

光の色

～自作したDVD分光器で光源の光を分光する～

PROFILE

田口 哲 たぐち さとし (北海道教育大学教授(札幌校))

1968年北海道生まれ。北海道教育大学卒業。北海道大学大学院理学研究科修士課程・同大学院地球環境科学研究科博士課程修了。博士(地球環境科学)。北海道教育大学講師、准教授を経て2011年より現職。専門は物理化学、化学教育。1999～2001年大学入試センター教科専門委員会委員、2006～2011年大学入試センター教科科目第2委員会委員。化学教育ジャーナル(CEJ)編集委員。著書「理科教育学－教師とこれから教師になる人のためにー」(東京教学社)、「解説実験書 新しい北海道の理科」(北海道教育大学)。電気化学・物理化学に関する論文、化学教育に関する論文等多数。



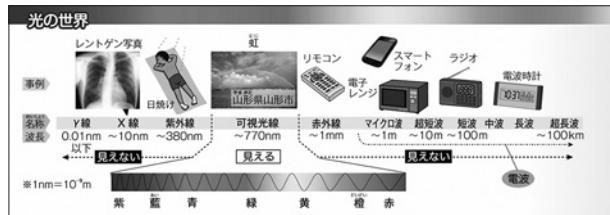
① はじめに

中学校理科では、「光の色」は、発展的事項として教科書で取り上げられることはありましたが、学習指導要領上の学習内容ではありませんでした。しかし、2021年度から全面実施される新しい中学校学習指導要領では、エネルギー領域の単元「光と音」の学習事項として「光の色」が新たに加わりました。「光の色」は、虹など身近に見られる自然現象と密接な関わりを持つ学習内容ですので、生徒が興味を持ちやすい内容だと思います。そこで、光の学習で活用でき、安価かつ高性能のものづくり教材でもある、若林氏が開発した「DVD分光器」^{1,2)}を紹介します。

② 「光の色」の学習内容

新学習指導要領では、「(ア)光と音」の「ア 光の反射・屈折」において「光の反射や屈折の実験を行い、光が水やガラスなどの物質の境界面で反射、屈折するときの規則性を見いだして理解すること」とありますが、「内容の取扱い」において、「白色光はプリズムなどによっていろ

いろな色の光に分かれることにも触れること」とされています。また、新学習指導要領の解説では「光の色については、例えば、雨上がりなどに虹ができるを取り上げ、白色光はプリズムなどによっていろいろな色の光に分かれることに触れる」とあります。

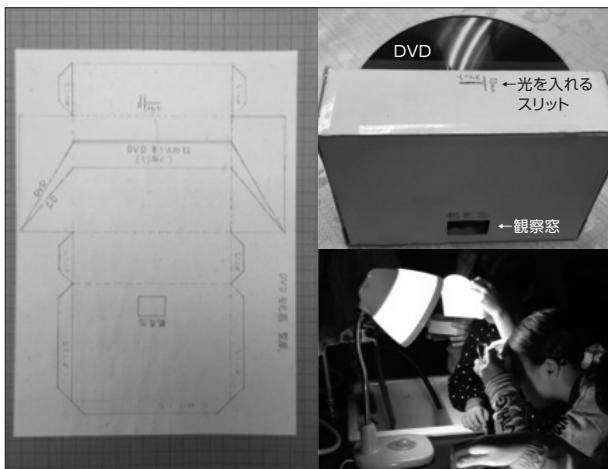


「未来へひろがるサイエンス1」p.228

③ DVD分光器の作成とスペクトル

プリズムは、光の色(波長)ごとに屈折角が異なることを利用して分光する器具ですが、DVD分光器はDVDを反射型回折格子として利用する分光器です。片面が黒色の工作用紙(例えばアピカ社のカラー工作用紙L判、1枚100円程度、2台作成可)、型紙、DVDがあれば、1人1台の分光器を安価に作成できます(なお、市販の直視分光器は1台2万円近くします)。型紙は、末尾の引用・参考文献2)にあります(J-STAGEからダウンロード可)。

以下が分光器の作成方法です。まず、ステック糊で、工作用紙の黒色ではない面に型紙を貼ります。定規を当てながら、型紙の外周線をカッターで切ります。さらに「スリット」「観察窓」「DVD差込口」を切り抜きます。次に、黒い面が内側になるように、型紙の折線(破線)に沿って折り目をつけます。このとき、カッターの刃の背側を使って折線に傷をつけてから定規を当てて折ると、きれいに折ることができます。最後に、切り出した工作用紙の端をセロハンテープでとめて箱形に組み立て、差込口にDVDを挿入すれば完成です。中学生であれば30分程度で完成できます。作り方を授業で説明して、授業時間外で生徒各自に作らせててもよいでしょう。



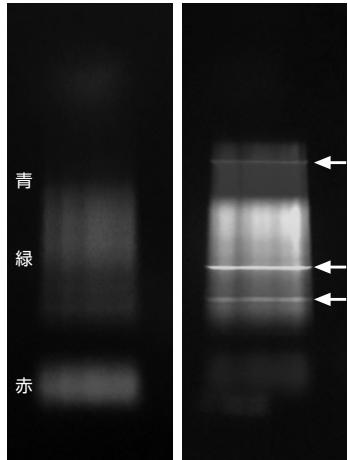
型紙を貼った工作用紙、作成したDVD分光器、DVD分光器を用いた白熱灯の光のスペクトル観察の様子。

光のスペクトルを観察するときは、スリットを光源に向けて観察窓に眼を近づけて観察します。光源としては、白熱灯やLEDランプなどがよいでしょう(前者は熱くなるので触れないよう注意)。これらのスペクトルを観察することで、白色光がいろいろな色の光に分けられる(帯スペクトルが観察される)ことを生徒一人ひとりが体験できます。

さらに発展的にはなりますが、蛍光灯の光のスペクトルを観察するのもおもしろいです。白熱灯やLEDで観察されたようないろいろな色からなる光の帯に何本かの“輝線”が重なって見えます。この輝線(決まった波長の光)は、蛍光灯のフィラメントから出た電子(熱電子)が

蛍光管内の水銀原子に衝突することで励起状態になつた水銀から放射されたものです。このとき水銀から紫外線も一緒に放射されますが、この紫外線が蛍光管内壁の蛍光体に当たることでいろいろな色の可視光に変換され光の帯も観察されるのです。なお、この分光器で街灯(水銀灯)の光を観察すると、蛍光灯で観察された輝線だけが観察できます。

私の研究室では、学生が講師役になって、小・中学生を対象に、このDVD分光器を作成し色々な光源からの光のスペクトルを観察する実験教室(土曜講座)を行ってきました。子どもたちはみな興味深そうに、様々な光源の光のス



DVD分光器によるスペクトル(左が白熱灯、右が蛍光灯)。両者に帶スペクトルが観察されるが、後者のみ輝線(←)が見られる。(裏表紙カラー写真参照)

ペクトルを楽しんで観察しています³⁾。

生徒各自に分光器を作らせる余裕がない場合は、教員が作った分光器の観察窓にプロジェクターにつないだスマートフォン等のレンズを近づけて、教室のスクリーンにスペクトルを大きく映し出すといった使い方もあります⁴⁾。

最後に安全上の注意事項です。太陽光を観察する場合はスリットを太陽に直接向かない、レーザー光は観察しない、という点は必ず守って観察させてください。

引用・参考文献

- 1) 若林文高、化学と教育、55 (7) 340 (2007)
- 2) 若林文高、化学と教育、65 (2) 76 (2017)
- 3) 田口 哲、並川 寛司、岡村 聰、森田 みゆき、北海道教育大学紀要(教育科学編)、56 (1) 131 (2005)
- 4) 田口 哲、渡辺 勤、化学と教育、50 (4) 329 (2001)