

乾電池から取り出せるエネルギーの測定

Calculation of energy gained from the size AA battery

竹内 紀佳 宮川 功樹 村上 剛志
Takeuchi Norika Miyagawa Koki Murakami Tsuyoshi

Abstract

It is known that the amount of energy that can be taken out from batteries changes depending on the condition of the environment such as temperature and frequency in use. We carried out the research about the method to measure the total amount of energy which can be taken out from a single battery more accurately and the relationship between the use condition and the total amount of energy taken out from a battery.

要約

乾電池は気温等の環境や使用頻度等の条件の変化により、取り出せるエネルギー量が変化することが知られている。私たちは、乾電池1本から取り出せるエネルギーの総量をより正確に測定する方法や取り出せるエネルギーの総量と使用条件等の関係について研究を行った。

研究動機

私たちの生活の中には、電池を使用する電化製品が数多くある。電池が持つ化学エネルギーは電気エネルギーに変換され、さらに力学的エネルギーや音エネルギー、光エネルギー等へと様々な用途に応じたエネルギー変換が行われている。エネルギー変換の過程では、最終的にはすべてのエネルギーが熱エネルギーへと帰着することを高校物理で学習した。そこで、乾電池を使用して、物質の温度を上昇させる実験を行い、物質が得た熱エネルギーを測定することで、乾電池から取り出せるエネルギーを正確に測定できるのではないかと考え、本研究に取り組むことにした。

研究の目的

乾電池の持つエネルギーを正確に求めるための測定方法や計算方法を考案すること、乾電池の使用条件により、取り出せるエネルギーがどのように変化するのかを調べることを本研究の目的とした。

実験1 実験器具の熱容量を求める

1 目的

乾電池を使用すると接続された機器だけでなく、乾電池本体からも熱が発せられる。乾電池に接続された抵抗器から発生する熱量だけでなく、乾電池本体から発生する熱量も含めなければ、電池の持つすべてのエネルギーを測定したとは言えないと考えた。また、その熱量を測定するためには、温められる物質すべての熱容量の合計が必要である。まずは、水熱量計や電池、抵抗器等の実験器具の熱容量の合計を求める。

2 実験方法

- ① 水熱量計 (Kagaku kyouseisha,121-3) (写真1) に新品の単三型乾電池 (MITSUBISHI ELECTRI,LR6R/4S)、クリップ付き銅線、セメント抵抗器 (1.50Ω) 1個、ペットボトルの底を切り抜いたもの (写真2) を入れる (図1)。これらは実験2で使用する実験器具である。
- ② 水 100g を入れ、熱平衡に達するまでしばらく放置し、温度センサー (PASPORT,28-2519-027-3) (写真3) を用いて温度を測定する。
- ③ お湯 100g を入れ、熱平衡に達したときの温度測定する。

※写真については3ページ目参照。

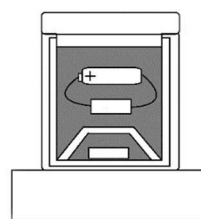


図1 水熱量計に器具を入れた状態

3 結果

熱平衡を利用して

お湯 100g	59.0°C	}	熱平衡後の温度
水 100g	9.6°C		
熱量の保存より			

$$100[\text{g}] \times 4.19[\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})] \times (59.0 - 32.5)[\text{K}]$$
$$= (100[\text{g}] \times 4.19[\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})] + C[\text{J}/\text{K}]) \times (32.5 - 9.6)[\text{K}]$$

よって $C = 65.71 \dots \approx 65.7[\text{J}/\text{K}]$

実験2 乾電池から発生した熱量と抵抗器か

ら発生した熱量の合計を測定する。

1 目的

乾電池の持つすべてのエネルギーを測定するため、乾電池も抵抗器同様に水の中に入れて、発生する熱量を測定する。

2 実験方法

- ① 2つの容器を準備する。
- ② 一方はマグネットを攪拌器 (Yamato scientific, 0406957) (写真1) を用いて回し、もう一方はマグネットを回さない。
- ③ 両方に 200g の水、ペットボトルの底 (マグネットの攪拌を妨げないようにする)、温度センサーを入れ計測した。

3 結果

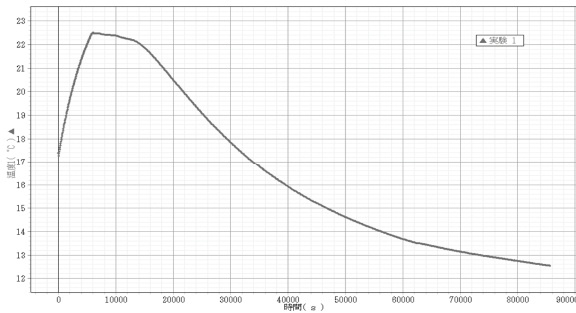


図2 攪拌しなかった場合

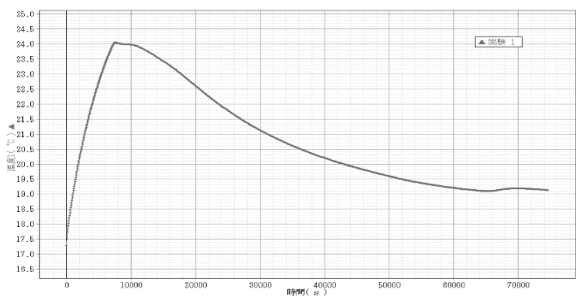


図3 攪拌した場合

ここで攪拌が及ぼす影響を調べるため次のような実験を行った。

実験 攪拌ありと攪拌なし

1 目的

攪拌によって生じた熱が温度上昇に影響する。そこで、攪拌ありと攪拌なしを比べて攪拌が温度上昇に与える影響を求める。

2 実験方法

片方の容器に攪拌のみを入れて温度センサーで温度を測定した。

3 結果

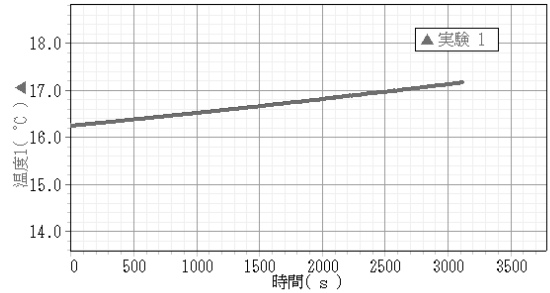


図4 攪拌あり(電池、抵抗器なし)

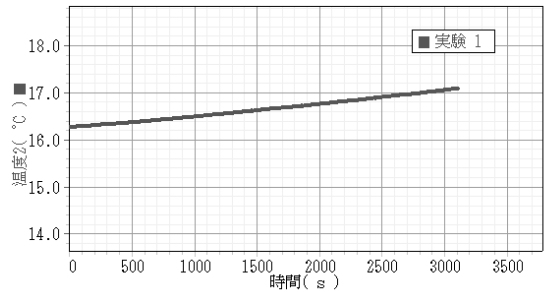


図5 攪拌なし(電池、抵抗器なし)

表1 攪拌ありと攪拌なしの比較

	攪拌あり	攪拌なし
初期温度	16.3°C	16.2°C
最高温度	17.1°C	17.2°C
変化量	0.8°C	1.0°C

変化量がほぼ等しいため攪拌による影響はないものと考えられる(図4、図5)。

実験 抵抗の大きさを変えることによる取り

出せるエネルギーの変化

1 目的

抵抗の大きさを変えることで流れる電流、電圧が変わる。そこで、電流、電圧を変えることで取り出せるエネルギーは変わるかを求める。

2 実験方法

片方に 3Ω の抵抗を入れ、もう片方に 30Ω を入れて測定する。

3 結果

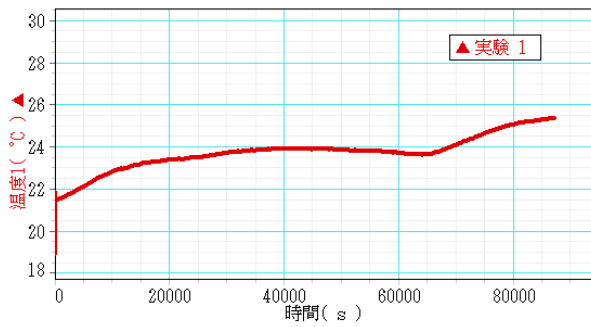


図6 抵抗器 30Ωの実験結果

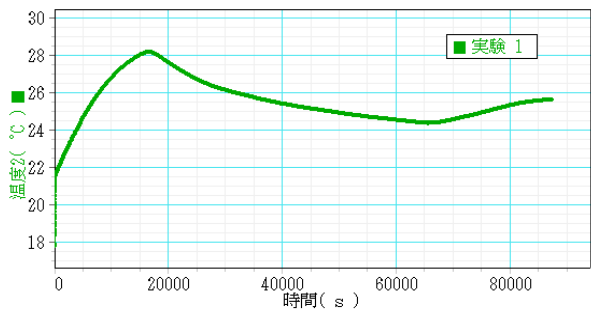


図7 抵抗器 3Ωの実験

表2 30Ωと3Ωの抵抗器を使った時の比較

	30Ω	3Ω
初期温度	21.6°C	21.9°C
最高温度	24.0°C	28.2°C
変化量	2.4°C	6.3°C
乾電池から取り出せるエネルギー	$2.2 \times 10^3 \text{ J}$	$5.7 \times 10^3 \text{ J}$
時間	42173 秒	16364 秒

小さい抵抗で大きな電流を流したほうが得られるエネルギーが多い(図6、図7)。

考察

実験1では攪拌が温度上昇に与える影響は無視できないと予想し、実験2では強い抵抗で少しずつ電流を流したほうが得られるエネルギーは大きいと予想したがどちらの実験も予想とは異なった値になった。このような結果になった原因は水熱量計の断熱効果がこの実験では不十分であったと考えられる。水熱量計に水のみ入れ、温度変化を記録する方法やより断熱性が高い容器を制作するなどの対策が必要とされる。その結果より正確な値が得られると考えた。

参考文献

- ・数研出版 『物理』 2013
- ・数研出版 『新編 物理基礎』 2012



写真1 攪拌機に乗せた水熱量計



写真2 ペットボトルの底を切り抜いたもの



写真3 温度センサー