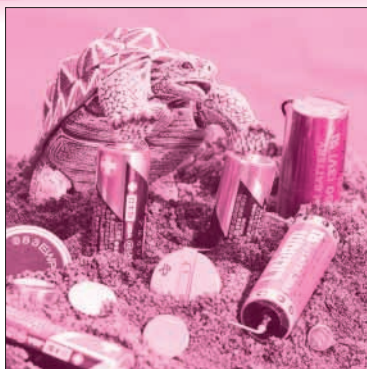


第3章 10年安定動作するセンサ回路, データ・ロガーを目指せ!

低消費電力マイコン 応用回路の作り方

渡辺 明禎
Akiyoshi Watanabe



① 電池で動作する低消費電力回路設計の必須知識

電池で動作する装置を作る場合、電池交換頻度を少なくするために、**低消費電力回路設計**が必要です。そのためには、電池の種類、マイコンの低消費電力動作、周辺回路の低消費電力動作など、さまざまなことを考慮し、設計することになります。

ここでは、各項目に分けて、設計に必要な基礎知識を説明します。さらに、簡単な例を使い、低消費動作のための設計方法を紹介します。

マイコン応用回路設計で 着目したい電池の特性

電池の種類は非常に多く、すべてを知るためには電池ハンドブック⁽¹⁾などを見る必要があります。

ここでは、マイコンを使った小規模なアプリケーション

に焦点を当てて説明します。そのような用途の場合の主な電池の特性を表1-1に示します。表の電池の公称電圧は1.2~3V程度です。

公称電圧9Vの006Pは取り上げませんが、006Pはレギュレータを使うことにより、長時間動作のアプリケーションに使うことができます。

● 電池の公称容量

電池は、使用する温度、流す電流、終止電圧を何Vとするかなどで、電池容量が大幅に変わってきます。

従って、表中の値は一つの目安としてとらえてください。単位はmAhなので、100mAhの場合、一定電流100mAを流すと1時間で、50mAならば2時間で電池容量が無くなることを意味しています。

表1-1 マイコンを使った回路で使用することの多い電池の特性

電池	JIS呼称	公称電圧	公称容量 [mAh]	推奨負荷範囲	自己放電率
リチウム	CR2032	3 V	220	≦ 4 mA 重負荷(パルス)	1% / 年
アルカリ, 単3	LR6	1.5 V	2000	~ 1,000 mA	1 ~ 5% / 年
マンガン(黒), 単3	R6	1.5 V	1000	~ 300 mA	1 ~ 5% / 年
マンガン(赤), 単3	R6	1.5 V	700	~ 200 mA	1 ~ 5% / 年
ニッケル水素, 単3	HR6	1.2 V	~ 2000	~ 1,000 mA	10 ~ 20% / 月
酸化銀	SR43	1.55 V	125	≦ 0.23 mA	1 ~ 5% / 年

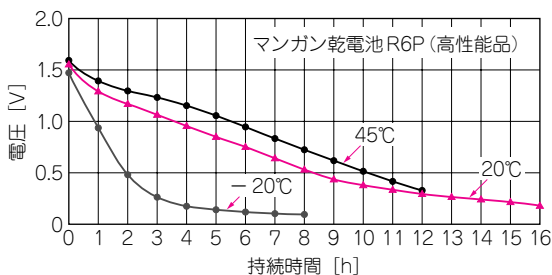


図1-1⁽¹⁾ マンガン乾電池(高性能品)の温度特性

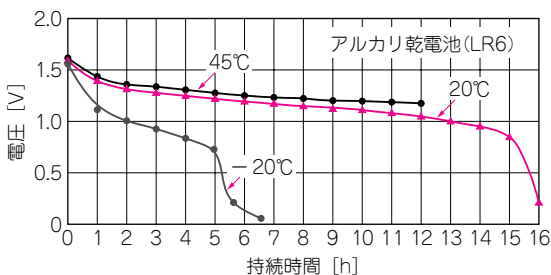


図1-2⁽¹⁾ アルカリ乾電池(高性能品)の温度特性

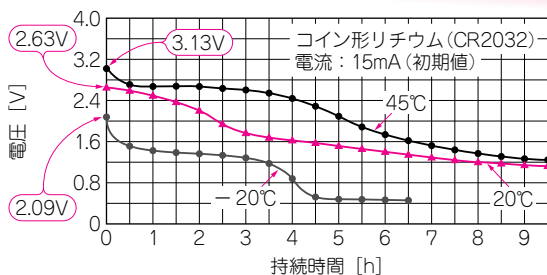


図1-3⁽¹⁾ コイン形リチウム電池の温度特性

● 電池の温度特性

図1-1～図1-3に、マンガン乾電池，アルカリ乾電池，コイン形リチウム電池の温度特性を示します。温度20℃のとき，電池容量は表1-1に示した値以上を期待できます。しかし，-20℃では，電池容量は数分の1に激減してしまいます。

従って，冬期に屋外で電池を使う場合，動作時間が大幅に減少するので注意が必要です。

● 電池の推奨負荷範囲

図1-4にマンガン乾電池(黒)，アルカリ電池の負荷容量と持続時間の関係を示します。マンガン電池の場合，負荷電流が10mAで持続時間は110時間なので1100mAh，100mAでは8時間なので800mAh，300mAでは1.3時間なので390mAhと電池容量は急激に小さくなっていきます。

従って，使用できる負荷の範囲は限定され，表の推奨負荷範囲内で使うようにします。なお，パルス的に大電流を流す場合は，表中の値より大きな電流を流しても，電池容量に影響が無い場合もあります。

● 自己放電率

電池は外部負荷に電流を流さない場合でも，自己放電により電池容量は徐々に小さくなっていきます。マンガン，アルカリ電池などの1次電池は数%/年で，10年程度の使用期間であれば，特に電池容量の低下を気にする必要はありません。

いっぽう，2次電池である充電電池の場合，自己放電率が大きい場合があります。ニッケル水素電池の場合，10～20%/月で，数か月で電池容量は無くなってしまいうので，長時間動作の装置に使うことはできません。

ワンチップ・マイコンの選択と端子の処理

● 低消費電力動作に適したマイコンを選ぶ

マイコンのCPUは，動作するクロック周波数の大きさに比例して消費電流が増えます。

従って，特に動作する必要がない場合は，クロックを停止して，CPUをスリープ・モードにし消費電流

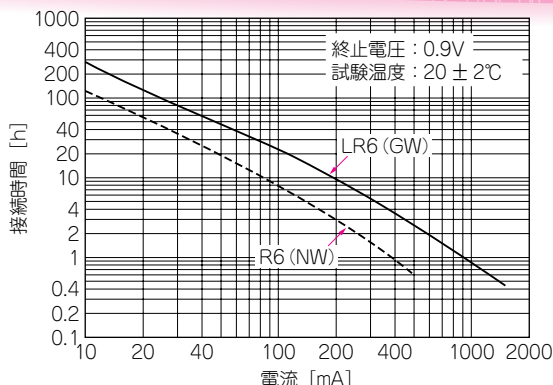


図1-4⁽²⁾ マンガン乾電池(黒)，アルカリ電池の負荷容量と持続時間の関係

をほぼ0にしておきます。

また，ソフトウェアを工夫することにより，同じ作業でも極力短い動作時間となるようにプログラミングし，実行時の消費電流を小さくなるようにします。

スリープ状態のCPUをウェイクアップする方法として，一般的に周辺モジュールからの割り込みを利用します。主なものとして，I/O端子の電圧変化，タイマ割り込みなどがあります。

定期的にウェイクアップする場合はタイマ割り込みを使いますが，この状態の消費電流が小さいものが低消費電力用には適しており，1μAを切るマイコンもあります。

● 未使用端子の処理

未使用のI/O端子は一般に開放状態なので，入力端子に設定しておくと，ノイズなどでゲートがON/OFFを繰り返し消費電流が大きくなることがあります。そこで，I/O端子は出力端子に設定しておきます。

入力端子として使う場合，必ずプルアップ，もしくはプルダウンします。

マイコンに手を近づけて消費電流が増えるようならば，未処理端子がある可能性があります。

平均消費電流を算出し低消費電力化を検討する

電池にとって，回路の消費電流は時間的に平均した値となります。従って，大電流が必要な回路がある場合でも，それを間欠動作させれば，平均消費電流を小さくでき，動作時間を長くすることができます。

例えば，100mAを消費する回路があった場合，1秒間に1msだけ動作させたとする，平均消費電流は， $1\text{ms}/1\text{s} \times 100\text{mA} = 0.1\text{mA}$

となります。さらに平均消費電流を低くしたい場合は，動作時間を短くするか，動作させる周期を長くします。

実際の低消費電力動作の設計においては，表1-2