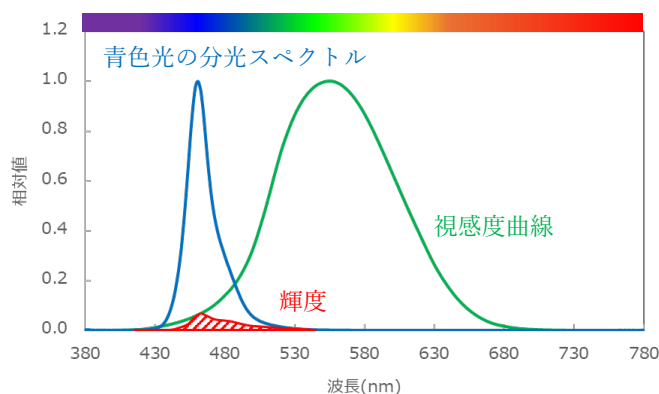


図.1 視感度曲線と青色光の分光スペクトル

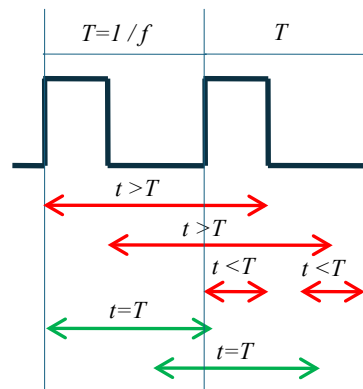
2. PWM 光における測定上の注意点と ND フィルタの効果

PWM 光は、一定周期（ $T = 1/f$ ）で点滅を繰り返す光源です。

UA-20/UA-10A のような輝度計では、センサーが一定の積分時間（ t ）で光を受光するため、積分中に光量が多いとセンサーが飽和し、**輝度を正確に積分できない**ことがあります。

また、測定開始時にスキャンを実施し、明るさの確認後、適正な積分時間を算出し測定しますが、この時、算出した積分時間より光量が多い場合はオーバーレンジと判定し測定が停止する場合があります。

この場合も、ND フィルタにより光量を適正化することで、センサーが十



T:1 周期の時間、f:周波数、t:積分時間
積分時間 t 内で複数周期を積算できる条件が理想的
(緑矢印:良好、赤矢印:不良)

分な周期回数を積算できるようになります。
結果として、PWM 光測定における**繰返し精度および測定信頼性が大幅に向上**します。

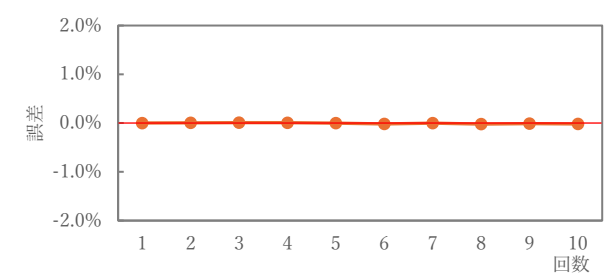
3. ND フィルタ使用推奨

UA-20 シリーズ仕様	UA-10A シリーズ仕様
・測定輝度範囲：0.01～50,000 cd/m ² (標準光源 A)	・測定輝度範囲：0.1～80,000 cd/m ² (標準光源 A)
・繰返し精度：輝度 0.3% (0.1cd/m ² 以上)	・繰返し精度：輝度 0.4%
・ND1%適用時：5～500 万 cd/m ²	・ND1%適用時：10～800 万 cd/m ²
・ND0.01%適用時：500～5 億 cd/m ²	・ND0.01%適用時：1,000～8 億 cd/m ²

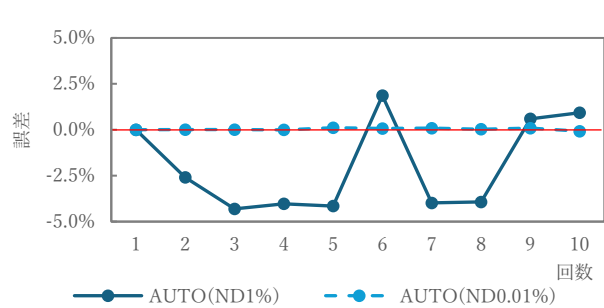
4. 実測例 ― ND フィルタによる再現性向上

測定条件	フィルタ設定	測定結果 (繰返し精度)
4,200cd/m ² (DC 駆動)	ND なし (AUTO 設定)	0.02%
4,200cd/m ² (60Hz, Duty50% PWM 駆動)	ND なし (AUTO 設定)	測定不可 (オーバーレンジ)
同上	ND1% (AUTO 設定)	約 5.1%
同上	ND0.01% (AUTO 設定)	約 0.11%
同上	ND なし (60Hz 設定)	測定不可 (オーバーレンジ)
同上	ND1% (60Hz 設定)	約 0.08%
同上	ND0.01% (60Hz 設定)	約 0.08%

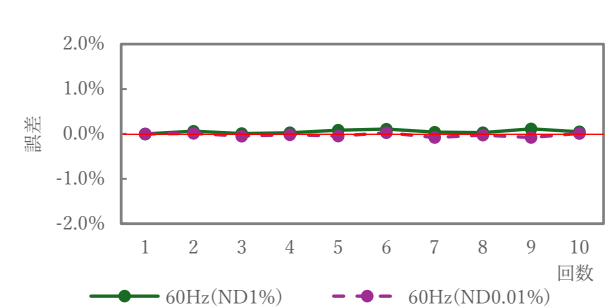
例 1) 4,200cd/m² DC 駆動 ND なし-AUTO 設定の再現性



例 2) 4,200cd/m² ND1%/0.01%-AUTO 設定の再現性



例 3) 4,200cd/m² ND1%/0.01%-60Hz 設定の再現性



上記の通り、例 1 の DC 駆動は光源が安定しているため ND 無しでも高い繰返し精度が維持されます。
同じ輝度値を Duty50%で PWM 駆動させた場合、理論上は輝度値が半分になり測定は問題なく行えると思われ
ますが、実際には数周期分の積分時間を適用するためセンサーが飽和し、オーバーレンジになる場合もあり

ます。

例2のように AUTO 測定の場合、ND フィルタを組合せても、PWM 駆動の点灯周波数に積分時間が整数倍にならないと安定しない場合があります。尚、0.01%の ND フィルタと組合せることで、積分時間が強制的に長くなり点灯周波数に対して積分時間を十分とれることで安定した測定ができます。

また、例3のように点灯周期に合せ周波数設定をおこなうことで、安定した測定が可能となります。

このように、ND フィルタを組合わせることで、PWM 光に対しても高い繰返し精度を維持できることが確認されています。

ND0.01%フィルタ使用時には 0.1%未満の安定した再現性を実現しており、評価工程全体の効率化にも寄与します。特に ND フィルタだけでなく周波数設定も実施することで、より再現性の高い測定ができるようになります。

5. まとめ

ND フィルタは単なる補助アクセサリではなく、UA-20/UA-10A シリーズによる高精度測定を支える重要な要素です。特に PWM 光や青色成分の強い光源では、**ND フィルタを使用することで測定再現性・信頼性が飛躍的に向上**します。

測定環境や光源特性に応じた ND フィルタの活用を推奨いたします。