

「電流と電圧の関係」における授業実践と理解の様子 ～描画と比喩表現を用いて～

井殿加奈子

鳥取大学附属中学校

E-mail: iden_kn@tottori-u.ac.jp

Kanako IDEN (Tottori University Junior High School): Classroom practice and understanding of the relationship between current and voltage. Using drawing and metaphorical expressions

要旨 — 電流や電圧についての学習では、基本的な語句や計算などは比較的よく理解しているが、科学的概念については理解しているとは言い難い。本実践においては、電流と電圧について理解を深めるとともに生徒の理解の状況をはかることを目的とした授業づくりを目指す。このため、描画と比喩的表現を用いて授業実践を行い、生徒のワークシートを用いて理解の様子について分析を行った。本授業では、始めに電流と電圧の関係について比喩的表現で記述させ、グループワークにて意見の共有を行った後、電流と電圧の関係について記述させた。その結果、活動後のワークシートでは電流と電圧の関係が理解できた生徒の増加が見られた。しかし、多数の生徒が誤概念を持っており、今後の授業の工夫が必要であることがわかった。

キーワード — 評価法, 描画, 比喩的表現, 授業実践, 電流と電圧の関係

Abstract — In the study of electric current and voltage, students have a relatively good understanding of the basic words and calculations involved, but their understanding of the scientific concepts is not as good as it could be. In this lesson, we aim to deepen the students' understanding of electric current and voltage, as well as to assess their understanding. For this purpose, we used drawing and metaphorical expressions in the class and analyzed the students' understanding using their worksheets. In this class, students were asked to describe the relationship between current and voltage using metaphorical expressions at the beginning, and after sharing their opinions in group work, they were asked to describe the relationship between current and voltage. As a result, there was an increase in the number of students who showed understanding of the relationship between current and voltage in the worksheets after the activity. However, a large number of students had misconceptions, and it was found that future lessons would need to be devised.

Key words — Evaluation method, drawing, metaphorical expression, Practice of class, Relationship between current and voltage

1. はじめに

1.1. 問題の所在と研究の目的

「電流と電圧の関係」についての学習は、実際に目で見ることができないため、理解を深めることが難しい。2003年度実施にの「小中学校教育課程実施状況調査理科」の電流に対する質問においても、44.5%の生徒が「よく分からなかった」と回答している。また、75.5%の生徒が「生徒にとって理解しにくい」と回答している。電流や電圧の関係性は、実験のデータから求め、グラフや計算などを用いて考察を進めて行く。そのため、電流や電圧に関する基本

的な語句や計算などの問題は解答を求めることができているが、科学概念としては理解できていないのではないかと考えた。そこで、生徒の理解を深めることを目的に授業実践を行った。

1.2. 研究の方法

- (1) 「電流と電圧の関係」について、生徒が学習内容をより深く理解できるような授業の構成を行う。生徒がどのように理解をしているのか、また、生徒の理解の様子を知るために描画法をとり入れ、授業を展開する。
- (2) (1) で設計した授業により、グループワー

ク前後での生徒の理解の変化をはかるため、ワークシートの記述をもとに、グループワーク前後での理解の様子を比較を行う。

2. 授業の構想と実際

2.1. 授業の目的と構想

生徒が自分の今までの経験や学習内容をもとに電流と電圧の関係について理解を深めるとともに、教師が電流と電圧について生徒がどのように理解をしているのか理解の状況をはかることを目的としている。そのために描画と比喩的表現を授業に取り入れる。描画と比喩的表現の活用について佐藤は次のように述べている。「描画と比喩表現を合わせた子どもなりのモデルによる表現は、子どもが保持する考えや科学的な概念と、実験により得られた情報を結合することをもたらす。」としている。また、「描画を含めた比喩的表現を読み解くことで、子どもの自然事象に対する理解や解釈がどのように進化・拡大しているのかを、見とることが可能になると考えられるのである。」と述べている。(佐藤 2017) つまり、生徒が新しく概念を学ぶ際には今まで蓄積している知識や概念を活用しながら整理していくことが有効な手立てとなるということである。電流と電圧の関係においても計算やグラフの読み取りだけでなく、生徒がもっているイメージを図に表すことで別の角度から生徒の理解をはかることができると考えた。また、個人で考えたことをもとに班で話し合いを行うことで、多様な考えにふれ、自分の知識を整理するための糧になると考え、授業を組み立てた。

2.2. 授業の流れ

- (1) 個人で、電流と電圧の関係と同じような関係性があるものについて、絵で表し、言葉で説明を付け加える。
- (2) それぞれが考えた関係性について、班で意見交換を行う。
- (3) 電流と電圧の関係について、図(絵)で表し、言葉で説明を付け加える。

2.3. 授業の展開

「電流と電圧についての関係について図(絵)に表してみよう」を課題とする。始めに、電流

と電圧の関係について、イメージをより確かなものにするために、電流と電圧の関係と同じような関係性を持つものについて、個人で絵を描かせ、その説明を言葉でも付け加えさせる。多様な意見にふれさせるために班で意見交換を行わせ、自分の意見と照らし合わせさせる。話し合ったことをもとに、電流と電圧の関係について、図に描かせ、言葉でも説明を付け加えさせる。

3. 結果と考察

3.1. 「電流と電圧の関係」における理解への評価結果と構成要素の検討

電流と電圧の関係について、グループワークの前後で生徒の理解の様子の違いを知るために、電流と電圧の関係をどのようにイメージしているかを基準として、評価段階を設定した。(表1) 基準に基づき、グループワークの前後のワークシートを用いて、生徒の記述を評価し集計を行った。(表2) 集計を見ると、理解が見られなかった生徒が理解ありへと推移している。この集計結果より、グループワークの前後における差について、マクネマー検定を行ったところ、有意な差が認められた($p < .01$)よって、グループワークの前後で違いがあることが示され、理解をした生徒が増加していると認められた。しかしながら、誤認識をしている生徒や理解をしていない生徒が多く、今後の授業の在り方について検討を行う必要がある。

表1 イメージがあることに対する判断基準

	判断基準
グループワーク前	電流、電圧、抵抗に対するたとえがあり、電流と電圧の関係が端的に表されている。
グループワーク後	電流は電圧が加わることによって生じ、この2つは比例関係にあることに言及している。

表2 生徒の理解の様子についての結果

評価段階	グループワーク前	グループワーク後
イメージあり	26	47
イメージなし	104	83

単位：人(n = 130), $p < .01$ (マクネマー検定による)

3.2. 生徒の記述の具体的内容の検討

「電流と電圧の関係と同じような関係にあるものを探し出して、絵に表してみよう。」という課題に対しては、電流と電圧は比例するという考えのみを意識している生徒が多く、抵抗に関わるイメージについての記述が少なかった。オームの法則に関する計算問題練習を行った後の授業であったため、計算や式が似ている「速さ」に関する記述や「水のたまる量」など比例の計算に関する記述が多く見られたのではないかと推定される。また、電流と電圧に関しては水の流れと高低差を例に話をしたが、抵抗に関しては扱わなかった。実際に電圧や抵抗の大きさを変えて、電流の大きさの変化についての実験を行い考察は行っているが、目に見えているのは数値の変化のみであるため、電流と電圧の関係についての具体的なイメージを持ちにくく、計算式と「電流と電圧は比例する」という言葉のみが定着しているのではないかと考えられる。

「電流と電圧の関係を図に表してみよう」という題に対しての多く見られた記述は「電流が大きくなると電圧も大きくなる。」「電流が2倍、3倍と変化すると電圧も2倍3倍と変化する」というものである。このことから、比例するということは理解していても、電流が流れるしくみについては、十分に理解がされていないと推定される。教師主導で授業を行うなかで、「電圧を加えて電流が流れる」ことや、「豆電球や抵抗器に加わる電圧」の話が、生徒の中でうまく整理されないままではいるのではないかと考えた。

3.3. グループワークの前後で変化が見られた生徒の記述の検討

事例1：電流と電圧の関係と同じような関係性のあるものとして、1個50円のリンゴの数と合計の値段について述べている。グループワークでも例として水を入れる時間とたまった量の関係についてなど比例について述べているものが多く出ており、片方が大きくなるともう片方も大きくなる関係であるとまとめている。グループワーク後は、豆電球の光り方に着目して「電圧が大きいほど、明るく光るとい

ことは電圧が大きいほど豆電球に流れている電流も大きくなっている」と記述している。このことから、電流と電圧の関係と同じような関係については比例についてのみ着目して記述を行っており、グループワークでもそれが裏付けされより強固な考えとなったと考えられる。グループワーク後のワークシートには豆電球の光り方に着目しつつ、電圧を変えると電流が変わることに言及しており、この関係に似ている身近な事例は思い浮かばなかったが、電流と電圧の関係については、理解があったと推測される。

事例2：電流と電圧の関係と同じような関係の例として、速度についての絵を描いている。説明にも「電圧を電流で割ると抵抗が出てくる。道のりを時間で割ると速さが出てくる。圧力÷抵抗＝電流、道のり÷速さ＝時間のように3つのものが同じように×、÷で表される」と記述している。グループワークでは、電圧を波、電流をその波によって押し出された水であるという例えが話し合われた。これをもとにグループワーク後のワークシートには、加わる力が電圧、そして加えられた力によって電流が流れること、圧をかけるほど流れが強くなることに言及している。グループワーク前では電流と電圧の関係を計算式のみでとらえていたが、他の人の意見を聞くことにより、より具体的に電流と電圧の関係をイメージできるようになったと考えられる。

事例3：電流と電圧の関係と同じような関係性があるものとして、カセットコンロを挙げている。「カセットコンロのガスを流す量と火の強さが電圧、ガスボンベを電池と考えると、電圧(ガスを流す量)を変えると電流(火の強さ)が増え、電力(ガス)がより多く必要となる。また電圧(ガス)は電流(火の強さ)を大きくし、豆電球をより明るく(なべを熱く)するから」と記述している。グループワークでは、自転車を例に、自転車の回す力が電圧、走る速度が電流、ギアが抵抗とし、電圧を強く(より速く回すように)すると電流が増える、ギアを強くすると力がより多く必要になると話し合っている。これを受け、グループワーク後のワー

クシートでは、「電圧を上げると電流も増える。抵抗に応じて必要な力も大きくなっていく」と記述している。グループワーク前は、ガスを流す量を前半では電圧、後半では電流としているなど、イメージが定まっていなように感じられる。しかし、話し合いを通じて自分の考えがまとまり、電流と電圧の関係に加え、抵抗についても理解を深めたと考えられる。

事例4：電流と電圧の関係と同じような関係として電流の流れと抵抗の様子を水とホースに即してイメージ図を描くが、グループワーク後は白紙になっている。気がついたことを書く欄には「復習して参ります」と記述している。日頃から勉強に対して苦手意識を持っている生徒で、最初の図も小さく説明のことばもなかった。自分のイメージに対して、自信が持てなかったのか、他の人の意見を聞くうちに自分の考えは間違っていたのではないかと感じたようである。電流と電圧の関係について同じような関係についてイメージを抱いていた生徒が電流と電圧の関係になると誤概念に変わっていたり、イメージができなくなったりする生徒の多くは学習に苦手意識を持っている生徒が多く、グループワークで他の考えにふれることでそちらの考えが変わっていったのではないかと考えられる。

話し合い活動を通じて他者の意見を聞くことで、自分の考えを裏付けしたり、新しくイメージが加わったりすることで、自分の考えを再構築することができたと考えられる。しかし、日常の場面におけるイメージがもちにくかったことから、グループワーク後も誤認識を持っている生徒が多く見られた。また、良いイメージを持っていたとしても勉強に苦手を感じている生徒は自分の考えに自信が持てず、多数の同じ意見を聞くとそちらに考えが流されたり、自分の考えに自信が持てず班員に上手に説明できなかつたり、自分の考えを確かなものにできなかつたりしたと考えられる。生徒の中から日常の場面が出にくかった場合は、例を持たせて考える時間が必要であった。また、各クラスに良い意見を持っている生徒がいたので、班で話し合ったことをクラス全体で共有してもう

一度、班で意見をまとめるなどした方が良かったのではないかと考える。

4. おわりに

授業内で、電流と電圧の関係を絵で表すことに対して、生徒は始め戸惑っている様子であったが、自分のもっているイメージを図で表してみようとする過程で、自分の中にある今までの経験や学習内容と照らし合わせて試行錯誤している様子が見られた。目に見えない現象をイメージし、正しく認識することは難しく多くの生徒は十分に理解できていないという課題が残った。しかし、授業を通して気づいた点として「今までごちゃごちゃになっていたものが自分の中で落とし込むことができ良かった。他の単元でもこうすると活用しやすくなるのでは」とか、「今まで『電流』や『電圧』などの言葉が似ているものの区別がつかなかったけれど、わかるようになってよかった」などの記述も見られ、授業を通して何らかの理解や認識を持ったと考えられる。また、「今まで授業で習って分かった気になっていたけれど、いざ説明してみようとしても出来なかった。これからも学び続けたい」という感想もあり、自分の今の学習状況をふり返り、今後の学習への意欲につなげている生徒もいた。電流など目に見えず、生徒が科学的概念を持ちにくい分野で、いかに多面的に理解できるのか、また、生徒がみずから意欲的に学習に取り組めるような授業実践を行っていきたい。

参考文献

佐藤寛之(2017)“描画や比喩的表現からみる子どもの学び”。理科授業をデザインする理論とその展開—自律的に学ぶ子どもを育てる—。森本信也 編。東洋館出版社 80-101PP.

国立教育政策研究所(2003)小・中学校教育課程実施状況調査。

<https://www.nier.go.jp/kaihatsu/kyouikukatei.html>
2022年1月 確認