

## 立体的な実像の観察から入る 「望遠鏡を作って観る」講習会

柴田晋平、大井園子、島貫真樹子、  
高野朋也、安平真規、我妻良一  
(山形大学・理学部、小さな天文学者の会)

### 要旨

小口径の望遠鏡を製作し、天体を観察するといったタイプの講習会を実践している方も多くと思います。そんなとき、簡単な実験を組み込んで、立体感のある本物そっくりの実像を楽しんでみてはどうでしょう？ 望遠鏡の仕組みの理解が強い印象をもって理解できるので、大変効果的な講習会が開けます。ここではその具体的な方法を紹介いたします。

### 1. はじめに

望遠鏡の製作キットなどを用いて、小口径の望遠鏡を組立てて宇宙を観察するという体験は子供たちへの科学教育としてたいへん有効だと思います。大きな望遠鏡だとどうしても威圧感があってその中身を吟味する気になれないものです。それにたいして、自分で望遠鏡を作れば、一応、開発から観測まで体験できるわけで、これは貴重な体験です。自分で作ったものなら分解・改造もする気になります。



図1. 「望遠鏡を作って、観る」講習会風景

望遠鏡を作る体験学習会の始めの15分くらいを利用して、望遠鏡の原理を実感を持って理解してもらえる方法を紹介します。以下では私たち「小さな天文学者の会」で、1999年8月に実施した体験学習会「望遠鏡を作って、観る」のシナリオにそって説明します。図1は学習会風景です。

### 2. 凹面鏡による実像

直径20cm位のお腕のような半球形の凹面鏡(注1)を準備します。お腕に差し込むように鉛筆や指を入れると、鉛筆や指が飛び出してくるように見えます。その像のリアリティは驚くばかりで、みんなびっくり、その像をつまみたくなります。でも像なので実際にはつまみません。

すこし科学のこころのある子供はお腕のなかに紙片をいれたりしてどこがどう写っているのか探ろうとします。十分な時間や声かけをして、さわらせるといいと思います。私たちの場合は、受付を済ませるとすぐ、廊下にしつらえられたテーブルの上の凹面鏡に出会うようにしました。講座が始まるまでの間、インストラクターと共に観察するようにしました。

### 3. 凸レンズによる実像

凸レンズによる実像は、風景を白い紙に写してみるのが普通のやり方です。凹面

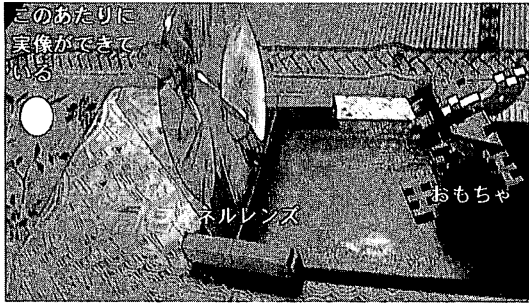


図2. フレネルレンズによる装置

鏡でリアリティあふれる実像を楽しめたのは実像を立体視できたためです。従って、凸レンズによる実像も立体視できるようにすれば、紙に写すまでもなく、宙に浮いた立体的な実像を見ることができます(文献1)。

それには大型のフレネルレンズを用いるのが簡単です。立体感がやすいおもちゃやコーヒーカップなどを凸レンズをとおして見ます。すると、みごとな立体的な実像が宙に浮いて見えます(倒立しています)。子供たちはさわりたくなりつい宙をつかんでしまいます(図2)。

この実験装置も簡単に準備できます。これは、この論文の付録に示します。

立体的実像を体験していただいた後に、次のようにまとめます。

- ・凹面鏡、凸レンズ、いずれも光を集める性質があって、実像ができます。実像の位置に物体が忽然と現われます。
- ・凹面鏡、凸レンズ、どちらを使っても望遠鏡を作ることができます。

#### 4. 望遠鏡の原理

「凸レンズを土星の方向に向けたとします。土星から出た光は長い旅をして、凸レンズの作用で、私たちの目の前、手の届くところに実像をつくります。」と話を続けます。実像を観察した体験をもとに、手でさわれそうな土星の実像が目の前にできることが想像されます。宇宙にあるものを目の前に移動させると

ころに望遠鏡のトリックがあるのです。

「太陽の実像は、そこに太陽があるのと同じようなものでとても熱いので注意しましょう」というコメントも良いでしょう。実際、輻射の温度は6000K近くもあるので、エネルギーを逃がさないようたれば6000K近くに行けるわけで、太陽炉も作られています(どうエネルギーをためこんでも6000K以上にはならないこともお忘れ無く)。太陽でフレアが起きれば、手元にできた実像の太陽にもフレアが起きていると思うと愉快ですね。

今回教材として用いた対物レンズは直径4cm、焦点距離42cmのもので月の実像が4mm弱、土星の輪の実像が0.1mm弱です。あまりに小さい実像ですが、実像はそこにそのものがあると同様ですから、この小さい実像を虫めがねで拡大して観察するという発想に飛躍はないでしょう(従来の説明は文献2にあります)。こうして、接眼レンズの役割やピント合わせについて説明します(図3)。

#### まとめ

凸レンズ、凹面鏡のリアルな立体的実像を観察します。実験装置は簡単に作製できます。存在感のある実像を観察すると、遠くの天体の実像を手元に作る凸レンズや凹面鏡の働きに望遠鏡の本質があるのだとわかってもらえるのではないかと思います。

図面とにらめっこの製作作業の始めや中休みに是非この教材を挿入していただければと思います。

注1. 立体視できる凹面鏡は島津理科から、ミラクルミラーの商品名で販売されている。

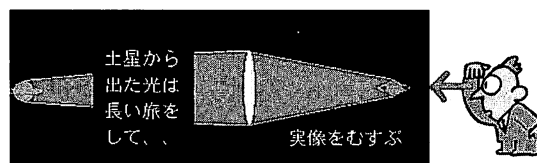


図3. 望遠鏡の原理

## 文献

- [1] 岩下金男, 「凸レンズの作る実像の真実性について」, 1996, 物理教育通信, No.86, 104
- [2] 板倉聖宣, 「授業書:光と虫めがね」, 1975, 仮説授業研究会

## 付録. 凸レンズによる実像

実像の位置をリアルに感じてもらうためには実像を両眼で立体視する必要があります。そのためには凸レンズの直径を大きくする必要があります。これはフレネルレンズを用いる事で安価に実現します。直径30cm位のフレネルレンズを購入します(約1万円)。わたしが試しに使っているのは直径32cm、焦点距離17cmのものです。これをおもちゃやカップなど適当なものの上に置いて反対側からのぞくと倒立した実像を見る事ができます。凹面鏡に比べフレネルレンズだとやや迫りに欠けますが、たしかに立体的に見えます。子供たちは素直ですぐ手をのばし実像をつかもうとします。お父さんの手の実像なども結構おもしろがって遊んでいます。

実際にはいくつかの細工をしたほうが便利です。

- (1) フレネルレンズを手で持っているのは大変ですから、立てるような枠を作ります。
- (2) 周りを暗くして見るものをライトアップすると実像が浮かび上がって見えます。(岩下金男さんはミラーボールの実像を使われていました。それまでしなくても、立体像は楽しめます。)たとえば、フレネルレンズは光洋(TEL 03-3213-1571)から購入できます。