

「光の実験」を楽しもう！

田所 利康（有限会社テクノ・シナジー）
tado@techno-synergy.co.jp

1. はじめに

デジタルカメラ，レーザーポインター，白色 LED などの高性能な電子機器がお気軽かつ安価に利用できるようになったお陰で，誰もが簡単に「光の実験」を楽しめる時代がやって来た．科学史に名を残す先人達が苦勞の末成し遂げた光学実験でさえも，今なら，比較的簡単に再現することができる．本講演では，拙著「イラストレイテッド光の実験」執筆の際に演者自ら行った光の実験のいくつかを紹介する¹．いずれの実験も，簡単に入手できる身近な材料を使ったものばかりである．本講演を通して，実験の楽しさ，光が織り成す色彩の美しさ，光の振る舞いの華麗さを再認識していただければ幸いである．

2. 光の実験：CD-R 分光器の試作

講演当日は，光線を可視化して光学現象を美しく撮影する方法，偏光によって砂糖水がカラフルに変身するようすなど複数の光の実験について紹介する予定だが，ここでは，紙面の都合から，CD-R 分光器の試作とスペクトル測定に話題を絞って解説する．市販の CCD 分光器は小型の製品でも高価であることから，CD-R，紙筒，カッターの刃など身近にある安価な材料とレンズ交換式デジタルカメラを使って，シンプルかつ高性能な分光器の試作を行った．回折格子に CD-R 片を用いたことから，ここでは，CD-R 分光器と呼ぶことにする．

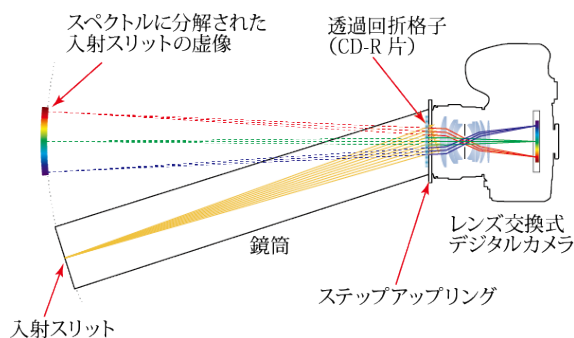


図 1. CD-R 分光器の構造

CD-R 分光器の主要パーツは，カッターの刃を使った入射スリット（スリット幅：約 40 mm），紙筒で作製した分光器鏡筒（鏡筒長：約 34 cm），CD-R 片を利用した透過回折格子，分光器鏡筒をカメラレンズ先端に接続するステップアップリング，スペクトル像を撮影するデジタルカメラである（図 1）．CD-R のトラックピッチ：1.6 mm から，スペクトルの中心波長：550 nm の回折角：20.1° を求め，それに合わせて分光器鏡筒を斜めにカットしている．透過回折格子として使用する CD-R 片は，ガムテープを使ってアルミ層を剥離し，エタノールで記録層を拭き取った．植毛紙などで迷光対策をしてから CD-R 分光器を組み上げ，レンズ先端に接続した．CD-R 分光器の外観は図 2 の通りである．

3. 光の実験：スペクトル測定

中望遠ズームレンズと接写リングを使ってスペクトル像の大きさをカメラのセンサー幅に合わせ，ピント調整，露出調整をして，スペクトル像を撮影した．CD-R 分光器で撮影した蛍光灯のスペクトル像とその像からデジタル化したスペクトルデータは図 3 の通りである．スペクトルの横軸は，蛍光灯に含まれる水銀の輝線を使って波長校正した²．スペクトル像のデジタル化に TIFF や JPEG など RAW 現像後の画像を用いると，図 4 に示す RAW 現像時のピクセル演算処理によってスペクトル強度が不正確になるため，RAW 画像から raw2fits を使用して RGB 個別の FITS ファイルに変換し，ImageJ を使ってデジタルスペクトルデータを生成した^{3,4}．



図 2. CD-R 分光器の外観

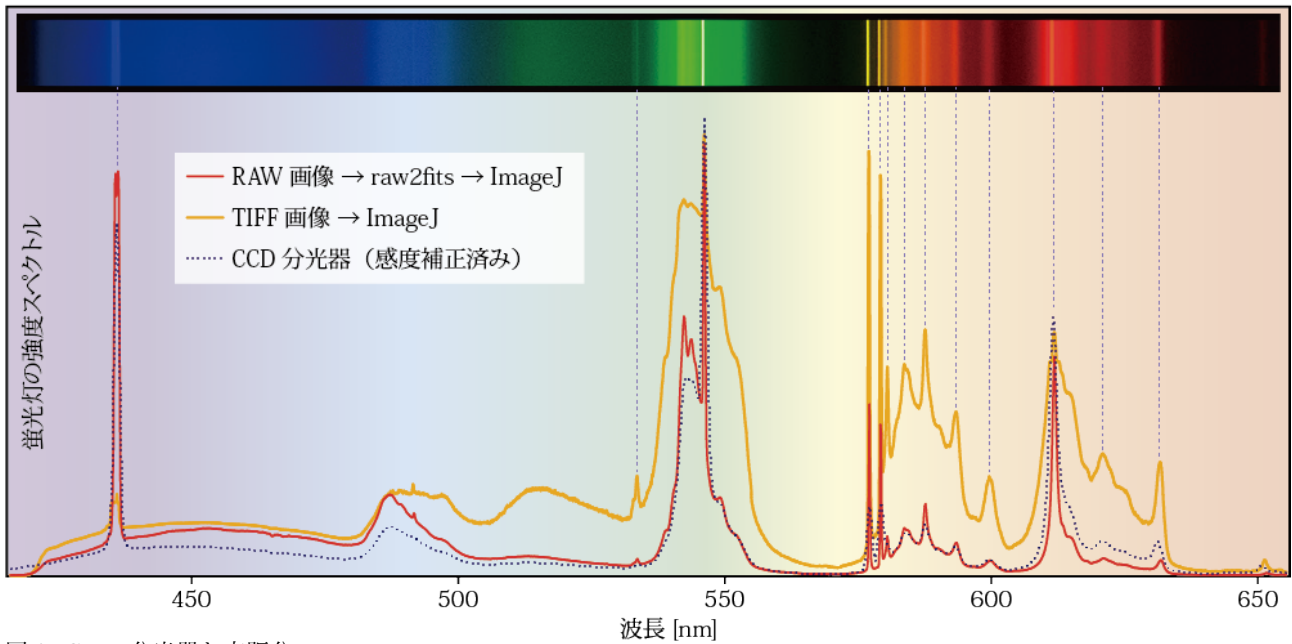


図 3. CD-R 分光器と市販分光器のスペクトル比較

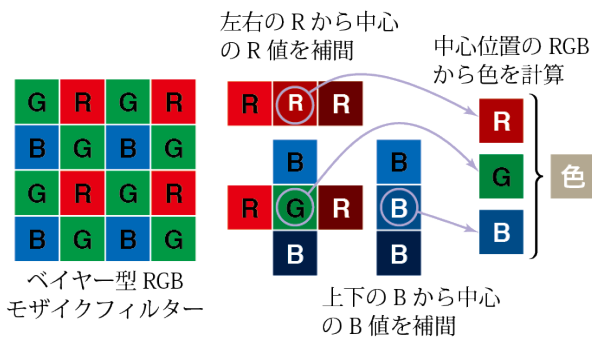


図 4. 画素混合方式による色の算出

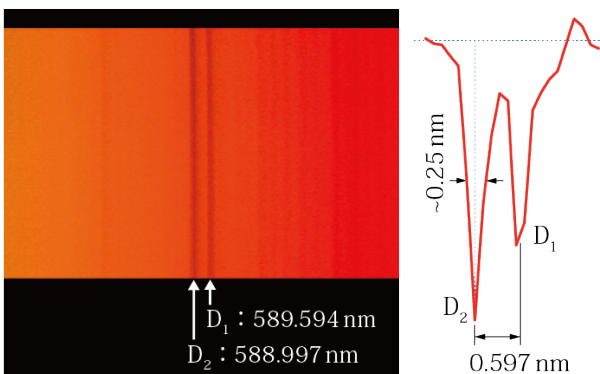


図 5. 波長分解能評価 (ナトリウムの D 線)

市販の小型 CCD 分光器（波長分解能：約 1 nm）で測定した感度校正済みスペクトル（点線）と比較すると、CD-R 分光器は実用上十分なスペクトル測定能力を有することが確認できる。

CD-R 分光器で太陽光のフラウンホーファー線を分光測定し、ナトリウムの D2 線（波長：588.997 nm）を使って波長分解能を評価したところ、図 5 のように、暗線の半値全幅で約 0.25 nm の値が得られた。

8 最後に

本講演で紹介するのは、図 6 に示す『イラストレイテッド光の実験』に掲載した実験のごく一部である。本講演で、光の実験にご興味を持っていただけたなら、是非とも、みなさんも光の実験にチャレンジしていただきたい。

参考文献

- [1] 大津元一監修，田所利康著：『イラストレイテッド光の実験』，朝倉書店，(2016)。
- [2] 国立天文台編：理科年表（丸善，2014）。
- [3] raw2fits（星空公園）
<http://www.kodan.jp/?p=products>
- [4] ImageJ 日本語情報
<http://seesaawiki.jp/w/imagej/>



図 6. イラストレイテッド光の実験

※本稿は，応用科学学会公開技術講演会講演会（2017年5月18日）の予稿原稿を改編したものです。

田所 利康（Toshiyasu TADOKORO） 博士（工学）



有限会社テクノ・シナジー
代表取締役

〒 193-0832
東京都八王子市散田町 2-46-16
電話 & FAX : 042-667-1992
tado@techno-synergy.co.jp
<http://www.techno-synergy.co.jp/>