

物理コース：電圧と仲良くなる

理科（物理） 朝 倉 彬

1. はじめに

中学校理科「電流とその利用」の単元は、中学2年生での学習事項であり、主に電気回路の接続を中心に学ぶ。国立教育政策研究所の平成15年度小・中学校教育過程実施状況調査において、女子中学生の電流とその利用において「きらいだった」と回答している生徒が62.3%と突出している。さらに女子の理科の好嫌は中学2年の物理分野でも顕著に現れる（たとえば原田他, 2018）¹。今回の体験授業では電気の中でも「電圧」の概念を苦手としているのではないかと仮定し、授業タイトルも含め電圧を中心に電気分野を実験と計算を通して理解を促す授業構成とした。

2. 授業構成

2.1. 電気について実際に「見て」もらう

3名のグループ単位で参加者には自由に着席してもらいグループを組んでもらった。はじめは電気を「見て」もらうことを中心に全体授業を行った。誘導コイルによる放電や、はく検電器をもちいて電気のクーロン力によって斥力が生じる状況を実際に「見て」もらった。これらの演示実験は今回の授業内容とは直接関係ない点ではあるが、実際に目に見える変化が生じることで、電気を身近に感じることができるよう配慮した。

2.2. オームの法則の復習から電圧へ

オームの法則は中学校の学習事項であり、3年生の参加者にとっては既習事項になる。今回の体験授業では、3年生のみのため「復習」という位置付けで授業中に軽く触れ、既知の学習内容で学習に対する不安感を軽減させた。

本題の「電圧」については、新たに高校で学習する際の「電位差」の表現を導入し、何かしらの「差」ということがわかるように提案した。その「差」によって「電気が流れる」ことや、その大小によって流れる量が変わることを、高等学校で学習するキルヒホッフの法則も同時に紹介してさらに意識付けを行なった。

2.3. 電気回路のシミュレーション実験 -不可能な回路も体験-

電圧の概念を更新した上で、改めて電気回路を理解する学習を行なった。本来はリアルな電気回路で実践するのも良いが、実験不可能（安全上）なことも実施することで概念が確かめられる部分があるため、今回はColorado大学で開発された無料の理科系シミュレーションソフト「PhET」を用いて電気回路のシミュレーションを行なった。「PhET」は、無料で通常のPCのwebブラウザで起動し、簡単な操作方法にも関わらず利用者独自の様々な回路を作成して、任意の電源規模、回路図とイラストの表示切替、回路中の電流の有無、

¹ 原田勇希, 坂本一真, 鈴木真 (2018) 「いつ、なぜ、中学生は理科を好きでなくなるか? -期待-価値理論に基づいた基礎的研究」, 理科教育学研究, 58, 318-330

任意の位置での電流，電圧，抵抗の値の表示，日常生活を模した物体（生物）での実験など通常の実験では行えない回路も作成でき，先ほど学習した電圧の意義を多くの回路や物体で体験できた。

図1は「PhET-直流回路キット-（日本語版）²」の一例になる。左側は導体のコイン，右側は不導体の消しゴムをそれぞれ電源に接続して電圧計で測定した状況である。コインは導体のため電位差は0Vでショート回路となり，

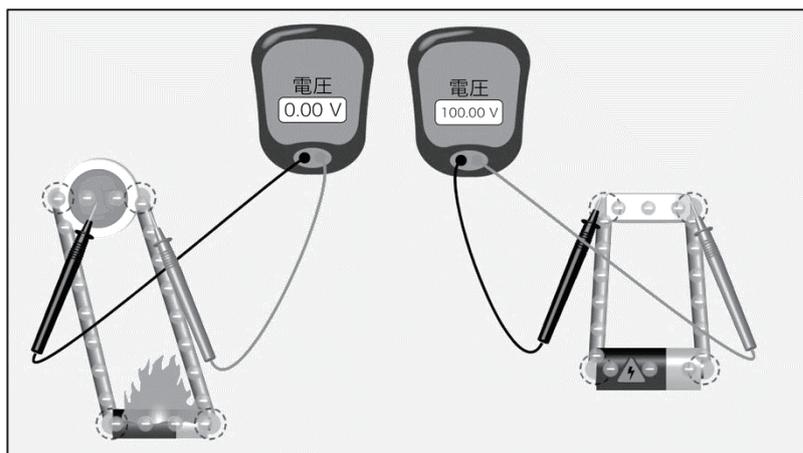


図1 PhET シミュレーションの一例

り，電源部から炎が出て危険であることが一目瞭然であり，導線中の電子の動きも非常に早い。一方で右側の消しゴムは100Vの電圧でも電子は動かず電流は流れていないが，消しゴム間の電圧は100Vと表示され電位差が生じていることが見た目でもよくわかる。

2.3. 等電位面の作成

「電圧」を正しく捉えることができてから，最後に実際にグループごとで等電位面の作成を行なった。やり方は高等学校の実験との違いはないが，導体紙の上に自作の「ガイド紙」を置き測定しやすくした。さらに，測定したデータを表計算ソフトに入力してもらい，2D・3D グラフを表示して参加者が実際に測定したデータを可視化して「差」を感じてもらった（図1）。グループで協力しながら役割分担を行い，地道な作業を通してデータを取得し可視化できるという流れがあり達成感を味わいやすい。ガイド紙を用いて測定したため，どのグループも失敗がなくきれいな等電位面を作成することができた。

3. アンケートから苦手意識の軽減をみる

今回の体験授業には18名の中学3年生が参加した。

アンケートの自由記述より「今まで電気分野には苦手意識がありましたが，今回の授業で電気を視覚化することで，よく理解できました。」「今回受けた授業のテーマは電圧ということで，少しこの単元に苦手意識があったけれど，普通の学校の授業とはまた違った視点からの授業で理解が深まりました。」と視覚化や異なった視点より理解が深まったという意見が多く寄せられた。また，「初めて会った人との授業だったけれど，実験があったことで緊張も解け楽しむことができました。」「苦手な電流の単元が分かりやすかったです。グループやペアでの授業だったので心細さもなく楽しく理解することができました。」とグループでの学習を実施することで苦手意識を軽減し，学習に向かう姿勢も見られた。一方で「電圧とはどういうものかについて深く知れてとても楽しかったです。」と少数ながら苦手意識をあまり感じていない生徒に対しても多面的な理解と経験となった授業になったことが窺える。

² https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_ja.html