

平成 30 年度 研修報告書

兵庫県立教育研修所 義務教育研修課
理科教育推進研修員 山本 仁

目 次

第 1 章 理科教育の指導方法に関すること 科学的に探究する能力の基礎と態度が養われる授業づくり －科学的に探究する学習活動を充実させるための工夫－

| | |
|---|----|
| はじめに | 2 |
| 1 研究の目的 | 2 |
| 2 理論研究 | 2 |
| (1) 科学的に探究する能力について | |
| (2) 科学的に探究する学習活動について | |
| 3 指導の実際 | 4 |
| (1) 本単元について | |
| (2) 自然の事物・現象から問題を見いだして課題を設定する学習活動の充実 | |
| (3) 自分の考えをもち、自分や他者の考えを検討して改善する学習活動の充実 | |
| (4) 日常生活や社会の特定の場面で、理科で学習した知識・技能を活用する学習活動の充実 | |
| (5) 生徒の感想 | |
| 4 学習活動の成果 | 17 |
| おわりに | 18 |
| 主な参考文献 | 18 |

第 2 章 実地研修に関すること 兵庫県立教育研修所が計画・実施した講座に係る実地研修

| | |
|---|----|
| 1 平成 30 年度 初任者研修 | 20 |
| (1) 「体験プログラム『水辺の調査』」における指導 | |
| (2) 「理科における学習指導の基本」における指導及び運営補助 | |
| (3) 「安全に配慮した化学実験」における指導及び運営補助 | |
| 2 平成 30 年度 選択研修「(中) 理科教育講座」における指導及び運営補助 | 22 |

第 1 章

理科教育の指導方法に関すること

科学的に探究する能力の基礎と態度が養われる授業づくり

－科学的に探究する学習活動を充実させるための工夫－

はじめに

平成 28 年 12 月の中央教育審議会答申では「育成を目指す資質・能力」として「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 3 つの柱が示された。一方、「現行の学習指導要領については、…(略)…全体としてはなお、各教科等において『教員が何を教えるか』という観点を中心に組み立てられており、そのことが、教科等の縦割りを越えた指導改善の工夫や、指導の目的を『何を知っているか』にとどまらず『何ができるようになるか』にまで発展させることを妨げているのではないかと指摘もあるところである」とある。

また、平成 29 年 3 月に告示された中学校学習指導要領理科編では、「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」、教科の目標としている。

そこで本研究では、「科学的に探究する能力の基礎と態度を育てる」ことを目指し、そのために必要な授業づくりを研究テーマとして設定した。

1 研究の目的

中学校において生徒の科学的に探究する能力の基礎と態度を育てるための効果的な「科学的に探究する学習活動」の在り方について考察する。

2 理論研究

(1) 科学的に探究するために必要な資質・能力について

中学校学習指導要領では、「育成を目指す資質・能力」として 3 つの柱が示され、各教科で目標が設定された。

中学校理科では「知識及び技能」に関して「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」こと、「思考力、判断力、表現力等」に関して「観察、実験などを行い、科学的に探究する力を養う」こと、「学びに向かう力、人間性等」に関して「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」ことと、目標が定められた。そして、「科学的に探究する学習活動」を行うことで、これらの実現を図ることが重要であるとしている。

(2) 科学的に探究する学習活動について

全国学力・学習状況調査の調査結果を踏まえた学習指導の改善・充実に向けた説明会（平成 30 年 8 月）において、中学校理科の「指導改善のポイント」は次のように示されている。

中学校理科においては、「自然の事物・現象についての理解を深める」とともに、「科学的に探究する能力の基礎と態度を育てる」ために、自然の事物・現象の中に問題を見いだして課題を設定し、目的意識や見通しをもって観察・実験などを行い、得られた結果を分析して解釈するなど、「科学的に探究する学習活動」を進めていくことが重要である。

その際、次の4つの学習活動について、小学校で培っている「問題解決の能力」を踏まえて、中学校3年間を見通して指導を改善・充実することが大切である。

観察・実験を計画すること

- 自然の事物・現象から問題を見いだして課題を設定する学習活動の充実
- 予想や仮説を立て、検証するための観察・実験を計画する学習活動の充実

分析して解釈すること

- 観察・実験の結果を分析して解釈する学習活動の充実

検討して改善すること

- 自分の考えをもち、自分や他者の考えを検討して改善する学習活動の充実

知識・技能を活用すること

- 日常生活や社会との関連を図り、理科を学ぶことの意義や有用性を実感する学習活動の充実
- 日常生活や社会の特定の場面で、理科で学習した知識・技能を活用する学習活動の充実

本研究では、単元「1年生 光による現象」を扱い、上記に挙げられている学習活動の中から、特に

- ・自然の事物・現象から問題を見いだして課題を設定する学習活動の充実
- ・自分の考えをもち、自分や他者の考えを検討して改善する学習活動の充実
- ・日常生活や社会の特定の場面で、理科で学習した知識・技能を活用する学習活動の充実

を目指す工夫に取り組んだ。

3 指導の実際

「1」で述べた研究の目的を検証するために、次の要領で授業実践を行った。

実施日：平成30年11月5日～11月9日（5日間）

実施校：たつの市立御津中学校

単元：光による現象（3時間／全7時間）

対象：1年生

(1)本単元について

ア 単元のねらい

観察・実験を通して光の規則性を見だし、身近で起こる光の現象について理解する。

イ 指導計画（全7時間）

| 時 | 主な学習内容 | ねらい |
|--------|----------------------|--|
| 1 2 | 光の進み方 光がはね返るときの様子 | <ul style="list-style-type: none"> 入射角を変えたときの反射角を測定することができる 入射角と反射角の関係を科学的に考察することができる 光が鏡ではね返るときの規則性を理解することができる ものが見えるしくみを理解することができる |
| 3 | 光が通りぬけるときの様子 | <ul style="list-style-type: none"> 光が物質の境界面で屈折する角度を測定することができる 入射角と屈折角の関係を科学的に考察することができる 光が空気から水に進むときの規則性を理解することができる |
| 4 | | <ul style="list-style-type: none"> 理由を明確にして、予想を立てることができる 入射角と屈折角の関係を科学的に考察することができる 光が水から空気へ進むとき、ある角度をこえると全反射が起こることを理解することができる |
| 5 | | <ul style="list-style-type: none"> 学んだことを活用して、不思議な現象を説明することができる 身近にある屈折や全反射に関心をもち、進んで調べようとすることができる |
| 6 7 | 凸レンズのはたらき | <ul style="list-style-type: none"> 凸レンズを通る光の進み方をもとに、どの位置にどのような像ができるのかを作図によって求めることができる 実像と虚像のできる条件を見いだすことができる 凸レンズによってできる像を調べる実験の基本操作ができ、像の位置や大きさ、向きが変わることを記録することができる 凸レンズによる像のでき方の規則性を理解することができる |

このうち3・4・5時間目で授業実践を行った。

(2) 自然の事物・現象から問題を見いだして課題を設定する学習活動の充実

ア 授業計画（第3時）

| | 学習活動 | 指導上の留意点 |
|---------------------------|--|---|
| 課題の把握 | 1 既習事項を確認する ・光の直進、反射、乱反射 ・ものが見えるしくみ 等 2 導入実験「水を入れると見えるコイン」を行い、問題を見いだす | ・前時までの学習を振り返らせ、光の基本的な性質・ものが見えるしくみについておさえる ・導入実験を通して、コインが見えた理由について考えさせ、本時の課題を設定する |
| 学習課題 空気と水の境界で、光はどのように進むのか | | |
| 課題の探究 | 3 結果を予想する ・他の生徒と交流する 4 実験「空気から水へ光が進むとき」を行う | ・光の進み方を作図で表現させ、入射角と屈折角の大小について考えさせる ・角度を正確に測定することやタブレットで記録することを指示する |
| 課題の解決 | 5 結果を基に考察する ・他の生徒と交流する | ・結果を基に、入射角と反射角の関係について班で話し合わせる |

準備物：授業プリント、タブレット端末、湯のみ、ピーカー、コイン、レーザー光源、半円形レンズ、分度器、スクリーン

イ 授業の実際

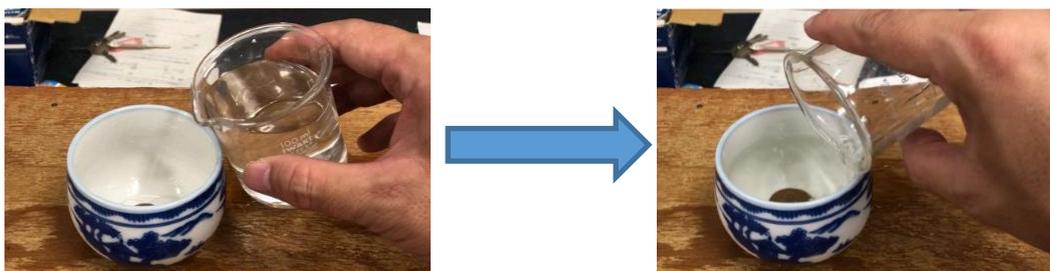
(7) 既習事項を確認する

前時までに学んだ光の基本的な性質・ものが見えるしくみについて確認した。

- ・光はまっすぐに進み(直進)、鏡に当たるとはね返る(反射)
- ・光が反射するとき、入射角と反射角は等しい(反射の法則)
- ・物体の表面がでこぼこしていると、いろいろな方向に光が反射する(乱反射)
- ・物体が見えるには、光源から出た光や物体で反射した光が目が届く必要がある

(4) 導入実験「水を入れると見えるコイン」を行い、問題を見いだす

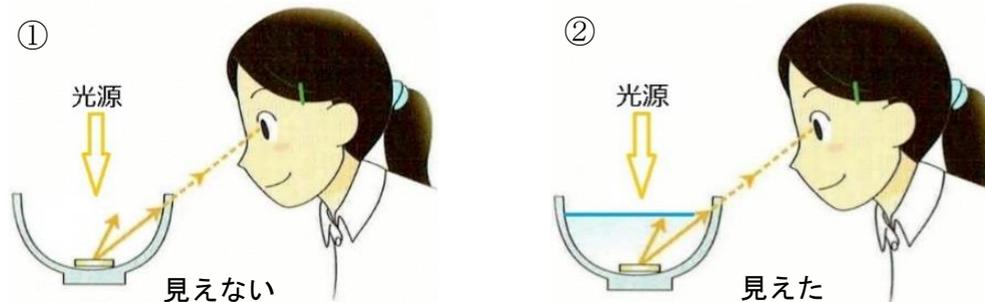
本時で学ぶ「光の屈折」は、ほとんどの生徒が実感したことがない現象だと考えられる。そこで、「水を入れると見えるコイン」を導入実験として行った。これは、底にコインを置いた湯のみに水を入れると、見えなかったコインが浮かんだように見える現象である。水が無い状態では、コインで反射した光は直進するが湯のみに遮られ、目が届かないことからコインは見えない。しかし、水を入れると、コインで反射した光が水から空気へ進むときに屈折し、目が届くことからコインが見えるようになる。



導入実験「水を入れると見えるコイン」

この実験は、湯のみに水を入れるだけなので、操作は単純であるが、どこに視線を合わせて行くかによって、コインの見え方が大きく異なるため、現象に気づかない生徒もいる。そこで、演示で実験の操作を見せるだけでなく、実験を行う生徒の目線にカメラを設置し、その位置から見えるコインの様子をスクリーンに映し出すことで、コインの見え方がどのように変わっていくか分かるようにした。その結果、どの生徒も迷うことなく実験を行うことができ、「おおーっ!」「見えた、見えた!」という声上がり、この現象に興味・関心を示し学習意欲を喚起することができた。

次に①②のイラストを使い、水を入れるとコインが見えた理由について問いかけた。

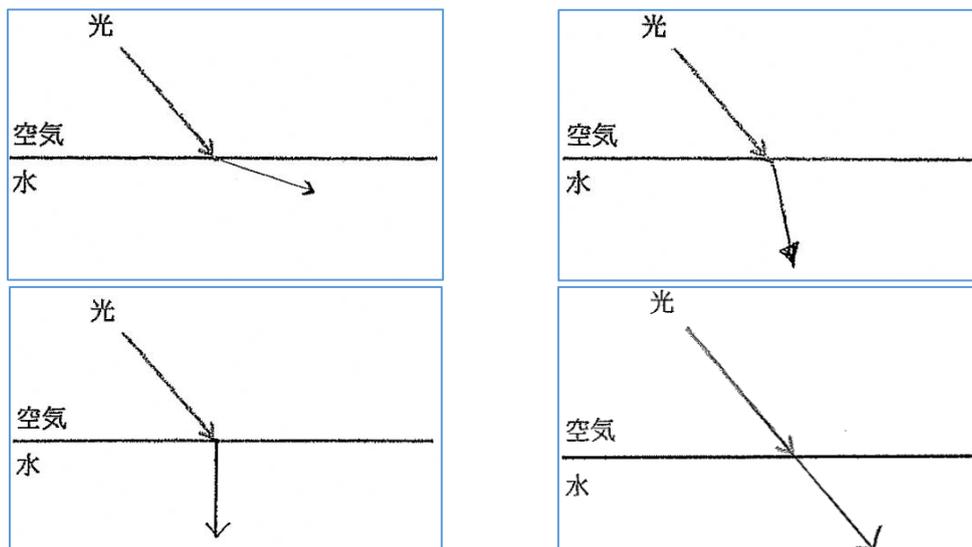


①のイラストについて、光の基本的な性質とものが見えるしくみに関係付けて「コインで反射した光は湯のみに遮られ、目に届いていないから、コインは見えない」と生徒はすぐに答えることができた。しかし、②について、実験を通して「コインは見える」ことは分かっているが、イラストでは光が目に届いていないため、理由について説明できる生徒はいなかった。そこで班で話し合うと、「見えるということは、光が目に届いているはずなのに…」 「水が影響して、光が曲がっているのではないか」という意見が各班で出てきた。そして、本授業の課題を「空気と水の境界で、光はどのように進むのか」と設定した。

この現象は「水から空気へ光が進むとき」の現象であるが、実験に慣れさせるため、比較的行きやすい「空気から水へ光が進むとき」について、先に調べることにした。

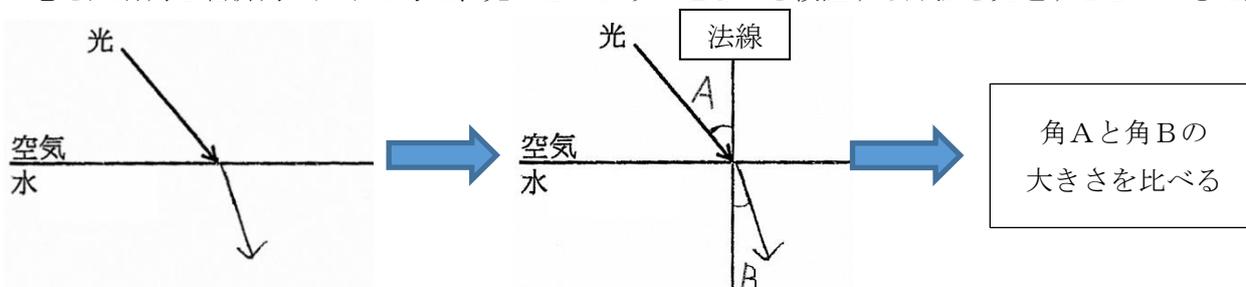
(ウ) 結果を予想する

光の屈折は身のまわりで起こっている現象だが、普段の生活であまり実感することはないので、これまでの経験や既習の知識を理由にして予想を立てるのは難しいと考えられる。そこで、この場面では、どの生徒も自分の考えが持ちやすく、また他の生徒と考えを比較しやすくするため、作図で自分の考えを表すようにした。以下は、生徒が予想した作図の一部である。



多くの生徒は率直に自分が考える光の進み方を作図で表すことができた。次に、予想を交流する場面を設定した。また、数人の生徒の予想を提示することで自分の予想と比較しながら、もう一度自分の予想を検討する姿が見られた。

自分の予想を交流した後、どのように実験を行えば予想を検証できるかをたずねた。すると、生徒から前時に行った反射の実験と同じように、予想の作図に垂直な線(法線)を付け足し、下の図のように角Aと角Bの大きさを比べることで検証できるという意見が出てきた。こうして、生徒は自分の予想を入射角と屈折角の大小で考え、光がどのように進むかを検証する方法を見通すことができた。

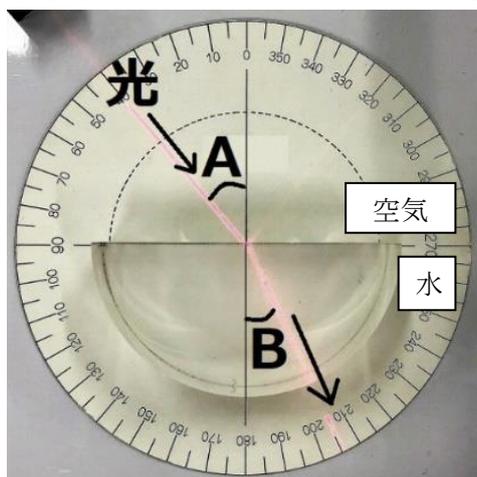


〈予想についての感想〉

- ・ 予想が作図だったので、結果の画像と比べやすかった
- ・ 作図で予想を考えることは難しかったけど、光の進み方がよく理解できた
- ・ 予想を作図したので、頭の中でイメージしながら実験できた
- ・ 作図を交流したので、他の生徒がどのように考えているか分かりやすかった

予想を作図で表すようにしたことや、前時の実験をもとに検証計画を立案することによって、目的意識をもって実験に取り組むようになったと考えられる。また、他の生徒と予想を交流したり、比較したりしたことによって、実験への意欲の向上につながったと考えられる。

(I) 実験「空気から水へ光が進むとき」を行う



今回は実験用のアクリル製半円形レンズを水の代わりにとし、その中心にレーザー光を当て、どのように光が進むかを調べた。これは、水とアクリルを比較すると空気に対する屈折率(水:1.3、アクリル:1.4)は多少異なるが、ほぼ同じように光は屈折するからである。このことを生徒に説明し、実験にのぞんだ。

角Aの大きさを0°、20°、40°、60°、80°と変えながらレーザー光を半円形レンズの中心に当て、角Bの大きさがどのように変化するかを調べた。調べる角度を指定したのは、他の班と結果を比較しやすくするためである。また角Aが0°

のときについて調べたのは、光が物質の境界面に垂直で入射するとき屈折せず直進することにも気づかせたいと考えたからである。

| | | | | | | |
|---|----|----|-----|-----|-----|-----|
| I | 角A | 0° | 20° | 40° | 60° | 80° |
| | 角B | 0° | 15° | 23° | 37° | 44° |

| | | | | | | |
|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| II | 角A | 0° | 20° | 40° | 60° | 80° |
| | 角B | 0° | 15° | 25° | 35° | 45° |

| | | | | | | |
|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| III | 角A | 0° | 20° | 40° | 60° | 80° |
| | 角B | 0° | 13° | 23° | 33° | 43° |

代表的な生徒の実験結果

この実験は、前時の反射の実験と同じような操作なので、生徒が戸惑うことはなかった。それぞれの班の実験結果を比べると、数値に多少の誤差が見られたが、どの班も同じような傾向を示していた。

この実験の際に、班に1台のタブレットを配布し、画像で結果を記録するように伝えた。これは、一人一人に役割があることで、実験後に測定した数値を見返したりする生徒の姿を期待した手立てである。

〈タブレットの活用についての感想〉

- ・ 画像に残すことで、自分の考えた予想と結果を簡単に比べられた
- ・ 結果を画像で確認しながら実験ができたので分かりやすかった
- ・ 画像に記録しながらだったので、ただ見るだけでなく、結果を考えながら実験できた
- ・ タブレットの画像で、他の班と予想を交流できた

画像で記録した結果を利用して、自分の予想や他の生徒の結果と比較することが容易になり、生徒が考察する補助となっていたことが分かる。またタブレットで記録を残すことは、実験に対する関心を高める効果もあったことが分かる。画像で記録するという目的があることで、より正確に実験を行うようになったからだと考えられる。

(オ) 結果を基に考察する

考察する場面では、角Aと角Bの大きさを比較して、班ごとに表すようにした。その際、自分の班だけでなく、他の班のタブレットの記録の結果を確認しながら考察する姿が見られた。

〈生徒の考察〉

- ・ 光は水に進むと曲がる
- ・ 光は角Bが角Aより小さくなるように進む
- ・ 角Aが大きくなると角Bも大きくなる
- ・ 角Aが 0° のとき、光は直進する

それぞれの班の考察をもとに、学習課題「空気と水の境界で、光はどのように進むのか」に対する、本時の実験のまとめとして「光が空気から水に進むとき、角Bは角Aより小さくなるように進む」「角Aが 0° のとき、光は直進する」と、生徒は導くことができた。そして、光が空気と水の境界面で曲がって進むことを「屈折」、角Aを「入射角」、角Bを「屈折角」ということを確認し、この授業を終えた。

(3) 自分の考えをもち、自分や他者の考えを検討して改善する学習活動の充実

ア 授業計画（第4時）

| | 学習活動 | 指導上の留意点 |
|---------------------------|---|--|
| 課題の把握 | 1 前時を振り返り、本時で調べることを確認する | ・光が空気から水へ進むときの道すじを図で振り返り、屈折の様子を入射角と屈折角の関係でおさえる |
| 学習課題 空気と水の境界で、光はどのように進むのか | | |
| 課題の探究 | 2 結果を予想する ・入射角と屈折角の関係で考える 3 実験「水から空気へ光が進むとき」を行う | ・前時の結果を基に、図で表すようにする ・理由を明確にする ・角度を正確に測定することやタブレットで記録することを指示する |
| 課題の解決 | 4 結果を基に考察する a 自分たちの考えをまとめる b 他の班と考えを伝え合う c 自分たちの考えと他の班の考えを検討して改善する | ・入射角が 40° までの屈折の様子を確認し、 60° 、 80° のときの屈折角の大きさに注目させる ・どの角を屈折角として測ったのか、考えを伝え合うよう助言する |

準備物：授業プリント、タブレット端末、レーザー光源、半円形レンズ、分度器、スクリーン

イ 授業の実際

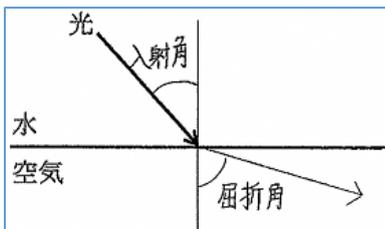
(7) 前時を振り返り、本時で調べることを確認する

この授業では、最初に学習課題「空気と水の境界で、光はどのように進むのか」について、前時の実験で光がどのように進んだかを作図で振り返り、本時は前時と光の進み方を逆にして、「光が水から空気へ進むとき、どのような道すじになるか」を調べることを確認した。

(1) 結果を予想する

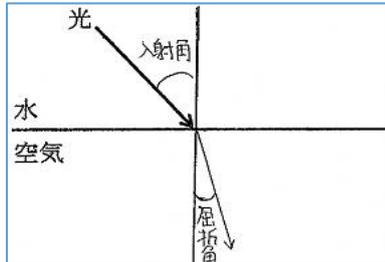
前時の予想は、単に結果がどうなるかを考えたものであった。しかし、この場面は、前時に学んだことから結果を推測することができると考えられることから、理由を明確にして予想するように伝えた。すると前時は、ほとんどの生徒が即座に自分の考えを表現していたが、ここでは前時の学びを予想に生かそうと、じっくり自分の考えをまとめている姿が見られた。中には、理由を考えることに戸惑う生徒もいたが、班の中で話し合ったり、タブレットに残っている記録や前時の作図を参考にしたりしながら予想することができた。

生徒の予想は次に示す3つの考え方に分かれた。



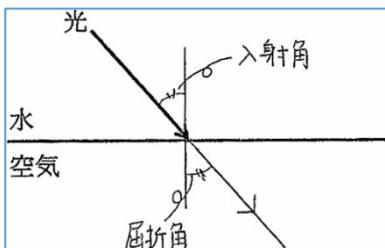
入射角 < 屈折角

- 空気→水は入射角の方が大きかったので、水→空気の場合は逆になり屈折角の方が大きくなる
- 前時は空気→水だったが、今度は水→空気と逆に光が進むので入射角と屈折角も逆になる



入射角 > 屈折角

- 空気→水では入射角が屈折角より大きかったので、水→空気でも同じになる
- 水と空気の順番が入れ替わっても、屈折角の大きさに関係ない



入射角 = 屈折角

- 前時は水だったから屈折したけど、空気は光の進み方を変化させないし、反射もさせない
- 水の中でも、空気の中でも光はまっすぐ進む

代表的な生徒の予想

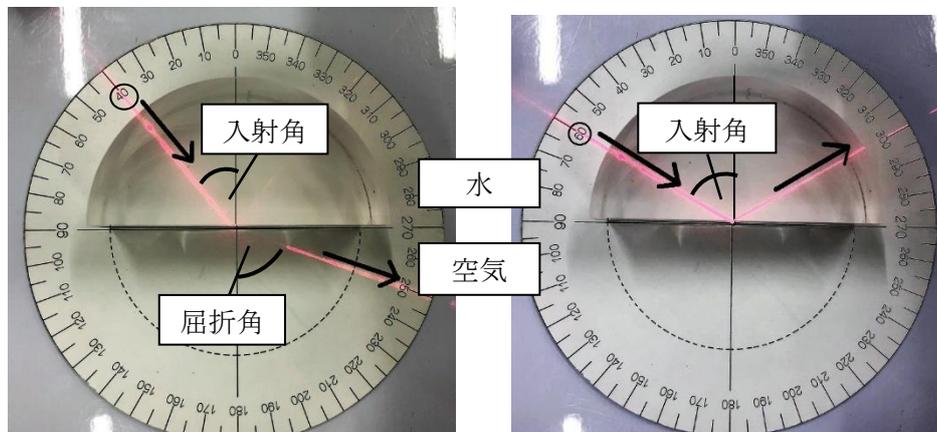
〈理由を明確にして予想することの感想〉

- 予想するのは難しかったけど、復習の作図を基に考えることができた
- タブレットは予想するときに役立った
- 理由を考えながら予想して実験を行ったので、とても結果が気になった
- 理由を考えていたので、結果が予想と異なったことに驚いた

理由を明確にして予想するようにしたことで、前時の結果を振り返りながら予想を考えるようになったことが分かる。そして、結果に対する関心を高めながら、実験を行っていたことが分かる。

(ウ) 実験「水から空気へ光が進むとき」を行う

この実験も前時と同じ装置を用いて、光が水から空気へ進むよう半円形レンズを上下逆に置いて行った。前時と比べると、光の進み方が逆になるだけで操作は変わらないので、どの班も迷うことなく取り組むことができた。



光が水から空気へ進む様子

| | | | | | |
|-------|--------------------|--------|---------------------|---------|--------------------|
| I 入射角 | 0° 20° 40° 60° 80° | II 入射角 | 0° 20° 40° 60° 80° | III 入射角 | 0° 20° 40° 60° 80° |
| 屈折角 | 0° 28° 72° × × | 屈折角 | 0° 30° 70° 120° 95° | 屈折角 | 0° 30° 75° 60° 80° |

代表的な生徒がまとめた実験結果

〈結果から分かること〉

- ・ 屈折角が入射角より大きくなるように屈折するが、ある程度大きくなると反射した
- ・ 40° までは空気の方に屈折したけど、60° からは水へ反射した
- ・ 屈折角はあると思っていたけど、60°、80° になると光が消えた
- ・ 入射角が大きくなりすぎると、屈折角が測れなくなる

結果を交流すると、どの班も入射角が 40° になるまでは、屈折角はほぼ同じ大きさだったため、生徒たちから「前時と同じで、入射角が 0° のときは、光は屈折せず、直進する」「入射角が 40° になるまでは、屈折角が入射角より大きくなり、前時と逆になる」と、同じような考えがでてきた。

しかし、入射角が 60°、80° のときは、上記のように屈折角の大きさが班によって異なっている。生徒たちは、そこに着目し「なぜ結果が違うのか」「自分の班の測り方が間違っているのか」などと疑問を感じていた。

そこで、この疑問を解決するため、入射角が 60°、80° のときに焦点を絞り、「どのように測ったか？」等、各班が結果を見いだした考えを伝え合う場面を設定した。これは他者の考えを知ること、もう一度自分の考えを検討したり、改善したりすることを通して、さらに考えを深める生徒の姿を期待したからである。

(I) 結果を基に考察する

a 自分たちの考えをまとめる

まず他の班に伝える準備として、どのように説明していくかを班で話し合い、再び屈折角の測り方について整理した。

- | | |
|-----|--------------------------|
| I | 屈折した光が消えたと捉え、屈折角を「×」と表した |
| II | 90° 以上に屈折したと考えた |
| III | 反射角を屈折角として角度を測った |

b 他の班と考えを伝え合う

その後、タブレットに記録した画像を利用しながら、他の班と考えを伝え合う活動を行った。

〈他の班と考えを伝え合う活動の感想〉

- ・ どうしたら人に分かりやすく伝わるかを考えながら話すので、すごく頭に入った
- ・ 理由を説明するのは難しかったけど、分かってもらえると嬉しかった
- ・ 自分と異なる考えを聞くことで、いろいろな疑問が出てきた
- ・ 他の班の説明を聞き、自分たちの考えと比べられ分かりやすかった

生徒は、どうすれば相手がよく分かるか、自分の考えを伝えられるかをよく考え、理由を明確にしながらかつ話していたことが分かる。そして、他の班と比較することで、考えが広がって新たな疑問を持つようになり、これまでと異なる視点で自分の考えを見つめ直している様子が分かる。

c 自分たちの考えと他の班の考えを検討して改善する

他の班の考えを持ち帰り、自分たちの考えと比較すると、屈折角として測っていた角が異なっていたことに気づいた。そして、改めて「屈折角はどこなのか」を考えることになった。すると生徒はⅠの考えに注目し、「この現象は本当に屈折なのか」と疑い、Ⅲの結果が入射角と屈折角が同じ大きさとなっていることを既習事項と関係付けて考え、「屈折角として測っていた角は反射角でないのか？」という意見が出てきた。そこで、「もう一度、 40° と 60° のときのタブレットの記録を見くらべて、光がどのように進んでいるか、よく見てみよう」と伝えると、生徒は「入射角が 40° のときは、光は屈折しながら一部が反射している」「入射角が 60° のときは、光が水に進み全て反射している」ことに気づいた。そこで、この現象を理科の用語で全反射ということを伝えた。

以上のことから、生徒は「光が水から空気へ進むとき、どのような道すじになるか」に対する考察として「水から空気へ光が進むとき、屈折角が入射角より大きくなるように屈折するが、入射角がある大きさをこえると全反射する」と導き、この授業を終えた。

(4) 日常生活や社会の特定の場面で、理科で学習した知識・技能を活用する学習活動の充実

ア 授業計画（第5時）

| | 学習活動 | 指導上の留意点 |
|-------|---|---|
| 課題の把握 | 1 身のまわりの現象「水を入れると見えるコイン」について、課題を見いだす | ・第3時の「水を入れると見えるコイン」の動画を見せる |
| | 学習課題 学んだことを活用して「水を入れると見えるコイン」を説明する | |
| 課題の解決 | 2 現象を説明する ・光の屈折 | ・光が目が届く様子を作図で考えさせる ・各自の考えを班で交流させる |
| 課題の把握 | 3 実験「水を入れると見えないコイン」を行い、課題を見いだす | ・コインの見え方に注目させる |
| | 学習課題 学んだことを活用して「水を入れると見えないコイン」を説明する | |
| 課題の解決 | 4 現象を説明する ・光の全反射 5 身のまわりにある屈折・全反射を探す ・風呂やプールでのものの見え方 | ・ガラスの壁面で起きている現象について作図で考えさせる ・各自の考えを班で交流させる |

準備物：授業プリント、タブレット端末、ビーカー、コイン

イ 授業の実際

(7) 身のまわりの現象「水を入れると見えるコイン」について、課題を見いだす

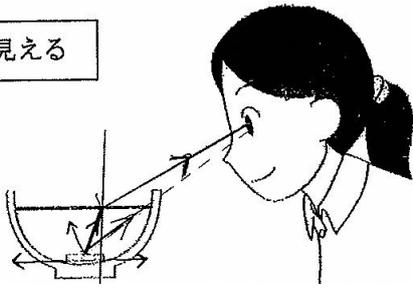
第3時の導入実験「水を入れると見えるコイン」を動画でもう一度見せ、現象を確認することから始めた。そして「学んだことを活用して『水を入れると見えるコイン』を説明する」を、この授業の最初の課題とした。

(1) 現象を説明する

この現象は、コインで反射した光が目が届くまでの進み方を考えると説明できる。水から空気に向かう光は、屈折角が入射角より大きくなるように屈折して目につき、コインが見えるからである。だからこの現象は、前時に学んだことを活用して説明することができる。

そこで、第3時でスクリーンに映し出したイラストをプリントで配布し、コインで反射した光が目につき様子を作図することで、この現象を説明することができないかと問いかけた。すると生徒は、前時までに学習したプリントやタブレットの記録を振り返り、光の進み方を作図する姿が見られた。

見える



〈見える説明〉

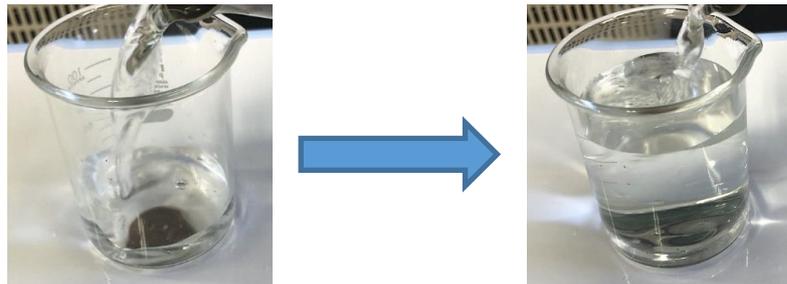
- ・光の屈折で見えるようになったから
- ・コインからの光が水から空気に進むので、入射角より屈折角が大きくなるように屈折し目に届くから
- ・乱反射した光の一部が屈折して目に届いていると思うから
- ・コインから出た光が水によって屈折したから

「水を入ると見えるコイン」

そして、生徒は光の屈折で学んだことを生かして、導入実験「水を入ると見えるコイン」のコインが見える説明として「コインから出た光は、水から空気に向かうとき、屈折角が入射角より大きくなるように屈折して目に届くから」と導くことができた。

(ウ)実験「水を入ると見えないコイン」を行い、課題を見いだす

前時に学んだ「光の全反射」は、ほとんどの生徒が普段の生活で実感したことがない現象だと考えられる。そこで実験「水を入ると見えないコイン」を行い、身のまわりにある全反射について考えることとした。この実験はガラスのビーカーの下にコインを置き、斜め横からコインを見つめる。そこに水を入れると、見えていたコインが見えなくなる現象である。実験を行った生徒は、第3時の導入実験「水を入ると見えるコイン」よりも大きな驚きを見せ、この現象に興味・関心を示した。



実験「水を入ると見えないコイン」

そして「学んだことを活用して『水を入ると見えないコイン』を説明する」を、この授業の二つ目の課題とした。

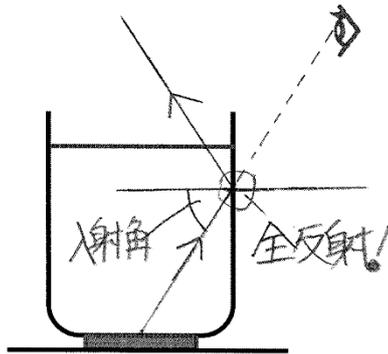
(I)現象を説明する

この現象も、コインから出た光の道のりを考えると説明することができる。水が無い状態だと、コインで反射した光はガラスを直進して目に届くのでコインは見える。しかしそこに水を入れると、コインで反射した光は水から空気に進むことができず全反射してしまい、目に届かないのでコインが見えなくなる。この現象も、前時に学んだことを活用することで説明できる現象である。

まず水の有無による見え方の違いを比較するため、コインで反射した光が目に入る様子を図で考えた。そして、「目に届いていた光が、水を入れると目に届かなくなる様子を作図して、この現象を説明することができないか」と問いかけた。生徒は、これまでに学んだことを振り返ったり、タブレットの記録を見返したりしていたが、なかなかうまくいかなかった。しかし生徒は、自発的にこの実験を繰り返し、解決の糸口を探し始めた。するとある班が、「横でも、ビーカーの下のほうからのぞくとコインが見える」「ビーカーの壁面にコインが映って見える」ことに気づいた。そしてこの気づきから「光が全反射したのではないか？」という考えが出てきて、そのイラストに作図し「入

射角が大きいので全反射し、光が目には届かないので、コインは見えない」と、この現象を説明することができた。

見えない



〈見えない説明〉

- ・入射角が大きいので、光が水中から空気中に行かず、全反射するから
- ・ビーカーの壁面で光が全反射するから
- ・水があることで光が全反射するから
- ・水が光を全反射させるから

「水を入れると見えないコイン」

生徒はそれぞれの班の考えをもとに、既習事項とこの現象をつなぎ、実験「水を入れると見えないコイン」のコインが見えない説明として「コインから出た光は水から空気へ進むとき、入射角が大きいので水から空気に進まず全反射するから」と導くことができた。

(オ)身のまわりにある屈折・全反射を探す

最後に、これらの現象が身のまわりで起きていることに気づかせるため、生活の中で見られる屈折・全反射を探すことにした。しかし生徒にとっては難しかったようで、なかなか見つけられなかった。そこで、光が屈折・全反射する条件を確認すると、水が影響していることに気づき、何人かの生徒が風呂やプールでのものの見え方を発表した。そして、全反射が科学技術や身近な物に応用されている例として、教科書に示されている光ファイバーの仕組みを確認し、授業を終えた。

〈生活の中で見られる屈折・全反射〉

- ・風呂に入ると、足が短く見える
- ・水があると、プールは底が浅く見える
- ・水が入ったビーカーに指をつけると、太く見える
- ・海やプールの水面がキラキラ光って見える

〈学んだことを活用することの感想〉

- ・いつもの生活で不思議に思っていたことが解決できた
- ・身近にある全反射をもっと見つけたくなった
- ・次の実験に学んだことを活用していきたい
- ・普段の生活に全反射の性質が利用されていることが分かった

身のまわりで起きている現象について、学んだことを活用して説明したことで、さらに光の性質に対する興味・関心を持つようになったことが分かる。また、日常生活との関連が分かったことで、科学することの面白さや有用性の気づきにつながったと考えられる。

(5) 生徒の感想

生徒自身の学習活動に対する評価や関心・意欲を調べるために、第5時の授業の最後に感想を書かせ、次のように分類した。

| 学習活動 | 主な感想 |
|---------------|--|
| 予想 | <ul style="list-style-type: none"> ・予想が作図だったので、結果の画像と比べやすかった ・作図で予想を考えることは難しかったけど、光の進み方がよく理解できた ・予想を作図したので、頭の中でイメージしながら実験できた ・作図を交流したので、他の生徒がどのように考えているか分かりやすかった |
| タブレットの活用 | <ul style="list-style-type: none"> ・画像に残すことで、自分の考えた予想と結果を簡単に比べられた ・結果を画像で確認しながら実験ができたので分かりやすかった ・記録しながらだったので、ただ見るだけでなく、結果を考えながら実験できた ・タブレットの画像で、他の班と予想を交流できた |
| 理由を明確にした予想 | <ul style="list-style-type: none"> ・予想するのは難しかったけど、復習の作図を基に考えることができた ・タブレットは予想を立てるときに役立った ・理由を考えながら予想して実験を行ったので、とても結果が気になった ・理由を考えていたので、結果が予想と異なったことに驚いた |
| 他の班と考えを伝え合う活動 | <ul style="list-style-type: none"> ・どうしたら人に分かりやすく伝わるかを考えながら話すので、すぐく頭に入った ・理由を説明するのは難しかったけど、分かってもらえると嬉しかった ・自分と異なる考えを聞くことで、いろいろな疑問が出てきた ・他の班の説明を聞き、自分たちの考えと比べられ分かりやすかった |
| 学びの活用 | <ul style="list-style-type: none"> ・いつもの生活で不思議に思っていたことが解決できた ・身近にある全反射をもっと見つけたい ・学んだことを次の実験に活用していきたい ・普段の生活に全反射の性質が利用されていることが分かった |

4 学習活動の成果

授業中の生徒の様子、学習プリント、授業後の感想などから、今回取り組んだ3つの学習活動を振り返った。

(1) 自然の事物・現象から問題を見いだして課題を設定する学習活動

問題を見いだす場面で、生徒はこれまでに習ったことと関係付けて「水がないとコインが見えない」の理由をすぐに答えることができたが、導入実験「水を入れると見えるコイン」の理由については答えることができなかった。これは、科学的根拠に基づいて考え、新たな疑問が生まれている姿である。この疑問から学習課題を設定することで学習意欲が喚起され、目的意識を持って実験を行い、課題に対して自発的に試行錯誤しながら、科学的に探究するようになったと考えられる。

(2) 自分の考えをもち、自分や他者の考えを検討して改善する学習活動

自分の考えを相手に伝える場面を設定したことで、生徒はどうすれば相手に伝わりやすいかを意識して、自分の考えを整理していたことが分かる。そして、他者の考えを聞き、自分の考えと比較することで、異なる視点で自分の考えをみつめることになり、新たな気づきや疑問につながっていることが分かる。

(3) 日常生活や社会の特定の場面で、理科で学習した知識・技能を活用する学習活動

身のまわりで起きている「水を入れると見えるコイン」などの不思議な現象について説明する場面を設定したことで、生徒は学習したことを活用することになった。そして、授業後の感想によると、「いつもの生活で不思議に思っていたことが解決できた」「身近にある全反射をもっと見つけたくなった」とあり、疑問を解決した達成感、自然事象や日常生活への適用に関わる記述が見られた。このように、理科を学ぶことの意義や有用性を実感することで、光の性質に対する興味・関心を持つ姿が見られた。

おわりに

この授業実践を振り返ると私が予想していた以上に、積極的に学習に取り組む生徒の姿が見られた。それは、自分たちで課題を見だし、それを解決するために、それぞれの考えを出し合いながら、学習を進めていった成果だと思う。

私の今までの授業を振り返ると、教師がどう教えるか、ばかりを考えて授業をしていたと思う。この実践を通して、どう教えるかでなく、生徒自身がどのように学ぶかという視点を持つことの大切さを痛感した。この経験を踏まえ、生徒が理科を学ぶことの楽しさや意義を実感できるよう、科学的に探究する学習活動を充実させる授業づくりを目指したい。

最後に、本研究で授業実践の場を提供していただいた、たつの市立御津中学校に深く謝意を表す。

〈主な参考文献〉

- ・中央教育審議会「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）」，2016
- ・文部科学省「中学校学習指導要領解説 理科編」，2017
- ・国立教育政策研究所「全国学力・学習状況調査 報告書【中学校】理科」，2018
- ・山口晃弘・江崎士郎 編著「中学校『理科の見方・考え方』を働かせる授業」東洋館出版社，2017

第2章

実地研修に関すること

兵庫県立教育研修所が計画・実施した講座に係る実地研修

1 平成 30 年度 初任者研修

(1) 「体験プログラム『水辺の調査』」における指導

ア 講座の概要

「体験プログラム『水辺の調査』」は、初任者が水辺の調査の体験を通して、教育活動における体験活動の位置付けやねらいを明確にした体験活動の設定の仕方を習得することを目的としている。

(7) 実施日時及び会場

○阪神、播磨東、淡路地区

日時：平成 30 年 8 月 2 日（木）

会場：兵庫県立南但馬自然学校（朝来市山東町迫間字原 189）

(4) 対象

小・中学校及び特別支援学校の教員（初任者）

(7) 内容

実習：水辺の調査

イ 所感

本講座は、「初任者研修全県宿泊研修」の体験プログラムの一環として行い、会場内にある 3 つの池と 1 つのビオトープを活用した「体験プログラムの作成」という視点をもってグループごとに調査活動を行った。調査テーマは、池の環境と生息する生き物との関係についてのものが多く見られた。受講者は、生き物を捕まえたり、捕まえた生き物を観察したりするなど意欲的に活動を行い、多くの種類の生物を発見できたことに驚いていた。

今回の研修を通して、問題解決の過程における「比較する」ことが重要であると感じた。複数の池を比較したことにより、それぞれの相違点に気づき、「池によって生息する生き物が違うのはどうしてだろう」という疑問が生じることになる。そして、それぞれの池の環境を調べ、共通点や相違点を分析し、池の環境と生き物と関係付けて考察することで、問題解決の力につながると考える。

(2) 「理科における学習指導の基本」における指導及び運営補助

ア 講座の概要

- ・理科における学習指導要領の目標や内容に基づいた授業づくりを理解する
- ・見通しを持って観察、実験を行うことなどを通して、問題を科学的に解決する授業づくりを理解する

(7) 実施日時及び会場

○小学校 A 1～7、B 1～7 班

日時：平成 30 年 9 月 5 日（水）

会場：県立教育研修所

(4) 対象

小学校教員（初任者）

(ウ) 内容

講義：理科における学習指導の基本について

演習・協議：問題を科学的に解決する力を育む学習指導の工夫

イ 所感

「初任者研修 研修所で行う研修 第3回」での研修講座として実施した。講座の前半では、教科の目標やねらいを達成するための授業の在り方について理解することを目的に講義を行った。理科の学習過程の例を示し、その中から、特に「考察や結論の導出」を充実させるための授業の進め方について具体的な単元を用いて解説した。

講座の後半では、4年生の「もののあたままり方」の単元で、受講者が児童の視点で予想をしたり、その予想をもとに教員の目線でどのように発問したりするかなど、板書計画を作成しながら授業の構成を考え、1時間の授業の流れが分かるように演習を進めていった。特に、「結果から考察する場面」においては、4年生で育成すべき問題解決の力である「関係付ける」の考え方で、どのように考察するかを協議し、その内容を発表し合った。

講座で指導するにあたり、教材を詳しく分析したところ、特に「結果から考察する場面」において、学習指導要領に示されている「比較する」「関係付ける」といった問題解決の力を育むために、それらの場면을授業の中にどのように組み込んでいくかが重要であると感じた。自分が授業を行うときも、どのような力の育成を目指すのかを意識して、授業を組み立てることが大切だと感じた。

(3) 「安全に配慮した化学実験」における指導及び運営補助

ア 講座の概要

「安全に配慮した化学実験」は、初任者が充実した理科の実験の指導を行えるように、安全に配慮した化学実験の基本的な指導方法について、講義や実習を通して研修することを目的としている。

(7) 実施日時及び会場

○小学校B 1～7班

日時：平成30年10月2日（火）

会場：県立教育研修所

○小学校A 1～7班

日時：平成30年10月3日（水）

会場：県立教育研修所

(イ) 対象

小学校教員（初任者）

(ウ) 内容

講義：「安全に実験を行うには」

実習：安全に配慮した化学実験

イ 所感

「初任者研修 研修所で行う研修 第4回」での研修講座として行われた。講座の前半では、安全に化学実験を行うために、理科の授業中に起きる事故やその件数から特に注意すべきこと

や理科室を使用するに当たって指導すべきことを解説した。講座の後半では、薬品の希釈や加熱実験を通して、実験器具の正しい使い方や姿勢など、安全に実験するための演習を行った。

理科の学習において、観察・実験は授業の中心となる学習活動であり、その観察・実験を安全に行えるように指導することは、最も重要である。そのためには、教員が正しい知識を持ち、正しく実験器具を扱い、実験できることが大切である。実験中の事故やけがのリスクを減らすためにも、生徒の姿を思い浮かべながらの予備実験や器具の点検を行った上で実験に取り組みせたい。

2 平成 30 年度 選択研修「(中) 理科教育講座」における指導及び運営補助

ア 講座の概要

「(中) 理科教育講座」は、主体的・対話的で深い学びを実現する授業の在り方を理解するとともに、科学的に探究するために必要な資質・能力を育成する授業づくりを理解することを、ねらいとしている。

(7) 実施日時及び会場

日時：平成 30 年 10 月 10 日（水）9:40～16:20

会場：県立教育研修所（加東市山国 2006-107）

(4) 対象

中学校及び特別支援学校中等部の教員

(7) 内容

講義：主体的・対話的で深い学びを実現する理科の授業づくり

—新学習指導要領の考え方を踏まえて—

演習・協議：科学的な思考力を育成するための授業づくり

・主体的・対話的で深い学びの視点とは

・科学的に探究する方法を用いて考えるための授業プランの作成

イ 所感

講義においては、新学習指導要領を踏まえて、生徒に理科としてどのような力を身に付けさせる必要があるかを考え、「課題の設定」から「仮説の検証」まで具体的な授業の実践例を紹介することにより、受講者に自分の授業を振り返らせることができた。

演習・協議は、全国学力・学習状況調査の調査結果を基に、課題を明確にして目指す生徒の姿をもった上で、具体的な授業づくりを行った。午前の講義内容とつながりがあったので、どの受講者も迷うことなく、充実した演習・協議となった。

謝 辞

この1年間、たつの市教育委員会に推薦していただき、兵庫県教育委員会事務局義務教育課の命を受け、兵庫県立教育研修所理科教育推進研修員として、「理科教育の指導方法に関すること」「実地研修に関すること」について有意義な研修を行うことができました。また、これまで自分が行ってきた実践を見つめ直し、指導方法の改善に向けて考える大変貴重な機会にもなりました。

授業実践に際し、たつの市立御津中学校の 森川 原好 校長をはじめ、先生方に多大な御協力をいただきました。「光による現象」の単元において、生徒の科学的に探究する能力の基礎と態度を育てるための効果的な「科学的に探究する学習活動」の在り方の研究を進め、このたび、まとめとして本冊子を作成することができました。

また、兵庫県立教育研修所の 清瀬 欣之 所長をはじめ所員の皆様には、私の研究活動に対し貴重な御意見や御助言をいただきました。最後になりましたが、この1年間、御支援いただいたすべての方々に深く感謝申し上げます。ありがとうございました。

平成 31 年 3 月

平成 30 年度 兵庫県立教育研修所 理科教育推進研修員
(たつの市立御津中学校 教諭)

山本 仁