

夏休みの自由研究「カメラ・オブスキュラを作ろう」実施報告

嘉 数 次 人 *

概 要

2013年8月2日に、小学校4年生から中学生を対象とした事業「夏休みの自由研究」において、中世から近世にかけて広く使用された光学機器カメラ・オブスキュラを取り上げ、その歴史や原理の紹介と工作を行ったので、その概要を紹介する。

1. はじめに

ピンホールの原理を使って、様々な像を映し出すカメラ・オブスキュラは、古くから使われてきた光学装置であり、絵やスケッチを描く用途で用いられた。17世紀頃になると、ピンホールに代わってレンズを使う改良も行われ、明るく鮮明な画像を結ぶようになり、さらに広く普及した。

このようなカメラ・オブスキュラは、光学の基礎原理を学ぶ上でわかりやすく有用であり、また科学史の知識を有効に利用することができると考え、実際に工作をして実験を行う教室を企画し、実施した。

2. 実施要綱

事業の実施要綱は以下の通りである。

- ・名称:「夏休みの自由研究 カメラ・オブスキュラを作ろう」
- ・実施日時:2013年8月2日(金) 14:30~16:00
- ・対象:小学校4年生から中学校3年生
- ・参加人数:26名
- ・内容:①カメラ・オブスキュラの歴史と原理紹介
②カメラ・オブスキュラの工作と実験
③自由研究のヒント紹介

3. 実施内容

3-1. カメラ・オブスキュラの歴史と原理の紹介

教室では、最初にカメラ・オブスキュラの歴史と原理を簡単に紹介した。

①カメラ・オブスキュラの歴史

カメラ・オブスキュラは、もともとはピンホールの原理を使った光学機器であった。その構造は、暗箱にピンホールを一ヶ所あけた簡単なものである。ピンホールを通して入ってきた光は、穴と反対側の壁に像を結び、その結んだ像を紙に写し取り、絵を描くのに用いるのである。道具としては、遅くとも中世には使われており、絵を描く際の遠近法の開発に役立ったといわれている。

その後、ピンホールの場所にレンズを置き、明るくはっきりとした像を結ぶようにしたり、スリガラス面に像を結ばせて見やすくしたりする改良が加えられている。

日本では、今から250年くらい前の江戸時代中期にオランダから入ったといわれ、名称もカメラ・オブスキュラのオランダ語訳である「ドンケル・カーメル(Donker Kamer)」と呼ばれ、絵を描く用途のほか、映った像を覗き込んで外の風景を楽しむのにも使われた。

②カメラ・オブスキュラの原理

18世紀頃に使われていたカメラ・オブスキュラの原理は、図1のようなものである。暗箱に、レンズを取り付け、外からの光の像が箱の内部に結ぶようにする。その際、箱の中に鏡を置いて光を直角に曲げて箱の上面に導く。そして、箱の上面に置いたスリガラスに像を結ぶようにするのである。ただし、像は上下そのままであるが、左右が反転したものとなっている。

実際に絵を描くために使う時、スリガラスの上に薄紙をのせて、像を写し取るようにする。その際、外光が強いと像が見えにくくなるため、スリガラスの上部には遮光板を置かれているものが多く見られる。

参加者への説明にあたっては、工作に使うために参加者に配った虫メガネで凸レンズが実像を結ぶ様子を

*大阪市立科学館、中之島科学研究所

実験してもらったあと、図2の光路図をつかって原理を紹介したあと、図1の絵を示して、原理が理解できるように心がけた。なお、凸レンズの働きに関しては、中学校の理科で学ぶことから、今回の説明に加えている。

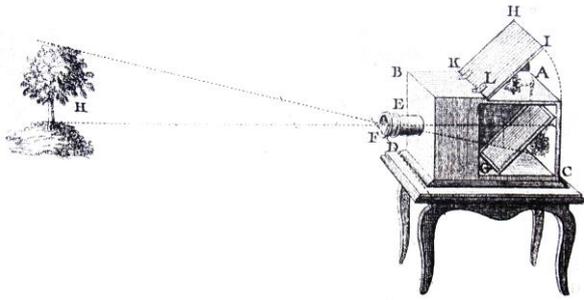


図1:カメラ・オブスキュラ。プリソン『物理学事典』より

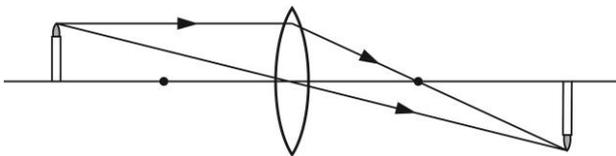


図2:凸レンズが実像を結ぶことを説明する光路図

3-2. カメラ・オブスキュラの工作

説明に続いて、実際にカメラ・オブスキュラの工作を行なった。今回の工作に使った材料は、以下の通りである(写真1)。

- ・虫メガネ(直径 75mm) …1つ
- ・鏡(折りたたみ式、10cm×9.3cm) …1枚
- ・プラスチック下敷き(半透明、A4 サイズ) …1枚
- ・黒色ダンボール(363mm×257mm) …1枚
- ・トレーシングペーパー(A4 サイズ) …1枚

また、工作に使う道具は、

- ・セロテープ、メンディングテープ
- ・はさみ
- ・カッターナイフ、カッター台
- ・ものさし
- ・筆記用具
- ・コンパス

工作の材料に関しては、入手のしやすさを重視し、100円ショップで入手できるものを選んだ。

実際の構造は写真2、3のとおりで、準備した材料か

らサイズを決定して作っている。そのため、鏡やダンボールなどを他の製品に置き換えると、うまく像を結ばない可能性もあるので、教室開催の際は、同じ製品を人数分だけ確保する必要があった。

また、工作にあたっては、カッターナイフやコンパス、はさみを使うため、参加者の刃物の扱いについては特に丁寧に指導を行なった。



写真1:工作教室で用いた材料



写真2:組み立てたカメラ・オブスキュラを前面から見た様子。

箱の上面はプラスチック下敷きで、結んだ像を映すスクリーンになっている。本体のダンボールの前面はコンパスで穴をあけ、その上に虫メガネを固定している。本体の箱はとプラスチック下敷きのスクリーンの、それぞれの設計図は図3に示した。

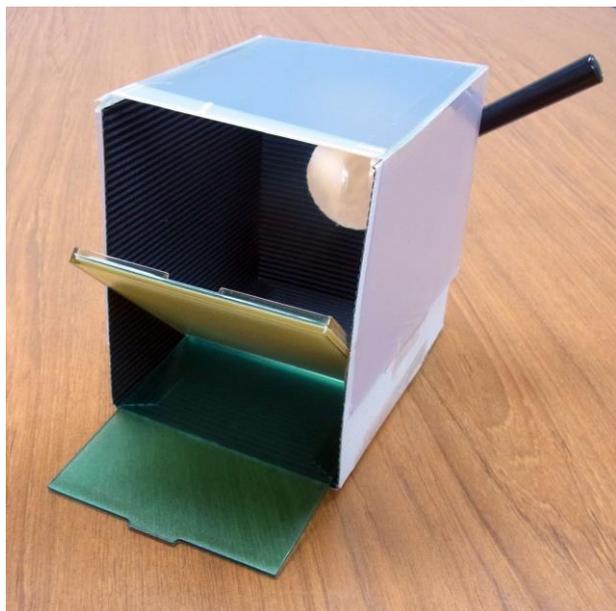


写真3：組み立てたカメラ・オブスキュラを背面から見た様子。

箱の背面に壁はなく、空洞になっている。そこに折りたたみ式の鏡スタンドを入れている。鏡面は45度傾いた状態になっていて、前面のレンズを通して入ってきた光を反射し、そのまま上面のプラスチック下敷に導いている。見たいものにピントを合わせる時は、鏡を出し入れして調整する。

3-3. カメラ・オブスキュラの実験

カメラ・オブスキュラを使ったあとは、実際に被写体をスクリーンに映し出し、像を見る体験を行なった。その際、被写体までの距離によってピント位置が異なるので、鏡を出し入れして調整すればよいことを説明した。その上で、上面のスクリーン面にトレーシングペーパーを置いて、結んだ像をトレースして絵を描く練習を行った。

なお、観察をする際は、太陽やまぶしい光源に向けると、鏡や下敷きのみならず、観察者の目を傷めるので、絶対に明るい光源には向けないこと、除かないことを参加者にしっかり指導し、また保護者にも注意を促しておいた。

3-4. 自由研究のヒント

教室の最後には、家庭でできる自由研究のヒントとなる課題をいくつか紹介した。詳細は、図4のとおりで、被写体までの距離とピントの関係や、カメラレンズとの関係、カメラ・オブスキュラを使って絵を描いたといわれるフェルメールのことなど、全部で5テーマを紹介した。それらについては答えは提示せず、家庭で調べてみるように指導した。

4. さいごに

今回の自由研究教室は、鏡やレンズの働きといった科学原理と、それを利用した科学的な視点を取り上げたものである。鏡については、小学校3年生の理科において、光の性質を学ぶ際に用いており、参加者には身近なものとなっている。また、凸レンズの働きについては中学校理科で学ぶが、参加者の3分の1を占めた中学生にとっては理解できていた。また、小学生にとって光路図は難しい内容であったが、虫メガネを通った光が像を結ぶという現象自体は知っている人も多く、さらにレンズが像を結ぶという現象をカメラと関連付けて説明すると、体験から理解している参加者は多かった。

一方、今回の参加者は小学校4年生から中学校3年生であったが、4年生や5年生の一部の児童にとっては、プラスチックを切ったりする作業が難しかったようで、想定より工作時間を要した。カッターナイフの扱いについても、予想以上に参加者に目を配る必要があった。今後も、同じ学年を対象に実施するようであれば、時間配分などを考慮しなければいけない点が課題として浮かび上がった。

全体的には、カメラ・オブスキュラという道具そのものが持つ楽しさに惹かれて、参加者が興味を持って取り組む様子がうかがえ、また科学的な説明にも耳をかたむけてもらったのは収穫であった。今後とも、科学的知識を効果的に伝えることができる題材を取り上げたい。

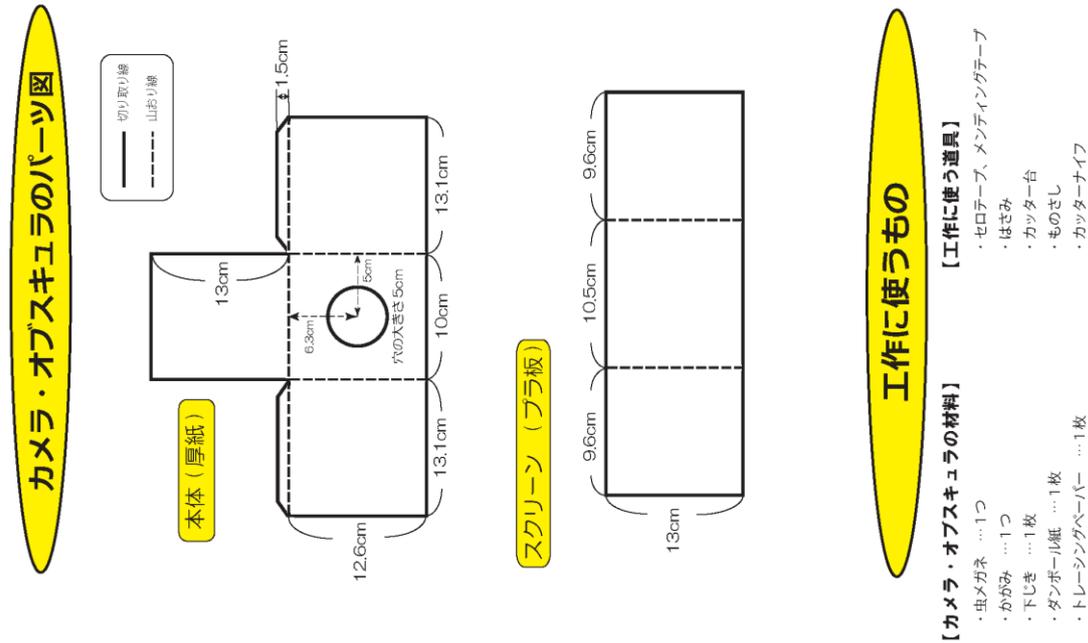


図3:カメラ・オブスキュラの本体とスクリーンの設計図

チャレンジ!

カメラ・オブスキュラで自由研究

- 1 遠い所にある物をきれいに見る時と、近い所にある物をきれいに見る時では、スクリーンの場所を動かさないといけません。
 ・近い所がハッキリ見える時の、レンズとスクリーンの距離は、何cmくらいでしょうか。
 ・遠い所がハッキリ見える時の、レンズとスクリーンの距離は、何cmくらいでしょうか。はかってみましょう。
- 2 双眼鏡や望遠鏡、古いカメラを見ると、遠い所を見る時と、近い所を見る時で、レンズを動かしています。近い所を見る時には、レンズをどのように動かすでしょうか。それは、今日作ったカメラ・オブスキュラの動かしかつと、同じでしょうか。家に双眼鏡や望遠鏡、古いカメラがある人は、たしかめてみましょう。
- 3 今日、工作に使った虫メガネ以外のレンズや虫メガネでも、カメラ・オブスキュラを作ることができますでしょうか。ためてみましょう。その時、レンズとスクリーンの距離は、今日作ったカメラ・オブスキュラと同じでいいでしょうか。
- 4 カメラ・オブスキュラを使って絵を描いた人の中に、レオナルド・ダ・ヴィンチという人がいます。ダ・ヴィンチがどんな画家だったのか、どんな事をした人だったのか、しらべてみましょう。また、オランダの画家で、フェルメールという人も、カメラ・オブスキュラを使ったといわれています。フェルメールについてもしらべてみましょう。
- 5 カメラ・オブスキュラの原理を応用して、レンズが作った像を記録できるようにした装置が「カメラ」です。カメラはいつごろ発明されたのでしょうか。いま、みんなが使っているデジタルカメラは、いつ頃から使われるようになったのでしょうか。そして、どうやって画像を記録しているのでしょうか。しらべてみましょう。

図4:自由研究のヒントを紹介したプリント

カメラ・オブスキュラって何?

カメラ・オブスキュラは、レンズが結んだ像を紙など(スクリーン)に映し出し、風景などを見るための道具のことです。もともとは、レンズを使わないで、小さな穴(ピンホール)をレンズの代わりとしていましたが、400年くらい前からレンズが使われるようになりました。

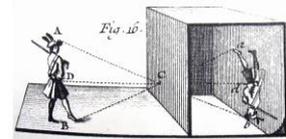


図:ピンホール式のカメラ・オブスキュラ

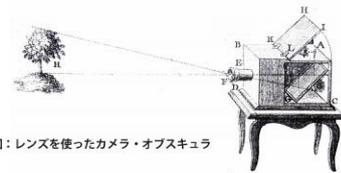
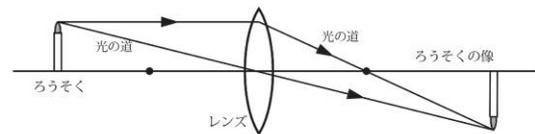


図:レンズを使ったカメラ・オブスキュラ

カメラ・オブスキュラのしくみ

カメラ・オブスキュラは、レンズを通った光が、レンズの反対側に像(実像)を結ぶ、というしくみを使っています。そこで、像を結ぶところに、うすい紙などで作ったスクリーンを置くと、スクリーン上にレンズの向こうがわの景色がうつります。ただし、像は上下左右がサカサマに見えます。



カメラ・オブスキュラは何に使われたの?

カメラ・オブスキュラは、スクリーンに映し出された像を、紙などに写し取ると、本物そっくりの絵をかくことができることから、昔は絵をかく人たちの間で大人気でした。

図5:カメラ・オブスキュラの説明プリント