

凸レンズの働きについての実験に関する一考察

—中学校理科の第1学年「光と音」において—

米村 崇^{*1}・佐伯 英人

A Study on Experiment on the Function of Convex Lenses:
A Case Study of “Light and sound” in the 1st Grade Lower Secondary School Science

YONEMURA Takashi^{*1}, SAIKI Hideto

(Received September 30, 2025)

キーワード：凸レンズ、実験、中学校、理科、光と音

はじめに

『中学校学習指導要領（平成29年告示）』では、「第2章 各教科」「第4節 理科」「第2 各分野の目標及び内容」「第1分野」「2 内容」「(1) 身近な物理現象」のアの(ア)の「㊦ 凸レンズの働き」において「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て理解すること。」(p.79)と示されている（文部科学省，2018）。また、「第1分野」「3 内容の取扱い」の(3)のイにおいて「アの(ア)の㊦については、物体の位置に対する像の位置や像の大きさの定性的な関係を調べること。その際、実像と虚像を扱うこと。」(p.85)と示されている（文部科学省，2018）。

アの(ア)の「㊦ 凸レンズの働き」では、前述したとおり、実像と虚像を扱う。「3. 授業実践」で後述する公開授業Ⅰでは実像について実験を行って調べた。そのため、虚像については以下、記述を省略する。なお、虚像については、公開授業Ⅰの次の授業で実験を行って調べた。以下、実像に関する内容である。

『中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編 平成29年7月（令和3年8月 一部改訂）』（本稿では以下、『中学校学習指導要領 解説』と称する）では、「㊦ 凸レンズの働きについて」で「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、像の向きとの関係を見いだして理解させる。」(p.31)と示されている（文部科学省，2021）。また、「なお、光源と凸レンズを用いて実像を観察する実験では、目を保護するために、スクリーン等に像を映して観察するなどの工夫をし、凸レンズを通して光源を直接目で見ることのないよう配慮する必要がある。」(p.31)と示されている（文部科学省，2021）。

2021年度版の啓林館の『未来へひろがるサイエンス1』（本稿では以下、『教科書』と称する）では、「エネルギー 光・音・力による現象」の「1章 光による現象」で「3. レンズのはたらき」(p.220-p.227)が示されている（大矢・鎌田ほか，2023）。この「3. レンズのはたらき」では「実験3 凸レンズによってできる像」(p.223)が示されている（大矢・鎌田ほか，2023）。「目的」では「凸レンズによって、どの位置に、どのような大きさや向きの像ができるかを調べる。」(p.223)と示されている（大矢・鎌田ほか，2023）。「準備物」の「器具」では「光学台、凸レンズ（焦点距離がわかっているもの）、半透明のスクリーン、光源つきの物体または電球と物体（向きがわかるもの）」(p.223)と示されており、また、「準備物」の「その他」では「ものさし、印をつけるためのシール」と示されている（大矢・鎌田ほか，2023）。

啓林館（2021）の『指導書 第2部 詳説（本冊）未来へひろがるサイエンス1』（本稿では以下、『教師用指導書』と称する）では「物体と凸レンズの距離をいろいろと変えて実験させ、物体の位置によって、実像のできる位置や大きさ、向きが変わることに気づかせる。」(p.375)と示されている。

*1 山口大学教育学部附属光義務教育学校後期課程

1. 研究の目的

前述したように、『教科書』の「3. レンズのはたらき」では「実験3 凸レンズによってできる像」(p. 223)が示されており、「凸レンズによって、どの位置に、どのような大きさや向きの像ができるかを調べる。」(p. 223)と示されている(大矢・鎌田ほか, 2023)。「実験3」では、光学台の上に、物体(光源)、凸レンズ、スクリーンを置いて実験をすることが示されている。

本研究では、光学台といった実験装置を使わず、より簡便に実験ができるように工夫改善を図った。

本研究の目的は、工夫改善した教具を使って授業を実践し、授業を受けた生徒の意識をもとに知見を得ることである。

2. 教具の工夫改善と予備実験

本研究では、タブレットPC、凸レンズ、スクリーン、鉄製スタンドのクリップ、巻尺を使って、より簡便に実験ができるように工夫改善した。鉄製スタンドのクリップは、タブレットPC、凸レンズ、スクリーンを立たせるために用いている。実験に用いた器具を並べたようすを図1、図2、図3に示す。

なお、図1は、表1のBであり、「ア 物体が焦点距離の2倍よりも遠い位置」である。図2は、表1のCであり、「イ 物体が焦点距離の2倍の位置」である。図3は、表1のDであり、「ア 物体が焦点距離の2倍よりも近い位置」である。凸レンズの焦点距離(f)は18.0 cmであり、タブレットPCの画面に映した物体(矢印)の縦の長さは11.5 cmである。

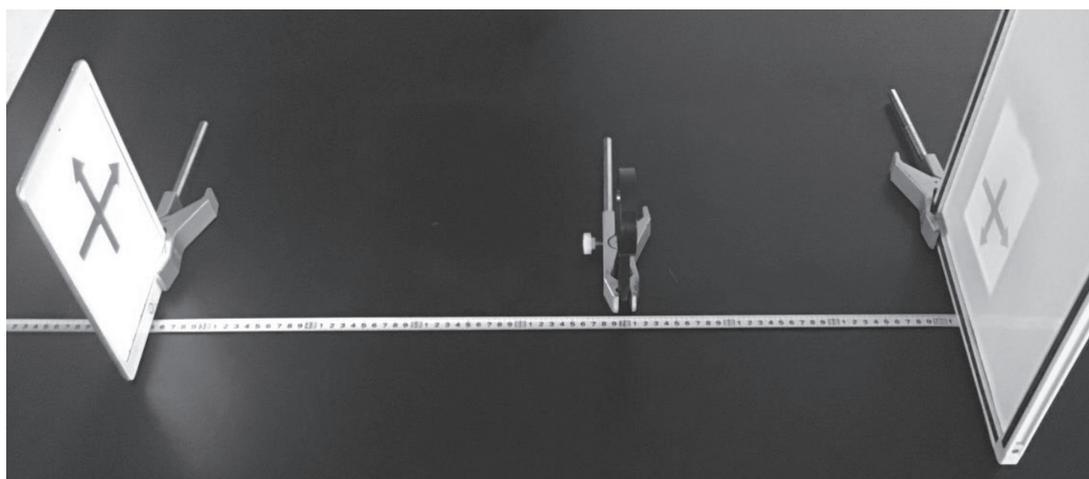


図1 予備実験のようす

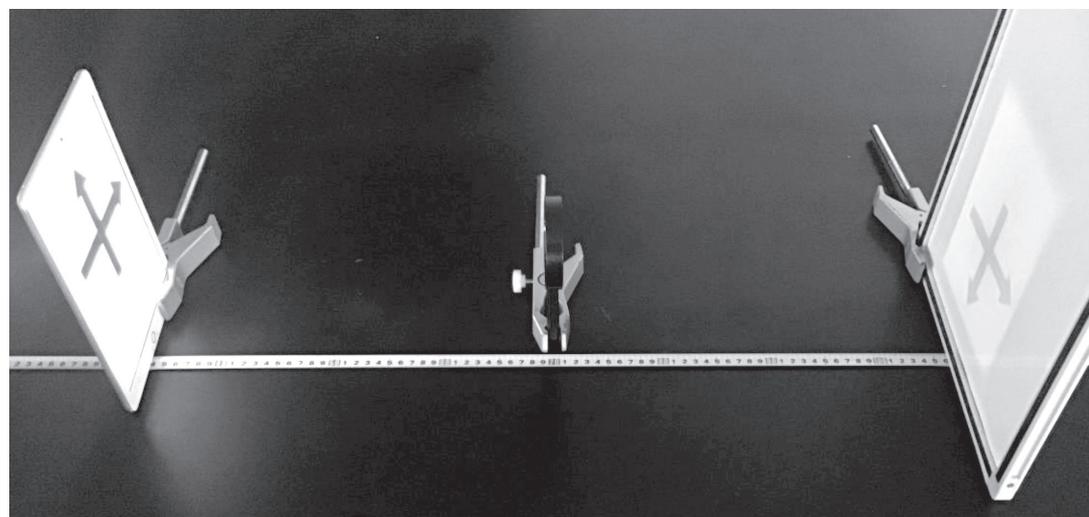


図2 予備実験のようす

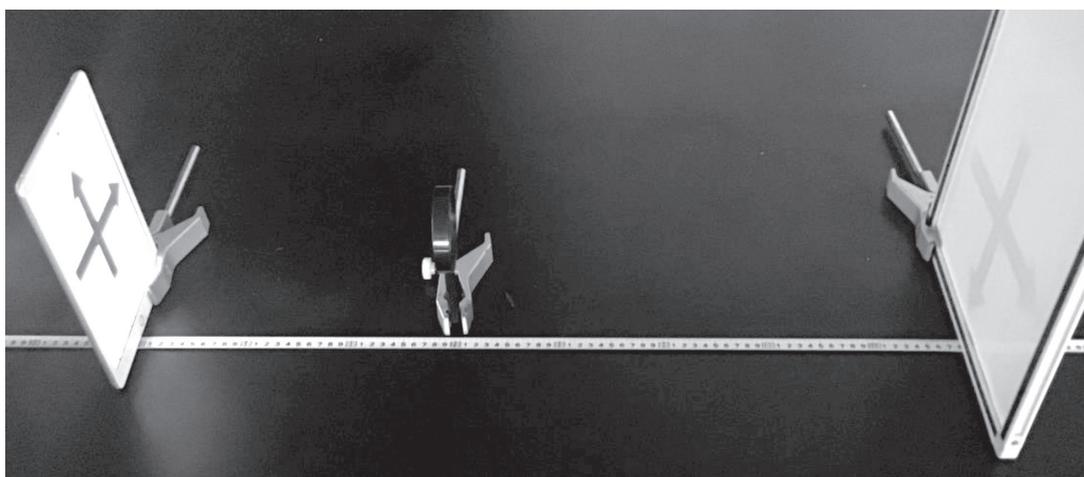


図3 予備実験のようす

『教科書』のp. 224では、実験器具の位置関係として、次の「ア」～「オ」の5つが示されている。その位置関係は「ア 物体が焦点距離の2倍よりも遠い位置」、「イ 物体が焦点距離の2倍の位置」、「ウ 物体が焦点距離の2倍の位置と焦点の間」、「エ 物体が焦点の位置」、「オ 物体が焦点よりも凸レンズに近い位置」である。

『教科書』のp. 225では「凸レンズによってできる像」が表で示されている。「物体の位置」として「物体が焦点の外側」、「焦点上」、「内側」が示されている。「物体が焦点の外側」には「ア 物体が焦点距離の2倍よりも遠い位置」、「イ 物体が焦点距離の2倍の位置」、「ウ 物体が焦点距離の2倍の位置と焦点の間」が示されており、「凸レンズによってできる像」については「物体と上下・左右が逆向き」の「実像」とされている。「焦点上」には「エ 物体が焦点の位置」が示されており、「凸レンズによってできる像」については「像はできない」とされている。「内側」には「オ 物体が焦点よりも凸レンズに近い位置」が示されており、「凸レンズによってできる像」については「物体と同じ向き」の「虚像」とされている。

上記に示した『教科書』のp. 224とp. 225の分類に従い、予備実験の結果を表1に示す。

表1 予備実験の結果

記号	物体（矢印）の縦の長さ	光源～凸レンズ		凸レンズ～スクリーンの距離	実像（矢印）	
		距離	分類		縦の長さ	向き
A	11.5	65.0	ア	25.0	4.5	上下・左右が逆向き
B	11.5	45.0	ア	31.5	8.4	上下・左右が逆向き
C	11.5	36.0	イ	36.0	11.5	上下・左右が逆向き
D	11.5	30.0	ウ	48.0	19.0	上下・左右が逆向き
F	11.5	22.0	ウ	60.0	26.5	上下・左右が逆向き

ア：物体が焦点距離の2倍よりも遠い位置

イ：物体が焦点距離の2倍の位置

ウ：物体が焦点距離の2倍の位置と焦点の間

凸レンズの焦点距離（ f ）：18.0 cm

数値：長さ（cm）

3. 授業実践

2023年11月24日に開催した山口大学教育学部附属光学園の「令和5年度 小中一貫教育研究発表大会」の公開授業Iを1年1組（生徒数：27名）で実施した。

実験の目的は「凸レンズによって、どの位置に、どのような大きさや向きの像ができるかを調べる。」であった。前述したように、この授業では、実像について実験を行って調べた（虚像については、次の授業で実験を行って調べた）。

授業を受けた生徒は26名であった。6つの学習班（4名～5名）をつくり、前述した実験器具を用いて実験を行わせ、得られた結果をもとに学級全体で話し合わせた。

生徒が導出した結論は、次のア～ウの3つであった。

- ア 光源と凸レンズの距離を『焦点距離の2倍』より遠くにすると、凸レンズとスクリーンの距離が『焦点距離の2倍』より近くの位置に像ができる。その像の大きさは小さくなり、像の向きは上下・左右が逆向きになる。
- イ 光源と凸レンズの距離を『焦点距離の2倍』にすると、凸レンズとスクリーンの距離が『焦点距離の2倍』の位置に像ができる。その像の大きさは同じであり、像の向きは上下・左右が逆向きになる。
- ウ 光源と凸レンズの距離を『焦点距離の2倍』より近くにすると、凸レンズとスクリーンの距離が『焦点距離の2倍』より遠くの位置に像ができる。その像の大きさは大きくなり、像の向きは上下・左右が逆向きになる。

4. 調査の方法と分析の方法

授業を受けた生徒の意識を調べる方法として質問紙法（選択技法による調査、記述法による調査）を用いた。質問紙では「問い」を設定し、選択技法による調査と記述法による調査を実施した。

「問い」では「実験をして、あなたが感じたことを教えてください。当てはまるものを1つ選んで番号に○を付けてください。また、そのように回答した理由（わけ）を□の中に書いてください。」という指示を行い、質問項目①「おもしろかった」、質問項目②「よく分かった」、質問項目③「興味をもった」を設定した。選択技法による調査では、5件法（5：とても当てはまる、4：だいたい当てはまる、3：どちらともいえない、2：あまり当てはまらない、1：まったく当てはまらない）で回答を求めた。また、記述法による調査では、記述欄（□）を設定して回答を求めた。調査は、授業の終了後に生徒に質問紙を配付して実施した。

選択技法による調査の回答については、5件法の「5：とても当てはまる」～「1：まったく当てはまらない」を5点～1点とし、平均値と標準偏差を算出し、天井効果と床効果の有無を確認した。

記述法による調査の回答については、記述を読み、その理由が書かれているものを抽出した。さらに、類似の内容が複数抽出された記述（2名以上の記述に同じ内容が書かれているもの）をもとに、生徒の意識の要因（意識の背景）を見出した。なお、1人の記述に異なる内容がみられた場合、それぞれ個別の記述として扱った。

この時、選択技法による調査をもとに「5：とても当てはまる」と「4：だいたい当てはまる」を「ポジティブな意識」とし、「3：どちらともいえない」は「ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識」とし、「2：あまり当てはまらない」と「1：まったく当てはまらない」を「ネガティブな意識」とした。

5. 結果と考察

5-1 選択技法による調査

有効回答者数は26名であった。前述した分析を行った結果を表2に示す。表2をみると、すべての質問項目（質問項目①「おもしろかった」、質問項目②「よく分かった」、質問項目③「興味をもった」）において天井効果がみられる。このことは、生徒の意識（「おもしろかった」、「よく分かった」、「興味をもった」）が良好であったことを示している。

表2 選択技法による調査を分析した結果

記号	質問項目	平均値（標準偏差）	天井効果	床効果
①	おもしろかった	4.46 (0.76)	●	-
②	よく分かった	4.42 (0.64)	●	-
③	興味をもった	4.35 (0.89)	●	-

n=26 max = 5, min = 1 ● : あり, - : なし

5-2 記述法による調査

類似の内容が複数抽出された記述（2名以上の記述に同じ内容が書かれているもの）を以下に示す。以下の記述をした生徒は、選択技法による調査で「5：とても当てはまる」、もしくは、「4：だいたい当てはまる」を選択していた。そのため、下記に示す要因は、すべて「ポジティブな意識」の要因といえる。

質問項目①「おもしろかった」について以下に示す。

「光源と凸レンズの距離によって、像ができたり、ぼやけたりしたから」、「光源と凸レンズの距離でピントがあつたり、あわなかつたりするのがおもしろかった」といった記述がみられた。このことから、要因として「光源から凸レンズまでの距離によって、像ができたり、できなかつたりしたこと」を見取ることができる。

「iPadと凸レンズの距離を変えることで像の大きさが変わるのおもしろかった」、「光源と凸レンズを近づけると像が大きい像ができて、遠くすると小さい像ができることがおもしろかった」といった記述がみられた。このことから、要因として「光源から凸レンズまでの距離によって、できる像の大きさが変わることを」見取ることができる。

「みんなで実験をしたからおもしろかった」、「班全員で調べることができたから」といった記述がみられた。このことから、要因として「友だちと協力して実験をしたこと」を見取ることができる。

質問項目②「よく分かった」について以下に示す。

「像の見え方に光源と凸レンズの距離が関係していることが分かったから」、「タブレット、凸レンズ、スクリーンの位置と像のでき方の関係が分かったから」といった記述がみられた。このことから、要因として「凸レンズによる像のでき方の規則性を理解したこと」を見取ることができる。

「実験をして像のでき方が分かったから」、「実際に実験をして分かったから」といった記述がみられた。このことから、要因として「実験を通して規則性を理解したこと」を見取ることができる。

質問項目③「興味をもった」について以下に示す。

「光源と凸レンズの距離の違いで像の大きさが変わることに興味をもった」、「タブレットと凸レンズの距離を変えると、スクリーンに写る像の大きさが変わったから」といった記述がみられた。このことから、要因として「光源から凸レンズまでの距離によって、できる像の大きさが変わることを」見取ることができる。

「光について意識していなかったけれど、この実験をして興味をもてた」、「ふだん光のことをそんなに考えていないから」といった記述がみられた。このことから、要因として「日常生活であまり意識していない光について（光を教材として）学んだこと」を見取ることができる。

6. まとめ

本研究では、工夫改善した教具を使って授業を実践し、授業を受けた生徒の意識をもとに知見を得た。その結果、明らかになったことを以下に示す。

生徒の意識（「おもしろかった」、「よく分かった」、「興味をもった」）が良好であった。

「おもしろかった」という生徒の意識の要因として「光源から凸レンズまでの距離によって、像ができたり、できなかつたりしたこと」、「光源から凸レンズまでの距離によって、できる像の大きさが変わることを」、「友だちと協力して実験をしたこと」の3つを見取ることができた。

「よく分かった」という生徒の意識の要因として「凸レンズによる像のでき方の規則性を理解したこと」、「実験を通して規則性を理解したこと」の2つを見取ることができた。

「興味をもった」という生徒の意識の要因として「光源から凸レンズまでの距離によって、できる像の大きさが変わることを」、「日常生活であまり意識していない光について（光を教材として）学んだこと」の2つを見取ることができた。

おわりに

公開授業Ⅰでは、実像について工夫改善した実験器具を用いて調べ、生徒の意識について知見を得た。前述したように、公開授業Ⅰでは、虚像について調べていない。虚像については調べたのは次の授業であった。

『中学校学習指導要領 解説』では「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。」(p. 31)と示されている(文部科学省, 2021)。

『教師用指導書』では「スクリーン上に実像ができないとき、凸レンズを通して物体を見ると、大きな虚像が見えることにも気づかせる。」(p. 375)と示されている(啓林館, 2021)。

今後、本稿で提示した実験器具を使って、虚像について調べる授業を行い、生徒の意識について知見を得

ていきたい。

付記

本研究において、米村は、予備実験と授業実践を行った。佐伯は、指導助言を行った。また、調査・分析・解釈を行い、論文を執筆した。

文献

大矢禎一・鎌田正裕ほか（2023）：『未来へひろがるサイエンス1』，啓林館。

啓林館（2021）：『指導書 第2部 詳説（本冊）未来へひろがるサイエンス1』，啓林館。

文部科学省（2018a）：『小学校学習指導要領（平成29年告示）』，東洋館出版社。

文部科学省（2018）：『中学校学習指導要領（平成29年告示）』，東山書房。

文部科学省（2021）：『中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編 平成29年7月（令和3年8月一部改訂）』，https://www.mext.go.jp/content/20210830-mxt_kyoiku01-100002608_05.pdf（accessed 2025.9.30）。