

乾電池の擬似ショート回路を用いて 安全な電池の使い方を教える授業の検討

○木村峻, 水谷好成, 中山慎也

Ryo KIMURA, Yoshinari MIZUTANI, Shinya NAKAYAMA

宮城教育大学

【キーワード】 小学校, 電気, 短絡回路, 乾電池, サーモグラフィー

1 はじめに

小学校の理科教育では「実感を伴った」理解を図ることが重視されている。小学校の電気分野の学習では、乾電池の短絡回路は熱くなるために、してはいけない回路として、教科書の注意書きとして教えられている。しかし、温度がどれくらい上昇して危険なのかを実感して理解させることは容易ではない。触れば火傷する可能性のある乾電池のショート回路の危険性を安全に提示できる学習方法として、低抵抗器を用いた疑似ショート回路を検討した。

2 低抵抗器による疑似ショート回路

乾電池のショート回路では過大電流が流れて乾電池および電池ボックスの端子部分が発熱して危険である。そこで、 $1\ \Omega$ の低抵抗器(炭素皮膜)を乾電池に直列接続する方法を検討した。電気抵抗が最も大きい低抵抗器の発熱量が最も大きく、乾電池部分は適正な温度のままで過電流による発熱を実現できる。過電流による低抵抗器の温度上昇をサーモグラフィカメラ(FLIR:C5)で可視化し、抵抗器の発煙の視認で、過電流が起こす発熱による温度上昇の危険性を提示できる。

3 実験結果

乾電池の状態によっても結果にバラツキはあったが、単1サイズのマンガン・アルカリ乾電池の場合は $1\ \Omega$ の抵抗器(定格 1/4, 1/6, 1/8W)は火傷温度(45°C)を超える160~180°Cに達した。乾電池2個の直列回路にすると更に高温になり発煙した。定格の小さい1/8W抵抗では通電後の温度上昇が速すぎて到達温度の測定は難しかったが、1/4W以上の抵抗の場合は、通電後に抵抗器の温度上昇の経過を確認できた。抵抗器は発煙して焼損したが、乾電池を発熱させない安全な実験を実現できた。

4 授業実践の流れと考察

授業実践としては、小学校4年の電池の直列・並列回路の学習を終えた後の発展的な学習として位置付けた。また、小学校の学習は扱われない抵抗器を乾電池の代わりに温度上昇する部品と

して扱った。小学校における学習内容を可能な限り逸脱せずに、日常体験を参照させる方法を組み込んで以下の展開で授業を実践した。

①乾電池に豆電球やモータを接続した使用方法を復習し、これらの実験において「乾電池のプラスとマイナスの電極を導線で直接接続するショート回路を作ると熱くなって危険である。」という注意を確認する。②「熱くなるとどうなるだろう?熱くなると危険なのはなぜか?」「どれくらい熱くなるのだろうか?」と発問し、日常体験や既習内容を指標にして温度上昇を予想させる。お風呂(40°C)、お茶やコーヒー(80~90°C)、カップ麺のお湯(95~100°C)、焼きそば(220~250°C)、虫眼鏡による紙の発煙(450°C)等を提示し、お風呂と熱湯の間の45°Cを超えると火傷の危険があることを示す。③「どこが熱くなるのだろうか」「どうやって温度上昇を調べられるか」の発問に対し、学習で用いた棒温度計は使えないことを確認し、コロナ禍で使用されている非接触の体温計(赤外線温度計)を想起させ、サーモグラフィカメラで温度分布を調べる方法を提案する。④乾電池のショート回路のサーモグラフィで最終的には回路全体が熱くなるが、乾電池の温度が最も高く危険であることを示す。その後、乾電池の代わりに熱くなる部品(低抵抗器)を用いた疑似ショート回路実験を提案する。⑤乾電池1個の実験で火傷する温度を超えて危険であることを確認する。⑥電流が大きくなる乾電池2個の実験で抵抗の発煙を確認する。⑦乾電池の金属缶への保管がショート回路になる危険性、電源コンセントをヘアピンでショートするいたずらによる発火などの日常生活に存在する誤った電気の使い方での発熱による事故が起きる可能性があることを伝える。サーモグラフィによる抵抗の温度上昇の可視化や発煙の視認実験は児童に興味関心を持たせられることを確認できた。

附 記

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP22K02939 の助成を受けた。