

理 科

研究主題

科学的に思考・吟味し，価値を生み出そうとする生徒の育成（1年次）

科学的に思考・吟味し、価値を生み出そうとする生徒の育成

キーワード：見通し，振り返り，科学的に思考・吟味する，価値を生み出そうとする

1 研究の仮説

理科の探究の過程において，見通しと振り返りの活動を充実させることによって，生徒の科学的に思考・吟味し，価値を生み出そうとする資質・能力を高め，新たな時代を豊かに生きる生徒を育成することができる。

2 研究主題並びに仮説設定について

(1) 時代の要請から

Society5.0で求められる力を育成していくために，学校が果たすべき役割はどのようなものだろうか。そして理科では具体的に何を意識して授業を展開していけばよいのか。「Society5.0に向けた人材育成にかかる大臣懇談会 新たな時代を豊かに生きる力の育成に関する省内タスクフォース」（文部科学省，2018）では「義務教育に求められるのは，常に流行の最先端の知識を追いかけることではなく，むしろ，学びの基盤を固めることであると考えられる」とあり，そのために「新学習指導要領の確実な習得」の重要性が示されている。

新学習指導要領理科編（2017）には，中央教育審議会答申における理科改訂の趣旨を受け，改訂に当たっての基本的な考え方として，「自然の事物・現象に進んで関わり，見通しをもって観察，実験などを行い，その結果を分析して解釈するなどの科学的に探究する学習を充実」することや，「理科を学ぶことの意義や有用性の実感および理科への関心を高める観点から，日常生活や社会との関連を重視」することが示された。また，生徒が社会や人生をよりよいものにしていくために「何ができるようになるか」という観点から，各教科等において生徒に育成する資質・能力が，「知識及び技能」，「思考力，判断力，表現力等」，「学びに向かう力，人間性等」の三つの柱で再整理された。

さらに，「第3期教育振興基本計画の制定に向けたこれまでの審議計画について」（文部科学省，2018）では，教育の方向性について「予測困難な変化の激しい社会を生きる上では，変化に適応するのみならず，自らが自立して，主体的に社会に関わり，将来を作り出すことができるようになるべきであり，そのために，自ら問いを立ててその解決を目指し，多様な人々と協働しながら新たな価値を創造することができる人材を育成することを目指す」としている。

これらのことから，以下の学習を充実させることが求められていると整理した。

- ・ 見通しをもって観察，実験を行い，科学的根拠に基づいて結果を分析・解釈し，表現すること
- ・ 学んだことを日常生活や社会に生かそうとすること
- ・ 身のまわりの自然の事物・現象について，自ら課題を見つけ，主体的かつ科学的に探究し，よりよく問題を解決しようとする

(2) 生徒の実態から

本校理科では、平成 25 年度から「創造性を発揮し、科学的に探究する生徒の育成」を研究主題に掲げ、科学的に問題を解決する能力を高めることを目的として、その基盤としての「創造性」を育む研究を行った。この研究を通して、次のような成果が見られた。

- 教師が、生徒に問題意識を明確にさせるための発問を行うことによって、M I（事象提示によって生じた気づきや疑問点を発散的にノートに表現させたもの。My Idea）では抽象的な問題意識にとどまっていた生徒の思考が、具体的な学習課題にまで変容する姿が見られた。
- アナロジー思考を活用させることにより、未知の事象を自分の知っている事象に置き換えながら理解する生徒の姿を見取ることができた。

しかし、一方では次のような課題も残された。

- 既存の知識や概念、生活経験などを手掛かりとして仮説を設定し検証することによって、より見通しをもって学習ができると考え仮説検証型授業を意図的に取り入れてきたが、知識や経験を生かして仮説を立てることが難しいようであった。
- 建設的な話し合いを活発に行わせるために、グループで自ら導き出した結論を発表する「発表者」と、発表者による結論をそれぞれ質問したりまとめたりすることによって結論を吟味し、妥当かどうかを検討する「コメンテーター」の役割をもたせたが、健全な批判力を発揮して批評を行う段階まではなかなか到達できなかった。

これらの課題は、平成 30 年度全国学力・学習状況調査の本校の結果にも現れており、次の各質問項目に対して否定的（どちらかといえば当てはまらない、当てはまらない）に回答した生徒はそれぞれ 30%を上回っていた。

- ・ 「自分の予想をもとに観察や実験の計画を立てていますか」（見通しをもつこと）
- ・ 「観察や実験の進め方や考え方が間違っていないかを振り返って考えていますか」（結論を吟味し、妥当かどうかを検討すること）
- ・ 「理科の授業で学習したことを普段の生活の中で活用できないか考えますか」（日常生活や社会との関連を見いだすこと）

したがって、自然の事象に対して問題を見いだし、見通しをもって観察、実験をしたり、結果を的確に考察・推論し、妥当性を振り返り検討したりすることや、学びの有用性を実感できる授業展開により、理科で育成すべき資質・能力を高める必要があると考えられる。

以上(1)、(2)より、本校理科では「科学的に思考・吟味し、価値を生み出そうとする生徒の育成」を研究主題に掲げ、探究の過程における見通しや振り返りの活動を充実させるための具体的な手立てを講じることによって、理科で育成すべき資質・能力を高め、それが Society5.0 で求められる資質・能力の育成につながると考え、研究を進めていくことにした。

3 研究の構想

(1) 本研究を進めるにあたって

全体緒論では育成すべき資質・能力について「教科等の本質をよりよく育成するために、教

科等の本質と本校研究における「Society5.0で求められる資質・能力」をつなげながら育成する必要がある」としている。また、新学習指導要領では、「見方・考え方」は「各教科等を学ぶ本質的な意義の中核をなすものであり、教科等の学習と社会をつなぐものである」としている。

つまり、生徒が理科の見方・考え方を働かせるための手立てを教師が講じることによって、理科の資質・能力を育成することが求められている。

したがって本年度は、理科の見方・考え方や理科で育成すべき資質・能力とは何なのか明らかにした上で、Society5.0で求められるものと関連付けながら、新たな時代を豊かに生きる生徒を育成していきたいと考えた。

(2) Society5.0 と理科で育成すべき資質・能力との関連

中学校学習指導要領解説理科編（2017）では、理科の目標を次のように示している。

自然の事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- ① 自然の事物・現象についての理解を深め、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。
- ② 観察、実験などを行い、科学的に探究する力を養う。
- ③ 自然の事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度を養う。

この目標の中で、①は「知識・技能」、②は「思考力・判断力・表現力等」、③は「学びに向かう力・人間性等」を表しており、それぞれ育成すべき資質・能力が三つの柱に沿って明確になった。そこで、本校研究におけるSociety5.0で求められる資質・能力の捉えと、「資質・能力を育むために重視すべき探究の過程のイメージ」（文部科学省，2017）にある理科で育成する資質・能力の例を基に、本校理科ではSociety5.0で求められる資質・能力と、理科の資質・能力との関連について、表1のように考えた。

表1 Society5.0で求められる資質・能力と理科で育成すべき資質・能力との関連

| Society5.0で求められる資質・能力 | 理科で育成すべき資質・能力 |
|-----------------------|--|
| 「読み解き、対話する」こと | ・ 抽出・整理した情報から、それらの関係性や傾向を見だし、課題を設定すること |
| | ・ 自然事象を観察し、必要な情報を抽出・整理すること |
| 「思考・吟味する」こと | ・ 見通しをもって観察、実験を企画したり、実行したりすること |
| | ・ 観察、実験や考察の妥当性を検討すること |
| | ・ 全体を振り返って推論したり改善点を考えたりすること |
| 「価値を見つけ・生み出す」こと | ・ 考察・推論したことや結論を発表したり、レポートにまとめたりすること |
| | ・ 主体的に自然事象とかかわり、科学的に探究しようとする事 |
| | ・ 学びを次の課題や日常生活、社会に活用しようとする事 |

また、理科の見方・考え方について新学習指導要領では「理科の見方・考え方を働かせ」ることが重要視されている。理科における「見方」について、「エネルギー」を柱とする領域では、自然の事物・現象を主として量的・関係的な視点で捉えること、「粒子」を柱とする領

域では、自然の事物・現象を主として質的・実体的な視点で捉えること、「生命」を柱とする領域では、生命に関する自然の事物・現象を主として多様性と共通性の視点で捉えること、「地球」を柱とする領域では、地球や宇宙に関する自然の事物・現象を主として時間的・空間的な視点で捉えることを、それぞれの領域における特徴的な視点として整理している。これら理科の見方を働かせる場面を、表2に示す。

表2 各領域における理科の見方を働かせる場面の例

| 領域 | 見方 | 見方を働かせる場面 |
|-------|------------|---|
| エネルギー | 量的・関係的な視点 | 2つの量がどのように関係しているのかという視点で自然現象を捉えようとするとき |
| 物質 | 質的・実体的な視点 | 目視で判断しづらかったり、見分けられなかったりする事象に対して、その変化や違いを捉えようとするとき |
| 生命 | 共通性・多様性の視点 | 分類する視点を持ち、一つの生物のもつ特徴に気付いたり、生物がもつ構造の精巧さや面白さを捉えようとしたるとき |
| 地球 | 時間的・空間的な視点 | 時間的な視点や空間的な視点、またはその両方を合わせて自然現象を捉えようとするとき |

理科における「考え方」については、比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて、事象の中に何らかの関連性や規則性、因果関係等が見いだせるかなどと整理されている。

つまり、理科における物事を捉える視点や考え方である「見方・考え方」を働かせて、理科の資質・能力を育成することが重要だと捉えられる。その際、新学習指導要領では、生徒自身が学びや変容を自覚するために「見通し」や「振り返り」の場面を設定することが重要であり、生徒の主体的な学びにつながると考えられる。

(2) 「見通し」と「振り返り」の活動とは

新指導要領理科編では、図1のように資質・能力の育成のために重視すべき学習過程等の例を示している。「見通し」や「振り返り」については、《学習過程全体を通してのみならず、必要に応じて、それぞれの学習過程で行うことも重要である》と述べられている。本校理科では「見通し」と「振り返り」を以下のように捉えることにした。

ア 「見通し」とは

- ① 課題解決のために、生活経験や既習事項を基にして、結果を予想しながら観察、実験を企画、実施すること
- ② 一単位時間や単元の学習を通して、何を学ばよいかを意識しながら探究すること

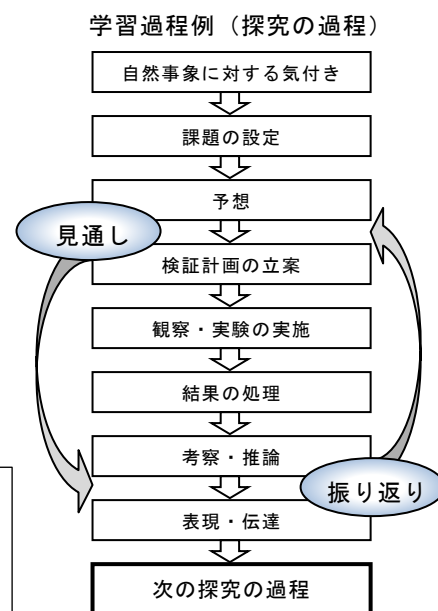


図1 資質・能力の育成のために重視すべき探究の過程の例
※ 文部科学省（2017）における資料を参考に作成

イ 「振り返り」とは

- ① 問題意識の表出や課題の設定，予想，観察，実験企画の場面において，生活経験や既習事項を想起し，自らの考えを明確にすること
- ② 観察，実験の実施から考察までの場面において，予想と比較して，観察，実験や考察が妥当なものであるか検討，修正すること
- ③ 一単位時間や単元の学習を基に，学びの精緻化・体系化を図り，次の学びにつなげること

図1の探究の過程において、「見通し」をもつことは観察，実験に限ったものではなく，「生徒が見通しをもって学習を進め，学習の結果，何が獲得され，何が分かるようになったかをはっきりさせ，一連の学習を自分のものにできるようにすることが重要である」（文部科学省，2017）と言われている。

さらに，探究の過程における「振り返り」について，中央教育審議会教育課程部会資料2－4（文部科学省，2018）では，「学ぶことに興味や関心を持ち，自己のキャリア形成の方向性と関連付けながら，見通しを持って粘り強く取り組み，自己の学習活動を振り返って次につなげる「主体的な学び」が実現できているか」とされているように，「振り返り」の学びが重要視されている。

そこで，本研究では，理科の資質・能力の育成を目指す手立てとして，特に，探究の過程における「見通し」と「振り返り」の活動を充実させることとした。

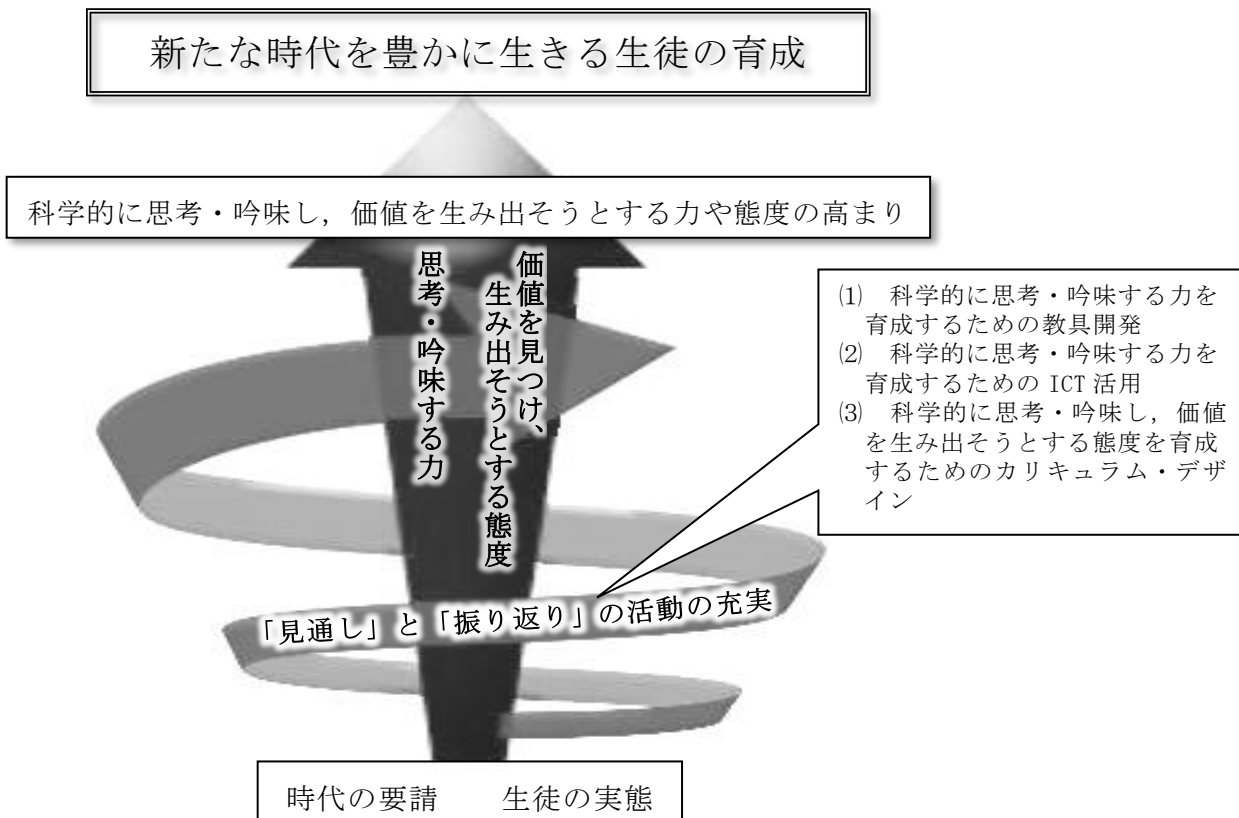
(3) 科学的に思考・吟味し，価値を生み出そうとする生徒とは

本校緒論では，「読み解き・対話する活動」，「思考・吟味する活動」，「価値を見つけ・生み出す活動」を充実させることで，「Society5.0で求められる資質・能力の育成」を目指すこととしている。本校理科では，その中でも「思考・吟味する活動」，「価値を見つけ・生み出す活動」に重点を置き，「見通し」と「振り返り」の活動を充実させることで，「科学的に思考・吟味し，価値を生み出そうとする資質・能力」を育成したい。

そこで，「科学的に思考・吟味し，価値を生み出そうとする生徒」を次のように定義した。

- ・ 理科の見方・考え方を働かせ，情報を積極的に得て正しく理解し，適切な根拠に基づいて多面的・客観的に捉えながら科学的に探究する生徒
- ・ 課題解決により得た知識や考え方を，日常生活や新たな学びに生かし，新たな価値を創造しようとする生徒

(4) 研究の構想図



4 研究の重点

- (1) 科学的に思考・吟味する力を育成するための教具開発
- (2) 科学的に思考・吟味する力を育成するための ICT 活用
- (3) 科学的に思考・吟味し、価値を生み出そうとする態度を育成するためのカリキュラム・デザイン

5 研究の内容

図 2 に、平成 30 年度全国学力・学習状況調査生徒質問紙クロス集計表から得たデータ（全国結果）を示す。

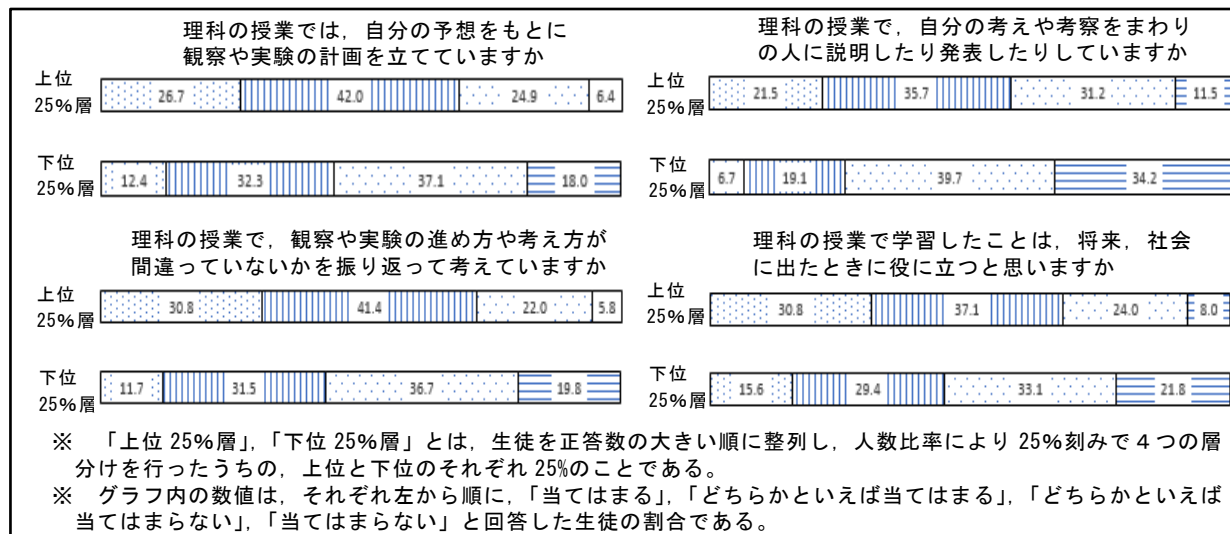


図 2 平成 30 年度全国学力・学習状況調査生徒質問紙のクロス集計表の全国結果

図2から、知識・技能の定着がなされているか、また、それらを実生活の様々な場面に活用したり、様々な課題解決のための構想を立て実践し評価・改善したりする力が身につけているかは、それぞれの質問項目と関連があることが分かる。そこで「4 研究の重点」に示す(1)～(3)の内容を、図2の質問項目と関連づけながら扱っていくこととする。

(1) 科学的に思考・吟味する力を育成するための教具開発

「理科ワーキンググループにおける審議の取りまとめ」(文部科学省, 2016)では、教材の在り方として、《観察・実験を効率的に実施できるという観点ではなく、児童・生徒の試行錯誤を可能とし、思考の深まり等をもたらすことができる教材の選定や開発という視点が重要である》としている。これは図1の探究の過程でいう、「予想」や「検証計画の立案」を生徒一人一人が主体的に行うことの重要性を示していると考えられる。

探究活動の際に、どのような観察、実験を行えばどのようなことが明らかになるのか、見通しをもって観察、実験を行うことが必要である。しかし、生徒にとって観察、実験企画をすることは容易ではなく、考えた観察、実験企画と結果の予想を文章化したり言語化したりして他者へ伝えることはなおさらである。そこで、生徒が教具に触れながら課題解決に向けて試行錯誤し、「この観察、実験を行うことできつとこのような結果が得られるだろう」という思考活動と観察、実験操作が一体となった、観察、実験企画と結果の予想がなされる授業を目指したい。例えば、鏡による像のでき方を調べるために、鏡の中に見ることしかできない像を、操作できる物体で再現することで、見通しをもって観察、実験企画と結果の予想を行い、主体的な観察、実験等ができると考える。この取組の効果として、具体物を操作しながら観察、実験企画と結果の予想をしたり、仮に予想と異なる結果が得られても、見通しの修正を容易に行ったりできることが期待される。

(2) 科学的に思考・吟味する力を育成するための ICT 活用

生徒が探究活動を行う際に、最終的に自分の考えを発表することを意識して探究を進めていけば、課題解決のための観察、実験のポイントを押さえながら行い、結果から考察したことの妥当性を主体的に検討するのではないかと考える。そのためには、課題に対してなぜそのような結論に至ったのか、生徒自身が観察、実験の目的や考察の流れを整理する必要があり、説明に必要な観察、実験や考察の過程を抽出しなければならない。そこで、ICT 機器を活用し、観察、実験や考察の過程を提示する活動を通して、見通しをもった探究と、考察が妥当か検討するような授業を目指したい。例えば、図で示しながら考察するときデジタルペンを用いることによって、発表の際に思考の過程を映像として提示するといった手立て等が考えられる。このような取組により、生徒は根拠が妥当であるか、より客観的に判断しやすくなり、科学的に思考・吟味する力を育成できると期待できる。

(3) 科学的に思考・吟味し、価値を生み出そうとする態度を育成するためのカリキュラム・デザイン

梶浦真氏は、《没頭して学んでいる時、その時には自分の学びの良さを俯瞰することが難しい。だから、振り返りの時間をあえて設けて、自分の学びの価値やよさに気づかせる指導が必要だ。》(2019)と述べている。また、気象の単元の最後に、ゲリラ豪雨による災害が起こったときの天気図を見て、天気学習と日常生活とのつながりをもたせる授業づくりによって、学びの有用性を実感させる実践例もある。つまり、生徒が単元の学習を通して身に付けた資質・能力を日常生活に活用することができれば、学びの有用性に気づき、新たな価値を生み出そうとする態度を育成することにつながると考えられる。本校の前研究では、「郷土の自然である桜島が大規模噴火を起こしたときに、どのような避難行動をとるべきか」という単元を貫く課題を設定し、身に付けた資質・能力が日常生活で活用することができる場を設ける、単元の配列を工夫したカリキュラム・デザインを行った。具体的には、表3に示す単元計画の第7時と第8時の設定で示してある。

表3 単元計画（火をふく大地）

| 時間 | 学習内容 | 実際 |
|-------------|---|---|
| 1 | 桜島が大噴火したらどのような行動を取ればよいか。(学習前の意識) | 大正噴火の被害に関する映像を視聴し、能動的に防災への心がけを書く。 |
| 2 5 6 | ・火山噴出物 ・噴火の仕組み ・マグマのねばりけと火山の形、噴火のようす ・火成岩のつくりと分類 | |
| 7 | 桜島が大噴火したらどのような行動を取ればよいか。 | 単元の学びを生かし、桜島が大噴火したときの避難行動シミュレーションを作成する。 |
| 8 | 桜島が大噴火したらどのような行動を取ればよいか。 | 外部講師として専門の方(大学)に避難行動シミュレーションに対する助言をもらい、修正を行う。 |

カリキュラム・デザインによる効果として、次の3点が期待できる。

| |
|---|
| <p>ア 単元の終末では避難行動シミュレーションを作成して家族に説明するという「見直し」をもたせることで、生徒に火山の学習を自分事として捉えさせ、自ずと価値を見つながら学ぶ態度が育成される。</p> <p>イ 避難行動シミュレーションを作成する際に、単元の学びを桜島の大噴火と結びつけて振り返りを行ったり、外部講師から助言等のフィードバックをもらう「外部リソースの活用」により生徒が学びを振り返ったりすることで、自身の論理に誤りがないか整理、検討し、科学的に思考・吟味する力が育成される。</p> <p>ウ 家族に避難行動シミュレーションを説明して感想をもらうことで、単元を通して何ができるようになったか、学びを「振り返り」、学びの有用性を実感し、新たな価値を生み出そうとする態度が育成される。</p> |
|---|

6 研究の実際

| |
|-----------------------------|
| 実践例 第1学年 光の世界（大単元 身のまわりの現象） |
|-----------------------------|

(1) 本時について

ア 題 材 光の反射 (3/8)

イ 本時の目標

a 鏡に映る像を調べる実験を通して、鏡に像が映るときの仕組みを理解させる。【知識及び技能】

- b 鏡に映る像を調べる実験を通して、像の見え方に関する規則性を見いださせるとともに、作図を活用してそのときの光の道筋を表現させる。【思考力、判断力、表現力等】
- c 鏡に映る像に関心を持ち、鏡に像が映るときの仕組みや光の道筋を進んで調べようとする態度を養う。【学びに向かう力、人間性等】

ウ 学習過程

| 過程 | 学習活動 | 指導上の留意点 |
|--|------------------------------------|--|
| 事象提示 | 鏡に映った車が左折するようすを観察する。 1 | <p>1 光の反射の規則性を日常生活と結びつけることによって、生徒の興味・関心を高めさせる。</p> <p>1 ミラーに映る車の動きを見せることによって、体感的に鏡の映り方ととらえ方の意識の差に気付かせる。</p> <p>2 鏡の中に映る物体は「像」であることを押さえた上で、生徒の予想と実際の動きが逆になっていることを把握させる。</p> <p>4 像の向き以外にも、物体と像の大きさや距離感にも着目させる。</p> <p>5 物体と像との関係を調べるために、鏡に映る像を実際の物体で再現することを伝え、さらに結果でアウトプットすることを予告して見通しをもたせる。</p> <p>6 【評価】 物体と像との関係を調べるために、見通しをもって物体を動かしている。</p> <p>7 鏡を見ている人の視点から、鏡を上から見る視点に変換させることによって、像の向きが逆になっていることを理解させる。</p> <p>7 実験結果から、数学的な見方・考え方で発展させる。</p> <p>8 【評価】 これまでに学習した鏡に映る像が線対称の位置にあること、物体が目に見えるときの光の道すじ、光の反射の法則等を振り返り、作図に活用することができている。</p> <p>9 鏡に映る像は右折すると思ったことを元に、1で誤認識した理由を捉えさせる。</p> |
| 問題意識 | 疑問に思ったことや調べてみたいことを書く(MI)。 2 | |
| 問題の共有化 | 学習課題を把握する。 3 | |
| 予想 | 鏡の中の像の見え方について予想する。 4 | |
| 実験企画 | 実験の企画をする。 5 | |
| 実験 | 物体と像の関係を調べる実験をする。 6 | |
| 結果 | 実験の結果を共有する。 7 | |
| 考察 | 1でなぜ予想と逆向きに進んだのか検証するために、作図して考える。 8 | |
| | 車が曲がる方向が反対に見えた理由を説明する。 9 | |
| まとめ | 本時のまとめをする。 10 | |
| <p>【事象提示】 鏡に映る車が進むようすを見る。</p> <p>MI</p> <ul style="list-style-type: none"> ・なぜ、予想した動きと逆向きに進むように見えたのか。 ・鏡には、どのように物体が映るのか。 <p>学習課題 鏡の中の像は、どのような見え方をするのか。</p> <p>【予想】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・左右逆になっている。 ・小さくなっている。 ・同じくらいの距離にある。 <p>【実験】 アクリル板に映った像に実際の物体を重ねる。</p> <p>【結果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・物体と像は、左右逆向きである。 ・物体も像も、鏡との距離は等しい。 ・物体と像は同じ大きさに見える。 <p>→ 物体と像は、鏡を軸とした線対称の関係にある。</p> <p>【考察】 自動車の左右のウインカーが鏡に映るときの光の道すじを作図する。 像は鏡の中で左右逆になるため、自動車が曲がる方向も逆になるように感じられた。 作図の方法と、車が曲がる方向が逆に感じられた理由をICTを活用して説明する。</p> <p>まとめ 鏡の中の像は、鏡を軸とした線対称の位置にできる。よって、観察者には左右の向きが逆に見える。</p> | | |

(2) 科学的に思考・吟味する力を育成するための教具開発

生徒が見通しをもって課題解決に臨み、主体的に実験しながら深く思考させるために、教具を工夫し、実験企画をさせた。具体的には、実験前に鏡の中の像を再現しながら様々な角度から観察し、像のでき方を調べるよう指示した。実験方法は生徒自身に考えさせるものとし、鏡の代わりとなるアクリルボード（黒色透明）と、物体や像の再現に利用できる道具を数種類渡した（写真1）。生徒は試行錯誤しながら物体と鏡、像と鏡の距離を定規で測ったり、物体にシールを貼って映る向きを調べたりと班員の意見を取り入れながら活発に実験を行った。また生徒はこのとき、個別に立てた予想をそれぞれで検証し、課題解決を図っていた。これらの様子から、生徒は実験企画の難しさを感じながらも、班員と意見交換や試行錯誤を重ねて課題解決に向けた方法を思考・吟味し、意欲的に活動したと考察できる。つまり、生徒自身に観察、実験企画をさせることで、課題解決に向けた見通しをもった思考が可能になり、観



写真1 与えられた実験道具で試行錯誤する様子

察，実験の意図が明確になるだけでなく，学習意欲の向上にもつながることが分かる。

(3) 科学的に思考・吟味する力を育成するための ICT 活用

これまでの授業設計では，生徒が実験結果を言語化しにくいという課題がたびたび見られた。そこで，実験結果を ICT 機器で記録させることによって，言語化が困難な場合でも振り返りの視点を明確にして，振り返りの過程を充実させ，科学的に思考・吟味する力が高まることを目指した。実際の授業では，結果の共有の場面において，ICT 機器で記録した実験結果から，物体と像の向きや大きさ，距離感について班で振り返らせた（写真 2）。また，班で話し合った内容を全体の場で発表させた（写真 3）。実際の発表では，実験をする前に実験中に記録した画像を使って発表させることを生徒に予告することによって，生徒は発表までの見通しをもって実験に取り組み，実験中に最適な記録がとれているのか思考・吟味する場面が見られたため，科学的に思考・吟味する力が徐々に高まったのではないかと考察できる。



写真 2 ICT 機器で振り返りをする様子



写真 3 班での振り返りを発表する様子

(4) 科学的に思考・吟味し，価値を生み出そうとする態度を育成するためのカリキュラム・デザイン

避難行動シミュレーションには，目黒公郎氏（東京大学生産技術研究所 目黒研究室(都市震災軽減工学)）による「目黒巻」を基に作成したワークシート（図 3）を用いた。まず生徒は，桜島の大噴火発生の日時（季節）や天気，どこに誰といるかなどの条件を設定し，次に，噴火が起こ

| 桜島の大規模噴火を想定し，避難行動シミュレーションをしよう | | | | 4ケタ番号 | 氏名 |
|---|------|------|------|--------------|--------|
| 記入日 | 年 | 月 | 日 | 噴火前 | 噴火時の状況 |
| 季節または月： | | | | (あなたや家族等の状況) | |
| 曜日： | | | | | |
| 噴火時刻： | | | | | |
| 天気： | | | | | |
| あなたがいる場所： | | | | | |
| 家族： | | | | | |
| <small>大津波が鹿児島市方向に流れると，噴火から5分程度で到達する可能性（津波100m計算）。風向が鹿児島市方面ならば，鹿児島市に10分間で軽石が降りてきて，火山灰が10m以上積もる可能性（大正噴火の記録から推測）。</small> | | | | | |
| 5分後 | 10分後 | 30分後 | 数時間後 | 翌日 | |
| <small>火山灰の影響で市電や車が止まったり，停電したりする可能性がある。火山灰は水で濡すと排水溝が詰まってしまう。火山灰が目に入ると目を痛つけたり，強い痛みや呼吸器に影響を及ぼす可能性がある。</small> | | | | | |
| 翌日 | 数日後 | 1か月後 | 数か月後 | | |
| <small>〔東京大学生産技術研究所 目黒研究室〕の資料をもとに作成</small> | | | | | |

図 3 避難行動シミュレーションワークシート

ったときに，家族や友人など自分以外の人物も登場させながら「自分がどのような状況に置かれ，何を思いどう動くかをイメージしながら，自分を主人公とした物語を時間軸に沿って自由に」(目黒公郎HPより) 記入させた。なお，生徒自身や身のまわりの人たちの生命を守るといった防災の観点からも，ハッピーエンドとなるよう留意させた。実際の学習では，

生徒は単元を通して、噴火の仕組みやマグマの性質と噴火の様子との関係など、桜島の噴火をイメージしながらワークシートを完成させていた。また、噴火の予兆やその様子など、学んだことを活用して災害をシミュレートし、家庭でも避難行動シミュレーションを家族と共有できていたようだ。これらのことから、単元を貫く課題を設定することによって生徒が見通しをもち、自分事として主体的に学び、さらに、外部リソースの活用によって学びを振り返ることで、自らの学びや理科の有用性に気付き、学びの精緻化を図ったり学びの主体性を高めたりすることができたと考察できる（図4）。

② 火山の噴火についてシミュレーションをしよう

4 ケタ番号

| 噴火時の状況 | 噴火 |
|---|---|
| <p>(あなたや家族等の状況)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大きい地震発生。 ・とても大きな音がする。 ・自分 授業中なので、机の下にかくれる。 ・身を守る。 | <p>地震とまちがえて、高い方へにげまわらぬ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・速報が出て、各市でアラームが流れる。 ★風向きは「鹿児島市方面」 あわてている。 |

図4 外部リソースによる避難行動シミュレーションへのフィードバック

7 研究の成果と課題

(1) 科学的に思考・吟味する力を育成するための教具開発

- 生徒が実験により何を明らかにしたいのか目的意識をもち、実験方法を考えて実行する主体的な取組が見られた。
- 実験企画をしたり、試行錯誤したりする中で、班での話合いが活発になった。また、トライ&エラーを繰り返しながら次第に結論に近づけていくことができ、科学的に思考・吟味する力を高められた。
- 疑問に思ったことを班の中で少しずつ解決していく思考・吟味する姿が見られた。
- 試行錯誤をすべての授業に取り入れられるわけではないので、カリキュラム・デザインをして、導入できる単元を整理する必要がある。

(2) 科学的に思考・吟味する力を育成するための ICT 活用

- 生徒は、自分たちの予想と比較しながら写真を選んだり、物体と像の関係を最も端的に表した写真を選んだりする過程において、結果を比較しながら話合いを展開していて、科学的に思考・吟味する力を高められた。
- 班で同じ結果を見ながら話し合うことができるので、考察の場面において説明がしやすくなったり、話合いの論点が明確になったりして、話合いを深めることができた。
- 実験中に自分たちが発表しやすく、聞き手が分かりやすくなるような結果を示すことを意識して記録していたので、実験中に最適な結果を吟味する様子が見られた。
- 撮った画像を基に話し合ったので、話合いが他の視点に広がらないことがあった。

(3) 科学的に思考・吟味し、価値を生み出そうとする態度を育成するためのカリキュラム・デザイン

- 火山の噴火の仕組や噴火の様子を、桜島と結びつけながら考える姿が見られた。
- シミュレーションの際に、災害の種類や規模を単元で学んだことを基に考えており、噴火の様子について科学的に思考・吟味しながら振り返る姿が見られた。
- 外部リソースの活用により、噴火による災害について自分とは異なる視点から具体的に考えることができた生徒も見られた。
- 災害に対して、自分だけでなく家族全員で考えることができ、科学の有用性を実感する様子うかがえた。
- 個による振り返りで終わったので、グループよる振り返りで科学的に思考・吟味する場をその後に設けると、視点の変化も見られたのではないかと考えられる。
- 学級単位で外部講師に助言等いただいたが、時間の調整等難しい点があり、継続的に実践するために外部リソースの活用の在り方を再検討する必要がある。

(4) 今後の研究の見通し

カリキュラム・マネジメントの観点から、見通しと振り返りの場をどのように効果的に設定していくか確立させていきたい。また、本年度の研究では、防災教育と関連させて教科の単元内のカリキュラム・デザインを行ったので、今後、教科横断的な学びについて研究を進める必要がある。

さらに、Society5.0で求められる資質・能力のうち「読み解き・対話する」ことに関わる資質・能力についても、理科の資質・能力を育成しながら高めていきたい。

【引用・参考文献】

- ・文部科学省（2017）：中学校学習指導要領解説理科編
- ・文部科学省（2017）：中学校学習指導要領解説総則編
- ・文部科学省（2018）：中央教育審議会教育課程部会資料2－4
- ・文部科学省（2018）：第3期教育振興基本計画の制定に向けたこれまでの審議計画について
- ・文部科学省（2018）：Society5.0に向けた人材育成にかかる大臣懇談会 新たな時代を豊かに生
きる力の育成に関する省内タスクフォース
- ・文部科学省（2016）：理科ワーキンググループにおける審議の取りまとめ
- ・宮内卓也（2018）：中学校 新学習指導要領 理科の授業づくり

— 研 究 同 人 —

天野 慎也 野口 裕二 白田 真澄
廣 直哉（南大隅町立第一佐多中学校より転入） 久徳 晋也（鹿屋市教育委員会へ転出）

理 科 学 習 指 導 案

日 時 令和元年5月17日(金) 第1校時
場 所 第 1 理 科 室
対 象 1 年 1 組 3 6 人
指 導 者 教 諭 白 田 真 澄

1 単元名 光の世界（大単元 身のまわりの現象）

2 単元について

サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させた Society5.0 の実現が提唱されている。そのような社会では、実在する風景にバーチャルの視覚情報を重ねて表示する拡張現実（AR）の技術も利用され、私たちの生活にも既にスマートフォン用ゲームとして浸透しつつある。また、現実ではない世界を五感への刺激によってまるで現実世界のように感じさせるバーチャルリアリティ（VR）の技術も、開発から約 50 年の歴史を経て一般に普及し始めている。私たち人間にとって光は欠かせない。それは、非常に多くの部分を視覚情報に頼って生活しているためである。しかし、見えることは当たり前のことであり、光の性質や働きについて疑問を持ったり、考えたりすることはほとんどない。したがって、生活に身のまわりの物理現象と関連させながら光の性質を知り、光の反射や屈折、凸レンズの働きなど、光に関する規則性や関係性を学ぶことは、これからの社会の担い手である生徒たちにとって大変意義深いことである。

大単元「身のまわりの現象」では、理科の見方・考え方を働かせ、観察、実験などを通して、日常生活や社会と関連づけながら、身のまわりの物理現象を理解させることが主なねらいである。同時に、光の反射や屈折、凸レンズの働き、音の性質、力の働きの規則性や関係性を見いだして表現する力を身に付けさせることもねらいである。

本単元「光の世界」では、光の進み方に関する身のまわりの物理現象と関連させながら、光の反射や屈折、凸レンズの働きを調べる実験を行う。その中で、光が水やガラスなどの境界面で反射、屈折するときの規則性を見いださせるとともに、凸レンズによってできる実像や虚像に関する現象を定性的に理解させることがねらいである。このとき、光の道筋は見ることが難しいため、光の進み方について、規則性を見いだすための補助的な役割として作図を活用することが大切である。

生徒は、小学校において、光は直進することや光を集めたり反射させたりできること、光を当てるとものの明るさや温かさが変わることなど、光の性質について初歩的な学習をしてきている。しかし、実験データから規則性を見いだすことや、作図を用いて実験結果を表現することなど、理科の見方・考え方を働かせて科学的に探究することは十分にできていない。また、日常生活では光を利用した機器を無意識に、しかもたくみに使用していても、光について学んだことを日常生活と関連づけて考えようとする生徒はあまり多くない。

そこで、指導にあたっては、まず、身のまわりの物理現象と関連させた事象を提示し、関心をもって学びに向かう態度を育成したい。次に、教具を工夫することによって、生徒が体感的に光の現象を考えられるようにしたい。さらに、見通しをもって観察、実験の企画を行わせ、その結果を振り返りながら考察させることをこれまで以上に充実させることによって、学習内容の理解をより深いものにしていきたい。このような学習を通して、理科の見方・考え方を働かせて自然現象に広く目を向けようとする態度を育成したい。

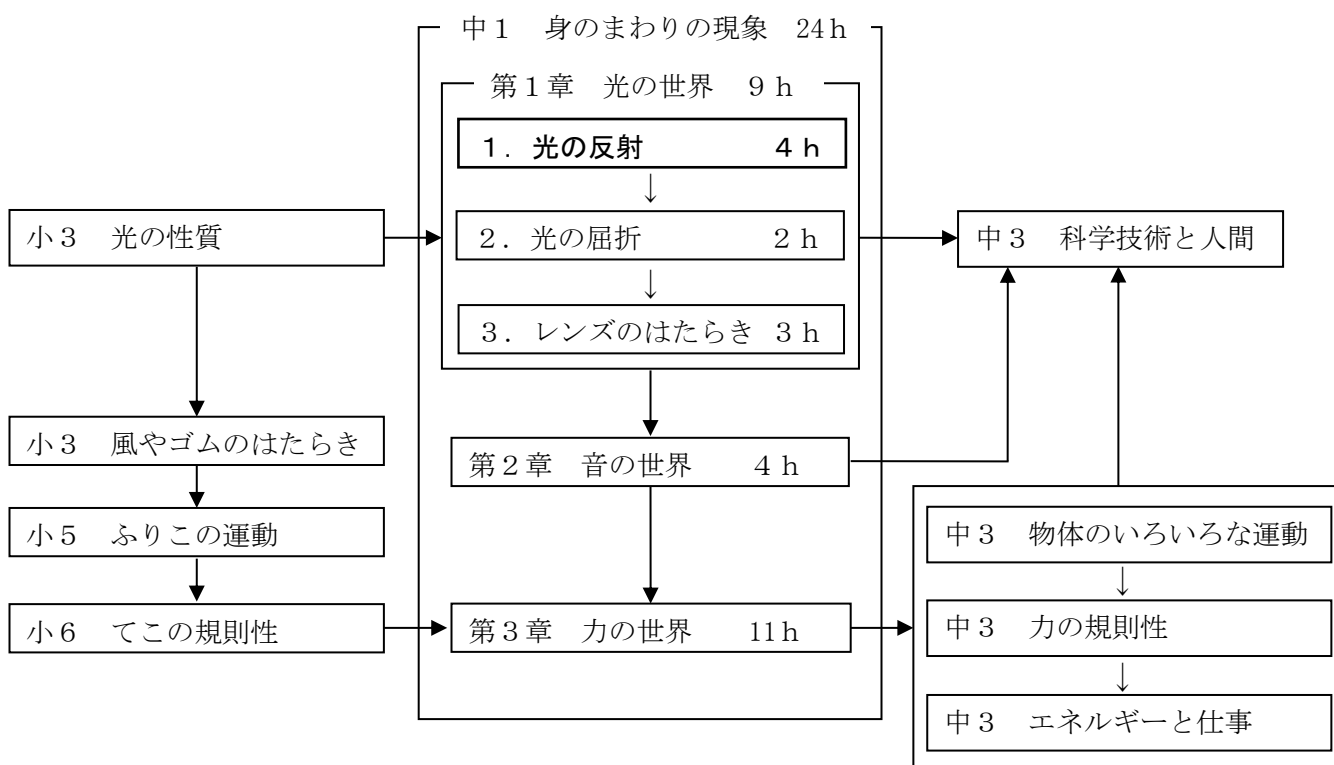
3 単元の目標

- (1) 光の性質に関する観察，実験を通して，光と日常生活や社会を関連づけながら理解させると同時に，必要な条件を整理しながら工夫して観察，実験を行う技能を身に付けさせる。【知識及び技能】
- (2) 光の性質と関連する身のまわりの事物，現象について問題を見だし，見通しをもって観察，実験を行うとともに，その結果を分析して解釈し，規則性や関係性を見だして表現することができる思考力や判断力，表現力を高める。【思考力，判断力，表現力等】
- (3) 光の性質に関する事物，現象に進んで関わり，身のまわりの物理現象の原理や仕組みを科学的に探究しようとする態度を養う。【学びに向かう力，人間性等】

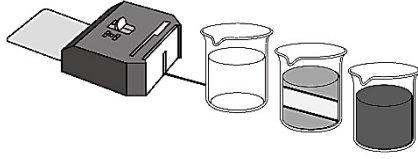
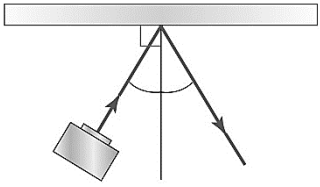
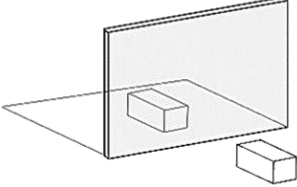
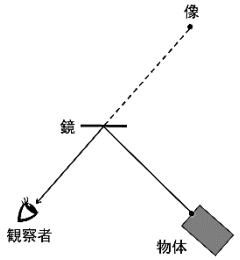

4 授業設計上の工夫

- (1) 生活経験を振り返って考えた予想をもとに生徒に実験を企画させ，その企画を体現できる教具で試行錯誤させることによって，見通しと振り返りを充実させながら，身のまわりの物理現象における規則性を見いだすことができるようにする。
- (2) ICT 機器を活用させることによって，自分の考えや現象の仕組みを相手に分かりやすく伝えるための見通しをもたせるとともに，他者を意識しながら伝えたい内容や根拠が妥当であるか振り返りながら思考・吟味させるようにする。

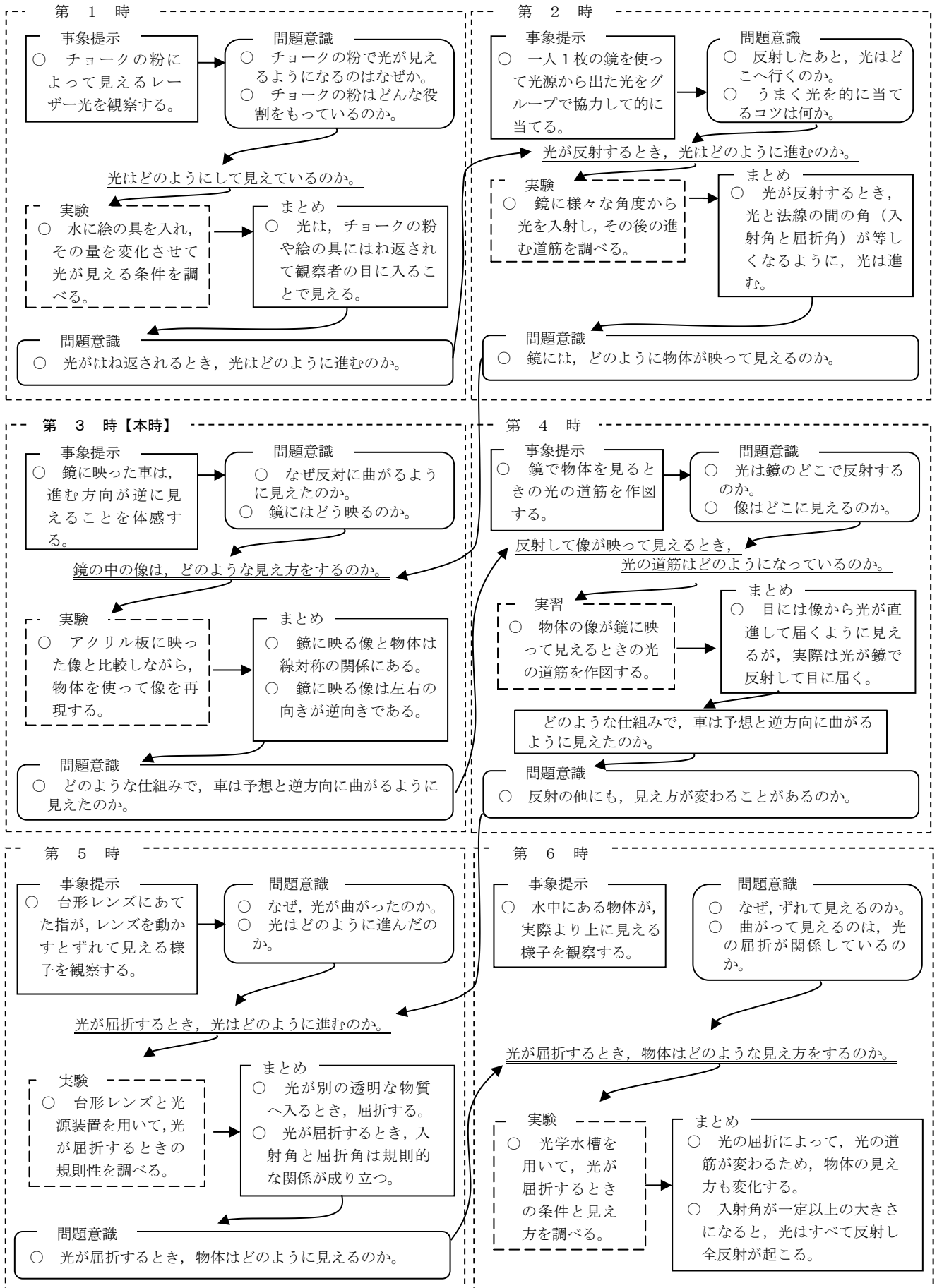
5 単元の学習内容のつながり



6 単元の指導計画と配当時間（全9時間）

| 中単元名 | 小単元名 | 主な学習活動 |
|----------------------|--|---|
| 光の世界 | 物の見え方 | <p><第1時>「ものの見え方」</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 チョークの粉が舞っていない場所と舞っている場所にレーザー光を当て、そのときの見え方のちがいを比べる。 2 チョークの粉が舞っている方が、光線がはっきり見えることについて考える。 3 ビーカーに入った水に絵の具を入れて、混ぜていくときの光の見え方の変化を調べる。 4 チョークの粉や絵の具などに光が反射して光の道筋が見えていることに気づき、物体の見え方も同様であることを理解する。  |
| | 光の反射 | <p><第2時>「光の反射による光の進み方」</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 小さな鏡を使って、光源から出た光をグループで協力的に当てる。 2 光は鏡に当たると、どのように進んでいくのか考える。 3 光を鏡に当てて、光の反射のきまりを調べる。 4 光が反射するときの規則性を見いだす。 5 作図を用いて、入射角と屈折角が等しくなる光の反射の法則を理解する。  |
| | | <p><第3時>「光の反射による像の見え方」【本時】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 鏡に映る像と実物とのずれを感じる。 2 鏡に映る像を実際の物体を使って再現する。 3 鏡に映る像は実際の物体と鏡に対して対称の関係になっていることを見いだす。 4 光が反射するときの像の見え方を理解する。  |
| | | <p><第4時>「光が反射するときの光の道筋」</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 鏡で物体を見るとき光の道筋を作図する。 2 実際の光は物体から目に届き、像から光が目が届いているように見えることに気付く。 3 像の見え方と光の進み方の違いを区別して、物体の像が鏡に映って見えるときの光の道筋を作図する。 4 作図を基に、前時で車の曲がる方向を誤解した理由を考える。  |
| | | 光の屈折 |
| | <p><第6時>「光の屈折による物体の見え方と全反射」</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 水中にある物体が、実際より上に見える事象を観察する。 2 光学水槽を用いて、光が屈折するときの光の道筋を観察する。 3 作図を用いて、光の屈折の見え方と全反射の仕組みを見いだす。 4 光の屈折による物体の見え方を説明する。 5 光の屈折によって物体の見え方が変わる理由を光の道筋と関係づけて理解する。  | |
| レンズのはたらき（第7時～第9時は省略） | | |

7 生徒の意識の流れ



8 単元の評価規準

| 時 | 学習活動 | 評価の観点 | | | | 評価規準 |
|---|----------------|-------|---|---|---|---|
| | | 関 | 思 | 技 | 知 | |
| | 単元全体を通して | ○ | | | | 【自然に働きかける態度】 ○ 身近な物理現象に進んでかかわり，それらを科学的に探究しようとするとともに，事象を日常生活とのかかわりでみようとしている。 【科学的に処理する能力】 ○ 身近な物理現象に関する事物・現象の中に問題を見だし，目的意識をもって観察，実験などを行い，規則性や関係性などについて，自らの考えを導き，表現しようとしている。 |
| 1 | 物の見え方 | ○ | ● | | △ | ○ 光が直進することや光の反射にかかわる現象を日常生活と関連づけて考えている。 ● 物体が見えることと光の進み方の関係性を説明できる。 △ 物体が見えるとき，光源からの光や反射した光が目に入っていることを理解している。 |
| 2 | 光の反射による光の進み方 | | ● | | □ | □ 光の反射について，正しい手順で実験を行い，正確に結果を記録している。 ● 実験結果から，光が反射するとき，入射角と反射角が等しくなることを見いだしている。 △ 光の反射の法則を理解している。 |
| 3 | 光の反射による像の見え方 | ○ | ● | | △ | ○ 鏡に映る像に関心を持ち，進んで調べようとしている。 ● 実験結果から，鏡に映った像の見え方を見いだしている。 △ 像が物体と鏡に対して線対称の関係になっていることを理解している。 |
| 4 | 光が反射するときの光の道筋 | | ● | | △ | ● 鏡で物体を見るとき光の道筋を作図したり，像が映るとき規則性を説明したりしている。 △ 鏡に像が映って見えるときの光の道筋を理解している。 |
| 5 | 光の屈折による光の進み方 | ○ | ● | | □ | ○ 光が屈折して起こる現象について，日常生活の経験と関連づけて調べている。 ● 光の屈折による入射角と屈折角の大きさの規則性を見いだしている。 □ 光の屈折について，正しい手順で実験を行い，正確に結果を記録している。 |
| 6 | 光の屈折による見え方と全反射 | | ● | | △ | ● 光の屈折による物体の見え方を光の進み方と関連づけ，図などを使って具体的に説明している。 △ 光の屈折による入射角と屈折角の大きさや，全反射の規則性を理解している。 |

9 本時の実際

(1) 題 材 光の反射 (3 / 9)

(2) 本時の目標

ア 鏡に映る像を調べる実験を通して，鏡に映る像の見え方を理解させる。【知識及び技能】

イ 鏡に映る像を調べる実験を通して，物体と鏡に映る像の関係性を見いださせる。【思考力，判断力，表現力等】

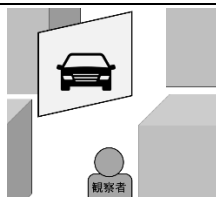
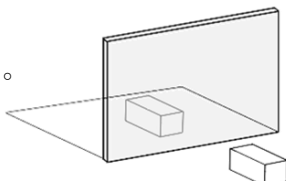
ウ 鏡に映る像に関心を持ち，鏡に像が映るとき見え方を進んで調べようとする態度を養う。

【学びに向かう力，人間性等】

(3) 準 備

車の模型，鏡，道路模型，プロジェクタ，スクリーン，ビデオカメラ，アクリル板（グレー），固定台，模型，シール，定規，タブレット

(4) 本時の展開 (波線部は教科論 6(1)ウから修正した部分)

| 過程 | 時間 | 学習活動 | 指導上の留意点 |
|--------|--------|---|--|
| 事象提示 | 0 1 | 1 交差点のカーブミラーに映る車が左折する様子を観察する。  | 2 体感的に実際の車の動きと、鏡の中の車の動きのとらえ方の差に気付かせる。 |
| 問題意識 | 5 | 2 疑問に思ったことや調べてみたいことを書く。 MI ・なぜ、予想した動きと逆向きに進むように見えたのか。 ・鏡には、どのように物体が映るのか。 | 3 物体と像の共通点・相違点の見方を働かせることによって鏡の中の像の見え方に着目させ、課題を焦点化する。 |
| 問題の共有化 | 9 | 3 学習課題を把握する。 学習課題 鏡の中の像は、 <u>物体と比べたとき</u> 、どのような見え方をするのか。 | 4 像の向き以外にも、物体と像の大きさや距離感にも着目させる。 |
| 予想 | 10 | 4 像の見え方を物体と比較して予想する。 【予想】 ・左右逆になっている。 ・同じくらいの距離にある。 ・小さくなっている。 | 5 像を実際の物体で再現して物体と比較することや、結果を発表することを事前に伝えることによって、見通しをもたせる。 |
| 実験企画 | 13 | 5 実験の企画をする。 【実験】 アクリル板に映った像を物体に置き換え、物体と像の関係を調べる。 | 5, 6 試行錯誤しながら実験をさせることによって、自らの予想を主体的に検証させる。(教科論 4(1)) |
| 実験 | 15 | 6 物体と像の関係を調べる実験をする。  | 7 <u>予想と比較しながら画像を撮らせることによって、思考の整理をさせるとともに、結果の妥当性を考えさせる。</u> (教科論 4(2)) |
| 追実験 | 25 | 7 関係を調べる視点を共有して追実験をする。 | 6, 7 【評価】 鏡に映る像に関心を持ち、進んで調べようとしている。 |
| 結果 | 33 | 8 実験の結果を共有する。 【結果】 ・再現した像の立場で考えると、物体と左右が逆向きである。 ・物体も像も、鏡との距離は等しい。 ・物体と像は同じ大きさに見える。 | 8 鏡を見ている人の視点から、鏡を上から見る視点や鏡側から見る視点に変換させることによって、像の向きが逆になっていることを理解させる。 |
| 考察 | 40 | 9 物体と像の関係から、鏡の中の像の見え方を考える。 【考察】 物体と像は、鏡を軸とした線対称の関係にある。 | 8 撮影した画像を活用して像が鏡に対して線対称になっていることを理解させる。 |
| まとめ | 47 | 10 本時のまとめをする。 まとめ 鏡の中の像は、鏡を軸とした線対称の位置にできる。 よって、観察者には左右の向きが逆に見える。 | 9 【評価】 物体と鏡に映る像の関係性を見いだしている。 |
| | 50 | | |

物体の像が鏡に映って見えるときの光の道筋を作図しなさい。

1年 組 番 名前

