

# 【主題】「光の現象」における『学び合い』による単元内自由進度学習の実践

## 【副題】生徒主体の学びを実現

【学校・団体名】石川県金沢市立高岡中学校

【役職名・氏名】 教諭 浅見 拓真

### 1. はじめに

本実践は、中学校1年生理科「光による現象」において、『学び合い』による単元内自由進度学習を行うことで、生徒の主体的な学びと学習内容の理解を助けることを目的としている。

#### 1) 『学び合い』について

『学び合い』では、教師は「おしゃべりして良い」「席を立てて動いて良い」「何を見ても、誰に聞いても良い」ことを伝え、生徒は数人のグループになって一緒に学ぶ。わからないところは級友に聞き、答え合わせも自分たちで行う。生徒が課題を解決できない原因は多種多様であり、その解決には膨大な対話が必要となるが、ひとりの教師がこれらすべてに対応することは不可能である。しかし、生徒が生徒に教えれば、ひとりの教師の数十倍の時間をかけることができるため、生徒は課題を解決することができる。<sup>(1)</sup> その過程で生徒たちは協働し、集団の力を高めていく。

### 2. 『学び合い』による単元内自由進度学習の実践

本単元の5時間を、『学び合い』による単元内自由進度学習で進めた。授業では講義は行わず、全ての時間を生徒に委ねた。生徒はオンライン上の教材と、理科室にある教材を活用し、学び合いながら学習を進めた。黒板にはネームプレートを貼り、それを生徒が進捗に合わせて移動させることで、現在の学習状況を可視化した。



単元内自由進度学習を行う上で重要なのは、生徒に『学び合い』の学校観が浸透していることと、好奇心を駆り立てる単元の導入、多数かつ多様な学びの選択肢である。これがなければ、ただの壮大な自習になるか、授業崩壊する。

『学び合い』の学校観については、年度当初から語りや理科通信で伝え続けている。具体的には「学校は人と

生きることを学ぶためにある」、「人は集団で生きるという進化によって繁栄した生物であるため、どれだけ世界が変化しても人が人と生きていくことは変わらない」、「コミュニケーション能力とは、得意なことで仲間を助け、苦手なことは仲間に助けてもらう能力である」、「社会から求められている力はコミュニケーション能力や主体性である」といったことを伝えている。

主体的な学習を実現するために効果的といわれているのが「駆動質問：Driving Question」<sup>(2)</sup>である。これは、生徒の興味を駆り立てる問いであり、生徒はこの問いによって自分とは無関係であった学習内容が自分ごとになる。本単元の導入として、円虹を含む様々な虹や、プールで首と身体が離れているように見える現象（海外の有名TikTokerの動画）、チンダル現象によるレーザー光の可視化、水を注ぐと向きが変わる矢印、ホログラムのカエル（ボルマトリクス）など、光に関する面白くて不思議な現象を体験させ、「これらをすべて説明できるようになるのがこの単元だ」と伝えるところから始めた。

生徒に学校観が浸透し、効果的な単元の導入ができたとしても、交流が班に限定されていたり、使用できる教材が教科書だけでは、単元内自由進度学習は成立しない。多数かつ多様な学びの選択肢が必要である。本実践では、生徒は自由に移動し、オンライン上と理科室内に用意した多数の教材を自由に活用できる。また、提出物は最初から公開設定にし、他の生徒の考えをいつでも参考にできる。

#### 1) オンライン上の教材

本実践では、ベネッセコーポレーションの提供する授業支援ソフト「オクリンクプラス」を活用した。オクリンクプラス上に、本単元5時間分の授業スライドや実験書、動画、シミュレーション等を全て並べ、生徒がいつでもアクセスできるようにした。

オクリンクプラス上の教材は、以下の6種類であり、カードの色で分けている。赤色のカードは提出カードで、全員が提出する。緑色のカードは実験書で、全員が

実験を行う。実験の結果や考察は提出カードとなっている。黄色はヒントカードで、解説動画やシミュレーションのリンクを貼ってある。応用問題（青色）や入試の過去問（紺色）も用意した。



生徒はそれぞれ提出カードを作成し、提出BOXに提出する。提出BOXは提出カードの種類だけ用意した。教師は提出BOXを見て、必要があれば個別にフィードバックを行った。



生徒は、授業スライドやヒントカードを使って学び、提出カードを作成して提出する。生徒には、何を見ても誰に聞いても良いことを伝えており、生徒は自由に移動し、級友と協力しながら理解を進めていく。提出BOXは全て最初から公開にしており、すでに提出した生徒のカードをいつでも参考にすることができる。また、生徒氏名も公開にしており、提出した本人に直接聞きに行くこともできる。生徒は教科書を見たり、ヒントカードを参考にしたり、級友に聞きに行ったりしながら、提出カードを作成していた。



本単元でヒントカードに使用したシミュレーションは、全てPhET<sup>(3)</sup> (The Physics Education Technology Project) のものを活用した。PhETは、コロラド大学ボルダー校が開発したインタラクティブなシミュレーション教材であり、非常に見やすく、生徒の直感的な理解を助ける。



## 2) 理科室内の教材

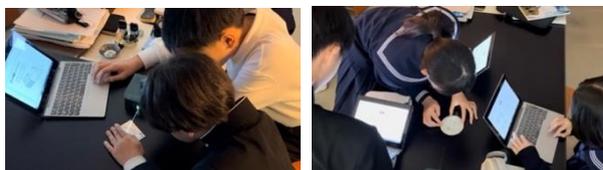
理科は実物を体験することにこそ価値がある。理科

室の後方を実験の場所として開放し、光源やガラスなどの実験器具、本単元の学習内容に関する実物を多数用意した。

実験器具は、光を1本から3本まで自由に出すことができる光源（8台）、分度器付きの鏡（6セット）、半円ガラスと分度器（6つ）、プリズム（6つ）を用意した。



これらを使うことで、本単元必須の実験である「鏡の反射」、「屈折（空気中からガラス中）」、「屈折（ガラス中から空気中）」、「プリズムによる分光」の全てを行うことができる。



また、本単元の学習内容に関する実物として、オクリンクプラス上のカードに対応した教材を多数用意し、実際に生徒が現象を体験できるようにした。以下に例を示す。

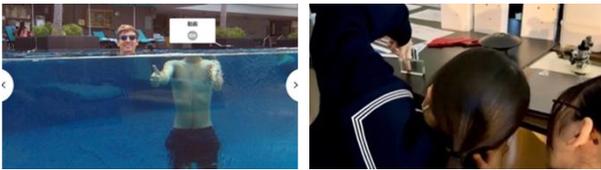
### ① 鏡の反射の作図

鏡の前に物体を置くと、鏡の中の、同じ距離だけ奥に像が見える。この現象の作図は、まず像を書き、像と目を直線で結ぶことで作図する。この現象の実物を用意することで、物体に光を当てると、光は鏡の中を直進し、像に当たることがわかる。実物と作図がつながることで、生徒の直感的な理解を助ける。



### ② プールの中にいる人の首がずれて見える理由

授業スライドに、海外の有名TikTokerの動画（プールの中で首がずれて見える現象の動画）のリンクを貼ったものを用意した。この実物として、ガラスの向こう側に消しゴムを置き、同じ現象を確認できるようにした。実際に自分の指で実験し、指がずれて見えることを確認する生徒もいた。



### ③ 水を注ぐと見えるコインと消えるコイン

茶碗の底にコインを入れ、水を注ぐと、光が屈折してコインが見えるようになる。この現象は高校入試でも頻出(2022 東京など)であるが、理解するのが難しい。そこで、実物を用意し、何度でも納得のいくまで実験できるようにした。



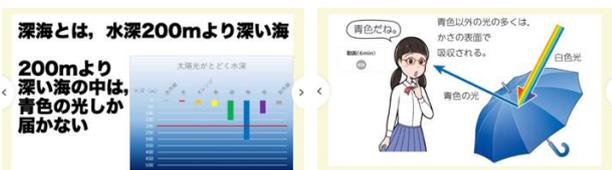
ガラスのコップの下にコインを置き、水を注ぐと、コインから出た光が全反射してコインが消えたように見える。全反射自体が難しい内容であるため、実物を用意し、何度でも繰り返し実験できるようにした。



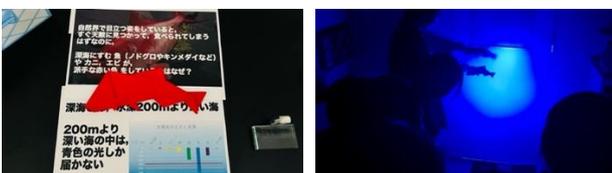
### ④ ノドグロ(赤い深海魚)はなぜ赤色なのか

地元石川県的高级魚として知られるノドグロは、真っ赤な色をした深海魚である。派手な赤い魚は目立つため生存に不利だと思われるが、実際は逆である。

赤色の物体が赤く見えるのは、赤以外の光を吸収し、赤の光だけを反射しているためである。ノドグロのような深海魚がすむ深海には青色の光しか届かないため、ノドグロは光を反射せず、その姿は見えない。



この内容は色の学習に最適であるが、難易度が高く、教科書には載っていない。そこで、実際に真っ赤に塗ったノドグロの折り紙を用意し、青いLEDの光の中に入れる実験を用意した。



生徒はこの実験により、まず結果を知ってから、既習内容を踏まえて理由を考察することができる。

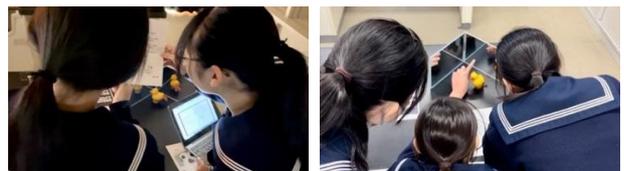


### ⑤ アヒルと鏡の問題(2013 茨城県高校入試問題)

早く課題を終えた生徒への発展課題として、他県の公立高校入試問題を3問出題した。



生徒は実物を触りながら問題を解き、理解していた。また、この教材は理科室に置いたままにしているため、休み時間に3年生の生徒が問題に取り組む姿も見られた。



この他に、次のレンズの学習につながる教材も用意した。以下に、いくつか例を示す。

#### ① 水を注ぐと逆を向く矢印

SNSでよく目にする、水を注ぐと向きが変わる矢印の実験を、実際に用意した。この現象自体非常に不思議で、生徒はSNSでよく目にする現象を実際に見て驚いていた。また、この現象自体がレンズそのものであり、次の学習につながる。

#### ② 触れないカエル(ボルマトリクス)

凹面鏡を向かい合わせたものをボルマトリクスという。これは、中に置いたものの像を浮かび上がらせることができ、はっきり見えるが触れることができないという不思議な体験ができる。今回はボルマトリクスの中心にカエルのおもちゃを置き、触れることができないカエルを用意した。生徒は何度もカエルに触ろうと試み、不思議がっていた。この現象は面白いだけでなく、光が集まって実像ができるという点で、レンズの学習と非常に関連が深い。

### ③ ソーラーライター

ボルマトリクスと同じ凹面鏡で、太陽光を利用して火をつけるソーラーライターを用意した。生徒は小学校で、レンズ（虫眼鏡）を使って光を集め、紙を燃やす実験を行なっている。光を集めることは、レンズだけでなく鏡でもできることを示す良い教材である。



この3つの教材は、本単元の導入で演示実験として示し、その後理科室後方に置いて、いつでも生徒が実験できるようにした。

### 3. 成果と課題

本実践では、理科を苦手と感じている生徒でも取り組めるように、全員必須の「提出カード」は基礎的な内容にとどめ、難易度の高い内容は提出任意の「応用問題カード」として扱った。しかし、理科が得意な生徒だけでなく、理科が苦手な生徒も「ノドグロはなぜ赤色なのか」などの応用問題に挑戦しており、仲間と協力しながら実験やカードの作成をしている姿が印象的であった。



授業を担当した学級の担任が、「子どもたちが生活ノートに理科の授業のことをたくさん書いてきていますよ」と、生徒たちのコメントを見せてくれた。生徒たちは本実践の新しい学び方に対してたくさんの肯定的なコメントを書いてきていた。

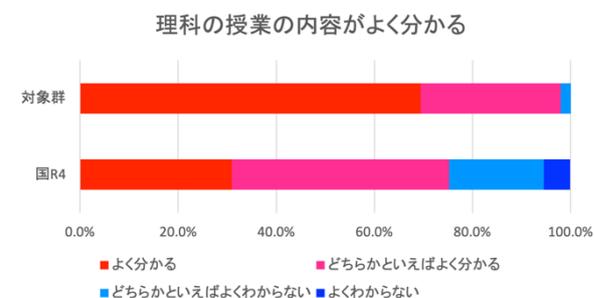
また、端末上で理科の授業の履歴を見た社会科の教員が、「私も単元内自由進度学習をやってみます」と、本実践と同じスキームで授業を行った。自由進度学習を始める際の語りは「理科で（自由進度学習を）やっているよね。同じことをするよ。」とだけ伝えて始め、うまくいったと聞いている。これまで生徒には「なぜ学校に来るのか」「なぜ単元内自由進度学習をするのか」「なぜ『学び合い』をするのか」を語ってきた。他教科で準備なしで同じことができるということは、生徒に学校観が浸透しているということであり、大きな手応えを感じた。

担当する1年生2クラス（58人）を対象群とし、学校評価の授業アンケートと、単元小テストの結果について考察した。

### 1) 授業アンケート

学校評価の授業アンケートについて、本校の学校評価は全国学力・学習状況調査と同じ文言となっているため、全国学力・学習状況調査の結果と比較した。

対象群は肯定的な回答が98.0%で、国と比較して22.8%高く、 $\chi^2$ 検定を行ったところ、有意な差があることがわかった（ $p = .000$ ）。



### 2) 単元小テスト

単元小テストについて、他県の公立高校入試の問題を出題し、正答率を比較した。

対象群は、正答率が69.4%で、他県の受験生の平均と比較して25.3%高く、検定を行ったところ、有意な差があることがわかった。（ $p = .000$ ）

以上より、担当する対象生徒は、授業をわかりやすいと感じており、理解度が有意に高く、本実践が生徒の学習内容の理解につながるということがわかった。今後は、本研究のような生徒に委ねる授業実践を続け、さらに生徒の理解と意欲が向上し、主体性を育てる『学び合い』となるように、研究を続けていきたい。

### 4. 参考文献

- 1) 三崎隆、西川純（2009）「達成度の異なる gatekeeper と end user の間の会話内容に関する事例的研究」、日本教科教育学会誌 31 巻4号
- 2) 三宅なほみ・白水始（2003）「学習科学とテクノロジー」、放送大学教育振興会
- 3) The University of Colorado Boulder - PhET Interactive Simulations  
(<https://phet.colorado.edu/ja/>)

### 謝辞

本実践にあたりご指導いただいた、野田美由紀様（前石川県加賀市立庄小学校 校長）、村田耕一様（前 広島県教育委員会 義務教育指導課 教育指導監）に、この場を借りて御礼申し上げます。