

LED光源「mini光源」と光学用水槽「未知筋くん」の開発

成田 一之慎・松田 素寛

中学校第1学年「身近な物理現象」では、光が水やガラスなどの物質の境界面で反射、屈折するときの幾何光学的な規則性を見いだすための実験を行うが、使用する光源や光学水槽が高価なため、十分な数を用意できない場合が多い。そこで、生徒一人一人に実験を行わせるため、コンパクトで安価な光源と光学用水槽を開発したので、実験結果等を報告する。

【キーワード】 中学校 光の反射、屈折 教材・教具 物理

はじめに

中学校学習指導要領の第1学年「身近な物理現象」において、「屈折については、例えば、台形ガラスや半円形ガラス、プリズムなどを適宜用いて実験を行い、光が空気中からガラスや水に進むときは、入射角よりも屈折角が小さくなるように進み、入射角を変化させるにつれて屈折角が変化することを見い出して理解させる。また、光がガラスや水から空気中に進むときは、空気中からガラスや水に進む経路の逆をたどり、入射角よりも屈折角が大きくなるように進むこと、さらに、入射角を大きくしていくと全反射が起こることを見い出して理解させる。このように光の屈折については、入射角と屈折角の定性的な大小関係に触れる。」とされている^{*1)}。

当センターの研修講座等を受講した先生方に光の屈折についての実験を指導する際の課題について聞くと、「光学用水槽や光源装置の数が十分ではなく、生徒に規則性を見いださせる学習活動ができない。」という声が多かった。

そこで、生徒一人一人に実験を行わせるため、安価に準備できる光源と光学用水槽を開発することにした。

1 LED光源「mini光源」について

近年、省電力で高輝度のLEDが開発され、低価格化も進み、家庭用の照明や自動車のヘッドライトに活用されている。電子部品パーツとして高輝度のLEDが安価に入手できるようになったため、これを用いたコンパクトな光源「mini光源」を開発することにした。

(1) 材料

身近で安価な物で作成することができるように工夫した。LEDは、インターネット通販等で100個2,000円程度で入手可能である。

- ・高輝度赤色LED（5mm砲弾型、半減角60°程度、光度10,000mcd以上）
- ・ペットボトルキャップ（黒色）
- ・ボタン電池（CR2032）
- ・ビニールテープ（黒色）
- ・両面テープ（厚みのあるもの）
- ・ドリル（直径5mm）
- ・ハンドソー（熱したカッターも可）

(2) 作成方法

- ① キャップ側面にドリルで5mmの穴を開け、反対側にハンドソー等で幅1mm、長さ1cm程度のスリットを入れる（図1）。



図1 5mmの穴とスリット

- ② ①で開けた穴にLEDを差し込み、LEDのマイナス端子を曲げ、キャップ上

に貼った両面テープに固定する(図2)。



図2 LEDのマイナス端子を曲げた様子

- ③ ボタン電池のプラス極側が上になるように、両面テープで固定し、LEDのプラス端子を曲げ、スイッチとする(図3)。



図3 LEDのプラス端子を曲げた様子

- ④ LEDの底面と、キャップ底面にビニールテープを貼り、光漏れを防ぐ(図4)。



図4 キャップ底面の様子

(3) 「mini光源」を使用した実験

① 反射の実験

光源から出した光を鏡で反射させ、光の道筋を調べる実験では、部屋の照明を

消した程度の明るさで、光が反射する様子を確認することができた。

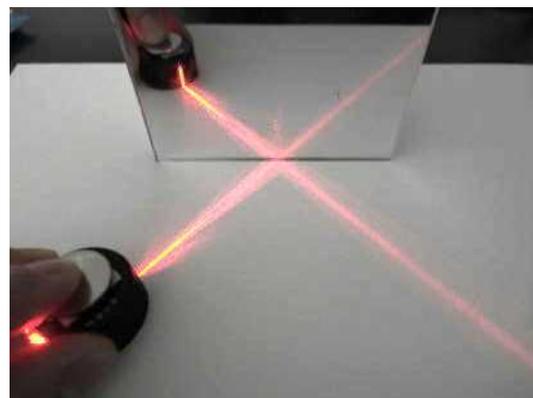


図5 光の反射の実験

② 屈折の実験

ガラスに当たった光の進む道筋を調べる実験では、光が境界面で折れ曲がって進む様子を確認することができた。

また、全反射も確認することができた。

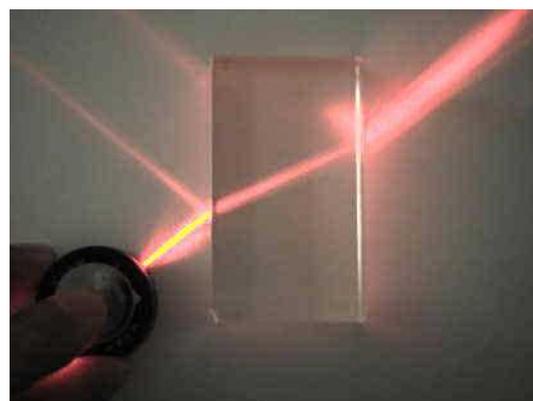


図6 光の屈折の実験

(4) 「mini光源」の実用性

①と②の2つの実験結果から、8,000円以上する市販品の光源装置と性能的に遜色がないことが分かった。また、光量とスリットの精度が低いことから、光を直接見てしまった場合の目へのダメージも少なく、安全性も高い。

今回開発した光源は、1個80円以下で作成できるため、生徒の人数分用意することにより、一人一人が自由に試行錯誤しながら、光の規則性を見いだすことができる教材であると考えられる。

2 光学用水槽「未知筋くん」について

全国で採択されている5社の中学校理科の教科書について、光の屈折を調べる実験を比較した。すると、半円形や台形状のガラスを用いた実験は4社、水を用いた実験は1社であった。水を用いた実験が少ないのは、水漏れや準備する時間などが原因だと考える。

しかし、日常生活において、光の屈折を実感できる場合は、コップに水を注いだときや、プールで体と足がずれて見えるときなど、水が関係している場合が多い。

そこで、前述の「mini光源」を用いて、水を用いた光の屈折の実験装置「未知筋くん」を開発することにした。

(1) 材料

「mini光源」同様、身近で安価な物で作成することができるように工夫した。

- ・CDケース（クリア素材，スリムタイプは不可）
- ・プラスチックシャーレ（ $\phi 90 \times 20\text{mm}$ ，蓋は使用せず，受け部分のみ使用）
- ・アクリサンデー（アクリル樹脂用接着剤）
- ・コルクボーラー（直径5mm前後）
- ・セロハンテープ
- ・円形と正方形の型紙（Webページに掲載予定）
- ・ピペット（スポイトも可）
- ・石鹼水（軽く濁らせる程度）

(2) 作成方法

- ① CDケースの蓋の裏側中央に円形の型紙を貼り，表側にシャーレの受け部分をアクリサンデーで接着する（図6）。



図6 接着する様子

- ② コルクボーラーを熱し，シャーレの側面に水を入れる穴を開ける（図7）。この際，実験で多用する 0° ， 30° ， 45° ， 60° となる位置は，避ける。

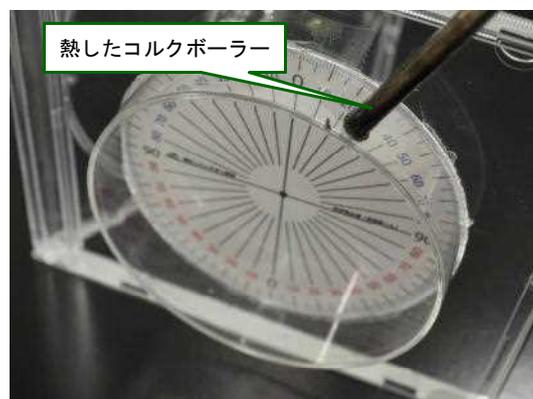


図7 シャーレに穴を開ける様子

- ③ ②の穴からシャーレの中心までピペットで石鹼水を入れる（図8）。



図8 石鹼水を入れる様子

- ④ CDケースを開いて垂直に立て，シャーレの蓋部分に正方形の記録用紙を付ける（図9）。

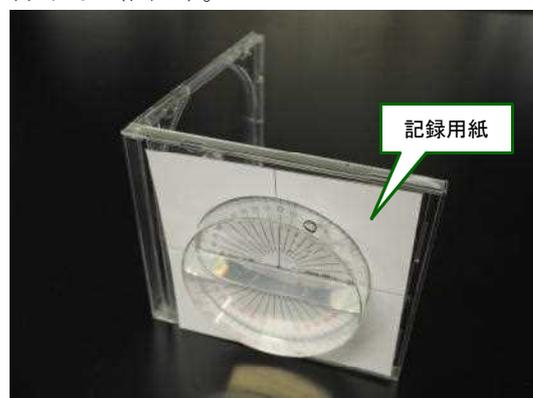


図9 記録用紙を付けた様子

(3) 「未知筋くん」を使用した実験

① 光が空気中から水に進むとき

入射角よりも屈折角が小さくなるように進み、入射角を変化させると屈折角も変化する様子が確認できた(図10)。

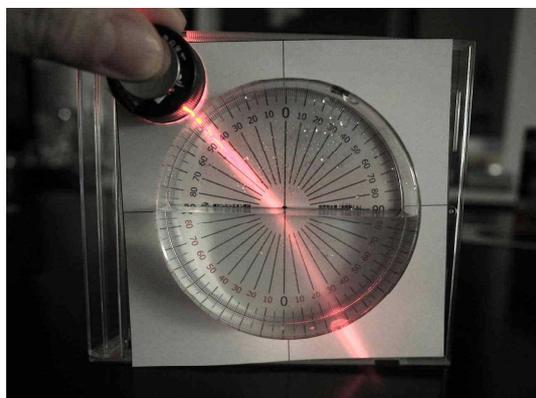


図10 光が空気中から水に進む様子

② 光が水から空気中に進むとき

入射角よりも屈折角が大きくなるように進む様子が確認できた(図11)。

さらに、入射角を大きくしていくと全反射が起こる様子も確認できた(図12)。

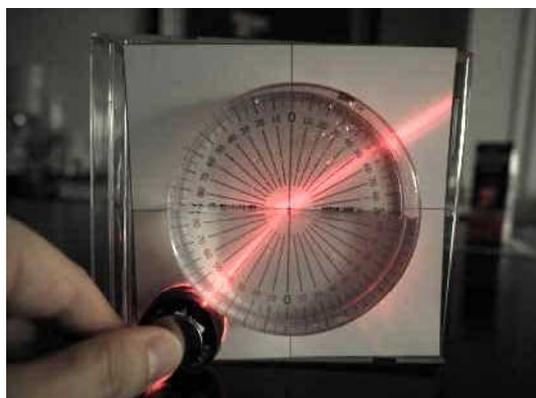


図11 光が水から空気中に進む様子

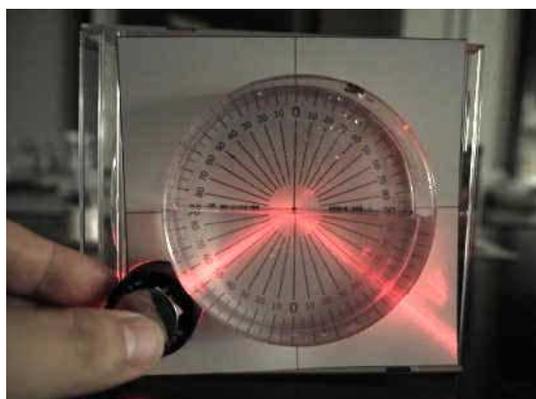


図12 全反射

(4) 「未知筋くん」の実用性

①と②の2つの実験結果から、教科書に掲載されている市販品の光学水槽と同等の実験が可能ながことが分かった。

今回開発した光学水槽は、1個100円以下で作成できるため、生徒の人数分用意するなどして、一人一人が自由に試行錯誤しながら、入射角と屈折角の定性的な大小関係を見いだすことができる教材であると考ええる。

3 成果と課題

2018年1月に当センターで実施した中学校冬期研修講座において、受講者に「mini光源」と「未知筋くん」を作製してもらい、意見をいただいた。受講者からの意見をもとに、開発した教材について、成果と課題をまとめると、次のようになる。

成果

- 安価で簡単に作製することができるので、数多く準備することができる。
- 生徒にとって身近な水を用いて光の屈折の実験を行うことで、日常生活との関連を図ることができる。

課題

- 実際に学校で実践を行い、教材の有効性を検証する必要がある。

4 まとめ

本研究で開発した実験装置により、生徒一人一人が光の反射や屈折について、実感を伴った理解を図るための一助となることを期待する。

作製方法と型紙は今後、当センターのハンズオン教材に掲載したいと考えている。

参考文献

- 1) 文部科学省 中学校学習指導要領解説理科編 2017

(なりた いちのしん 物理研究班)
(まつだ もとひろ 物理研究班)