

事業報告

科学実験教室実施報告「かがみのふしぎ」

進悦子*

A Report on the science class “ Wonders of Mirrors ”
Etsuko Shin

ABSTRACT A science class “ Wonders of Mirrors ” was held at 12th October , 2002. This report describes the content and the method of the class dealing with a kaleidoscope and varieties of mirrors. This report also describes consideration on the purpose of this science class.

A mirror is one of our daily necessities and familiar to us. Usually we use it when looking at ourselves by reflecting ourselves on it. However, there are lots of other ways to use mirrors and there are also several kinds of mirrors invented for other uses.

At the class after introducing the principle of mirror's reflecting of light, we move on making the kaleidoscope and the coating mirror.

The purpose of this science class is to enable participating of children to experience and to find out much more possibilities of mirrors than the way they ever know.

はじめに

愛媛県総合科学博物館では、2002年10月12日（土）に小学校4年生以上を対象にかがみのふしぎというタイトルで科学実験教室を実施したので、ここにその内容を記述する。

鏡は、私たちの日常において必需品でありとても馴染み深いものである。普段私たちは鏡に自分の姿を映して見るのに使うことが多いが、鏡には他にもいろいろな使い方があり、その用途によって様々な種類の鏡が存在する。

本科学実験教室では、万華鏡の工作や鏡の製作を行いながら、鏡の反射の性質や鏡の使い方、そして、鏡の歴史を紹介した。

実施内容

日時 2002年10月12日（土）13：30～15：30
対象 小学校4年生～中学生
参加人数 14名
開催場所 愛媛県総合科学博物館 科学実験室

実験内容

金属鏡を作る

ジュースのスチール缶の裏を目の細かい紙やすりと金属磨きで磨くと反射率が良くなり、自分の顔が映る程になる（写真1）。

鏡の角度を変える

2枚の鏡の前にオブジェクトを置き、鏡の角度を少しずつ狭めていくと、オブジェクトの像が増えていく（写真2）。

無限の鏡

箱の内側に鏡、外側にハーフミラーを取り付けて合わせ鏡にする。中に白熱灯を入れると光が無限に続いて見える（写真3）。

万華鏡を作ろう

フィルムケースとアクリルミラーを使って万華鏡を作る（写真4）。この科学実験教室では、「鏡の角度を変える」に対応させて、鏡を2枚使った二面万華鏡を作る。反射させるオブジェクトには、試験管の中にビーズと洗濯糊を入れたものを使う。試験管を上下させて、ゆっくりゆらゆらと落ちていくビーズが作り出す模様を楽しむ（写真5）。

* 愛媛県総合科学博物館 学芸課 科学技術研究科
Dept. of Science and Technology Ehime Pref. Science Museum

凹面鏡 ビー玉は掴めるかな？

奥に引っ込んだ鏡は像を手前に作るので、飛び出して見える。鏡の中にビー玉を入れると浮き出て見え、掴もうとしても掴めない（写真6）。

凹面鏡 握手してみよう

凹面鏡の中に手を入れると、手が浮き出て握手ができそうだができない（写真7）。

凸面鏡を作ろう

歪みの少ないサンプル管の内側に銀を付着して凸面鏡を作る。テキストに描いてある歪んだ絵をこの鏡に映しみると正像になり、鏡にネコの絵が見える（写真8）。

人間万華鏡

大きなアクリルミラーを3枚繋げて作った鏡筒。中に入ると自分が無限に反射される様子を見ることができる（写真9）。

工 作 内 容

二面万華鏡

2枚の鏡を使う万華鏡。ひっくり返すと、ほぼ円形の中でゆっくりと模様が変わる。アクリルミラーを使用した。アクリルミラーはガラスの鏡に比べると多少歪みがあるが、軽くて加工しやすく、落としても簡単には割れないので工作には向いている。

材料 フィルムケース、アクリルミラー、厚紙、プラスチック試験管、ビーズ、洗濯糊、スポンジテープ、ビニールテープ

- (1) フィルムケースをビニールテープで巻き繋げて筒を作る（図1）。
- (2) 鏡と厚紙で三角筒を作り、スポンジを2ヶ所に付ける（図2）。
- (3) 試験管にビーズを4分の1程入れ、洗濯糊（洗濯糊：水＝約4：1）をなるべく気泡が入らないように入れ蓋をする（図3）。
- (4) フィルムケースの中に鏡を入れ、横に穴を開けたフィルムケースに試験管を突っ込んで繋げてみる。最後にフィルムケースをビニールテープで繋げる（図4）。

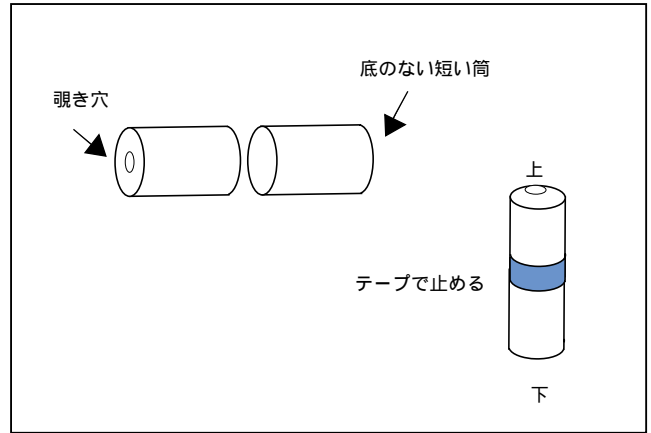


図 1

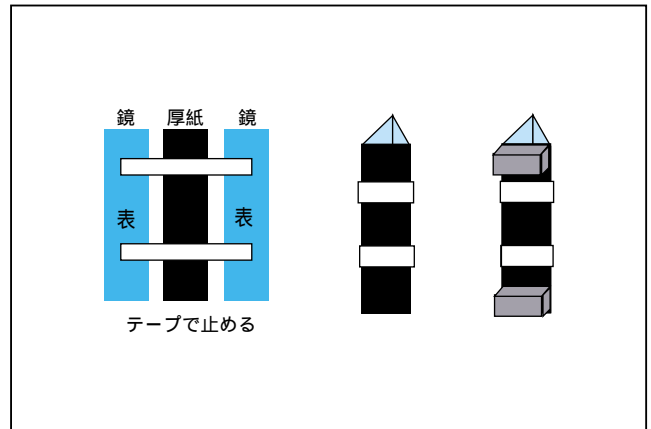


図 2

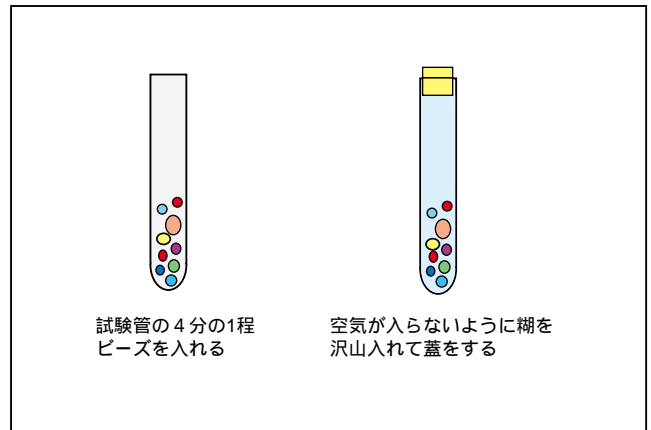


図 3

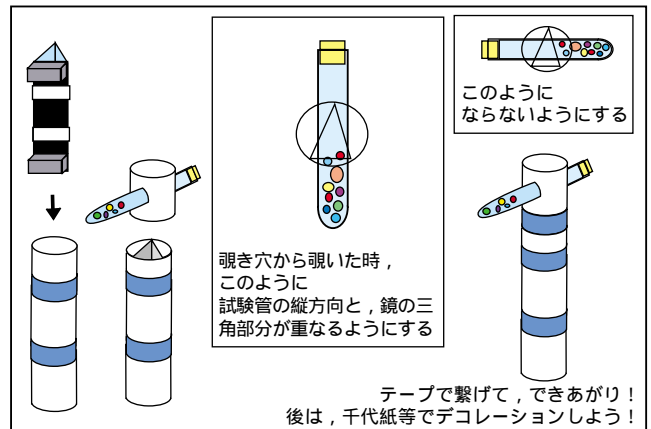


図 4

筒型凸面鏡

サンプル管の内側に硝酸銀を付着させた筒型の凸面鏡。現在の方法と同じ鏡の製作ができ、アナモルフォシス（歪み絵）を正像にして見ることができる。

材料 サンプル管（蓋付き）、台所用洗剤、A液（2%硝酸銀水溶液）、B液（水：濃アンモニア＝4：1の割合で混ぜた水溶液）、C液（4%水酸化ナトリウム水溶液）、D液（3%ブドウ糖水溶液）

- (1) A液にB液を少しずつ混ぜながら加える。最初は褐色の濁りができるが、これが消えるまで加え続け、E液を作る（図5）。
- (2) サンプル管の内側を洗剤でよく洗って水気を切る。
- (3) サンプル管に、E液を4分の1入れる（図6）。
- (4) C液とD液をピペットでそれぞれ5mlずつ入れて、蓋をして表面全体に行き渡るように振る（図7）。
- (5) サンプル管の内側に銀がコーティングされたら、中の液を捨てて軽く洗う。廃液は新聞紙等に染込ませ、燃えるごみとして捨てる（図8）。

構 成

鏡の起源（導入）

導入として鏡の語源についての話をする。鏡を意味する英語のmirrorは、ラテン語のmirari（驚くという意味を表す）が語源とされている。昔の人が水面に映った自分の姿を初めて見た時から鏡の歴史が始まったのである。穏やかな水面のように、滑らかな面は光の反射率が高いことから、人は水面鏡を作り、次に金属を研磨して反射させる金属鏡を作った。日本では中国より伝えられた銅鏡が知られている。ここで「金属鏡を作る」を行う。その再現として、ジュースや清涼飲料水のスチール缶の裏面を金属磨きで念入りに磨いて金属鏡を作り、磨いてないものと比較した。

鏡の反射と角度

ガラスに銀を付着させて作る今の鏡に近いものは、イタリアのベネチアで最初に作られヨーロッパ中に発展していった。その当時の技術を結集して作られたのが有名なベルサイユ宮殿の鏡の間である。鏡を使うことで明るく眩い空間を作り出すことができた。ここで「鏡の角度を変える」・「無限の鏡」を行う。まず、平面鏡を2枚用意し、繋げて横に並べる。中央にスイッチを入れた電球を置いて鏡に映し、2枚の鏡の間の角度を少しずつ狭めていく。鏡に映る電球の数が段々増えていき、180°に完全に合わせてしまうと中で無限に像を作る。

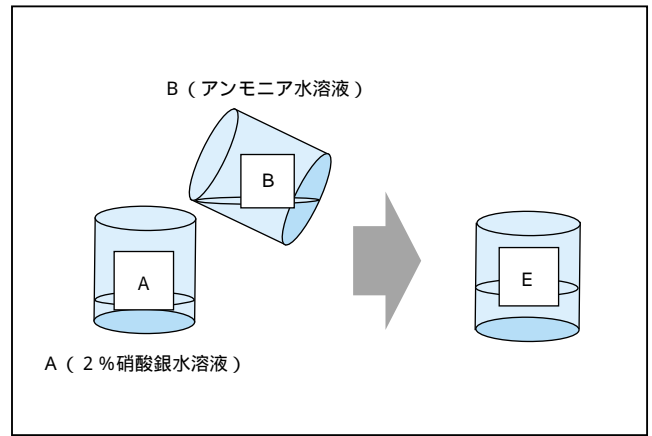


図 5

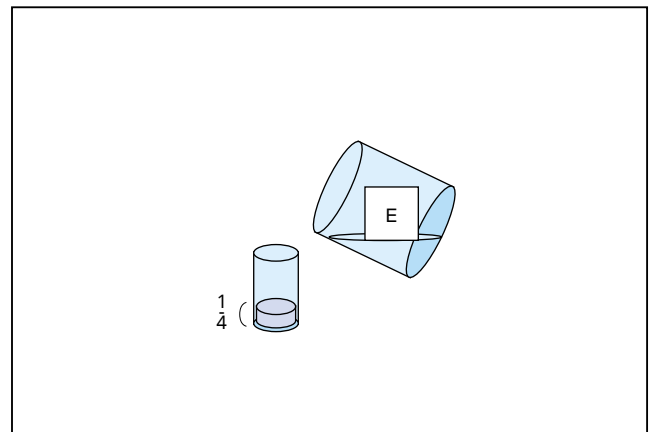


図 6

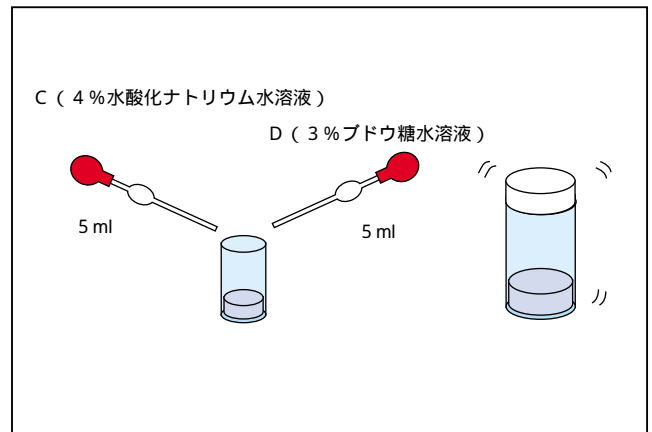


図 7

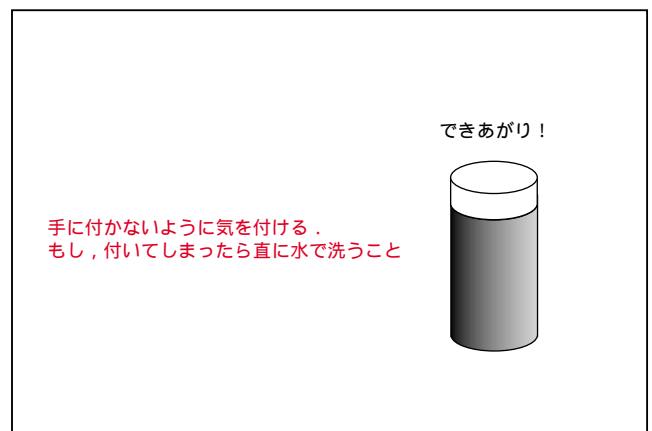


図 8

二面万華鏡の工作

「万華鏡を作ろう」を行う。2枚の鏡の角度を狭める実験に対応して、ここでは二面万華鏡を作る。二面万華鏡は2枚の鏡と1枚の厚紙で作る。厚紙の幅を鏡より小さくし、鏡の角度が 30° ～ 45° 位になるようにする。この鏡筒を覗くと、3枚の鏡を使用した 60° の時よりも複雑な模様が、ほぼ円形の中に広がる。鏡の角度を小さくすることにより更に複雑な像を作ることができる。

いろいろな鏡（凹凸面鏡）

鏡は平面鏡だけではない。奥に凹んでいる凹面鏡では、像はどのようにしてできるのかを図を使って説明し、「凹面鏡 ビー玉は掴めるかな？」・「凹面鏡 握手してみよう」を行い、実際に確かめてみる。

凸面鏡は、逆に手前に反り返っている。像を鏡の奥に作り、その焦点から放射状に光を反射し、広い範囲を映す。そのためカーブミラーに使われていることを紹介する。

鏡を作る

「凸面鏡を作ろう」を行う。サンプル管の内側に銀を付着させて筒型の凸面鏡を作る。この時に使う硝酸銀、水酸化ナトリウムは劇薬であるため学芸員が扱い、サンプル管に銀を付着させる作業を子ども達に行ってもらおう。できた凸面鏡で、テキストに描いたアナモルフォシス（歪み絵）を映してみると、歪んだ絵がネコの絵の正像となって見える。予め規則正しく歪ませた絵は、凸面鏡で小さく正像に映る。

鏡の中に入る

「人間万華鏡」を行う。最後に万華鏡の中に入ってみる。自分の姿が無限に反射される様子を体験してもらおう。そして、歪み絵が描けるアナモルフォシスシートを子ども達に渡して、家でも試してみることや、楽しい鏡の使い方を探してみることを促した。

ま と め

鏡の角度を変化させることで複雑さも変わる実験に対応させるため、ここでは二面万華鏡を作った。3枚の鏡を使って作る万華鏡は、全体に像が反射されて模様が広がるが、二面万華鏡の場合、ほぼ円の形の中という狭い範囲で模様に変化する。そこに糊とビーズを入れた試験管を反射させると、円全体の模様がダイナミックに変化する。ひっくり返すだけでゆっくりと自然に模様に変化していく様子に子ども達は不思議がっていて、別の実験の最中にも時折覗いている様子が伺えた。プラスチック

試験管にビーズを4分の1程入れ、空気なるべく混ざらないように洗濯糊を入れる。気泡が邪魔をしてビーズが上手く落ちてこないからである。この作業はスタッフが行ったが、難しく、思ったより時間が掛かってしまった。また、完全に入れてしまうと蓋が閉まり難いので、完全に空気を抜くのは無理なようだ。しかし、気泡も模様になった。

筒型凸面鏡を作ったのは、現在の方法と同じ鏡の製作ができるため、アナモルフォシス（歪み絵）を体験できるためである。ジュースや清涼飲料水のピンでも同じように銀メッキはできるが、歪みが大き過ぎてアナモルフォシスを正像にして見ることはできないので、サンプル管の内側に硝酸銀を付着させて作ることにした。実験後、凸面鏡が使われている例としてカーブミラーの話をした。カーブミラーの半球とサンプル管の筒型は姿形が違うためか、作ったものが凸面鏡であることに、子ども達はピンときていないようだった。半球の凸面鏡と筒型凸面鏡の両方を用意して見せた方が良かったのかもしれない。

歪み絵を描くところまで進むことができなかったが、家でも描いて試して見れるようにアナモルフォシスを描くための歪んだシートを全員に渡した。

都合良く、企画展示室で鏡を使った展示を開催していて、科学実験教室終了後に「この実験で知ったことを思い出しながら見に行ってください」と促した。4～5人が企画展示室の凹凸面鏡を見に行っていたようだ。予備知識もなくいきなり経験してしまうより、導入があって初めて展示が生き生きしたものになってくる。子ども達にとっても、知識と実物が結び付いた時に大きな感動と発見になると思われる。それは展示だけでなく、これからの日常生活の中にも潜んでいる。この講座を終えた後に、子ども達がこれからちょっと意識して鏡を見てみたり、今までと違った見方をしたりして、自分の力で何かを発見できることを願っている。

文 献

国際万華鏡協会編：万華鏡の作り方楽しみ方。成美堂出版。

武田一美：おもしろい化学の実験。東洋館出版社。

藤本光章：愛媛県総合科学博物館 平成11年度 科学実験教室「なんでも鏡にしよう」テキスト。



写真 1 金属鏡を作る



写真 2 鏡の角度を変える

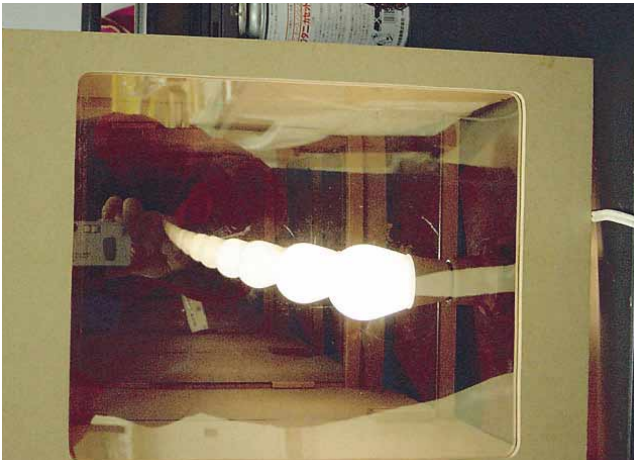


写真 3 無限の鏡



写真 4 万華鏡を作ろう1

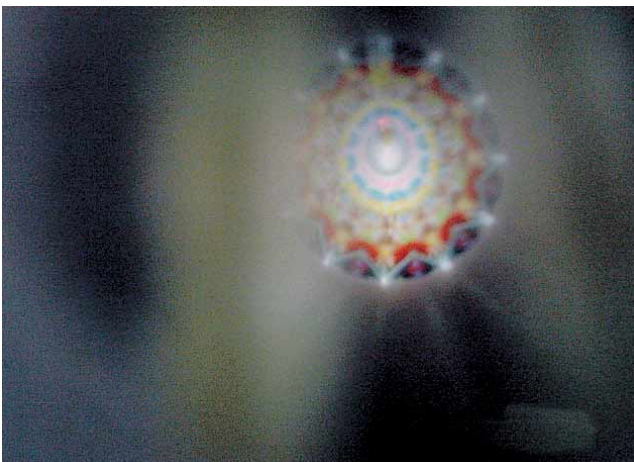


写真 5 万華鏡を作ろう2



写真 6 凹面鏡 ビー玉は掴めるかな？



写真7 凹面鏡 握手してみよう



写真8 凸面鏡を作ろう



写真9 人間万華鏡