

## 投稿

# 手作り簡易分光器の改良

## ～ 利き目の問題と可変スリット ～

井口楓梨、宇野和行、富田晃彦（和歌山大学）

### 1. はじめに

光を波長ごとに分けて分析する分光観測は、天文学のみならず、科学のあらゆる分野で使われている、重要かつ基礎的な手段である。その分光器を手軽に作製できる工作は、実験工作の講座で大人気である [1]。分光器を使うと、天然の白色光の太陽光、人工の白色光の白熱灯、蛍光灯、発光ダイオード (LED) がいずれもいくつかの色の成分からできており、そして互いにスペクトルが異なることが体験的に学習できる。実際、インターネット上で検索をかけると、簡易分光器の実践として、JAXA 宇宙教育センターによるもの [2]、岩手県立総合センターによるもの [3]、岡山天体博物館によるもの [4]、佐賀県立宇宙科学館によるもの [5]、キャノンサイエンスラボ・キッズによるもの [6] など、学校、科学館、研究機関、企業と、多くの場からの公開資料が見つかる。「天文教育」では、片平 (2000) [7] や坂元 (2016) [8] の記事がある。坂本 (2016) で紹介されている「子ノ星教育社特製直視分光器」は、類似の工作のものとしては精度高いものであり、波長のスケールを入れるなどの工夫もされている。「物理教育」でも宮崎・目 (2004) [9] による実践報告などが掲載されている。これも波長のスケールを入れた例である。小林 (2014) は RikaTan で紹介している [10]。国際天文学連合の天文教育の作業部会による教員研修プログラム NASE でも、簡易分光器の製作の活動が取り入れられている [11]。簡易分光器は、CD や DVD を使って、反射型グレーティングを覗き見る方法のもの ([5][10][11] や [6] で

紹介の 2 種のうちの 1 つの場合；専門的な分光器はこちらの方法を採用) と、透過型グレーティング・シートに接眼して見る方法のもの ([2][3][4][7][8][9] や [6] で紹介の 2 種のうちの別の 1 つ；透過型グレーティング・シートの購入が必要だが、工作としてはこちらの方がより簡単) がある。

### 2. おもしろ科学まつりでの出展

2019 年度に和歌山大学で開催された「おもしろ科学まつり」[12] での「虹をみつけよう」の出展において、中等理科教育法 B の受講者の 1 班の班員が手作り簡易分光器の実践を行った。この時の分光器は厚紙を箱型に作り上げ、スリットから光を入れ、透過型グレーティング・シートを貼った窓に接眼して見る方法のものであり、[2][3][4][8] によく似たものである。型紙を付録に示す。覗き窓や入射光を取り入れるスリットがある本体部分 (図の下方) と、それを全体に包み込む外枠の箱 (図の上方) から成っている。また、スリット幅を可変にするための小さな部品 (図の左上) も作る。図 1 は本体の外観写真であり、覗き穴の面が手前に見えるようにして示したものである。図の背面にはスリットを切り出しており、覗き窓と対角方向にあけてある。こうすることで、覗き窓から正面を見ると 1 次の分散光が見えるようにしている。可変スリットの機構については第 4 章で述べる。



図1 分光器の外観写真

手前に見えている覗き窓に貼り付ける回折格子フィルムは、格子の溝の方向が縦になるようにして、左右に分散光が見えるようにする。

作製に必要なもの

- ・ 片面が黒色の遮光性の高い工作用紙
- ・ はさみ
- ・ ものさし
- ・ インクの切れたボールペン
- ・ 両面テープ
- ・ 回折格子フィルム（1 mm に筋 1000 本）

おもしろ科学まつりでは、この型紙を事前に用意し、当日の来訪者には、工作として、型紙の一部にはさみ入れと折り曲げ、箱への組み立て、グレーティング・シートの貼り付けを行ってもらった。入射スリットおよび覗き窓は、組み立てた際に切り込みが合わさって穴になるようにし、カッターを使って抜くことが難しい小さな子どもにも対応できるようにした。インクの切れたボールペンで型紙の折り目をなぞると、工作用紙を折ることが難しい小さな子どもでも簡単に作ることができるようになる。作製の際にのりを使うと、小さな子どもの場合、時間が経過しすぎて乾いてしまうことや、接着面が外れてしまった場合に再度のりを付け直さないといけないといった問題があるため、のりしろには両面テープを貼ることとした。小さな子どもでも組

み立てやすく、分光器をポケットやカバンなどに入れていても型崩れしないようにするため、簡単な造りであると同時に、丈夫なものを目指した。片面が黒色の遮光性の高い工作用紙を用い、二重構造にすることで丈夫さを確保した。この二重構造の箱型は、[8]でも採り入れているものである。こうすることで、切る・折る・貼るだけの作業で丈夫な分光器を作ることができるようにした。

試作していくと、いくつかの問題点に気が付いた。小さな子どもが触っても形がひずまないような構造はもちろんであるが、利き目による使い勝手の問題、入射光量が不足する場合は見えにくいという問題がある。班員であった井口を中心に、この2つの問題に対し、以下の節に記すような工夫を行った。

### 3. 利き目を意識したユニバーサルデザイン

第1節で紹介したものを含め、手作り簡易分光器は利き目が右を前提にしていることが多い。分光器の手前側の横長の面の右側に覗き窓を作製し、図2のように覗き窓を覗くと左目が自動的に一面黒色の分光器によって隠され、覗き窓から見える弱い光に集中しやすい構造になっている。しかし、左目を利き目



図2 図1で示した方向のまま分光器を持ち、右目で覗き穴を見た時の模式図。明るい縦線は、入射光を取り入れるスリット部分を示している。

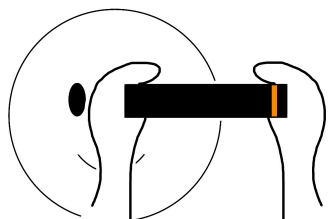


図3 図2の持ち方のまま、左目で見た時の模式図。左目でのぞき、その正面に分散光をみることができるが、右目が分光器から外に出てしまい、右目を閉じないと、薄い分散光を見にくい。

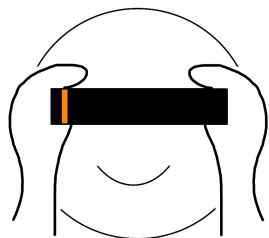


図4 左目が利き目の人は、図2の持ち方と上下逆にして、この図のようにして見ればよい。

に持つ人がこの分光器をこのままの持ち方で使用すると、図3のように右目から周辺の明るい光が入ってしまうため、観察者は右目だけを閉じる必要があるが、片目だけを閉じることが難しい人もいる。

利き目の問題は、簡易分光器の直方体の上下を持ち換えて見ることで解決できる。利き目が右の場合は図2のとおりを持ち、利き目が左の場合は図4のようにそれと上下逆にとって使えば、見づらさの問題は解決できる。しかしスペクトルの赤と青の広がる方向が逆になってしまう。スペクトルの方向がよく分かるように、覗き窓の上に赤と青のシールを貼ってスペクトルの方向を明示した。このようすを図5に示す。

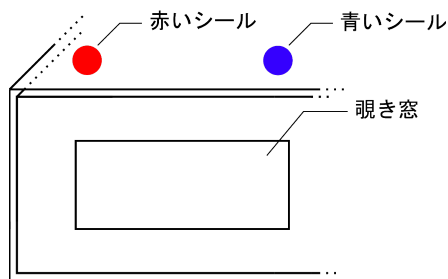


図5 覗き窓にスペクトルの方向を示したようす。これにより、上下逆に持って観察してもスペクトルの方向を間違えなくなる。

利き目が左の人は、数%から1割程度いると言われている [13]。手作りの簡易な機器ではあるが、身体的特性に合わせて使い、精度高い観察ができるようにと工夫するのは、理化学機器を扱う態度として重要であろう。

#### 4. 可変スリットの導入

第1節で紹介したものを含め、手作り簡易分光器は入射スリット幅が固定のものがほとんどである。そのため、暗い光源をみるのが難しくなっている。そこで、光の波長(色)の分解能と入射光量のバランスを取ることができるよう、可変スリットを導入した(専門的な分光器では普通に備わっているものである)。スリット幅を狭くすると、波長分解能は向上するが、スペクトルは暗くなる。スリット幅を広くすると、波長分解能は低下するがスペクトルは明るく見える。光源が明るい場合はスリット幅を狭くして波長分解能を上げることができ、光源が暗い場合は波長分解能を犠牲にするが、明るさを確保して見ることができる。

マッチ箱のような構造にすると、内箱と外箱との間の隙間をレールのようにすることが

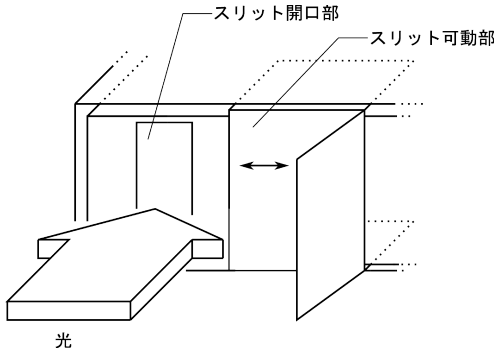


図 6 スリット幅を広くしたようす。こうすると、分解能は低下するがスペクトルは明るくなる。

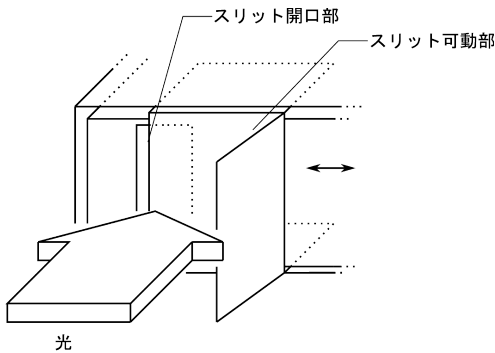


図 7 スリット幅を狭くしたようす。こうすると、分解能は向上するがスペクトルは暗くなる。

できる。差し込んだパーツをスライドさせることにより、自在にスリット幅を変えることができる。図 6 および図 7 にスリットを広くしたときと狭くしたときのようすを示した。例えば明るい蛍光灯の光を観察する時は、スリットを狭くすることで蛍光体からの線スペクトルをしっかりと分離して観察することができる。同じ条件で屋外の太陽光を観察すると連続スペクトルになる。このときのスペクトルの写真を図 8 に示した。これらの観察から、似た白色光であっても蛍光灯と太陽光の光源の違いをよく知ることができる。

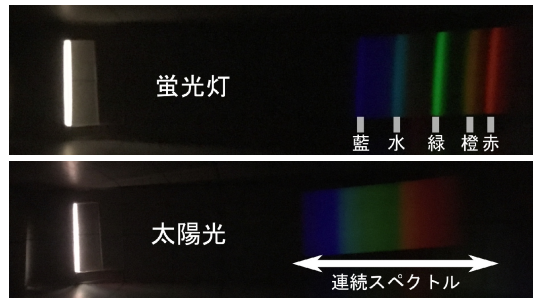


図 8 蛍光灯と太陽光のスペクトルの比較。同程度のスリット幅で観察した。蛍光灯は 5 つ程度の色の成分に分けられたが、太陽光は連続スペクトルであることが分かる。

### 謝 辞

おもしろ科学まつり 2019 では、中等理科教育法 B の指導や助言、出展に至るまでの教具購入で、和歌山大学の木村憲喜氏、中村文子氏に感謝する。「虹を見つけよう！」の出展を共同で作りに上げてきた中等理科教育法 B の 1 班の班員に感謝する。

### 文 献

- [1] インターネット上の個人のページであるが、「セッピーナの趣味の天文計算」(<http://seppina.cocolog-nifty.com/blog/>) の「簡易分光器 - 作り方・使い方のまとめとリンク集」(<http://seppina.cocolog-nifty.com/blog/2016/06/-7ce7.html>) に、関連するネット上の情報が多くまとめられている (このウェブサイト上には作成日と思われる 2016 年 6 月 22 日の日付の記載があり、著者の一人の富田が 2020 年 3 月 8 日にこのウェブサイトを閲覧)。
- [2] 「光のスペクトル観測器を作ろう：簡易分光器」(2012) 発行：宇宙航空研究開発機構宇宙教育センター、教材提供：宇宙教

- 育指導者向け教材検討 WG、著者の一人の富田が 2020 年 3 月 8 日にこのウェブサイトを開覧：  
<http://www.yac-j.com/labo/list/pdf/4.Handicraft/4-16.pdf>
- [3] 岩手県立総合教育センター理科教育担当 (<http://www1.iwate-ed.jp/tantou/kagaku/>) の「長期研修 (1 年) の研究成果」のうち、「平成 26 年度、高等学校理科「科学と人間生活」におけるサポート資料の作成」での「光や熱の利用、02 簡易分光器の製作」、著者の一人の富田が 2020 年 3 月 8 日にこのウェブサイトを開覧：  
[http://www1.iwate-ed.jp/tantou/kagaku/h26\\_kagakutoningen/kagakutoningen\\_support/02\\_hikari\\_netsu/02\\_bunkoki.pdf](http://www1.iwate-ed.jp/tantou/kagaku/h26_kagakutoningen/kagakutoningen_support/02_hikari_netsu/02_bunkoki.pdf)
- [4] 「紙コップ分光器の作り方」岡山天文博物館の「工作教室の作品集」の中から、著者の一人の富田が 2020 年 3 月 8 日にこのウェブサイトを開覧：  
<http://www1.city.asakuchi.okayama.jp/museum/event/spectra.pdf>
- [5] 佐賀県立宇宙科学館 (<https://www.yumeginga.jp/>) の「ぶつり実験教室・科学実験教室スライドのページ」 ([http://www-9-8-7.sakura.ne.jp/~murakami/Phys\\_and\\_Science\\_Lab.htm](http://www-9-8-7.sakura.ne.jp/~murakami/Phys_and_Science_Lab.htm)) の中、「第 40 回科学を楽しむ実験教室：白色光から 7 色の虹を作ろう」日時：2014 年 3 月 23 日 (日) 13:30~15:30、担当：村上明。著者の一人の富田が 2020 年 3 月 9 日にこのウェブサイトを開覧。
- [6] キャノンサイエンスラボ・キッズ (<https://global.canon/ja/technology/kids/>) の「光の分解じっけん」の中、「かんたん分光器を作ろう」の CD 編 ([https://global.canon/ja/technology/kids/experiment/e\\_03\\_03.html](https://global.canon/ja/technology/kids/experiment/e_03_03.html)) 及び分光シート編 ([https://global.canon/ja/technology/kids/experiment/e\\_03\\_04.html](https://global.canon/ja/technology/kids/experiment/e_03_04.html)) 著者の一人の富田が 2020 年 3 月 8 日にこのウェブサイトを開覧。
- [7] 片平順一 (2000) 「光のスペクトル学習で楽しい授業を！」天文教育、Vol.12, No.1 (2000 年 1 月号), 24-28
- [8] 坂元誠 (2016) 「子ノ星教育社特製直視分光器の紹介」天文教育、Vol.28, No.1 (2016 年 1 月号), 17-21
- [9] 宮崎菜穂子・目 修三 (2004) 「手作り分光器を用いた光のスペクトルの観察：観察・ものづくりを重視した物理学実験の試み」物理教育、Vol.52, No.3, 240-243
- [10] 小林則彦 (2014) 「安くても (高性能機に) 勝てます! : DVD を使って簡易分光器 (スペクトロスコープ) をつくろう」季刊理科の探検 (RikaTan) 2014 年秋号、p.30。RikaTan のウェブサイト (<http://www.rikatan.com/wiki.cgi>) の「ダウンロード」ページの中、「2014 年秋号 P.30~『DVD を使って簡易分光器を作ろう』」の欄に型紙と作り方それぞれの PDF ファイルが公開されている。著者の一人の富田が 2020 年 3 月 9 日にこのウェブサイトを開覧：  
 型紙：  
<http://www.rikatan.com/spectro-pattern.pdf>  
 作り方：  
<http://www.rikatan.com/spectro-setup.pdf>
- [11] 松本桂、上之山幸代、鷺坂奏絵、富田晃彦、中串孝志、福江 純 (2020) 「国際教員研修プログラム NASE: ワークショップ 7」天文教育、Vol.32, No.3 (2020 年 5 月号) 印刷中
- [12] 「おもしろ科学まつり 2019 (青少年のための科学の祭典・和歌山大会)」2019

年 11 月 16 日、17 日、和歌山大学、  
<https://www.kagaku-wakayama.com/omoshiro2019/>

「虹を見つけよう！」のガイドブックでの  
ページは：

<https://www.kagaku-wakayama.com/pdfjs/web/viewer.html?file=/omoshiro2019/2019OmoshiroGuideBook20191102.pdf#page=55>

[13] 国立国会図書館の「レファレンス協同データベース」

(<https://crd.ndl.go.jp/reference/>) で、「右利きの人と左利きの人割合を知りたい。世界および日本における割合もわかるとよい。」という質問に対し、埼玉県立久喜図書館が回答した内容が公開されている（最終更新日は 2013 年 01 月 15 日と掲載）。著者の一人の富田が 2020 年 3 月 8 日にこのウェブサイトを開覧：

[https://crd.ndl.go.jp/reference/modules/d3ndlcrdentry/index.php?page=ref\\_view&id=1000114063](https://crd.ndl.go.jp/reference/modules/d3ndlcrdentry/index.php?page=ref_view&id=1000114063)



井口 楓梨

s226014@wakayama-u.ac.jp



宇野 和行

kuno@wakayama-u.ac.jp



富田 晃彦

atomita@wakayama-u.ac.jp

\* \* \* \* \*

(次頁に「型紙」を掲載)

付録：型紙

