

1. 単元名 単元3 「身近な物理現象 1章『光の性質』」

2. 単元の目標

- ・光の屈折における入射角と反射角の規則性を理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付ける。【知識及び技能】
- ・光の屈折について見通しをもって解決する方法を立案して観察、実験を行い、光が通る物体の違いに着目して実験結果を分析して解釈し、光の屈折における入射角と反射角の規則性を見出して、表現することができる。【思考力、判断力、表現力】
- ・光の屈折に関する事物・事象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度を高めるとともに、自然現象を総合的に見ることができるようになる。【学びに向かう力、人間性】

3. 単元について

(1) 単元観

小学校では、第3学年において「光と音の性質」について学習しており、日光は直進し、鏡などで集めたり反射させたりできること、物に日光を当てると、物の明るさや温かさが変わることについて学習している。本単元では、理科の見方・考え方を働かせ、光の屈折に関して問題を見出し見通しをもって実験を行い、その結果を分析して解釈し、規則性を見出させ、日常生活や社会と関連付けて理解させるとともに、光や音に関する観察、実験の技能を身に付けさせることが主なねらいである。

(2) 生徒観

本学級の生徒（男子15名、女子21名、計36名）は、課題に対して誠実に取り組む生徒が多い。予想や考察を行い、ワークシートに記述する活動では、積極的に自分の意見を出す様子が見受けられる。一方で、少人数グループで意見を交換する際に、他者の意見を聞いたときにその意見にすぐに納得してしまい、自分の意見を伝えずに終わってしまう場面も見られる。そのため、無批判に他者の意見を受け入れ、教員からの指摘によって自分の考えの不備に気づくことが多い。2023年6月に第1学年全員を対象として、高見・木下(2017)が開発した批判的思考尺度を用いて調査を行ったところ、表1に示す結果が得られた。この結果から、第1学年の生徒は「多面的な思考」「反省的な思考」に課題が見られることが明らかとなった。特に、実験データを正しくないかもしれないと疑って見る生徒が少なく、1回の実験結果で規則性を見出そうとする様子が見受けられる。また、他者の意見に対しておかしいところがないか疑問を抱いたり、質問したりする様子はあまり見受けられない。本実践では、これらの能力の育成を重点課題として取り組む。なお、調査結果の詳細は教科総論に示す。

表1 批判的思考の実態調査の結果

因子	平均得点
他者との関わり	4.23
探究的な思考	4.17
多面的な思考	4.08
反省的な思考	3.89
健全な懐疑心	3.09

(3) 指導観

図1及び図2に、本単元で使用するワークシートを示す。このワークシートの活用を通して、「多面的な思考」及び「反省的な思考」の育成を目指す。

まず、「多面的な思考」とは、実験の結果をすぐに結論づけるのではなく、多面的に捉える思考である（高見・木下，2017）。本単元で扱う実験は比較的容易な操作で行えるものであり、全円分度器を使用することから数値として明瞭な結果が得られる。しかし、だからといってすぐに結果の分析と考察に進めるのではなく、得られたデータを批判的に捉えることが重要となる。本単元では、

図2の①のように、実験方法も踏まえ得られたデータは正しそかを振り返るチェック項目を設け、班ごとに確認を促す。

また、「反省的な思考」とは、一度出した考えを反省的に省みる思考である（高見・木下，2017）。本単元では、特に仮説設定や考察の場面において、自分や他者の考えを省みることを促す。

生徒観に示したように、本学級の生徒は無批判に他者の考えを受け入れる実態がある。このような実態の原因の一つとして、自分の考えと他者の考えの共通点や相違点を理解できていないことが考えられる。そこで仮説設定の場面では、図1の②のように、他者の仮説の理由について「なるほど」と思ったことや「どうして?」と疑問に思ったことを記述するよう促す。「なるほど」という思いは、主に自分の考えに目を向けたものである。一方、「どうして?」という疑問は、主に他者の考えに目を向けたものである。これらの思いや疑問を意図的に誘発する学習場面を設定することで、自分や他者の考えを省みる契機としたい。

考察の場面では、図2の③のように、事実と解釈を明確に区別して記述することを促す。考察の書き方を整えることで、自分の考えと他者の考えの共通点や相違点を捉えやすくなると考えるためである。

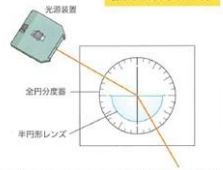
課題:光が異なる物質を進むとき,どのような規則性で光は進むのか。	組 番 氏 名
仮説設定の手がかり: 水中射的では,目の届くまでの光はどう進んでいたと考えられるだろう?図に,見えた魚の像と目に届くまでの光の道筋を書いてみよう。 	実験の方法 実験2 光の屈折 目的 光がガラスを通る時の進み方を調べる。 観測点 光がガラスに入るときやガラスから出るとき,入射角と屈折角の大きさはどのような関係になるか。 必要なもの □光線装置 □半円形レンズ □全円分度器(分度器目盛りのついた用紙) □実尺 1 全円分度器の上に半円形レンズをのせる。 2 空気中からガラスに入るとき,光の進み方を調べる。 入射角を0°, 30°, 60°としたときの屈折角の大きさを記録する。 3 ガラスから空気中に出るとき,光の進み方を調べる。 入射角を0°, 30°, 60°としたときの屈折角の大きさを記録する。 注意 ●レーザー光線は目をいためることがあるので,レーザー光線は使わない。 ●目をいためることがあるので,光源装置から出た光を直接目に入れないようにする。 
自分の仮説 光が異なる物質を進むとき, という規則性がある。	結果の見通し:クラスの仮説通りなら,実験の結果はどのようになるでしょうか。
他の人の仮説の理由で「なるほど」と思ったことや「どうして?」と思ったことを書きましょう。 ②	☐ 実験前に,実験の目的を確認した。 ☐ 実験前に,実験方法をよく理解した。 ☐ 実験前に,実験方法に問題がないことを確認した。 ☐ 実験前に,自分の仮説におかしいところはないか確認した。
クラスの仮説 光が異なる物質を進むとき, という規則性がある。	振り返り②
振り返り①	

図1 考案したワークシート(第4・5時使用)

課題:光が異なる物質を進むとき,どのような規則性で光は進むのか。		組 番 氏名	
実験結果:実験結果をわかりやすく整理しましょう。 ①		学習したことの整理	
ここから考察!とその前に。 データは正しいか確認をしましょう。 ☐ 実験後に,結果におかしいところはないか確認した。 ☐ 実験後に,実験のやり方に間違いはなかったか確認した。		整理した内容は,実験結果から 納得! まあまあ納得 少し納得できない 納得できない! 納得できるものですか? 4 3 2 1	
考察:実験結果から言えることを説明しましょう。 (結果)光が空気中からガラスへと入射するとき, (言えること)この結果から, (結果)光がガラスから空気中へと入射するとき, (言えること)この結果から, ③		学習したことをもとに考える: 水中射的では,目の届くまでの光はどう進んでいたと考えられるだろう?図に,見えた魚の像と目に届くまでの光の道筋を書き入れ,言葉でも説明しよう。  	
↓ つまり, ☐ 考察をするときに,他のグループの結果を確認した。 結論:課題(問い)に対する結論(答え)を書きましょう。 光が異なる物質を進むとき, という規則性がある。 ☐ 結論を出すときに,考察に基づいて考えた。			
振り返り③ 		振り返り④ 	

図2 考案したワークシート(第6・7時使用)

4. 単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	学びに向かう力,人間性
光の屈折における入射角と反射角の規則性を理解するとともに,それらの観察,実験などに関する技能を身に付ける。	光の屈折について見通しをもって解決する方法を立案して観察,実験を行い,光が通る物体の違いに着目して実験結果を分析して解釈し,光の屈折における入射角と反射角の規則性を見出して,表現することができる。	光の屈折に関する事物・事象に進んで関わり,科学的に探究しようとする態度を高めるとともに,自然現象を総合的に見ることができるようになる。

5. 指導と評価の計画(全10時間)

時	学習活動	重点	記録	評価規準
	【事前調査】 ・批判的思考に関する質問に回答する。			

1	【光の直進】 ・空気中、水中、ガラスの中などを光が直進すること、ものの見え方について演示実験を通して理解する。	態		・光が直進することやものの見え方について説明しようとしている。
2	【光の反射の実験と考察】 ・鏡を通して見える物体がどこから見えるかを考えて、光の反射について課題を設定する。 ・光の反射の実験を行い、実験結果から入射角と反射角が等しいことを見出す。	思	○	・光の反射の規則性を見出して表現している。
3	【光の反射とものの見え方】 ・光の反射における入射角と反射角の規則性から、入射光と反射光、像を作図する。 ・物体の表面で乱反射が起こることを理解する。	知		・入射光と反射光、像を作図することができる。
4	【光の屈折についての仮説設定】 ・水中射的を用いて、魚の置物をつつくことができないことを体験させ、その際の光がどのように進むのかを手がかりに、仮説を設定する。	思		・自分や他者の仮説の不足している部分に気づきを、仮説を設定している。（行動観察・記述分析）
5	【実験方法の確認と実施・個人考察】 ・教科書の実験方法や注意点を確認し、仮説を検証するための方法を理解する。 ・設定した仮説をもとに、実験の結果を予想する。 ・計画した実験を行う。 ・実験結果から言えることを個人で記入する。	知	○	・設定した仮説をもとに、教科書の実験方法や注意点を理解し、実験結果を予測することができる。（行動観察・記述分析） ・光の屈折の規則性を調べる実験の技能を習得するとともに、実験結果が課題を検証するためのデータとして適当なものか振り返る。（行動観察・記述分析）
6	【集団考察と結論】 ・実験結果から言えることをグループで共有し、結論を導き出す。 ・入射角と屈折角の関係、全反射について理解する。	思		・実験結果をもとに、課題に対する結論を導き出すことができる。（行動観察・記述分析）
7 本時	【水中射的の仕組みの考察】 ・水中射的で魚の置物をつつけなかったことについて、光がどのように進むのかを図示し、理由を説明する。	思	○	・光の屈折の規則性を理解し、水中射的について図や言葉で説明することができる。（行動観察・記述分析）
8	【凸レンズの仕組みについて仮説設定】 ・凸レンズを通して進む光がどのように進み、像を結ぶのか、仮説を設定する。			・光の屈折の規則性を利用し、凸レンズによる光の進み方について仮説を設定することができる。（行動観察・記述分析） ・光源と凸レンズ、像のできる位置、その大きさについて注目することができる。（行動観察・記述分析）
9	【凸レンズのはたらきについての実験】 ・凸レンズのはたらきについての実験を行い、物体の位置と像のでき方との関係を理解する。	技	○	・光源、凸レンズ、像のできる位置、像の大きさ、像の向きについて規則性を（行動観察・記述分析）
10	【凸レンズの実験の考察と結論】 ・実験結果から言えることをグループで共有し、結論を導き出す。 ・凸レンズによる像の規則性について理解する。	思	○	・凸レンズによる像を作図することができる。（行動観察・記述分析）
	【事後調査】 ・批判的思考に関する質問に回答する。			

6. 全体研究との関わり

全体研究における重点課題と本時との関わりは以下のとおりである。

課題（i）

理科において目指すのは、プロセスモデルと科学的な探究の過程の対応関係を明らかにした理科授業モデルに基づく授業の構想と実践である。本実践を通して、仮説の設定場面における「見通しを持ち、検証できる仮説を設定する力」、考察・推論場面における「観察・実験の結果を分析・解釈する力」の習得・向上が期待される。

課題（ii）

理科部会では、批判的思考を働かせるための手立てを研究課題としている。生徒の実態調査の結果から、実験データの妥当性を分析すること（多面的な思考）や、他者の予想や考察の妥当性を分析すること（反省的な思考）の育成を目指す。

7. 第4時の授業

（1） 日時：令和5年11月15日（水）2時間目

（2） 場所：山梨大学教育学部附属中学校 第一理科室

（3） 題材名：「光の屈折の規則性」

（4） 本時の目標

○物体の違いに注目して、入射角と屈折角の関係を仮説として文章で表現することができる。

（5） 本時の展開

過程	学習活動 ・予想される生徒の反応	教師の指導・支援	評価規準と 評価方法
導入 12分	1. 光の直進，光の反射について振り返る。 2. 水中射的を行う。	○同じ物体中では光は直進するが，異なる物体ではどうか問う。 ○水面から見て魚を狙うよう注意させる。 ○魚の位置を変えて取り組ませ，規則性がありそうだと気づかせる。 ○水だけでなく，ガラス中も光が進むことにも触れておく。	
課題：光が異なる物体を進むとき，どのような規則性で光は進むのか。			
展開1 12分	3. ワークシートに図示する。 ・魚の像を描く。 ・魚に反射した光が目が届くまでの光の筋道を描く。 ・自分なりの仮説を立てる。 （根拠も考える。）	○魚をつつけないのは，目が届くまでの光がどうなっていたのかを問い，ワークシートに取り組ませる。 ○光の直進を振り返り，空気と水では光の進み方が違うことから，物体の違いに注目させる。 ○図を振り返り，角度と粒子や密度に注目させ，光の進みやすさと角度に目を向けさせる。 ○スプレットシートに班の仮説と根拠を記入させる。 ○各班の代表者に発表させる。	

6分	4. 班で仮説について話し合い、意見をまとめる。(仮説の設定) ・仮説を根拠とともに班内で発表する。 ・他の人の仮説の理由で「なるほど」「どうして?」と思ったことを述べる。 ・班員全員の意見をまとめる。	○光が物体の境界面で折れ曲がることに注目させる。 ○入射するときの角度と出たときの角度の関係に注目させる。 (机間巡視し、生徒の意見から境界面や角度の関係についての考えを共有する。)	◆自分や他者の仮説の不足している部分に気づき、仮説を設定している。
15分	5. 各班の仮説を共有する。 ・各班の仮説を発表する。 6. クラスの仮説を立てる。	○ロイロノートに画面に映す。 ○「各班の仮説を比較して共通していることはありますか」と問い、角度の関係を上げる。 ○生徒とのやりとりから、仮説を導き出す。	
<u>仮説：光が異なる物体を進むとき、</u> <u>気体の空気から固体や液体中に光が入射するとき入射角の角度が大きくなり、固体や液体中から気体の空気に光が入射するとき屈折角の角度が大きくなる</u> <u>という規則性がある。</u>			
まとめ 5分	7. 本時の振り返りを行う。	○自分の考えの変化に着目させ、学習過程と関連付けて振り返らせる。	

(6) 本時の評価

本時の評価基準	
「おおむね満足できる」(B)と判断される生徒の状況	○光が異なる物体を進むことに注目して、入射角と屈折角の関係を仮説として文章で表現することができる。
「努力を要する」(C)と判断される生徒への支援	○光が異なる物体を進むことに注目させ、進み方の違いがあることに注目させる。

8. 第5時の授業

- (1) 日時：令和5年11月17日（金）2時間目
- (2) 場所：山梨大学教育学部附属中学校 第一理科室
- (3) 題材名：「光の屈折の規則性」
- (4) 本時の目標

○光の屈折の規則性を調べる実験の方法を理解し，結果の見通しを持つことができる。

○実験結果が課題を検証するためのデータとして適当なものか振り返ることができる。

- (5) 本時の展開

過程	学習活動 ・予想される生徒の反応	教師の指導・支援	評価規準と 評価方法
導入 3分	1. 課題・仮説の確認。		
	課題：光が異なる物体を進むとき，どのような規則性で光は進むのか。		
	仮説：光が異なる物体を進むとき， 気体の空気から固体や液体中に光が入射するとき入射角の角度が大きくなり，固体や液体中から気体の空気に光が入射するとき屈折角の角度が大きくなる という規則性がある。		
展開1 10分	2. 実験操作の確認 ・実験方法を画像データで配布する。 ・実験方法が自分たちの仮説を裏付ける方法として適切かを考える。	○ガラスを落とさないように注意する。 ○光を直接見ないように注意する。	
展開2 20分	3. 実験結果の予想 ・仮説をもとに実験結果の予想を立てる。		
展開3 12分	4. 光の屈折の実験を行う。 実験結果(角度)をスプレットシート(全体で共有できるもの)に入力する。	○スプレットシートに入力した実験結果をスクリーンショットで結果の欄にはりつけるよう指示する。	
	5. 実験結果を学級で共有する。 ・仮説，実験方法，実験結果を見ながら，データが課題を解決できるものであるかを確認する。	○大きくずれた値がないか，規則性がわかりそうか振り返らせる。(空気中の角度が大きくなる。) ○特定の班が間違えたという印象を持たせないよう，誤差は起こりうるものであることを説明する。	◆実験結果が課題を検証するためのデータとして適当なものか振り返る。
	6. 実験結果の考察 ・結果をまとめ，そこから言えることをワークシートにまとめる。	○「結果」には，入射角と屈折角の関係(大きかったのか，小さかったのか)を，「言えること」には，仮説	

		の「固体」「液体」「気体の空気」という言葉を使ってどのようなことが言えそうかを考えさせる。	
まとめ 5分	本時の振り返りを行う。	○自分の考えの変化に着目させ、学習過程と関連付けて振り返らせる。	

(6) 本時の評価

本時の評価基準	
「おおむね満足できる」(B)と判断される生徒の状況	○ワークシートの「結果の見通し」に、実験方法を踏まえた記述を自分の言葉で表現することができる。 ○実験結果が課題を検証するためのデータとして適当なものか振り返ることができる。
「努力を要する」(C)と判断される生徒への支援	○異なる物体間で屈折させた光の入射角と屈折角の関係から、入射角と屈折角の規則性を考えさせる。

9. 第6時の授業

(1) 日時：令和5年11月22日（水）1時間目

(2) 場所：山梨大学教育学部附属中学校 第一理科室

(3) 題材名：「光の屈折の規則性」

(4) 本時の目標

○光が通る物体の違いに着目して実験結果を分析して解釈することができる。

○光の屈折における入射角と屈折角の規則性を見出して表現することができる。

(5) 本時の展開

過程	学習活動 ・予想される生徒の反応	教師の指導・支援	評価規準と評価 方法
導入 10分	1. 前時までの復習をする。	○前時の実験を振り返らせる。	
<u>課題：光が異なる物体を進むとき、どのような規則性で光は進むのか。</u> <u>仮説：光が異なる物体を進むとき、</u> <u>気体の空気から固体や液体中に光が入射するとき入射角の角度が大きくなり、固体や液体中</u> <u>から気体の空気に光が入射するとき屈折角の角度が大きくなる</u> <u>という規則性がある。</u>			
展開1 35分	2. 実験結果の考察と結論の導出 ・前時で個人で考えた「結果から言えること」をグループで共有し、意見や質問をする。 ・学級で共有する。課題に対する結論を考え、発表する。	○スプレッドシートに入力した実験結果を示す。 ○実験結果と考えたことを区別するよう伝える。 ○「なるほど」（赤）と思ったら自分の意見に、「どうして？」（青）と思ったら相手の意見に注目し、なぜ「なるほど」「どうして？」と思ったのかを説明するよう促す。	◆実験結果をもとに、課題に対する結論を導き出すことができる。
<u>結論：光が異なる物体を進むとき、</u> <u>気体の空気から固体や液体中に光が入射するとき入射角の角度が大きくなり、固体や液体中</u> <u>から気体の空気に光が入射するとき屈折角の角度が大きくなる</u> <u>という規則性がある。</u>			
	3. 入射角と反射角の規則性を整理する。 ① 実験結果を確認し、入射角と反射角の規則性について確認する。 ② 全反射について確認する。		

まとめ 5分	本時の振り返りを行う。	○自分の考えの変化に着目させ，学習過程と関連付けて振り返らせる。	
-----------	-------------	----------------------------------	--

(6) 本時の評価

本時の評価基準	
「おおむね満足できる」(B)と判断される生徒の状況	・実験結果をもとに，光の屈折の規則性や課題に対する結論を導き出すことができる。
「努力を要する」(C)と判断される生徒への支援	・異なる物体間で屈折させた光の入射角と屈折角の関係から，入射角と屈折角の規則性を考えさせる。

10. 本時（第7時）の授業

- (1) 日時：令和5年11月23日（木）2時間目
- (2) 場所：山梨大学教育学部附属中学校 第一理科室
- (3) 題材名：「光の屈折の規則性」
- (4) 本時の目標

光が通る物体の違いに着目して実験結果を分析して解釈し、光の屈折における入射角と屈折角の規則性を見出して表現することができる。

(5) 本時の展開

過程	学習活動 ・予想される生徒の反応	教師の指導・支援	評価規準と評価 方法
導入 10分	1. 前時までの復習をする。	○前時の実験を振り返らせる。	
<u>課題：光が異なる物体を進むとき、どのような規則性で光は進むのか。</u> <u>仮説：光が異なる物体を進むとき、</u> <u>気体の空気から固体や液体中に光が入射するとき入射角の角度が大きくなり、固体や液体中から気体の空気に光が入射するとき屈折角の角度が大きくなる</u> <u>という規則性がある。</u>			
展開 35分	2. 水中射的で魚の置物をつつけない原因を考える。	○入射角と反射角の規則性をもとに考えるよう促す。 ○魚に入射している光は描き込まず、反射光のみでよいことを伝える。	
<u>水中射的で光はどのように進んでいるのか</u>			
	(ア) 個人で仮説の検証や入射角と反射角の規則性をもとに水中射的の光の筋道を記入し、その理由を記述する。 (イ) 水中射的で魚の置物をつつけない原因についてグループで話し合い、クラスで共有する。 (ウ) 他のグループに対して意見や質問をする。	○「なるほど」（赤）と思ったら自分の意見に、「どうして？」（青）と思ったら相手の意見に注目し、なぜ「なるほど」「どうして？」と思ったのかを説明するよう促す。	◆入射角と反射角の規則性を利用して、身近な物理現象を説明することができる。
まとめ 5分	本時の振り返りを行う。	○自分の考えの変化に着目させ、学習過程と関連付けて振り返らせる。	

(6) 本時の評価

本時の評価基準	
「おおむね満足できる」 (B) と判断される生徒 の状況	○水中射的で水中の置物をつつくことができない理由を，入射角と反射角の規則性を利用して，光を線で表し，説明することができる。
「努力を要する」(C) と 判断される生徒への支援	○異なる物体間で屈折させた光の入射角と屈折角の関係から，入射角と屈折角の規則性を考えさせる。

2. 引用文献

- ・文部科学省(2017)『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 理科編』。
- ・高見健太・木下博義(2017)「他者との関りを通じて批判的思考を働かせるための理科学習指導法の開発と評価－中学校理科「化学変化」の単元における授業実践を通して－」『理科教育学研究』Vol.58, No.1, 27-40.