

ものづくりを取り入れた光の教材の工夫

梅内 宏

新しい中学校学習指導要領では、光の学習において身近な事物・現象に対する不思議さや面白さに直接触れさせ、光の性質を日常の現象と関連付けて理解させることが強調されている。ここでは、万華鏡、簡易カメラ、簡易望遠鏡の作製といったものづくりを取り入れることによって、生徒の興味・関心を高め、光の現象を実感をもって理解させるとともに、意欲的に科学を探究する姿勢を育てる教材について検討した。

[キーワード] 中学校理科 光 ものづくり 万華鏡 簡易カメラ 簡易望遠鏡

はじめに

新しい学習指導要領では、「身近な物理現象」が中学校理科の第1分野において、最初に学習する内容となった。したがって、光の学習をより身近で親しみやすいものにするために、授業の中でもものづくりを取り入れることが有効であると考えられる。

ものづくりを取り入れた教材の工夫に当たって、特に留意したことは次の3点である。

作るものとしては、できるだけ身の回りにあるものや日常生活とかかわりの深いものを取り上げる。

できるだけ身近で安価な材料を用い、生徒一人一人が比較的簡単に作ることができるようにする。

作る楽しみがあり、ものづくりを通して、あるいは自作したものをを用いることによって、身近な事象について興味・関心をもち、もっと調べたいとか工夫したいとかといった探究心をもてるようなものにする。

1 万華鏡づくり

A ビー玉万華鏡

準備

塩ビミラー（10～12cm×15mm×0.5mm，3枚），色画用紙，透明なビー玉（直径14～18mm），セロテープ

作製方法

- (1) 塩ビミラー3枚をセロテープでとめて、細長い三角柱をつくる。その際、3枚の間を少しあけると三角柱をつくりやすい。
- (2) 三角柱の先にビー玉をセロテープで貼りつける。
- (3) 色画用紙で三角柱がすっぽり入る大きさの筒を作り、三角柱をおおう（図1）。

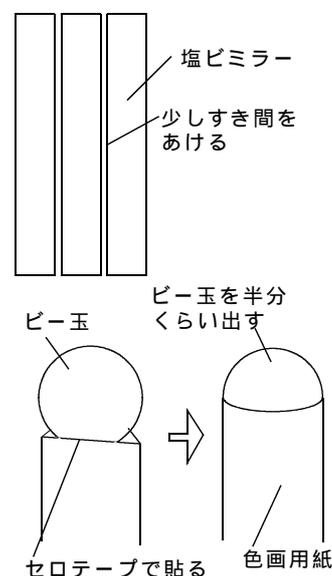


図1 ビー玉万華鏡の作製

活用の方法と留意点

- (1) 筒を回したり、いろいろなものをのぞいてみると、きれいな模様が見える（図2）。

- (2) ビーズが凸レンズの効果を表すので、凸レンズの働きと関連づけることもできる。
- (3) 厚さ0.5mmの塩ビミラーは、比較的安価で、はさみなどで切ることができて加工が容易である。塩ビミラーの長さをより長くすると、塩ビミラーのゆがみや反射率の関係であまりきれいな像が得られない。



図2 ビーズ万華鏡による模様

B 試験管万華鏡（ワンドスコープ）

準備

塩ビミラー（10～12cm×20mm×0.5mm：2枚，10～12cm×10mm×0.5mm：1枚），試験管（直径12～18mm），コルク栓，PVA液体洗濯のり，ビーズ，ゼムクリップ，セロテープ

作製方法

- (1) 塩ビミラー3枚をセロテープでとめて、細長い三角柱をつくる（図3）。
- (2) PVA液体洗濯のり3に対して水1の割合で混ぜた液をつくり、試験管にほぼ満杯に入れる。さらにビーズを入れ、コルク栓でふたをする。
- (3) ゼムクリップ2個を広げて、その中に試験管を通す。さらに試験管のついたゼムクリップを三角柱の先にセロテープで貼りつける（図3）。

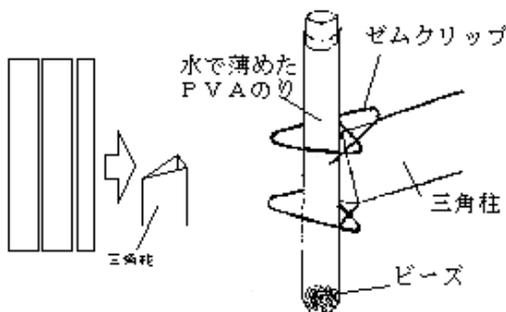


図3 試験管万華鏡の作製

活用の方法と留意点

- (1) 試験管を逆さにして、試験管の中のビーズが落ちる様子をのぞいてみると、きれいな模様が放射状に動いて見える（図4左）。
- (2) この万華鏡は、3枚の塩ビミラーでつくる三角形が正三角形ではなく二等辺三角形になる。鏡の角度によって像の見え方がどのように変化するか考えさせてもよい。
- (3) 一番細い塩ビミラーを厚紙に替えると2枚の鏡によって閉じた模様が見える（図4右）。2枚の鏡における鏡の角度と像の見え方について考えさせてもよい。



図4 試験管万華鏡による模様

C 錐体鏡

準備

塩ビミラー（厚さ0.5mm，12cm×5cm程度），セロテープ

作製方法

- (1) 塩ビミラーを同じ大きさの等脚台形の形に3枚切り取る。
- (2) 3枚の塩ビミラーをセロテープでとめて、三角錐状の形をつくる（図5）。

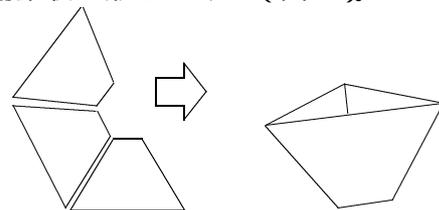


図5 錐体鏡の作製

活用の方法と留意点

- (1) 錐体鏡の口の狭い方を下にして平らなところに置いたり、口の狭い方から鉛筆などを入れて口の広い方からのぞくと、平面が規則的な立体図形に見えるなど不思議な模様ができ

る(図6)。

- (2) 等脚台形の形を変えたり, 鏡の枚数を4枚, 5枚というように変えると, 見える立体図形も変わり, 鏡の形や枚数と像の見え方について調べることができる。
- (3) 材料として塩ビミラーだけでよいので, つくるのが比較的簡単で, いろいろな形のものをつくることができる。



図6 錐体鏡による模様

2 簡易カメラづくり

A ラップの芯を使った簡易カメラ 準備

シートレンズ(フレネルレンズ: 6 cm × 6 cm × 0.3mm) または虫めがね, ラップの芯, 色画用紙, 半透明のポリエチレンシート(マチ付きポリ袋), セロテープ

作製方法

- (1) ラップの芯の先端にフレネルレンズを取りつける。
- (2) 色画用紙を丸めた中筒あるいは外筒よりも細いラップの芯の先にポリエチレンシートをかぶせて貼り, スクリーンとする。
- (3) 中筒のシートを貼った方を外筒に入れる(図7)。

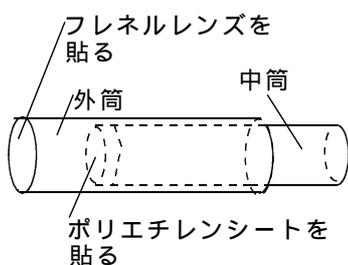


図7 簡易カメラの作製

活用の方法と留意点

- (1) 外の景色やろうそくの炎などをのぞきながら, スクリーンに像が映るように中筒を前後させて調節する。その際, カメラや人間の目の構造も同じような構造であるということに触れるとよい。
- (2) 見る物体の距離を変え, 中筒を調節すると, 像の位置, 像の大きさの関係について調べることができる。レンズと像との距離を求めるときには中筒に目盛りをつけるとよい。
- (3) 物体が焦点距離よりも内側にあるときは, スクリーンに像が映らない。中筒を外すとレンズの方に虚像が見えるので, 実像や虚像について実感させることができる。
- (4) この簡易カメラは作製が容易であり, フレネルレンズを使うと, 比較的安価につくることができる。フレネルレンズについては, 簡単に構造について触れておく生徒が理解しやすい。

参考

フレネルレンズは, シート状をしたプラスチックのレンズで, 同心円状に細かい溝がある。円の中心から端にいくほど溝(山)が大きいため, 外側ほど光が大きく屈折し, 凸レンズとしての働きをする(図8)。



図8 フレネルレンズの構造

B 牛乳パックを使った簡易カメラ 準備

シートレンズ(フレネルレンズ: 6 cm × 6 cm × 0.3mm), 牛乳パック(1,000cm³), ボトル型のアルミ缶(450cm³)(または空き缶(350cm³, 500cm³), ペットボトル(500cm³)), 半透明のポリエチレンシート(マチ付きポリ袋), カッター, セロテープ

作製方法

- (1) カッターで牛乳パックの底を5 cm四方くらいに切り抜き, フレネルレンズを貼る。

- (2) ボトル型のアルミ缶の底を切り抜き、ポリエチレンシートをかぶせる。
- (3) アルミ缶のシートを貼った方を牛乳パックの飲み口から入れる。

活用の方法と留意点

- (1) Aのラップの芯を使った簡易カメラのスクリーンよりも広く、見やすい。
- (2) レンズと像との距離を求めるときには、缶の側面に定規を張りつけると測りやすい。ただし、筒の長さが短いので、実物が近いときには中筒を抜きながらのぞく必要がある。



図9 牛乳パックを使った簡易カメラ

3 簡易望遠鏡づくり

準備

シートレンズ(フレネルレンズ: $6\text{ cm} \times 6\text{ cm} \times 0.3\text{ mm}$, 2枚), 牛乳パック ($1,000\text{ cm}^3$), カッター, ボトル型のアルミ缶 (450 cm^3) (または空き缶 (350 cm^3 , 500 cm^3)), ペットボトル (500 cm^3), セロテープ

作製方法

- (1) カッターで牛乳パックの底を5cm四方くらいに切り抜き、フレネルレンズを1枚貼る。
- (2) ボトル型のアルミ缶の底を切り抜き、もう1枚のフレネルレンズを貼る。
- (3) アルミ缶のレンズを貼った方を牛乳パックの飲み口から入れる。

活用の方法と留意点

- (1) 周りの景色などを観察し、中筒を動かして、像がうまく見えるように調節する。同じ焦点距離(約12cm)のフレネルレンズを2枚使用しているため倍率=1となり、肉眼のときよりも大きく見えないが、比較的是っきりと像が見える。
- (2) 対物レンズとして焦点距離の長いものを、

接眼レンズとして焦点距離の短いものを使うと拡大率がよくなるが、フレネルレンズは、はっきりした像が得られる点や材料が比較的安価である点で適している。

- (3) 2-Bの簡易カメラのポリエチレンシートをフレネルレンズに替えるとこの簡易望遠鏡になるので、簡易カメラと簡易望遠鏡の両方を扱うことが可能である。



図10 簡易望遠鏡

おわりに

1~3の教材は、主に必修教科としての理科で実践可能なものについて検討したが、生徒が様々な工夫をしていくことが可能な教材なので、選択教科としての理科における課題研究や発展的な学習にも生かすことができると考える。

なお教材の検討に当たって、当センターの本谷一研究員、札幌市立幌東中学校の高橋伸充教諭(当センター長期研修員)の作製したものを参考にした。

参考文献

- 文部省 中学校学習指導要領(平成10年12月)解説 理科編 1999
- 江田稔・三輪洋次 新中学校教育課程講座 理科 ぎょうせい 1999
- 「楽しい授業」編集委員会 ものづくりハンドブック5 pp.127-131 仮説社 1999
- 中村啓次郎 理科をどう教えるか5 音と光 pp.111-113 新生出版 1982
- 秋山仁 読売新聞 1999年5月27日号 数学アート19 錐体鏡の中の立体像 読売新聞社 1999
- P.Doherty他 実験たいけんブック2 絵を映す魔法の杖: 光と色 pp.51 丸善 1997

(うめない ひろし 物理研究室研究員)