

電池から引き出せる最大電力

単電池4本で、50Kgの人を乗せて走れる電気自動車ができるのかとたずねると、無理だろうと答える人が多いようです。しかし、合理的に考察して答えを出そうとする人が少ないので残念です。そこで簡単な数学と物理の法則を使って可能性の是非を探ってみましょう。

電池の容量

一番疑問に思う事は、乾電池にどれだけのエネルギーが蓄えられているかだと思います。電池は使い方によって寿命が大幅に変化するので単純にはいきませんが、単電池をを1Aの電流で放電すると約1時間放電可能なことから、電池の容量を概算すると

$$\begin{aligned} \text{容量} &= 1.5 \text{ (V)} \times 1.0 \text{ (A)} \times 3600 \text{ (S)} \\ &= 5400 \text{ J} \end{aligned}$$

4本の単電池では約20KJ程度です。

電池の電力(仕事率)

前置きが長くなりましたが、実はもっと厄介な問題があります。乾電池電、特にマンガン電池の場合、短時間に全てのエネルギーを使いきる事がむずかしいのです。ラジコンカーに使うニッカド電池は、5分間程度しか持ちませんが、そのかわり短時間に大きな電流をを放電し、かなりの速さで模型自動車を走らす事が出来ます。これは、短時間にエネルギーを使いきる事を意味します。しかしマンガン電池の場合はかりにショートしたとしても10A程度の電流しか流れず、速く自動車を動かすことは難しいといえます。

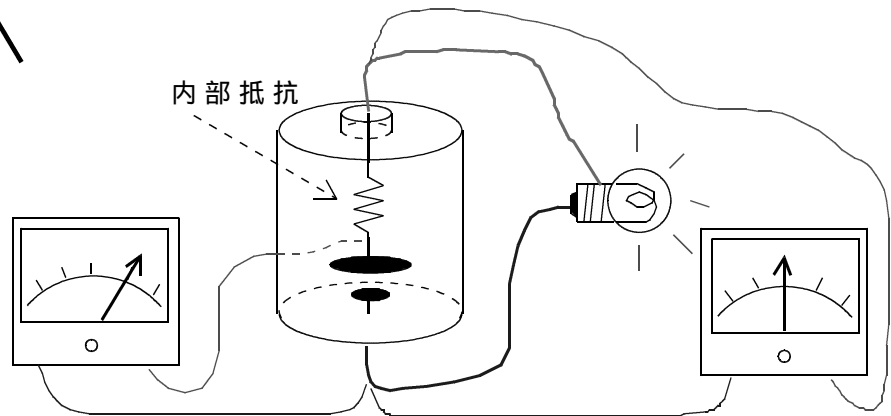
マンガン電池から短時間に出来るだけ大きなエネルギーを取り出す、つまり電池から最大電力を引き出すにはどうすれば良いのかを考えてみましょう。

電池の内部抵抗

乾電池の電圧は1.5Vあります。しかしこの電圧は豆電球を負荷につなぐと、とたんに下がってしまいます。負荷をつなぎ電流を流すと必ず電圧は低下してしまいます。この変化を電圧降下とよんでいます。電流に比例して電圧が降下する現象からオームの法則をあてはめると、電池の内部に抵抗成分が存在することが判ります。この抵抗を内部抵抗とよびます。

この内部抵抗の大きさがニッカド電池に比べてマンガン電池は大きく、大きな電流を流すことが出来ません。

右の図は内部抵抗によって負荷の豆電球に加わる電圧が下がってしまうことを表わしています。



電池の電圧を1.5Vとし、内部抵抗をR₀として電流がI A流れたとすると、内部抵抗で電圧がR₀ × Iだけ降下するから、豆電球に加わる電圧Eは E = 1.5 - R₀ × Iとなる。

負荷に加わる最大電力

電池から最大の電力を引出しにはどうするかを考えよう。電力とは電流と電圧の積で計算できるから、例えば、電流を最大にするように負荷の抵抗をゼロにすれば、電圧がゼロとなり電力もゼロとなる。逆に電圧を最大にするため抵抗を大きな値にすると電流が流れず電力はやはりゼロとなる。従って最大の電力を引き出すためには適当な値の抵抗を負荷につながなくてはいけないことがわかる。

ナショナル製、ネオハイトップ(単)電池は内部抵抗が実測で約0.15ある。4本直列で約0.6、無負荷の電圧が6.0Vであるから、色々な値の抵抗を接続した時の抵抗で消費される電力を計算して表のまとめてみましょう。

負荷抵抗の値と負荷での消費電力

抵抗	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
電流	10A	7.5	6	5	4.3	3.8	3.3	3.0	2.7
電圧	0V	1.5	2.4	3	3.4	3.8	4.0	4.2	4.4
電力	0W	1.1	14.4	15	14.6	14.4	13	12.6	11.9

上の表が、色々な抵抗値の負荷抵抗をつなぎ、負荷で消費される電力を計算したものです。表から最大電力を引き出す負荷抵抗の値は電池の内部抵抗と同じ場合であることがわかります。

電池で動く自動車の健康診断

自動車が動いたとして、もっと早く動くか、それとも限界なのか？どの様なことで判断すればよいのでしょうか。

今までの話でわかったと思いますが、モーターに流れる電流を測定すれば判断が出来ます。つまり一定の速度で走っている状態で電流を測定したところ1.5Aであったとすれば、電池から最大電力を引き出すには5Aですから、まだ余裕があることとなります。

この場合ギヤ比を変えてもっと早くタイヤが回るようにすれば、モータにもっと負荷がかかり電流が多く流れるようになります。つまり電池からより多くの電力を引き出すことになるわけですから早く自動車も動くこととなります。

モータの特性、エネルギーの流れなどは次の新聞で解説します