

# 「電流の発熱を調べる実験」の検討

長期研修員 山谷陽子, 吉岡晃 他4名

## 1 はじめに

小学校学習指導要領B区分「物質とエネルギー」では、児童の主体的な問題解決活動を生かした学習を展開するうえで、身の回りに関係の深い自然の事象や日常生活で用いられる素材などが重視されることになり、第6学年の「電流の働き」の中に、学習内容として、電熱線に電流を流すと発熱し、電流の強さによって発熱の仕方が違うことが新しく付加された。

そこで、「電流の働き」の学習を進めるうえで、教材化の視点から発熱がとらえやすい身近な金属線発熱素材やニクロム線がどのような点で優れているかを調べ、さらに、ニクロム線の発熱の仕方や、ニクロム線の発熱が電流の強さによって変わることをとらえる実験方法を検討した。

ここでは、紙面の都合上「水温測定による金属線発熱素材の検討」についてのみ記述する。

## 2 実験 水温測定による金属線発熱素材の検討準備

ニクロム線(600W, 400W, 200W, 各25cm), 軟鉄線(φ 0.5mm, 25cm), ピアノ線(φ 0.5mm, 25cm), エナメル線(φ 0.3mm, φ 0.5mm, 各25cm), 電源装置, 乾電池(単一 2個), 直流電流計, 直流電圧計, アルコール温度計(-5°C~105°C), ビーカー(100cm<sup>3</sup> 1個), スチロール樹脂カップ(280cm<sup>3</sup> 1個), スタンド, リード線, エナメル線(φ 0.8mm, 20cm 1本), ビニール被覆導線(30芯平行型, 25cm 1本), アルミニウム管, セロテープ

### 方法

- (1) 各種金属線25cmの両端を2cmほど残し、φ 6.5mmのドライバーに20~21回巻き付けコイル状にする。その両端をビニール被覆導線につなぎ、アルミニウム管で結線部分を

固定して発熱体をつくる。

- (2) 発熱体にアルコール温度計をセロテープで取り付け、スタンドからつり下げ、図1のような装置を組み立てる。
- (3) 容器はビーカー(100cm<sup>3</sup>)とスチロール樹脂カップ(280cm<sup>3</sup>)を使用し、くみ置きの水を100cm<sup>3</sup>入れ、始めの水温を測定する。
- (4) 電源装置で3Vの電圧を加え、10分後の温度を測定する。
- (5) (4)の実験を5回繰り返して平均をとる。
- (6) 電流と、抵抗の両端の電圧を回路電圧として測定し記録する。
- (7) 乾電池2個を直列につないで起電力を3V程にして同様に実験する。
- (8) 各種金属線の発熱による水温の上昇を比べる。

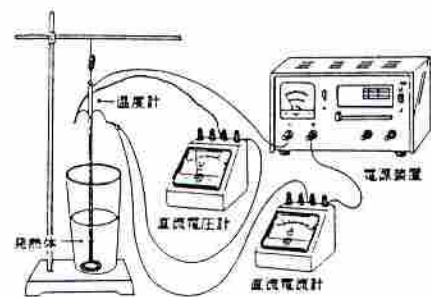
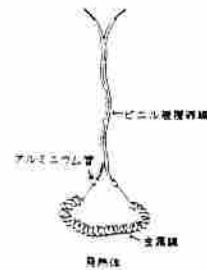


図1 水温測定実験装置

結果

電源	容器	発熱素材	水温上昇℃	電流A	回路電圧V	抵抗Ω	電力W	発熱量cal
電源装置	ビーカー	ニクロム線600W	14.6	3.14	2.46	0.81	7.48	1460
		ニクロム線400W	5.3	1.23	2.88	2.34	3.54	530
		ニクロム線200W	3.7	0.66	2.79	4.23	1.84	370
		軟鉄線	25.7	測定不能	1.90	—	—	2570
		ピアノ線	18.0	4.83	2.18	0.45	10.5	1800
	スチロール樹脂	ニクロム線600W	14.3	3.04	2.50	0.82	7.60	1430
		ニクロム線400W	5.0	1.25	2.86	2.29	3.58	500
		ニクロム線200W	2.8	0.65	2.70	4.15	1.76	280
		軟鉄線	24.2	測定不能	1.76	—	—	2420
		ピアノ線	20.0	4.86	1.99	0.41	9.67	2000
乾電池	ビーカー	ニクロム線600W	2.8	1.60	1.36	0.85	2.18	280
		ニクロム線400W	1.1	0.73	1.88	2.58	1.37	110
		ニクロム線200W	1.4	0.48	2.08	4.33	1.00	140
		軟鉄線	1.6	2.90	0.53	0.18	1.54	160
		ピアノ線	2.0	2.08	0.82	0.39	1.71	200
	スチロール樹脂	ニクロム線600W	3.0	1.70	1.41	0.83	2.40	300
		ニクロム線400W	1.3	0.79	1.90	2.41	1.50	130
		ニクロム線200W	1.4	0.46	2.02	4.39	0.93	140
		軟鉄線	1.5	2.59	0.46	0.18	1.19	150
		ピアノ線	1.4	1.88	0.73	0.39	1.37	140

表1 金属線の発熱による水温上昇

留意事項

- (1) エナメル線は抵抗が小さいため3Vの電圧を加えると、電流が大量(10A以上)に流れ、この実験装置では実験できない。
- (2) 乾電池では、乾電池自体やリード線が発熱したり、電流が大量に流れたりして測定できない。また、水温の上昇は見られない。

考察(電源装置の場合)

- (1) 10分間に水温上昇が最も大きかったのは軟鉄線である。次いでピアノ線の温度上昇が大きい。2線とも抵抗が小さいため、回路に多量に電流が流れ、児童が実験するのは危険と思われる。また、電源装置が熱を持ったり、リード線が熱くなったりする。これらのことから、温度の上昇は大きい、水温上昇で発熱を調べる発熱素材としては適当ではないと考えられる。

- (2) ニクロム線600Wは温度上昇が15℃程と適当なので、発熱素材として適していると考えられる。

[乾電池2個を直列につないだ場合]

- (1) 電源装置で水温上昇が大きかった軟鉄線やピアノ線でも、それほど温度の上昇は大きくない。また、乾電池自体やリード線からも発熱している。さらに、このときの乾電池の消耗の様子を確かめる実験を別の実施した。その結果によると、はじめの10分で電流の減少や電圧の降下が他の金属線より大きいことから、乾電池の消耗が大きいと考えられる。
- (2) ニクロム線600Wが金属線のなかで水温上昇が大きく、乾電池が発熱することがないので発熱素材として適していると考えられる。(文責 物理研究室)