

理科科における教科の本質に迫る授業づくり

理科科 坂井 浩紀

1 単元名

光の性質（1年）

『凸レンズと像』（学校図書 中学校科学1）

2 目標

- 異なる条件で凸レンズを通過した光によってできる像の様子を調べる活動を通して、光の性質と凸レンズの性質を関連付けて、像ができる仕組みを説明することができる。

3 評価規準

知識及び技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
<ul style="list-style-type: none">○ 凸レンズを通過した光の進み方を理解し、代表的な3本の光線の道筋を図示することができる。○ 凸レンズと光源の位置関係によって、できる像の位置や大きさ、向きが変わることを見いだすことができる。	<ul style="list-style-type: none">○ 条件の変化とその実験結果から、光の性質や凸レンズの性質を根拠に、凸レンズを通過した光によって像ができる仕組みを説明することができる。	<ul style="list-style-type: none">○ 既習内容や検証実験の結果を根拠に、凸レンズを通過した光によって像ができる仕組みについて仲間と吟味し合い、科学的に探究しようとする。

4 本単元について

単元「光の性質」の最後の小単元として凸レンズによって像ができる仕組みを学習する。凸レンズの歴史は古く、紀元前の古代エジプトに絵文字としての記録が残っている。14世紀頃には、ガラス製の眼鏡が流通するようになり、17世紀には凸レンズを2枚つけた望遠鏡が発明された。このように、凸レンズは古くから人々に利用されてきた道具のため、日常生活と関連付けやすく生徒の興味・関心を高めやすい教材である。

単元「光の性質」では、「ものが見える仕組み」、「光の反射・屈折」、「凸レンズと像」について学習する。「凸レンズと像」では、「凸レンズがもつ性質」と「物体から出た光によって像ができる仕組み」について学習し、単元を通して見いだしたこれらの概念を基に、凸レンズによって像ができる仕組みを探究する。

一般的には、凸レンズと光源の距離によってできる像の位置や大きさが変化し、また、実像か虚像のどちらになるかを見いだす学習活動が行われるため、生徒にとっては条件と結果を暗記するだけになっていることが多く、「光の性質」や「凸レンズの性質」と「像ができる仕組み」を関連付けた学習になっていないことが課題である。

また、光は生徒にとって身近なものであることから、光に関する多くの素朴概念をもっている。たとえば、小学校3年時に虫眼鏡を使って太陽光を集光した体験から、蛍光灯など球形でない光源の光でも1点に集光すると考える生徒が少なくない。そこで、学習指導要領では、凸レンズによって像ができる仕組みを理解する際に、補助的に、光線の作図を用いるこ

とが示されている。光によって生じる現象は、目に見える現象ではあるが、光の性質そのものを理解することに難しさがある。これまでの光の性質における実践でも、光による現象を説明したり、その仕組みを理解したりするには、光の道筋を可視化することが有効であると感じる。

そこで、本単元では、「凸レンズによって像ができる仕組み」を追究する。具体的には、光源と1枚の凸レンズの距離とそのときにできる像の位置や大きさ、実像か虚像かの関係を見いだした生徒に、「異なる厚さの2枚の凸レンズ（厚いレンズと薄いレンズ）をつかうと、どのような像ができるか」を予想させる。その際に、異なる厚さの2枚の凸レンズを密着させた場合と離れた場合における、像のでき方の違いを、追究する学習活動を設定する。生徒は、自身の生活体験や単元で見いだした知識や概念を基に、異なる厚さの2枚の凸レンズによって光の進み方がどう変化し、その結果どのような像ができるのかを予想する。その際に多くの生徒が光の道筋を作図するだろう。そして、複数の作図による仮説や予想が出ることになるだろう。自身と異なる予想や仮説に出会った生徒は、それぞれの作図の意味や考えの違いに着目し、批判的な思考を働かせながら「ものが見える仕組み」、「光の反射・屈折」、「凸レンズと像」で学んだ知識や概念を相互に関連付け、科学的な根拠を基に現象を説明しようとして、資質・能力を一体的に活用・発揮するのである。

5 本単元における具体的な手だて

<手だてア>

単元を通して、凸レンズによって像ができる様々な現象を系統的に提示する。

光の進み方と凸レンズの性質を関連付けて、凸レンズによってできる像の仕組みを解明しようとする目的意識を醸成するために行う。

単元の導入時、凸レンズで蛍光灯の光を集めるとどうなるかを予想する活動を設定する。生徒は、「凸レンズを通過した光は、1点に集まる」という性質を、「凸レンズを通過した光は、丸く集まる」と誤って認識してしまいがちである。そこで、まず、「蛍光灯の光を凸レンズで集めるとどのような形になるか」を問う。多くの生徒が「小さな点になる」と予想するが、実際は「蛍光灯の形が映る」のである。これまでの凸レンズに関する認識と大きなずれが生じることで、凸レンズの性質や凸レンズが像を映す仕組みを探究しようとする目的意識が醸成される。

次に、光源と凸レンズの距離を変えたとき、像ができる位置と像の大きさの規則性を見いだす活動を行う。ここでは、光源と凸レンズの距離、凸レンズの焦点距離によって、像ができる位置や大きさを、実験を通して見いだしていく。その際、光源から出る光の進み方を基に、作図によってその規則性を説明させる。これにより、生徒は目に見えない光の進み方を可視化する方法を身に付け、目の前の現象を科学的にとらえることができるようになるのである。

また、単元を通して、厚いレンズと薄いレンズを通過する光の進み方や像のでき方を対比させていく。2枚の凸レンズによってできる像には、厚い凸レンズと薄い凸レンズの性質が大きく関係している。そこで、生徒は、厚い凸レンズと薄い凸レンズによって起こる

現象について、それぞれのレンズを光の進み方を観点に対比しながら見いだしていく。例えば、生徒が厚い凸レンズと薄い凸レンズをつかって、光を集める仕組みを調べる場面では、光の進み方を観点に、共通点として光軸に平行に進む光は焦点を通ることや、凸レンズの中心を通る光は屈折しないなど、凸レンズを通過する光の規則性を見いだすことができる。また、厚い凸レンズと薄い凸レンズをつかって、物体が大きく見えたり逆さまに見えたりする条件を調べ、その結果について作図を用いて解釈する場面では、光の進み方を観点に、共通点として焦点距離の前後によって実像や虚像ができることを見いだすことができる。その際、明らかにした厚い凸レンズと薄い凸レンズによって起こる現象の違いを記述する。そうすることで生徒は、2枚の凸レンズを組み合わせたときにできる像について説明するうえで、見通しがもてるようになるのである。

単元の終末で、光の性質と凸レンズの性質を見いだした生徒に、発展的な課題として「(厚さの異なる)凸レンズをもう1枚加えるとどんな像ができるのだろうか。」と問う。最初に、2枚の凸レンズを密着させたときの事象を提示する。生徒は、凸レンズが2枚になることで「2枚になると像ができなくなる」や「2枚重ねるとより大きく物体を見れるのではないか」といった素朴概念を表出することになり、以下のような課題をもつ。

＜本単元における課題＞

凸レンズによって像ができる仕組みは、どのようになっているのだろうか。

生徒はこれまで、1枚の凸レンズによって像ができる仕組みを代表的な3本の光の道筋によって説明してきた。しかし、凸レンズが2枚になることで、代表的な3本の光の道筋をどのようにして表せばよいのかを見いだすことができず、作図のしづらさを実感するだろう。生徒は、単元をとおして学習してきた「厚さの違いによる凸レンズを通過する光の進み方」や「像のできる仕組み」を根拠にしながら、異なる厚さの2枚の凸レンズが密着したときにできる像を見いだしていくだろう。そして、異なる厚さの2枚の凸レンズを密着させたときにできる像は「1枚のときと比べて、近くに小さな像ができる」ことを見いだすのである。

さらに、「異なる厚さの2枚の凸レンズの距離を離すとどのような像ができるのか」について問う。2枚の凸レンズの距離を離れたときに、1枚目を通過する光によって、実像ができることを理解しているものの、2枚目の凸レンズを通過する光を作図することができずに、どんな像ができるのかをうまく説明できないことが予想される。ここでも、単元の中で学習してきたことを根拠に、できる像を追究していくだろう。そして、異なる厚さの2枚の凸レンズをつかうことによって、「1枚のときに比べてより物体を拡大して見えること」や「1枚目の凸レンズによってできた像を2枚目の凸レンズで拡大して見える」ことを見いだすのである。そしてこの現象が、望遠鏡と同じ仕組みであることにも触れる。

そのような生徒に、「望遠鏡以外に2枚の凸レンズをつかって物体を拡大させて見るものはありますか」と投げかける。生徒は容易に顕微鏡を想像するだろう。生徒は、顕微鏡の仕組みについても理論的には、理解しているものの望遠鏡の仕組みと同じなのだろうかと不安が生じる。そして、これまでと同様に作図を通して説明し、検証実験を行うことで2枚の凸レンズをつかって物体を拡大する現象を帰納的に探究することで、望遠鏡と顕微

鏡の類似性と相違性を見だし、顕微鏡の仕組みを説明できるようになるのである。

<手だてイ>

異なる厚さの2枚の凸レンズを密着したときと、離したときにできる像を予想し、予想や仮説の異なる生徒同士で仮説の吟味や検討を行い、より確かな仮説を練り上げる活動を組織する。

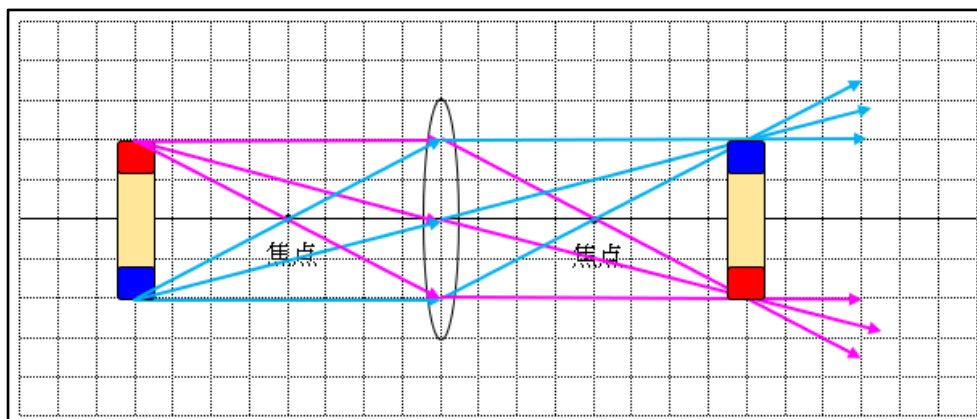
厚さの異なる凸レンズの性質とものが見える仕組みを関連付けて、作図によって像が映る仕組みを説明するために行う。

焦点距離の2倍の位置に光源を置くと、光源と反対側に光源と同じ大きさの倒立実像ができることを見いだした生徒に、新たな対象として、「もう1枚厚さの異なる凸レンズを重ねるとどのような像ができるか」と問う。生徒はこれまで、凸レンズによって像ができる仕組みを代表的な3本の光の道筋で説明してきた(図1)。しかし、厚さの異なる凸レンズがもう1枚加わることによって、代表的な3本の光の道筋が作図しづらいことに気付く。そのため、多くの生徒が、1枚目の凸レンズを通過した後の作図の仕方にもどかしさを感じる事が予想される。よって、生徒からは「像ができない」や「複数の実像ができる」など、様々な予想や仮説が挙がるであろう。そこで、凸レンズの厚さによって光の屈折の仕方が異なることや、薄い凸レンズと厚い凸レンズのそれぞれの中心を通る光に着目し、代表的な3本の光の道筋が2枚の凸レンズをいかにして通過するのかを思考し、凸レンズが1枚のときと比べて、小さな実像ができることを作図によって見いだしていく(図2)。

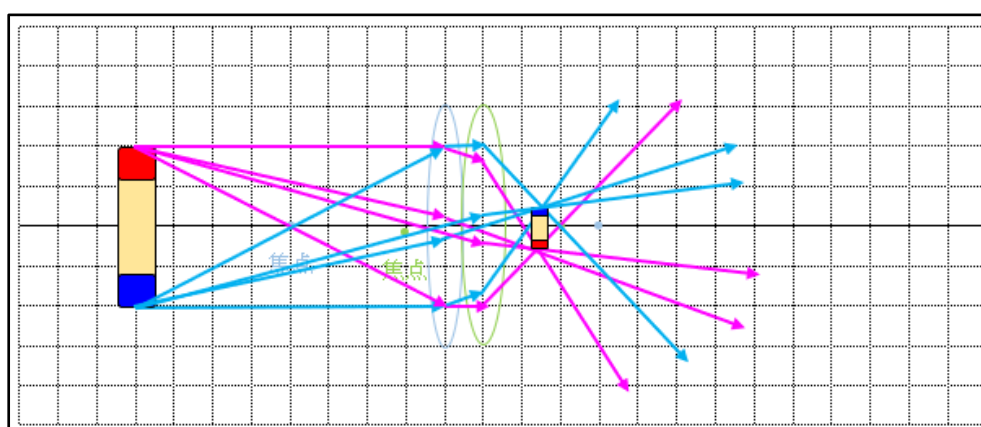
さらに追発問として、異なる厚さの2枚の凸レンズの距離を離すとどのような像ができるかを予想させる。ここでは、ほとんどの生徒が、1枚目の凸レンズによって倒立実像ができた後の光の道筋を予想できないため、2枚目の凸レンズにどのような役割があるのかを容易に見いだすことができず、様々な予想や仮説が挙がる事が予想される。

そこで、異なる作図の仕方や像の形を予想した生徒や根拠や仮説に違いがある生徒同士で互いの仮説を吟味する活動を組織する。異なる仮説を吟味することで、より確かな考えはどれか、どのような根拠が有効なのかを検討していく。そして、2枚の凸レンズを密着させたときには、凸レンズが2枚になっても代表的な3本の光線をつかえることを見いだす。

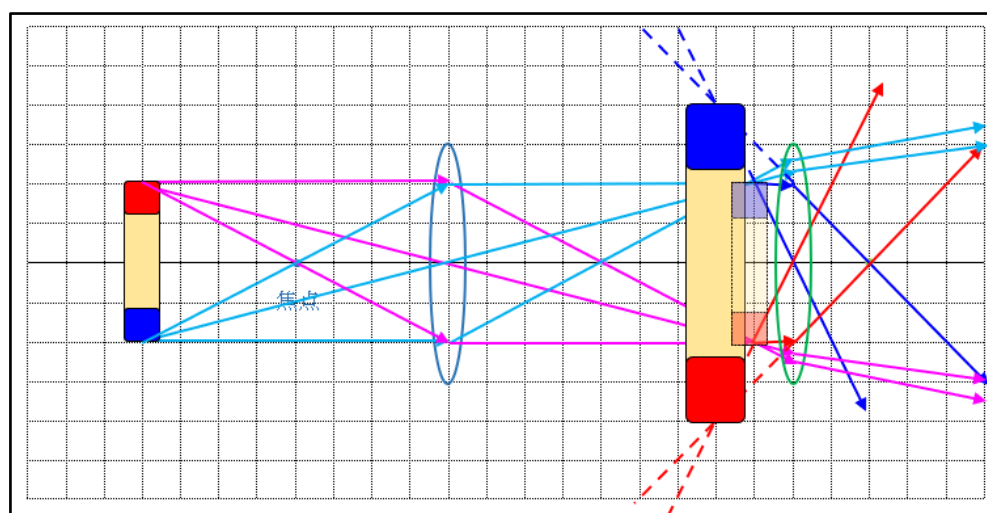
また、2枚の凸レンズの距離を離したときには、虚像として光線が交わることに着目することで、単元で学習した「物体が焦点より内側にあるとき、虚像ができること」をつかって、1枚目の凸レンズでできた倒立実像を、2枚目の凸レンズで拡大し、虚像ができることを見いだしていく(図3)。



【図1】



【図2】



【図3】

<手だてウ>

凸レンズの厚さの違いによる、屈折の仕方や焦点距離、像のでき方の違いを検証するための実験を考えたり、実際に行ったりして、自身の仮説の妥当性を証明する活動を組織する。

より確かな仮説を練り上げるとともに、科学における実証性・再現性・客観性のある実験の有用性を実感させるために行う。

これまで光源から出る光が凸レンズを通過して像ができると考えていた生徒が、光の道筋に注目して、これまでの学習内容を振り返ったり、凸レンズを通過して光線が交わる部分で像ができることを確かめるための検証方法を考えたりしながら、より深く対象と向き合っていく。そして、凸レンズの厚さの違いによる光の道筋と像のでき方の違いをもとにした検証実験の結果を比較したり、関係付けたりして、科学的に探求し、それまでもっていた素朴概念や誤概念を「光の道筋と像のでき方」に着目した科学的概念へと変容させていく。生徒は、凸レンズによってできる像を追究していく過程で、生徒の身のまわりにある事象の仕組みを明らかにすることで、科学を学ぶ楽しさや有用性を実感しながら、凸レンズが私たちの生活を豊かにしていることを見いだしていくのである。