

5年ほど前、ワンチップCPUを使った電池駆動の目覚まし時計を試作したことがあります。ところがこの目覚まし、あまりにも消費電力がおおきくて夜セットすると朝までに電池が終わってしまい、ついに役に立つことはありませんでした。

電池の持続時間はどのように考えればいいのか？

*

電池持続時間の実測

写真1のような新品の電池をセットして機器の動作を開始してから、電圧低下で動作不能になるまでの時間を持続時間といいます。

持続時間を知るための一番確実な方法は実際に動作させてみることです。

懐中電灯はスイッチをつけっぱなしにして暗くなるまでの時間を測ればいいですし、ハンディ機やノートパソコンなど使用方法によって持続時間が変動する機器の場合には目的の使用法に合わせて使ってみればいいのです。

ノートパソコンなら数時間程度、懐中電灯やハンディ機でもせいぜい数十時間で実験が完了します。

しかし、さらに低電力の機器を実験しようと



写真1 市販の乾電池の例

すると、たとえば最新の携帯電話は待ち受け持続時間数百時間はあたりまえですし、目覚まし時計なら数ヶ月は動作してもらいたいものです。でも、そんなに待ってられません！

電池持続時間を計算する。

ここでは、表1のように電源電圧5.75V ~ 16V、平均消費電流0.36mAの低消費電流の回路とパナソニック(松下電池工業)のアルカリ単2電池LR14を例に、アルカリ乾電池のデータシートから電池持続時間を試算する方法を説明します。

電池の本数

電池が安全に放電可能な出力電圧の下限を終止電圧といい、アルカリ乾電池ではだいたい0.8 ~ 0.9Vです。

これより電圧が下がると過放電となり液漏れの原因になります。

回路の動作電圧の下限が5.75V、電池の終止電圧が0.9Vであるとすると、

$$5.75V \div 0.9V = 6.38 \text{ 本}$$

試験回路では電池を6本直列で使用すると電

表1 アルカリ乾電池LR14の仕様概要

品番	LR14 (GW)
公称電圧	1.5V
質量	標準69g
平均持続時間	3.9Ω 4分間×8回/日 (*0.9V) 1165分
	3.9Ω 1時間/日 (*0.8V) 21.0時間
	6.8Ω 1時間/日 (*0.9V) 34.0時間
	20Ω 4時間/日 (*0.9V) 116時間
端子	⊕キャップ端子 ⊖ベース端子
端子と外装の絶縁	10MΩ以上 (500V, D.C)
外形寸法	高さ50.0 (+0.4) mm
	径 26.2 (+0.3) mm

*終止電圧

図1 標準放電カーブ(2.2)

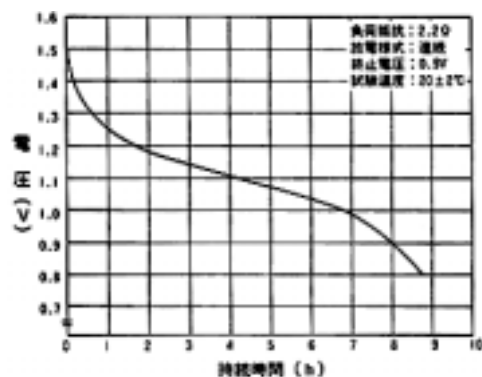


図2 低電流放電特性(20)

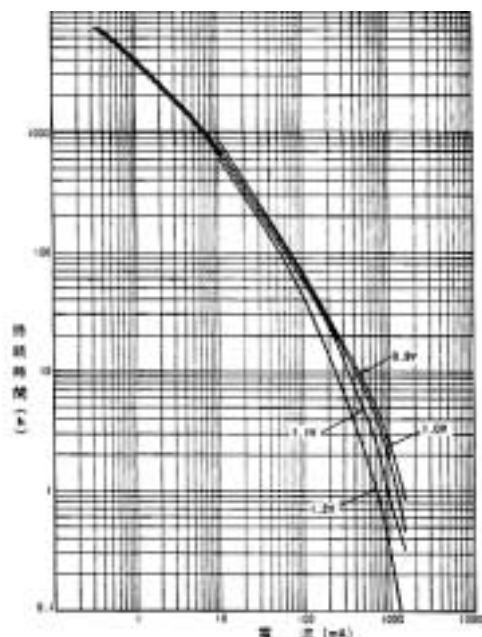
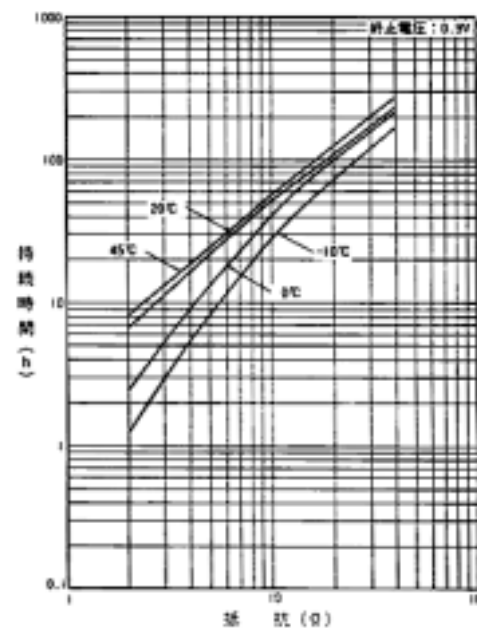


図3 定抵抗連続放電温度特性



池を終止電圧まで効率よく使い切ることができ
ます。

LR14の公称電圧は1.5Vで、新品の電池の開
放電圧はこれより高くなります。新品のLR14
の開放電圧を実測してみると1.62Vでした。

このときの電圧が回路の最大電圧を超えると
回路を壊してしまいます。

新品のLR14を6本直列に接続したときの最大
電圧は

$$1.62V \times 6本 = 9.72V$$

なので、試験回路の最大動作電圧16V以下に
収まります。

電池6本の直列でも試験回路は動作しますが、
電池容量の一部を使用しただけで電池を交
換しなければならず効率が良くありません。

電池容量の計算 1

図1の標準放電カーブを見ると、終止電圧を
0.9Vとすると平均的にはだいたい1.1Vの電圧
を取り出せると読み取れます。

低電流連続放電特性(20) : 図2の1.1Vのプ
ロットを見ると10mAのときに700時間なので、
 $10mA \times 700A = 7000mAh$

電池1本あたり7000mAhの電池容量が期待で
きます。

電池容量の計算 2

別の方法で電池容量を知ることができます。
低電流放電特性グラフの1.1Vのプロットを
外挿して消費電流0.36mAのときの持続時間を
求めると、だいたい7000mAhとなります。

持続時間の計算

乾電池6本を直列に接続したときの電池1本
あたりの容量は7000mAh、回路の平均消費電
流は0.36mAですから、持続時間は

$$7000mAh \div 0.36 = 19444h = \text{約}2.2\text{年}$$

となります。

周囲温度の影響

ここまでのすべての計算は、周囲温度が
20 であるという前提で行ってきました。し
かし、実際に回路を使用する環境はいつでも
20 で安定しているわけではありません。室
内使用であれば0 ~ 45 , 室外使用であれば
- 10 ~ 50 くらいの環境温度を想定しておく
必要がありますし、真夏の炎天下の自動車内
では70 を超えることだってあります。

電池の原理が化学変化である以上、その反応
速度は周囲温度に依存します。

電子回路の動作は電子の流れやすさに依存し
ており、電子の流れやすさは周囲の温度によ
って変動します。周囲の温度が変われば回路電
流も変動するのが普通です。

温度特性の計算

定抵抗連続放電温度特性のグラフから負荷抵
抗40 のときの持続時間を見ると、周囲温度
20 の持続時間を1としたとき、- 10 では
0.8倍、45 では1.3倍になると読み取れます。

この差は負荷抵抗が大きくなるにつれて狭ま
る傾向にありますが、これをそのまま試験回路
に適用すると試験回路の持続時間は次のように

なります。

- 20	2.2年 × 0.8 = 1.76年
0	2.2年 × 0.95 = 2.09年
45	2.2年 × 1.3 = 2.86年

ハンディ機の送信時など大電流を必要とする
回路では持続時間は温度の影響を大きく受けま
すが、低電流の回路ではそれほど大きな影響は
ありません。

低温時の電池電圧低下

周囲温度が低下しても電流は取り出せること
は判りましたが、電池電圧が低下してしまっ
ては結局回路は動かなくなってしまいます。

乾電池のデータシートに電池電圧の温度特性
が記載されていなかったのですが、機会に恵ま
れて - 40 ~ + 60 の電池電圧を実測するこ
とができました。

電池電圧温度特性試験

試験に使用した温度試験装置は群馬県工業試
験場にある複合環境振動試験装置です。恒温恒
湿槽としての機能のほかに機械的に測定対象を
振動させて試験するための機構を備えたプロ向
けの本格的な実験装置です。

アマチュアの実験では家庭用冷蔵庫の冷凍室
で - 20 まで冷やすことができますし、適当



写真2 複合環境試験振動試験装置
(VS-5500-2202/IMV-671)

なケースの中にドライヤーと試験回路を入れて
温めれば60 くらいまでなら簡単に試験する
ことができます。ただし、火事に注意しましょ
う。

電池電圧温度特性試験

試験した電池は単2アルカリ電池、単3マン
ガン電池、単3ニッケル水素電池の3種類で、
それぞれ負荷抵抗100 , 10k , 1M , 負
荷抵抗なしのときの電池電圧を実測しました。
結果は図4(a)~(d)をご覧ください。

負荷抵抗がわりと大きめなのは低消費電流を
念頭に置いていたからなのですが、あと少し手
間を掛けて1 も試しておけばよかったと後悔
しています。

試験の結果は意外なもので、- 20 までは
どの電池もさほど大きな電圧降下がありませ
ん。

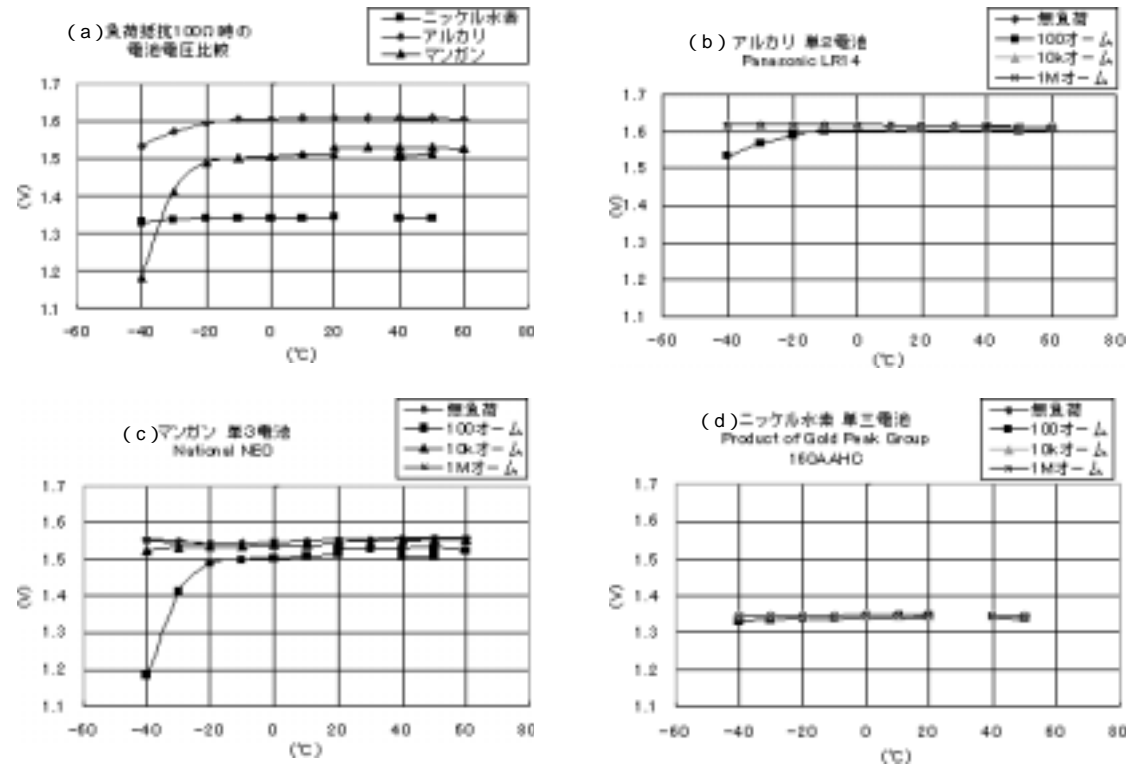
中でもニッケル水素電池の温度性能の良さが
目立ち、全温度範囲で目立った電圧変動がなく、
マンガン電池ですら負荷抵抗100 以外ではな
かなか健闘しています。

この実験により、アルカリ電池使用時に低消
費電力の回路を駆動するときには低温時の電池
電圧降下はほぼ無視できることがわかりまし
た。

乾電池の使用推奨期限

乾電池の使用推奨期限は製造から3年(単1と
単2型)または2年(単3~単5型)とJISで定義
されています。「推奨」なので、必ず守らなけ

図4 乾電池の電圧対温度特性試験結果



ればいけないわけではありません。

推奨期限は 20 ± 2 の場所で貯蔵することを前提としているので、現実的には期限内かどうかよりも高温多湿の場所や直射日光下を避けて保管してあるかどうかのほうが影響大です。

条件の良い場所で貯蔵してある乾電池は期限を若干過ぎても持続時間が多少短くなる程度で済みます。

保存状態の悪い乾電池は、持続時間低下はもちろん、液漏れや、最悪の場合ショートによる火災の危険があります。

試験回路の持続時間は3年以内、使用する電

池は単2でなので、製造から数ヶ月の電池を使えば問題ありません。

参考文献

- (1) 松下電池工業(株)アルカリ乾電池/マンガン乾電池テクニカルハンドブック・データブック
- (2) 松下電池工業(株)ホームページ www.mbi.panasonic.co.jp
- (3) 日立マクセル(株)ホームページ <http://www.maxell.co.jp>
- (4) 数理設計研究所(株)ホームページ www.madlabo.com