

目的意識をもって現象を主体的に追究し、根拠をもとに科学的に考察し、他者と関わり合い考えを深める 生徒の育成

— 1 年理科「目で見たものは本当なの？～光の性質～」の実践を通して—

豊橋市立牟呂中学校 教諭 山本伸樹

< 研究の概要 >

本研究では、教材の工夫により、目的意識をもって現象を主体的に追究する生徒の育成を目ざした。また、生徒の疑問に沿った一人一実験の場を設定し、生徒の思考を助ける ICT 機器を活用し、実物を使った話し合いを充実することで、根拠をもとに科学的に考察し、他者と関わり合い考えを深める生徒の育成を目ざした。

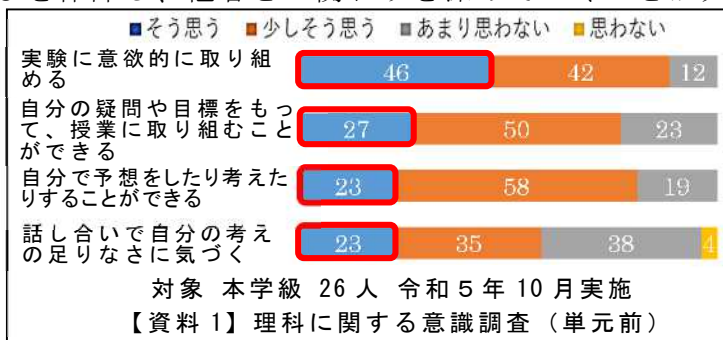
< 検索用キーワード >

個別最適な学び 協働的な学び 主体的 対話的 深い学び 問題解決的な学習

1 主題設定の理由

令和3年1月の中央教育審議会の答申では、令和の日本型学校教育の構築を目ざし、「自分のよさや可能性を認識できる」「他者を価値あるものとして尊重できる」「多様な人々と協働する」という資質・能力を育むことに向けて、「個別最適な学び」と「協働的な学び」を実現すべき姿と示している。個別最適な学びを進めるためには、生徒のつまづきなどの理解に努め、個々の興味関心等を踏まえて、きめ細かく支援することが必要である。また、生徒が主体的に学習を調整することができるよう、促していかななくてはならない。さらに、「個別最適な学び」が機能するように「協働的な学び」の場を設け、探究的な学習や体験活動を通して多様な他者と関わり、一人一人のよさや可能性を生かしていくことが重要である。このように個の学びを保障し、他者との関わりを深めていくことが大切とされている。

本学級の生徒は、理科の実験に対して意欲的に取り組むことができる。意識調査【資料1】でも、「実験に意欲的に取り組める」の「そう思う」に46%の回答があった。しかし、それに対して、「自分の疑問や目標をもって、授業に取り組むことができる」が



27%と少なく、自分の疑問や目標をもって追究していない実態があり、目的意識をもてるようになる工夫が必要であった。また、密度を扱った前単元では、個人追究と話し合いを通して、「ゴルフボールよりも食塩水の質量が大きいからゴルフボールが浮くのではないか」という自分なりの考えをもつことができた。しかし、ゴルフボールと食塩水の質量を比べた実験結果をもとにして、単位体積当たりの質量まで考えが及ばなかった。意識調査【資料1】でも、「自分で予想をしたり考えたりすることができる」の「そう思う」が23%、「話し合いで自分の考えの足りなさに気づく」も23%と少なかった。生徒が根拠をもとに科学的に考えるための個人追究での支援と、生徒の考えが深まるような話し合いの更なる工夫の必要性を感じた。

このような現状を踏まえ、生徒が追究したくなる教材を工夫することで、目的意識をもって追究できるようにしたい。また、生徒の疑問に沿った一人一実験の場を設定したり、生徒の思考を助けるICT機器を活用したりして個人追究を充実させることで、根拠をもとに科学的に考察できるようになってほしい。そして、話し合いで、教師が意図的に指名したり、生徒の演示実験や生徒が考えた図を見せ合ったりする場を設定することで、話し合いを工夫し、他者の意見を受けて自分の考えを深めるようになってほしい。上記のことにもとづいて、研究の主題を「目的意識をもって現象を主体的に追究し、根拠をもとに科学的に考察し、他者に関わり合い考えを深める生徒の育成」と設定し、本研究をすすめた。

2 研究の構想

(1) 目ざす生徒像

目的意識をもって現象を主体的に追究し、根拠をもとに科学的に考察し、他者に関わり合い考えを深める生徒

(2) 研究の仮説

仮説① 生徒が疑問をもって追究したくなる教材の工夫をすることで、目の前の現象に疑問をもち、目的意識をもって主体的に追究するだろう。

仮説② 生徒の疑問に沿った一人一実験の場を設定したり、生徒の思考を助けるICT機器を活用したりして、個人追究を充実すれば、根拠をもとに科学的に考察していくことができるだろう。

仮説③ 実物を使った生徒の演示実験や生徒が考察した図で説明し合う場を設定し、生徒の意見を意図的に関わらせることで話し合いを充実すれば、他者の考えを受け入れ、自分の考えを深めていけるだろう。

(3) 研究のてだて

てだて① 生徒が目的意識をもって追究したくなる教材の工夫（仮説①）

大型のピンホールカメラで生徒が景色を見る場を設定する。箱の小さな穴で景色が見えることに驚きをもち、「なぜ景色がさかさまに映る」、「なぜ見える物の大きさが変わる」、「なぜ見える景色が暗い」などの疑問をもとに、目的意識をもって主体的に追究するだろう。また、ピンホールカメラより景色をはっきり、明るく映したいという生徒の思いから凸レンズカメラで景色を見る場を設定する。「明るくはっきり映るのはなぜ」、「はっきり見えるスクリーンの位置はどこか」の疑問をもとに、より深い学びに向けて主体的に追究するだろう。

てだて② 根拠をもとに科学的に考察するための個人追究の充実（仮説②）

ア 生徒の疑問に沿った一人一実験の場の設定

ピンホールカメラや、凸レンズカメラで得た疑問を追究できるようにするために、生徒が自分の疑問に沿って実験装置を準備し、一人一実験の場を設定する。生徒が自分の疑問に沿って実験することができるので、実験結果を根拠として、光の現象を科学的に考察するだろう。

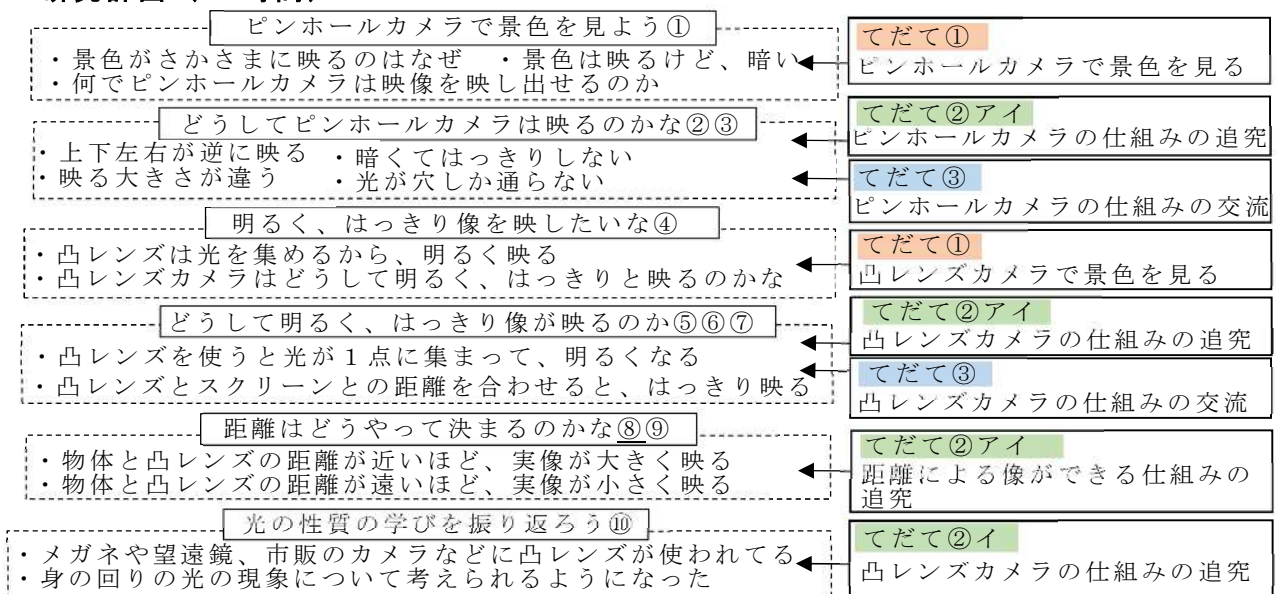
イ 生徒の思考を助ける ICT 機器の活用

光の現象は実験後、すぐに消えてしまう。そこで、光の現象を写真に撮って残し、自分の考えを書き込める学習支援ソフト（ICT 機器）を活用する。写真に自分の考えを書き込むことで、目の前の現象を根拠として光の仕組みを考察するだろう。また、実験結果をもとに、光源を動かすと、凸レンズと実像の位置関係が視覚的にわかるデジタル教科書（ICT 機器）を活用する。そうすることで、デジタル教科書の図を根拠として、凸レンズと光源との距離によって変わる実像の大きさについて科学的に考察するだろう。

てだて③ 考えを深めるための実物を使った話し合いの充実（仮説③）

教師の意図的な指名によって生徒同士の関わり合いの場を設定する。さらに、生徒が個人追究で行った実験の演示や考察した図などの実物を使って、自分の考えを他者に説明し合う場を設ける。それにより、視覚的に光の現象を観察したり、理解したりできるので、他者の考えから自分の考えを深めることができるだろう。

3 研究計画（10 時間）



4 仮説の検証方法

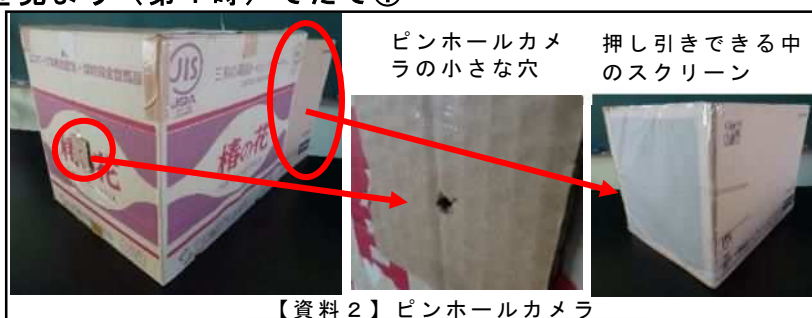
生徒Aの変容を中心に捉えて考察し、てだての有効性を検証する。

生徒Aは、実験に対して意欲的である。しかし、わかった事実だけを書くことが多く、自分の考えや疑問をもつことができていない。また、密度の単元では、ゴルフボールが食塩水に浮く理由を問うと、「ゴルフボールの方が食塩水より軽いから」とのみ答え、実験結果を根拠にして考察していなかったり、単位体積当たりの質量で比べるところまで考えが深まっていなかったりした。このような生徒Aが本単元を通して、目的意識をもって現象を主体的に追究し、実験結果を根拠にして科学的に考察し、他者と関わり合い考えを深めていってほしい。

5 研究の実践と考察（全 10 時間）

（1）ピンホールカメラで景色を見よう（第1時）てだて①

第1時で、生徒たちに段ボールで作られた大型のピンホールカメラで景色を見せる場を設定した（てだて①）【資料2】。生徒たちは、「小さな穴を空けただけの段ボールで本当に景色が見えるの？」と言い、疑っているような様子で中のスクリーン



を押したり、引いたりして食い入るように窓の外の校舎を見た。スクリーンに映った校舎の映像【資料3】が見えると、「映画館みたいに映像が見えてすごい」、「小さい穴なのにどうしてカメラが見えるの」などと多くの生徒から驚きの声が聞かれた。生徒Aは、ピンホールカメラで繰り返し外の校舎を見たり、ピンホールカメラがどのような作りになっているのか中を開けたりして、ピンホールカメラに興味をもって



いる様子だった。生徒Aの振り返りからは、「こんな小さな穴で景色がスクリーンに映ってびっくりしました。」

こんな小さな穴で景色がスクリーンに映ってびっくりしました。あと、疑問に思うことがたくさんありました。どうして上下左右反対になるのか。また、スクリーンを押すと景色が小さくなって、引くと景色が大きくなるのはなぜなのか調べたい

【資料4】生徒Aの振り返り

「どうして上下左右反対になるのか。」「スクリーンを押すと景色が小さくなって、引くと景色が大きくなるのはなぜなのか調べたい」【資料4】と書かれていた。このことから生徒Aが「どうして映る景色が上下左右逆になるのか」、「なぜ、押したり引いたりすると景色の大きさが変わるのか」という疑問をもち、追究したいという意欲をもったことがわかる。その後、生徒同士で気づきについて交流する場を設定した。交流後の生徒たちは、「どうして上下左右が逆に映っているのか」、「引いたり押したりすると大きさがどうして変わるのか」、「どうしてピンホールカメラは暗いのか」の三つの疑問をクラスの疑問として追究することにした。

（2）どうしてピンホールカメラは映るのかな（第2・3時）てだて②アイ てだて③

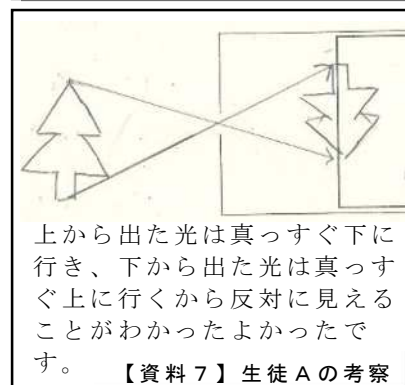
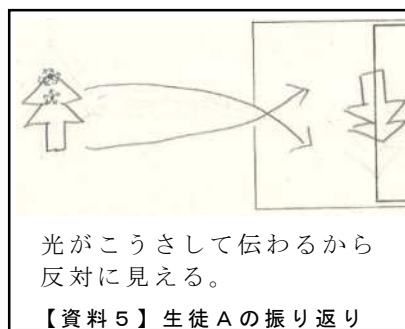
第2時では、生徒たちから出た疑問を個人で追究する場を設定した。生徒Aは「どうして上下左右が反対になるのか」という疑問を解決するために追究した。生徒Aの予想は、「光がこうさして伝わるから反対に見える」と記述され、その様子を図で描いていた【P4.資料5】。図のように光が曲がって交差して反対に見えるのかを確かめるために、生徒の疑問に沿った一人一実験の場を設定した（てだて②ア）。生徒Aは予想した2本の光の道筋が分かるように、それぞれに色がついた光の線を表す光源【P4.資料6】を準備

した。生徒Aも他の生徒たちも、この光源でピンホールカメラの中を光がどのように進むのかを追究した。生徒Aは、

【資料6】を使い、物体（木）のいちばん上から出る光を緑色で、いちばん下から出る光を青色で、光の色を変えて実験をした。生徒Aは、予想した光が交差する様子をワークシートに図で表した【資料7】。また、生徒Aの考察には「上から出た光は真っすぐ下に行き、下から出た光は真っすぐ上に行くから反対に見えることがわかってよかった」【資料7】

と記述されていた。生徒Aが疑問に思っていた上下左右が逆になる理由が解決できたとともに、光は曲がるのではなく、真っすぐに進むことを理解したことがわかる。これから生徒Aの上下左右が逆になる疑問が解決でき、実験結果という根拠をもとに考察できたことがわかる。しかし、生徒Aは押したり引いたりすると像の大きさが変わる疑問までは解決できなかった。用意した実験装置だけでは生徒Aの疑問が解けなかったもので、生徒の思考を助けるためにICT機器を活用する場を設定した（てだて②イ）。光の現象はすぐに消えてしまうので、学習支援ソフトで、光の現象を写真に撮り、自分の考えを書き込めるようにした。生徒たちは、像ができるまでの物体から出た光の道筋を写真に撮り、自分の考えを書き込んだ。生徒Aも、物体から出た光の道筋を写真に撮り、像を描くことができた。しかし、像の大きさの違いについて書く場面では、思考が停滞していたので、「スクリーンの位置は押したり、引いたりするとどうなるの？」と教師が声かけをした。それを聞いて、生徒Aはスクリーンの位置によって、像の大きさが変わること気づき、物体に近い像は小さく、物体から遠い像は大きくなる様子を矢印の大きさの違いで書き込むことができた【資料8】。また、生徒Aの振り返りには「学習支援ソフトを使って、写真に自分の考えをかくことで、景色が大きくなり、小さくなったり見える理由がわかりました。」と記述していた。このことから、写真に撮った光の現象に自分の考えを書き込んだことで、ピンホールカメラを引いたり押したりすると映る像の大きさが変わることを理解したことがわかる。しかし、生徒Aの振り返りには「暗く見える理由はよくわからないので、みんなの話を聞いてみたい」と書かれていた。そこで、生徒Aの解決できなかった「ピンホールカメラの像が暗く見えるのはなぜか」という疑問を解決するために、次時で意見を交流する場を設定した。

第3時では、どうしてピンホールカメラは映るのかについて意見の交流をする場を設定した（てだて③）【P5.資料9】。生徒たちの疑問を話し合う中で、教師が「解決できなかったことは他にありますか」とうながすと、生徒Aは「ピンホールカメラは暗く見えた理由が解決できなかったです」と答えた。その意見に対してピンホールカメラが暗い理由を追究したS1とS2を意図的に指名した（てだて③）。S1は「木の上から出た光は周

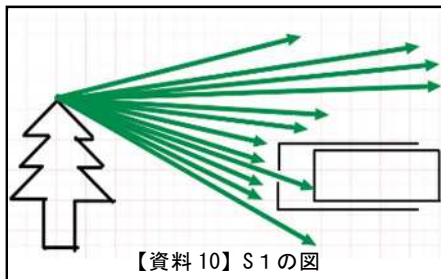


りには「暗く見える理由はよくわからないので、みんなの話を聞いてみたい」と書かれていた。そこで、生徒Aの解決できなかった「ピンホールカメラの像が暗く見えるのはなぜか」という疑問を解決するために、次時で意見を交流する場を設定した。

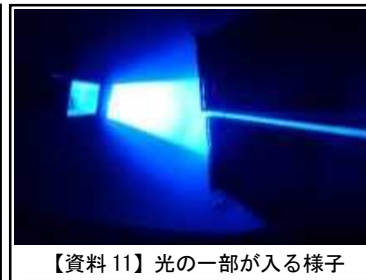
第3時では、どうしてピンホールカメラは映るのかについて意見の交流をする場を設定した（てだて③）【P5.資料9】。生徒たちの疑問を話し合う中で、教師が「解決できなかったことは他にありますか」とうながすと、生徒Aは「ピンホールカメラは暗く見えた理由が解決できなかったです」と答えた。その意見に対してピンホールカメラが暗い理由を追究したS1とS2を意図的に指名した（てだて③）。S1は「木の上から出た光は周

りに広がって一部の光だけがピンホールの穴に入ります」【資料 9】と説明し、自分の考えを図【資料 10】で表した。続けて S 2 が光源から広がった光がピンホールカメラの小さな穴を通ると少ししか光が通らないことを演示実験で説明した【資料 11】。生徒 A を含め他の生徒も話を聞き、うなずいていた。生徒 A の振り返りには、「話し合いをすることで、光は一点から広がって出ていることがわかりました。また、暗くうつるのは、光はたくさんあるけれどピンホールカメラの穴が小さいから一部しか入っていないからだとわかりました」と書かれていた。また、生徒 A に「だれの意見が参考になった？」と問うと、「S 1 さんと S 2 さんの意見が参考になりました」と答えた。これらのことから、他者の演示実験や図を見たり、説明を聞いたことで、生徒 A が実験で解決できなかったピンホールカメラが暗く映る理由を理解し、自分の考えを深めたといえる。

T:ピンホールカメラの暗くなった理由を調べた人はいますか？
S 1:木の上から出た光は周りに広がって一部の光だけがピンホールの穴に入ります。
S 2:同じように実験をしました。広がった光は小さい穴にしか入らないので暗くなります。
【資料 9】第 4 時 授業記録



【資料 10】S 1 の図



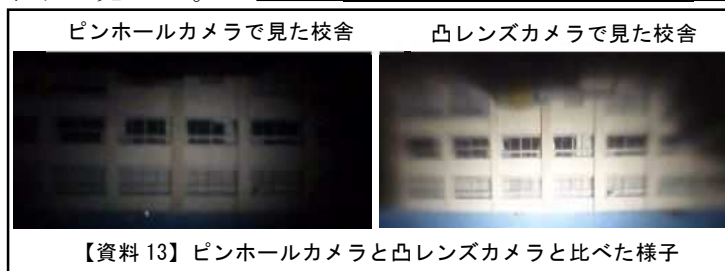
【資料 11】光の一部が入る様子

(3) 明るく、はっきり像を映したいな (第 4 時) てだて①

第 4 時では、ピンホールカメラで景色を見たときに、「暗かったので明るくしたい」という生徒の思いを受けて、「ピンホールカメラの景色を明るくはっきり映すための方法を追究した。「ピンホールカメラの穴を大きくすると明るくはっきり映るのではないか」という意見から、生徒たちはピンホールカメラの穴を大きくして景色を見た。明るくはなったが、景色がぼやけて見えた。ここで、ぼやけて見えることを解決するために、カメラに凸レンズが使われているという生徒たちの経験から「凸レンズを使いたい」という意見が出た。そこで、大型の段ボールのピンホールカメラの穴を大きくして、凸レンズをつけた凸レンズカメラ【資料 12】で



【資料 12】凸レンズカメラ



【資料 13】ピンホールカメラと凸レンズカメラと比べた様子

景色を見る場を設定した (てだて①)。生徒たちは、ピンホールカメラの穴を大きくして凸レンズをつけたので、わくわくしながら景色を見た。生徒たちはピンホールカメラと比べて景色がはっきりと、明るく映っている様子【資料 13】を観察して、「すごく見える」と声をあげて驚いていた。生徒 A も凸レンズをつけたり、はずしたりして何度も試し、景色がはっきり明るく見える違いに驚いていた。生徒の中には、「どうして凸レンズカメラだとはっきり明るく映るのか」、「はっきり見えるスクリーンの位置はどこか」という疑問をもった者が多かった。また、生徒 A の振り返りにも、「どうして凸レンズを使うと明るくはっきり映るのか疑問に思いました。調べてみたいです」【資料 14】と書かれていた。凸レンズを使うとどうして明るくはっきり映るのかという疑問をもつことができたことがわかる。また、その疑問を追究したいという意欲をもったこともわかる。

明るく、はっきりさせるために穴を大きくして、凸レンズで見ると、明るくはっきりうつってすごいと思いました。どうして凸レンズを使うと明るくはっきり映るのか疑問に思いました。調べてみたいです。

【資料 14】生徒 A の振り返り

(4) どうして明るく、はっきり像が映るのか(第5・6・7時)てだて②アイ てだて③

第5、6時では、どうして明るく、はっきり像が映るのかを調べるために生徒たちの疑問に沿った追究の場を設定した。「凸レンズに光を通すと光が集まるのではないか」という考えをもった生徒に対し、生徒の疑問に沿った一人一実験の場を設定した(てだて②ア)。生徒たちはそれぞれの考えで実験をした。凸レンズとスモークマシンを使った生徒は、光が立体的に一点に集まる様子を観察し、凸レンズは光を集める性質があることを理解した。生徒Aは小学校の虫メガネで光を集めた経験から「広がった光が1点に集まるのではっきり明るく映るのではないか」と予想をした。そのような生徒Aに、光が広がる光源と光を集める凸レンズを渡した。生徒Aはまず凸レンズを使わないで光が広がる光源2色を使って実験した【資料15】。

「この実験で何がわかったの?」と教師が聞くと、「凸レンズを使わない場合はピンホールカメラの穴を大きくすると、光が広がるからぼやけることがわかりました」と答えた。この発言から、生徒Aが光の広がる様子を根拠にして、ピンホールカメラの穴を広げるとぼやける理由を理解できたことがわかる。続いて、光源2色と凸レンズを使って実験をした【資料16】。

生徒Aの考察には、「光は凸レンズを通ると集まる。集まった光は、集まってない光より強い。だから、はっきり明るく見える。」【資料17】と記述された。生徒Aは、凸レンズを使うと光が集まる現象を根拠にして考察できたことがわかる。しかし、生徒Aは、具体的に、どの位置がはっきりしていて、どの位置がぼやけるのかがよくわからない様子だったので、ICT機器を活用し光の現象を写真に撮り、自分の考えを書き込めるようにした(てだて②イ)。生徒Aは、学習支援ソフトを活用し、2色の光源から出た光が同じところに集まる様子を写真に撮り、光が集まる場所に黄色の線を引いた。また、光が集まらないところに緑の線を引いた【資料18】。これにより、光が集まるところがはっきり明るく見えることがわかり、光が集まらないところがぼやけることが明確にわかった。生徒Aの考察に「光が一番集まっているところがはっきり、明るく見える」、「ここははっきり映らない、ぼやける」【資料18】と書かれていた。また、振り返りには、「学習支援ソフトで写真にスクリーンの位置をかくことで、はっきり明るく見える位置と見えない位置がよくわかりました。」【資料19】と記述されていた。光が集まっているからはっきり明るく映るとだけ考察していた生徒Aが、ICT機器を活用することで、図に線を引いたことを根拠にして、

1点から光が広がる様子



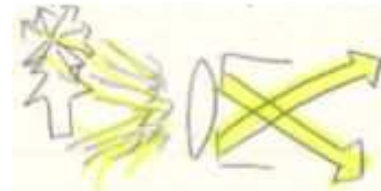
【資料15】光源2色の実験

凸レンズで光が集まる様子



【資料16】光源2色と凸レンズの実験

光は凸レンズを通ると集まる。



集まった光は集まってない光より強いだから、はっきり、明るく見える。

【資料17】生徒Aの考察



【資料18】生徒Aの学習支援ソフト

学習支援ソフトで写真にスクリーンの位置をかくことではっきり明るく見える位置と見えない位置がよくわかりました。光が集まったところとスクリーンが合うとピン트가あって明るく、はっきり見えることがわかりました。スクリーンを引きすぎると光が広がってぼやけることもわかりました。

【資料19】生徒Aの振り返り

「ここははっきり映らない、ぼやける」【資料18】と書かれていた。また、振り返りには、「学習支援ソフトで写真にスクリーンの位置をかくことで、はっきり明るく見える位置と見えない位置がよくわかりました。」【資料19】と記述されていた。光が集まっているからはっきり明るく映るとだけ考察していた生徒Aが、ICT機器を活用することで、図に線を引いたことを根拠にして、

光が集まった位置がはっきり明るく見え、それ以外の位置はぼやけることを理解できたことがわかる。しかし、凸レンズを通るといろんな光が集まって像ができる仕組みまでは考えが及んでいなかった。そこで、次に意見を交流する場を設定して生徒Aの考えが深まるようにした。

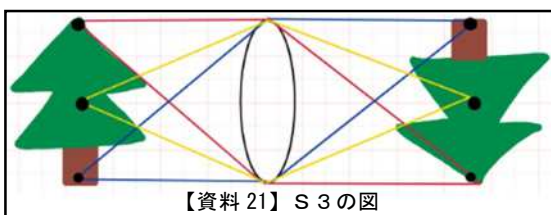
第7時では、ピントが合う仕組みや像ができる仕組みを理解するために、前時で追究したことを交流する場を設定した（てだて③）【P7. 資料20】。生徒たちは調べたことをそれぞれで発表した。S1の「明るくはっきり、映るのは光が集まるからです」【資料20】や、S2「私は立体的に調べました。凸レンズに光を通すと光は一点に集まります」【資料20】などの意見をもった生徒から話し合いを始めた。凸レンズを使うと光が集まるから明るく、はっきり映るということをクラス全員で確認した。続いて、生徒Aが「光が一点に集まるところがはっきり映ります。そこにスクリーンを合わせるとピントが合います。」という意見を言い、前時で調べたことを図で説明した。ここで、教師が、生徒Aの意見に対して、「ここ（光が一点に集まるところ）がはっきり映るということは何が映るの？」と全体にうながした。生徒Aを含め他の生徒も「像が映る。」と答えた。しかし、生徒たちの前で像を描くように促すと、生徒Aは説明ができなかった。そこで、光の道筋から像を描いたS3を意図的に指名した（てだて③）。S3は「一点から出た光は一点に集まります。他にもいくつかの点から出て一点に集まって像ができます。」【資料20】と発言し、一点から出て広がった光が、凸レンズを通ると一点に集まることを説明するだけではなく、さまざまな点から光は出ており、それぞれの点に集まって像ができることを図【資料21】で説明した。生徒Aを含め他の生徒も納得している様子だった。生徒Aの振り返りには、「光は一点だけでなく、いろんな点からも出ている。たくさんの点から出た光が凸レンズを通過して、それぞれ一点に集まって像ができることがわかりました。」と記述されていた。また、さまざまな点が集まってできていることが図で示されていた。このことから、生徒Aが、スクリーンが合うと明るくはっきり映るだけではなく、いろいろなところから光が出ており、それぞれの光が集まって像ができる仕組みを理解できたことがわかる。そして、生徒Aの振り返りには「毎回、光が集まるところは同じで、はっきり見える位置も同じなのか調べたい」ということが書かれていた。光の集まり方とはっきり見える位置の関係に疑問をもったことがわかる。次は、距離によって、はっきり見える位置がどうなるのかを調べる場を設定した。

（5）距離はどうやって決まるのかな（第8・9時）てだて②アイ

第8、9時では、前時で「光が集まるところは同じではっきり見える位置も同じなのか」という意見から、生徒の疑問に沿った一人一実験の場を設定した（てだて②ア）。生徒Aは、凸レンズと光源の距離によって、スクリーンに像がはっきり映る位置を調べられる実験装置【資料22】を準備した。生徒たちは凸レンズと光源の位置を

- S1：明るくはっきり、映るのは光が集まるからです。
 S2：私は立体的に調べました。凸レンズは光を通すと光は一点に集まります。
 A：光が一点に集まるところがはっきり映ります。そこにスクリーンを合わせるとピントが合います。
 T：ここがはっきり映るということは何が映るの？
 A：像が映る。
 T：これを説明できる人はいますか？
 S3：一点から出た光は一点に集まります。他にもいくつかの点から出て一点に集まって像ができます。

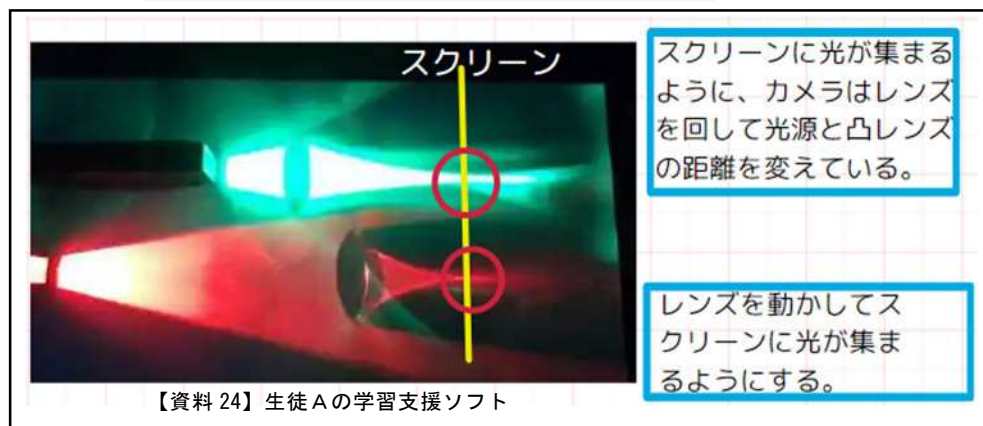
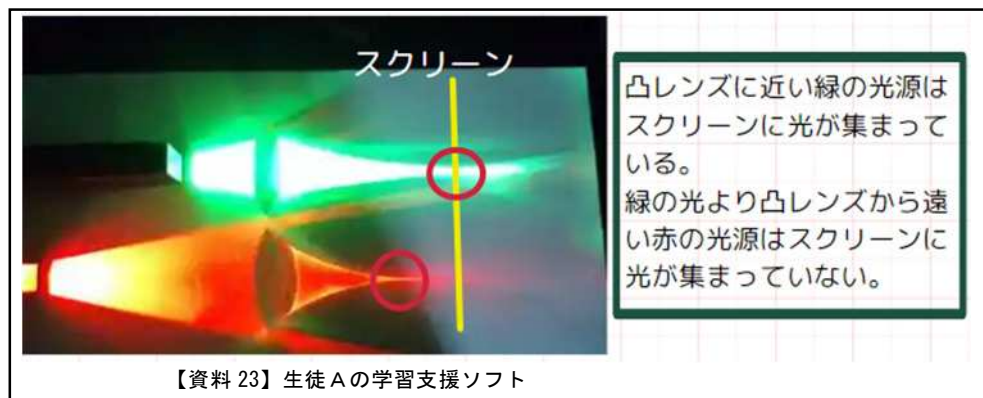
【資料20】第4時 授業記録



動かして実験をした。そうすると、ぼやけている位置が多いが、中には、はっきり見える位置があることに気づいた。また、映る像の大きさが異なることや、光源と凸レンズの距離によって、スクリーンの位置を動かさないといけないことも理解した。また、振り返りには、「凸レンズと物体との距離が近くなると、凸レンズと像との距離が遠くなり像が大きくなる」と記述されていた。これらの実験結果から、生徒Aが凸レンズと物体、像の位置関係や像の大きさについて理解したといえる。このことから、生徒が疑問に沿った実験装置を使用したことは有効であった。しかし、光源と像の大きさや距離の関係を具体的に数値化して気づいていなかった。そこで、ICT 機器を活用する場を設定した（てだて②イ）。デジタル教科書のソフトを活用し、図の光源を動かすと実像の大きさや距離の変化がわかる支援をした。生徒たちは光源を移動させて凸レンズに近づけたり、離したりして、実像の大きさと距離との関係を詳しく調べた。生徒Aも光源を動かして、実像の大きさが変わる様子の確認をした。生徒Aの振り返りには「光源が焦点距離の2倍の位置より遠いとき、実像は光源より小さくなる。光源が焦点距離の2倍の位置より近くにある時、実像は光源より大きくなる」と記述されていた。これより、デジタル教科書の図を根拠にして、焦点距離の2倍という数値を境にすると、実像の大きさが変わることを理解できたことがわかる。

（6）光の性質の学びを振り返ろう（第10時）てだて②イ

第10時は、今までのまとめとして、身の回りで凸レンズが使われているものの仕組みを追究する場を設定した。メガネ、望遠鏡、目、顕微鏡、市販のカメラなどさまざまなところで凸レンズが使われていることをインターネットで調べた。生徒Aは市販のカメラの仕組みをさらに追究した。生徒Aは、凸レンズに光源の光を通して光の現象を観察した。



ここで、スクリーンの位置を視覚的にわかりやすくするために、ICT 機器を活用し、学習支援ソフトで光の現象を画像に残し、自分の考えを書き込む場を設定した（てだて②イ）。凸レンズに近い方を緑色の光源、凸レンズから遠い方を赤色の光源にして、凸レンズと光源との距離によって、光が集まる場所が違う様子を写真に撮った。生徒Aは、緑の光源はスクリーンに集まっているが、赤の光源がスクリーンに集まっていない様子を示した【資料 23】。更に、スクリーンに光が集まっていない赤い光源の方の凸レンズを右に動かして、コラボノートで写真を撮った。そこに、光が集まるスクリーンの位置や自分の考えなどを書き込んだ【資料 24】。生徒Aの振り返りには、「カメラはスクリーンに像

をうつすようにするために、スクリーンを動かすのではなく、凸レンズを動かして、スクリーンに像が映るようにしていることがわかりました。」と記述されていた。これらのことから、実験の様子を写真に撮って、【P8.資料 23】の図と【P8.資料 24】の図を比較することで、光源に凸レンズを近づけるとスクリーンにピントが合うという現象を根拠にして、生徒Aが市販のカメラの仕組みについて考察できたことがわかる。

6 研究のまとめ

【資料 25】は生徒Aの記述内容の変容をまとめたもので、【資料 26】は生徒Aの単元後の振り返りである。これらをもとに、生徒Aの仮説とてだての検証をする。

(1) てだて① 生徒が目的意識をもって追究したくなる教材の工夫（仮説①）

第1時で「どうして上下左右が反対になるのか、押すと景色が小さくなって、引くと大きく見えるのか調べたい」【①追究】と記述し、疑問をもち追究意欲がわいた。更に、第2時で、生徒Aは、上下左右が逆に見える理由を調べたいと思い、自分の考えを確かめるために、2色の光源を準備し意欲的に実験した。振り返りには「上の光は真っすぐ下に行き、下の光は真っすぐ上に行くから反対に見える」【②個別】と書かれ、生徒Aが疑問を解決できたことがわかる。次に、像の大きさが変わる理由を調べるために、コラボノートで像をかき、意欲的に追究した。振り返りには「景色が大きくなったり、小さくなったり見える理由がわかった」

時		【資料 25】生徒Aの記述内容の変容 ※一部省略	資料
1	①追究	どうして上下左右が反対になるのか、押すと景色が小さくなって、引くと大きくなるのか調べたい	P3 資料4
2	②個別	上の光は真っすぐ下に行き、下の光は真っすぐ上に行くから反対に見える	P4 資料7
2	③個別	写真に自分の考えをかくことで、景色が大きくなったり、小さくなったり見える理由がわかった	P4 30行目
3	④交流	暗く映るのは光の一部しかピンホールカメラに入っていないから	P5 10行目
4	⑤追究	どうして凸レンズを使うと、明るく、はっきり映るのか調べたい	P5 資料14
5	⑥個別	集まった光は、集まっていない光より強い。だから、はっきり明るく見える。	P6 資料17
6	⑦個別	光が集まったところにスクリーンが合うと、ピントがあって明るく、はっきり見えることがわかった	P6 資料19
7	⑧交流	光が凸レンズを通して、それぞれ一点に集まって像ができることがわかった。	P7 29行目
8	⑨個別	凸レンズと像との距離が遠くなり、像が大きくなる。	P8 4行目
9	⑩個別	2倍より遠いと、実像は光源より小さい。2倍より近いと、実像は光源より大きい	P8 12行目
10	⑪個別	カメラはスクリーンに像が映るようにするために、凸レンズを動かして像が映るようにしていることがわかった。	P9 45行目

ピンホールや凸レンズカメラで景色を見たとき、上下左右が逆になったりなど不思議に思うことがたくさんありました。自分で実験したときは自分で答えをみつけたり、それをまとめたりして、理解しやすくてわかりやすかったです。また、仲間と話し合ったとき、自分でみつけられなかったことがみつけられたり、たくさんの気づきがあってよかったです。

【資料 26】生徒Aの振り返り

【③個別】と記述し、生徒Aの疑問が解決できたことがわかる。これらのことから、生徒Aが疑問をもち追究意欲が高まり、目的意識をもって追究したことがわかる。また、第4時で、「どうして凸レンズを使うと、明るく、はっきり映るのか調べたい」【⑤追究】と記述し、疑問をもち、追究意欲がわいた。更に、第5時で、明るく、はっきり映る理由を調べるために、光が広がる光源や凸レンズで意欲的に実験した。振り返りには「集まった光は、集まっていない光より強い。だから、はっきり見える」【⑥個別】と書かれ、疑問に対する考えをもてた。また、更に追究するために、学習支援ソフトで、はっきり見える位置を意欲的に追究した。振り返りには「光が集まったところにスクリーンが合うと、ピントがあって明るく、はっきり見えることがわかった」【⑦個別】と記述され、生徒Aの疑問が解決できたことがわかる。これらのことから、生徒Aが疑問をもち、追究意欲が高まり、目的意識をもって追究したといえる。単元終了後の振り返りには、「不思議に思うことがたくさんありました」【資料 26】と記述され、教材を工夫することで生徒Aが多く疑問をもち、主体的に追究できたことがわかる。これらのことから、てだて①は有効であったといえる。

（２）てだて② 根拠をもとに科学的に考察するための個人追究の充実（仮説②）

ア 生徒の疑問に沿った一人一実験の場の設定

「下の光は真っすぐ上に行くから反対に見える」【②個別】と記述し、光が交差する現象を根拠としてピンホールカメラが上下左右逆になることを考察できた。また、「集まった光は、集まっていない光より強い。だから、はっきり明るく見える。」【⑥個別】と記述し、光が集まる様子を図で表し、目の前の光が集まる現象を根拠にして、はっきり明るく見える理由を考察できた。「凸レンズと像との距離が遠くなり像が大きくなる。」【⑨個別】と記述し、凸レンズと光源の距離の関係を調べた実験結果を根拠にして、凸レンズと像の距離や、像の大きさの変化を理解できた。これらのことから、てだて②アは有効であったといえる。

イ 生徒の思考を助ける ICT 機器の活用

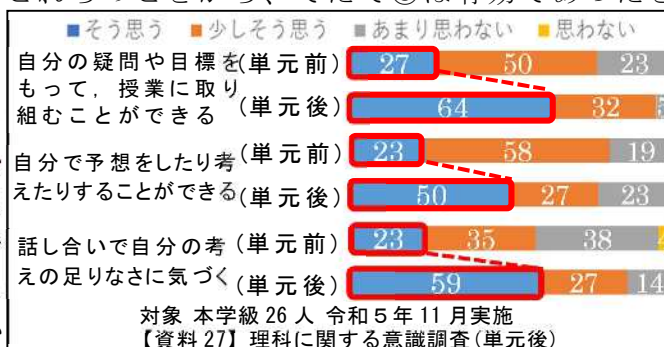
「写真に自分の考えをかくことで、景色が大きくなったり、小さくなったり見える理由がわかった」【③個別】と記述し、学習支援ソフトの画像に像を描き込んだことを根拠にして、スクリーンの位置によって像の大きさが変わることを理解したことがわかる。また、「光が集まったところにスクリーンが合うと、ピントがあって明るく、はっきり見えることがわかった」【⑦個別】と記述し、学習支援ソフトの画像にスクリーンを描き込んだことを根拠にして明るく、はっきり見える位置がどこかを考察できた。また、「２倍より遠いと、実像は光源より小さい。２倍より近いと、実像は光源より大きい」【⑩個別】と記述し、デジタル教科書の図を根拠にして凸レンズと光源の距離は、焦点距離の２倍という数値を境にして実像の大きさが変わることを考察できたことがわかる。また、「カメラはスクリーンに像が映るようにするために、凸レンズを動かして像が映るようにしていることがわかった」【⑪個別】と記述し、学習支援ソフトの画像を根拠にして、市販のカメラはレンズを動かすことでピントを合わせることを考察できたことがわかる。単元終了後の振り返りには、「理解しやすくて、わかりやすかったです」【P9.資料 26】と記述し、生徒Aが ICT を活用することで、根拠をもとに科学的に考察できたことがわかる。これらのことから、てだて②イは有効であったといえる。

（３）てだて③ 考えを深めるための実物を使った話し合いの充実（仮説③）

「暗く映るのは光の一部しかピンホールカメラに入っていないから」【④交流】と記述し、他者の演示実験や図の説明を聞いて、自分の考えを深めることができた。また、「光が凸レンズを通して、それぞれ一点に集まって像ができることがわかった」【⑧交流】と記述していたり、その様子を図で表したりして、他者の意見から自分の考えを深められた。単元終了後の振り返りには、「自分では見つけられなかったことが見つけられたり、たくさんの気づきがあったよかったです」【P9.資料 26】と記述され、話し合いから自分の考えを深めることができたことがわかる。これらのことから、てだて③は有効であったといえる。

7 成果と課題

単元後の意識調査【資料 27】には「自分の疑問や目標をもって、授業に取り組むことができる」の「そう思う」が単元前の 27%から 64%に増え、てだて①が有効であったといえる。また、「自分で予想したり考えたりすることができる」が 23%から 50%に増え、てだて②が有効であったといえる。また、「話し合いで自分の考えの足りなさに気づく」が 23%から 59%に増え、てだて③が有効であったといえる。今後の授業でも、個の学びを大切に、生徒どうしの意見が活発になる話し合いを充実させたい。



参考文献一覧

- ・ 奈須正裕『個別最適な学びと協働的な学び』，東洋館出版社，2021 年 12 月 25 日
- ・ 文部科学省「個別最適な学び」と「協働的な学び」の一体的な充実」，

https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/senseiounen/mext_01317.html

(2023 年 8 月 22 日)