

充電電池の性能と経済性に関する実験（報告）

1 はじめに

「乾電池」は、テレビやエアコンのリモコンなど日常生活シーンの至る所で使われ、また、災害時の必需品である懐中電灯などの電源にも使用されるなど、なくてはならないものとなっている。最近では、地球環境への配慮の観点から、充電して繰り返し使える「充電電池」を使用する人も多く、「充電電池」の性能や経済性、これらを踏まえた上手な使い方を知りたい人も多いと思われる。

そこでこのたび、充電電池の性能や経済性について乾電池と比較するとともに、充電電池の上手な充電方法や周囲温度の影響について評価した。

[発信したい内容]

- ・充電電池の性能と経済性を乾電池と比較すると、どうなるのか？
- ・充電電池の充電は、使用した都度1本ずつ充電する場合とまとめて4本充電する場合とで、どちらが経済的なのか？
- ・充電電池を寒い場所や暑い場所で使う場合、どの程度性能が違うのか？

2 実験内容

(1) 充電電池の性能と経済性

ア 目的

充電電池の性能と経済性を乾電池と比較する。

イ 実験内容

ア) 供試品

充電電池（単3形）

（タイプ：ニッケル水素電池、電池容量：1900mAh、電圧：1.2V、価格：462円/本）

乾電池（単3形）

- ・アルカリ乾電池（電圧：1.5V、価格：78円/本）
- ・マンガン乾電池（電圧：1.5V、価格：34円/本）

懐中電灯

（電球の種類：LED、明るさ：最大60lm、点灯時間：12時間、電池：単3電池1本）

イ) 実験方法

充電電池および乾電池の各1個を懐中電灯に接続し、12時間連続で点灯した時の照度変化と各電池の使用時の電圧、電流を測定した。周囲温度は21℃とした。

実験風景を写真1に示す。充電電池および乾電池は、使用時の電圧、電流を測定するために

電池ボックスで（懐中電灯から）外付けとした。懐中電灯は、発行部が床上75cmとなる位置でポールに固定し、照度計を床に置いて照度を1時間ごとに測定した。また、測定時は室内照明を全て消灯した。

ウ) 測定項目

充電電池／乾電池：使用時の電圧、電流

懐中電灯：照度

エ) 評価方法

懐中電灯の照度変化や各電池の使用時の電圧の変化の違いを把握し、充電電池の性能と経済性を乾電池と比較した。

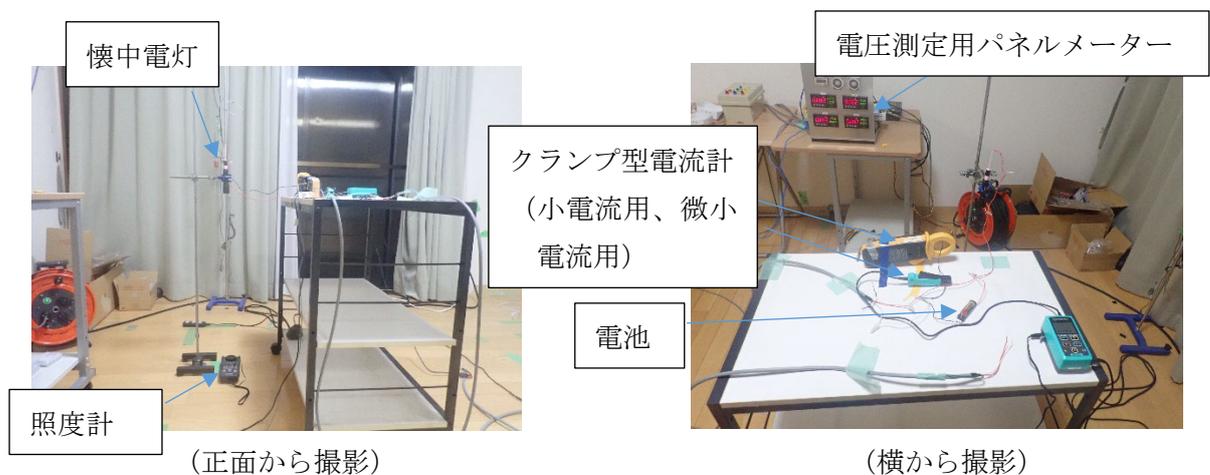


写真1：実験風景

(2) 充電電池の上手な充電方法

ア 目的

充電電池を使用した都度1本ずつ充電する場合とまとめて4本充電する場合とで、どちらが経済的なのかを比較する。

イ 実験内容

ア) 供試品

充電電池（単3形）、充電器（4本充電タイプ）

（(1)と同じ）

イ) 実験方法

充電電池1本を充電した場合と、4本をまとめて充電した場合の充電電力量を測定した。測定は3回実施した。周囲温度は21℃とした。

ウ) 測定項目

充電電池：充電電力量

エ) 評価方法

充電本数の違いによる充電電力量の違いを比較した。

(3) 周囲温度の影響

ア 目的

充電電池を対象として、寒い場所や暑い場所で使う場合どの程度性能が違ってくるのかを比較する。

イ 実験内容

ア) 供試品

充電電池 (単 3 形)

((1) と同じ)

イ) 実験方法

充電電池 2 本を並列につなぎ、周囲温度 7℃、21℃、35℃ (周囲湿度は全て 40%) で充電／放電をした場合の、放電時の電圧、電流を測定した。測定は各 3 回実施した。放電する負荷は、豆電球 9 個 (6.8W 相当) とした。

ウ) 測定項目

充電電池：放電時の電圧、電流 (計測間隔 10 秒)

エ) 評価方法

各周囲温度における、充電電池の放電時の電圧の変化や電力量を比較した。

3 実験結果

(1) 充電電池の性能と経済性

ア 性能

充電電池および乾電池を懐中電灯に接続した場合の、各電池の使用時の電圧と懐中電灯の照度の経時変化を図 1、図 2 に示す。

また、図 3 は照度と放電終止電圧との関係を示している。各電池の使用時の電圧が、電池の放電終止電圧 (=機器が作動する電圧領域の最低値: 0.9V) に至るまでの時間とその時の照度を表 1 に示す。電池が放電終止電圧に至ると、各電池の照度は使用開始時の 2 割前後の 400lx 前後まで減少する (表 2) ため、放電終止電圧に至るまでの時間を使用可能時間とした。

乾電池は、放電開始後、公称電圧 (1.5V) から徐々に電圧が低下する特性を有している。乾電池 (マンガン乾電池) は、この電圧低下の特性が早いため、放電開始後、他の電池に比較して、電圧が最も低く、照度も最も低い。また、放電終止電圧に至るまでの時間も最も短い (168 分)。(図 1)。

乾電池 (アルカリ乾電池) は、乾電池 (マンガン乾電池) に比較して放電開始後の電圧低下の特性が緩やかであり、一定の電圧および照度を維持し、放電終止電圧に至るまでの時間が最も長い (479 分)。(図 1)。

充電電池は、放電開始後、公称電圧 (1.2V) 付近でほぼ一定の電圧を維持し、約 270 分後に電圧が一気に低下する (図 1)。放電開始から徐々に電圧が低下する特性の乾電池に比較し、放電開始後約 270 分間は、懐中電灯の照度を高く維持できていた (図 2)。また、放電終止電圧に至るまでの時間 (使用可能時間) は 289 分で、乾電池 (アルカリ乾電池) に劣るものの、乾電池 (マンガン乾電池) に比較して優位な性能を有している。

従って、電池 1 本当たりでみると、アルカリ乾電池が最も長く使用できる。

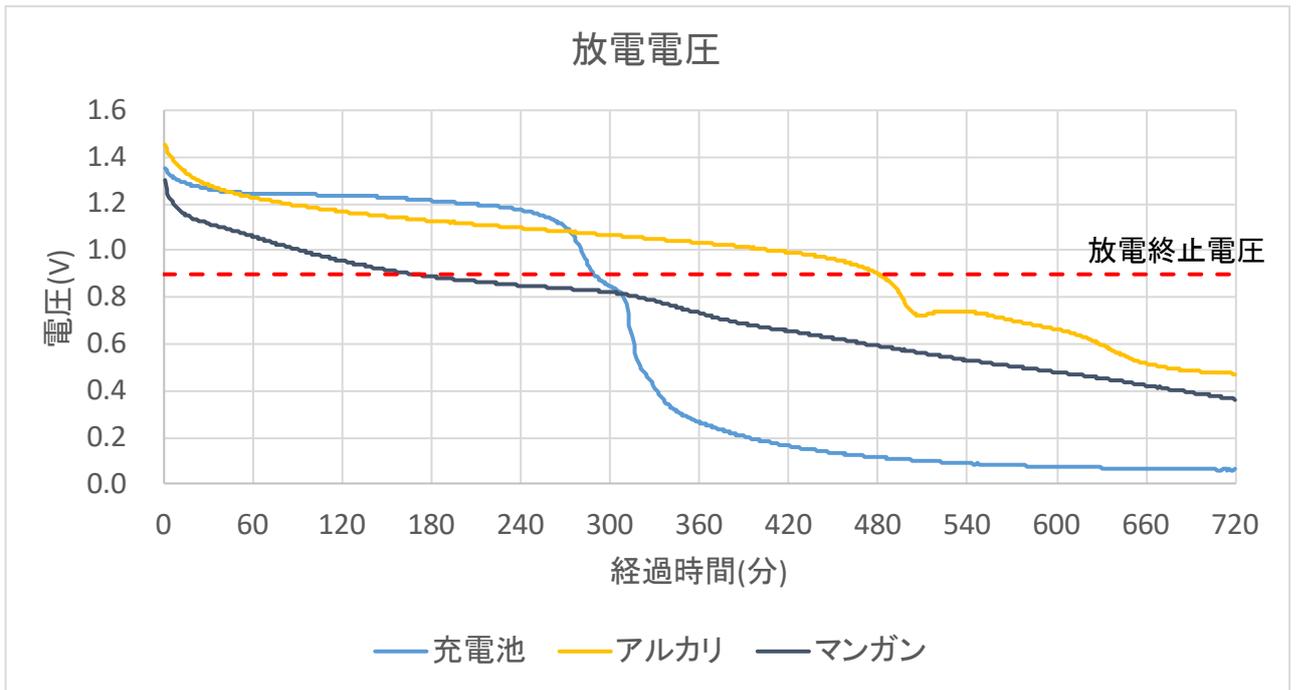


図 1：各電池の使用時の電圧の経時変化

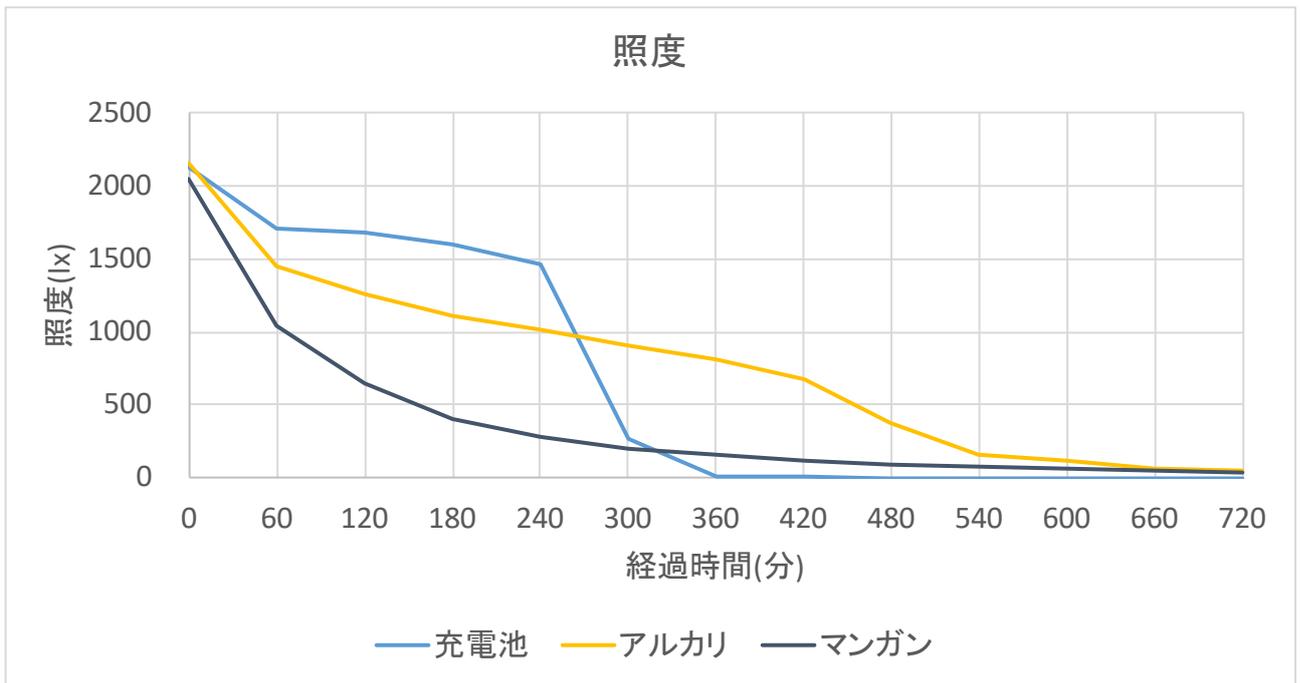


図 2：懐中電灯の照度の経時変化

表 1：放電終止電圧に至るまでの時間

| 電池の種類 | | 放電終止電圧に至るまでの時間(分) |
|-------|------|-------------------|
| 充電電池 | | 289 |
| 乾電池 | アルカリ | 479 |
| | マンガン | 168 |

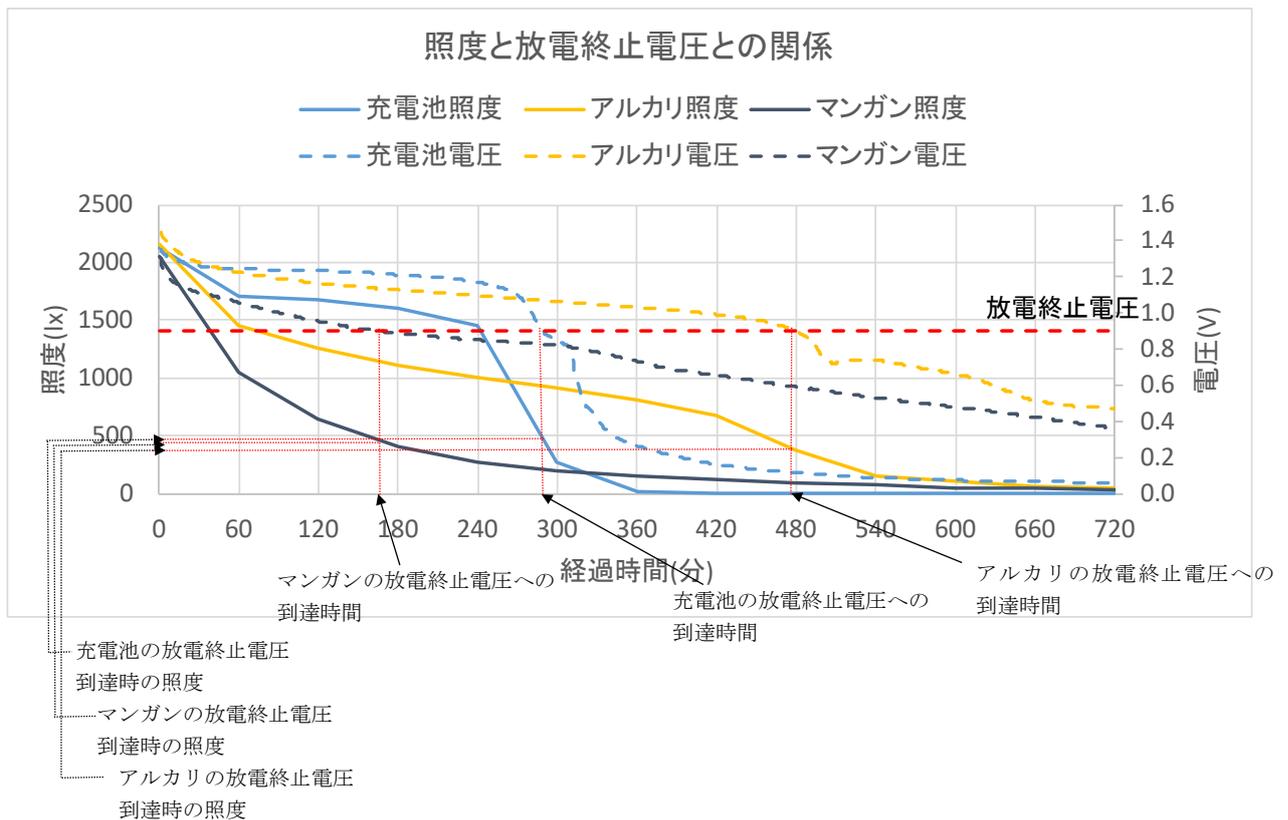


図 3：照度と放電終止電圧の関係

表 2：放電終止電圧時の照度

| 電池の種類 | | 放電終止電圧時の照度(lx) |
|-------|------|----------------|
| 充電電池 | | 487 |
| 乾電池 | アルカリ | 378 |
| | マンガン | 454 |

イ 経済性

次に、充電電池と乾電池の経済性を比較した。

比較するにあたり、まずは充電電池1本の充電に要する電気代を把握した。取扱説明書に記載されている充電目安時間（=1本充電時は3.5時間）で充電した場合の電力量と電気代と表3に示す。

表3：充電に要する電力量と電気代

| 充電本数 | 充電電力量(Wh) | 電気代 (円) |
|------|-----------|---------|
| 1本充電 | 6.88 | 0.18 |

(電気料金単価は、25.51円/kWhを適用)

この値と表4の計算諸元を用いて、各電池を用いて機器を使用し続けることを想定した場合の使用時間と費用を、下記の計算条件に基づき比較した。

(計算条件)

- ・本実験で使用した懐中電灯を使用し続けると想定
- ・充電電池は、初回に電池・充電器を購入し、以降はそれを充電して繰り返し使用。乾電池は、毎回新品を購入すると想定。各電池は毎回、表3中の電池の使用時間まで使うとする（ただし、繰り返し使用での劣化や製品の個体差等による使用時間の変化は考慮しないとする）。

表4：計算諸元

| 電池の種類 | 本体価格 (円) | | 1回の充電に要する電気代 (円) | 電池の使用時間(h) |
|-------|------------|------|------------------|------------|
| | 電池 (1本あたり) | 充電器 | | |
| 充電電池 | 269 | 1139 | 0.18 | 4.82 |
| 乾電池 | アルカリ | 67 | — | 7.98 |
| | マンガン | 22 | — | 2.80 |

- ・各電池・充電器の本体価格・・・価格.comの売れ筋ランキング1位より抜粋
- ・充電電池の1回の充電に要する電気代・・・表2の実測値を適用
- ・電池の使用時間・・・表1の「放電終止電圧に至るまでの時間」の実測値を適用

使用時間と費用の比較を図4に示す。また、充電電池と乾電池のコスト比較したものを表5にまとめる。

図4の結果から、充電電池が（乾電池に対して）費用回収できる繰り返し使用回数を求めると、アルカリ乾電池に対しては36回（使用時間：175.6h）、マンガン乾電池に対しては37回（使用時間：182.0h）で、トータルコストの回収ができる。充電電池の使用可能な繰り返し充電回数は、仕様によると約600回であるため、充電電池は電池1本あたりのコストは高いものの、繰

繰り返し使用することによりコストメリットが生じることが分かる。

参考までに、充電電池を100回（使用時間：481.7h）繰り返し使用した場合、充電電池はアルカリ乾電池と比較して2,661円、マンガン乾電池と比較して2,380円のコストメリットが生じる。

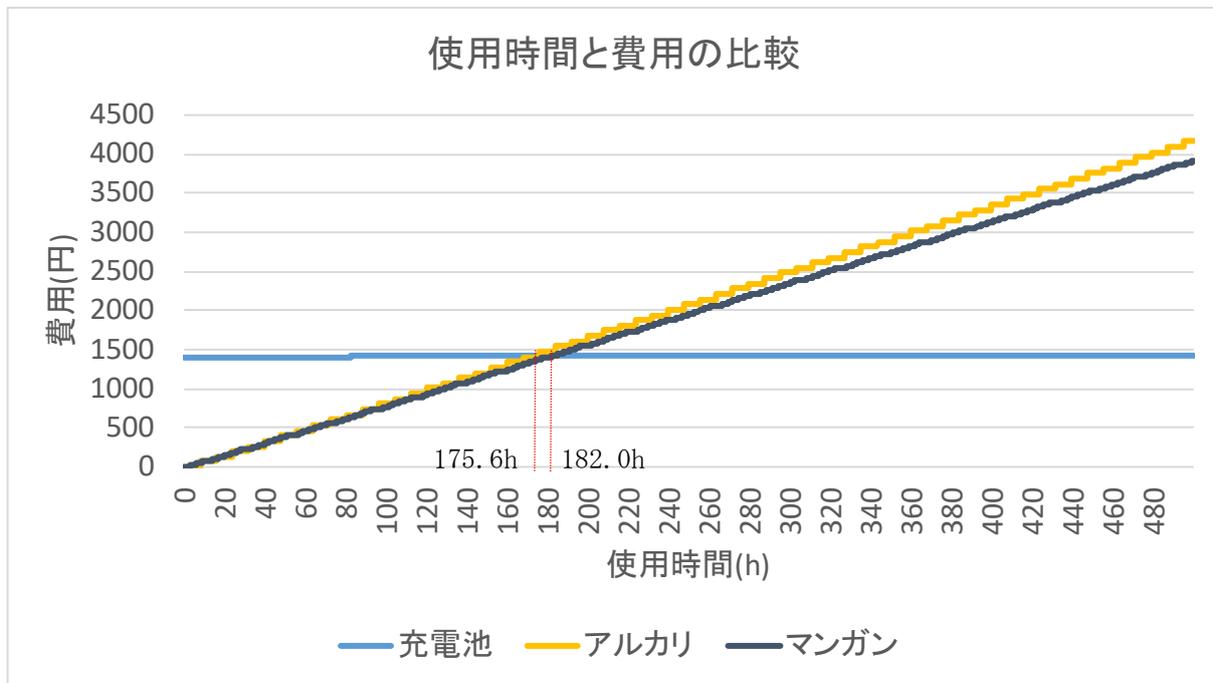


図4：使用時間と費用の比較

表5：充電電池と乾電池のコスト比較まとめ

| 電池の種類 | 充電電池 | 乾電池 | |
|-----------------------------------|--------|------|------|
| | | アルカリ | マンガン |
| 電池の使用可能時間(h) | 4.82 | 7.98 | 2.80 |
| 電池1本あたりのコスト(円) | 269 | 67 | 22 |
| (充電器のコスト) | (1139) | - | - |
| 1回の充電に要する電気代(円) | 0.18 | - | - |
| トータルコストの比較 (※充電電池を100回繰り返し使用時) | 1426 | 4087 | 3806 |

(2) 充電池の上手な充電方法

ここでは、充電池の充電本数の違いによる充電電力量の違いを比較した。

1本充電時と4本充電時の、充電池の充電電力量の時間推移をそれぞれ図5、図6に示す。取扱説明書に記載されている充電目安時間(=1本充電時は3.5時間、4本充電時は7.0時間)で、充電電力量はほぼ飽和しているのが確認できる。

この充電目安時間における充電電力量(3回の測定の平均値)を表6に示す。

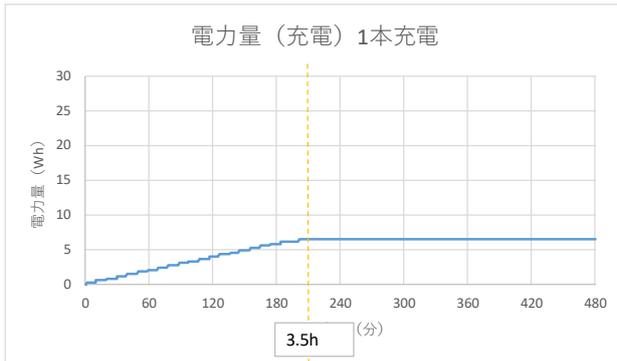


図5：1本充電時の充電電力量の時間推移

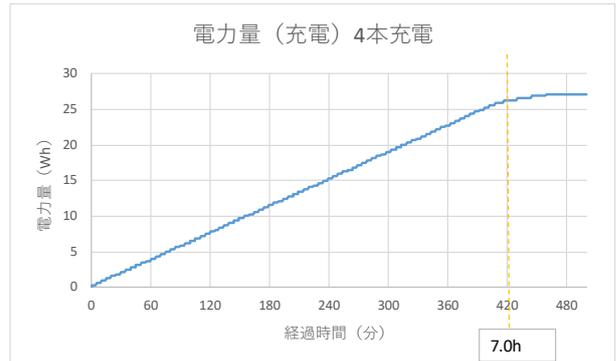


図6：4本充電時の充電電力量の時間推移

表6：充電電力量の比較

| 充電本数 | 充電電力量(Wh) |
|------|-----------|
| 1本充電 | 6.88 |
| 4本充電 | 26.25 |

表6の結果を用いて、1本ずつ4回充電する場合とまとめて4本充電する場合の充電時間と充電電力量を比較したものを表7に示す。

まとめて4本充電する方が、1本ずつ4回充電する場合と比較して、充電電力量が約5%少なくなった。これは、電池そのものに充電される電力量は同じであるが、まとめて4本充電するの方が充電時間の総計が短い(▲7時間)ため、充電器本体でのロス分が影響していると推測される。

従って、充電池の充電は、まとめて4本充電する方が経済的で充電時間も短い。

表7：1本ずつ4回充電する場合とまとめて4本充電する場合の充電電力量と充電時間の比較

| 充電方法 | 1回の充電電力量(Wh)(=a) | 1回の充電時間(h)(=b) | 充電回数(回)(=c) | 充電電力量の合計(Wh)(=a×c) | 充電時間計(h)(=b×c) |
|-------------|------------------|----------------|-------------|--------------------|----------------|
| 電池1本を4回充電 | 6.88 | 3.5 | 4 | 27.50 | 14.0 |
| 電池4本をまとめて充電 | 26.25 | 7.0 | 1 | 26.25 | 7.0 |

(3) 周囲温度の影響

次に、充電池を対象として周囲温度の影響を把握した。

使用時の電圧が放電終止電圧に至るまでの時間の比較を表 8 に示す。また、放電時の電力量の比較を表 9 に示す。いずれも 3 回の測定の平均値である。

周囲温度 7°C では、21°C と比較して放電終止電圧が 3 分短くなり、使用時の電力量が約 1% 少なくなった。

一般には、電池は常温付近のとき電池容量が最も大きく、低温または高温のとき電池容量が減少する。今回の実験の周囲温度では、7°C でわずかな性能の低下が見られたが、21°C と 35°C では性能の低下は見られなかった。

表 8：放電終止電圧に至るまでの時間の比較

| 設定温度 | 7°C | 21°C | 35°C |
|-------------------|-----|------|------|
| 放電終止電圧に至るまでの時間(分) | 114 | 117 | 118 |

表 9：放電時の電力量の比較

| 設定温度 | 7°C | 21°C | 35°C |
|-------------|------|------|------|
| 放電時の電力量(Wh) | 4.04 | 4.09 | 4.09 |

4 まとめ

本実験では、充電電池の性能と経済性を乾電池と比較するとともに、充電電池を対象として、上手な充電方法や周囲温度の影響について評価した。

(1) 充電電池の性能と経済性

○充電電池の性能と経済性を乾電池と比較すると、どうなるのか？

→ア 性能

- ・電池の使用可能時間が最も長いのはアルカリ電池で、7時間59分であった。充電電池と比較して3時間10分(190分)、マンガン乾電池と比較して5時間11分(311分)長くなった。

イ 経済性

- ・充電電池は、アルカリ乾電池に対しては36回、マンガン乾電池に対しては37回の繰り返し使用で、トータルコストの回収ができる。また100回の繰り返し使用では、アルカリ乾電池と比較して2,661円、マンガン乾電池と比較して2,380円のコストメリットが生じる。

表10：電池の種類と特徴

| 電池の種類 | | 特徴 | |
|-------|------|---|--------------------------|
| | | 長所 | 短所 |
| 乾電池 | アルカリ | ・使用時間が最も長い | ・ランニングコストが高い (単価は中程度) |
| | マンガン | ・単価が安い | ・使用時間が最も短い |
| 充電電池 | | ・ランニングコストが安い ・使用中の出力低下が小さい (使用時間は中程度) | ・単価が高い |

(2) 充電電池の上手な充電方法

○充電電池の充電は、使用した都度1本ずつ充電する場合とまとめて4本充電する場合とで、どちらが経済的なのか？

→・まとめて4本充電する方が、1本ずつ4回充電する場合と比較して、電力量が約5%少なくなった。また、充電時間が7時間短縮された。

(3) 周囲温度の影響

○充電電池を寒い場所や暑い場所で使う場合、どの程度性能が違うのか？

→・今回の実験の周囲温度では、7℃でわずかな性能の低下が見られたが、21℃と35℃では性能の低下は見られなかった。

電池の性能は、アルカリ乾電池が最も使用可能時間が長く、性能が高い。

充電電池は、電池1本あたりのコストは高いもののランニングコストが安いいため、繰り返し使用

することにより経済性が高くなり、電池ごみの削減にもつながる。また、まとめて充電して使用することで、より経済的に使用することができる。

ただし、機器によっては充電電池の使用を禁止している場合があるため、使用する時は必ず機器や電池の取扱説明書で確認する必要がある。

以 上