

小学校理科「電熱線による発熱」におけるサーモグラフィーの活用と実験方法の検討

山田哲也¹・川上紳一²

岐阜市立三輪南小学校
岐阜大学教育学部

Utilization of thermography and consideration of experimental procedure in the subject on "heat generation by heating wire" in the science classes of elementary school

Tetsuya Yamada¹ and Shin-ichi Kawakami²

¹Miwaminami Elementary School, Taromaru, Gifu, 501-2577, Japan

²Faculty of Education, Gifu University, Yanagido, Gifu, 501-1193, Japan

要 旨

小学6年の理科の学習内容に、新たに導入された「電熱線による発熱」に関する授業実践を行った。実験には長さが等しく太さの異なる2本の電熱線に一定の電流を流し、加熱された電熱線で発泡スチロールを切断する実験を行った。発熱量の違いは、発泡スチロールが切断されるまでの時間をストップウォッチで測定させた。実験結果の多くは、太い電熱線の方が切断に要する時間が短いというものであったが、児童の求めた測定値にはばらつきがあり、中には細い電熱線の方が切断に要する時間が短いというケースがあった。サーモグラフィーを用いて電熱線の温度分布を撮影した熱画像から、太い電熱線の方が温度が高いことを確認し、客観的事実をつかませた。この実践を踏まえて、児童に取り組みせる実験方法について検討した。

【キーワード】電熱線, 発熱, サーモグラフィー, 小学校, 理科

1. はじめに

新しい学習指導要領解説-理科編では、「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」といった科学の基本的な見方や概念を柱に、学習内容の構造化が図られている(文部科学省, 2008)。エネルギーに関する見方や概念を育むための学習内容として、第3学年に「風の働き」、「ゴムの働き」が追加され、第6学年では、「電気による発熱」が加えられた。これらは新しい学習内容であり、先行する実践事例がほとんどみられない。教科書出版社が発行している移行措置に対する補助教材では、電熱線による発熱にともなう水の温度上昇を測定する実験や、発泡スチロールを切断する実験が示されているが、出版社によって記述されている実験が異なっている。

本授業実践では、平成21年度発行の教科書出版社A社の補助教材と教材会社B社の実験器具「電熱線の働き実験器(DH-10)」を用いて授業

を行った。授業では、サーモグラフィー((株)チノー製CPA-150)を用い、電熱線の温度を熱画像で表示し、児童に提示している。授業実践の結果から浮き彫りになった改善すべき課題を踏まえ、客観的な事実を捉えさせるのに適した実験方法を提案する。

小中学校の理科授業で、サーモグラフィーを活用した授業実践や教材開発には、中上ほか(2009)、川上・山田(2009)、川上ほか(2010)がある。

2. 指導計画と授業実践

(1) 単元指導計画

新学習指導要領解説-理科編(文部科学省, 2008)で、「エネルギー」を柱とした単元構造図が提示されたことを受け、「電流と磁石」に関する学習内容の系統性を明確にした指導案を作成した(山田, 2010)。実際の指導の場面では、児

童のつまづきを調べ、知識・理解が不十分な内容については復習をすることにし、単元のはじめに第3学年の「明かりをつけよう」と「磁石の性質」について1時間、第4学年の「電気の働き」で1時間確保した。「電熱線による発熱」は、電磁石に関する学習9時間のあとの第12時と第13時に当てた。第12時においては、電熱線に電流を流すと発熱することを調べた。「電熱線による発熱」の授業のあとの1時間は電磁石を使ったおもちゃ作りを行い、最終時でまとめを行った。

(2)「電熱線による発熱」の授業実践

本時は、全16時間からなる授業の第13時に位置づけられている。授業の展開は、教科書出版社A社の補助教材に基づいて、課題を「電熱線の太さによって、発熱量がちがうのか調べよう」とした。児童からは太い方が発熱が大きいという予想や、まったく逆に細い方が発熱が大きいという考えがでた。細い方が発熱量が大きく、速く切断されるという考えの理由としては、細い方が電流が速く流れるというものがあつた。太い方が速く切断されるという考えの理由は、電流が多く流れるというものが多かった。

実験には、教材会社B社の実験器具「電熱線の働き実験器 (DH-10)」を利用した。太さの異なる2本の電熱線 ($\phi 0.4\text{mm}$ と $\phi 0.2\text{mm}$)に単一乾電池2本を直列につなぐものを用いた。発熱の仕方の比較には、1cm角の四角柱に切った発泡スチロールが電熱線によって切断されるまでの時間を測定するというもので、A社の補助教材やB社の解説書に示された実験に準拠した。ただし、予備実験で、2本の電熱線に発泡スチロールを渡して電流を流すと、発泡スチロールの切断速度は細い方が速くなったため、2本の電熱線をまたぐように発泡スチロールを載せるが、電流はどちらか一方にだけ流し、切断されるまでの時間をストップウォッチで測定するという方法をとった。

授業は3クラスで実施し、実験は班ごとに取り組ませた。2クラスは太い方が速く切断されるという結果になったが、切断されるまでの時間は6秒から30秒とばらつきが大きかったり、

差が小さい場合があつた。3つ目のクラスでは、細い方が速く切断されるという結果になった班があり、班によって矛盾した結果になった。

客観的な実験結果を得る目的で、教師がサーモグラフィーCPA-150を提示し、電流を流した電熱線の熱画像をモニター画面で順番に見せて、太い電熱線の方が温度が高くなっていることを確認させた。図1にサーモグラフィーで撮影された熱画像の例を示す。発泡スチロールを載せた部分は、熱がこもるために他の部分より温度が高くなっていることがわかる。このことから、児童の行った実験におけるデータのばらつきには、発泡スチロールの載せ方も影響している可能性が示唆された。

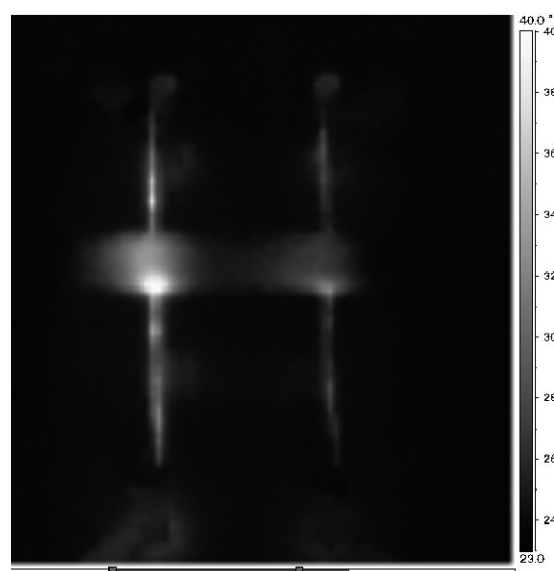


図1. 発泡スチロールの切断時における電熱線の温度分布。乾電池を2本直列接続した場合。左側が太い電熱線。中央部の高温領域に発泡スチロールを載せてある。

3. 議論

(1) 実験方法と実験器具

「電熱線による発熱」は新しく導入された内容であり、教科書によっても扱い方が異なっている。A社の補助教材のほかにはC社でも、発泡スチロールの切断速度で発熱の違いを測定しているが、D社の補助教材では、電熱線による水の温度上昇を測定して、発熱の違いを比較している。また、E社は発熱量の違いをサーモテープの変色までの時間で調べるようになっており、教科書出版社による実験方法には違いがみられ

る。

今回の実践では、A社の扱い方を採用し、器具としてB社の「電熱線の働き実験器 (DH-10)」で実験を行った。A社の教科書では、発泡スチロールを割り箸ではさんで電熱線に当てる方法がとられているが、今回の実践では、B社の取扱説明書に基づいて2本の電熱線にまたがるように置き実験を行った。授業では、片方の電熱線に電流を流したが、電熱線との接点における発泡スチロールの加重のかかり方にばらつきがあるためか、測定した時間にばらつきが大きくなった。

(2) 実験方法の検討

授業後に再度予備実験を行い、発熱による温度上昇をサーモグラフィーで測定した(図2)。その結果、単一乾電池2本を直列接続して電流を流した場合、太い電熱線の温度は38℃、細い電熱線の温度は31℃となり、どちらの電熱線でも発泡スチロールが切断された。単一乾電池1本の場合は、太い電熱線の温度が約31℃、細い電熱線の温度が約25℃であり、太い電熱線では発泡スチロールが切断できたが、細い電熱線では切断できなかった。乾電池の代わりに電源装置を使用した場合は、太い電熱線の方が切断に要する時間が明らかに短くなっており、乾電池の場合には電流を大きくすると電圧降下の影響が大きいことが明らかになった。

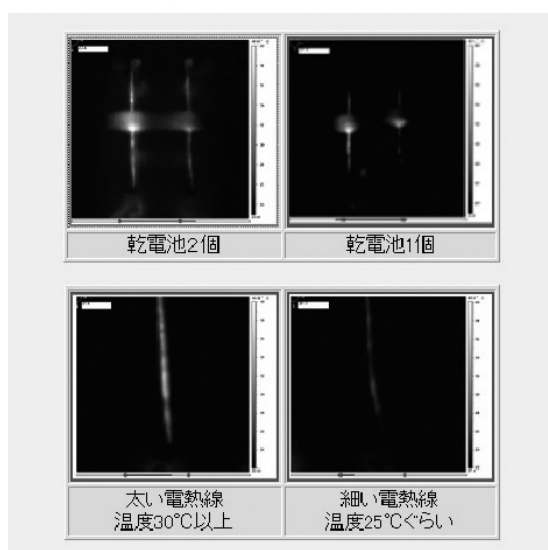


図2. 電熱線の温度分布を示す熱画像。
webサイト教材「理科教材データベース」より。

単一乾電池を2本直列接続して電流を流し、温度上昇した2本の電熱線にまたがるように、サーモテープを載せてみると、両方とも変色したが、太い電熱線の方が変色した領域の幅が広がった。温度の違いは、サーモテープではわからなかった。教科書出版社の補助教材によっては、サーモテープが変色するまでの時間を調べる方法も示されているが、変色するまでの時間を発熱量の違いととらえるには解釈が含まれる。

こうした結果から、授業で課題を提示したあとの実験として、2本の電熱線に乾電池1個で電流を流し、サーモテープで両方とも温度が上昇することを確認する。変色域の幅が発熱量の差、温度差なのか、電熱線の太さによるものか判断がつかないことを受けて、さらに発泡スチロールを切断する実験を行う。太い電熱線だけが切断されることから、太い電熱線の方が高温になっているという結論を導くような学習の展開が考えられる。

4. おわりに

「電熱線による発熱」は、新たに導入された学習内容であり、6年生を担当する教員はこの授業の実践をどのように行うのかさまざまな試行錯誤が行われているものと考えられる。本実践では、サーモグラフィーを活用したことで、電熱線の発熱について客観的な事実を捉えさせることができた。岐阜県の小中学校では、サーモグラフィーの活用が広がりつつあるが、装置は徐々に安くなっているもののまだ高価なものであり、教科書に準拠した方法で、客観的な事実をつかませるためのさらなる工夫が必要であろう。本論文では、授業実践をもとに課題を明らかにし、指導案の骨子と実験方法を検討した。その検証は今後の課題である。

文献

- 川上紳一・山田茂樹(2009)小中学校の理科授業におけるサーモグラフィーの活用と教材開発, 日本理科教育学会東海支部第55回大会, C03.
川上紳一・山田茂樹・酒井茂(2010)小中学校の理科授業におけるサーモグラフィーの活用と「理科

- 教材データベース」の開発，岐阜大学教育学部研究報告（自然科学），**34**，49-52.
- 文部科学省 (2008) 小学校学習指導要領解説理科編，大日本図書.
- 中上和奈・山田茂樹・川上紳一・岩田陽介 (2009) サーモグラフィーを用いた理科教材開発と中学校における授業での活用研究，岐阜大学教育学部研究報告（自然科学），**33**，59-63.
- 山田哲也 (2010) 科学の概念を系統的に身につけていく指導計画の工夫-「電流の働き」を通して，平成21年度岐阜県総合教育センター理科教育講座（小学校）理科教育講座研究実践集，31-33. 印刷中.