

[理 科]

学習意欲を高めるための探究活動を効果的に行う工夫

ー 単元「電流」での授業実践ー

藤野 良太*

1 生徒の実態から見た主題設定の意図

2年1組は、男子19名、女子20名、計39名のクラスである。理科室でのグループは、教室での生活班に準じており、そのメンバーで観察・実験、話し合いを行っている。このクラスは学習規律が確立されており、理科のNRTで偏差値平均55.3と高い値を示している。しかし、観察・実験の場面では、特定の生徒に作業が偏る傾向がある。話し合いの場面では、他の班員にまかせっきりで、積極的に話し合いに参加しない生徒もいる。全員が積極的に作業や話し合いに関わるよう促しているが、なかなか改善されない。

このような実態から、意欲的に学習に取組ませるため、積極的に探究活動を取り入れてみた。理科学習のおもしろさは、探究の過程を通し、試行錯誤しながら課題の解決を図ることである。「探究」という語句は、新学習指導要領の目標にも書かれている。これからの理科教育では、それを一層重視することが求められている。そのような流れからも、探究活動を重視することはもちろん、生徒が進んで学習に取組む方策を工夫したい。

このクラスに「観察・実験への興味・関心」について問うたところ、79%の生徒が「好き」と回答した。さらに「観察・実験操作への意欲」については、約半数の47%が「自ら操作したい」と回答した。このアンケートと授業での見取りから、生徒は観察・実験が好きであり自ら操作したいが、物理的に不可能な状況にあると考えた。そこで、学習意欲を高める方策の1つとして意図的な小集団を用いてみた。そのことから、生徒一人一人が直接、観察・実験に携われる機会が増えると共に、一人一人の意見の重みやグループへの影響力が大きくなる。さらに、このクラスの実態から、自己有用（存在）感や学習意欲の向上が期待できる。

次に、探究活動で有効な方策が、実験計画書の作成である。既習の知識や経験を駆使して自ら計画を立て、それに沿って実験を進めることで、生徒は目的意識を持ちながら、意欲的に活動に取組む。計画書の作成は、考えのまとめはもちろん、見通しを持たせた実験を行う上でも有効な方策である。

そして何より、生徒が意欲的に探究活動を行うためには、興味をひく教材の提示が不可欠である。他にどんな有効な方策を講じて、教材の提示に失敗すれば、生徒の意欲的な活動は期待できない。

以上のことから、本研究では、「意図的な小集団づくり」「実験計画書の作成」「教材の工夫」という3つの方策を講じることで、探究活動が充実し、生徒の学習意欲を高めることができると考え、本主題を設定した。実践は、第2学年「電流」の単元で行った。

2 研究の目的

本研究は、理科学習において、「意図的な小集団づくり」「実験計画書の作成」「教材の工夫」という3つの方策を講じた探究活動を行えば、生徒の学習意欲が高まり、自ら進んで活動に取組むようになることを明らかにすることが目的である。

3 研究の方法

(1) 意図的な小集団づくり

技能・意欲・思考力等を総合的に判断し、3名または4名の計12班体制にする。班内で全員に役割（班長（司会）、記録係、発表係）が持てるよう配慮する。

* 柏崎市立東中学校

(2) 実験計画書の作成

探究活動で、生徒は既習の知識や経験を駆使して実験計画書を作成する。作成はまず個人に行わせる。そして、それを基に班のものを作成させる。班の計画書が完成したところから、教師が確認した後、実験に取り掛からせる。作成には、グループの話し合いが不可欠であり、グループ全員で作り上げるよう指示する。

(3) 教材の工夫

生徒の理解を助けるための教材の工夫は単元を通して行う。探究活動における教材の工夫は、電磁誘導の実験において行った。具体的には、電磁誘導の原理を利用して、コイルと磁石を用いて実際に電球を点灯させる活動である。用いる電球は、LED電球で弱い電圧でも点灯するものを用いる。実験では、磁石またはコイルを動かす速さ、磁石の強さ、コイルの巻き数の3条件が整ったときのみ点灯するように仕組む。条件によって誘導電流の大きさが違うことを体感させたい。また、電球をダイオード型にすることで、流れる電流の向きによって点灯の有無が生じる。このことから、磁石またはコイルを動かす向きや、異なる磁極により誘導電流の向きが違うことも理解させることができる。

4 単元の指導計画

実験計画書を作成する探究活動は、授業時数との兼ね合いもあり、毎時間というわけにはいかない。そこで、探究活動は「電熱線の発熱とワット数との関係を調べる実験」と「電磁誘導の実験」において実践し、後者の実践で教材の定時の工夫を行った。「電磁誘導の実験」では、探究活動における「意図的な小集団づくり」「実験計画書の作成」「教材の工夫」の成果を評価する。

探究活動では、グループでの円滑な実験計画書の作成や協力的な実験を目指したい。そこで、グループ内での意思疎通をはかる目的で、本単元の開始時に、小集団班を作り、本単元で行うすべての実験・話し合い活動を小集団班で行う。

表1 単元の指導計画と研究内容との関連

小単元名	学習内容	小集団活動	実験計画書	教材の工夫
静電気と電流 15時間	○静電気とはどんなものか ○電流はどんなときに流れるか ○電流は回路をどのように流れるか ○回路によって電流を流そうとするはたらきはどうちがうか ○電圧と電流にはどんな関係があるか ○回路によって抵抗はどうなるか	○ ○ ○ ○ ○ ○		
電流のはたらき 11時間	○電流による発熱や発光はどんなときに大きくなるか ○電磁石は棒磁石と同じはたらきをするのだろうか ○モーターはどうして回るのか ○電流をつくり出すにはどうしたらよいか	○ ○ ○ ○	○ ○	 ○

5 指導の実際

(1) 単元を通しての小集団活動

小集団活動は、単元初めの「静電気」の学習から始めた。小集団活動を行うに当たり、考慮しなければならないのは実験器具の準備である。回路を組んで電流や電圧を測定する実験には、通常であれば電源として電源装置を用いるが、数等の規制もあり乾電池も用いた。しかし、実験結果にはほとんど支障がなく、実験から規則性を見い出すことができた。

なかには、実験操作や話し合い活動が予想以上の班もあった。その他の班でも、回を重ねるごとに実験操作を楽しむ姿が見られた。話し合い活動でも、個々の発言の機会が増えた。

(2) 実験計画書に基づく探究活動（電熱線の発熱とワット数との関係を調べる実験）

電熱線の発熱とワット数との関係を調べる実験（1回目の計画書の作成）では、教材の工夫は行わず、教科書に記載されている実験で計画を立てさせた。ワット数の異なる3本の電熱線を提示し、実験室にある器具を使ってできる実験を計画するよう指示した。計画書には実験方法を図と言葉で表現させ、必要な器具を記述させた。生徒は初めての実験計画書の作成ということもあり、戸惑った様子だったが、思い思いの考えを出しあっていた。なかにはまったく方法が思いつかず沈黙する班もあり、そのような班には適宜支援した。生徒が考えた方法は次の3つである。

- ① 電熱線に直接、温度計をつけて温度を測定する方法
- ② ビニール袋に電熱線と温度計を差し込み、温度を測定する方法
- ③ 電熱線の発熱量を水の温度上昇に置き換える方法

教科書には③の方法が記載されており、この方法が発生した熱を効率的に温度上昇につなげられる適当な方法である。しかし、適切な電源電圧の値を指導するなど、最低限の修正を加えた以外は①や②も計画通りに行わせた。結果として、③の方法で行った班が最も妥当な結果になった。考察の場面で、③が適当な理由や条件を合わせることの必要性を説明すると、生徒は納得した様子であった。

(3) 工夫した教材を用いた実験計画書に基づく探究活動（電磁誘導の実験）

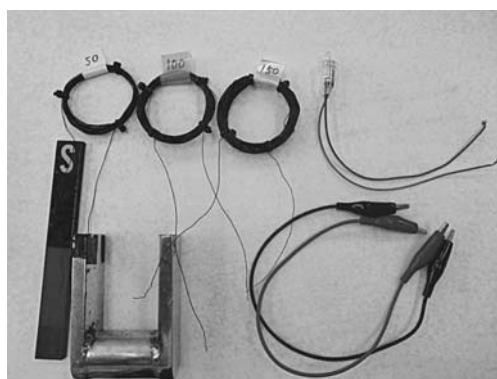
探究学習では、既知の知識を生かしながら進めることが必要である。この授業で学習する電磁誘導は、モーターが回る原理と正反対の原理を使った事象である。そこで、モーターが回る原理の説明で、「磁石の磁界と電流がつくる磁界のはたらき合いによって力が生まれる」ことをまとめ、生徒にしっかりおさえさせた。そして、反対にコイルと磁石を使い、力を加える（＝動かす）ことで電流が作り出せることを伝え、「コイルと磁石で豆電球Xを点けてみよう」という課題を提示した。豆電球X（すなわち、LED電球）を点ける条件を見つけるということは、より強い電流を作り出すための条件を見つけるということである。

計画書作成時のヒントとして、既習事項である磁界どうしのはたらき合いにおいて、より大きな力を生み出す条件を挙げさせた。生徒はノートなども参考にし、全員が「コイルの巻き数を増やす」「磁力の強い磁石を使う」「流す電流を強くする」の3条件を記述できた。このヒントから、コイルと磁石を使ってより強い電流を作り出す方法を考えさせた。

「コイルの巻き数を増やす」「磁力の強い磁石を使う」という条件は容易に考えつくと思われ、実際すべての生徒が記述できた。「磁石とコイルの出し入れを速くする」という条件は計画書の段階では考えつかないと予想したが、実際、すべての生徒が予想できなかった。

実験に必要な器具に関しては、材料のみを用意し、生徒たちにコイルを作らせる方法も考えた。しかし、より結果をわかりやすくするため、必要最低限使用する器具を配布し、その他必要な道具は考えるように指示した。

各班に配布したのは以下のものである。



- 弱い磁石[フェライト棒磁石]（1個）
- 強い磁石[アルニコU字形磁石]（1個）
- コイル3種（150巻き、100巻き、50巻き）
- 豆電球X（1個）
- みの虫リード線（2本）

図1 班に配布した実験器具

配布された器具以外のものを使う班はなかった。しかし、器具の使い方では、強いアルニコ磁石をさらに強くしようとアルニコ磁石に弱い棒磁石をくっつける班や、3種のコイルをつなげて巻き数を増やす計画を立てる班があり、生徒なりの工夫が見られた。また、「コイルの巻き数を増やす」という条件を結論づけるには、巻き数の少ないものも試す必要があるなど、比較する実験が必要であることも伝え、計画書の作成を支援した。

実験の場面では、ほとんどの班が計画通り、強力なアルニコ磁石と150巻きのコイルを手にとった。動かし方は、磁石でコイルをつつく、磁石でコイルをこする、磁石をコイルに出し入れする、反対にコイルを磁石に出し入れする、など様々で、試行錯誤が続いた。交替で実験操作を行う班と特定生徒が中心に操作する班があった。後者の班では、操作には関わらない生徒でも積極的に意見する姿が見られた。積極的に活動に参加するよう促す必要がなく、すべての生徒がなんとか他の班より早く点けようとする雰囲気であった。

磁石とコイルの使い方に試行錯誤して約10分後、ある班から「点いた!」という声が聞こえた。数名がその班に駆け寄り興味深そうに方法を聞いていた。「自分で方法を見つけない」と言って黙々と作業する班もあった。実験前に、

実験結果を細かく記録するように指示したため、各班の記録係は表にわかりやすくまとめるなど、工夫して結果を記録していた。素早く動かしても点灯しない班が予想されたため、200巻きコイルも用意していたが、すべての班が150巻きコイルで点灯した。

結果の発表は、各班の発表係が行った。「150巻きのコイルとアルニコ磁石を使い、素早く磁石をコイルに出し入れる」という結果で満場一致した。力の強い男子のいる班では100巻きコイルでも点灯したが、50巻きとの違いや150巻きとの動かす速さの違いに着目させた。この活動から、生徒は自ら「コイルの巻き数を増やす」「磁力の強い磁石を使う」「磁石の出し入れを速くする」という3条件を見い出すことができた。3つ目の条件であるコイルと磁石の動かし方に関して、「磁石をコイルに入れる」「コイルを磁石に入れる」といった、どちらを固定し、どちらを動かすかについて異なる意見が出された。そこで、全員に再度行わせ、どちらでもよいことを確認した。3条件がそろえば、「必ず豆電球は点いたか」と問うと、「必ず点くわけではない」という答えが返ってきた。これは、前述したように用いた電球が発光ダイオードであるため、磁石の磁極や磁石の動かす向きにも決まってくるためである。生徒からは電球が点いたのは①N極を近づけたときとS極を遠ざけたとき、②N極を遠ざけたときとS極を近づけたとき、という2つの結果が出された。生徒はこの結果を不思議そうにしていた。実験説明時に、豆電球Xは、ある一方向にしか電流が流れないことを言及し、実験中も板書しておいた。しかし、なぜこのような結果になったか、説明できる生徒はいなかった。そこで、電流の向きについて次回への疑問をもたせたまま、強い電流を作り出すための3条件をノートにまとめさせた。授業後の生徒の感想には、電流の向きに関する疑問の他に、「なぜ一時的にしか電球は点かないのか」という疑問があった。これに関しても、後に電磁誘導の原理を説明する中で取り上げ、活用した。

実験計画書 (3 班)

豆電球^{エックス}をつけてみよう! ~より強い電流をつくりだそう~

ヒント
~これまでの学習から、より大きな力を生み出すには、どのような条件(方法)があったかな~

- 流れる電流を強くする。
- コイルの巻数を増やす。
- 磁石を強くする。

予想
~ヒントから豆電球Xを点ける(より強い電流をつくりだすための)条件は?~

- ・ 強い磁石を使う。 ・ 巻数が多いコイルを使う。

<実験に必要な器具(数)>

○ 各班に配るもの
弱い磁石[棒形](1個)、強い磁石[U字形](1個)、コイル3種(150巻き、100巻き、50巻き)、豆電球X(1個)、みの虫リード線(2本)

○ その他、必要であると考えたもの

<結果(図や言葉で)>

Nを上にした時、コイルが磁石の内側に入った時に豆電球Xが光る

↑
コイルを速く動かした

↓
Sを上にした時、コイルを磁石の外側に動かした時に豆電球Xが光る

150巻	100巻	50巻
コイル ○	×	×

☆結果から、豆電球Xを点ける(より強い電流をつくりだすための)条件は?

コイルを速く動かす
巻数が多いコイルをつかう
強い磁石をつかう

<実験装置図、実験方法(図と言葉で)>

☆その他、気づいたことは?(磁極、動かす向きに関してなど)

図2 電磁誘導の実験に用いた実験計画書



図3 探究活動の様子

6 考察

(1) 探究活動における小集団活動

表2 小集団活動についての事後アンケート

	はい	いいえ	どちらでもない
小集団の方が実験操作に関われた	89% (34人)	3% (1人)	8% (3人)
小集団の方が意欲的に取組めた	74% (28人)	0% (0人)	26% (10人)

○小集団活動についての感想(抜粋)

- ・これまでより、一層協力し合って実験に取り組めた。(男女、複数回答)
- ・ほぼ毎回実験操作できて楽しかったし、充実していた気がする。(男子)
- ・少ない人数だったので、これまでより積極的に動けた。(女子)
- ・実験装置が近いところにあるため、実験が見やすかった。(男子)

単元後のアンケート結果から、大多数の生徒が、「小集団の方が実験操作に関われた」、「小集団の方が意欲的に取組めた」と回答した。小集団活動についての感想には、プラスの記述が多かった。

探究活動での生徒の意欲的な態度や授業後の感想から、探究活動における小集団活動の有効性を確かめることができた。単元初めから小集団活動を行い、グループ内の意思疎通をはかっておいた成果が、探究活動におけるグループでの円滑な実験計画書の作成や協力的で意欲的な実験への取組みにつながったと考える。

今回の単元を通しての実践から、小集団班は、探究活動に限らず、生徒が意欲的に取組む方策として有効であるといえる。

(2) 探究活動における実験計画書の作成

表3 実験計画書の作成についての事後アンケート

	はい	いいえ	どちらでもない
実験計画書は実験を行う上で有効であった	66% (25人)	3% (1人)	31% (12人)

事後アンケートから、探究活動における実験計画書の作成は、ある程度効果的であったと考える。特に電磁誘導の学習では、実験計画書を基に、生徒が試行錯誤しながら意欲的に実験に取り組んでいる姿が見られた。「実験計画書が有効であった」と回答した生徒が66%と数字が伸び悩んだ。これは、実施回数が少なく、まだ計画書を実験に使いこなせていない生徒がいるためと推測する。定期的に計画書を作成する学習を行い、活用技能が向上すれば、その有用性が実感できると考える。

(3) 探究活動における教材の工夫

表4 電磁誘導における探究活動後の自己評価

自己評価内容	評 価				
	5	4	3	2	1
実験操作を進んでやったか	84% (32)	11% (4)	5% (2)	0%	0%
自分の考えを持とうとしたか	78% (30)	11% (4)	11% (4)	0%	0%
この時間の内容をもっと学習してみたいと思うか	45% (17)	42% (16)	13% (5)	0%	0%

※ () 内は人数

○授業後の感想 (抜粋)

- ・実験が楽しかった。(男女複数回答)
- ・どうすれば点くのかを考えるのが面白かった。(男女、複数回答)
- ・最初は点かなかったが、みんなで意見を出し合い、最後は点いたのでよかった。(女子)
- ・点いたときの感動がすごかった。(男子)
- ・コイルに磁石を通すときにもテクニックがあるのには驚いた。(女子)

LED電球を利用した2回目の探究活動では、授業後の自己評価から「実験操作への取組み」に対し、「非常に進んでやった」「進んでやった」と評価した生徒が95%、「自分の考えを持つこと」に対し、「非常に持とうとした」「持とうとした」と評価した生徒が89%、「本時の内容へのさらなる学習意欲」に対し、「非常にもっと学習してみたい」「もっと学習してみたい」と評価した生徒が87%に達した。感想からも、生徒は学習内容に非常に興味を持ち、意欲的に取り組んでいたと言える。1回目と2回目の探究学習を比較して、生徒は明らかに2回目の電磁誘導の実験に意欲的に取り組んでいた。これは、教材の工夫が功を奏した結果である。

電磁誘導の実験は、学習意欲を高めるために講じた「意図的な小集団づくり」「実験計画書の作成」「教材の工夫」の効果が相乗的に作用した成果であると考ええる。

7 成果と今後の課題

本研究から、理科学習において、「意図的な小集団づくり」「実験計画書の作成」「教材の工夫」という3つの方策を講じた指導を行うことで、生徒の学習意欲が高まり、自ら進んで活動に取り組むようになることが明らかになった。3つの方策がそれぞれ優れた方策と言えるが、組み合わせることで、さらなる効果を生み出すことも見出すことができた。

一方、小集団の編成の方法について、改善の余地がある。班編成前に比べ改善が見られたが、期待した活動ができていない班もあった。今後、活動が円滑に進むよう、さらに班編成を工夫しなければならない。教室での生活班を理科の授業で用いるのは、好ましくないとは断言できる。

実験計画書を用いた探究活動では、計画した内容によって結果が異なり、うまく学習事項をおさえられない場合がある。実験結果が好ましくなかったり、教科書の方法とは異なる方法で行ったりした場合、再度教科書の方法で行わせるなど、確実に基礎基本の定着を図る必要がある。

探究活動は、時間的な問題から頻繁には行えない学習方法である。小集団活動は、班の数だけ実験器具を用意できない場合もある。これらの方策を組み合わせる場合、適用できる学習内容が限られてくるため、教材の工夫が必要になる。

今後、生徒の実態を見ながら、学習意欲を高め、より効果的に探究活動を行う方策を模索していく必要がある。

参考文献

文部科学省 「中学校学習指導要領解説 理科編」, 2008