

身近な材料を使った小中学校理科授業で用いる教材研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-06-12 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: Tsujii, Hiroyuki メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24517/00051016

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



身近な材料を使った小中学校理科授業で用いる教材研究

辻井 宏之

Teaching and learning resources for science education using familiar materials in elementary and junior high school

Hiroyuki TSUJII

1. はじめに

小学校第4学年における「金属、水、空気と温度」の単元では、金属、水、空気を温度変化させ、物質の状態と温度の関係を調べることで、物質の体積や状態変化に対する熱の働きをとらえることを目標としている。小学校第6学年における「電気の利用」では、電気の性質や働きについて理解し、身の回りの電気の性質を利用した道具について知ることや、電気の効率的な利用について理解が求められている。

これらの温度や電気などの物質の性質を利用した身近な例として、デジタル温度計がある。温度によって変化する性質は、どのようなものでも温度計として利用でき、理科室にあるガラス棒状温度計で液体の熱膨張の性質が利用されているのに対し、デジタル体温計やデジタル表示の温度計はセンサの電気抵抗の温度依存性が利用されている。電気的な測定をすることにより利用が容易となるため、広く普及している。

身近な材料を使って、その電気抵抗の温度変化を調べることで、電気の性質をどのように生活に役立てているかを実感することが期待できる。これは中学校第3学年の「科学技術の利用」の単元にも繋がり、エネルギー伝達における効率の問題や発光ダイオード(LED)などの科学技術の進歩について理解を深めることもできる。

本研究では、身近な材料として、銅線¹⁾とLEDの温度依存性を調べ、教育現場での活用方法を考察する。

2. 金属・半導体の電気抵抗

金属の電気抵抗は、不純物や格子振動によって伝導を担う電子がどのように散乱されるかで決まる。不純物による散乱は温度変化せず、低温での残留抵抗が生じる。また、格子振動は温度の低下に伴い小さくなるため、格子振動による抵抗は小さくなる。金属の抵抗はこれら二つの散乱による寄与の和として、室温程度では、温度の一次関数で表すことができる。

半導体では、電子のエネルギー状態に応じて分けられる価電子帯と伝導帯の間にバンドギャップが存在する。このバンド構造のために、伝導を担う電子がバンドギャップ(エネルギー Δ)を超える励起により価電子帯から伝導帯へ移ることによって電子の伝導が生じる。温度の低下により伝導を担う電子が減少するため、半導体の電気抵抗 R は大きくなり、低温で熱活性型の式、 $R \propto \exp(\Delta/2k_B T)$ に近似できる。ここで、 k_B はボルツマン定数、 T は絶対温度である。

3. 銅線の電気抵抗の温度依存性

銅線は、送電線から家庭内の配線まで最もよく利用されている金属導線であり、理科の実験でも導線として使用されている。金属導線の電気抵抗 R は、導線の材質・長さ l ・断面積 S で決まり、材質によって異なる抵抗率 ρ を用いて、 $R = \rho \cdot l / S$ で表される。小中学校の理科授業でよく使用される銅線の直径は0.3 mmであり、室温における銅の抵抗率 $1.68 \times 10^{-8} [\Omega \cdot m]$ から1 m

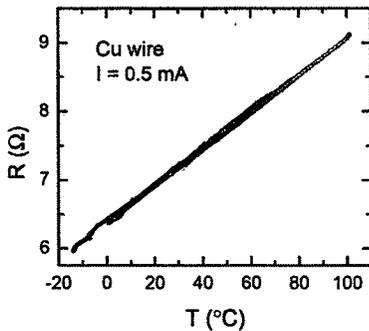


図1. 銅線の電気抵抗の温度依存性

当りの抵抗値を求めると、約 $0.24\ \Omega$ となる。抵抗の温度依存性を測定する際には、数 Ω 程度の大きさが望ましいため長い銅線が必要になる。今回は直径 $0.05\ \text{mm}$ の銅線を用いて試料の作製を容易にした。紙を巻いた棒に必要な長さの銅線を巻きつけ、ワニスで固定した後で棒を抜くことで容易に作成できる。 $6\ \text{mm}$ のガラス棒に35回巻くことで、 $7.2\ \Omega$ の試料が作製できた。

図1は、銅線の電気抵抗の温度依存性である。測定では、定電流電源を用いて銅線に $0.5\ \text{mA}$ の電流を流し、測定した電圧から抵抗値を求めた。銅線と温度計となる銅-コンスタン熱電対をビーカーに入れた氷水に入れ、ホットプレートで温度を徐々に変化させ温度を水の沸点まで制御した。図には、冷凍庫で凍らせた食塩水から測定を始めた別の測定も同時に示している。

測定した温度範囲では、銅線の電気抵抗が温度に対して一次関数の金属の性質を示した。

4. 発光ダイオードの電気抵抗の温度依存性

ダイオードの電気的な特性は温度に大きく依存し、電流一定の条件下では、ダイオードの順方向電圧は温度の上昇とともにほぼ一直線に減少する。簡単な回路での温度測定装置を作ることが可能であり、ダイオードを温度センサとして用いた温度測定の方法が研究されている。

発光ダイオード(LED)は、一般の整流用ダイオードと同じように半導体の pn 接合から構成されている。また、身近に手に入る半導体の一つとして理科授業にも活用しやすい。ダイオ-

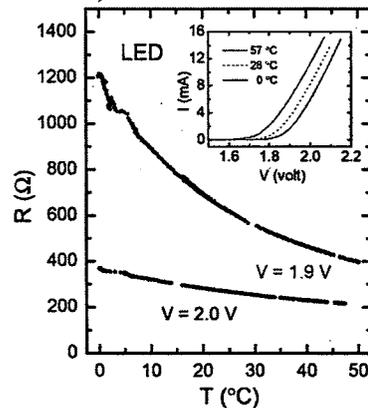


図2. LEDの電気抵抗の温度依存性

ドと類似した特性を持っているため、温度センサとして活用²⁾することも可能である。

図2の挿図に、使用した赤色LEDの電流-電圧特性を示す。約 $1.6\ \text{V}$ から電流が流れ始め、点灯し始める。一定の電圧における電流の温度変化を見ると、温度が低下すると電流値が低下しており、低温で電気抵抗が上昇することが分かる。

図2の抵抗の温度依存性では、定電圧のもとでLEDに流れる電流測定を行い、抵抗を求めた。温度の低下に伴い抵抗が熱活性型の上昇を示し、半導体の性質を確認することができた。

5. まとめ

身近に手に入る銅線やLEDを用いて、金属や半導体の温度による電気的性質の変化を観測できた。小中学校の理科授業では、温度の異なる水を入れたビーカーを用意して電気抵抗の変化を測定するとよい。その際にデジタルテスターを用いることで、測定が容易になると考える。

参考文献

- 1) 内田由美子、吉岡真志、重松宏武：「銅線の電気抵抗の温度変化」山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要 第32号, 17-26 (2011).
- 2) 西村尚大、小山英明：「発光ダイオードの温度センシング特性」日本産業技術教育学会近畿支部 第28回研究発表会 A-6 (2011).