

理 科

理科を通して育成する「自立した学習者」

理科の本質

自然の事物・現象の中に課題を見だし、仮説を立てて見通しをもった観察・実験を行い、実証によって自然の法則や概念を発見し、課題に対する最適な解を導き出す力の育成

育成すべき資質・能力 学びに向かう力・人間性

- ・自然の事物・現象に進んで関わり、課題をくい破っていかとうとする態度
- ・科学を学ぶ楽しさを日常生活や社会との関わりで実感しようとする態度

知識及び技能

- ・自然の事物・現象に関する知識
- ・探究するために必要な観察、実験の技能

思考力・判断力・表現力

- ・自然の事物・現象の中から課題を見いだす力
- ・仮説を設定し、見通しをもって観察、実験を行う力
- ・観察、実験の結果を分析して解釈したことを表現する力
- ・課題に対する最適な解を導き出す力

探究の過程

新たな疑問

振り返り

考察、推論

観察、実験

仮説の設定

課題の設定、把握

不思議との出会い

自立した学習者像

下記を、個人で取り組んだり、他者と取り組んだりすることを自己決定できる。

次なる課題を設定することができる。

結論が課題に正対しているか、探究の過程が適切であったか等、自己を振り返ることができる。

他者の意見を取り入れながら多面的に考えることができる。

仮説を検証するための観察、実験を試行錯誤することができる。

既習事項や日常生活の経験を基に、仮説を設定することができる。

理科の「見方・考え方」をはたらかせて課題を設定できる。

I 実践事例 1

第2学年 エネルギーを柱とする領域での実践

—量的・質的な視点で捉える力を
育む課題学習—

1 単元名 電流の性質

2 本校の研究と本実践の関わり

電気の歴史は古く、紀元前 600 年ごろ、哲学者タレスが琥珀を布でこすると、ホコリや羽などの軽いものを引きつけることを見つけたことが始まりと言われている。1600 年にはウィリアム・ギルバートが静電気を解明し、電気や磁気が理論的に考えられた。そこから多くの科学者が電気について研究を進め、産業革命と同時期にはボルタによる電池の発明、オームによる電圧・電流・抵抗の関係の発見など、加速度的に電気理論が発展していき、1800 年後半には J・J・トムソンが、陰極線によって電子の存在を発見した。このように、電気は約 2600 年間にわたって考えられ、様々な発見がされてきた。しかし、現在私たちは電気を生活の中で簡単に利用しているだけになっている。例えば、家電製品や街灯では、電流から光や熱、音、力を発生させている。さらには、発電機ではコイルと磁石の相互運動によって得られる誘導電流を利用している。これらを利用する中で、電気とは何か、なぜ電気を光に変えられるのかなど、その仕組みや工夫点について考えようとすることはほとんどない。近年では SDGs の観点から電気自動車の開発も進んでおり、私たちのこれからの生活がこれまで以上に電気と密接に関わっていくことは明らかであり、電気に関する知識や理解を深め、関心をもつ姿勢を育むことは重要である。

本単元では、電気とその利用についての観察、実験等を通して、電流と電圧、電流の働き、電流と磁界の規則性や関係性を日常生活や社会と関連付けて理解させる。そして、それらの観察、実験等に関する技能を身に付けさせ、思考力、判断力、表現力等を育成することが主なねらいである。この学習を経て、日常的に使用している電気に目を向かせて、電気や磁界の規則性や関係性について考えられる力を育てたいと考えた。

3 実践

(1) 研究副題との関連

理科の「見方・考え方」とは、ある事物・現象を、質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関係付けたりして考えることである。この「見方・考え方」を働かせながら得られた気付きや疑問から課題を設定し、自ら学びを進めていく生徒を育成することは非常に重要である。このような生徒を育成するために、以下の二つの手立てを考えた。

一つ目に、生徒が他者と協働できる場面の設定である。いくつかの小課題について、各班でどの小課題から追究するかは自由に選択させるが、必要に応じて他の班の実験方法や結果を共有できるようにすることで、自分たちの追究を調整することができることを考えた。

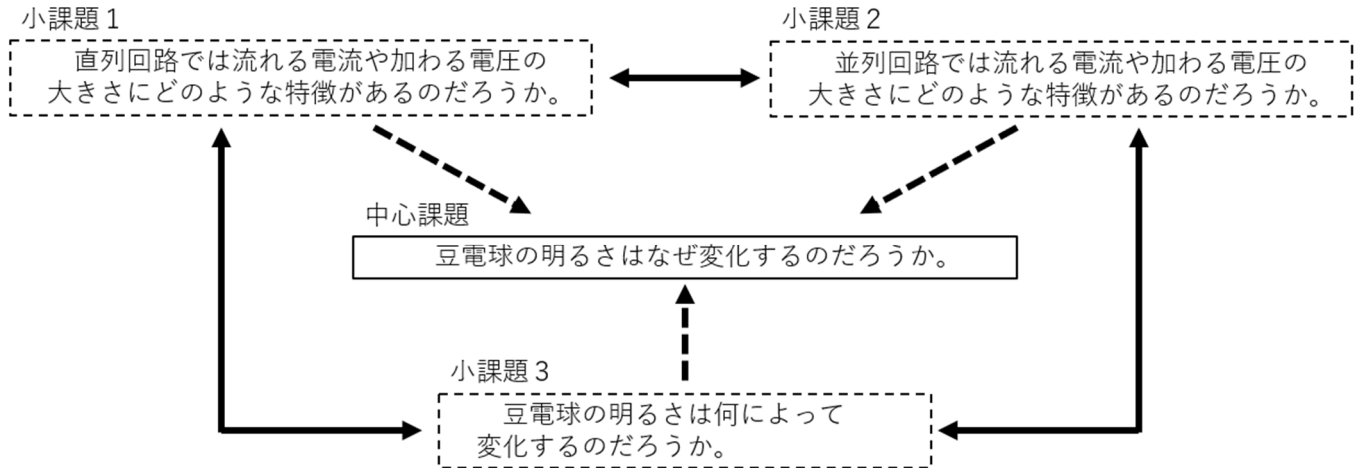
二つ目に、振り返りシートの工夫である。毎授業の終わりには個人で振り返りのシートを記入している。このシートを記入したり、内容を読み返したりすることで、自分の考えの変容や学びがメタ認知され、今後の学習方略を自己調整していくことにつながると考えた。

この手立てを講じることで、生徒は見通しをもって課題を追究し、自ら学びを進めていく力が育成されると考えた。

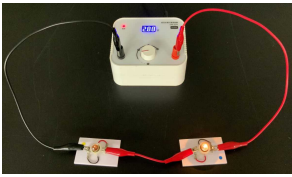
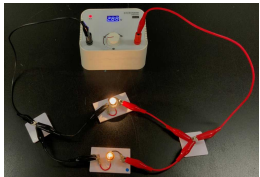
(2) 単元の目標

- 直列回路や並列回路における電流や電圧の規則性や、電気抵抗の存在、電力と発生する光の量の関係について理解するとともに、それらの観察、実験等に関する技能を身に付けること。
(知識及び技能)
- 電流に関する現象について、見通しをもって解決する方法を立案して観察や実験を行い、その結果を分析して解釈し、電流と電圧、電流の働きについての規則性や関係性を見いだして表現すること。
(思考力、判断力、表現力等)
- 電流とその利用に関する事物・現象に進んで関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとする態度を養うこと。
(学びに向かう力、人間性等)

(3) 課題の構造



(4) 課題的取り扱いとそれぞれの場面で働かせる「見方・考え方」

段階	学習内容	課題の設定・把握
課題の設定・把握	<p>前の中心課題</p> <p>回路に流れる電流や加わる電圧は変化するのだろうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> 電源装置と豆電球1個をつないだ回路では、どの箇所でも流れる電流の大きさは同じだった。 回路に流れる電流の大きさは、豆電球の前後で変化しない。 電源装置が加える電圧と、豆電球に加わる電圧は同じだった。 導線の部分には電流は流れていたが、電圧は加わっていなかった。 電源装置が加える電圧の値は、電気を利用する場所に加わる電圧の大きさと等しくなる。 <p>演示実験</p> <ul style="list-style-type: none"> 抵抗値が異なる2つの豆電球A (13Ω)、B (8Ω) を使って直列回路と並列回路を作り、豆電球の明るさの変化を観察する。 	<p>新たな疑問</p> <ul style="list-style-type: none"> なぜ2つの豆電球の明るさは違うのだろうか。 直列回路でより明るく光った豆電球Aが、なぜ並列回路ではあまり光らなかったのだろうか。 どうして回路によって豆電球の明るさが変化したのだろうか。 <p>中心課題</p> <p>豆電球の明るさはなぜ変化するのだろうか。</p> <p>働かせる「見方・考え方」</p> <p>「量的・関係的な視点」</p> <p>「原因と結果の関係」</p> <p>「直列回路と並列回路で、流れる電流や加わる電圧を比較する」</p>
	<p>(直列回路)</p>  <p>(並列回路)</p>  <p>(直列回路)</p> <ul style="list-style-type: none"> 豆電球Aの方が明るく光った。 <p>(並列回路)</p> <ul style="list-style-type: none"> 豆電球Bの方が明るく光った。 	<p>課題の追究・解決</p> <p>話し合い</p> <ul style="list-style-type: none"> 豆電球1個のときでは、豆電球の前後で流れる電流の大きさは変化しなかったから、回路に流れる電流の大きさはどれも等しいのではないか。 並列回路は電流の流れが分かれているから、電流の大きさは変化するのではないか。 豆電球の数が増えたので、どちらの回路でも豆電球に加わる電圧は、電源装置が加えた電圧よりも小さくなるのではないか。 <p>→小課題1、2</p> <ul style="list-style-type: none"> 豆電球の種類が違っていると、流れる電流にはどのような違いがあるのだろうか。 豆電球の明るさは、豆電球に流れる電流の大きさで決まるのか、豆電球に加わる電圧の大きさで決まるのか、どちらなのだろうか。 <p>→小課題3</p>

小課題 1

直列回路に流れる電流や加わる電圧の大きさにはどのような特徴があるのだろうか。

話し合い・実験・結果

(実験 1)

- 豆電球 A、B を使って直列回路を作り、豆電球 A、B に加わる電圧や、豆電球の前後に流れる電流の大きさを測定する。

(結果)

- 直列回路では、回路に流れる電流はどこも等しい。また、豆電球 A に加わる電圧の大きさは、豆電球 B に加わる。

中心課題に対する考え・疑問

- 豆電球 B と比べて、豆電球 A に加わる電圧が大きかったから、豆電球 A がより明るく光ったのではないか。
- 豆電球の明るさは、豆電球に加わる電圧の大きさによって決まるのではないか。

→小課題 3 へ

小課題 2

並列回路に流れる電流や加わる電圧の大きさにはどのような特徴があるのだろうか。

話し合い・実験・結果

(実験 2)

- 豆電球 A、B を使って並列回路を作り、豆電球 A、B に加わる電圧や、豆電球の前後に流れる電流の大きさを測定する。

(結果)

- 並列回路では、豆電球 A、B に加わる電圧の大きさは、電源装置が回路全体に加えた電圧と等しい。また、豆電球 B に流れる電流の方が、豆電球 A に流れる電流よりも大きい。

中心課題に対する考え・疑問

- 並列回路で豆電球 B がより明るく光っていたのは、豆電球 A と比べて、豆電球 B に流れる電流が大きかったからではないか。
- 豆電球の明るさは、豆電球に流れる電流の大きさによって決まるのではないか。

→小課題 3 へ

小課題 3

豆電球の明るさは何によって変化するのだろうか。

話し合い・実験・結果

(実験 3-①)

- 豆電球 A、B に同じ大きさの電圧を加えたとき、豆電球の明るさに差はあるのかを調べる。

(実験 3-②)

- 豆電球 A、B に同じ大きさの電流が流れたとき、豆電球の明るさに差はあるのかを調べる。

(結果)

- 豆電球 A、B に同じ大きさの電圧を加えたとき、豆電球 B の方が明るかった。このとき、豆電球 B の方が、豆電球に流れる電流の大きさが大きかった。
- 豆電球 A、B に同じ大きさの電流が流れたとき、豆電球 A の方が明るかった。このとき、豆電球 A の方が、豆電球に加わる電圧の大きさが大きかった。

中心課題に対する考え・疑問

- 豆電球の明るさは、電流と電圧の 2 つの要素によって変化する。
- 豆電球の明るさが変わるのは、回路によって流れる電流や、豆電球に加わる電圧が違うからなのではないか。→小課題 1、2 へ

分析・解釈

- 豆電球の明るさは、その豆電球に加わる電圧と、豆電球に流れる電流の大きさで決まり、電圧や電流が大きいほど、豆電球は明るく光る。
- 直列回路では、2 つの豆電球に流れる電流の大きさは等しいが、加わる電圧は、豆電球 A の方が大きいので、豆電球 A が明るく光った。
- 並列回路では、2 つの豆電球に加わる電圧の大きさは等しいが、流れる電流は、豆電球 B の方が大きいので、豆電球 B が明るく光った。

新たな疑問

- 電流とは何が流れているのだろうか。
- 電流の大きさはどのように決まるのだろうか。
- 電気はどのようにして他のエネルギーに変換されているのだろうか。
- 豆電球の種類によって、同じ電圧を加えたときに流れる電流の大きさが異なるのはなぜだろうか。

4 成果と課題

・視点① 「学びの往来」を実現する単元構成

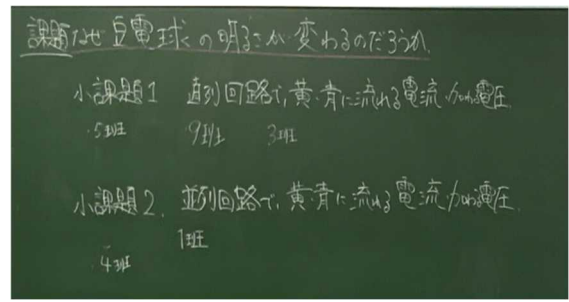
本実践では、まず教師が演示実験で、回路によって2つの豆電球の明るさが違うことを示した。生徒はなぜ豆電球の明るさが異なるのかについて疑問をもち、「豆電球の明るさはなぜ違うのだろうか」という中心課題を設定した。生徒は、豆電球の種類の違いや、回路ごとの電圧・電流の違いに着目し、その疑問から小課題を設定した。そこから、班ごとに取り組む小課題を決め、実験を行った。小課題を設定する際、議論が進むと、回路による電流・電圧の特徴のみに注目してしまい、「明るさ」に関して遠ざかってしまった。そこで、教師から改めて中心課題を確認させ、「明るさ」について量的に捉えさせる問いかけをしながら、小課題を設定した。小課題ごとの追究では生徒が主となって活動し、実験結果やその考察も生徒自身でまとめ、生徒同士で学び合う場面を設定した。



生徒のみで考察をしている様子

途中、教師が意図的に介入しながら、中心課題について全体で考察した。このように、探究の場面ごとに主導権が教師にあるか、生徒にあるかを切り替えた。生徒自身が課題を見だし、自ら課題の解決に向けての見通しをもって学びを進めることで、生徒の主体性が高まり、探究的な学習の中で粘り強く取り組む姿勢が高まった。

実験では、黒板にどの班がどの課題について取り組んでいるかを記入させた。これにより、班で活動しながらも、実験の方法や結果を他の班と共有したり、考察について意見交換したりするなど、生徒が主体的に他者と協働する場面がうまれた。



各班がどの小課題に取り組んでいるかが書かれた黒板の一部課題として、本実践では個人ではなく、班でどの小課題について実験をするかを決めた。そのため、他の班員に合わせて小課題を選択し、自分が最も追究したい小課題が後回しになった生徒もいたため、真に個人で小課題について追究する場面を設けられなかった。実験器具の数の都合もあるが、調べたい小課題が共通している生徒同士や、同じような実験方法で課題を追究したい生徒同士でグループをすることで、同じ目的の個が集まって活動できるような手立てを講じることで、より生徒の興味・関心を高め、主体的に取り組めるようにしたい。

・視点② 「自立した学習者」育成に必要な資質・能力を身に付けるための自己調整学習

本実践では、中心課題と小課題を設定後、教師から実験にかけられる授業数を提示し、どの小課題に、どのような順番で、どれくらいの時間をかけて取り組むかを生徒が計画し、実践した。また、1時間での学びや疑問、小課題の結果や考察等を記入する振り返りシートを、毎授業の終わりに記入させた。この二つの手立てにより、生徒が自ら活動を決定して取り組む中で、どのような活動を行えば学びが深まるのかといった、自分に最適な学び方について振り返ることができ、自ら探究していくことができる生徒の育成につながった。

振り返りシートには、班で話し合った実験結果の考察をまとめていたり、疑問を記録したりする生徒がおり、その授業でどのような活動をしたかがすぐに分かるようになっていた。また、他の班と実験結果を共有することで、さらに考えを深めている生徒や、ノートに結果をまとめていくと、理解しやすくなるといった学習方略について触れていた生徒が見られた。以下はその例である。

ノートにまとめると発見や疑問が分かってきた。記録が何を指しているか分からず、ところどころあったので記録するときに気をつけておこうと思った。並列回路の時、青と黄色にアンプが分かれ、その大きさは差があるのぼやせが。

学習方略について述べている生徒の振り返りシート①

10/20	小課題2と3の意見交換を行なった。2(豆電球別のV・A)では、黄の方が光が強かったが、3(並列のV・A)では青の方が強かった。2からは、青の方が小さい電圧でたくさん電流を流せるため通りにやすいの差があることが分かった。1:3から、やはりV・Aの値が異なる。
10/21	小課題4の意見交換を行なった。7列目ではAとVが同時に変化していたため、訂正して見たが、やはりVは変化せず、Aが変化していた。

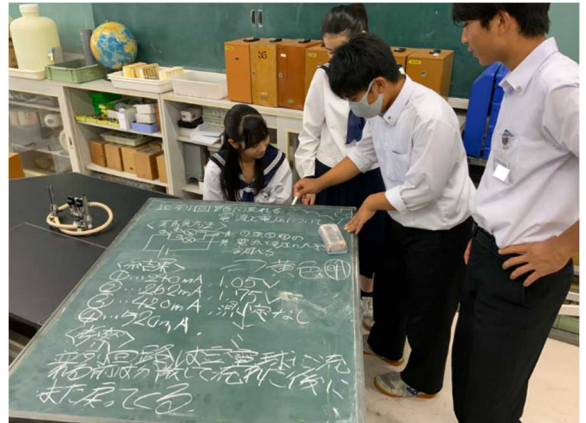
学習方略について述べている生徒の振り返りシート②

また、振り返りシートでは、他の生徒の意見を聞いて分かったことや考えたことは赤色で記入するように指導した。多くの生徒が他の生徒の意見を自分の考えに取り入れており、小課題への理解が深まったことが分かる。以下はその例である。

<p>小課題①「豆電球に書かれた数値の意味」 (わかったこと・気付いたこと)</p> <p>青に書かれた数値 3.8V, 0.3A 黄に書かれた数値 1.5V, 0.3A</p> <p>それぞれの数値の「対応」していることが分かった。</p> <p>大課題には直接つながらない。 青の方がたくさんVが強い!</p>	<p>小課題②「豆電球の豆電球にV・Aはどのように変化する？」 (わかったこと・気付いたこと)</p> <p>電圧(青)黄 (電圧は) 明らか (電圧は) 明らか 電流 → 青 (電流は) 明らか (電流は) 明らか 電流は電圧 → 青 < 黄</p> <p>明らか → 電圧は同じ 電圧は同じ</p>
<p>小課題③「並列回路では場所によってV・Aはどのように変化する？」 (わかったこと・気付いたこと)</p> <p>2.7Vを流したとき</p> <p>黄 0.1Aの下 V: 青黄=電圧 A: 青 20.8mA 黄 20.8mA</p> <p>→ 並列の時は、電圧は同じ、電流は異なる。</p>	<p>小課題④「並列回路では場所によってV・Aはどのように変化する？」 (わかったこと・気付いたこと)</p> <p>2.7Vを流した時</p> <p>V: 青 2.18V 黄 2.11V</p> <p>A: 青 0.35A 黄 0.52A</p> <p>→ 並列の時は電圧は同じ、電流は異なる。</p>

他者の意見を記入している生徒の振り返りシート

生徒は活動中、班黒板に実験結果をまとめ、考察していたり、同じ小課題について追究している班と話し合ったりするなど、様々な方法で学習していた。



生徒が班黒板を使って話し合う様子

しかし、多くの生徒は振り返りシートに実験結果の考察のみを記入し、どのような取組が課題解決の糸口につながったのかを振り返っている生徒は少なかった。これは、生徒自身がどのような学習方略があるのか、その学習方略の利点は何か、その時間に自分は何をねらいとしていたのかなどが明確になっておらず、学習方略についての視点が少なかったためだと考えられる。生徒が自ら学びに向かう力を養うためには、魅力ある課題や、教師の働きかけのみならず、生徒自身が他者と、もしくは個人で、何を用いて、どのように学ぶことが課題を解決する手立てとなるのかを、知識としてだけでなく、体験を伴って理解する必要がある。

(授業者：五十嵐 大輔)

〈参考文献〉

- ・奈須正裕、『個別最適な学びの足場を組む。』, 教育開発研究所, 2022
- ・鳴川哲也、塚田昭一、『小学校理科と個別最適な学び・協働的な学び』, 明治図書出版社, 2024
- ・堀哲夫、中島雅子、『一枚ポートフォリオ評価論 OPPAでつくる授業—中学校理科編—』, 東洋館出版社, 2024
- ・文部科学省、『中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説理科編』, 学校図書, 2018

〈五十嵐 紀要メモ〉

※実験の際、生徒は教科書をあまり参考にしていなかった。ある程度実験ベースで課題を追究していた。帰納法的に考えることが得意な生徒は、ここからどんどん進んでいけるが、演繹法的に考える方が得意な生徒（帰納法が苦手な生徒）にとっては、実験ベースで進めるのは苦しい？教科書も参考にしてもいいことは、教師から伝えてもよかったのかもしれない。