



生徒がつくる 独り占め簡易光学台

文京区立第六中学校 川島 紀子

1 はじめに

コロナ禍で学校現場ではますますグループ実験がしづらい状況になってきています。でも、理科教育だからこそ、映像資料を使った指導に頼らずに実体験で掴ませたい現象があります。平成17年度東京都教育研究員の先生方と開発した簡易光学台のアイデアを生かして、一人一台の光学台を使って教室で授業することを想定し、生徒全員がいかにも安価に簡単に光学台を作れるかにこだわって考えた教材を提案します。

2 学習指導要領には

(参考) 中学校理科 学習指導要領 (平成29年公示)・学習指導要領解説理科編の記載

(1)身近な物理現象

… (略)

思考力、判断力、表現力等を育成するに当たっては、身近な物理現象について、問題を見いだし見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、光の反射や屈折、凸レンズの働き、音の性質、力の働きについての規則性や関係性を見いだし表現させることが大切である。その際、レポートの作成や発表を適宜行わせることも大切である。また、身近な物理現象の学習に当たっては、例えば、簡単なカメラや楽器などのものづくりを取り入れ、原理や仕組みの理解を深めさせ、興味・関心を高めるようにすることが考えられる。

(ア)光と音

イ○凸レンズの働き

凸レンズの働きについての実験を行い、物体の位置と像のでき方との関係を見いだし理解すること。

(指導要領解説理科編)

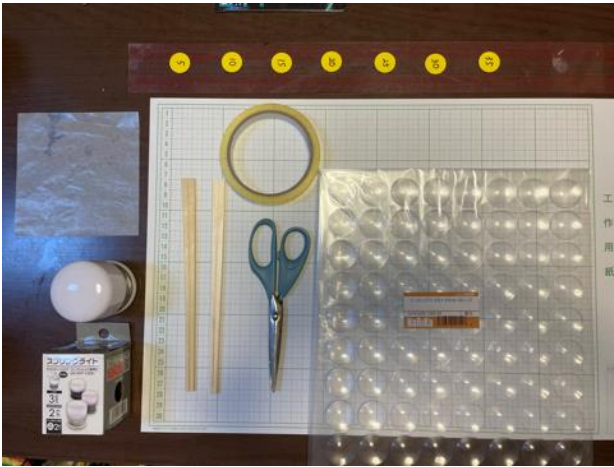
ここでは、物体と凸レンズの距離を変え、実像や虚像ができる条件を調べさせ、像の位置や大きさ、像の向きについての規則性を定性的に見いだし理解させることがねらいである。はじめに、凸レンズに平行光線を当て、光が集まる点が焦点であることを理解させる。次に、物体、凸レンズ、スクリーンの位置を変えながらいろいろ調節して、スクリーンに実像を結ばせ、凸レンズと物体の距離、凸レンズとスクリーンの距離、像の大きさ、像の向きの関係を見いだし理解させる。また、物体を凸レンズと焦点の間に置き、凸レンズを通して物体を見ると拡大した虚像が見えることを理解させる。その際、例えば、眼鏡やカメラなど光の性質やレンズの働きを応用した身の回りの道具や機器などを取り上げ、日常生活や社会と関連付けて理解させるようにする。

指導要領から読み取れる凸レンズの学習のポイント

- ・ ものづくりを取り入れ、原理や仕組みの理解を深める。
- ・ 「いろいろ調節して」にあるように、実験をする生徒の試行錯誤を伴わせる。

3 材料

- ・シートレンズ ・工作用紙 ・光源（防災用の簡易ライト） ・薬包紙 ・割り箸
- ・定規 ・セロハンテープ ・ステープラ（ホッチキス）

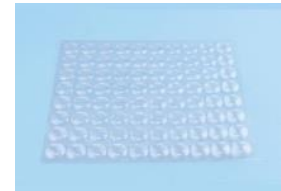


使用する材料

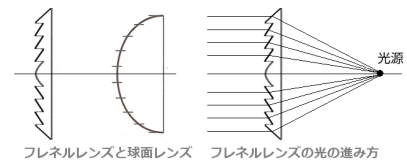


光源（100円均一ショップで購入）

【シートレンズについて】
 今回使用するのナリカやケニスで販売されているプラスチック製のシートレンズで、80区画で1800円～2100円。レンズ1枚あたり23～26円です。シートはハサミで切って1枚ずつ配布できます。
 写真はナリカ C253×312mm Cat.No.D20-1336-03



使うシートレンズは「フレネルレンズ」とも呼ばれています。フレネルレンズとは、球面レンズや非球面レンズを同心円状に分割して、レンズとしての厚みを減らしたノコギリ状の断面を持つレンズのことを意味します。平面ではありますが、レンズの曲率部分（プリズム）が並んでいるため、レンズとして機能することができます。



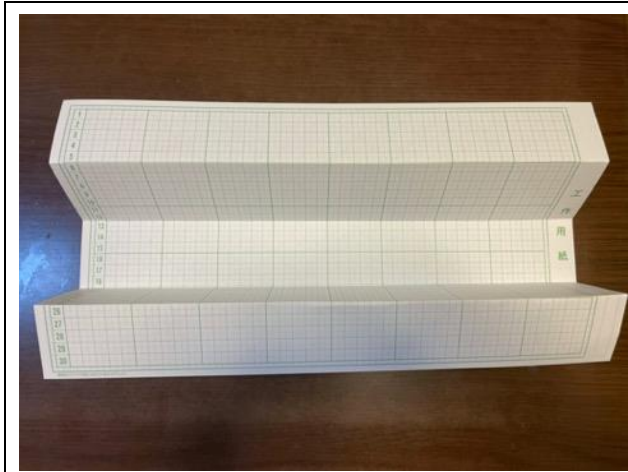
ちなみにフレネルとは、オーギュスタン・ジャン・フレネルというフランスの物理学者に由来しています。フレネルは、光の反射や屈折・回折・干渉・偏光に関する研究において卓越した業績を残しており、彼が灯台に使用される反射鏡の代わりとして複合レンズを開発したため、彼の名前であるフレネルがレンズの名前に使用されているとされています。

<以前作った教材の紹介>

<p>2つのコップを動かして、コップの底に映る実像のピントを合わせます。レンズの焦点距離を求めさせることにも応用できます。</p>	<p>画用紙で半径の違う2個の筒を作ります。大きい方に薬包紙を貼ったスクリーンを作り、小さい方にレンズを貼ります。</p>	<p>飲料用カップの蓋にある穴にレンズをつけました。底に貼ったのは薬包紙です。この教材づくりは持ってきた中で一番簡単なものです。</p>	<p>ゼリーカップの蓋にレンズを貼り、カップにスプレー糊を噴霧してスクリーンに。半球ではないですが眼球を想起できるのではないかと思います。</p>

<引用資料> フレネルレンズとは？原理から用途、製造方法まで
<https://ultraprecision-nanomachining-center.com/column/>
<https://optica.cocolog-nifty.com/blog/2009/11/post-806b.htm>

4 作成した教材の紹介



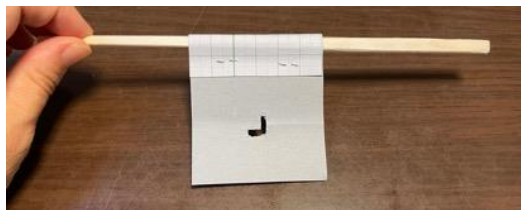
① 5cm 山折り/7cm (高さ) 谷折り/6cm (底の幅) 谷折り/7cm (高さ) 山折り/5cm の区切りで工作用紙を折る。ハサミで筋を入れると折りやすい。



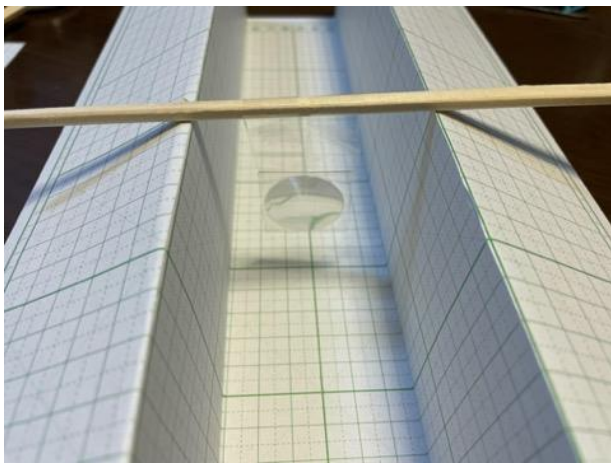
② シートレンズの1区画を切り、割り箸に長めのセロハンテープでぶら下げる。工作用紙の高さ7cmの半分の位置にシートレンズがくるようにすると良い。



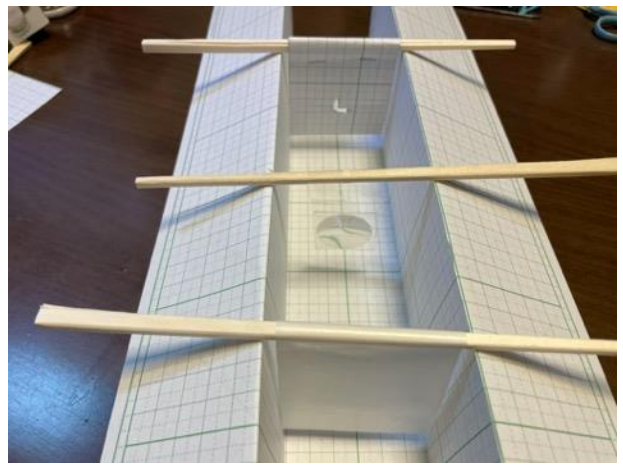
③ 一般的に理科実験で使われている直径120mmの薬包紙を半分に折り、割り箸に高さがだいたい7cmになるように取り付けてセロハンテープで貼る。4枚に重なるところと2枚のところがあるがあまり気にしない。これがスクリーンになる。



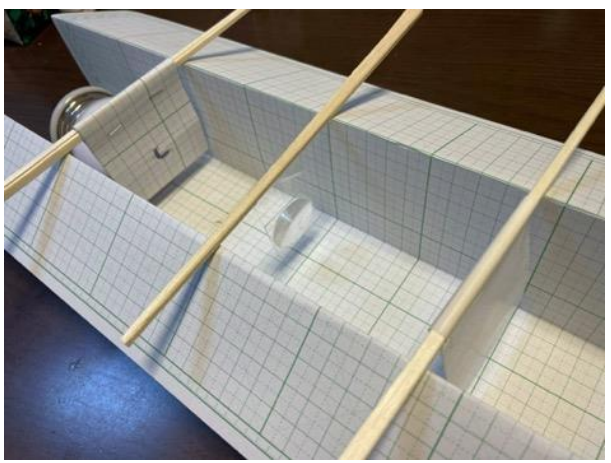
④ 工作用紙6cm×9cmにカットしたものを割り箸に取り付ける。ステープラで留める。光源の光を通すスリットをあけるために工作用紙を小さくくり抜く。写真は全てハサミで行った。もう少し簡単にできる方法はあるか検討中。ここにマジックで色をつけたセロハンテープを貼って一部に色をつけると反転の確認が楽になるか？



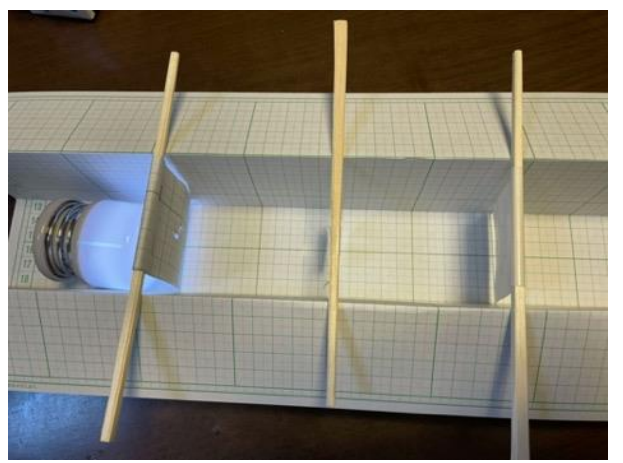
⑤ ぶら下げたシートレンズを橋渡しをする。位置の変更が楽である。



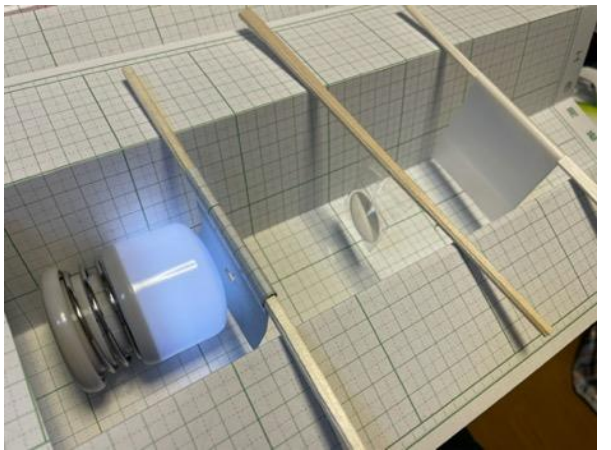
⑥ 奥から光源のスリット、レンズ、スクリーン（薬包紙）を置いた様子



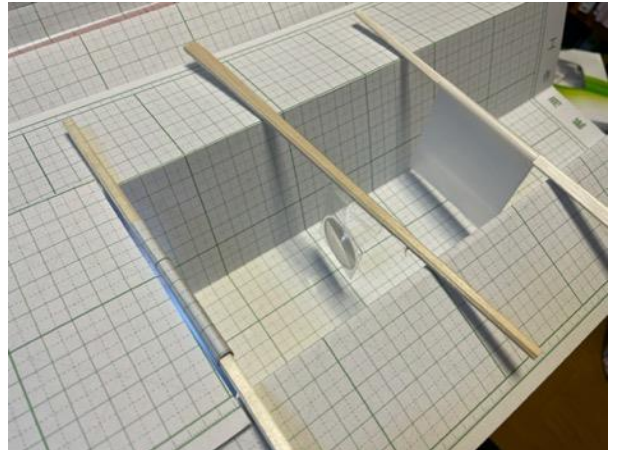
⑦ スリットの向こうに光源を置く。



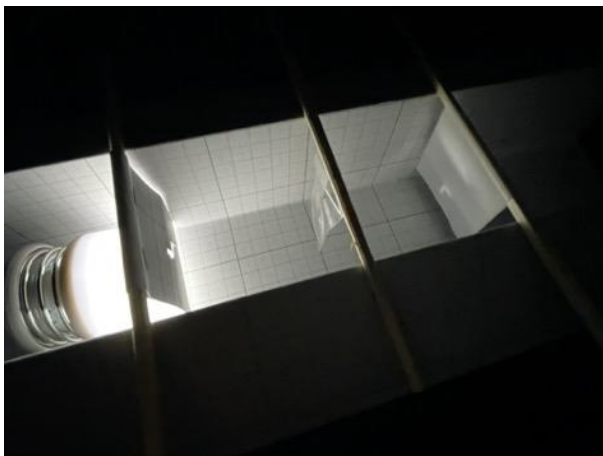
⑧ 簡易装置を上からみた様子。



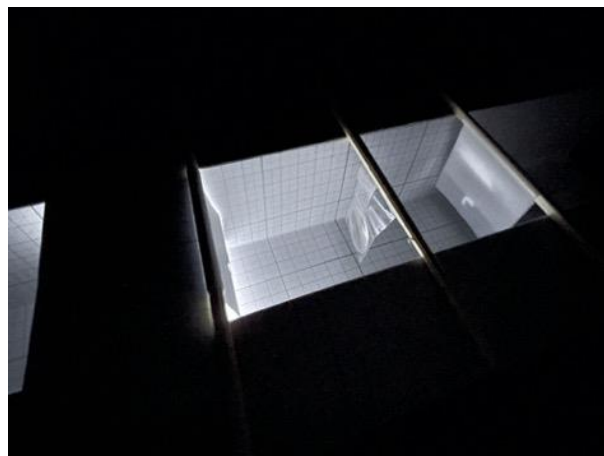
⑨ それぞれの部品の位置関係



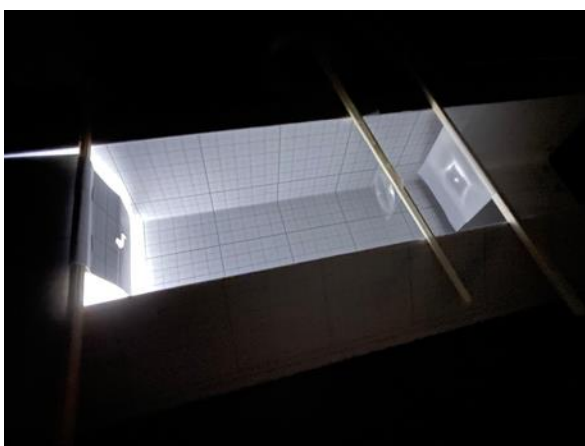
⑩ 左が蓋。工作用紙 約 6cm×11cm



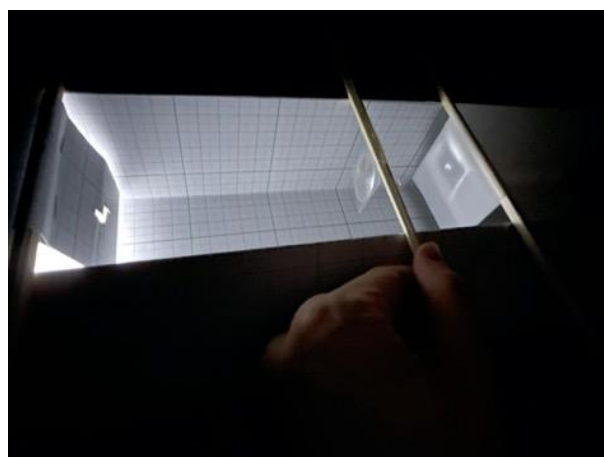
(11) 部屋の電気を消した時の様子。



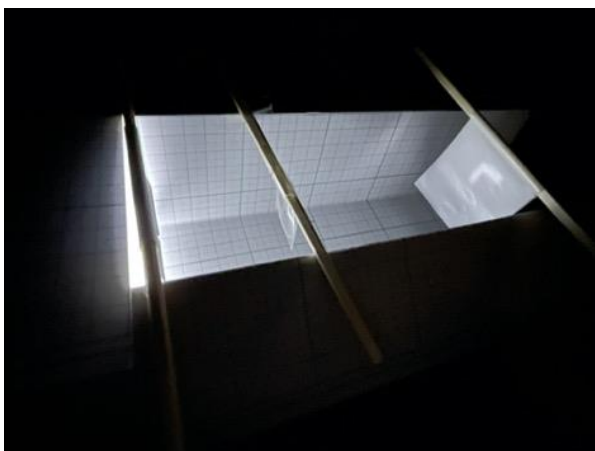
(12) 光源が眩しいので、工作用紙で蓋をする。レンズの焦点距離 3.5cm なので、レンズから 7cm の位置でスリットと同じ大きさの反転した倒立実像が薬包紙に映る。



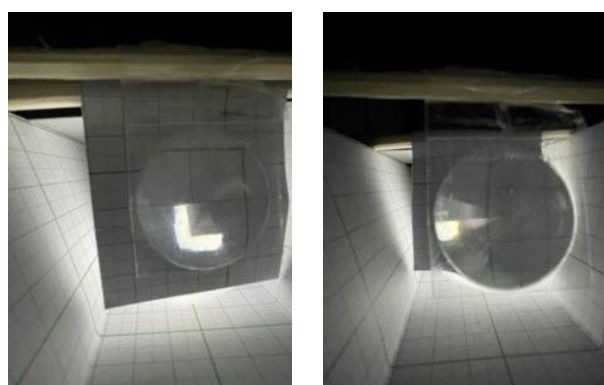
(13) レンズから光源を離すと実像が小さく映る。光がスリットの下から漏れている様子も薬包紙で観察できる。



(14) レンズの位置が横にずれるとスクリーンに映る像の位置もずれることがわかる。これはこれで面白い。



(15) レンズに光源を近づけると倒立実像が大きく映る。スリットに色が一部ついていけば反転しているのが明瞭にわかるのではないかと思う。

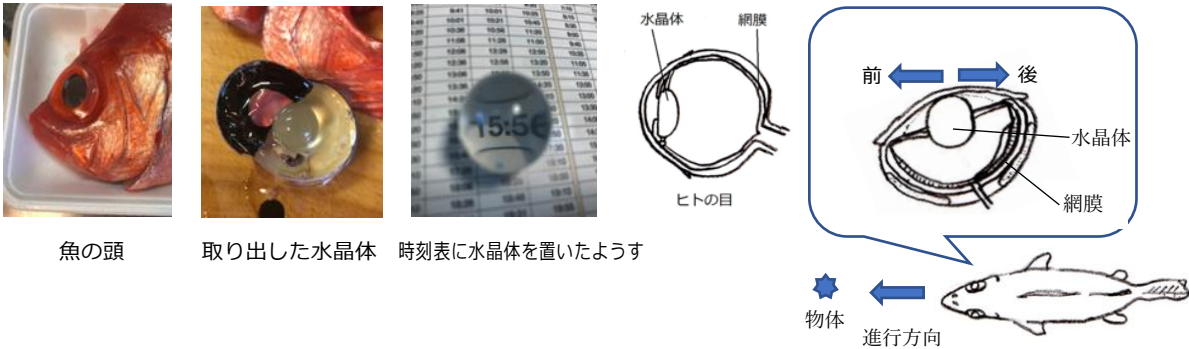


(16) レンズ側から光源をのぞいた虚像と、焦点距離の位置にレンズを置いたときに像が見えない様子。

資料：レンズを動かして試行錯誤できる個別教材ができないかなと考えた理由

(問題)

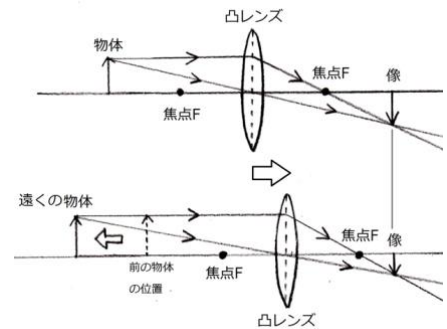
てるおくんは料理しようとした魚の目がとても綺麗だったので目を調べてみたところ、球体の水晶体が入っていることに気付いた。時刻表の小さな字の上に置いたところ、字が拡大されたので凸レンズのはたらきをもつことがわかった。ヒトでは水晶体を支える筋肉を収縮させて水晶体の厚みを変えることにより網膜に焦点を合わせているが、魚の球体の水晶体は触ってみるととても硬かったので、ヒトのように水晶体の厚みを変えることはできないと考えた。てるおくんが魚の専門書を調べてみたところ、魚は水晶体を前後に移動させることにより網膜に焦点を合わせていることがわかった。



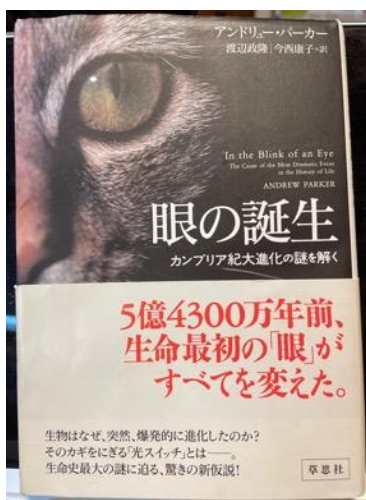
このようなしくみがあることや目の位置は魚が生活していく上でどのような利点があるのか考えて説明しなさい。

問題のポイント

水晶体（レンズ）により網膜に映る像について、網膜の位置を動かさずに遠くの物体を見るためには水晶体を動かすことを右の図のようにイメージできると良い。魚は屈折率が高い水中に適応した球体のレンズをもっており、一眼レフカメラのように、レンズの位置を変えることでピントの調節をしている。このしくみが水中での魚の生活に適応していることを見いださせたい。



図書紹介



「眼の誕生 カンブリア紀大進化の謎を解く」
アンドリュー・パーカー著 渡辺政隆/今西康子訳 草思社

光学・生物学・進化学の面白さが詰まった一冊。