

小型簡易分光反射率測定器の製作

Fabrication of compact and simple spectral reflectometer

樋口凱斗¹⁾

指導教員 黒木雄一郎¹⁾

1) サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 電子セラミック研究室

分光反射率測定器は、物質表面の反射率を波長成分ごとに測定する分析機器の一つである。本研究では、小型試料を迅速に測定したいという市場からの要望を鑑み、小型簡易分光反射率測定器の製作を行った。本稿ではその設計及び試作機の製作について報告する。光源として白色 LED または WI ランプを用いて、PTFE 板および各種色紙の反射率スペクトルを得ることに成功した。角度や測定面の条件をカスタマイズすることで、対象物に合わせた測定器の製作が可能となる。

キーワード：分光器、反射率測定器

1. はじめに

分光反射率測定器は、物質表面の反射率を波長成分ごとに測定する分析機器の一つである^[1]。物質表面の波長毎の反射率を測定するという事は、目では感じる事ができない色の要素を定量化できるメリットがある。我々の研究室では、セラミック等の物質表面を分光反射率測定器にて測定する機会がある。現在市販されている分光反射率測定器は精密測定が可能な反面、高額であり、装置が大型になる。一方で、ある一定以上の測定精度を確保しつつ、小型試料を迅速に測定したいという市場からの要望がある。そこで本研究では、そのようなニーズに対応すべく、コスト低減、測定方法の簡易化、測定器の小型化を検討するとともに、新たな使用方法を摸索することを目的とする。

2. 実験方法

(1) 分光反射率測定器の設計

標準光源として白色 LED を内蔵し、外部光源の利用にも対応できるよう光ファイバ設置溝を用意した。光路は 10mm² 固定、かつ入射角と反射角は 45 度で設計した。試料からの反射光が分光器モジュールの受光部に対して垂直方向に入射されるように設計した。分光器モジュールには C12880MA(浜松ホトニクス)を搭載したカラーコンパス PCF(AT システム)を使用した。図 1 に設計

した分光反射率測定器の断面概略図を示す。光源以外の不要な光が入り込まないように、本体にはアルミニウム合金製のブロック構造を採用した。

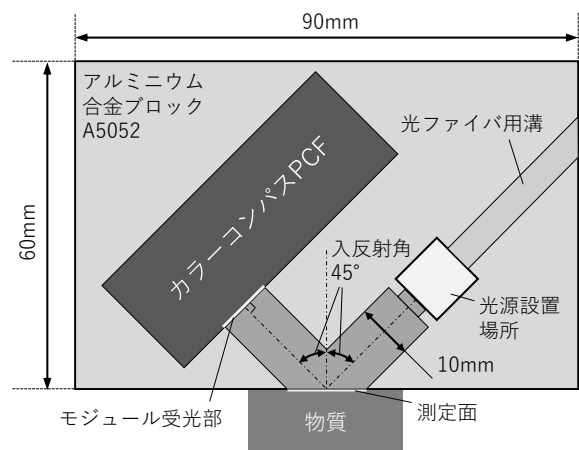


図 1 設計した分光反射率測定器の断面概略図

(2) 分光反射率測定器の製作

高精度に仕上げる為、CNC にて本体のアルミニウム合金ブロックを切削した。測定器や分光器モジュール、測定物表面を傷つけないように、バリを取り除いた後に組み立てた。また、測定面と測定物表面の間から外部の光が入り込まないように、組み立て後に、測定面を研磨した。

(3) 測定方法

光源に白色 LED(OSPW5111A-Z3)と WI (タングステン-ヨウ素)ランプを用いた。LED は装置内部に設置し、WI ランプからの光は光ファイバーを用

いて入射光路に導入した。全ての光を遮断し、バックデータを取得することでダーク補正を行った。また、ホワイトデータの基準には PTFE 板を用いた。分光モジュールは露光時間を 256 μ 秒に設定し、S/N 比向上のために 100 回の積算を行った。分光器モジュールからの出力値が飽和しないように光源の輝度を調整した。測定の際には測定器を試料の測定面に被せるように設置した。LED と WI ランプを用いて色紙の測定を行い、反射率スペクトルを比較した。取得したデータは CSV ファイルにて出力されるため、Excel を用いてデータの編集を行った。

3. 結果

図 2 に光源として LED と WI ランプを用いた場合の PTFE 板の反射光スペクトルを示す。LED と WI ランプが示す発光スペクトルであることを確認した。また、使用したカラーコンパス PCF は 340nm~850nm までのスペクトルを測定できることがわかった。

図 3 および図 4 に光源として LED および WI ランプを用いた場合の色紙の反射率スペクトルをそれぞれ示す。LED、WI ランプともに色の違いがスペクトル形状に反映している。ここから色差を定量的に読み取ることができる。ただし LED で測定した場合、赤色紙の反射率スペクトルにおいて、700nm より長波長側で反射率が 100%を超えた。これに対して WI ランプでは試料全色で反射率が低く、80%を超えることはなかった。光源の拡散の度合いと、試料表面の光沢や表面粗さの影響により、100%を超える反射率が現れ、スペクトルに差が生じたものと考えられる。

4. まとめ

本研究では小型簡易分光反射率測定器を設計し、CNC を用いて製作した。光源として白色 LED と WI ランプを用いて、PTFE 板及び各種色紙の反射率スペクトルを得た。

5. 展望

小型簡易分光反射率測定器を用いて、新たな場面での使用ができると考えている。非破壊での植物の健康状態や、家の外壁など塗料の劣化や色落

ちの状態を定量化できる。また、反射率は角度や表面粗さに依存性がある事がわかった。そのため、角度や測定面の条件をカスタマイズすることで、測定対象物に合わせた測定器の製作が可能となる。

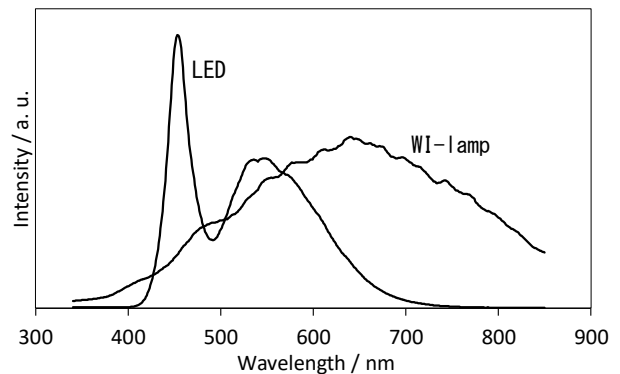


図 2 LED と WI ランプによる PTFE の反射光スペクトル

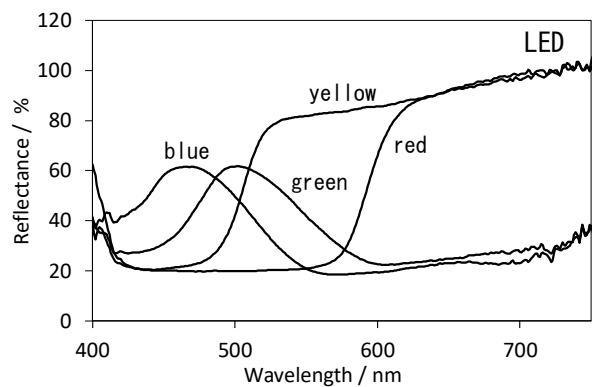


図 3 LED を用いた色折り紙の反射率

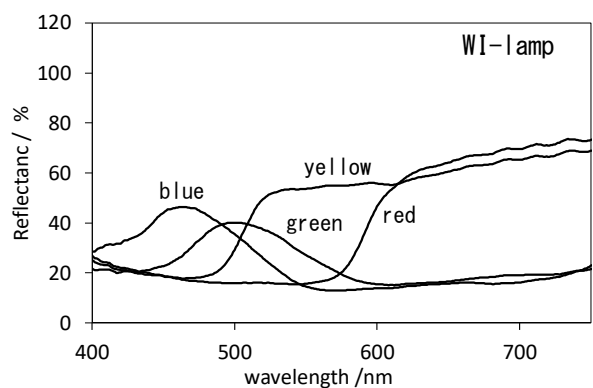


図 4 WI ランプを用いた色折り紙の反射率

参考文献

[1](社)日本分光学会編「分光測定入門シリーズ第 5 巻 可視・紫外分光法」,講談社 (2009)

謝辞 アプリケーション、装置構成について有益なご助言をいただきました、(有)サーフクリーン 加藤聖隆先生に感謝申し上げます。