

2014

Sapporo Junior High School
Attached to Hokkaido University of Education

発表日	: 平成27年2月5日(木)
都道府県名	: 北海道
学校名	: 北海道教育大学附属札幌中学校
校種	: 中学校
教科・科目等名	: 理科

平成26年度 国立教育政策研究所 教育課程研究指定校事業

北海道教育大学附属札幌中学校

理科 研究協議会追加資料



北海道教育大学附属札幌中学校

伊藤 雄一 小路 美和

目次

I 実践例資料

- | | | |
|--------------------|----------------|---------|
| 1. 第1学年 「身近な物理現象」 | 屈折による現象 | P2～P10 |
| 2. 第3学年 「化学変化とイオン」 | 水溶液とイオン | P11～P14 |
| 3. 第3学年 「運動とエネルギー」 | 力学的エネルギーの移り変わり | P15～P19 |

II 理科に関するアンケート結果 P20～P28

III 協議会発表資料 P29～P33

<参考>

IV 北海道教育大学附属札幌中学校 研究主題解説 P34～P55

V 理科 教科研究 P56～P61

※学習案については、北海道教育大学附属札幌中学校の書式で掲載している。

理科学習案

学 級 1年C組 36名

教 諭 小 路 美 和

I 単元名

【エネルギー】 「身近な物理現象」

第1章 光による現象 「屈折」

II 単元の目標

身近な事物・現象についての観察、実験を通して、光や音の規則性、力の性質について理解させるとともに、これらの事物・現象を日常生活や社会と関連付けて科学的にみる見方や考え方を養う。

III 単元の価値

本単元は生徒が身近な現象に疑問をもち、観察、実験を通して身のまわりにある事象に触れ、それらを科学的に思考していく単元である。生徒は普段から科学的な事象に触れながら生活をしているが、その現象は不可視的なものが多く、そこに疑問をもって臨むことは少ない。身近にあるがためにその事象を当たり前のこととして捉えている。中学校の最初の理科学習の単元として、その不可視的な事象に対し疑問をもち、解決していこうとする力を育みたい。また、自然現象を調べるための実験の基礎操作や情報活用能力、記録の取り方や分析の視点などを身に付けることも重要と捉える。

つまり、この単元においては生徒達が当たり前と感じている事象に再度目を向け、疑問をもち、多面的な視点から観察や実験を通して規則性を見出し、結論づけることにより望ましい科学概念を形成できるところに単元の価値がある。

IV 単元の全体構造

小学校3年生 「光の性質」

第1学年「光による現象」(12時間 本時7/12)

- ・ 光は空気中をどのように進むのか 1時間
- ・ 光の反射にはどのような規則性があるか 2時間
- ・ 光の屈折
「透明な物体を光が通るとき、どのような規則性があるのだろう」 5時間
- ・ 凸レンズはどうしてもものが拡大されてみえるのだろう 4時間

第3学年「運動とエネルギー」

- ・ さまざまなエネルギーとその変換

V 本校の研究と本時の授業との関連

1 生徒自らが「問い」を生む手だて

光の屈折や全反射による現象は、眼鏡や光ファイバーなどに利用されていたり、虹などの自然現象として現れ、生徒の最も身近にある現象といえる。しかし生徒達は光の屈折や全反射が多くのものに利用されていることや自然現象の要因となっていることに気が付いてなく、意識されにくい現象である。「問い」を生む手だてとして、水を通して見た時に光の屈折や全反射によって見え方が変化する現象を複数観察する。さらに「水の中から外の世界はどのように見えるのか」という新たな視点を提示し、水中カメラを用いて見え方の変化を観察することで、驚きとともに、「どうして見え方が変わるのだろう」という「問い」が生まれる。

2 「問う」ことの価値の実感をもたらす手だて

「問う」ことの価値を実感するには、他者と相互に共感し合いながら学ぶ場面と、情報を結び付けながら結論を導き出す場面の両側面が必要であると考え。そこで、ジグソー学習の形態を活かした授業展開を行う。主課題を解決するためにはいくつかの現象の解明が必要となる。それらを分散課題とし追究する過程で、生徒は同じ課題を追究する生徒と「問う」活動を行い、分散課題に対する自分なりの解決を行う。自分が追究する分散課題の解決が、主課題の解決に必要なことが「問う」必然性を生み、学ぶ内容を自分ごととして捉えることができると考える。

「問う」ことによって「問い」を解決する過程を明らかにするには、観察、実験から得られた情報を整理、分析し、複数の情報を結び付けて課題を解決していく思考の流れを外現化していくことが有効である。そのために、ピラミッドストラクチャーの考えを用いて課題解決を行う。まず、複数の観察、実験で得た結果を結び付け、「それらの結果から何がいえるのか」を考察する。考察したもの同士をさらに結び付け、学習課題に対する結論を導き出していく。その後、思考のピラミッドの交流を行い、自分の班にはない情報の結び付け方や、結論を出す新たな視点を知り、さらに自分の考えを広げることができる。最後は自分たちの考えをもとに他の班の考え方も取り入れ、一人一人が思考のピラミッドを作り上げることで思考の再構築を行い、「問い」を解決する過程を明らかにすることができる。これらの過程を通して「問う」ことの価値を実感できると考える。

VI 本時の授業展開

1 本時の目標

水を通して物体を見たときに、見え方が変化する理由を屈折や全反射と結び付けて解明することができる。

2 展開 (7/12)

流れ	○生徒の学習活動	・教師のかかわり
捉える	○前時に観察した実験を振り返る。 ○水中カメラの映像から、水の中からみても見え方が変化していること確認し、なぜ水を通すと見え方が変わるのかを考える。 * どうして見え方が変わるのだろう。	・前時に観察した現象を想起し、水を通した物体の見え方が変化することを確認する。 ・4つの実験が同じ水を通して見た現象でありながら、全く異なる見え方をすることに着目させ、見え方が変わるのはどうしてかを考えるよう促す。
つかむ (10分)	【学習課題】 水を通して物体を見ると、見え方が変わるのはどうしてだろう	
追究する	<p>《「問う」ことの価値を実感する学び合い》</p> <p>○ジグソー学習の形態で課題追究を行うために分散課題を分担する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><水を通してみると見え方が変わる現象></p> <p>○水に入ると、人形が短く見えるのはどうしてだろう →分散課題1</p> <p>○水を通して見ると、人形が消えるのはどうしてだろう →分散課題2</p> <p>○水に入ると、人形が太く見えるのはどうしてだろう →分散課題3</p> <p>○水中から人形をみると、逆さまの姿も見えるのはどうしてだろう →分散課題4</p> </div> <p>○分散課題の追究 同じ分散課題を担当した生徒同士で、分散課題の現象がなぜおこるのか、屈折や全反射の規則性をもとに思考する。</p> <p>○主課題（学習課題）への追究 班員それぞれが持ち寄った分散課題の結論を結び付け思考のピラミッドを作成し、主課題に対する結論を出す。</p> <p>○全体で思考のピラミッドを交流し、主課題を解決する。</p>	<p>・課題を解決するのに、どのような形態を用いるのが有効かを考え、ジグソー学習を行うよう促す。</p> <p>・実際の現象を再確認したり、水槽を活用し実際の見え方を確認しながら、ホワイトボード用いて現象を解明するよう促す。</p> <p>・自分の考えを積極的に表出し、仲間の考えと結び付けられるように机間指導で支援する。</p> <p>・短くなったり、太く見える現象が屈折によるものであり、水面に逆さに映ったり、消える現象が全反射によるものであること結び付け、結論を考察し、思考のピラミッドを築いていくよう促す。</p> <p>◆分散課題の追究、主課題への追究において、自分の考えを表出し、仲間の考えを取り入れながら、屈折や全反射と結び付け現象を解明することができたか。</p>
結びつける (25分)		
つなげる (45分)		
(50分)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>水を光が通るときに光が屈折したり、全反射することによって像ができたり、光が目に入らなくなることで、見え方が変化する。</p> </div> <p>《意味づけの場》</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>◇屈折や全反射による見え方の変化が、どのような自然現象に現れているのか、生活にどのように利用されているのかを考えていきたい</p> </div> <p>○どのように思考のピラミッドを再構築していくか展望をもつ。</p>	<p>・屈折や全反射によって様々な現象が起こっていることを想起させ、身のまわりの現象に学びをあてはめて考えることの大切さを示唆する。</p> <p>・次時に思考の再構築を行いながら一人一人が思考のピラミッドを作り上げることを示唆する。</p>

3 本時の目標に対する実現状況の見取り

水を通して物体を見たときに、見え方が変化する理由を屈折や全反射と結び付けて解明することができたかを観察評価やワークシートの記述から見取る。

1. 単元（章）の構成

単元：＜エネルギー＞ 「光・音・力による現象（啓林館）」

第1章 光による現象（12時間）

時間	学習課題	学習活動
1時間 1/12	なぜものが見えるのか・光の直進 「光はどのように進んでいるのだろう」	○ものが見えるのは光が目に入ってきているからであることを確認し、今までの学びから空気中や水中で光が直進することを確認する。
2時間 2/12～3/12	鏡による光の反射 「光の反射にはどのような規則性があるのだろう」	○小学校での学びから鏡による光の反射について予想し、実験の結果から規則性を考察する。また、 目に入る光の先に像があるようにみえることに気づく。
3時間 4/12～6/12	光の屈折・全反射 「透明な物体を光が通るとき、光の進み方にはどのような規則性があるのだろう」	○ レンズによって物体がずれて見える現象がなぜ起こるのかを解決するために、半円形スモークレンズを用いた実験を行う。実験の結果から透明な物体を光が通るときの規則性を考察し、屈折と結びつけて物体がずれる理由を解明する。
2時間 7/12～8/12	＜本時＞ 「水を通して物体を見ると、見え方が変わるのはどうしてだろう」	
4時間 9/12～12/12	凸レンズによる光の進み方 「凸レンズを通して物体を見ると、見え方が変わるのはどうしてだろう」	○凸レンズによって物体が大きく見えたり、逆さまに見えるのはなぜかを解決するために、凸レンズを用いた見え方の実験を行う。実験結果と光の進み方を結びつけて像のでき方を考察する。 ○目の構造や眼鏡、顕微鏡、カメラなど、日常生活と光の進み方を結びつけて考える。

1. 本授業と研究課題との結びつき

①生徒自らが「問い」を生む手だての工夫

○意識しにくい自然事象に着目させたり、新たな視点を与えることから「問い」を生む

光の屈折による現象は、眼鏡や顕微鏡など生徒の身近なものに利用されていたり、虹などの自然現象として現れ、生徒の最も身近にある現象である。しかし生徒達は光の屈折が多くのもに利用されていることや自然現象の要因となっていることに気がついてなく、意識しにくい現象である。生徒自らが「問い」を生む手だてとして、光の屈折や全反射により見え方が変化する現象を複数観察した。さらに「水の中から外の世界はどのように見えるのか」という新たな視点を提示し、水中カメラを用いて見え方の変化を観察した。このことで、「どうして見え方が変わるのだろう」という「問い」が生まれた。



観察した4つの現象はすべて「水を通して物体を見たときの変化」でありながら、「大きくなる・短くなる」「消える・逆さまの姿が増える」という全く異なる現象である。この見え方の多様性に着目させることで「同じ水を通して見ているのに、見え方が異なるのはどうしてか。」というさらに深化した「問い」となった。

②観察、実験の結果を分析して解釈し、課題解決を行う授業展開の工夫

○ジグソー学習の形態を活かした授業展開

学習課題（主課題）を解決していくためには、4つの現象の解明が必要であり、これらを分散課題とし、班で分担し追究していった。この分散課題を追究する過程で、生徒は「問う」行為を繰り返しながら、実験の結果を分析して解釈し、分散課題に対する自分なりの解決を行う。自分が追究する分散課題の解決が、主課題の解決に必要であることが「問う」必然性を生み、主体的に分散課題を解決していった。

次に、解決した各分散課題の結論を班で結びつけ、主課題の追究を行った。この複線型の学び合いによって生徒は多くの考えに触れ、自らの思考・判断をもとに情報の吟味や情報の再構築を行い、科学的な思考力を高めることができた。また、ジグソー学習の形態を活かした授業展開を行うことで、集団の中において、自らの学びの能力感・効力感を感得することができた。

○ピラミッドストラクチャーの考えを活用した授業展開

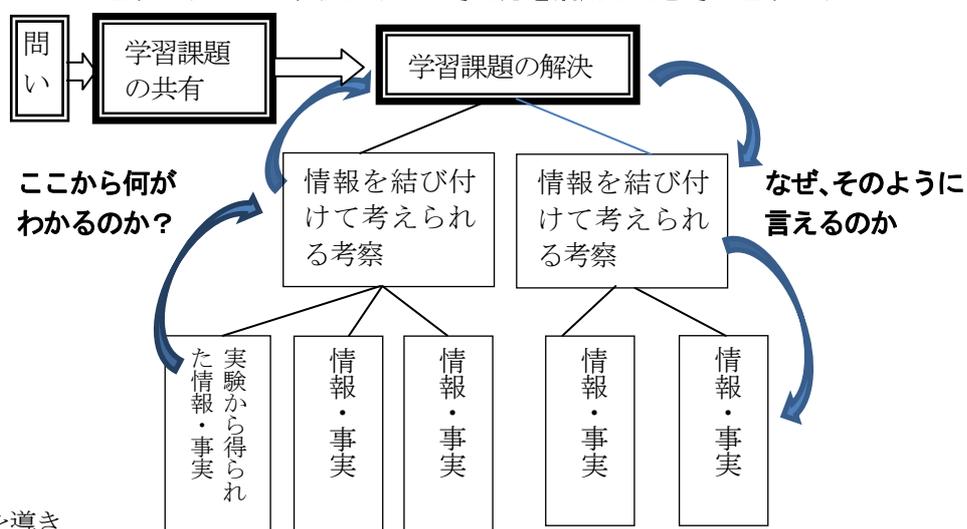
→生徒が自らの「問い」を解決し、解決するまでの過程を明らかにできる工夫

生徒が自らの「問い」を解決し、解決するまでの過程を明らかにできる授業展開の工夫として、論理的思考の一つであるピラミッドストラクチャーの考えを活用した課題追究を行った。

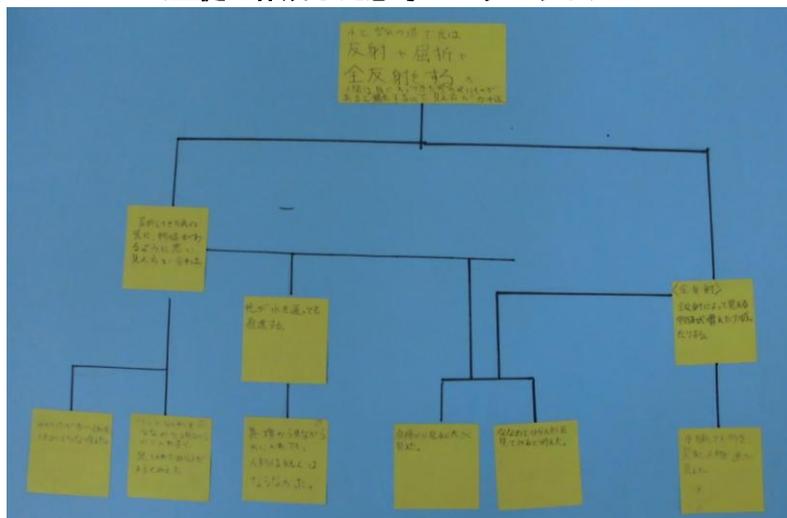
まず複数の実験で得た結果と分散課題で考えた考察を班で付箋紙に書いていった。その後、その情報を結び付け、「その結果から何が分かるのか」を考察した。考察した論理をさらに結び付け、学習課題に対する結論を導き出していった。

さらに、班で考えた思考のピラミッドを互いに交流した。この際にも自分の班で考えなかった情報の結びつけ方や、結論を出す新たな視点を知り、自分の考えを広げることができた。最後は自分たちの考えをもとに他の班の考え方も取り入れ、一人一人が思考のピラミッドをつくりあげる思考の再構築を行った。このように、観察、実験から得られた情報を整理、分析し、複数の情報を結びつけて「問い」を解決する過程を明らかにする学習活動を通して科学的な思考力・表現力が高まった。

<ピラミッドストラクチャーの考え方を活用した思考のピラミッド>



<生徒が作成した思考のピラミッド>



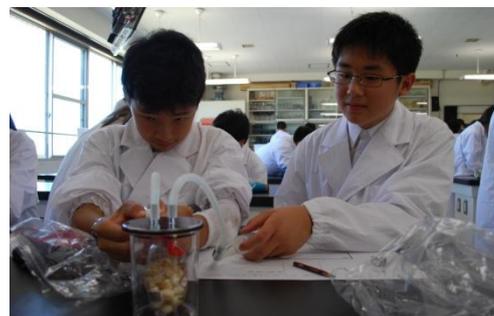
〔資料1〕

＜ピラミッドストラクチャーを活用した「思考のピラミッド」について＞

本研究では、課題解決の場面でピラミッドストラクチャーを活用した「思考のピラミッド」を作成する授業展開を行っている

＜ピラミッドストラクチャーを活用した授業の流れ＞

- ① 生徒の「問い」をもとに学習課題を共有し、それを解決するための実験を行う。実験はおもに、モジュール的学習やジグソー学習を行う。これにより、班員それぞれが持っている実験結果・情報に差異がでる。
- ② 複数の実験で得た結果・事実・情報を、班員それぞれが付箋紙に書いていく。
- ③ 付箋紙に書かれた情報を結び付け、「その結果から何が分かるのか」を考察する。このときに、付箋紙に書かれた情報は課題の解決に必要なものかを考え、情報の取捨選択を行うこととなる。
- ④ 考察した論理をさらに結びつけ、学習課題に対する結論を導き出していく。この流れは「実験の事実から何がわかるのか」を考える（下から上に向かう）思考の流れである。
(帰納法)
- ⑤ 班で考えた「思考のピラミッド」を自由に交流する。この際に、自分の班で考えなかった情報の結びつけ方や、結論の出す新たな視点を知り、さらに自分の考えを広げることができる。
- ⑥ 班で作った「思考のピラミッド」に他の班の考え方も取り入れ、一人一人が「思考のピラミッド」をつくりあげる思考の再構築を行う。これにより「問い」を解決する過程を明らかにすることができる。
このときは 結論をスタートに、「なぜ、このようにいえるのか」という（上から下に向かう）論理をもとに思考の再構築を行う。(演繹法)

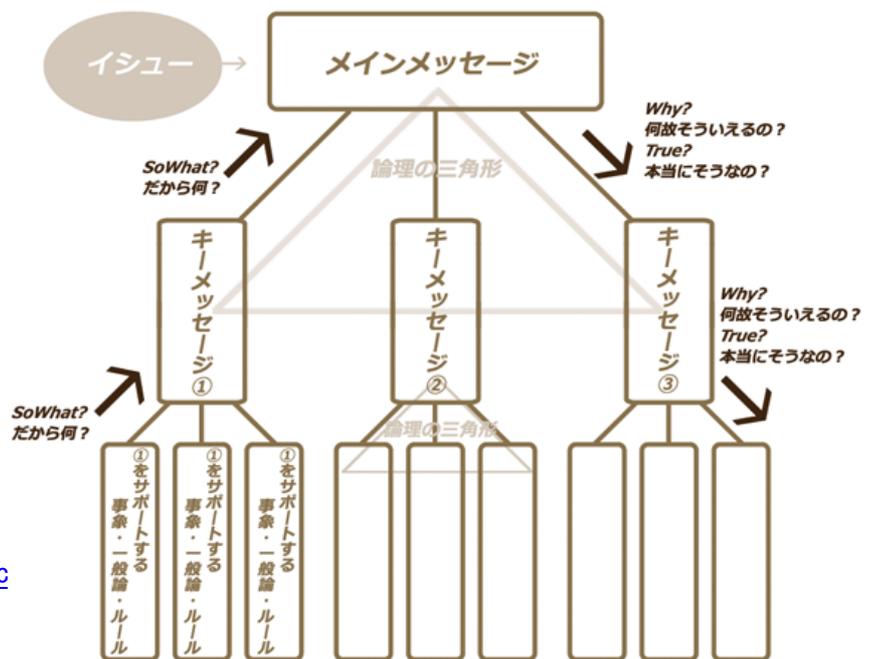


ピラミッドストラクチャーを活用した課題解決を行うことで次のような成果があった。

- ① 生徒は、多くの実験結果から何が言えるのかを思考のピラミッドとして表出させていくことに意欲的に取り組み、自分たちが納得する結論を出そうと議論を重ねる。その過程で、他者の意見を取り入れたり、また時には批判的な思考で他者に「問う」姿が見られ、科学的思考力・表現力を高めることができた。
- ② 課題に対する全体像が明らかになり、生徒の「問い」を中心とした学習展開が可能となる。（学習の目的を明確にすることができる）また、どこで、課題追究につまずいたのか、解決すべき部分はどこなのかを把握することができる。
- ③ 複数の情報からどのように結論を導き出したのかという論理の展開（解決のプロセス）が分かりやすく、「問い」の解決する過程を明らかにすることができる。
- ④ 仲間と「問う」場面においても、相手がどのような論理に基づいてその結論を出したのかを理解しやすく、「問う」ことが活性化する。

＜ピラミッドストラクチャーとは＞

論理的思考（ロジカル・シンキング）を実践する際に、基本として使われるのが「ピラミッドストラクチャー」と呼ばれる分析手法である。バーバラミント氏によって考案された、論理の三角形、（演繹法・帰納法）を組み合わせたピラミッド構造の論理展開。一つ一つの三角形が上位のメッセージを的確にサポートしているため最上位となるメインメッセージは、非常に説得力のあるものとなる。また、論理展開が整理されてる為、本人が、論理が妥当なものであるかを考えることができ、聞き手が、どのような論理に基づいてその結論を出したのかが簡単に理解できる。自分の主張を分かりやすく、説得力を持って「伝える技術」として、ビジネスのプレゼンテーション・資料作成などコミュニケーションの標準フォーマットとして広く用いられている。（図は <http://outputter.com/c>



〔資料2〕

＜本授業で使用した教材について＞

ジグソー学習で取り上げた屈折や全反射により見え方が変化する実験は次のようなことをねらい選択した。

○生徒の日常生活でも体験してきている現象を取り上げた。例えばお風呂やプールで物体が短く見える、コップを持つ手が消えている、コップに入れたストローが太くなる、曲がるなど、学習を日常生活に結びつけて考えることができるようにした。

○屈折によって見え方が変わる現象が2つ、全反射によって見え方が変わる現象を2つとりあげた。さらに、「短くなる・太くなる」「消える・2つに増える」などの異なる現象を取り入れることで、「同じ水を通して見ているのに現象が違うのはなぜだろう」という生徒の「問い」を喚起できるよう選択した。

○分散課題4では「水の中から物体をみえるとどのようにみえるのか」という生徒にとって興味深い、新たな視点を与えるため、水中カメラを水の中に入れ、見える現象を提示した。本授業では逆さまに見える像を取り上げるが、側面にうつる像や上部に見える景色など、多くの「問い」が生まれやすく、今後の探究につながる教材であると考えた。

＜分散課題1＞ 短くみえる人形の足



＜分散課題2＞ 消える人形



＜分散課題3＞ 大きく見える人形



＜分散課題4＞ さかさまな姿がうつる



【水中カメラでみえる不思議な現象】



水中カメラで撮影すると、逆さまの像が上に見え、さらに2体の人形が6体が増えている！！生徒からは驚きの声があがる。



水中カメラを左右や上に向けると、側面、上面に映る像と外の景色が両方見える。どこまでが全反射の範囲かを知ることができる



理科学習案

学級 3年C組 41名

教諭 伊藤 雄一

I 単元名

【物質】化学変化とイオン

水溶液とイオン

II 単元の目標

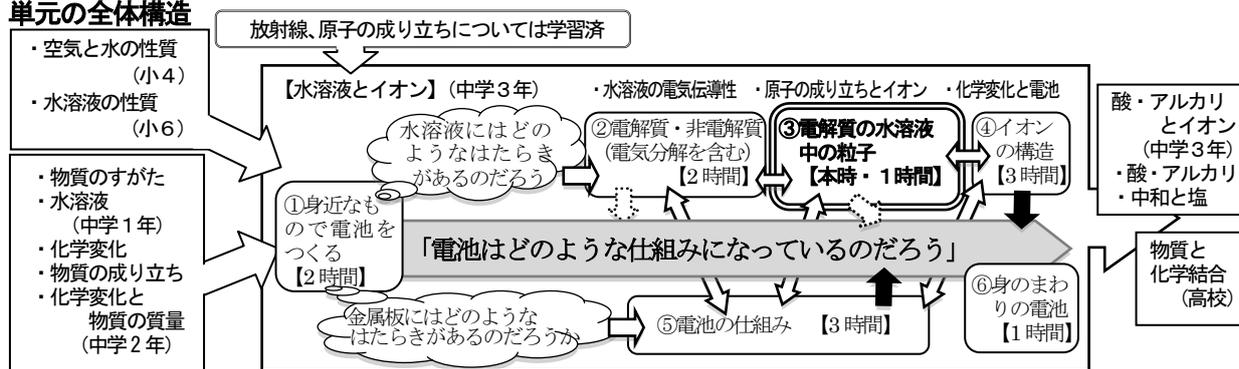
様々な水溶液の電気伝導性や、電極に生成する物質を調べる観察・実験を通して、イオンの存在とその生成が原子の成り立ちに関係することを理解すること、また、電解質水溶液と2種類の金属などを用いた実験から、化学エネルギーが電気エネルギーに変換され電流を取り出せることを認識することができる。

III 単元の価値

イオンは清涼飲料水や家電によって知られるようになったものの、生徒の目からは、生活との関連が少なく、実感をもって学ぶことが難しい題材である。さらに、原子・分子と同様に、肉眼では見ることができないミクロの世界の現象であることから、イオンによる自然事象を、実感をもって捉えることは困難であると考える。しかし、イオンによる自然事象は電池や、燃料電池の原理に深く関わるため、ICT機器の急速な普及や、エネルギー選択や化石燃料に代わる新エネルギーの開発が課題とされている現代社会において、その基礎知識や基本原理を理解することは重要である。生徒が実感をもって、イオンについて学び、活用していくには、目で見ることができないイオンをモデル化することが必要になる。このように自然事象をモデル化して科学的に考えることは、生徒の科学的な思考力判断力、表現力を育成することにつながると考える。

また、本単元は、「粒子」を柱とする系統の義務教育の中での最後の単元となる。したがって、生徒が本単元の内容を理解し、活用していくには、小学校、中学1年、中学2年の学習内容を生かし、さらに本単元での学習内容との整合性をもって論理立てて考えながら、学ぶ必要がある。また、高等学校での化学結合に直接つながっていく自然科学の基礎となっていく単元でもあり、生徒が科学的に思考、判断、表現するための基本となると考える。

IV 単元の全体構造



V 本校の研究と本時の授業との関連

1 生徒自らが「問い」を生む手だて

単元の初めに、身近なものを使って電池をつくり、これまで生徒がもっていた電池に対する概念を揺らすことで、「電池とはどのような仕組みになっているのだろう」という単元を通した「問い」を生む。その「問い」の解決のために、前時までにピラミッドストラクチャーの考えを用いて、解決のための見通しをもつ。

前時までには、水溶液には電解質、非電解質があることを見いだしている。しかし、それだけでは単元全体を貫く「問い」の解決に至らないこと、さらに「電解質の水溶液は、電流が流れるとき、どのようなになっているのか」という点では、検証、考察ができていないことに気付き、解決までの見通しに立ち戻ることで、生徒自らが「問い」を生むことができると考える。

2 「問う」ことの価値の実感をもたらす手だて

本時では、複数の電解質の水溶液を用いた検証実験を行う。このように複数の検証を行うことで、事象に対して多角的に考察することになる。その結果、結論をより客観性のあるものとすることができる。このように他者のもつ情報や考えから自然事象をより科学的に捉えることができた自己の姿を認識することで、学ぶ・学んだことを自分ごととして捉え、自分の考えを広げた生徒の姿に迫ることができると考える。

電解質の水溶液中のイオンの存在を、視覚的に確認することはできない。電気泳動の様子から間接的な根拠を積み重ねることで解決に向かっていく。根拠を積み重ねるには、自分とは異なったアプローチをした仲間の考えを聞き、自分の考えと整合するのかをもう一度考えたり、他者の発言から新たな視点に気付き、思考を広げたりすることが必要である。このように自分の考えと他者の考えをつないでいくことで、多角的に1つの自然事象を捉え、自然事象を正確に捉えることで、生徒は「問う」ことの価値を実感することができると考える。

VI 本時の授業展開

1 本時の目標

電解質の水溶液を用いた電気泳動実験を通して、電解質の水溶液中ではイオンが存在することを見いだすことができる。

2 展開 (5/11)

流れ	○生徒の学習活動	・教師のかかわり
振り返る	<ul style="list-style-type: none"> ○前時までの学びについて振り返る。 ○ストラクチャーシートを使って、これまでの学びを振り返る ○電解質と非電解質の違いについて、改めて考える。 <ul style="list-style-type: none"> * 電流が流れる、流れないはわかったけど理由はわからない。 * 電解質の水溶液は、電流が流れるとき、どのようになっているのだろう。 	<ul style="list-style-type: none"> ・前時までの学習を振り返り、粒子の視点をもって捉えることができるように促す。 ・電解質の水溶液に、電流が流れる事実から、電子や、粒子を用いて、電解質の水溶液中の様子を考えるように促す。
つかむ (10分)	<ul style="list-style-type: none"> ○学習課題を自分の言葉で書く。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>【学習課題】 電解質の水溶液中には、どのような粒子があるのだろうか</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・学習課題を考え、記述するように促す。
追究する (15分)	<ul style="list-style-type: none"> ○各自で仮説を考えて、図で表し、交流する。 《「問う」ことの価値を実感する学び合い》 ○実験方法と注意点を確認する。 ○塩化銅水溶液や、硝酸ニッケル水溶液などを用いた電気泳動実験を行い、電解質の水溶液中での変化を観察する。 <ul style="list-style-type: none"> * 陰極に青い色の水溶液が集まっている。 * 陽極に色が集まっているものもある。 * どうして電極に色が集まるのだろうか。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験の手順と注意点を伝える。 ・それぞれの実験の様子が何を表しているのかを考えるように促す。 ・机間指導により、生徒が論理的に捉えているのか確認する。
深める	<ul style="list-style-type: none"> ○班ごとに、水溶液中の電子の移動についてまとめ、お互いの考えを交流する。 <ul style="list-style-type: none"> * 塩素は必ず、陽極から発生するのはどうしてか。 * 物質がどの極から発生するかは、決まっているのではないか。 * 陽極に向かうものもあるのは、どうだろう。 	<ul style="list-style-type: none"> ・モデル図を用いて、電子の移動を捉えることができるように促す。
整理する (40分)	<ul style="list-style-type: none"> ○全体で水溶液中のプラス、マイナスそれぞれの電荷をもった粒子が存在していることを、モデル図を用いて、考えをまとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆水溶液中の電荷をもった粒子についてモデル図を用いて説明することができるか。
まとめる	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>電解質の水溶液では、電気を帯びた粒子(イオン)が存在する。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・原子が電気を帯びた状態がイオンであることを伝え、結論を確認する。
(45分)	<ul style="list-style-type: none"> ○電解質の水溶液の中のイオンが、どのように電池の仕組みに関わっているか考える。 <p>《意味づけの場》</p> <ul style="list-style-type: none"> ○「学びの深化」に記述する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・電解質の水溶液中に存在するイオンと電池の仕組みに関係性があるか考えるように促す。
(50分)	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ◇同じ溶けるでも電解質と非電解質の水溶液では現象が違う。 ◇自動車のバッテリーにも液体は電解質の水溶液が利用されているのでないか。 </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・身近に電解質の水溶液や、イオンが使用されているか考えるように促す。

3 本時の目標に対する実現状況の見取り

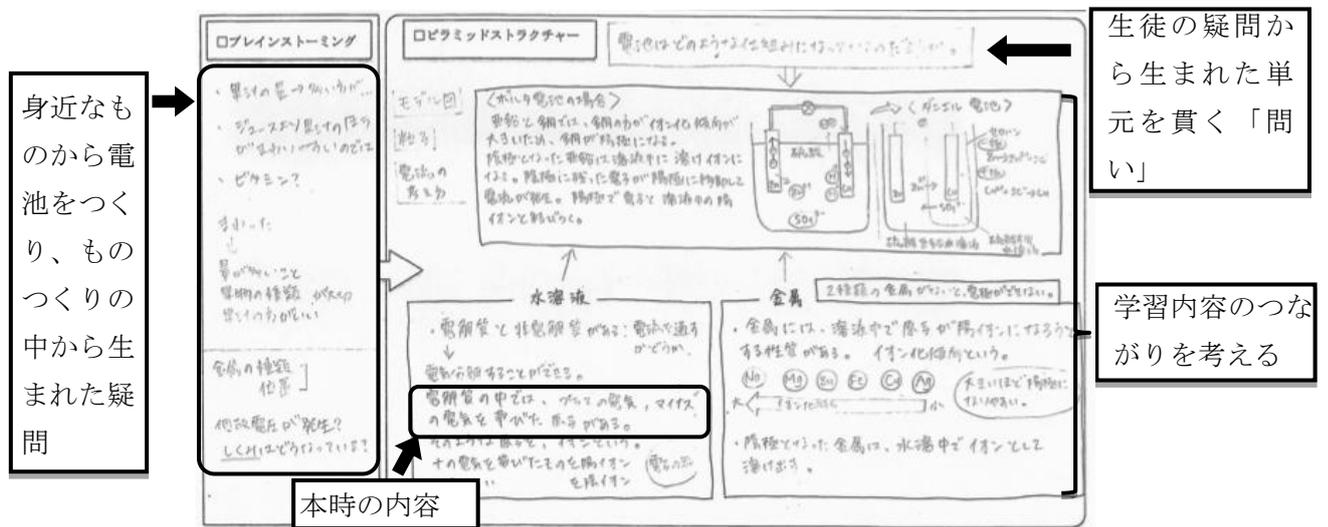
電解質の水溶液を用いた電気泳動実験を通して、電解質の水溶液中ではイオンが存在することを見いだすことができたか、活動の様子やモデル図、ワークシートの記述から見取る。

1. 本時と研究課題との結びつき

①生徒自らが「問い」を生む手だての工夫

○課題解決に向けての見通しをもつことから「問い」を生む

本研究では、ピラミッドストラクチャーの考えを用いることで、生徒が自分の思考を捉え、課題解決に向けて認識することで、自分が今学んでいることは何とつながっていて、今後どのように解決していかなければいけないのかという見通しをもつことができる。また、課題を解決するには、この事象を解決しないといけないという学ぶ必然性や、このことを解決したいという「問い」が生まれ、主体的に学び、課題を解決しようと思ひ、その考えを表現することにつながると考えた。本実践では、下の【図1】のようにピラミッドストラクチャーの考えを導入で活用した。そこで、生徒は自分の学んできたことが単元を貫く「問い」にどのように寄与しているかを振り返り、まだ「問い」の解決に迫れていない自分に気付くことができる。このように、単元を貫く「問い」を解決しようと思ひ見通しをもてたことにより、より本質的な本時における「問い」が生まれ、生徒が主体的に学び、思考することができる質の高い「問い」をもつことができた。本時では、水溶液の中で粒子がどのような状態にあるのか、電解質と非電解質の水溶液中では粒子にどのような違いがあるのかということを考え、学ぶ必然性が強まり、生徒が主体的に課題解決に向かい、思考力・表現力を高めることにつながったと考える。



【図1】生徒Aのワークシート

②観察、実験の結果を分析して解釈し、課題解決を行う授業展開の工夫

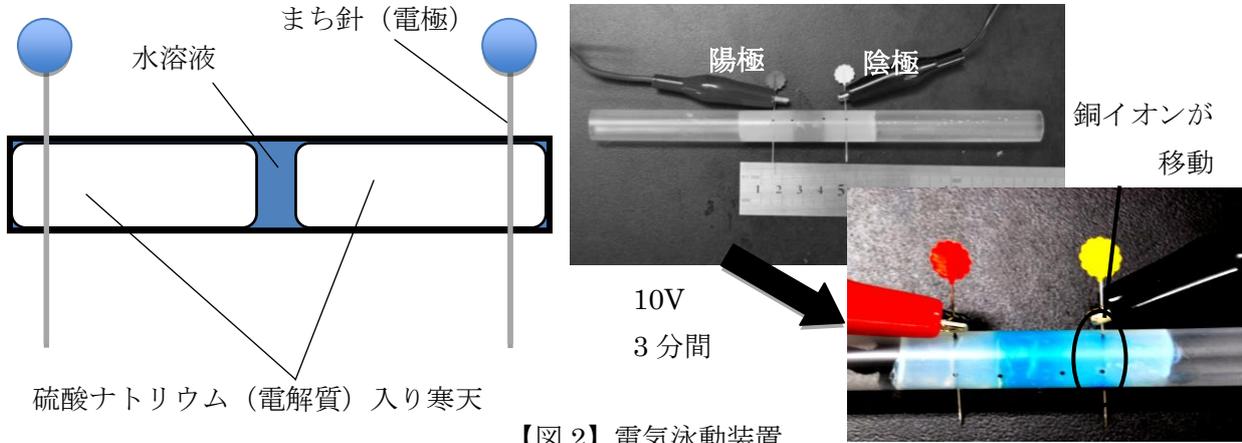
○複数の実験結果から分析する授業展開

本実践では、複数の実験結果をもとに、事象の共通点を考えることで、実験結果を分析する。さらに、他者と意見交流をすることで、より多くの実験結果から共通点を求め、根拠をもって思考することができると考えた。また、その考えをもとにモデル図を使って表現することで、再度自分の考えを練り直し、思考力・表現力を高めることにつながると考えた。本時では、そのために教材を開発（詳細は次項）し、生徒が思考する時間を確保しようと努めたが、教材に課題も多く、ねらい通りの活動には至らなかった。しかし、実験結果から分析し、表現する点においてはある程度、思考を視覚化して表現することができた。

[資料3]

<本時で使用した教材について>

本実践では、生徒が複数の事象からイオン（電気をもった粒子）の存在を考え、実感できるように複数の物質について容易に電気泳動実験をできる【図2】のような教材をつくった。試薬の封入の仕方、準備の手に間に課題はあるが、1校時の中で、複数の事象を確認し、生徒が科学的に思考するために用いた。



【図2】電気泳動装置

○学習課題を自分の言葉で書こう。

電解質の水溶液が電気分解するときの变化を、粒子を用いて表すとどうなるだろうか。

今日の学習内容をまとめよう（実験からわかったことを含めて）。

仮説

プラスの電気を帯びたものが陰極に引き寄せられる。
マイナスは陽極へ

実験結果

<純水> 非電解質
 (陰) 変化は
 (陽) なかった。

<食塩水> 電解質
 (陰) 気体が発生 (陽) 黒くねばり

<硝酸ニッケル> 電解質
 (陰) 何かがついて (陽) ぐちゃぐちゃになる

考察 電解質の水溶液を電気分解したとき、別々の電極で異なる物質が発生する。

電解質の水溶液中には、
 十の電気、一の電気を帯びた粒子が存在する。
 ↓
 電気を帯びた原子をイオン

※授業のまとめの部分の記載

複数の物質を用いて実験を行い、科学的に思考する材料とする。

モデル図を使って、自然事象を考え、表現する。

結論 (個人)

結論

十の電気を帯びた原子は陰極へ、
 一の電気を帯びた原子は陽極へ。

▲【図3】生徒Aの本時のワークシート

理科学習案

学級 3年C組 41名

教諭 伊藤 雄一

I 単元名

【エネルギー】運動とエネルギー
力学的エネルギーの保存

II 単元の目標

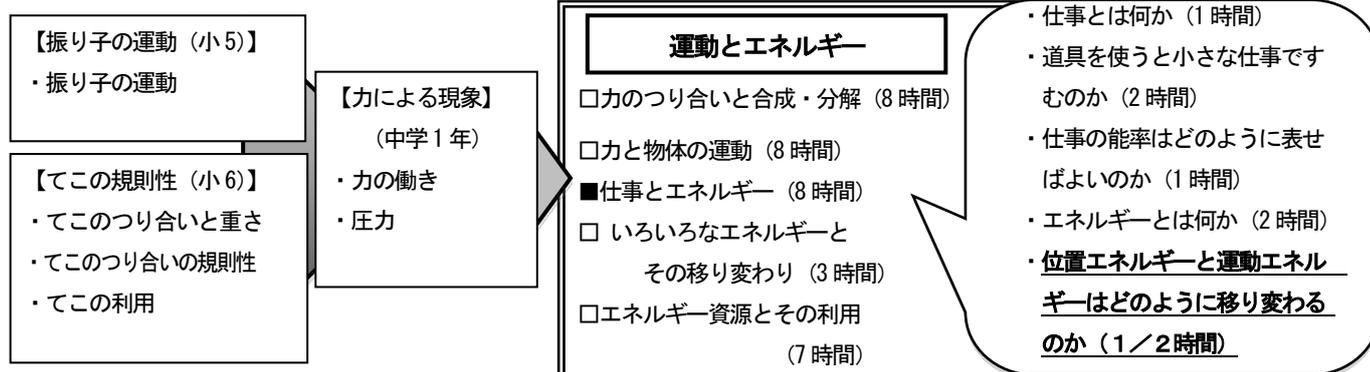
物体の運動やエネルギーに関する観察、実験を通して、運動の規則性や、エネルギーの基礎について理解するとともに、日常生活や社会を関連付けて、運動とエネルギーの初歩的な見方や考え方を養う。

III 単元の価値

物理学で扱う事象には、力、運動、エネルギーなどのように、生徒にとって日常生活で何気なく活用しているものが多い。本時で扱うエネルギーは、言葉こそ日常生活の中に多く使用されているものの、具体的にエネルギーとは何かと尋ねられると、正しくその概念を理解している生徒は少ない。また、近年、エネルギー問題というと、電気エネルギーについて述べられることが多く、エネルギー＝電気エネルギー（電力）ととらえている生徒も多いと感じている。しかし、エネルギーは電気エネルギーだけでなく、人間自身もエネルギーをもっており、生徒の身のまわりにも、ものがエネルギーをもった状態にあるが、生徒はそのことに気付いていない。

本時では、生徒がごく当たり前であると捉えている現象を、エネルギーという視点をもって見ることで、身近にある現象を含めて自然の事象には規則性があり、その規則に沿って様々な事象が起こっていることを見出すことをねらいとしている。さらに、エネルギーが互いに移り変わることで、また別の事象が起こっていることを理解し、今後のエネルギー変換の理解の第一歩として、力学的エネルギーの保存を見出すことをねらう。

IV 単元の全体構造



V 本校の研究と本時の授業との関連

1 生徒自らが「問い」を生む手だて

力学的エネルギー実験器を用いて、演示実験を行うことを手だてとした。生徒の予想とは異なる事象を示し、生徒のもつ素朴概念に揺さぶることで、「問い」が生まれると考えた。見かけ上、同じ位置にあり、同じ大きさの位置エネルギーをもつと思うような力学的エネルギー実験器を用いることで、生徒はこれまでの経験から移動距離の短いコースの方がはやくゴールに着くと予想する。しかし、予想に反する事象が行った時に、どうしてそのような事象が起こったのか解決したいと強く考え、生徒自らが「問い」を生むことができると考える。生徒が「問い」を生むということは、その事象に対して、どのような原理、構造になっているのだろうかという思考がはたらいているからであり、このように主体的に課題を解決しようとする思考力を高めることにつながると考える。

2 「問う」ことの価値の実感をもたらす手だて

本時では、生徒個々が仮説をもち、その検証を行うこと場面を設定することと、ボードを使って互いの考えを交流することで、学ぶ・学んだことを自分ごととして捉え、自分の考えを広げた生徒に迫る。また、「問う」こと、「問う」ことの価値を実感することが思考力・表現力を高めることにつながると考える。仮説を立てることは、その事象が起こった理由を既習事項や経験から論理的に考えることになり、思考力・表現力を高めるには効果的な活動であると考え。検証実験の目的を意識して行うことは、結果を分析することで思考力を高めると考える。さらにボードを使った集団での交流は、自分や他者の考えを視覚化することで思考力・表現力を高めることにつながると考える。ボードに、自分の考えを書いたり、消したりし、ボードに触れながら、互いの考えを伝え合うことで、考えに整合性をもたせ、自分の考えの整理や他者の考えを「問う」ことにつながると考える。

VI 本時の授業展開

1 本時の目標

力学的エネルギーに関する実験を行い、運動エネルギーと位置エネルギーが相互に移り変わることを用いて、現象を解明することができる。

2 展開 (7/8)

流れ	○生徒の学習活動	・教師のかかわり
振り返る	○ストラクチャーシートを使って、前時までの学びを振り返る	<ul style="list-style-type: none"> 前時までの学習を振り返り、エネルギーの視点をもって捉えることができるように促す。 力学的エネルギー実験器を用いて、演示実験を行う。  <p>▲ 写真：力学的エネルギー実験器</p> <ul style="list-style-type: none"> Bコースの金属球の方が速いことを確認する。 学習課題を考え、記述するように促す。
つかむ (10分)	○演示実験の結果を予想し、確認する。 * Aの方が、移動距離が短いのにどうしておそいのだろう。 * どうしてBのコースの金属球の方ははやくゴールにつくのだろうか。 * どうしてBのコースの金属球の方が速くなるのだろうか。	
追究する (15分)	○学習課題を自分の言葉で書く。	
	【学習課題】 コースBの金属球が速くなるのは、どうしてだろうか。	
深める	○各自で仮説を考え、交流する。	<ul style="list-style-type: none"> 仮説を考えるように促す。 ◆根拠をもって具体的に仮説をたてることができたか。 金属球の運動の様子をエネルギーの視点で考えるように促す。 机間指導により、生徒が論理的に捉えているのか確認する。
	○仮説の検証実験を行う。 * 何回試してもBの方がはやく着く。 * この地点ではどちらも同じ速さだ。 * Bのコースの方が移動距離は長い。	
	○班ごとに、ボードを用いて考えを交流し、整理する。 * Bのコースの金属球の方がはやいということ、運動エネルギーが大きいはずだ。 * 位置エネルギーが運動エネルギーに変わっているはずだ。 * 同じ高さに見えるけど、本当にAとBのコースの金属球は同じ位置エネルギーをもつのだろうか。	<ul style="list-style-type: none"> ◆位置エネルギーの大きさが異なることに気づき、その位置エネルギーが運動エネルギーに変化すること説明することができたか。
整理する (40分)	○全体で図を用いて、考えをまとめる。	
まとめる	Bのコースの方が、位置エネルギーが大きく、そのエネルギーが運動エネルギーに変わるので、Bのコースの金属球の方がはやくなる。	
	《意味づけの場》 ○「学びの深化」に記述する。 ◇遊園地のループコースターは力学的エネルギーの保存の法則によって動いている。	
振り返る (45分)		<ul style="list-style-type: none"> 位置エネルギーと運動エネルギーが相互に移り変わることができることを確認する。 身近に力学的エネルギーの変換が行われているものにはどのようなものがあるかを考えるように促す。
(50分)		

3 本時の目標に対する実現状況の見取り

力学的エネルギーに関する実験を行い、運動エネルギーと位置エネルギーが相互に移り変わることを用いて、現象を解明することができたか、活動の様子やワークシートの記述から見取る。

1. 本時と研究課題との結びつき

①生徒自らが「問い」を生む手だての工夫

○生徒のもつ素朴概念が誤っていることに気がつくことから「問い」を生む

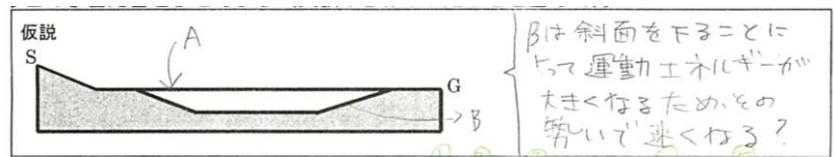
思考力を高めるためには、生徒自らが主体的に自然事象に関わることが大切であると考え。そのためには、自然事象に対して興味・関心をもち、その自然事象について、「どうしてこうなるのだろう」「解決したい」と強く思うような（生徒自ら「問い」を生む）導入が重要であると考え。本時では、演示実験により、生徒の予想とは異なる事象を示した。生徒の素朴概念が誤っていることに気がつくことで、「問い」を生むことができ、思考力を高めることにつながると考えた。

②観察、実験の結果を分析して解釈し、課題解決を行う授業展開の工夫

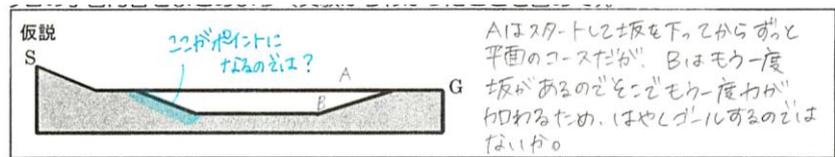
○実験結果を分析して解釈する授業展開

○仮説を立て、検証方法を計画する

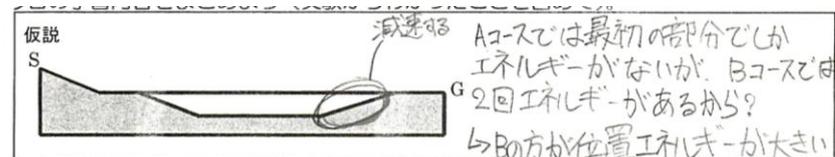
仮説を立てるためには、これまでの学習や経験を根拠として思考することが必要であり、自分なりの考えをもつことができると考えた。本実践では仮説を個人で考える場面を設定し、自分の考えをもつことで思考力を高めることにつながった。（生徒B～Dの仮説）。個人ではうまく仮説を立てることができない生徒もいるので、互いの仮説を交流し、そこから自分の考えを整理することも思考力を高めることにつながると考えた。



▲生徒Bの仮説



▲生徒Cの仮説



▲生徒Dの仮説

さらに、検証方法を考え、どのような実験を行えば自分の仮説を根拠をもって証明できるかを考察した。自分の考えの裏付けとなるデータを取り、金属球の運動からエネルギーを考えることで思考力を高めることにつながった。

○金属球の運動を分析する

本時では、金属球の運動を捉え、分析することで、金属球のもつ力学的エネルギーを捉えることになる。この金属球の運動を分析することが思考力を高めることにつながると考える。速度測定器で捉えた瞬間の速さをただ羅列するのではなく、データとしてそこから何を読み取ることができるか考えることで思考力を高めることができた。（生徒Bのワークシート）。

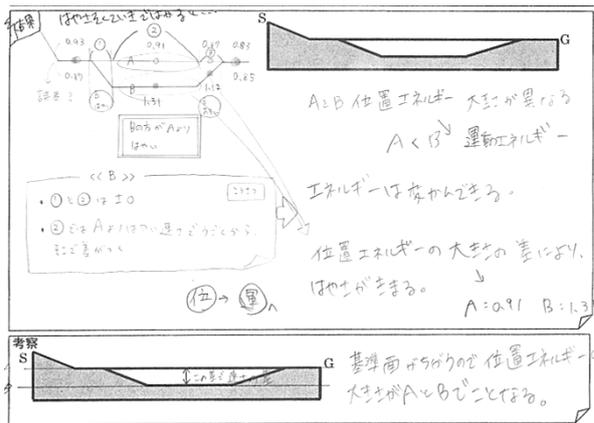
(m/s)	A	B
①	0.86	0.78
②	0.92	0.90
③	0.90	1.18
④	0.86	1.28
⑤	-	0.84

5つの場所で速さを測ると？

等速直線運動の速さが変わっている。位置エネルギーの大きさが異なる。AよりBの方が大きい。位置エネルギーが運動エネルギーに変換される。

Bの方が斜面が多いため、Aより多くの位置エネルギーをもつことができる

▲ 生徒Bのワークシート



生徒Eのワークシート

(生徒Eの仮説は明確な根拠をもてなかったが、交流を通し、分析、考察できた)

[資料3]

<本時で使用した教材について>

・力学的エネルギー実験器

エネルギーは視覚的に捉えることができず、実感をもって考えることが難しい。本実践で使用した力学的エネルギー実験器(写真A、写真B)は、多くの生徒の予想に反した現象を見せることができる。予想は生徒の素朴概念から導き出されたものであり、力学的エネルギー実験器を用いることで、その素朴概念が誤りであったことに気がつき、生徒自ら「問い」を生み、解決に向けて主体的に取り組むことで、思考力を高めることにつながった。

また、この実験については実験技能ではなく、金属球の運動から力学的エネルギーについて思考する検証実験として設定している。写真Aのタイプは2個の運動を視覚的に比較したり、基準面の比較に必要と考えた。写真Bの分離型は、金属球の運動を写真Cの速さ測定器で捉えるのに用いた。

※力学的エネルギー実験機：ケニス取扱い製品

(ナリカでも同様のものを販売)

速さ測定器：ナリカ製品：ナリカとり扱い製品

(ケニス、内田でも同様のものを販売)



▲ 写真A：力学的エネルギー実験器



▲ 写真B：力学的エネルギー実験器 (分離型)



▲ 写真C：速さ測

●学習課題を自分の言葉で書こう。

コースAの金属球はコースBの金属球より速くなるのだろうか。

今日の学習内容をまとめよう（実験からわかったことを含めて）。

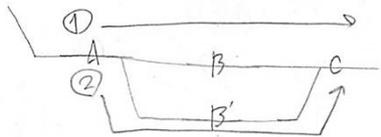
仮説



仮説を検証するには・・・

コースAとコースBの球の速さを測って比較する。

実験 A, B, B', Cの位置と速さを測定。



考察

①のコースは、斜面を下って加速し、B'までの速度のとき等速直線運動をする。B'Cの斜面は斜面に水平な下向き力が加わり、減速するが、AB'の傾きが同じため、 m が大きさが同じなら①と同じ速さで戻るので、BとB'を比較して、B'の方が速度が速い。②の方が①より速くなる。

結果 速さの記録 (速さ測定器)

	1	2	3	4
A	0.90	0.91	0.91	0.90
B'	1.33	1.34	1.34	1.33
C	0.97	0.89	0.91	0.92
A	0.92	0.90	0.86	0.92
B	0.88	0.84	0.90	0.91
C	0.93	0.80	0.84	0.86

考察

①のコースは最初加速し、その時の速度がゴールまで続く。②は最初加速した後、再び加速し、その時の速度がB'でも運動する。B'C間では減速し、その速さは戻すが、B, B'間の速さの差があったので、②の方が速い。

結論

BがAよりも基準面の差があり、位置エネルギーが大きくなったので、そのエネルギーが運動エネルギーに変化し(小球の質量は変化しない)ため、その分Bのコースが速くなる。

これまでの学習を生かし、仮説を考える。



検証方法を考える。

実験結果を分析(思考)する。

結論として表現する。

▲ 本時の生徒のワークシート

本研究を行うことで、生徒の理科に対する意識や態度がどのように変容するかを見とるために、以下のような「理科学習に関するアンケート」を行った。

対象は本校1年生（108人）と3年生（125人）で、実施時期は4月と12月である。

理科学習に関するアンケート

年 組 番 名 前 _____

このアンケートは、理科の授業や学習についてどれくらい興味を持ち、科学的思考力を高めていくためにどのように取り組んでいるのかを自己評価するものです。成績に結びつくものではありませんので、あなたの今の状況を答えてください。これからの授業づくりに役立てていきたいと思ひます。

☆ 以下の質問に対して、当てはまる部分に○をつけてください。

A・・・あてはまる

B・・・どちらかといえばあてはまる

C・・・どちらかといえばあてはまらない

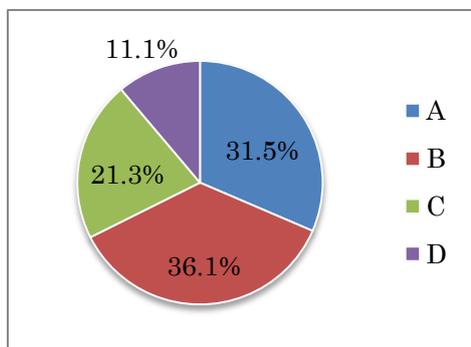
D・・・あてはまらない

	質 問	A	B	C	D
①	理科の学習は、おもしろいと思う。				
②	身のまわりの自然や科学の現象に興味や疑問を持つことがよくある。				
③	理科は、私たちの生活に深く関わっていると思う。				
④	理科で学習したことを、日常生活で使ったり、いかしたりできると思う。				
⑤	理科の授業の中で、自分で課題を考え、解決に向けて取り組んでいる。				
⑥	一つ課題が解決されると、また新たな疑問がわき、さらに追究したいと思うことがある。				
⑦	新しい課題に取り組むときに、今までの学習や経験から予想を立てることができる。				
⑧	課題を解決しようとするとき、今までに学習したことをいかそうとしている。				
⑨	結論を導き出すときに、仲間の考えも参考にしている。				
⑩	課題を解決するため実験方法を考えることができる。				
⑪	実験や観察の結果をもとに考察し、結論を導き出すことができる。				
⑫	自分でどのような力が身についたかを振り返ることができる。				
⑬	理科の学習において、仲間とともに学び合うことは大切だと思う。				
⑭	理科の学習を通して、自然の大切さや尊さを感じる事がよくある。				
⑮	自然の環境を守ろうと意識して行動することができる。				

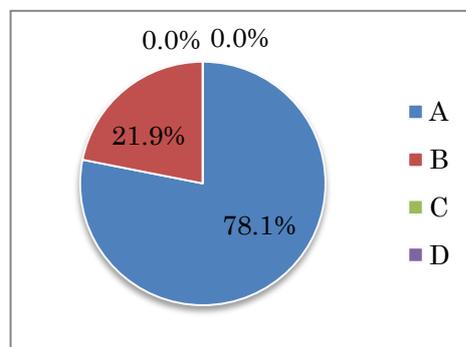
< 1年生アンケート結果 >

①理科の学習は、おもしろいと思う。

4月

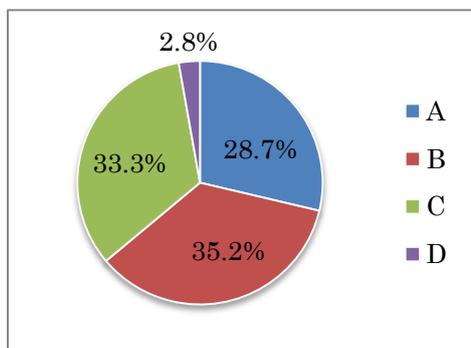


12月

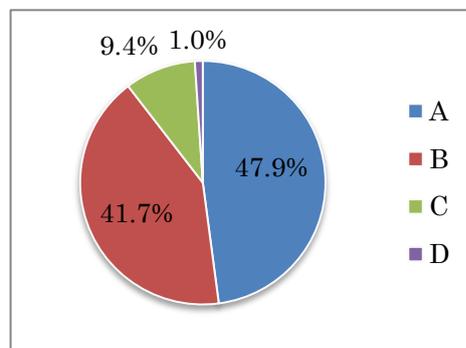


②身のまわりの自然や科学の現象に興味や疑問を持つことがよくある。

4月

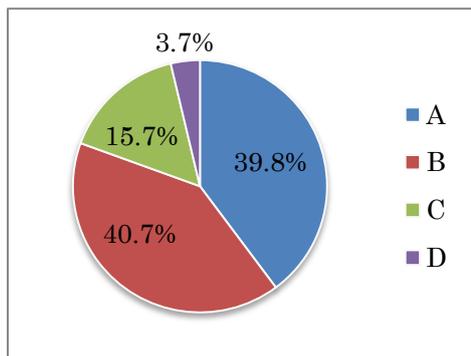


12月

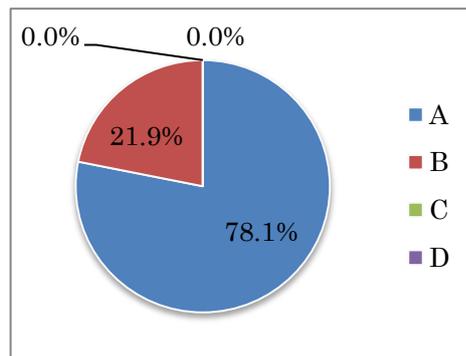


③理科は、私たちの生活に深く関わっていると思う。

4月

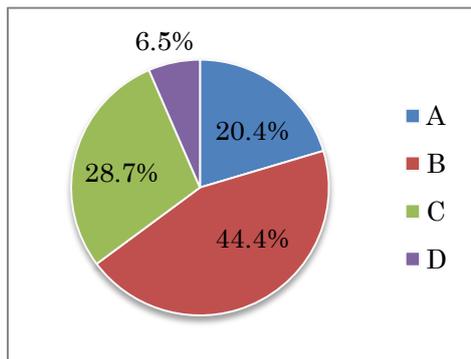


12月

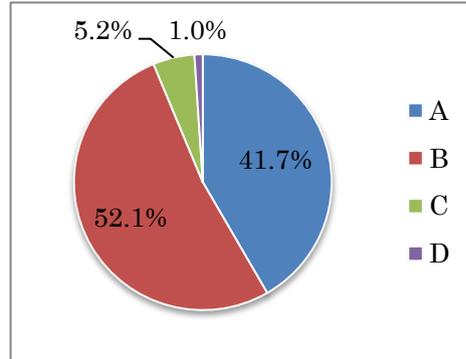


④理科で学習したことを、日常生活で使ったり、いかしたりできると思う。

4月

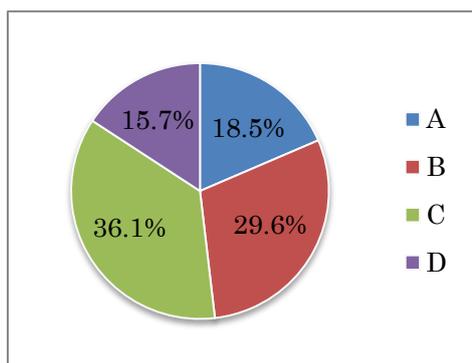


12月

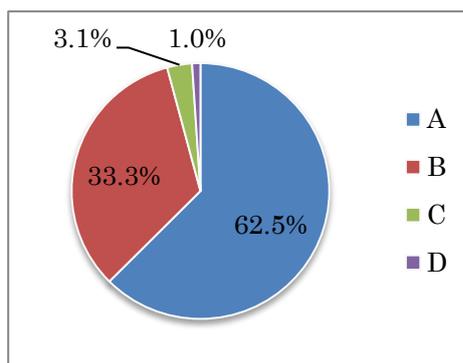


⑤理科の授業の中で、自分で課題を考え、解決に向けて取り組んでいる。

4月

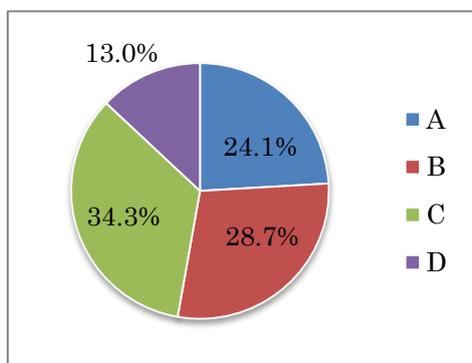


12月

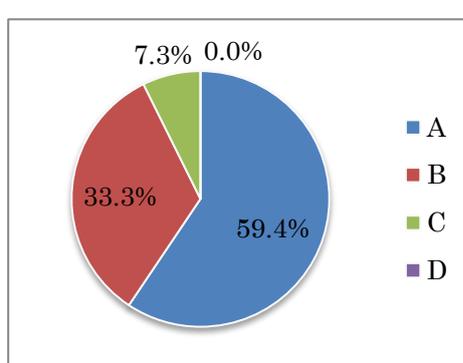


⑥一つ課題が解決されると、また新たな疑問がわき、さらに追究したいと思うことがある。

4月

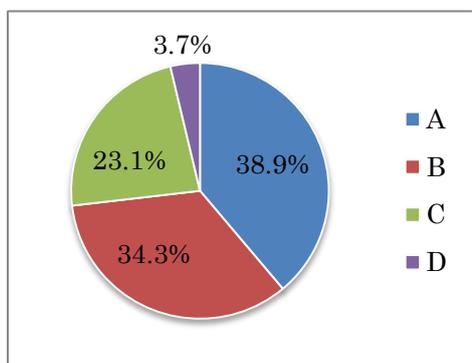


12月

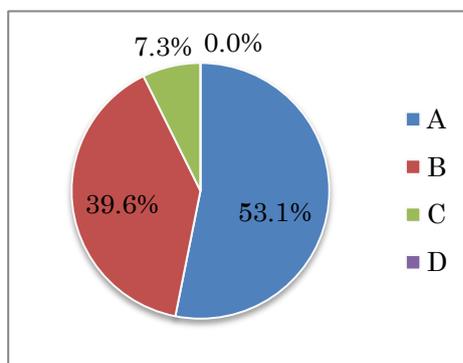


⑦新しい課題に取り組むときに、今までの学習や経験から予想を立てることができる。

4月

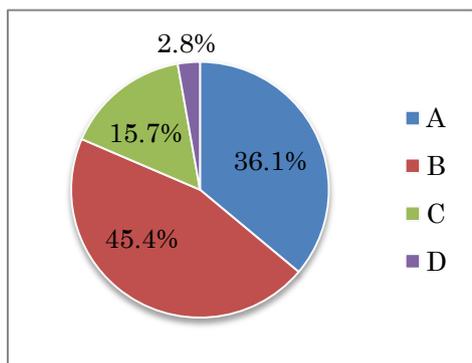


12月

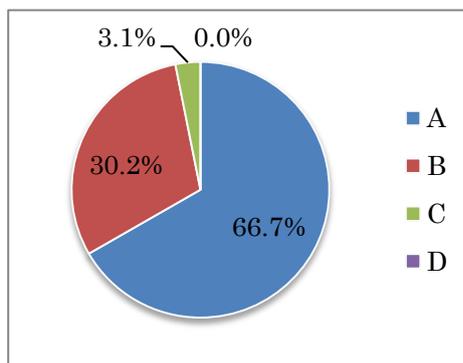


⑧課題を解決しようとするとき、今までに学習したことをいかそうとしている。

4月

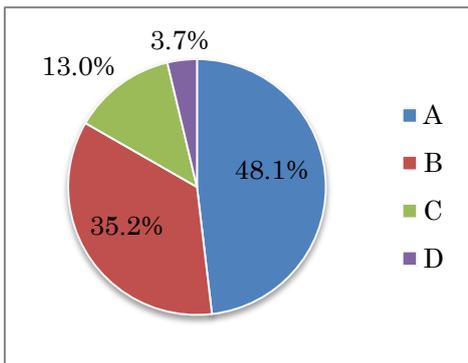


12月

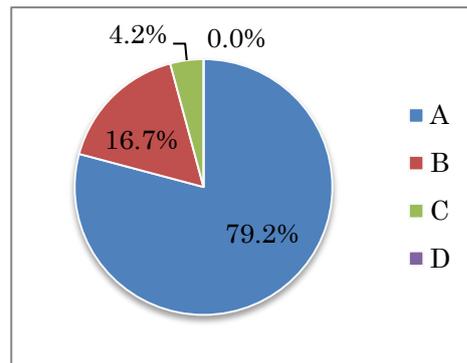


⑨結論を導き出すときに、仲間の考えも参考にしている。

4月

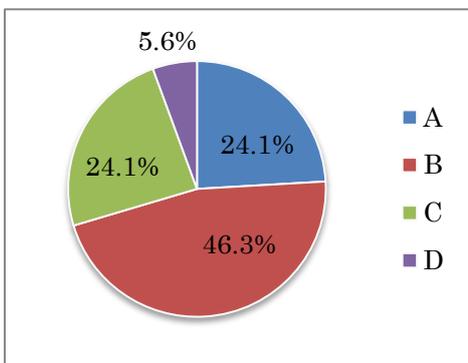


12月

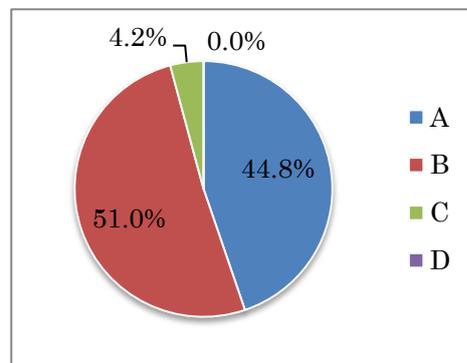


⑩課題を解決するため実験方法を考えることができる。

4月

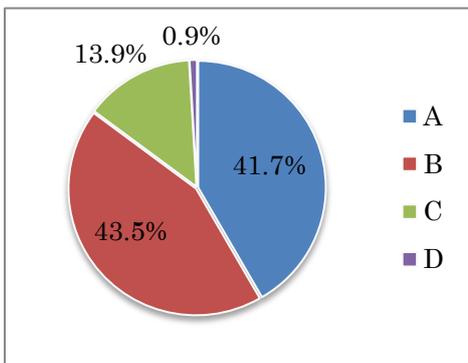


12月

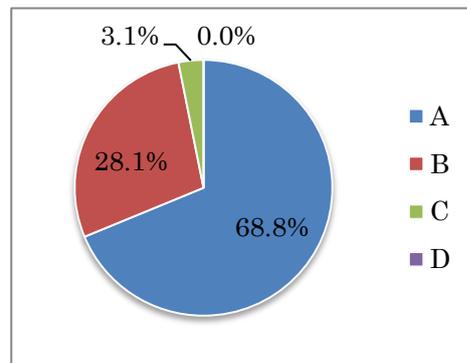


⑪実験や観察の結果をもとに考察し、結論を導き出すことができる。

4月

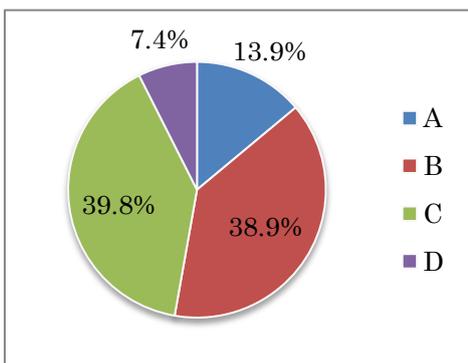


12月

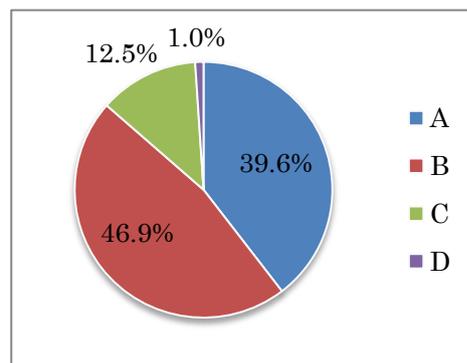


⑫自分でどのような力が身についたかを振り返ることができる。

4月

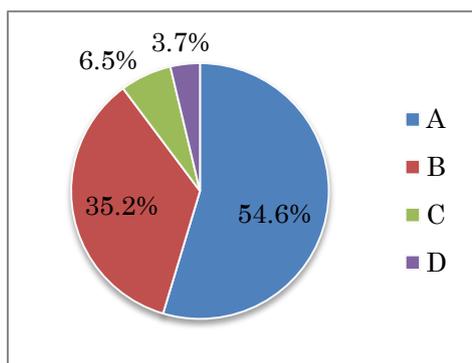


12月

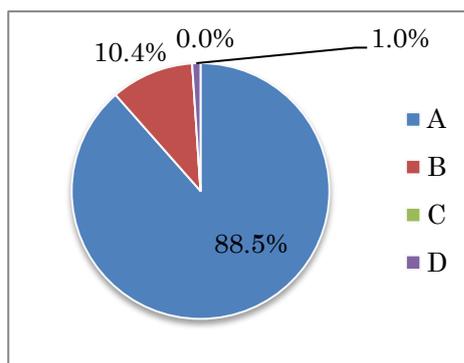


⑬理科の学習において、仲間とともに学び合うことは大切だと思う。

4月

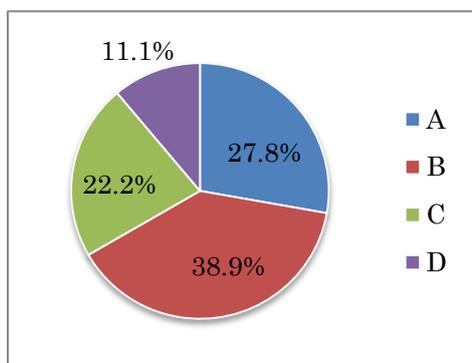


12月

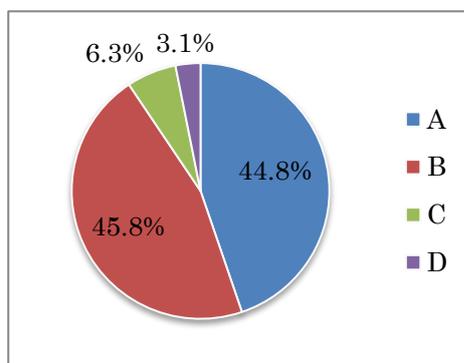


⑭理科の学習を通して、自然の大切さや尊さを感じることがよくある。

4月

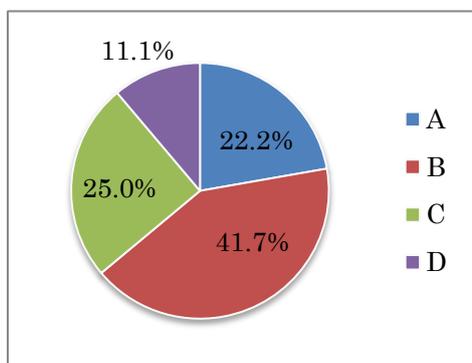


12月

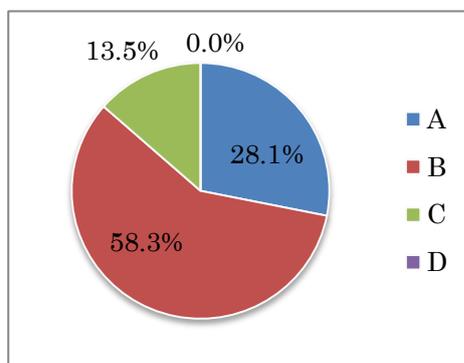


⑮自然の環境を守ろうと意識して行動することができる。

4月



12月



<第1学年のアンケート結果を受けて>

4月は小学校時代の理科に対する意識・態度を振り返り、アンケートを実施した。小学校時代と中学校での比較であることもあり、全項目で、A、Bの割合が大きく増えた。

⑥一つ課題が解決されると、また新たな疑問がわき、さらに追究したいと思うことがある。

⑦新しい課題に取り組むときに、今までの学習や経験から予想を立てることができる。

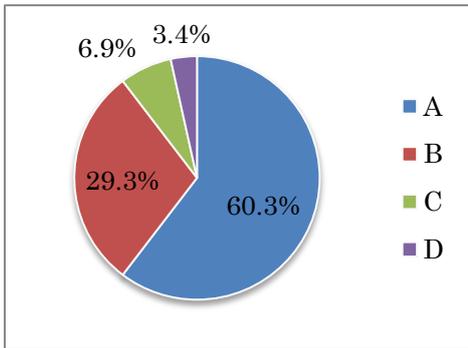
⑩実験や観察の結果をもとに考察し、結論を導き出すことができる。

以上の項目のA、Bの割合が増えていることから、生徒の「問い」を活かし、観察、実験の結果を分析し、解釈する学習活動を行うことで、科学的な思考力・表現力を高めることができたと考えられる。

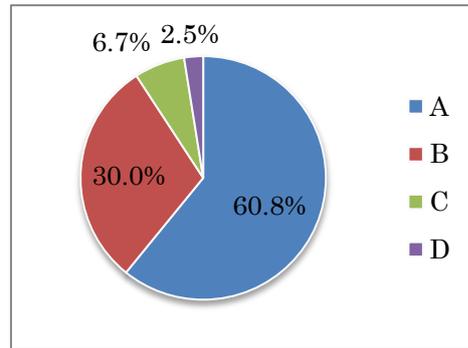
< 3年生アンケート結果 >

①理科の学習は、おもしろいと思う。

4月

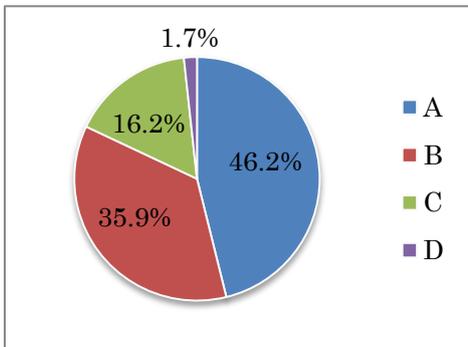


12月

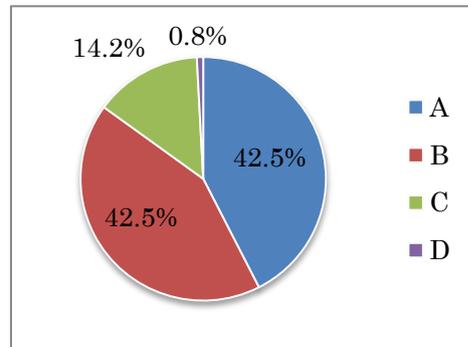


②身のまわりの自然や科学の現象に興味や疑問を持つことがよくある。

4月

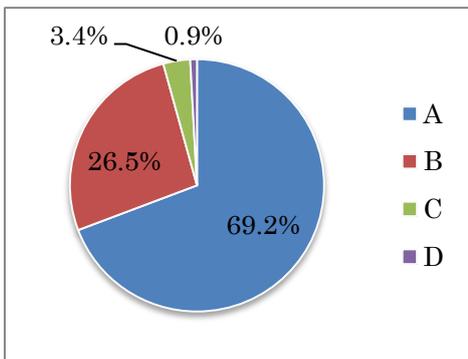


12月

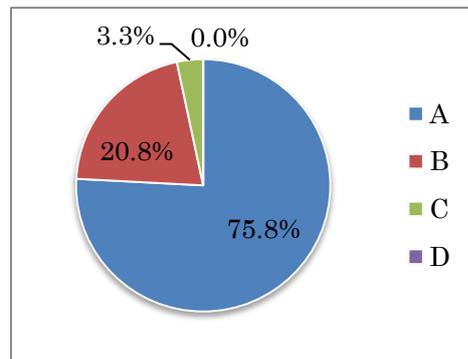


③理科は、私たちの生活に深く関わっていると思う。

4月

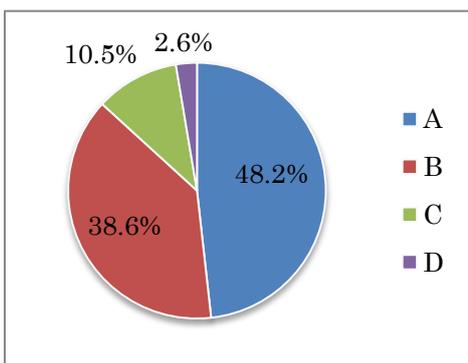


12月

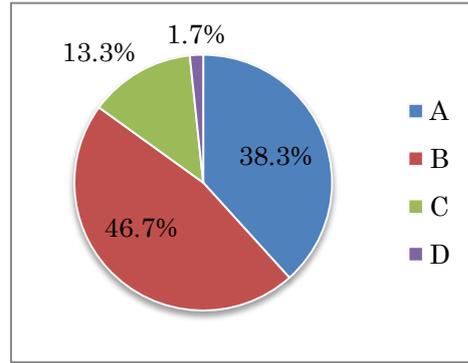


④理科で学習したことを、日常生活で使ったり、いかしたりできると思う。

4月

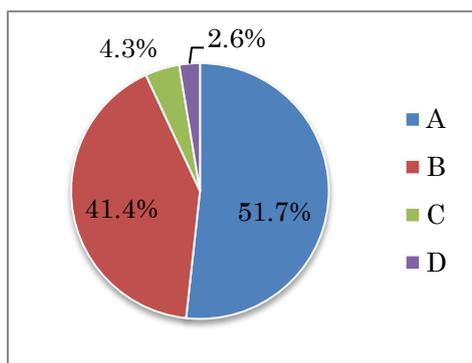


12月

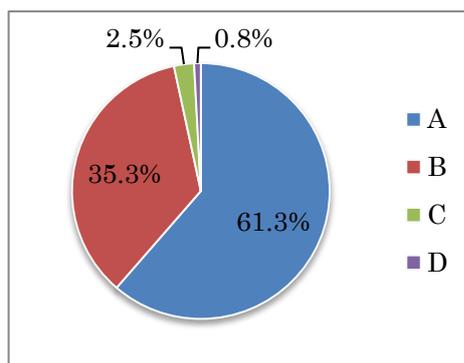


⑤理科の授業の中で、自分で課題を考え、解決に向けて取り組んでいる。

4月

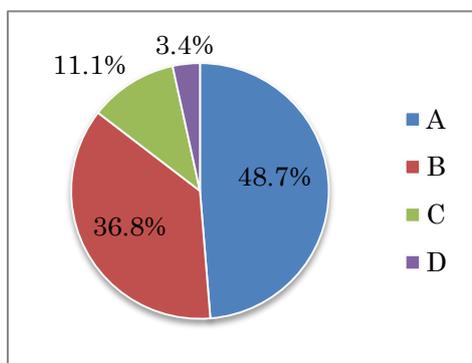


12月

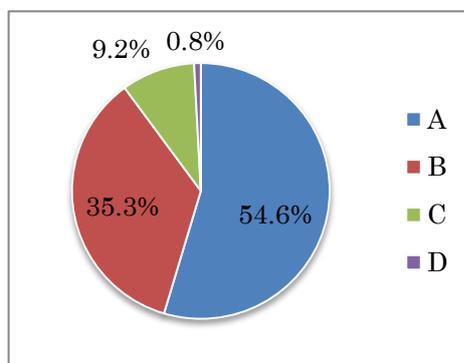


⑥一つ課題が解決されると、また新たな疑問がわき、さらに追究したいと思うことがある。

4月

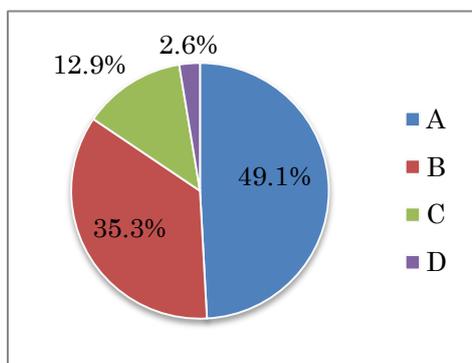


12月

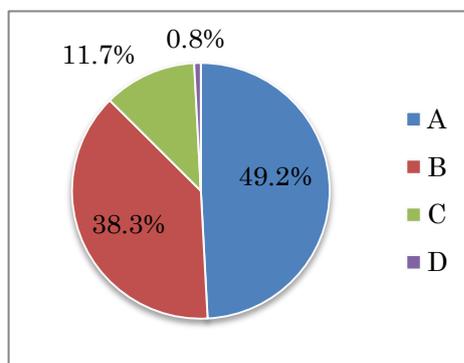


⑦新しい課題に取り組むときに、今までの学習や経験から予想を立てることができる。

4月

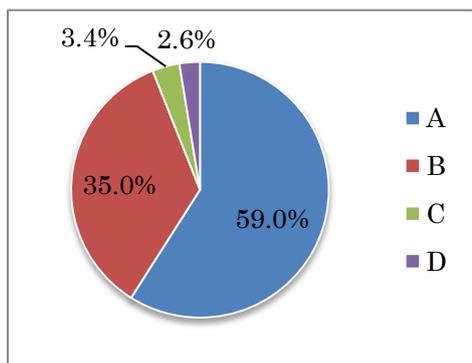


12月

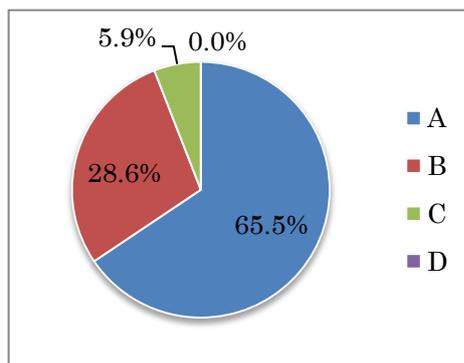


⑧課題を解決しようとするとき、今までに学習したことをいかそうとしている。

4月

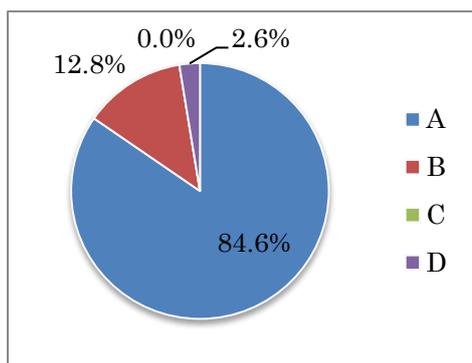


12月

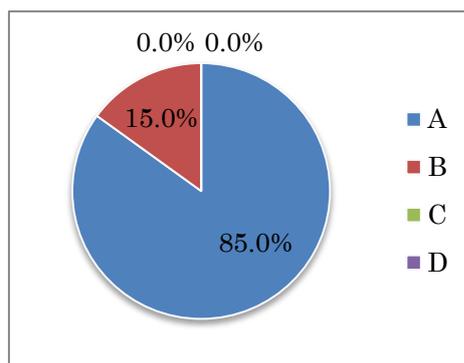


⑨結論を導き出すときに、仲間の考えも参考にしている。

4月

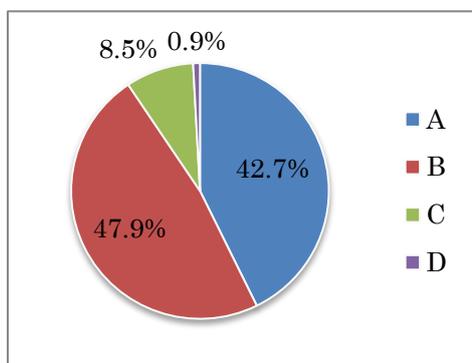


12月

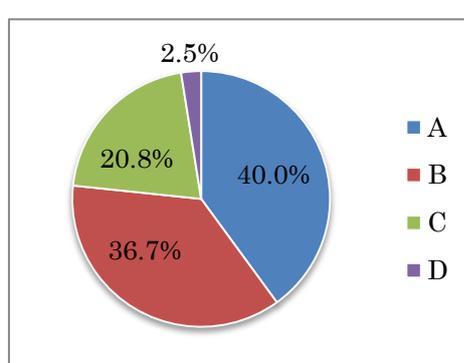


⑩課題を解決するため実験方法を考えることができる。

4月

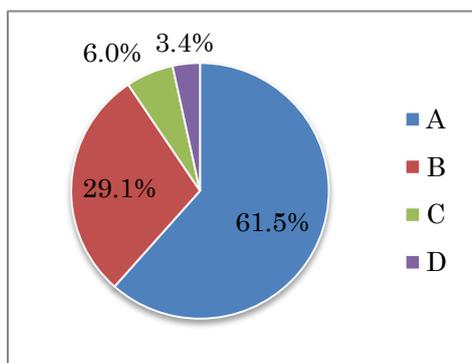


12月

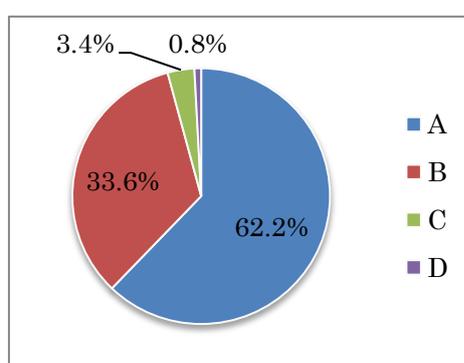


⑪実験や観察の結果をもとに考察し、結論を導き出すことができる。

4月

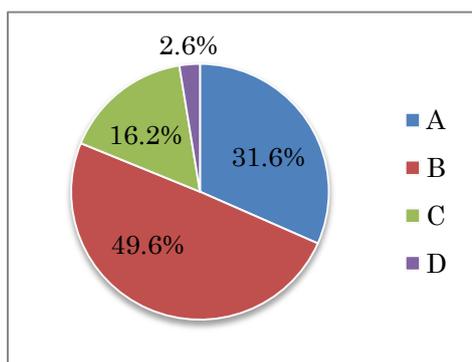


12月

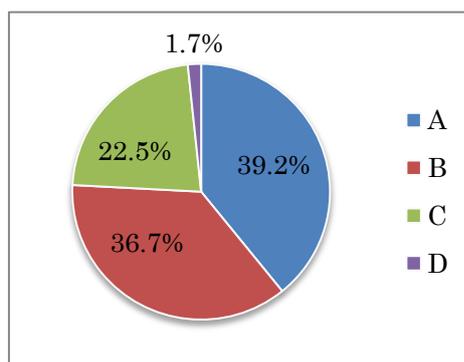


⑫自分でどのような力が身についたかを振り返ることができる。

4月

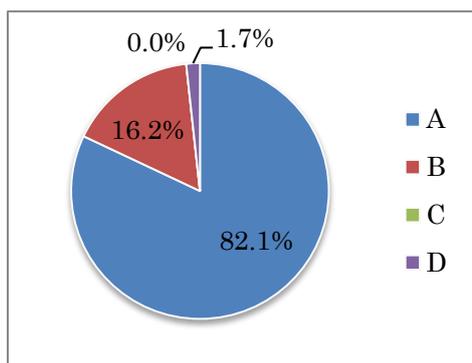


12月

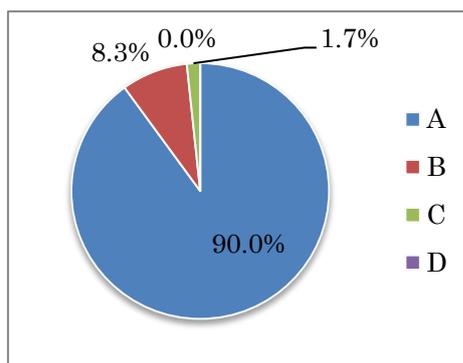


⑬理科の学習において、仲間とともに学び合うことは大切だと思う。

4月

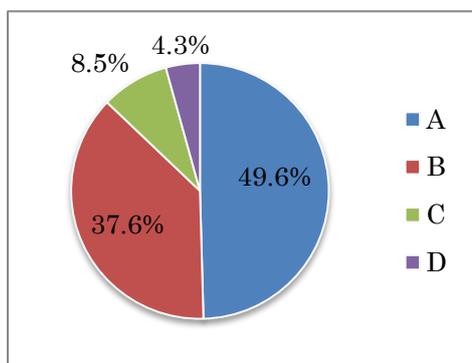


12月

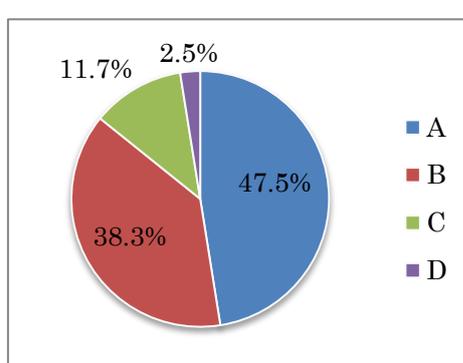


⑭理科の学習を通して、自然の大切さや尊さを感じることがよくある。

4月

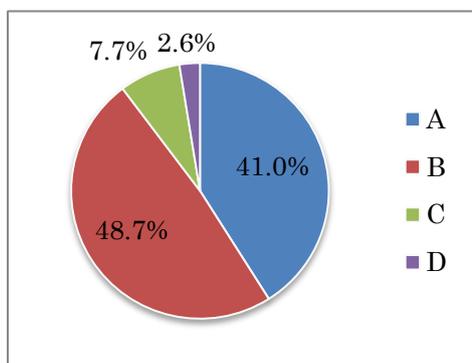


12月

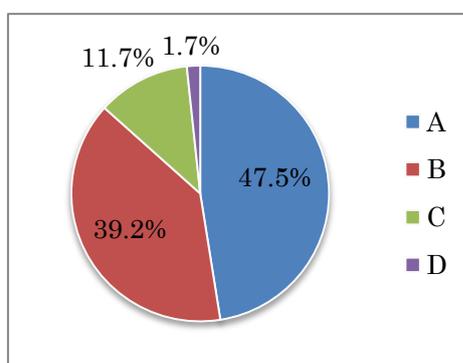


⑮自然の環境を守ろうと意識して行動することができる。

4月



12月



<第3学年のアンケート結果を受けて>

第3学年では、2年間の中学校理科の学びをもとに本研究を行っているため、1年生ほどの大きな変化は見ることはできなかった。しかし、

⑤理科の授業の中で、自分で課題を考え、解決に向けて取り組んでいる。

⑥一つ課題が解決されると、また新たな疑問がわき、さらに追究したいと思うことがある。

⑪実験や観察の結果をもとに考察し、結論を導き出すことができる。

以上の項目のA、Bの割合が増えていることから、主体的に学習に取り組む姿が見られ、生徒の「問い」を活かし、観察、実験の結果を分析し、解釈する学習活動を行うことで、科学的な思考力・表現力を高めることにつながったと考える。

