

実践研究

「光のスペクトル学習で楽しい授業を！」

片平順一（堺市教育センター）

1. 子どもも「虹」あそびがすき

プリズムを通して太陽光が分かれた様子には、なんともいえない美しさがあります。こんな「虹」を楽しんでもらおうと、親子「光」実験講座で「光のスペクトル」を簡単に扱った事があります。図1のようにプリズム2個を使って、スクリーン上に光の6色(赤・橙・黄・緑・青・紫)をそれぞれ取り出す実験を試みました。金ものさし2本をうまく使って、「単色光」を選び出す単純な実験ですが、暗室状態では単色光がきれいに見えます。小学生の子どもも「きれい！」という声をあげ、楽しんでいました。

このような、虹の美しさという視覚からはいるスペクトル学習は、子どもの興味を十分引き出します。もし、使いやすくより高い分散の分光器が準備できるなら、蛍光灯の輝線と「虹」、炎色反応の輝線、太陽光「虹」とその中の暗線（吸収線）などの観察とつなげていけます。現象論的認識レベルでも、光を通

して自然の不思議さ・面白さを知る事が、光とは何だろうと考える機会を与える事になるでしょう。

又、原子・分子を学習した中学生にもなる、炎色反応の炎をうしろから強い光源で照らすと、いままで見えていた輝線の位置に、輝線が消えて暗線が見える実験(例えばナトリウムD線の暗線づくり)を理解できる段階に達します。即ち、光だけを手がかりにして、人間の行けない場所にある物質の状態が推測できるという、定性的ながら重要な認識に到達させられます。

このような学習は高校で主に行われていますが、子どもの好奇心の旺盛な時期に扱うことができる教材です。本稿では、小・中学校の理科学習の中でも扱えないか、考えてみたいと思います。

2. スペクトル学習の最近の実践例

まず、今までの実践を振り返って見ましょ

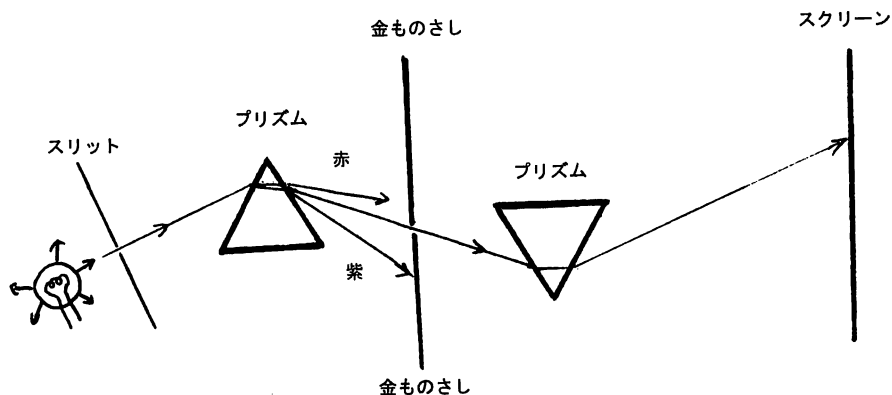


図1. 光の「色」をとりだす実験

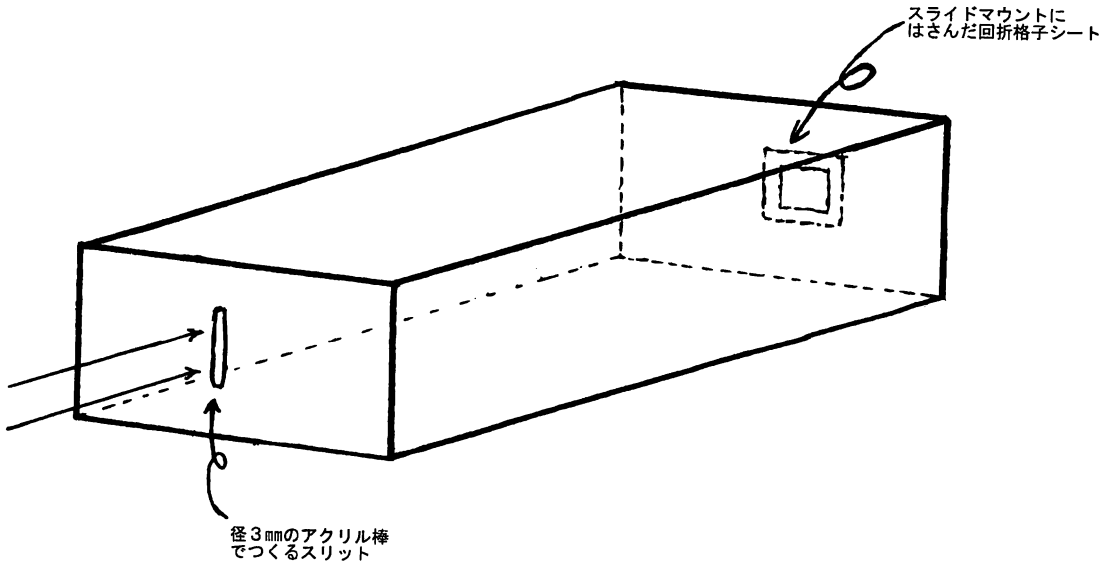


図2. 短時間工作向けの分光器

う。約10年ほど前から透過型回折格子シートが、東急ハンズなどで安く売り出されるようになりました。それを用いたスペクトル観察器具の自作と授業実践の報告が、多数なされています。その中で、ごく最近の文献をいくつか紹介します。

(a) 高校生向けの「分光器の自作と観察」の例として、京都府の西村氏、および戸倉氏の報告があります(文献1、2)。工作の苦手な生徒に、確実に見える分光器を短時間で自作させた苦勞の結果が示されています。手間のかかるスリットづくりを、スリットとして直径3mmの透明亚克力棒を使ってクリアーしています。また、スライドマウントに回折格子シートをはさんで扱いやすくする工夫もなされています(図2)。

(b) 中学校理科クラブでのスペクトル観察例として滋賀県の森・高谷両氏の報告があります(文献3)。中村理科工業の簡易分光器SM-60(約500本/mmの回折格子シート利用)を使い、そのスペクトルをカメラ撮影するシステムを作り上げています。スペクトル観察の目的は、町の5ヶ所の水道水源から分配さ

れている水の、カルシウムイオン量分布調査です。簡単な装置で中学生にも微量イオンの分析が可能な事を示しています。

(c) 小学生向けには、十分に格子が刻まれた回折格子(商品名:クリアホログラム)で、街のいろんな光を観察する、夏休み自由研究の紹

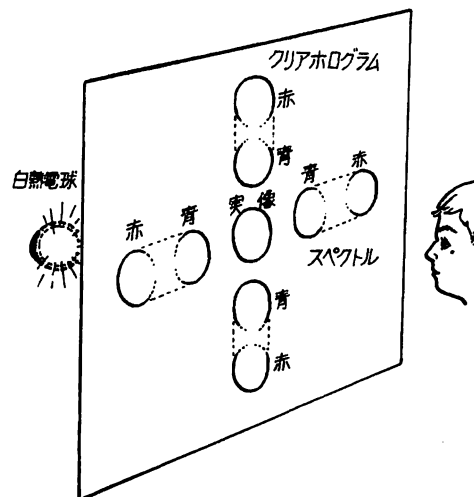


図3. クリアホログラムによる光の回折(図は文献4から引用)

介(石川県の竹中氏、文献4)があります(図3参照)。

(d) 以上 (a) ~ (c) の3つは、それぞれ「個別」にスペクトルを観察します。ですから使う回折格子シートは小さなのですみます。しかし、授業時には、個々の生徒が同じ事を観察しているのか確認できない面があります。そこで発想の転換を行い、大きな回折格子シートを用いて、授業で多くの生徒がいっしょに同じスペクトルを観察できるようにした実践があります(石川県の福岡・竹中両氏、文献5)。そこでは、教室のカーテンをしめた程度の明るさで、クロロフィル(葉緑素)の吸収スペクトルを観察しています。

これらの文献だけでも、回折格子シートを使ったいろんなパターンのスペクトル学習が読み取れます。そして、教具としての回折格子シートが果たしている大きな役割を認識させられます。同時に、光のスペクトル学習をより広く展開していく、物的な環境が整って

きたことを感じさせるものでもあります。

3. 「選択理科」・「総合的な学習の時間」の活用を!

(1) スペクトル学習の位置付け

光のスペクトル学習は小中学校段階ではレベルが高いものと、一般的に考えられているのではないのでしょうか。それよりも、光の直進・反射・屈折が基礎的な学習内容とされているようです。そのような状況は根岸氏のアンケート調査報告(1995年調査、文献6)でもかいま見れます。学ばせたい天文の学習項目中、太陽のスペクトルをあげる人は小学校2%、中学校8%と非常に少ない結果が示されています。

一方、物理・化学・生物・地学の分類をはずしたカリキュラム編成の立場では、光のスペクトルは異なる位置付けになるようです。日本地学教育学会の検討では、小学校で総合的な「太陽の光」の学習を提案しています(文

表1. 「光」に関する学習指導要領の項目

学 年	項 目
小学校3年	<ul style="list-style-type: none"> ・ B領域「光の直進、光が集まったときの明るさ・暖かさ」 ・ C領域「地面は太陽によって暖められる」
小学校4年	<ul style="list-style-type: none"> ・ B領域「光電池」 ・ C領域「空には明るさや色の違う星がある」
中学校1年	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第1分野「光の反射や屈折、凸レンズの働き」 (・ 第1分野 炎色反応が教科書で取り上げられるかどうかは不明) ・ 第2分野「光合成」など ・ 第2分野「太陽の特徴」

表2. 「光のスペクトル」の学習項目(案)

学 年	項 目
小学校3年	・ 虹づくり(プリズムほか)
小学校4年	<ul style="list-style-type: none"> ・ 身の回りの光のスペクトル観察(家・街の光、空の光) ・ 色セロファンを通した光 ・ プリズムを使った6色の色分け実験
中学校1年	・ 夕日・月・空・雲のスペクトル観察
中学校2 ~3年	<ul style="list-style-type: none"> ・ 炎色反応のスペクトル輝線観察とその暗線(吸収線)づくり ・ 光合成(クロロフィル)で使われる太陽光のスペクトル観察 ・ 太陽光の暗線(吸収線)観察とその解釈

献7)。その内容は虹やスペクトルを見て太陽の光は色に分かれること、太陽光を受けると温かいこと、太陽の光を受けて植物は育つこと、……などです。ここでは、光のスペクトルは一つの常識的な体験として必要と考えるわけです。

「選択理科」や「総合的な学習の時間」の模索が始まった現時点で、あらためて上に紹介した2つの意見を合わせるなら、次のようにまとめられるのではないのでしょうか。光のスペクトル学習は通常の理科の授業時間では扱いにくい、「選択理科」や「総合的な学習の時間」では実施できる、と。

(2) 学習項目

では、どのような光のスペクトルの学習内容が考えられるのでしょうか。次期学習指導要領の「光」に関係する項目は表1のようにまとめられます。その項目配置を考慮すれば、表2のような、光のスペクトルの学習項目とその学年配置が提案できます。以下、その説明を行います。

小学校段階で意図していることは、まず多様な光のスペクトル観察です。その経験の上に、色セロファンを通した場合と通さない場合での光のスペクトル変化の観察、及びその類似操作として、プリズムを使って6色の光を選び出す実験を考えています。これらによって、光の色とスペクトルの関係の初歩的なイメージづくりができます。これらは学習指導要領の項目の内容を、すこしだけ広げるものでしょう。

中学校1年では、「光」・「地球と宇宙」の学習と対応させて、太陽光の反射・散乱の世界の理解をねらっています。月は太陽に照らされて輝いているので、2つの天体のスペクトルは同じであると考えられるが、観察すると、やはりスペクトルは似ているとの確認、及び、青空や白い雲のどこを見ても同様な太陽光のスペクトルが見えることの観察から、太陽光はあちこちに反射・散乱されていくこ

とを推論させたいと考えます。また、この散乱現象の学習は、「光とはまぶしいもの」といった生徒の持つイメージを広げることにもなります。

中学校2～3年では、原子・分子の概念が形成され始めていますから、物質と光の関係をスペクトルの変化からより詳しく学習できる認識段階にいるといえます。学習指導要領では対応する内容はありますが、項目を設定してみました。炎色反応の輝線スペクトルの観察、及び、その逆の暗線づくりの実験は、炎(物質)が光線を吸収する(光を発するときと同じ色で)との仮定を導くこととなります。マクロなレベルながら、物質と光の関係を考えさせます。他の2つの項目は、炎色反応での光の吸収の概念をより発展させるものです。これらは、生徒をキルヒホッフの認識に近づける学習といえます(文献8)。

表2にあげた学習項目は特に目新しいものではなく、既に個別に授業実践されてきたものです。ですから具体的な展開のノウハウも蓄積されています(注)。しかしながら、これらの内容を順次学習する過程をあらためて組み立てるならば、光のスペクトルについての現象論的な知識が獲得され、光と物質の関係が理解され始めるのではないのでしょうか。又、高校で恒星のスペクトルを理解する準備段階を形成するともいえます。

「選択理科」・「総合的な学習の時間」が実施される中で授業研究が進められていますが、「光のスペクトル」の学習も検討対象に入れる価値は十分あると考えます。

4. おわりに

光のスペクトルは、薄膜の干渉光といっしょに科学博物館などで主に扱われ、学習の初歩的導入がなされてきた分野でした。それらの現象の美しさは子どもを十分引きつけています。授業の中でも美的側面から光のスペクトルを扱えないものかと考えておりました。

た。

最近の学習指導要領の改訂により、学校サイドで自由に使える時間が生まれていますから、学校教育の中で光のスペクトルを扱うことが可能となりました。皆様方のご検討を是非お願いいたします。

本稿では、スペクトルの観察器具として、回折格子シートによるものを想定しました。その観察器具でのスペクトルは回折の1次スペクトルを使うため、プリズム分光器のスペクトルと比べてずいぶん暗いものです。スペクトルを印象づける段階、あるいはスペクトルの細部を確認したい場合などは、高価ですが、直視プリズム分光器を併用するのが適切と考えます。

最近、栗野氏が家・街の中の光、蛍の光などのスペクトルまで含めたCD-ROM スペクトル画集「宇宙スペクトル博物館」を完成されました(文献9)。一般大人向けに作られていますが、小・中学校での学習にも便利な資料集です。

注) 暗線を確認する実験では、背景光のスリット・発色している炎・スペクトル観察装置のそれぞれの配置とその調整に時間がかかります。そのため、炎が長時間持続する方が楽です。その簡単な方法として、アルコールランプのメタノールに塩化物を溶かして燃やす方法が便利と思います(文献10)。

引用文献

- [1] 西村昌能、自作分光器を利用した授業例、第12回天文教育研究会集録、p.130、1998年
- [2] 戸倉則正、分光器とスペクトルに関する高校地学、物理の教材と教授法、第4回天体スペクトル研究会集録、p.27、大阪市立科学館、1998年
- [3] 森幸一・高谷晶子、簡易分光器を用いた微量陽イオンの分析(中学クラブ活動)、平成10年度東レ理科教育賞作品集、p.28、1999年
- [4] 竹中功、光の国を探検しよう、子供の科学 1996年8月号、p.49、誠文堂新光社、1996年
- [5] 福岡辰彦・竹中功、クロロフィルの吸収スペクトルの演示実験の開発、平成10年度東レ理科教育賞作品集、p.47、1999年
- [6] 根岸潔、学ばせたい天文の学習項目、天文教育普及研究会回報24号、p.3、1996年
- [7] 磯部瑠三、理科教育課程改訂への取り組み、天文教育普及研究会回報21号、p.27、1995年
- [8] レオ・E・クロッパ著、渡辺正雄訳、HOSC 物理、p.48、講談社、1976年
- [9] 栗野諭美、宇宙スペクトル博物館一虹からクエーサーまで一、第4回天体スペクトル研究会集録、p.22、大阪市立科学館、1998年
- [10] 林良重編、ときめき化学実験、p.74、裳華房、1993年