

I 主題設定の理由

「将来、49%の仕事がなくなる」人工知能やロボットが今ある仕事を請け負う時代がどんどん近づいてきている。ディープラーニング技術の活用により、AIが考えて行動する時代が既に到来してきている。GoogleCEOのラリー・ページ氏は、「現在日常的に行われている仕事のほとんどをロボットが受け持つようになるだろう。10人中9人は違う仕事をしているだろう」と述べている。人間はより「創造的な業務」「対人的な業務」に着手することになる。すなわち、より自分自身で考え、判断し、行動し、新しいものを生み出す力が必要とされてきている。

本校の1年生の生徒は、目の前の与えられた学習に真面目に取り組むことができる。しかし、自分の考えを自信をもって仲間に伝えられる生徒は少なく、「学びたい」という気概をもって学びに向かう生徒はほとんどいない。こうした現状は、人工知能やロボット技術の進歩によって、便利な世の中になっていく反面、特に何も考えなくても不自由なく生活ができてしまい、目の前にある科学のブラックボックス化が進んでしまっているからだと考えられる。

このような社会背景の中で生き抜くためにも、まずは目の前の事象や問題に対して、自分の考えをもち、自信をもって仲間に伝え合い、判断できるまで考えを深められるようになってほしいと願っている。また、科学のブラックボックス化を解消するためにも、目の前に起こっている事象が実は学んだことと深く関わっていることを認識し、学びの有用性を実感してほしいと強く願う。

ここまで述べた願いから、以下のように研究主題を設定し、研究することにした。

自分の考えをもち、仲間と意見を共有し

考えを深める中で、学んだことと身近な現象のつながりに気付く生徒の育成

II 目指す生徒像

研究主題に基づき、目指す生徒像を以下のように定めた。

- ・ **自分の考えをもち、仲間と意見共有する中で、考えを深める生徒**
- ・ **学んだことと身近な現象のつながりに気づき、学びの有用性を実感する生徒**

III 研究の仮説とそれに基づく具体的な手だて

<仮説1>

仲間や外部の方と協働的な学びの場を保障したり、教師の出場の工夫をしたり、教材教具の工夫をしたりすることで、生徒は自分の考えを整理したり、自分だけでは気付かなかったことに気付くことができ、考えを深めることができるだろう。

<仮説1に対する具体的な手だて>

手だて1-① 仲間や外部の方との協働的な学びの場の保障

班での実験や意見交流、全体交流はもちろんのこと、班という枠組みを取り払って自由に話し合えるフリーストークの場を設定することで、より多様な意見に触れることができ、考えを深めるだけでなく、広げることができる。また、外部の方との意見交流の場を設定することで、さらに視野を広げ、考えを深めることができると考えた。

手だて1-② 教師の出場の工夫

生徒の意見に対して、生徒が問題意識をもてるように教師の出場を工夫した切り返しをすることで、生徒の考えを広げ、深めることができると考えた。

手だて1-③ 個の思考を深める教材教具の工夫

個の考えを深めるためには、まず自分の考えをもって、自分自身が深めようとしなければならない。そこで以下に示す教材教具の工夫をすることで、一人一人が自分の考えをもち、問題解決に向かうことができ、さらには考えを深めることにつながると考えた。

(1) 一人1枚の作図シート

必ず一人1枚の作図シートを配付し、自分の考えを書き込めるようにする。これにより、自分の考えをもって仲間との意見共有ができる。さらに仲間との意見共有後も作図シートに自分の考えを記入することで自分の考えの変容を実感することができ、自分の考えの深まりを実感することで自信にもつながると考えた。

(2) タブレット端末の有効活用

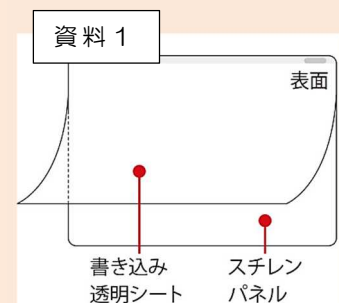
タブレット端末の Microsoft Teams のアプリを用いて、一度しか見られない事象などを事前に撮影しておき、何度も見られるようにする。何度も見ることで、1回では気付かなかったことにも気付くことができ、考えを深めることができると考えた。

(3) 意見の共有したことを検証するための教材教具の工夫

作図シートやまなボード（以下に示す）を用いて意見を共有しても、机上の空論でしかない。その仮説や予想を確かめるための検証実験を行うための教材教具を工夫することで、生徒の考えが具現化でき、考えを深めることができると考えた。

(4) 考えを整理し、意見を共有しやすくする「まなボード」の活用

他者の意見を明確に聴き取り、自分の考えを深めるためには、意見を共有するための教具を工夫する必要があると考えた。そこで、各班に「まなボード」(資料1)を用意し、意見を視覚化し、整理しやすくするとよいと考えた。



<仮説2>

単元の随所に学んだことを活用する場を設定したり、実生活とのつながりが意識される場の設定をしたりすることで、学んだことと身近な現象のつながりに気づき、学びの有用性を実感することができるだろう。

<仮説2に対する具体的な手だて>

手だて2-① 学んだことを活用する場の設定

身近な現象を前提として、単元の合間に学んだことを活用することで解決できる問題解決学習を仕組んだり、授業の終末の振り返りの場で学んだことを活用する問題に挑戦する場を仕組んだりすることで、身近な現象と学校の学びの結びつきに気づき、学ぶ意義を感じ取ることができると考えた。

手だて2-② 実生活とのつながりが意識される場の設定

単元の終末に、「光と日常生活とのつながり」というタイトルで自由に気になったことを調べる調べ学習の場を設けたり、外部から招聘したゲストティーチャーとつながり、調べ学習で疑問に感じたことを質問したり、日常生活と光のつながりについて講演していただいたりすることで、身近な現象と学校の学びの結びつきを実感することができ、学ぶ意義を感じ取ることができると考えた。

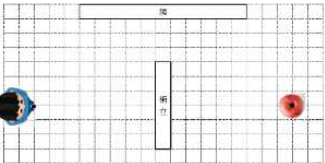
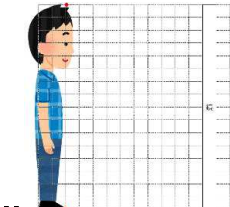
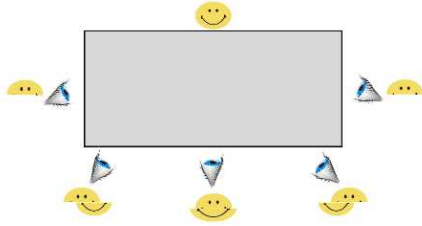
IV 研究の抽出生

本研究における手だての有効性を検証するために、抽出生徒Aを設定し、生徒Aとその班の変容を追うことにする。以下に生徒Aの実態と研究後の生徒Aに望む姿を記載する。

生徒 A の実態	生徒 A に望む姿
基礎学力はある程度定着しているが、正解を求める傾向が極めて強く、自分の意見に自信がないと自分の意見を発言することができない。	➡ ◎ 仲間と意見共有をする中で、自分の考えに自信をもち、さらにその考えを仲間の意見や目の前の事象から深められるようになってほしい。
「何のために学んでいるのか」というアンケートで「高校入学するため仕方なく学習している」と書き、学ぶ楽しさや学ぶ意義を実感することができていない。また、理科の学習が身近な現象とつながっていることを感じていない。	➡ ◎ 理科の学習が身近な現象と深くつながっていることを実感し、学ぶ意義や学ぶ楽しさを実感することができるようになってほしい。

V 授業実践と考察

1 単元構想

時	学習課題	教師の支援と手だて
1	○ものが見える仕組みはどのようなになっているのだろうか、また、光源から出た光はどのように進むのだろうか 	- 光がまっすぐ進み、鏡に当たると反射することを体感できるように、レーザーポインタとスモークマシン、鏡を用いて光の道筋を見えるようにして実験を行う。(手だて 1-③) - 光の進み方について理解を深め、次時の学びにつなげるために、授業の最後に左のような図を用いて目の前に衝立が立っていたときにどのようにするとリンゴを見ることが出来る考える場を設定する。(手だて 1-③、手だて 2-①)
2	○反射した光はどのように進むのだろうか 	反射の法則を理解しているか確かめるために、左の図を提示し、リンゴの光がどのようにして目に届くのかを作図し、実際に大きな鏡を用いて確かめる場を設定する。(手だて 1-③、手だて 2-①)
3	○身長 160cm の人の全身を映すには鏡の長さは最低何 cm 必要なのだろうか 	学習課題について考えを深められるように、一人一人に左の図のような作図シートを用意したり、班に 1 枚ずつ全身が映る鏡とまなボードを用意したりして、班で考える場を設定したり、フリースクールの場を設定したりする。(手だて 1-①、手だて 1-③、手だて 2-①)
4	○水に入れたストローが折れ曲がってしまうのはなぜか	
5	○見えないはずのカップの中のコインが水を注ぐと見えるのはなぜか 	学習課題について考えを深められるように、一人一人に作図シートを用意し、班で考える場を設定したり、フリースクールの場を設定したりする。(手だて 1-①、手だて 1-③、手だて 2-①)
6	○スマイリーの見え方が見る場所によって異なるのはなぜだろうか 	学習課題に対して考えを深められるように、それぞれの生徒の位置でどのように見えるかを動画化し、Teams に投稿しておき、班での議論の際にいつでも確認できるようにしておく。また、まなボードを班で 1 枚配付し、考えを共有できるようにする。(手だて 1-①、手だて 1-③、手だて 2-①)

7	○スマイリーが欠けて見えたのはなぜだろうか 	・欠けて見えた理由である「全反射」の現象が私たちの生活と密接に関わっていることを実感できるように、授業の最後をオープンエンドで終わるようにする。(手だて2-②)
8	○虫眼鏡はどうして拡大したり、逆さまに見えたりするのだろうか	・学習課題について考えを深められるように、一人一人に作図シートを用意し、班で考える場を設定したり、フリートークの場を設定したりする。(手だて1-①、手だて1-③、手だて2-①)
9 10	○凸レンズを通して物体を見るとなぜ逆さまに見えるときと拡大されるときがあるのだろうか	
11	○凸レンズの下半分を黒い画用紙で隠すと見える像はどうなるだろうか 	
12 13 14	○ここまで学んだことが日常生活にどのように生かされているのだろうか	・ここまでの学びの有用性を実感できるように、タブレット端末を用いて、ここまでの学びと日常生活とのつながりについて調べ、まとめる場を設ける。(手だて2-②) ・ここまでの学びが日常生活とつながっていることを実感できるように、ゲストティーチャーを招聘し、調べたことで生じた疑問に答えてもらったり、P Cのディスプレイが反射しにくくなる仕組みなどを話していただいたりする場を設定する。(手だて2-②)

2 授業の実践

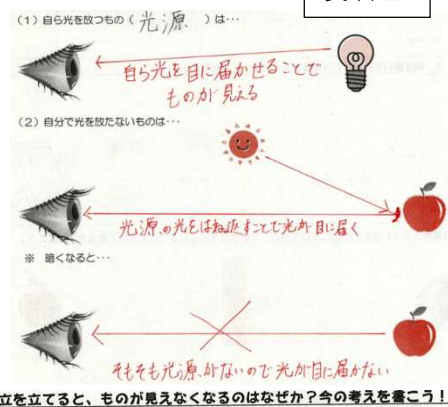
(1) 光の直進・反射について学ぶ生徒(1、2時)

単元のはじめは日常と絡めながら、光の直進と反射の性質について学ぶ場として設定した。ものが見える仕組みは、太陽の光を物体が反射し、その光が目には届くことで見えるということを確認した(資料2)。

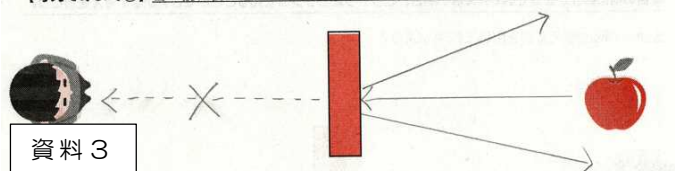
その後、「じゃあ、りんごと目の間に衝立を置くと、どうなりますか」と問いかけると、すべての生徒が「見えなくなります」と口々に言うので、「どうして見えなくなるのか、作図シートを使って説明してみてください」と伝えた。すると、生徒Aは資料3のように書いたが

自信がもてなかったのか挙手ができなかった。そこで、近くの生徒と意見を共有する時間を設けた上で、意図的に生徒Aを当てた。生徒Aは「りんごからの光が衝立で跳ね返ってしまい、目まで届かないからです」と作図をしながら自信がなさそうに説明した。そこで「光がこのように進めば、見えるのではないですか」と切り返ししながら、光を曲線で描いた。すると、S1が「光ってまっすぐ進むんじゃないんですか」と質問してくるので、「それを証明することはできますか」と問いかけると、「太陽の光が雲間から差し込むときにき

資料2



【考えてみよう②】目の前に衝立を立てると、ものが見えなくなるのはなぜか?今の考えを書こう!



れいにまっすぐ光が差し込んでいるからそう思いました」と言った。教師が切り返しを的確に行うことで生徒の考えが深まったと考えられる。

その後、さらにその言葉を確認するため、スモークマシンとレーザー光源を使って光の直進性を実感を伴った理解につなげた（資料4）。生徒は光がまっすぐ進むことに驚きつつもまっすぐ進むことを実感していた。最後に「衝立が立っていてどうしてもりんごが見えないとき、どうしたら見ることができるか」と

問いかけ、その考えを授業日記に書くように指示した。すると生徒Aは資料5のように書いた。この意見を取り上げて、次時（2時）

で紹介し、他の生徒に意見を求めると、「これはまず人から光が出ているから向きが逆だね」とS2が発言したので、生徒Aは「あ、しまった、そうだね」と素直に受け入れ修正をした。さらに、「鏡の角度がこれではできないんじゃないかな」とS3が発言したので、「この意見についてどう考えますか」と問いかけると、「じ

ゃあ実際に鏡の角度はどんな角度にすればいいのか」という疑問の声が上がった。そこで、学習課題を「反射した光はどのように進むのだろうか」と設定し、光源装置や鏡を使って実験を行うことにした（資料6）。

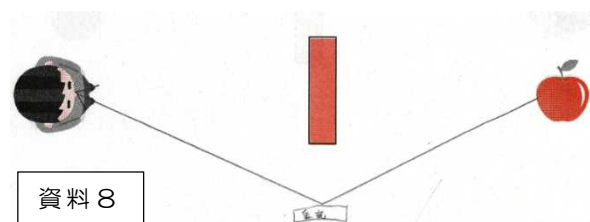
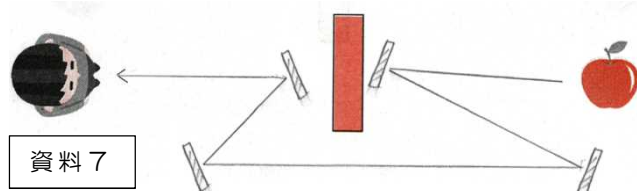
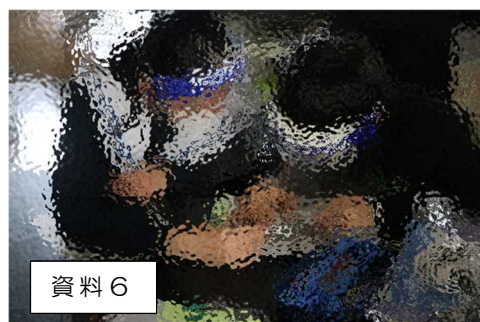
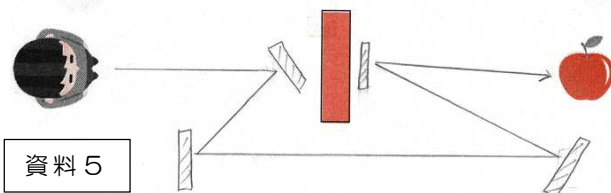
実験を終えた後、反射の法則について確認をした上で、

「じゃあ生徒Aが書いてくれたのを修正するにはどうしたらいいか、みんなで考えてごらん」と伝えた。生徒Aは資料5のように書いていたものを資料7の形に修正をし

た。S2とS3の意見を取り入れ、反射の法則に則って、鏡の向きを変えることができた。仲間の意見を取り入れ、自分の考えを深める生徒Aの姿を見取ることができた。最後に、「今回は4つの鏡を使いましたが、1つの鏡でりんご

を見るためにはどんな光の道筋をたどりますか」と問いかけた。生徒Aは資料8のように

光の道筋を描いた。ほとんどの生徒が生徒Aと同じ道筋を書いていたので、実際にその見方で壁越しに見えるかを理科室の壁を衝立に見立てて実



験で確認した（資料 9）。生徒は、廊下に出ている生徒が理論上見える位置に移動し、自分の考えの確かさを確信していた。その後、授業日記を書く時間を設けた。授業日記には資料 10 のように書いた。

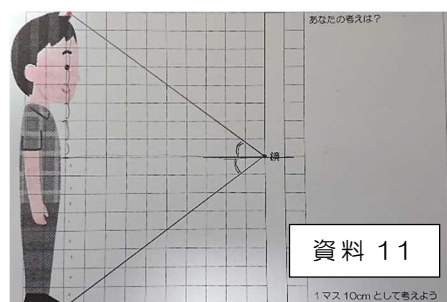
資料 10	生徒 A の授業日記①
最初、鏡の角度なんて気にもしていなかったけれど、反射の法則を学んで、S 3 の意見を聞いて意味が分かりました。最後の鏡 1 つのやつも自分で考えることができて嬉しかったです。実際にやってみて、壁伝いに S 4 の行動が見ることができて、作図があっていることも確認できて自信になりました。	

「S 3 の意見を聞いて」の言葉から、仲間の意見を取り入れたことで自分の考えを深めた生徒 A の様子がうかがえる。また、「自分で考えることができて」という記述にあるように、作図シートで一人一人が考える場を設定することで、考えを深めることができたことが読み取れる。さらに、「作図があって…自信になりました」という記述から、作図したことを実際に実験で試したことで、より考えが深まったことが読み取れる。

（2）全身を映すには鏡の長さは最低何 cm 必要か作図で考える生徒（3 時）

1、2 時で光の直進性と反射の法則について学んだ生徒に、「みんな、家に全身が映る鏡はあるかな」と問いかけた上で、ここまでの学びを活用し、さらに身近な現象とのつながりを意識できる学習課題「身長 160cm の人の全身を映すには鏡の長さは最低何 cm 必要なのだろうか」を提示した。

生徒に作図シートを配付し、理科室に縦長の鏡を用意した上で、まずは個人で 5 分間じっくりと考えるように指示した。生徒はこれまでの学びを用いて光の道筋を作図し始めた。生徒 A は前回までの作図シートを参考にしながら、自分の考えを醸造していた。実際に鏡を使って考えている生徒も見られた。5 分間で生徒 A は資料 11 のように考えをもった。個の時間をしっかりと確保し、作図シートを用いることで、自分の考えをもつことはできたが、根拠までは書くことができなかった。しかし、前時までの学びを意識



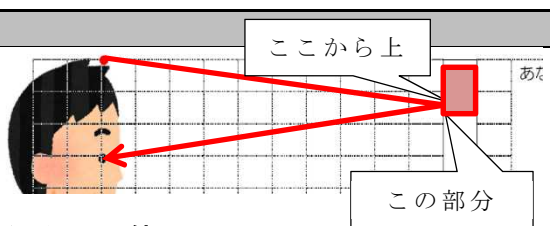
資料 11



資料 12

して、入射角と反射角が等しいという反射の法則の概念が自分の中に定着しており、それを活用しようとしていることも読み取れる。その後、班で 3 分ほど意見を共有した後、フリートークの場を設け、自由に考えを伝え合う時間をとると、多くの生徒が席を立って、複数の生徒と意見交換をしながら、自分の考えを練り上げていった（p6 資料 12）。生徒 A の近くで話の内容に耳を傾けると、以下のように話をしていった（資料 13）。

資料 13	生徒 A の近くでの話し合いの授業記録
生徒 A：頭の上の光はこれだと足のところに行くのかなと思ったんだけど。 S 5：確かに反射の法則の通りだとそうだね。 S 6：でも光は目に届かないと見えないから、私は、頭のところの光が目が届くように作図したよ。そうすると、頭の光が目届くためには鏡のこの	



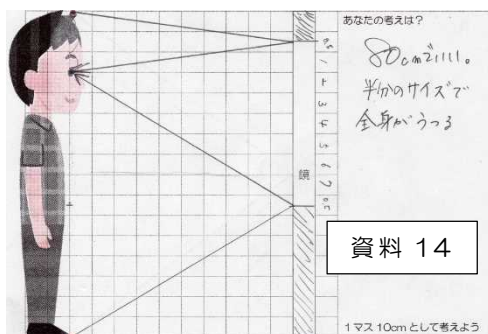
部分（図参照）に反射することになるから、ここから上（図参照）は鏡がなくても見えるって考えてもいいんじゃないかな。

生徒 A：あ、そうか、そんなふうに考えればいいんだ。だから体の一番下の部分の光も同じように考えればいいんだね。

S 6：そうそう。

生徒 A：ということは、足のつま先の光が同じように目に届くときにどこに反射するかを考えればいいってことだね。（実際に作図をしてみて）…ということは、160cmの身長の人だったら、80cmの鏡で全身が映るのか。半分でいいんだね。

その後、自分の考えをまとめ直す時間をとると、多くの生徒が迷いなく自分の作図を修正し始めた。生徒 A は資料 14 のように修正をした。生徒 A はフリートークの中で自



資料 15



分の中になかった仲間の考えを取り入れ、考えを深めたことが分かる。フリートークの場を設けることで、自分の迷っている部分を直接共有しやすくなり、考えを練り直し、深めることができたと言える。この後、全体で実物投影機を用いて確認をした（資料 15）。生徒 A は挙手するまでには至らなかったが、S 7 の説明をじっくりと聞き納得している様子であった。授業日記には資料 16 のように書かれていた。

資料 16 生徒 A の授業日記②

最初はよく分からなかったけど、S 6 の説明でよく分かりました。分かってしまうと簡単だなんて感じました。これから全身を映す鏡を買うときは、サイズを半分にすればいいことも分かってお得な気持ちになりました。

生徒 A の授業日記の記述「S 6 の説明でよく分かりました」にもあるように、フリートークの場を設けることで、鏡に全身を映すためには最低何 cm 必要か、考えを深めていることが読み取れる。また、「全身を…すればいい」という記述にもあるように、身近な現象を題材にした学んだことを生かす場を設定することで、日常生活と学びのつながりを感じることができたと言える。

（3）光の屈折について身近な現象を基に理解を深める生徒（4、5時）

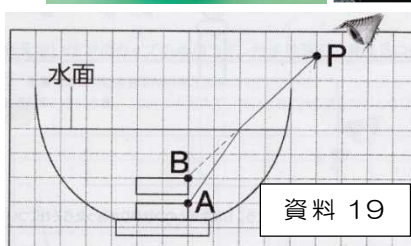
4 時では、コップの中のストローが曲がってしまう現象（資料 17）を提示し、光の屈折について基礎事項を学んだ（資料 18）。その上で 5 時には、コップの底に置かれた見えないはずのコインが水を入れると浮かび上がってくる現象の仕組みを作図シートを使って考えた。生徒 A は今回は最初から自信をもって作図ができていた（資料 19）。フリートークの場を設定す



資料 17



資料 18



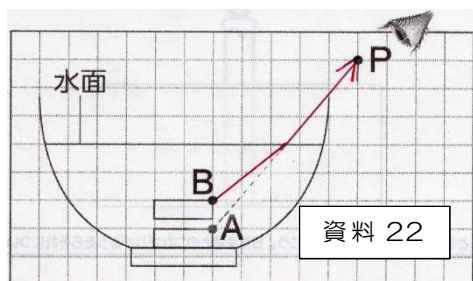
資料 19



資料 20

ると、生徒AはS8に対して自分の考えを説明する姿が見られた（資料20）。生徒A付近では資料21のように話し合いがなされていた。

資料21	生徒Aの近くでの話し合いの授業記録
生徒A：S7はどうなった。	S8：私はこうしたよ（資料22）。生徒Aはどうなったの。
生徒A：あれ、少し違うな。今Bの位置にあるってことは、光がBからまっすぐ来ることだ	と思ったんだけど。
S9：私も生徒Aと一緒にだよ。	
生徒A：やっぱりそうだよね。本当はAにあるのに、B	にある“ように見える”のが屈折で、ある“よ
うに見える”ところからまっすぐ光が進んでい	るように見えるから、まずBから目Pに向かっ
てまっすぐ線を引くといいんだよ。でもその光	は水面で屈折してるから水面までAから出た
光をまっすぐ引くといいと思うよ。	



生徒AはS9の賛成を受けて自信をもって、S8に説明をする姿が見られた。フリートークの場を設けたことでS8の考えが深まり、生徒Aは自分の考えに自信がもてたと考えられる。また作図シートを用いることで自分の意見を視覚化することができ、意見を深めやすくなっていることも分かった。

その後、実物投影機を用いて、全体共有を図ったときには、生徒Aが挙手をしたので、説明をするように伝えたと、自信をもって伝える姿が見られた（資料23）。フリートークの場で自信をつけられたからだと考えられる。



（4）ここまでの学びを生かして目の前の現象を解き明かそうとする生徒（6時）

ここまでの学びを生かす場を設定した。水を半分くらいまで入れた水槽を用意し、生徒を注目させた上で、水槽の側面にスマイリーを貼った（資料24）。すると、「スマイリーが分裂した」「スマイリーの下がなくなった」など思い思いに発言が出たので、「どんなふうに見えるの」と確認すると、S10が「スマイリーの下半分が右にずれました」と発言した。それに呼応して、S11は「僕は少し違って、逆の左側にずれました」と言い、S12は「そもそも下半分が見えません」と言った。生徒たちは「どうして見えている世界が違うの」と言うので、「逆にどうしてだと思う」と問いかけると、S13が「見ている場所が違うからじゃないですか」と発言した。すると生徒Aは「見ている場所が違うと何で見え方が違うんですか」と疑問を抱いた。そこで、学習課題を「スマイリーの見え方が見る場所によって異なるのはなぜだろうか」と定め追究することにした。あらゆる角度から水槽を眺めた動画をタブレット端末のTeamsに投稿することで見えるようにしてあること、「まなボー



ド」を用いて自由に意見を共有できるようにしてあることを伝え、追究に臨むように伝えた。生徒はタブレット端末を見ながら、スマイリーが

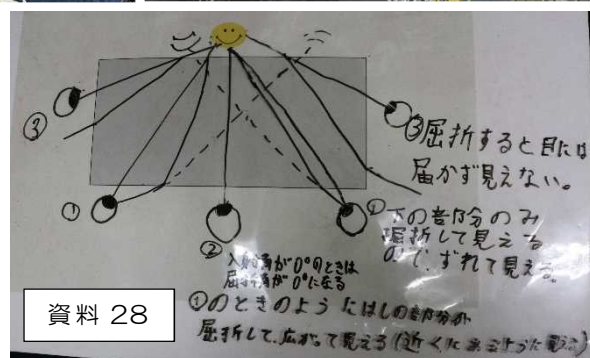


資料 26

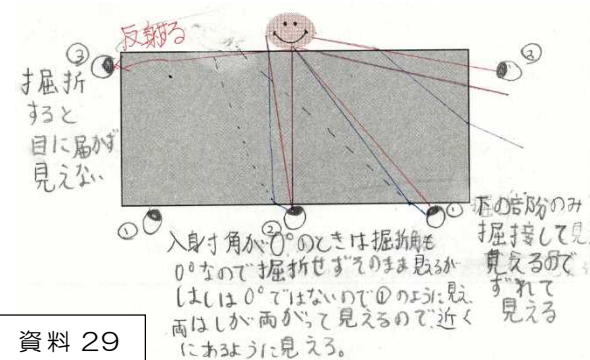


資料 27

どのように見えるかを調べたり（p8 資料 25）、まなボードを使って考えたことを共有し合ったり（資料 26）、直接教卓の上にある水槽を眺めたり（資料 27）しながら追究を行っていた。生徒Aの近くでは話し合いの末、まなボードが資料 28 のように仕上がっていた。その後、自分の考えをまとめる時間をとると、生徒Aは資料 29 のようにまとめていた。まなボードを用いて意見を共有し合うことで、考えが深まっていることが分かる。



資料 28



資料 29

再度教卓の周りに集まって、「話し合ったことを教えてください」と問いかけると生徒主体で、意見を交換し始めた。以下にその記録を示す（資料 30）。

資料 30	全体で話し合った授業記録
S 1 4 :	まずど真ん中から見ると、まっすぐ光が飛び込むので、光は屈折することなく目に光が来るのでそのまま見えると思いました。
生 徒 :	賛成。
T :	みんなこれは納得かな。
生徒 A :	私は賛成じゃないです。前に出て説明していいですか。（と言って前に出て来て説明を始める（資料 31））スマイリーは点じゃないからスマイリーの横の部分の光は少しだけ、斜めに目に飛び込むから屈折するはずなんです。だからスマイリーの下半分は、少し拡大して見えると思います。
一 同 :	おおー、確かに。（一同歓声をあげる）
S 1 5 :	次は、その横にずれたところで、これまでやった光の屈折を使うとできます。（と言いながら黒板に作図を始めた（資料 32））このようにすると、左側からスマイリーを見たときは光がもともとの位置から右にずれた位置から来ているように見えるから、スマイリーの下半分は右にずれるんだと思います。



資料 31



資料 32

記録「私は賛成じゃないです」から生徒A以外の生徒が納得している中で、生徒Aは自分の意見を言えたことから、生徒Aはここまで、班で意見を共有したり、作図シートで自分の意見をしっかりとったりすることの積み重ねの中で自分の考えに自信をつけて、発表

できるようになってきていることがうかがえる。

生徒はここから更に議論を進めた（資料 33）。

資料 33	全体で話し合った授業記録	
S 1 6 :	あとは側面だけだけど、側面から見たときにスマイリーの下半分が見えなくなる(資料 34)のがなぜかよく分からないんです。	
S 1 7 :	自分はなぜか側面から見ると、逆側の側面の部分が見えているように感じました。	
T :	どういうことですか。	
S 1 7 :	多分ですけど、(と言って前に出てきて作図を始めて)なぜかは分からないんですが、側面から見ると、屈折じゃなくて反射をしているような気がしたんです。でもなぜかは全然分かりません(資料 35)。	

S 17 の意見を全体共有するために、実物投影機を用いて、全員に分かるようにすると、全員が「本当だ、何でだろう」と声を漏らした。「じゃあ次はこの疑問を解決しよう」と言って授業を終えた。生徒 A は授業日記を以下のように書いた（資料 36）。

資料 36	生徒 A の授業日記③
水槽を横から見たときに、反射してしまう理由が何か疑問です。でも作図していて感じたのは、 <u>入射角の大きさが大きくなりすぎて、屈折できなくなっちゃったんじゃないかなと予想しています。</u>	

生徒 A は、「入射角の大きさが・・・屈折できなくなっちゃったんじゃないか」と分からないなりに今までに学んだことを振り返って考えを巡らせている。ここまで作図シートを用いて自分の考えをもって追究に臨んだ積み重ねによって、自分の考えがもてるようになってきていると考えられる。

（5）水槽の側面から見るとスマイリーの下部が見えなくなる理由を追究する生徒（7時）

生徒 A の授業日記（資料 36）を取り上げ、授業を再開すると、S 18 が何か気付いた顔をしたので、意図的に指名すると、「先生、水から空気中に光が出るときに入射角の方が屈折角より大きくなるので、側面だと入射角が大きくなって、屈折角が 90° を越えちゃって、光が外に出られなくなるんじゃないですか」と声を上げた。そこで、光学水槽を用いて、S 18 の発言の意味を実験で確認した（資料 37）。各班で実験を行っている、「そういうことか、確かに屈折角が 90° を越えると反射しちゃう。こういうことが起こっていたんだな」と納得の声が聞こえてきた。全員が確認できたところで、この現象を全反射ということを確認し、「全反射が今の生活を支えているんだよ、理由は調べると分かるから」とだけ言って授業を終えた。



資料 37

すると、次の日に生徒 A は、「全反射は光ファイバーとかに利用されていて、今のインターネットを支えているんですね」と生活ノートに書いてきた。身近な現象に触れるような働きかけをしたことで、生徒 A は学んだことと身近な現象を結びつけようとした。こういった支援も大事だと感じた。

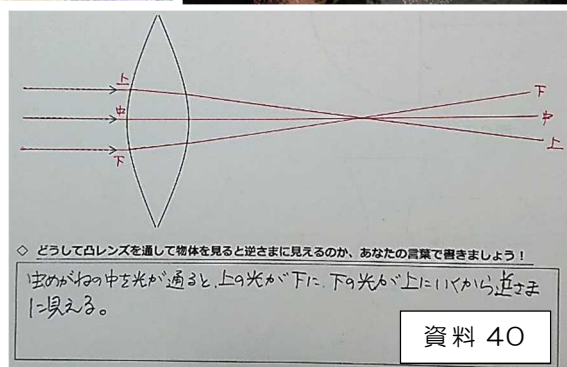
（６）虫眼鏡の仕組みについて追究する生徒（８、９時）

授業のはじめに虫眼鏡を取り出し、「これは何するものですか」と生徒に尋ねた。すると、「ものを細かく見えるように拡大するものです」とS19が答え、一同納得の表情をした。

そこで、「その虫眼鏡を持った手の肘を伸ばして景色を見るようにして虫眼鏡をのぞいてごらん」と伝え、「え、景色が逆さまに見える、なんで」という声



が上がった（資料 38）。そこで学習課題を「虫眼鏡はどうして拡大したり、逆さまに見えたりするのだろうか」と定め、作図シートと光源装置、凸レンズ（虫眼鏡の断面）を用意して、検証するように伝えた。生徒たちはすかさず実験に移った（資料 39）。生徒Aは実験を通じて、作図シートを資料 40 のようにまとめた。作図シートに作



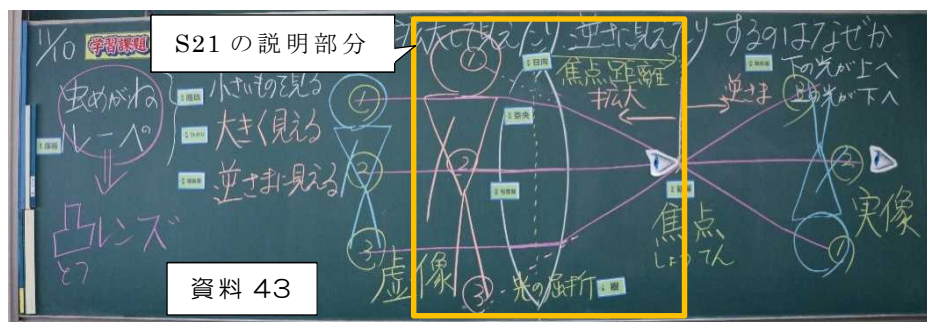
図をしながら学習課題を考えることで、考えをもちやすくなったり、まとめやすくなったりしていることがうかがえる。しかし、生徒Aが拡大して見える理由までたどり着いていないことも分かる。その後、全体場で学習課題について考えを伝え合った（資料 41）。

資料 41	全体で話し合った授業記録
S20:	（作図しながら）光源装置から出る上の光が下に、下の光が上に行くから、虫眼鏡を通ると、逆さまに見えるんだと思いました（資料 42）。
生徒:	賛成。
T:	じゃあ、拡大する仕組みを説明できる人はいますか。
S21:	拡大しているのは、屈折の合言葉“ようにみえる”が大事だと思って、拡大しているのって、虫眼鏡と目が近いときで、光が上下入れ替わる前の位置に目があるときは光が集まってくるから、光が斜めからまっすぐ来ているように見えたんじゃないかなと思いました。そうすると、上の光はもっと上から来るように見えて、下の光はもっとしたから来るように見えるからそれで大きく見えているんだと思いました（資料 43）。



この話し合いの後、拡大して見えている像を虚像、逆さまに見えている実際に目に飛び

込んでくる光を実像と伝えた。生徒Aの出番はなかったが作図シートを用いて、ここまで作図を使って光の道筋



考えをもてる生徒が確実に増えてきている。作図シートを用いて、個の考えを深める手だ

ては有効であったと考えられる。授業日記に生徒Aは次のように綴った（資料44）。

資料44	生徒Aの授業日記④
虫眼鏡は小学校でも使ったけれど、黒い画用紙が燃えたのは焦点の位置に画用紙があったからなんだと分かりました。逆さまになった理由は自分で分かったけれど、拡大された理由はS21が発表してはっとしました。結局屈折だったんだと分かったときはすっきりしました。	

生徒Aは「結局屈折だったんだ」と書き、今まで学んだことで虫眼鏡の仕組みも解決ができることを実感したと考えられる。学んだことと身近な現象とのつながりを感じることができたと考えられる。

（7）単元の最後に学んだことと身近な現象を結びつける生徒（12、13、14時）

単元の最後には、学んだことと身近な現象を結びつけるために、光と生活のつながりについて、一つテーマを決め、調べ学習を行った。生徒Aはブルーライトカット眼鏡に着目して、調べ学習を行った（資料45）。その後調べたことをポスターセッション形式で、発表し合った。授業を終えた後の生徒Aの授業日記には、資料46のように書かれていた。

資料46	生徒Aの授業日記⑤
みんないろいろなことを調べていて、光は日常にあふれているなあと感じました。今回勉強したことで解明できることも多いと感じました。発表の中で特に印象に残ったのは、マジックミラーの性質や気象現象にも光が関わっていて驚きました。	

学んだことと身近な現象が大きく関わっていることを実感できていることがうかがえる。学んだことと日常とのつながりをテーマに調べ学習を行い、調べたことを発表する場を設定したことは、生徒は学んだことと身近な現象を結びつけるための有効な手だてであったと言える。

その後、ディスプレイを開発している企業の方に光と日常の結びつきをテーマにリモー

テーマ：ブルーライトカットはなぜブルーライトをシャ断できるのか

ブルーライトをカットするメガネは、なぜブルーライトをカットする効果があるのか。その答えは2つあります。

① 特殊カラーを使ってブルーライトをカット
 ブルーライトをカットするメガネはサングラスのようにレンズそのものに色がついているタイプがありますが、この色にこそブルーライトをカットする秘密があります。
 特殊な染料を用いて染色されているレンズは、ブルーライトをレンズに吸収する効果があるため、目に届くブルーライトの刺激を軽減することができるのです。（ブルーライトをカットする仕組み/ゲミナ「グラス（ゲーム）」インターネット）

(1) 従来のレンズ (2) ブルーライトカットカラーレンズ

② コーティングをしてブルーライトをカット
 ブルーライトをカットするメガネの中には、普通のメガネと見た目が変わらない透明なレンズもあります。こちらのタイプはレンズそのものにコーティングをしていることが特徴で一般的に2種類あります。
 一つは蒸着によるコーティングで反射を利用したブルーカットになり、透明感が高いがレンズの青い反射が強く出る傾向があります。
 二つ目は特殊カラーによるコーティングで、染色技術を利用したブルーカットになり、反射は非常に少ないがレンズが黄色っぽくなる傾向があります。

(1) 従来のレンズ (2) ブルーライトカットコーティングレンズ

まとめ
 ブルーライトをカットするメガネになぜカットできるのかは、特殊カラーを使っているからとコーティングをしているからです。

考察
 僕はこのことを言うまでまだ光の反射で目に光がいかないからと思っていたけど、調べてから、ブルーライトをさえるにはたくさんのやり方があるんだと思

資料45

トで講演をしていただいた（資料 47）。蛾の目には反射防止の仕組みがあり、それを応用して反射防止フィルムを開発したという話をされたときには驚きの声が上がった。また、ヒートアイランド現象を防ぐために反射の向きを変えるための仕組みがあるという話がされたときには、「僕でも開発できたかもしれない」と冗談交じりに声を上げる生徒もいた。この講演を終えた生徒 A の感想を以下に示す（資料 48）。



資料 48	生徒 A の光講演会の感想
今回話を聞いて、学んだことは光の特質が私たちの身近にいる虫の蛾と関係があるのを知って驚きました。光があまりにも小さいものには反射しないということを初めて知り、その特質が地球温暖化対策になっているということにも驚きました。光のおかげで環境問題も対策できるのはすごいなと思います。	

「身近にいる…驚きました」「光のおかげで環境問題も対策できる」という記述より、今までは身近な現象と学んだことの結びつきに気付くくらいだった生徒 A の思考が、学んだことの有用性に気付くところまで及んでいることが分かる。専門家の話を聞く場を設けたことで、科学の有用性に気付くことができたと言える。

VI 成果と今後の課題

1 仮説 1 の手だては有効であったか

仲間や外部の方と協働的な学びの場を保障したことで、生徒は自分にはなかった視点を自分の考えに組み込み、考えを深めることができたと言える。また、教師の出場の工夫をしたことで、生徒の考えを深めることができた場面はあったが、あまりこの單元ではそういった場面をつくることができなかった。單元を通して作図シートを用いることで生徒は自分の考えを整理したり、考えを深めたりすることができた。また、意見を交わす補助として「まなボード」を活用したことで考えが視覚化され、考えを共有しやすくなった。タブレット端末で動画を視聴したが、直接観察する方が効果的であったと考えられる。

2 仮説 2 の手だては有効であったか

単元の随所に学んだことを活用する場を設定したり、実生活とのつながりが意識される場の設定をしたりした。これにより学んだことと身近な現象のつながりに気付くことはできたが、学びの有用性を実感するまでには至らなかったと考えられる。しかし、ディスプレイを開発している企業の方に講演をいただいたことは、学びの有用性を実感することにつながったと考えられる。

3 今後の展望

「学びの有用性の実感」に課題があると考えられるため、今後は、より学校だけでなく外部とのつながりを有効活用し、生徒も教師も、地域社会も、企業も含め共に学ぶ環境づくりを考えていきたい。