

「鏡」を題材とした実験教室 ～小学校1,2年生を対象として～

高梨沙織*

Science lab “Mirror magic”, for ages 6 to 8

Saori Takanashi*

1. はじめに

川崎市青少年科学館（かわさき宙（そら）と緑の科学館）では、事前申込み制の科学実験教室を開催している。平成29年度（2017）現在で行っている主な教室は、①「わくわく！科学実験教室」、②「ふしぎ実験室」、③「大人科学実験教室」などである。募集対象は教室ごとに異なり、①小学校1～6年生（1,2年生は保護者同伴）、②小学校3～6年生、③高校生以上となっている。

①の実験教室では、低学年の申込みが特に多い傾向にある。そこで、参加の機会を増やすために、当館における初の試みとして、小学校1,2年生を対象とした「子ども科学実験教室」を企画した。開催日およびそのテーマは、平成28年11月26日「1枚の鏡で見てみると」、12月24日「合わせ鏡で見てみると」、平成29年1月21日「鏡がみせる景色」の3日間で、全3回を筆者が立案、実施した。

2. 実施にあたって

2-1. 題材「鏡」について

以前に、5歳～小学校3年生までを対象とした、「潜望鏡」を作る教室を実施した経験があったことから、そのさいに考えた指導案を活かしつつ、新しい案を作成した。

学校教育における鏡を使用した単元には、小学校第3学年に「光の性質」、中学校第1学年に「光と音」で扱われている（文部科学省（編）,2008）。今回実施した教室では、「鏡の性質」について、1) 身近にあるものを例にあげることにより、興味や関心を持たせること、2) 視線、鏡の向きや角度などの諸条件を迫することで、「光の直進」「反射」「像」などについて理解を深め、3) 工作を通して、鏡の見え方を体感、考察できるまでに至らせることを目的とした。

全3回を実施するにあたり、各回別で3通りの指導案を作成し、利点や反省点を検討した。

2-2. 全3回の共通事項

- ・対象は小学校1～2年生とし、保護者同伴を必須とする定員20人を回ごとに募集した。各回とも定員を上回ったため抽選を行い、参加者を決定した。
- ・実施時間は90分間で、前半は講義と実験を行い、後半は実験によって得られた結果を活かす工作ができるようにした。

- ・教室を実施するにあたっては、低学年が聞きとりやすい話し方とともに、用語については、かみ砕いた言葉で説明することを意識した。

- ・全3回の指導案に合わせて、ワークシートを3通り作成した。対象が1,2年生であることから、重要な単語のみ漢字にルビをふり、残りはひらがなにした。読みやすさを考えて、一句ごとに1字分（全角）スペースをあけた。反転文字を載せることにより、視覚的に興味を引き付ける工夫をした。実験の結果を記録する方法は「記述式」ではなく、予め用語を並べておき、回答を○で囲む「選択式」にした。

- ・Microsoft Power Point 2010 や実物投影機とプロジェクターで投影するなど、視覚的な機材を使用した。

- ・実験道具、工作物の材料などは参加者全員が各人で取り組めるように、人数分用意した。

- ・4人1班となる実験機のため、参加者である小学生の隣に保護者が同伴できるように設定した。

3. 教室の実施内容

3-1. 第1回「1枚の鏡で見てみると」の実施

第1回は、鏡を1枚だけ使用するときの映り方に注目する内容とした。

表1. 指導案1.

時間	活動内容	留意事項・備考
15分	<p>●身近な「鏡」について例示</p> <p>・ワークシート「あいさつ」(図1)を見る ・実験用平面鏡を用いて、「あいさつ」(図1)を見る ・日常生活で鏡が使われている場所を確認する</p>	<p>・ワークシートを逆さまにしても読めないことを確認する</p> <p>・車のバックミラー、カーブミラー、懐中電灯など、日常生活の中で活用していることを認識させる</p>
	<p>●どんな鏡があるの？</p> <p>・平面鏡、凹面鏡、凸面鏡の紹介</p>	
20分	<p>●実験①どんな映り方をするの？</p> <p>・平面鏡、凹面鏡、凸面鏡に自分の顔を映す ・ワークシートに結</p>	<p>・用意した3種類の鏡は、光の反射する方向がそれぞれ違うため、映り方</p>

*川崎市青少年科学館（かわさき宙^{そら}と緑の科学館）
Kawasaki Municipal Science Museum

20分	果をかく	も違ってみえる
	●鏡のつくりを紹介	
	<ul style="list-style-type: none"> 鏡のつくりを紹介 平面ガラス、銀メッキ加工されているようすを断面図(図2)で解説する 	<ul style="list-style-type: none"> 鏡は表面が滑らかでないと、きれいに光の反射ができない 光はガラスを通過した先の面で反射する 銀は光をよく反射させる性質をもつ
	実験②鏡のつくりをまねしてみよう	
30分	<ul style="list-style-type: none"> ①黒い紙に自分の顔が映るか ②透明プラスチック板に自分の顔が映るか ③黒い紙と透明プラスチック板を重ねて自分の顔が映るか 	<ul style="list-style-type: none"> 透明な板の後ろに光が透過しない壁があると、鏡の構造と同じように映る
	●鏡にうつっているものは…?	
	<ul style="list-style-type: none"> 「像」について 	<ul style="list-style-type: none"> 平面鏡において、もの(実体)と鏡に映るもの(像)は異なることを確認する。
	●工作「貯金箱」	
30分	<ul style="list-style-type: none"> 完成品の演示 型紙を切る 組み立てる 鏡を入れる 	<ul style="list-style-type: none"> はさみを使用する。
	●まとめ	

キャラクターの吹き出しの言葉を反転させた文字を作成した(図1)。これは「かわさきぷりんは何と話しているのだろうか?」と、導入の時間に出し示すことによって、興味や関心を引き出すとともに、次の項目へ取り組む意欲の向上効果を期待したためである。

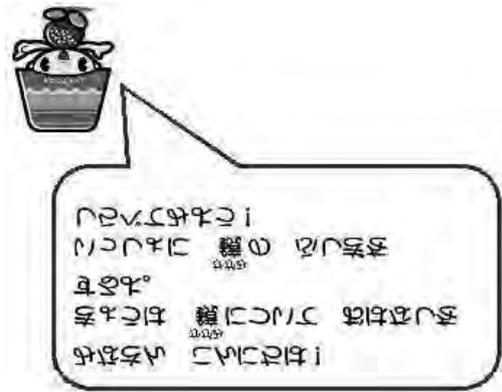


図1. 加工した画像.

実験①では、平面鏡、凹面鏡、凸面鏡に自分の顔を映し、映り方がそれぞれ違うことを体験させた。その後、鏡のつくりについて作成した図(図2)をMicrosoft Power Point 2010で見せることで、鏡のどの場所で光が反射しているのかがわかるように、ホワイトボードに映写した図2にホワイトボードペンで矢印(光のとおりみち)を書き入れて解説をした。

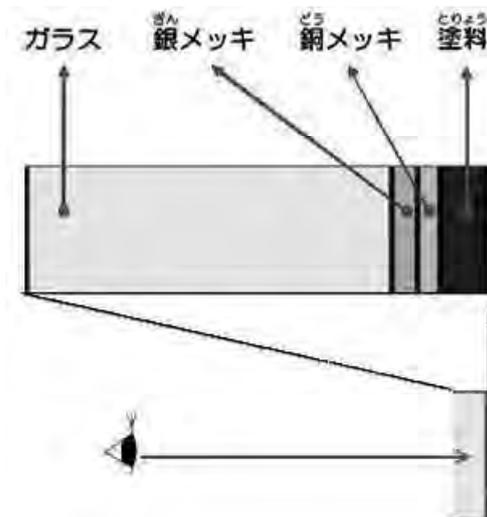


図2. 鏡の作成の1例.

実験②では、鏡のつくりを、黒い紙と透明プラスチック板とを用いて疑似的にまねすることで、光の「反射」を体験させた。

2つの実験を終えたのち、鏡に映っている「実物のような」ものは、「像」と説明した。



図3.「貯金箱」.

教室の後半で、1枚の平面鏡を使用した「貯金箱」(図3)を作成した。正面の大きな穴から中を覗くと、空箱になっている様子が見られる。そのため、上部の横長の穴から硬貨を入れると、空箱の中に落ちていく様子が予想される。しかし、箱の中には斜めに傾けた鏡を入れており、内壁を映しているため硬貨が落ちる様子を見ることはできず、空箱のままに見える。

3-2. 第2回「合わせ鏡でみてみると」の実施

第2回では、1枚だけの鏡の映り方と、2枚の鏡の角度を決めて使用するときの像の増減について注目する内容にした。

表2. 指導案2.

時間	活動内容	留意事項・備考
15分	<p>●身近な「鏡」について例示</p> <ul style="list-style-type: none"> ワークシート「あいさつ」(図1)を見る 実験用平面鏡を用いて、「あいさつ」(図1)を見る 日常生活で鏡が使われている場所を確認する 	<ul style="list-style-type: none"> 車のバックミラー、カーブミラー、懐中電灯など、日常生活の中で活用していることを認識させる
10分	<p>●「鏡」に映っているものは…</p> <p>・「像」について</p>	<ul style="list-style-type: none"> 平面鏡において、もの(実体)と鏡に映るもの(像)は異なるものであることを認識させる
	<p>●1枚の鏡はどこで使われている？</p> <p>・バックミラーなどの鏡は、何枚使われているか問いかける</p>	<ul style="list-style-type: none"> 1枚のみで役割が果たせるものを確認する

20分	<p>●実験① 1枚の鏡で見てみよう</p> <ul style="list-style-type: none"> 1枚の鏡を問題用紙の指定した場所に設置した場合、どのように映るのか予想を立ててから鏡を設置する ワークシートに結果をかく 		<ul style="list-style-type: none"> もの(実体)を鏡に映した場合、像の数はいくつになるのか確認する 1つのもの…1つの像 3つのもの…3つの像
30分	<p>●実験② 2枚の鏡で見てみよう</p> <ul style="list-style-type: none"> 2枚の鏡を問題用紙の指定した場所に設置した場合、どのように映るのか予想を立ててから鏡を設置する ワークシートに結果をかく 		<ul style="list-style-type: none"> 2枚の鏡の向い合わせる角度を変えて、像の数が変わるようすを確認する 45度…7つ 60度…5つ 90度…3つ 120度…2つ 平行…無限
5分	<p>●数えきれないほどの像を映すためには…</p> <p>・反射について</p>		
30分	<p>●工作「合わせ鏡箱」</p> <ul style="list-style-type: none"> 完成品の演示 型紙を切る 組み立てる 鏡を入れる <p>●まとめ</p> <ul style="list-style-type: none"> はさみを使用する 2枚の鏡を平行に固定したものを活かした工作をする 		

第1回では実験後としたが、今回は、実験前に「像」について解説した。1枚の平面鏡を使用した実験①では、映る像の数は実物と同じであることを確認させた。実験②では、2枚の平面鏡を向い合わせる角度を決めて使うことを条件にして行った。

角度を120度、90度、と狭めていくことで、像の数がどのように変わるか調べさせた。

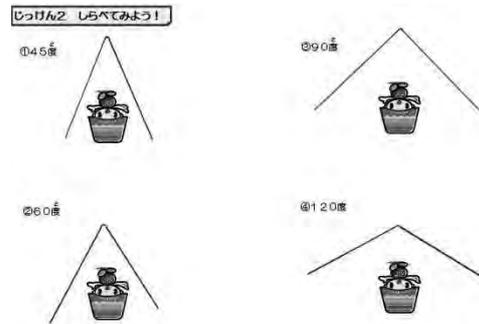


図4. 実験②用のワークシート.



図 5. 実験②の 120 度で鏡をおいた場合の様子.

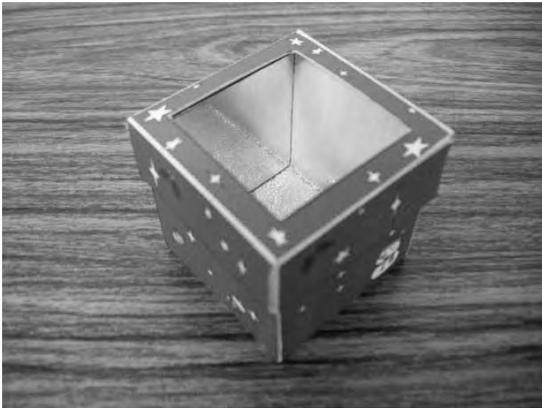


図 6. 合わせ鏡箱.

平面鏡を 2 枚使用した工作物(図 5)を作成した。箱の中では向かい合わせで鏡が固定されており、箱の上面に窓が開いているため、そこから内部の鏡を覗くと、光の反射が箱の内部で繰り返されているため、中に入っている 1 つの物体が 3~5 個映っている様子が見られる。

3-3. 第 3 回「鏡がみせる景色」の実施

第 2 回と同じ、1 枚の鏡だけでの映り方、2 枚の鏡だけでの映り方についてであるが、今回は特に角度を決めず、自由に動かすことで、そこに映し出される景色に注目させる内容にした。

表 3. 指導案 3.

時間	活動内容	留意事項・備考
15 分	<p>●身近な鏡について例示</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ワークシート「あいさつ」(図 1)を見る ・実験用平面鏡を用いて、「あいさつ」(図 1)を見る ・日常生活で鏡が使われている場所を確認する 	<ul style="list-style-type: none"> ・車のバックミラー、カーブミラー、懐中電灯など、日常生活の中で活用していることを認識させる
	●鏡に映っているものは…	

20 分	<ul style="list-style-type: none"> ・「像」について 	<ul style="list-style-type: none"> ・平面鏡において、もの(実体)と鏡に映るもの(像)は異なるものであることを認識させる
	●実験① 1 枚の鏡でしらべてみよう	
50 分	<p>練習: 白板に背を向けた状態で、白板に映っているものを見る</p> <ul style="list-style-type: none"> ①自分の後頭部を見る ②自分の横顔を見る ③自分の顔を正面から見る <ul style="list-style-type: none"> ・ワークシートに結果をかく 	<p>練習: 鏡を傾ければ真後ろに設置してある白板を見ることはできる</p> <ul style="list-style-type: none"> ①1 枚の鏡では見ることができない ②同上 ③1 枚の鏡で見ることができない
	●実験② 2 枚の鏡でしらべてみよう	
50 分	<p>練習: 白板に背を向けた状態で、白板に映っているものを見る</p> <ul style="list-style-type: none"> ①自分の後頭部を見る ②自分の横顔を見る ③自分の顔を正面からみる <ul style="list-style-type: none"> ・ワークシートに結果をかく 	<p>練習: 鏡を 2 枚とも傾ければ、真後ろに設置してある白板を見ることができ</p> <ul style="list-style-type: none"> ①、②鏡の位置、傾きを調節すれば、見ることができない ③2 枚の鏡では見ることができない
	●鏡と光	
5 分	<ul style="list-style-type: none"> ・反射について 	
	●工作「潜望鏡 (ペリスコープ)」	
5 分	<ul style="list-style-type: none"> ・完成品の演示 ・型紙を切る ・組み立てる ・鏡を入れる 	<ul style="list-style-type: none"> ・はさみを使用する ・実験で調べたことを活かし、潜望鏡(ペリスコープ)を工作する
	●まとめ	

第 2 回目と同じ「像」については実験前に解説し、実験後に「反射」について(図 7, 8)解説した。実験①と実験②では、調べる項目自体は同じだが、鏡の枚数による映り方の違いを調べた。・実験②では、2 枚の鏡を水平に接着させては実験①と同じ 1 枚の鏡と同義になってしまうため、そのように大きな 1 枚にはしないという制限をつけ

た。



図7. 実験① (1枚の鏡の反射の様子) .



図8. 実験② (2枚の鏡の反射の様子) .



図9. 「潜望鏡 (ペリスコープ)」 .

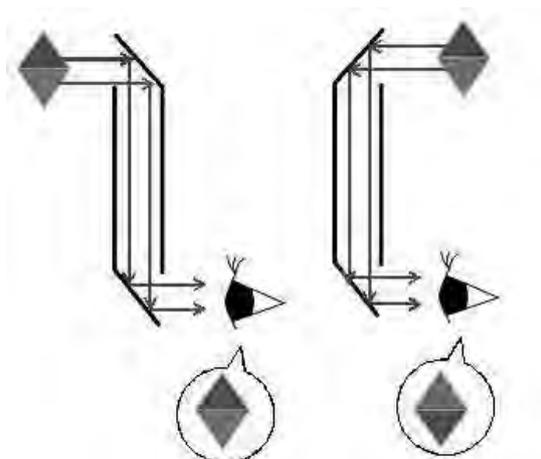


図10. 「潜望鏡」内の光の通り道.

平面鏡を2枚使用した工作物「潜望鏡」(図7)を作成した。鏡を離して2つの筒に傾けて設置してあるため、図8のように筒を組み替えることで、前方あるいは後方の景色を見ることができる。

4. 結果 —考察および反省点

4-1. 第1回

ワークシートに載せた図1は、紙を逆さまにしても読めない文字を作ること、どうすれば正しく読むことができるか考えさせた。その時に参加者が発見したことを発表してくれたのが、ワークシートの裏面から透かして見れば反転文字ではない文章を読むことができる、ということであった。

工作に至るまで、40分ほど時間が経過したが、参加者の様子から察するに、30分程度が集中力の限界かと思われた。そのため、次回以降は、前半部分を30分程度に収めるようにした。

4-2. 第2回

実験②用のワークシートに「角度」が出てくるが、これは小学校3学年の算数で学習するものである。説明として、白板に三角形を描き、角度にあたる場所を示したが、補助の人より「「角度」について簡単に説明をしておかないと、わからないと思う」との助言を受けた。というのも、実施中、「角度」とは何かを問いかけると、「聞いたことはあるけれど…」と、回答できなかったからである。「大きさをあらわすこと」というような簡単な表現でもよいと思われた。また、同じように「反射」という単語を使って解説するのもよいが、「映したものをまた映している、ということを繰り返している」という話し方でもよいかもしれない、と助言を受けた。用語があることでただの体験で終わらずに、「学習」して帰ってもらうことを念頭に置いて実施していたため、このような指摘を受けるに至ったと思われる。

実験②の終了後、無限に像が映っていくにはどうすればよいか問いかけたさい、2通りの回答が寄せられた。1つは角度を限りなく狭めてわずかな隙

間から覗く方法、もう1つは鏡を向い合せて平行に設置することで無限に映るということであった。

工作では、スプレーのりで型紙を貼りつけたが、十分なりの量を吹き付けていなかったため剥がれてしまい、付け直してほしいと14人のうち4人に声をかけられた。

また、箱の形がいびつに仕上がったため、鏡が入らなくなってしまい、完成後の鏡がゆがんでみえてしまう状況に陥った参加者がいた。はさみで鏡を切り小さくすることで、歪みはなくなったが、紙の厚さを計算に入れるなど考慮したうえで展開図を修正することが必要と判断された。

4-3. 第3回

実験②では、鏡を保護者が1枚、子どもが1枚持って協力し取り組んでいる様子がみられた。

第2回の反省を受け、後半の、2枚の鏡の反射に関する説明を、図6を用いて行ったが、「わかった!」という反応がみられなかったことから、すんなりとは理解しにくい内容であったと判断される。

工作で使用した鏡が曲がりやすいため、はっきりとした像にはならない出来のものがあつた。改善点として、筒の鏡裏から指で力を加えて、平らにすればゆがみのない像になることを奨めた。

第2回するときのように、スプレーのりで接着した型紙と台紙が剥がれないようにスティックのりを配布したが、第2回と同じように型紙の設計を検討しなおす必要がある。

4-4. 実物投影機とプロジェクターの利用

今回使用した機器関係は、パソコン、実物投影機、プロジェクター、コネクター、電源コードである。教室の前半はパソコンによるパワーポイントの使用で実験や解説の説明を行い、後半で実物投影機による工作の手順を示した。

後半の工作を行うにあたって、その工程については静止画ではなく、参加者が実際に行う作業を、実物投影機による生の動画で見せた。そのため、子どもでも、その様子を見ながら真似ができ、同じ作業を進めやすい。もしも、静止画を用いて口頭で詳しく分かりやすい説明をしようとすれば、様々なアングルの写真を多く用意しなければならない。しかし、実物投影機であれば、見せたいものについて、その場で随意に映すものの角度も変えられるので、その通りにスクリーンに映し出されるため、手で覆い隠さないように気をつけさえすれば、効率よく伝えやすい手法であると考えられる。第2回の実験において、参加者から「2枚の鏡を限りなく狭め、平行に近づけると無限に映る」と意見が出たさい、実際に実物投影機で鏡に映っている様子を演示した。これを見た参加者からは驚きの声を上げていた。

鏡2枚を平行に置いた時、ものが無限に映って

いる様子を見せるのに、静止画よりも、実際に「今」映っているものをそのまま見せることが、より効果的に印象付けることができると思われる（反応がよかったため）。

工作では、手本として筆者が先にある段階まで実際に作っておき、そこまでを次に参加者が作ることを繰り返すことで、言葉による説明だけでなく視覚的に動作を確認する点ができることが優れていると考えられる。

4-5. 全3回で得られた傾向

事後にアンケートを行ったところ、「参加対象者が絞っており、なおかつ保護者も一緒に参加できるところがよかったので参加した」という意見があつた。展開中の様子を見ると、参加者と保護者が隣同士で着席してもらうことで、子どもに対する諸注意（行っている作業をやめて前を向く、話をやめさせるなど）を保護者が行っていたので、滞りなく進めることができた。各実験を行うときは、子どもが集中して取り組んでいる様子を見守る保護者や、道具を手に取り一緒に取り組む姿がみられた。そのため、保護者が同伴することで、見知らぬ部屋（実験室）でも子どもたちは緊張することなく、教室に参加できたと思われる。また、工作を行うことについては好評が得られた。「実験と工作ができて、最後まで楽しめた」という意見もある一方で、「内容を理解するのが難しい」という意見もあつた。

各回異なる実験を行ったが、どれも「光の直進」「反射」「像」などに帰結するようにした。図を用いて説明してみたが、筆者自身も参考文献をもとに指導計画を立てたはずなのに、説得力に欠ける説明しかできていないことがわかつた。このことは、参考文献に記載されていた情報が筆者自身の中で十分に理解できておらず、それを適切なことばで表現しきれていないためであると思われる。鏡に関する科学実験だけではないが、教育普及活動は、物事や原理についての鵜呑みや孫引きにとどまることなく知識を習得していなければ、小学校低学年にも分かるような講座（＝解説）を行うまでには至らないことを、改めて実感した。そのため今回の講座では、「光の直進」「反射」「像」について、指導案を念入りに作り込んだとしても、小学校1、2年生にとっては難解であつたようである。今後、また教育普及事業のテーマに取り上げるとすれば、実験や用語を多岐に注目するのではなく、テーマを絞るか、または年齢層に合わせて内容を簡略化するなどの工夫が不可欠と判断される。

引用文献

文部科学省（編），2008. 小学校学習指導要領解説 理科編. 105 pp., 文部科学省, 東京.