

見いだした複数の知識や概念を関連付けることを通して、
自然の事物・現象を科学的な根拠を基に探究する授業

齋藤 大紀

1 単元名 光の反射 ～反射と像の見え方～ (1年)

2 目標

- 光の道筋を作図して視覚化する活動を通して、鏡の大きさや距離、高さ、角度などによって映る像の見え方が変化する理由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">○ 光の進み方について、光の直進や反射の法則などの規則性を見いだすことができる。○ レーザーポインターや光源装置を正しく操作し、目的に沿った実験を行うことができる。	<ul style="list-style-type: none">○ 像の見え方(位置, 大きさ, 向き)を光の道筋を作図して表現することができる。○ 鏡の大きさや距離, 高さ, 角度などによって映る像の見え方が変化する理由を説明することができる。	<ul style="list-style-type: none">○ 既習内容を振り返ったり, 検証のための実験を行ったりして, 光の進み方とできる像の関係性を探究しようとする。○ 自分とは異なる仮説と自身の仮説を比較して吟味したり, 共通点や相違点を検討したりして, より確かな考えを練り上げようとする。

4 本単元を学習する意義

本単元の価値は、大きく次の2つである。1つ目は、科学的に探究していく過程の必要性に気付かせることである。日常生活で生じる目で見える様々な事象には、実に多くの不思議な事象が存在する。その不思議さを引き起こしている要因は、自身の素朴概念や誤概念である。そのことを知った生徒は、事象の仕組みを調べてみたいという目的意識をもったり、光の性質に関する知識及び技能や概念を根拠にして、科学的に探究していく必要性に気付いたりするのである。

2つ目は、科学的な探究の過程において、目で見えないものを視覚化して表現することの意義や価値を見だし、実感することにある。光によって生じる事象は目で見えるが、その原因となる光の道筋は、目で見えないことが多い。身近な物理現象「力の働き」で力を矢印で書き表して視覚化することの有用性を実感している生徒が、改めて本単元で視覚化して表現することの有用性を実感することは、エネルギー領域、粒子領域において重要な資質・能力の1つである。

よって本単元を、光の直進と反射の法則、光の作図の方法などの基本的な知識及び技能を習得させ、物体が見える仕組みや鏡に映る像の様子などの概念を見いださせたい。身近な現象で、かつ素朴概念と科学的な概念が対立するような現象を既習内容や観察・実験結果

を根拠に探究していくよう構成する。

これらにより、目的意識の醸成が図られるとともに、身に付けた知識及び技能が有機的に関連付いて生きてはたらく知識となっていくと考える。さらに、鏡に映る像の見え方を、光の直進や反射の法則を基に、光の道筋という視点でとらえて科学的に説明できるようになる。このように、本単元を学習する意義は、生徒自身もっている素朴概念や誤概念を自己認識し、根拠を基に科学的にとらえ直すなど、身の回りの事物・現象を科学的に探究するための資質・能力を育成し、科学の有用性を実感させることである。

5 本単元における手だて

<手だてア>

光の反射によって生じる素朴概念と科学概念にずれが生じる現象を、根拠を基に探究する単元構成にする。

それぞれの単元で学習した複数の概念を関連付けて身の回りの現象を科学的に説明するという資質・能力を発揮させるために行う。

生徒は、光の性質について学習し、目に見えない光の道筋を視覚化して表現することを学習している。また、反射の法則を基に、鏡に映る物体の見え方（位置、大きさ、向き）を理解している。また、生活体験を通して、鏡に映る自身の姿を見ていたり、鏡の大きさや角度などによって見える像の様子が変わることを経験していたりしている。

一方で、鏡に映る像の大きさは、鏡から遠ざかるほど小さくなるという経験から、鏡に全身を映すには、鏡から遠ざかればよいという素朴概念をもっている。

そこで、光の性質に関する複数の概念を関連付け、自然の事物・現象において科学の有用性を実感させるために、このような生徒に、全身が映らない姿見鏡を提示する。生徒は、鏡が小さいからかな、鏡に近すぎるのかななどと生活体験と結びつけたり、素朴概念を基に予想したりしながら、全身が映らない理由に考えを巡らせる。そこで、どうすれば全身を映すことができるかと問う。

この働き掛けによって、多くの生徒は、「姿見鏡の大きさを大きくする」や「姿見鏡から遠ざかる」と答える。確認実験により、大きな姿見鏡では全身を映すことができるが、姿見鏡からの距離大きくしても全身が映らないことを知る。

これにより、生徒は、鏡に映る像の規則性や像の見え方などの知識や概念を関連付け、光の道筋を作図して考察しようとする。そして、姿見鏡に映る像が姿見鏡の大きさや距離、高さ、角度などの条件によってどう変化するのかを解明したいという目的意識が醸成され、以下の課題をもつ。

<本単元における課題>

姿見鏡に全身が映るための条件は何だろうか。

<手だてイ>

自分の考えの根拠を視覚化できるワークシートを基に、検証実験の結果を視覚化する活動を組織する。

鏡に映る像の規則性や反射の法則などを根拠に、姿見鏡の大きさや距離、高さ、角度などによって映る像の見え方が変化する理由を説明するという資質・能力を発揮させるために行う。

身長よりも小さい姿見鏡では、姿見鏡から遠ざかっても全身が映らない事実から、生徒は全身を映す方法として、次の2つの方法を予想するだろう。

- ① 鏡の位置を高くする。
- ② 鏡を傾ける。

そこで、格子模様と姿見鏡を印刷した透明シートを用いる。これにより、ワークシート上で姿見鏡の高さや角度を任意に変更した状況を表示し、虚像や光の道筋を視覚化できる。そして、それぞれの方法を用いると、なぜ全身を映すことができるのかを、作図を基に説明することができる。



【本時で使用するワークシート】



【格子模様と姿見鏡を印刷した透明シート】

また、光の道筋から見えるであろう像の様子を予想することができたり、検証のための実験条件を具体的にしたりして、見通しをもって科学的に探究していくことができる。

<手だてウ>

異なる検証実験における結果を基に、事象を比較し、共通点や相違点を検討する活動を組織する。

自分とは異なる仮説と自身の仮説を比較して吟味したり、共通点や相違点を検討したりして、より確かな考えを練り上げるという資質・能力を発揮させるために行う。

課題解決に向けて立てた仮説（予想や検証のための実験方法など）に基づいて探究活動を行う際に、自分と異なる仮説を知った生徒は、なぜそのような仮説になっているのかという疑問を抱く。そして、根拠や理由は自分とどう違うのだろうか、どのような検証のための実験をしようとしているのだろうかを知りたがる。さらに、似たような実験を行っているのに、異なる結果が得られたり、異なる実験を行っているのに、似たような結果が得られたりしたときには、互いの仮説を比較して吟味したいという思いが強くなる。

具体的には、身長よりも小さい姿見鏡に全身を映すための方法として、「姿見鏡の位置を高くする」と「姿見鏡を後ろに傾ける」という異なる方法を選択し、それぞれ、「床から高

さを何cmに設置すれば全身が映るか」，「角度を何度傾ければ全身が映るか」を検討し，検証のための実験を行っていく。結果として，どちらの方法でも全身を映すことができるという事実から，生徒は，「なぜ，方法が異なるのに同じ結果になったのだろう」，「何か共通する要因があるはずだ」と考え，互いの探究過程を比較して，共通点や相違点を見いだそうとする。

その際に，実験方法の意図や像のでき方の作図による説明などを互いに検討し合うことで，共通する仕組み条件を見だし，光の反射の法則，鏡による虚像のでき方，鏡に映る物体の見え方などの知識や概念の再構成が促されていく。

<参考文献>

- 大崎 貢，久保田 善彦，中野 博幸，小池 克行，小松 祐貴 2015 科学教育学会
「Kinect を用いた AR による鏡像シミュレーション教材の活用ー虚像の理解を促す指導法の検討ー」
- 石坂 学 1995 新潟大学教育学部附属新潟中学校 研究紀要第 41 集 p40-43
「仮説的推論に基づく思考活動を通して課題を明確にして事物・現象の仕組みを追求していく授業」

6 本単元における構想 (全9時間 本時8/9)

※ 本研究では、本単元「光の反射」の前に、「光の屈折」を学習している。

目的意識	生徒の意識	学習活動・学習内容	教師の支援・指導	評価の観点 評価の方法
鏡に映る像は、どのようなしくみで映っているのだろうか	光の進み方にはどのような規則性があるのだろうか	① 鏡による光の反射の実験 ○ 鏡の光軸に対して、様々な角度から光線を当て、反射光の道筋を観察・記録する。 ○ 入射角と反射角が等しいことを見いだす。	○ ペアで実験ができるよう、実験装置を準備する。 ○ 実験結果を記録できるワークシートを提示する。	【知技】 WS
	鏡に映った像はどのように見えるのだろうか	② 鏡の前に置いた物体が見え方を調べる実験 ○ 鏡の前に鉛筆を立て、置く位置と像の位置の関係を観察・記録する。 ○ 左右非対称の物体を鏡の前に置き、左右の見え方を観察・記録する。	○ ペアで実験ができるよう、実験装置を準備する。 ○ 実験結果を記録できるワークシートを提示する。	【知技】 WS
	鏡に映った像はどうしてそのように見えるのだろうか	③ 鏡に映る像を作図する活動 ○ 像の左右が反転すること、鏡に対して前後が反転することを作図で説明する。	○ ペアで実験ができるよう、実験装置を準備する。 ○ 実験結果を記録できるワークシートを提示する。	【思判表】 WS
	なぜこの姿見鏡には全身が映らないのだろうか	④ 姿見鏡に全身を映して見る実験 ○ 一般的な姿見鏡を床に置いた状態では、全身が映らず見えないことを知る。 ・ 姿見鏡なのに、どうして全身が映って見えないのだろうか。	○ ウェブカメラを用いて観察させる。 (手だてア)	【主態】 WS
	姿見鏡からの距離を変えれば全身を映せるのだろうか	【本単元における課題】 姿見鏡に全身が映るための条件は何だろうか。 ・ 鏡を大きくする (長くする) ・ 鏡の位置を高くする ・ 鏡から遠ざかる ・ 鏡の角度を変える (倒すように傾ける)	○ 生活体験や身の周りの鏡を想起させる。 ○ 理由を明確にさせる。	【思判表】 WS
	どうすればこの姿見鏡に全身を映すことができるのだろうか	⑤ 鏡からの距離を大きくした場合を検証 ○ 一般的な姿見鏡を床に置いた状態では、姿見鏡からの距離を大きくしても全身が映らず見えないことを知る。 ○ 像と光の道筋を作図して、全身が見えない理由を説明する。	○ 班ごとに確認実験ができるよう鏡を準備する。 ○ 見えない仕組みを視覚化するためのワークシートを提示する。 (手だてイ)	【思判表】 WS
	私の仮説は正しいだろうか	⑥ 全身を映すことができる方法を予想する活動 ○ 生活体験を根拠に予想する。 ○ 光の道筋の作図を根拠に予想する。 ・ 鏡の位置を高くする ・ 鏡の角度を変える (倒すように傾ける)	○ 生活体験や身のまわりの鏡を想起させる。 ○ 理由を明確にさせる ○ 考えを視覚化できるワークシートを提示する。 (手だてイ)	【思判表】 WS
	なぜ全身が見えたのだろうか (見えなかったのだろうか)	⑦ 検証のための実験計画を立てる ○ 自身の予想を基に、具体的な数値による実験計画を立てる。	○ 数値で具体化させる。	【思判表】 WS
	姿見鏡に全身が映る条件とは何だろうか	⑧ 検証のための実験 ○ 互いの検証のための実験の計画を検討し合う。 ○ 計画に沿って、条件を変えながら検証のための実験を行う。	○ 同じ予想をした生徒同士でグループを編成する。 ○ 検証のための実験を行わせる。	【主態】 WS 【思判表】 WS
	もっと小さい鏡でも全身を映すことはできないだろうか	⑨ 見える (見えない) 理由を説明する活動 ○ 実験結果から、光の道筋を作図する。 ○ 実験結果を交流し、説明し合う。 ⑩ 2つの方法による検証結果から、共通点を見いだす活動 ○ 互いの検証のための実験結果を交流し、全身が映ったときの姿見鏡の条件を確認する。 ○ 共通する条件は何かを検討する。 ○ 全身が映るときの光の道筋の共通点を検討する。 ・ 物体の上端と目の位置の中間点から、物体の下端と目の位置の中間点に鏡があれば全身を映せるのではないかと。	○ 考えを視覚化できるワークシートを提示する。 (手だてイ) ○ 異なる検証のための実験を行った生徒同士で交流させる。 (手だてウ)	【思判表】 WS 【思判表】 WS
	⑪ 40cmの鏡で全身を映す方法を考える活動 ○ 40cmの鏡を提示し、この鏡でも全身を映すことができると伝える。 ○ 作図をもとに、鏡の位置と角度の両方を変えて、全身が映って見える条件を考える。 ○ 作図による仮説を基に、確認実験を行う。	○ 複数の仮説を基に、確認実験を行い、より多くの条件を見いださせる。	【思判表】 WS	

7 本時の詳細

(1) 前時までの学習を終えた生徒の実際

- 「物体が見えることと光の関係」について、以下のことを理解している。
 - ・ 光源から出た光が、直接目に入ると、光源が見えること
 - ・ 光源から出た光が、物体にあたって、はね返って目に入ると、その物体が見えること
- 「光の直進と反射」について、以下のことを理解している。
 - ・ 光源から出た光は、直進すること
 - ・ 物体にあたった光は、反射して進むこと
 - ・ 鏡にあたった光は、反射の法則に従って反射すること
 - ・ 反射の法則とは、入射角と反射角が等しいことであること
 - ・ 物体の表面には凹凸があるため、ありとあらゆる方向に光が反射し、これを乱反射ということ
- 「鏡に映る像」について、以下のことを理解している。
 - ・ 鏡に映る像は、左右が反転して見えること
 - ・ 鏡と物体の距離と像が見える位置は等しいこと
 - ・ 見る（目の）位置を変えると、像が見える位置が変わること
 - ・ 鏡の向きを変えると、像が見える位置が変わること
 - ・ 鏡に映る像の位置は、物体から出た光の反射光の延長線上にあること
- 「身長よりも小さい姿見鏡に全身を映す」活動を通して、以下のような過程を経ている。
 - ・ 120 cmの姿見鏡を床に置いて、1 m離れると全身が映らないことを確認
 - ・ 120 cmの姿見鏡に全身を映す方法を、以下のように予想

姿見鏡との距離を変える（姿見鏡から遠ざかる）	23人
姿見鏡の角度を変える（姿見鏡を後ろに傾ける）	29人
姿見鏡の高さを変える（姿見鏡を床から持ち上げる）	29人

(H30 1-1 38人 複数回答可)

- ・ 120 cmの姿見鏡を床に置いて、2 m、5 m、10 mと離れても、全身が映らないことを確認
- ・ 120 cmの姿見鏡に全身を映す方法として、「角度を変える」または「高さを変える」のうちどちらか一方を予想
- ・ 選択した方法で全身が映って見えると予想される理由を生活体験や光の道筋の作図などを基にワークシートにまとめる
- ・ 検証のための実験条件を定め、全身が映って見えるときの数値（高さ、または角度）と見えないときの数値の境界を想定する

(2) 本時のねらい

身長よりも小さい姿見鏡に全身を映す方法を予想し、検証のための実験の結果を基に考察する活動を通して、光の道筋を作図で視覚化して、鏡の高さや角度によって映る像の見え方が変化する理由を説明することができる。

(3) 評価基準

○ 評価の観点－思考・判断・表現

A	B
姿見鏡の高さおよび角度を変えて、全身を映す方法を見だし、それぞれの光の道筋を作図で視覚化して比較し、全身が映る仕組みを共通点や相違点を基に説明できる。	姿見鏡の高さもしくは角度を変えて、全身を映す方法を見だし、光の道筋を作図で視覚化して、全身が映る仕組みを説明できる。

(4) 本時の展開

学習活動・予想される生徒の反応	教師の支援・指導 ■ 評価の観点・方法
<p>① 予想した方法における検証のための実験を行う活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ グループで検討した条件で実験を行い、結果を記録する。 ○ 計画に沿って、条件を変えながら検証のための実験を行う。 ○ タブレットの記録映像を基に、鏡に映った像の様子をワークシートに作図する。 <p>② 光の道筋を作図して、全身が見えた（見えなかった）理由を説明する活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 実験結果から、光の道筋を作図する。 ○ 全身が映って見えるときの数値（高さ、または角度）と見えないときの数値の境界を確認し合う。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 高さは、床から〇〇cmまでは見えないけれど、〇〇cmより高くすると見えた。 （・ □□cm よりも高くすると足元が見えなくなった。） ・ 角度は、$\triangle\triangle^\circ$ までは見えないけれど、$\triangle\triangle^\circ$ よりも傾けると見えた。 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p><指示></p> <p>グループごとに、検討した条件で実験を行い、結果をタブレットで記録しなさい。</p> <p>その際、全身が見える条件と見えない条件の境界を明確にしなさい。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ○ ウェブカメラをタブレットにつないで、撮影できるようにする。 ○ 見えなくなる条件についても検証させる。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><指示></p> <p>実験結果を基に、なぜ見えたのか、また、なぜ見えなかったのかを光の道筋と像を作図して説明しなさい。</p> <p>その際、タブレットの記録を基に、実際に映った像の位置や大きさなども確認しなさい。</p> </div>

(・ $\diamond\diamond^\circ$ よりも傾けると足元が見えなくなった。)

③ 2つの検証実験の結果を基に、全身が映る仕組みを説明する活動

- 高さを変えたときと、角度を変えたときの検証実験の結果を交流する。
- 互いの実験結果を交流し、全身が映ったときの姿見鏡の条件を確認する。

- 考えを視覚化できるワークシートを提示する。(透明シート, 色ペン) **(手だてイ)**
- 高さを変えたグループと角度を変えたグループでメンバーを交流させる。 **(手だてウ)**

<指示>

「高さを変える」、「角度を変える」、それぞれの方法において、全身が映る仕組みを説明し合いなさい。

【予想される対話の具体】

- 高さを変えた2名+角度を変えた2名の4名1グループ

<高さを変えて全身を映したとき>

床から、30cm~70cmの高さに鏡を持ち上げたときに全身が映った。

床からの高さを30cmにしたときの作図で説明します。

足の位置は、鏡の下端から40cmの位置に見えました。頭が鏡の上端ギリギリのところに見えました。

作図で表すと、このようになります。

<角度を変えて全身を映したとき>

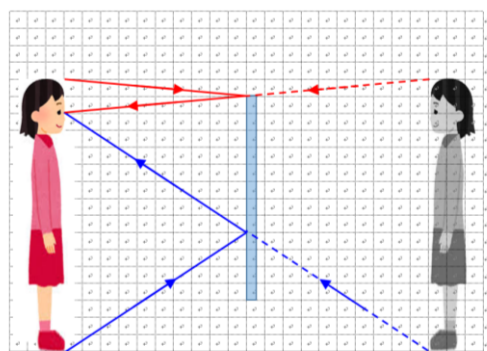
20° 角度を傾けたときに全身が見えました。

見えた像は、このように(タブレットのスクリーンショット映像を示しながら)だいぶ寝そべっているように傾いていました。これは、鏡に映る像が実物と鏡を軸とした対象の位置にできることと、鏡を傾けたことが理由だと考えます。

作図では、このようになると考えられます。

条件⑤

鏡の大きさ	鏡からの距離	床からの高さ	鏡の傾き
120cm	100cm	30cm	0°

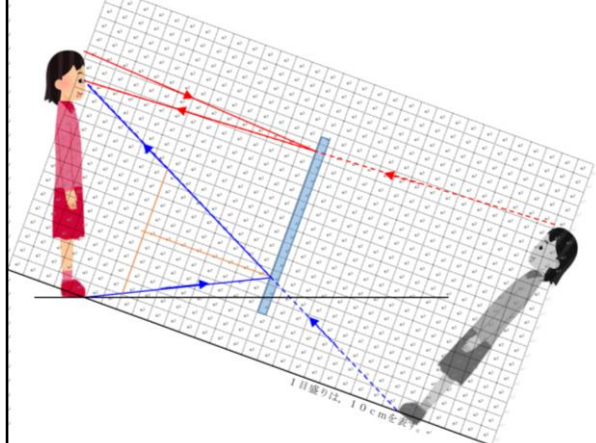


1目盛りは、10cmを表す。

全身が、映り、見える。

条件⑥

鏡の大きさ	鏡からの距離	床からの高さ	鏡の傾き
120cm	100cm	70cm	20°



1目盛りは、10cmを表す。

- 2つの検証実験を比較し、その共通する条件を検討する。

【再構成された姿の具体】

- ・ 高さを変えても、角度を変えても、全身が映って見えたのだから、どちらにも共通することが、姿見鏡に全身が映って見える仕組みにつながるはずだ。
- ・ 作図を比べると、角度は違っているけれど、どちらも同じような光の道筋が書かれているように見えるぞ。
- ・ そういえば、姿見鏡からの距離を大きくしたときは、全身が映って見えなかったな。そのときの作図とも比較してみると違いがわかるのではないだろうか。



- ・ 頭頂部から出た光と足元から出た光がどちらも反射して目に届く必要があるのか。
- ・ 高さを変える方法も、角度を変える方法でも、頭頂部からの光と足元からの光をどちらも同時に目に届かせるための方法なのだな。

姿見鏡に全身が映って見えるには、頭頂部から出た光と足元から出た光がどちらも反射して目に届く必要がある。

その条件を満たすように、姿見鏡の高さや角度を変えればよい。(物体と姿見鏡の距離の大小では、この条件を満たすことはできない)



- ・ 頭頂部からの光と足元からの光の両方の反射点の間の大きさがあればよいのだから、姿見鏡の大きさは、もっと小さくてもよいのでは？！
→ つまり、120cmもの大きさは必要ないぞ。

<発問>

全身が映った2つの方法に共通することは何ですか。

2つの方法で姿見鏡に全身が映る仕組みを基に説明しなさい。

- ワークシートにまとめさせる。(手だてイ)

- 評価の観点：思考・判断・表現
- 評価方法：ワークシート

