

根拠を明確にして、予想や考察を行うことができる生徒の育成

五泉市立村松桜中学校

長谷川 大輔（平成19年度）

理科では探究の過程(問題解決の過程)に沿って学習を進めることが求められている。その中で、生徒の考えが表れることになる予想と考察の場面において、根拠を明確にして考えたことを表現できる姿を目指した。単元「電流とそのはたらき」において、「課題設定の工夫」「単元構成の工夫」の2つの手立てを中心に実践を進めた結果、根拠を明確にして表現することができる生徒が増えた。

1 研究主題設定の理由

平成29年3月に公示された学習指導要領では、新しい時代に求められる資質・能力が示された。そして、その能力の育成のために、主体的・対話的で深い学びの視点から授業改善を図ることが求められている。理科においては、生徒自身が問題を見だし、理科の見方・考え方を働かせて、見通しをもって課題や仮説を設定するとともに、観察・実験を行い、根拠に基づく結論を導き出していく授業がその具体であると言える。これは探究の過程(問題解決の過程)に沿った学習と称されている。この学習過程の中でも、私が指導を行う際に課題と感じているのが、生徒の考えが表れることになる予想と考察の場面で、根拠を明確にして考えを表出させるにはどうすればよいかということである。

昨年度も根拠を明確にして予想や考察を行うことができる生徒の育成を目指して実践を行ったが、目指す姿に到達することはできなかった。それは、事象について予想や考察を行う際、そのための材料とも言える根拠となる要因(知識など)が生徒の中に定着していなかったことが大きな原因の一つであると考えている。実践の手ごたえとしては、一つ一つの知識は持っているが、何となく覚えているだけなので、それらに関係付けることができずに深く理解できていない。その背景には、指導する側の「ただ知識を教えているだけ」の実践があったのではないかと捉えている。

そこで、本研究では、探究の過程の中で、生徒が予想したり、考察したりする際の根拠となる要因につながる事象について初期段階から扱い、それらの知識などの理解を深め、関係付けて考えられることを目指す。そして、事象について根拠を明確にして予想、考察ができる生徒の育成を目指す。

2 期待する生徒の姿

予想や考察の場面において、根拠を明確に示すことができる生徒

3 研究の方法と内容

中学校2学年「電流とそのはたらき」において、「電球の明るさの逆転現象」から課題を設定し、その原因を明らかにしていく探究活動を設定した。探究活動を行う前に、予想や考察するのに必要な要因を獲得するために、単元構成を工夫して行った。探究活動以降、様々な規則性を新たな要因として獲得できるように構成し、単元の最後に「逆転現象」の原因を個人で再考する活動を設定した。

具体的には、次の2つの手立てを講じて目指す姿に迫った。

【手立て1】課題設定の工夫

ねらい…①根拠となる要因が複数ある課題を設定することで、探究の過程を繰り返し行う必然性を生み出す。

- ②中心となる課題（中心課題）から、その中心課題を説明するために必要な要因を獲得するための課題（小課題）を生み出す。

内 容…○中心課題は、100Wと40Wの電球を用いた電球の明るさの逆転現象の演示から設定した。

【中心課題】電球の明るさの逆転現象の原因は何か。

○小課題は、演示した電球の明るさの違いから、回路ごとに整理して設定した。

【小課題1】単独で点灯させると、100Wの方が明るいのはなぜか。

【小課題2】並列回路を組んで点灯させると、100Wの方が明るいのはなぜか。

【小課題3】直列回路を組んで点灯させると、40Wの方が明るいのはなぜか。

【手立て2】単元構成の工夫

ねらい…①予想や考察を行う際に根拠となる要因（知識など）の獲得【活動前】

②探究活動を行うことによる要因の定着【探究活動】

③探究活動以降の要因の獲得・深化【活動後】

内 容…○探究活動を単元の中心に据えて、その前後の単元構成を工夫した。

活動前 → 探究活動 → 活動後

※手立て1の課題となる明るさの逆転現象については、発展課題として用いられるが、扱うとしても電力によって明るさが決まることを学習してから考察させることが多い。本実践では探究活動前後での要因の獲得や深化をねらいとするために単元の途中に配置した。探究活動で出た新たな疑問を探究活動後の授業で扱うことで、単元内の学習のつながりを意識することができるようにした。

※単元構成に合わせた学習形態の工夫

単元構成に合わせて、場面ごとに学習形態を変え、段階的に個人で根拠をつけて予想や考察を行うことができるようにした。

【活動前】根拠となる要因（知識など）の獲得

- ・個人での予想や考察は重視せず、班で話し合いをさせて考えをまとめることを重視しながら実験を進め、要因を獲得する。

【探究活動】予想、考察場面の反復による要因の定着

- ・活動前の要因の獲得、活用の程度が見られるように、最初の予想のみ個人で行う。
- ・その後、探究活動を進める中では班全体で行う。

【活動後】探究活動以降の要因の獲得・深化

- ・クラス全体で進め、異なる事象でもその都度「逆転現象」について回帰させる。
- ・最後に個人で「逆転現象」について説明を考える。

【検証方法】

- ① 探究活動中のシート内の記述 ② 探究活動前の記述と活動後の記述の比較

4 研究の実際

(1) 【活動前】の実践について

- ① 電流の事象との出会い、電流が流れるイメージづくりについて【資料1(1)】

単元構成を工夫し、第3章「電流の正体」についてを単元の最初に配置した。ねらいは、静電気に関する実験を最初に行うことで興味・関心をもたせるため、電流が流れるイメージづくりのためである。単元の導入として「静電気おもしろ実験」を行い、静電クラゲや放電の現象から、電流の正体である電子の存在にふれ、クルックス管を用いた電子線の観察から、電流と電子の関係について整理した。章末の振り返りから、「電流の正体が電子の移動であるということが分かった」などの知識を獲得

できたようすが見られた。

② 既習の電熱線の発熱実験について【資料1(2)】

第1章「電流と電圧」に入り、抵抗の存在について知り、電流や電圧との関係を意識させるために、小学校6学年で学習した電熱線の発熱実験を発展させた実験を行った。実験を通して、電熱線の太さや長さによって電流の大きさが違うことから抵抗の概念を獲得することができた。また、電熱線2本で直列回路や並列回路を組んだ時の結果から、回路の特性にも意識を向けることができた(図1)。

電熱線の発熱【直列回路と並列回路】



① 細い電熱線	21秒	1A
② 直列回路	8分32秒	0.5A
③ 並列回路	12秒	1A

加えた電圧 **4V**

考察1: ①②を比べてわかること
単独のときよりも、直列回路の方が電流が小さく、切れるまでに時間がかかった。
→直列回路は電流が流れにくい。

考察2: ①③を比べてわかること
単独のときよりも、並列回路の方が速く切れた。電流の大きさは変わらなかったと思う。
→並列回路は電流は同じでも、速く切れる。

図1. 電熱線の発熱実験についての班の記述

②【探究活動】の実践について

第7時～11時まで、未知の事象である電球の明るさの逆転現象について探究活動を行った。

① 最初に個人で考える場面【資料2(1)】

第7時に事象を観察し、「電球の明るさの逆転現象が起こる原因は何か」という「中心課題」を設定した。その後、演示した電球の明るさの違いを回路ごとに整理して「小課題」を設定した。中心課題と小課題に対する個人の考えを記入する時間を設定し、ロイロノートの提出箱の共有化を利用し、班内・クラス内で互いの考えを確認できるように行った。中心課題に対する仮説について、既習事項や科学的な用語を根拠として記入していた生徒が4人/45人(8.9%)、根拠は明らかでないが自分の考えを文章で記入していた生徒が23人/45人(51.1%)であった。この時点では、考えを書けても根拠までは示すことができていない生徒が多いことがわかる。また、無記入の生徒が11人/45人(24.4%)いたことから、未知なものに対して考えることに苦手意識や不安感を抱いている生徒が多いことが推察された。逆転現象の原因として、「直列回路での電球の並び順」を挙げる生徒が18人/45人(40%)いた。豆電球を通る前後の電流の大きさが等しくなるということは既習事項であるのだが、それを直列回路に応用して考えることはこの時点ではできていなかった。一方で、電流や電圧の大きさの違いを確かめるために電流計や電圧計を用いて測定することについては正しく記入できている生徒が多かった。探究活動前に獲得してきた要因のうち、活用できるまでの定着に至っているものとそうでないものがあることがわかった。

② 班での探究活動の場面【資料2(2)】

第8～11時まで、班で探究活動を行い、逆転現象の原因に迫った。電球で行った演示実験を再現しながら進められるように、3.8V豆電球(→100W電球)と6.3V豆電球(→40W電球)を用いて実験を行った。また、探究活動では、ロイロノートの共有ノートの機能を利用して活動をまとめていくようにした(図2)。探究活動中は、班ごとに自分たちで立てた仮説、検証方法を基に実験を行い、結果の整理、考察・まとめという流れで進めていった。積極的に交流しながら進めている姿が多く、行き詰まった時には共有ノートの他班の状況を参考にして再考するなど、活動開始後は教師の指示がなくても自分たちで活動を進めることができた。電流の大きさが明るさに関係していると仮説を立て、単独での回路と並列回路の明るさについて考察し、電流だけでは説明ができない直列回路については電圧の大きさにも着目し、電流と電圧が明るさに関係しており、その大きさの違いが逆転現象の原因であると結論付けている班が多か

図2. 共有ノート上の探究シート

く進めていった。積極的に交流しながら進めている姿が多く、行き詰まった時には共有ノートの他班の状況を参考にして再考するなど、活動開始後は教師の指示がなくても自分たちで活動を進めることができた。電流の大きさが明るさに関係していると仮説を立て、単独での回路と並列回路の明るさについて考察し、電流だけでは説明ができない直列回路については電圧の大きさにも着目し、電流と電圧が明るさに関係しており、その大きさの違いが逆転現象の原因であると結論付けている班が多か

った。活動後の探究シートの記述分析より、逆転現象の原因について、電流と電圧の両方を根拠として結論付けている、または、電流と電圧のいずれかや互いの関係性を根拠として結論付けている班が11班/14班(79%)であった。この結果から、電流に加えて電圧についても定着してきたことが推察された。また、振り返りの記述から、電流や電圧を測定したことによってその後の学習内容につながる新たな疑問が出てきたことがわかった。

(3) 【活動後】の実践について

① 探究活動での学びを生かした授業展開【資料3(1)】

探究活動以降の授業では、探究活動で電流や電圧を測定したことから生じた新たな疑問を生かして授業を展開した。探究活動での疑問から授業を始めることで、異なる器具を使った実験の結果からもその都度逆転現象について回帰させることができた。

② 最終課題としての逆転現象の再考【資料3(2)】

単元のまとめとして、逆転現象の原因についての班の結論を個人で再考する活動を行った

(図3)。図3で示した生徒は探究活動時には、逆転現象の原因を電流と電圧が関係していると結論付けていたが、最終課題では探究活動後の授業で新たに獲得した要因である電力や回路の規則性、抵抗などを用いてより明確に根拠を示すことができていた。探究活動前は、逆転現象

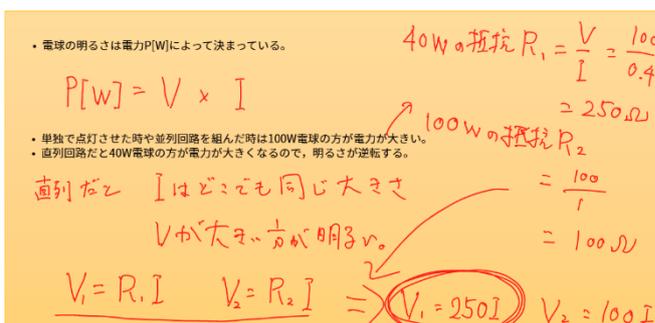


図3. 最終課題に対する記述

の原因について根拠を示すことができていた生徒は4人/45人(8.9%)であったが、図3のように獲得してきた要因を根拠として示し、正しく記入していた生徒が8人/48人(16.7%)であった。誤りがあったり説明が不足していたりするが探究活動時よりも根拠を示すことができていた生徒も含めると33人/48人(68.8%)であった。学習が進めば理解が深まり、数値が上昇するのは当然とも思えるが、逆転現象の原因について根拠を示して説明するのは容易ではない。今回のように、探究活動の前に必要な要因を獲得できるように単元構成する、逆転現象という中心課題を据えて探究活動やそれ以降の授業を展開するなどの手立ての効果があったのではないかと感じている。

5 成果と課題

- 班での探究活動の場面では、事象から中心課題を設定し、そこから小課題を見いだしたことにより、中心課題について結論付けるまでに、何度か探究の過程を繰り返すことができた。その結果、実験からわかったことを関係付けて考え、それを根拠として中心課題に対して結論付けることができた班が多かった(11班/14班(79%))。
- 探究活動での中心課題を軸として単元を構成することで、探究活動後に学んだ要因を中心課題の事象につなげて考えることができ、活動後に学んだ新たな要因を根拠として示し、事象について説明できる生徒が多かった(33人/48人(68.8%))。
- 探究活動前の記述と活動後の記述を比較すると根拠を示して記述している生徒が多くなっており、場面ごとに学習形態を変え、班や全体で考える経験を積んだことが、個人で考える際も根拠をつけて説明しようとする力を養うことにつながったと推察される。
- ▲探究活動の前に設定した電子の存在や抵抗のイメージについて、探究活動の段階では根拠として示している生徒はいなかった。最終的な説明でも、要因自体の理解がまだ深まっておらず、説明に適切でない部分が生じていることが見られた。互いに関係付けて考えられるようになった要因も多かったが、電子の存在や抵抗のイメージを今回の事象とつなげて考えるには、別の手立てが必要であると思われる。