

## 第1学年1組 理科

### 生徒の思考をつなげる授業実践

～ 生徒による光の世界の章の構成と見えるの見える化、そしてふりかえりへ ～

川端 康誉

今年度中高連携委員として選んでいただき、その中で授業をさせていただき運びとなった。高校の先生へのヒアリングの中で、高校の生徒の苦手意識として、実際の現象と作図とがうまく合致していない生徒が多くいるということが挙げられた。そこで、本実践では、去年から継続して行っている①「生徒の気づき疑問カードから生徒が単元構成（章の構成）を考える」そして、今回新たに意識していく②「見える見える化する」という作図を意識させた授業づくりを柱にして授業づくりを行った。また、思考を深化させるツールとして「ふりかえり」も導入した。授業を展開する中で、教科書に書いてあるから実験をするのではなく、自分たちが確かめたいことがあるから光の性質を調べていくという思考のつながりがある授業にすることができている。また、「見える見える化する」活動も生徒の思考をつなげるためのツールとして役立つものだと感じる事ができた。

#### 1. はじめに

##### 生徒による単元構成（章の構成）

「身のまわりの現象」の「光の世界」の章は、私自身中学校の時から苦手意識を持っていた章である。というのも、その現象が全く理解できず、その上、作図も受験のテクニックとしてパターンとして覚えていたからである。

今回、中高連携委員の一人に選んでいただき、この「光の世界」で授業を行う運びとなった。授業を作る上での高校の教諭との話し合いの中で、実生活の現象と作図とがうまく合致していない生徒が多いことがあがった。そこで、この「光の世界」の章で、生徒の意見をつなぎ単元構成（章の構成）をし、生徒達の単元（章）を貫く課題として「見える見える化する」という目標のもと、授業をすすめることとした。

では、どのように単元構成を行っていくかだが、まず章を貫く実験を行う。そこで出てきた気づきや疑問を「気づき疑問カード」に書いていく。そうすると一人当たり20枚以上のカードが出てきて、学級全体では400枚以上のカードが出てくる。あとはそれをこちらでカテゴリー分けしていき、生徒とともにカテゴリー分けした表をもとに単元（章）を貫く課題を決めていく。

そもそもこのやり方を始めたのは4年前小学校に勤務していたときのことである。小学校の児童は理科の授業が大好きだったが、夏休みの自由研究の課題を説明しているときに「先生そもそも教科書の通りに授業を受けていたら自由研究の進め

方も実験方法も考えられるようにならないんじゃない」と言われたのがきっかけである。おっしゃる通り、なんの疑いもなく、教科書の実験をさらっていくことに何か思考が生まれるだろうか。そうして生まれたのがこの方法である。生徒の思考を大きく方向づけし、生徒とともに作っていくことで、そこに興味・関心が生まれ、考えたいという意欲が生まれるのではないかと考えている。

この方法は、「水溶液の性質」の授業でも行なった。その単元のふりかえりで、次のように書いている。

自分たちの考えで授業を進めることは初めて行った。教科書通りにやれば実験はうまくいくが、自分で考えて実験を行い、授業も自分たちで進めていくことで実験はうまくいかなかったが、考えることができ、楽しかった。

この感想を書いたのは理沙だ。理沙は小学校のときからどこか打ち込めず、小学校の授業公開を見に行ったときもどこか、心ここにあらずで、身が入らない様子だった。そんな彼女が、このところ授業でも総合的な学習の時間においても、自分から関わっていこう、考えようという様子が見られるようになった。そこで、本単元（章）でも彼女の学びを追うことで本実践をまとめていくことにした。

## 2. 学びの実際

### (1) 気づきと疑問を書き出す (第1時)

この時間は、多くの「光」に関連する物理現象に触れるべく、光源装置、レーザー、凸レンズ等を自由に使って実験する時間をとった。この時間理沙は、20枚ほどカードを出してきた。

- ・光は直進する。
- ・光が反射した。
- ・先生が光に近づいたら影が大きくなった。
- ・光を透過するものがある。
- ・レンズで光が曲がった。
- ・虫眼鏡を通すと逆になる。
- ・光の線が見える。
- ・光はなぜ熱くないのか。
- ・虫眼鏡でアの字を近くから見るとアに見えて遠くから見ると逆に見える。

など

### (2) 単元を貫く課題を決める (2時)

各自が出してきた疑問と気づきをカテゴリ分けしたものを生徒全員で共有し、何を「単元を貫く課題とするか」考えた。

理沙の班では、自分たちが何について調べたいかを中心に話始めた。

理沙：ちょ、この気づき俺の書いたやつやん黒板に貼ってある原本(図1)を見に来る。理沙嬉しそう。

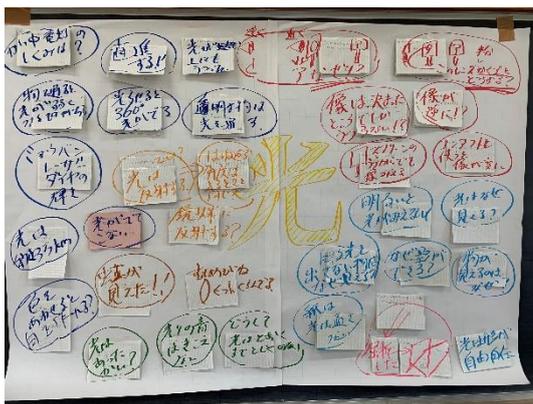


図1. 気づき疑問カード集約

- A : 反射について調べてもいいんじゃない。  
B : いや、この凸レンズの実験をもっとちゃんとやってみたい。  
理沙：じゃあアの物体の見え方が、レンズから目

の距離で変わるのを調べればいいんじゃない?

B : それなら、レンズを隠すとどうなるかもやってみてね。

話の中心は自分たちが「やりたい」ことだったが、それが意欲であり、原動力ではないかと感じた。現に自分の意見がのっていることに喜びを感じ、やりたい活動としてもグループの中で意見として挙げている。

班ごとに単元を貫く課題としてふさわしいものを出し合い全体で話し合うことになった。班ごとの課題は思ったよりもばらつきはせず、次の5つが挙げられた。

- ① 光はなぜ見えるか。
- ② 反射の法則はあるのか。
- ③ 凸レンズを半分隠すとどうなるか。
- ④ 凸レンズの像ができる場所に法則はあるのか。
- ⑤ 凸レンズと目の距離が変わると像の見え方が変わるのなぜか。

そこから④は③と⑤をやっていくうちにわかるのではないかという意見があり、なくなり、②も反射は④と⑤を考えるうえで知っておかなければならない知識だから扱おうという意見がでて消えた。①に関してはどうしてもこれはしたほうがいいという強い意見を持った生徒がいて、④と⑤は決定で①はどうするか先生が決めていいということになった。

なぜ、この課題にしたほうがいいか根拠をのべよというまでもなく、「その課題にはこれは通らないといけない道だろ」や、それは今回必要ないのではないかという意見がでてきた。根拠としてはまだまだ薄い今後繰り返すことによって根拠がしっかりした活動になっていくのではないかと考える。

この時間は単元を貫く課題を考え、光源と光の直進性の性質を押さえて終わった。

### (3) 課題の追究 (第3～5時)

課題を解決するために疑問をつなげる

#### ① 物体はなぜ見えるか (第3時)

学習課題を解決するために、まず1つめに出て

きた「物体はなぜ見えるのか」について考えた。そもそも何故見えるのか問いを投げかけるとその光が入ってくるからだという話になった。また、そのとき、光の線をすべて書こうと促した。

教員：それでは、光の線を書いてみて下さい。

C：これでいいですか（黒板に数本だけ書く）

教員：え、これでいいの？？目ここだけど（黒板の図に示されている目を指さして言う）

D：もっと長いんじゃない？

E：もっと沢山かかかないと行けないと思う。

教員：え、なんでなんで、なんでそう思う。

F：光は無数に出てくるから書くと真っ黒になると思うから∞で書いたら良いですよ。

教員：それ良いね。書いてみて（笑）  
（書いてもらう）

教員：こんな風に光があると書き切れないから理科では（教科書では）分かりやすい線だけ書くんだね。

このようにして、光源の見え方についてまとめていった。

光源はわかるが光を出さない物体はどうか班で話しあうこととなった。

理沙の班は、すぐに光源が見える理由を参考にして反射という言葉を使いながら説明し始めた。（図2）

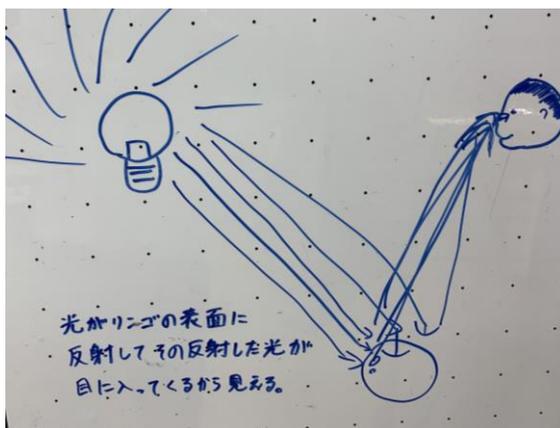


図2.理沙の班の物が見える理由図

理沙：光が物に反射して目に入るから何じゃないかな。

A：（線を書く）

教員：え、これはなんで数本書いたの？

理沙：え、一本でことはないと思ったんで、何本

か書きました。

教員：なるほどね（笑）

光はたくさん出てるもんねえ。この方向以外には書かないの？

B：あんまり書くとわかりにくくなるんで。

教員：そっかそっかそりゃそうか。

その後、班ごとに簡単に説明してもらった。すると他の班から次のような意見も出てきた。

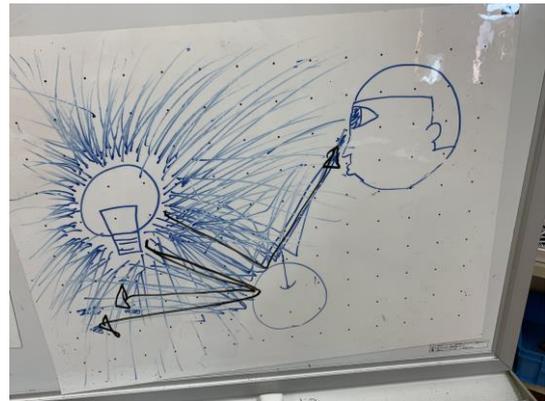


図3.他班の物が見える理由図

この班では、直接的ではなく間接的に飛んできた光も目に入るのではないかという意見や線は、やはり沢山書いた方が信憑性が出るのではないかという意見がでた。跳ね返った光が入るという思考は光を考えるうえで必要な思考である。そのため、あえて、全体に共有し、こういう思考はとてもいいと評価した。線の量については、テストでは、分かりやすいように1本だけ書くことを押さえた。

その後、単元の方角性を決める話し合いが生まれた。

H：図を書く「見える」という現象が分かりやすいな。

教員：そうだね。口ではなかなか説明しにくいことも図だとわかりやすいね。あれ、これってIが最初のカードで言った「見えるとはどういうことか」とつながるね。せっかくだし、これを1つの柱にしよう。

この単元の1つの柱として「見えるの見える化をしよう」という目標を生徒とともに作った。この授業の理沙のふりかえりには、

今日はなぜ物体が見えるのか調べました。最初は光源が物体に反射して見えているのだと思いました。実際に班で考えてみて物体が見えるのは光が物体に反射して目に入ってくるから見えるということが分かりました。光はその物体だけでなく人の口やおでこ、そのほかの壁などいろいろなところにも反射している。班の話し合いの中で、物体に反射して目に入ってくる光の数は1つとは限らないという話も出てきました。

理沙は、ほかの生徒の意見も自分の思考に取り入れ尚且つ班での話し合いからも学びを深化させていた。思考が生まれるときそこにさらなる深まりが生まれることを教えてもらったような気がする。

## ② 反射の法則を探れ (第4・5時)

この時間は、鏡に反射する光の進み方について全体で考えた。この課題は、Hさんの「はね返る角度にきまりがある」という気づきから設定した。そこで、Hさんに説明をお願いしたが、なかなか言語化ができなかったため、全体でもう一度「きまり」を探す時間とした。実験してみると、なかなか言語化が難しい。私のほうで簡単にまとめてよかったのだが、どうしても自分たちの言葉でまとめてほしかった。

N : どっちも  $40^\circ$  です

教員 : ん？ちょっと待ってどこどこが？

N : こことここですよ。(指で表すがよくわからない)

教員 : ちょっともう少しわかりやすく誰か教えて。Mさんどう？

M : 同じ角度で反射されます。

教員 : つまりどこどこが同じなの？

M : いやだからこことここが

(ほかの生徒も次に次にあーでもないこーでもない言い出した)

T : 先生、わかりました。

教員 : ならTさんよろしく。

T :  $80^\circ$  だったら  $40^\circ$  と  $40^\circ$  だから

教員 : ちなみにこの線はなんなの？

という風に現象の言語化に生徒はとても苦戦して

いた。しかし、それこそが科学である。そこは生徒が説明し、法則化することに時間を割きたかった。結局、予定では実験を含め20分で終わる予定だった法則化に35分を費やした。

しかし、私の本時の悩みどころはここからだった。鏡の性質を理解するうえで、「鏡の特性から光の進み方に入る」か「光の進み方から鏡の特性に入る」か、まだ自分の中で決めかねていた。その迷いのまま遂に授業で扱う時間に来てしまった。

ここで、迷った挙句決められないので、あえて「鏡を遠くにやると映る範囲は広くなるか狭くなるか」という質問を投げかけ、本時の課題を「鏡の秘密を探ろう」という方向にもっていくことにした。「鏡を遠くにやると映る範囲は広くなるか狭くなるか」という質問に対する答えは、ほぼ全員が広くなるという意見。しかし、実験してみると変わらない。「鏡のことが分からないと理由がわからない」という生徒の意見がでる。ここで「鏡の秘密を探ろう」という課題の設定を行った。そして、ここであえて、もう一つ課題で出す予定だった「全身を映すには最短何センチの鏡が必要か」という問題も生徒に提示した。もう敢えて課題をすべて提示して、思考の仕方は生徒に任せようという半ば丸投げに近い形で授業をすすめることとした。自分の中ではまとまらないから生徒にどうにかしてもらおうという、賭けのような授業をすることとなる。「全身を映すには最短何センチの鏡が必要か」という課題を最終課題に据えて、授業は進んでいく。

鏡の性質を探る上で前回も行った「見えるの見える化」を行うことを示した。配布したのは鏡と消しゴムが書かれた方眼のワークシート。どのように光は進むのか書いてみようという自由に光の進み方を書いてもらった。これも半ば丸投げ状態。前回同じように行っているので、うまく思考がつながってくれるといいなというささやかな希望の中授業は進んだ。前回と違うのは方眼を付けたこと。

状況は好転した。生徒は最初適当に光を反射させた。しかし、マス目に注目する生徒が現れたり、角度を測っている生徒も見られた。

いくつかの反射の図が出てきたので紹介していく。

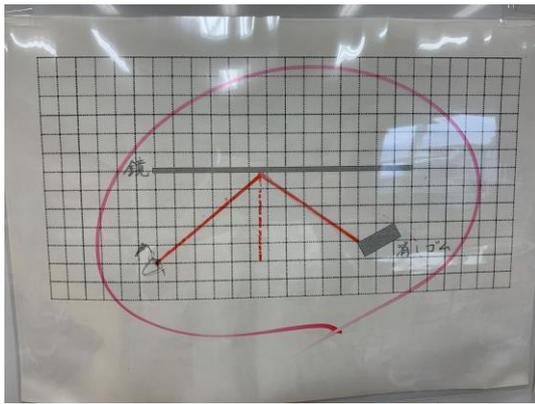


図3.分度器を用いて作図

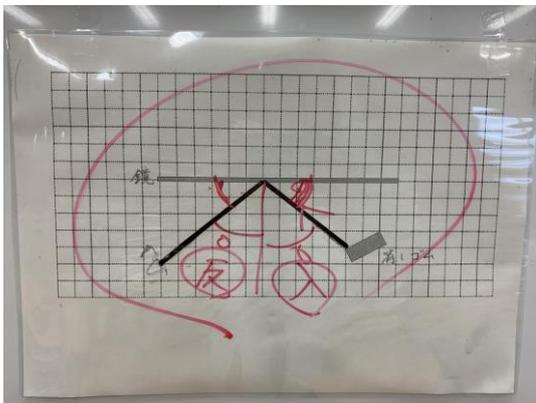


図4.方眼を用いて作図

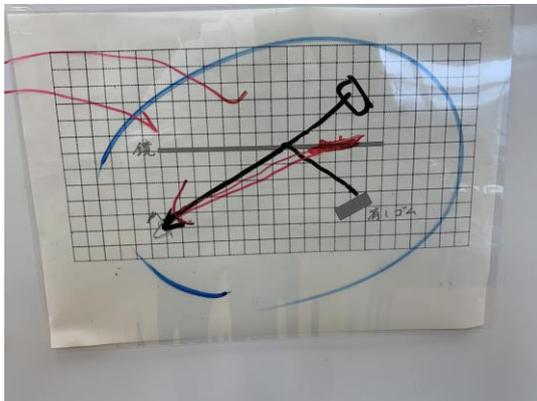


図5.鏡表面に物体が映ることを利用した班

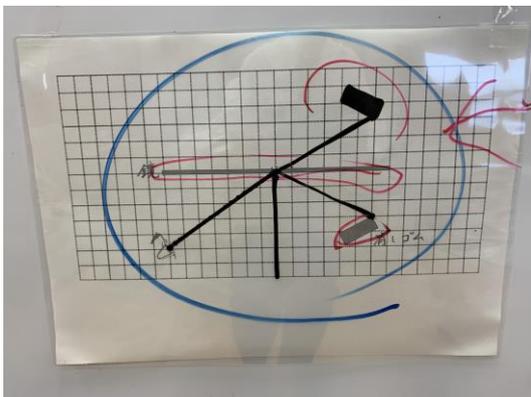


図6.鏡の奥に物体が映ることを利用した班

図3を書いた班は、分度器を用いて角度を調整した。図4を書いた班はマス目の数で角度をそろえた。図5の班は鏡の表面に像ができるのではないかと考え、そこからの光を書いてはどうかという意見が出たが、そこだと光の進み方のつじつまが合わないと班で指摘し合っていた。この意見を出した生徒は、理科に全く興味がなく、いつもどこか集中できていないように見えた生徒ただだけに驚いた。この概念は「像はどこにできるのか」という根本的な概念にも必要であり、ほかの生徒にとっても新しい発見だった。図6は、鏡の奥に像をとり、そこから光が来るように書くときれいに書けるという意見だった。教科書等は見ずに考えたようだ。これが本当ならすごい気づきである。

この図で班ごとの共通点等を全体で話し合い、鏡の性質をまとめた。

この知識をもとに、「全身を映すには最短何センチの鏡が必要か」という課題に挑むこととなった。10分の時間を与えて、できたものから川端のところにもってきて説明せよという形で行った。3分の1ほどが自力で解決できたが、残りの3分の2は全体解説で理解する形となった。ここで、時間が来た。ふりかえりを書いて終わった。宿題は、「鏡を遠くにやると映る範囲は変わらないのはなぜか」という課題を出した。

また、この消しゴムの実験中に人によって見える場所と見えない場所があることを発見した生徒がいた。これも全体に共有し、今度の間テストでその問題を出すことを伝えた。今回の授業での理沙のふりかえりでは、次のようにまとめている。

今日した実験で鏡のきよりではなく長さが見える範囲と関係していることが分かった。

目が向いているまっすぐな方向にある光は鏡に反射したら目にもどってきてしまうので鏡の下の方に反射した光を使って考えてみる。すると、入射角と反射角が同じになるように線で結んでみると。距離が近い場合でも遠い場合でも鏡に反射して見える範囲は変わらないことが分かる。

だから、鏡の長さが変わらないから距離が遠くても近くても見える範囲は、変わらなかった

ちゃんと理解して課題を解いているのがわか

る。また、ノートを見ると実線で書く部分とそうでない部分も自分の言葉で説明しているなど、「光」という概念が少しずつ彼女の中で、骨格ができつつあるように感じた。理科は苦手だと言っていた彼女の成長を見るとうれしくなる。

### ③ 屈折の法則を探れ (第6・7時)

この時間は、屈折について全体で考えた。この課題は、「レンズやガラスなどに光を通すと光が折れる(曲がる)」という気づきから設定した。この時間も発見者に説明してもらい、もう一度実験して確かめる形をとった。

～とりあえずここまで～  
公開研究会に続く