

中学校 理科

「電流とそのはたらき」の学習における科学的な思考力や表現力を  
育てるための指導法の研究

－電磁誘導の教材開発を通して－

六ヶ所村立第一中学校 教諭 小 泉 達 弥

要 旨

本研究は、生徒の科学的な思考力や表現力を育てるために、電磁誘導の学習において、現象が分かりやすく、日常生活と関連付けた教材を開発し、その有効性を明らかにしたものである。生徒は、開発した教材を活用して実験を行ったことで、意欲的に課題に取り組み、電磁誘導の規則性を実験ワークシートに文章記述することができた。日常生活と関連付けた教材は、生徒が電磁誘導を理解する上で、科学的な思考力や表現力を育てることに、非常に有効であった。

キーワード：中学校 理科 科学的な思考力や表現力 日常生活との関連 教材開発

## I 主題設定の理由

PISA2006やTIMSS2007の結果を見ると、基礎的・基本的な内容の知識・技能の習得の成果は国際的にもトップクラスであるが、記述式問題の無回答率の高さが目立つ。さらに、理科を勉強すると、日常生活に役立つと肯定的に答えた生徒は53%であり、国際平均値の84%よりも31ポイント下回っていた。また、平成24年度全国学力・学習状況調査の理科において、国立教育政策研究所(2014)は、「日常生活や社会の特定の場面において、理科に関する基礎的・基本的な知識や技能を活用することに課題がある。」としている。実際に現在担当している学級でも科学的な思考力や表現力を問う問題を不得意としている。積極的に発言する生徒は多いが、明確な根拠のない発言が多く、説明の仕方もまとまっていない。中学校学習指導要領解説 理科編(2008)において、この単元を通して生徒一人一人が、「電流と電圧、磁界や静電気などについての基本的な性質を理解させるとともに、日常生活や社会と関連付けながら電流と磁界についての科学的な見方や考え方を養うことが主なねらいである。その際、レポートの作成や発表を適宜行わせ、思考力、表現力などを育成する」とある。そこで、科学的な思考力や表現力を育てるために、現象が分かりやすい教材を活用すれば、生徒一人一人が、現象についてねらいを絞って科学的に思考し、表現することができるのではないかと考え、主題を設定した。

## II 研究目標

電磁誘導の規則性を容易に見いだすことができる教材を開発すれば、筋道立てた思考が可能となり、科学的な思考力や表現力を育成できることを授業実践で明らかにする。

## III 研究仮説

誘導電流が発生する仕組みや規則性について、発電機を使用した電磁誘導の規則性を容易に見いだすことができる教材を開発すれば、筋道立てた思考が可能となり、生徒一人一人の科学的な思考力や表現力が育つであろう。

## IV 研究の実際と考察

### 1 研究における基本的な考え方

#### (1) 生徒の実態について

本研究を始めるに当たって、「電流とそのはたらき」を構成する三つの単元において、各単元の最初と最後の授業で同じ内容で学習内容と日常生活との関連についてのアンケート調査（以下アンケート調査とする）を行った。アンケート調査Ⅰ～Ⅲを2回ずつ計6回行った。その結果から、アンケート調査Ⅰ－a「電気を利用している生活用品の例を挙げてください。」より、電気は日常生活には不可欠なものであることは生徒27名全員が理解しており、冷蔵庫やゲーム機などの例を挙げることはできた。しかし、図1のアンケート調査Ⅲ－aの結果を見ると電流を発生させる方法や電流がもっている性質について正しく理解している生徒は6名（22%）であった。また、電磁石の極性を変化させる方法については、正しく答えることができた生徒は1名（4%）だけであった。生徒は、電気はあって当たり前のもので認識しているが、小学校で学習する内容である電流を発生させる方法や性質についての知識が少ないのが現状である。そこで、日常生活に近づけた教材を開発し、電磁誘導をより身近に感じさせる必要があると考えた。

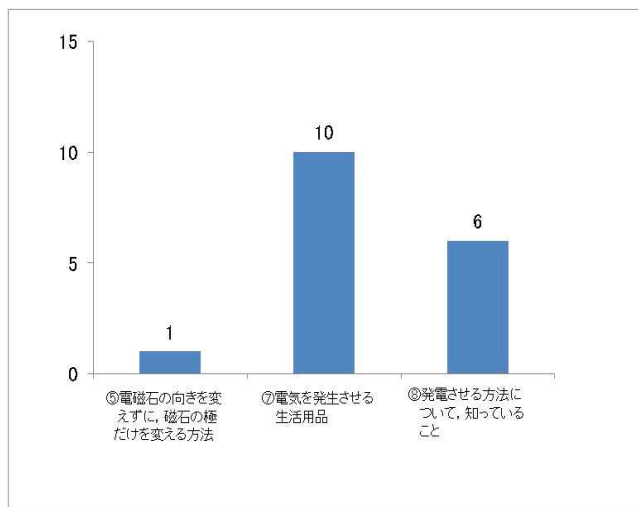


図1 アンケート調査Ⅲ－a 項目⑤，項目⑦，項目⑧の単元学習前記述者数

## (2) 科学的な思考力や表現力を育てるための指導法について

科学的な思考力とは、自然の事物・現象から問題を把握し、その事象が生じる原因や仕組みを調べるための観察、実験を計画・実施すること。そして、観察、実験の結果などを分析的、総合的に考察し、その中から規則性を見だし、普遍的、一般的な科学概念を形成するとともに、既知の事柄や原理・法則などを基に、新たに直面した事象を論理的に説明しようとするものである。そこで、本研究では、科学的な思考力を、課題解決のために既習した学習内容を整理し、筋道立てて考える力とした。また、表現力とは、言語による発表する力や図解による説明をする力もあるが、本研究においては、自分の言葉を記述した文章として残すことに重点を置き、生徒の変容を比べるために、筋道立てた思考を文章記述によって表す力であると考えた。その手だてとして、電磁誘導の現象を日常生活との関連性がある教材を使って学習すれば、生徒は筋道立てた思考や文章記述ができるのではないかと考えた。

## 2 研究内容

### (1) 科学的な思考力や表現力を育てる教材開発と記述問題の工夫

電流や磁界そのものの様子は、目に見えにくいことが多い。だが、それらの現象によってもたらされる結果から仕組みや規則性を推測することは可能である。科学的な思考力や表現力を育てる手だてとして、日常生活で利用されている仕組みを取り入れることによって、生徒の興味・関心を喚起することができれば、現象を自らの手で調べ、表現しようとし、更に実践を積み重ねることで、表現力が向上するのではないかと考えた。

#### ① 教材の開発

身近に起こる現象や日常生活で使用しているものを模した教材を開発することで、興味・関心を維持しつつ、積極的に電磁誘導の仕組みや規則性を見出すことができると考える。今回は、電磁誘導の仕組みを簡単に表すことができるぶんぶんごま発電機に着目した。この発電機は、円盤状の台紙に磁石を貼り付け、コイルのそばで回転させるだけで電磁誘導の現象を容易に起こすことができるのが最大の利点である。しかし、楽しみながら学ぶ教材としてはよいが、日常生活との関連性や生活に役立つかどうかという点から、より身近なものを教材にできないかと考えた。そこで、生徒が日常生活において使用することが多い自転車のライトが発電する仕組みに近づければよいのではないかと考え、図2のようにぶんぶんごま発電機を自転車型発電機に改良した教材を開発することとした。



図2 自転車型発電機

② 記述問題の工夫

実験を通して、科学的な思考をし、表現することができたのかを問う問題を実施する。生徒自身が、単元を学習する前のアンケート調査と実験ワークシートとの文章記述の変化に気付くことで、より深く理解することができるのではないかと考える。また、校内テストにおいても評価問題を出題することで電磁誘導の現象について、学習内容が身に付き、文章記述による表現ができたのかを調べた。

<p>評価問題</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 電流を発生させる仕組みを説明しなさい。</li> <li>2 コイルに棒磁石のN極を近づけたときに、検流計の針は右に振れた。検流計の針を同じく右に振れさせるには、磁石をどのようにして、何をすればよいか書きなさい。</li> <li>3 発電する電流を大きくするにはどうすればよいか。その方法を書きなさい。</li> </ol>
--

3 検証方法

(1) アンケート調査の比較

各単元の最初と最後の授業で「電流とそのはたらき」に関する内容が日常生活にどのように関わっているのかを、生徒はどの程度把握しているかアンケート調査を実施し、生徒の変容を考察する。そこで、以下のような単元構成の中でアンケート調査を行った。本研究においては、単元学習後のアンケート調査で文章記述ができる生徒数の目標を23名（80%）以上に設定して研究を行った。

表 1 検証方法と学習内容

単元	時数	検証方法と学習内容	ねらい
第1章	1	アンケートⅠ-a (第1章 事前調査) 「電流は回路をどのように流れるか」	・「電流と電圧」の学習前後での生徒の理解と日常生活との関わりについての変容を見る。
	8	アンケートⅠ-b (第1章 事後調査) 「電気器具に表示されている電力とは何だろうか」	
第2章	1	アンケートⅡ-a (第2章 事前調査) 「静電気の性質について調べてみよう」	・「静電気と電流」の学習前後での生徒の理解と日常生活との関わりについての変容を見る。
	4	アンケートⅡ-b (第2章 事後調査) 「電流の正体とは何だろうか」	
第3章	1	アンケートⅢ-a (第3章 事前調査) 「電流のまわりにはどんな磁界ができるか」	・「電流と磁界」の学習前後での生徒の理解と日常生活との関わりについての変容を見る。  ・教材は有効であるか。 ・科学的な思考力や表現力が育つ指導であるか。
	7	検証授業	
	8	・「コイルと磁石で電流を発生させることができるのか」 発電機を使用したAグループと棒磁石を使用したBグループでの電磁誘導の実験を行い、比較する。	
	10	アンケートⅢ-b (第3章 事後調査) 「乾電池と家庭のコンセントの電気はどうちがうか」	

(2) 二つの実験内容によるワークシートへの記述内容のグループ比較

発電機を用いたAグループと、棒磁石とコイルを用いたBグループを、生徒が実験ワークシートに文章記述した内容で比較する。

### (3) 評価問題の結果

実験後や校内テストにおいて、評価問題を設定し、その文章記述の内容から生徒の理解が図られているかを検証する。

## 4 検証と考察

### (1) アンケート調査の結果から見える生徒の実態

表2は、各単元の最初と最後に行った計6回のアンケート調査の23項目のうち、小学校で学習する内容と日常生活との関わりがある内容の10項目を基に抽出したものであり、項目Ⅰ～Ⅲは、アンケート調査の種類とし、丸数字は、質問の番号を表した。そして、この10項目を基に検証を行うことにした。

電気の学習は、小学校第3学年では電流と回路について、第4学年では乾電池や光電池のはたらきについて、第5学年では電磁石について、第6学年では手回し発電機を使い、電気の利用の仕方や性質、はたらきについて学習している。しかし、図3が示すとおり、生徒が知識として身に付けていることは、項目Ⅰ-①の日常生活において必要不可欠なものだけだった。項目Ⅲ-⑤や項目Ⅲ-⑦、項目Ⅲ-⑧の三つは、単元学習前のアンケート調査において学習した内容にも関わらず、正しく記述することができた生徒は全て10名以下であった。そこで、生徒に小学校で学習した内容を尋ねると、手回し発電機や電磁石を用いた実験は行ってきたと回答した。実験と知識が結び付いていないことが課題である。単元学習後にもアンケート調査を実施した。単元の学習後であったので、答えることができた生徒は増加した。しかし、全ての項目で目標としていた80%以上の記述者数を達成することができなかった。

表2 6回分のアンケート調査から抽出した項目一覧

項目	アンケート内容
Ⅰ-①	電気を利用している生活用品の例を挙げてください。
Ⅰ-⑤	電流を通しやすい物質や通しにくい物質の例を挙げてください。また、それぞれの特徴をわかるだけ書いてください。
Ⅰ-⑧	家庭用の電源は何ボルトか知っていますか。
Ⅱ-②	静電気を利用した生活用品の例を挙げてください。
Ⅲ-③	電磁石とは、どのようなものですか。簡単に説明してください。
Ⅲ-④	電磁石をより強くする方法をわかるだけ書いてください。
Ⅲ-⑤	電磁石の向きを変えずに、磁石の極だけを変える方法を簡単に説明してください。
Ⅲ-⑦	電気を発生させる生活用品を知っているだけ書いてください。
Ⅲ-⑧	発電させる方法について、知っていることを書いてください。
Ⅲ-⑨	直流と交流の違いについて、説明してください。

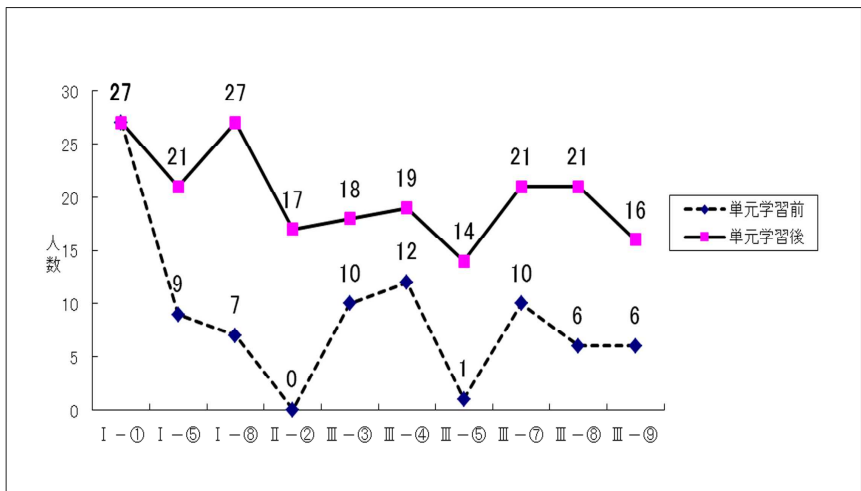


図3 単元学習前後での抽出アンケートごとの記述者数の変化

### (2) 実験ワークシートの記述内容の傾向

実験では話し合い活動を行ったが、活動を始める前に、自分の意見をまとめるためにワークシートに気付いたことを記入させた。生徒は、A、Bの両グループとも実験の結果などを記述することができていた。このことから、生徒は、電磁誘導によって電流が発生したことは理解できていたようである。両グループ全体で比較すると、Bグループは、一つの方法だけを記述するのに対し、Aグループは、具体的に行った

ことを記述する生徒が多く、グループごとに図4、図5のようになる傾向が高かった。両グループで違いがあったとすれば、表3にあるように、自転車型発電機の動き方を見て、ライトの明るさの違いによって発生する電流の大きさの差や電磁誘導の規則性が、棒磁石とコイルを用いた実験よりも分かりやすいと考えられる。

コイルを磁石に近付けるスピードを速くすると針が大きく振れる  
コイルを遠くから近付けるも針が大きく振れる

図4 Aグループの実験ワークシートの記述例

針の動きが反対になった。  
早くしたら、ふれははが大きくなった。  
速くなると大きくなる(ふれははが大きい)

図5 Bグループの実験ワークシートの記述例

表3 実験ワークシートの文章記述（抜粋）

グループ	生徒の記述内容
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>自転車の車輪と同じ動きだから、磁石がまわると電流が流れる。</li> <li>磁石がコイルの近くを通り過ぎたときだけ検流計の針が振れた。</li> <li>回転を速くすると、検流計の針が大きく振れた。自転車でスピードが出るとライトが明るくなるから。</li> <li>回転を止めると検流計の針は振れない。</li> <li>自転車も止まるとライトが消えるから、動かさないと電流が流れない。</li> <li>自転車が動けばライトが光ることで気付いた。止まれば消える。</li> </ul>
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>棒磁石を速く動かすと、検流計の針は大きく振れる。</li> <li>速さによって、検流計の針の振れ方が変わる。</li> <li>近づけても、遠ざけても検流計の針が振れる。でも、振れる向きが変わる。</li> </ul>

### (3) 評価問題や校内テストの結果

評価問題においては、実験後に、文章記述をすることができた。問題1については、文章記述ができた生徒は15名増えて、全体で21名となり、また、問題2では、規則性を理解した上で、磁石のS極をコイルから遠ざける動きをさせると、検流計の針が右に振れるという文章記述をした生徒は23名になった。問題3において、電流の量を大きくする方法を三つ挙げるのだが、三つ全て文章記述できた生徒は7名、二つの生徒は14名、一つの生徒は4名、文章記述ができなかった生徒は2名だった。三つ全てを文章記述できた生徒は、実験後でも多くなかった。実験で発見した規則性を理解し、文章記述ができるかを確認するために、実験の1か月後に行った校内テストにおいて、今回の評価問題を出題したところ、正解した生徒は、問題1は18名、問題2は25名であった。図6で示してある問題3では、10名が三つ全てを、13名が二つを文章記述することができた。生徒には、学習した内容が定着していた。文章記述をすることはできていたが、その根拠を見ると、必ずしも実験を通して身に付けた科学的な思考力や表現力であるとは、断言すること

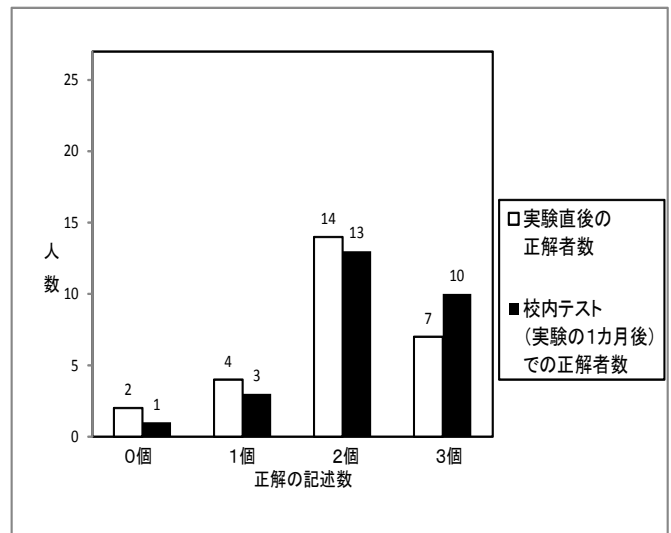


図6 評価問題3 「発電する電流の量を大きくするにはどうすればいいですか。その方法を書きなさい。」の正解の記述者数の変化

ができなかった。

## V 研究のまとめと課題

### 1 研究のまとめ

学習前後のアンケート調査の結果を比較すると、今回の教材開発における重要な項目であるアンケート調査Ⅲ－a, bの項目⑧「発電する方法について、知っていることを書いてください。」について学習した内容を使って文章記述ができる生徒は全体で15名増えた(図7)。その内訳は、Aグループの9名に対し、Bグループは6名と若干の差が出た。学級全体で21名まで引き上げることができたが、本研究に当たって目標としていた23名(80%)以上まで到達することができなかった。また、実験中に自分で現象の変化を発見したことについて、ワークシートに文章記述することができたのは、Aグループの7名に対し、Bグループは2名であった。どちらのグループでも実験ワークシートに、「磁石がコイルの近くを通り過ぎたときだけ、検流計の針が振れた。」とあったが、Aグループだけには、「自転車が動けばライトが光ることで気付いた。止まれば消える。」という記述があった。評価問題については、問題2では、Aグループは12名、Bグループは11名が文章記述することができた。

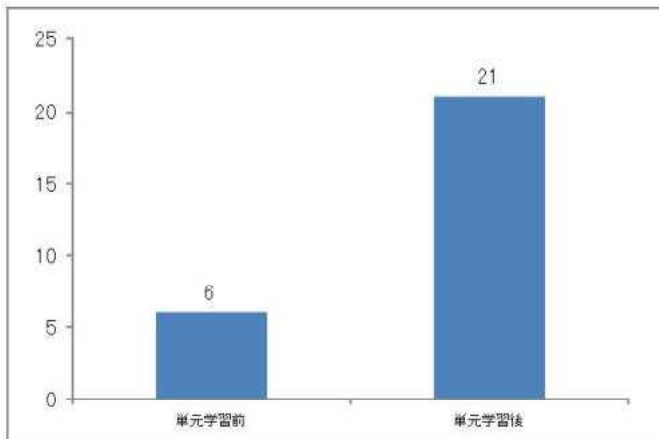


図7 アンケート調査Ⅲ－a, b 項目⑧「発電させる方法について、知っていることを書いてください。」の単元前後での記述者数の変化

以上のことから発電する仕組みや電磁誘導の規則性を理解することができたと判断できる。そして、二つのグループの実験ワークシートへの文章記述の比較から、日常生活に関連付けた教材は、生徒が電磁誘導を理解する上で、科学的な思考力や表現力を育てる補助的な役割を果たしたのではないかと考えられる。

### 2 今後の課題

教材を開発するに当たり、日常生活との関連性と現象の仕組みについて分かりやすくすることが重要である。あくまでも、生徒一人一人が筋道立てた思考をし、表現しようとするための補助的なものである。しかし、日常生活に関連付けた教材を用いることは、場合によって生徒の興味・関心が学習内容の本質よりも教材そのものに向かう可能性をもつので、教材の開発とともに現象の規則性について話し合う内容や時間の設定の仕方など、授業展開の仕方を工夫することが必要である。さらに、本研究においては各単元における教材開発に取り組んできたが、図3のアンケート結果でも示してあるとおり、抽出したアンケートの10項目うち8項目で、本研究で目標としていた23名(80%)以上の記述者数まで到達できず、思うような成果が得られなかった。日常生活との関連付けをすることはできたが、文章記述についての方法などを明確にしなければならなかったと感じた。生徒の文章記述をさせる際に、年度当初に定型文を明示していれば、生徒は段階的に文章記述による表現力が身に付いたと考えられる。そして、開発した教材などを使用した実験などでも、筋道立てて思考したことを表現できたのではないかと考えられる。

#### <引用文献・URL>

- 1 国立教育政策研究所 2012 『平成24年度全国学力・学習状況調査 調査結果のポイント』  
[http://www.nier.go.jp/12chousakekkahoukoku/02point/24\\_chousakekka\\_point.pdf](http://www.nier.go.jp/12chousakekkahoukoku/02point/24_chousakekka_point.pdf) (2014. 1. 22)
- 2 文部科学省 2008 『中学校学習指導要領解説 理科編(平成20年9月)』, p. 33

#### <参考文献>

- 櫻田安志・横山安弘 2010 『モータの理論を理解するための教材の開発』 弘前大学教育学部紀要  
森川真希 2007 『簡易・普及型発電実験装置の解析』 東海大学紀要 第15号 教育研究所  
文部科学省 2008 『中学校学習指導要領解説 理科編(平成20年9月)』