

# 電池駆動 LED 点灯用 DC-DC コンバータの効率等評価

齋藤研究室 0916224 高橋健太

## 1. 背景及び目的

### 1. 1DC-DC コンバータが使われる所

DC-DC コンバータは直流電圧を制御する装置である。一般の人の目に触れる機会がないので世間では知られていないが、実はほとんどの電気製品に使用されている重要な装置である。1970年代では通信装置の1つの筐体に1つの DC/DC コンバータが実装されるのが普通であったが、今日では通信装置 1つの筐体に DC/DC コンバータが数 100 個も分散配置されている<sup>1)</sup>。DC/DC コンバータの出力電力密度は 1970 年代は 0.01 W/cm<sup>3</sup> 程度だったが、今日では 1 W/cm<sup>3</sup> を大きく越えている<sup>1)</sup>。

家庭用の太陽光発電システムでも利用されており、太陽電池の 200V 程度の電圧を DC-DC コンバータで 400V 程度に昇圧してインバータに供給する<sup>2)</sup>。インバータで交流電圧に変換して電力系統（電力会社の配電線）に接続する。このシステムでは DC-DC コンバータは太陽電池の電圧を適切に制御して太陽電池から常に最大の出力電力を取り出す、という重要な役割も果たしている。

### 1. 2 本研究の目的

本研究では異なる温度など様々の条件下で DC-DC コンバータの効率と LED 電球の発光効率を実際に測定し、その結果を解析することによって、それらに影響を与える要因を調べ、効率よく使える条件を探ることを目的とする。

## 2. エネルギー・パワーと効率

白色 LED の点灯時の電圧は通常 3V 以上必要なため電池 1 本では点かない。DC-DC コンバータを使うことにより、1.2 V~1.5 V の電池で点灯させることができる上、電池の容量を最大限引き出して使うことが可能であり、従って効率よく使うことができる。

本研究で評価した蓄電池は Panasonic 製の EVOLTA であり、その主要な仕様は以下の通りである。

蓄電池の公称電圧：1.2 V、公称容量：1900 mAh  
これらの公称値を信用し、電圧が常に一定だと仮定すると、蓄電池に蓄えられたエネルギー  $E$  は  $E=1.2 \text{ V} \times 1.9 \text{ Ah} \times 3600 \text{ s} = 8208 \text{ J}$  と見積もられる。

一般にある回路素子の効率  $\eta$  は、入力のパワーを  $P_{in}$ 、出力のパワーを  $P_{out}$  とすると次式で与えられる。

$$\eta = P_{out} / P_{in}$$

$P_{in}$ ,  $P_{out}$  が電力である場合には、電圧を  $V$ 、電流を  $I$  とすると  $P=IV$  である。DC/DC コンバータの効率は上式により求めた。LED の発光効率は、LED に投入される電力を  $P_{in}$  とし、Si フォトダイオードによって計測した放射パワーを  $P_{out}$  とした。

パワー  $P$  を時間積分することによりエネルギー  $E$  が求まる。

## 3. 実験装置と実験方法

### 3. 1 実験装置

使用した器具は以下の通りである。

データ収録装置：GRAPHTEC 製 midi LOGGER GL900

微小電流計：ADCMT 製 8240 DIGITAL ELECTROMETER

インバータ：iFONIX 製 Power Combo PG-4215P

LED 点灯キット：ワンダーキット製 1.5V 白色 AGE-2W

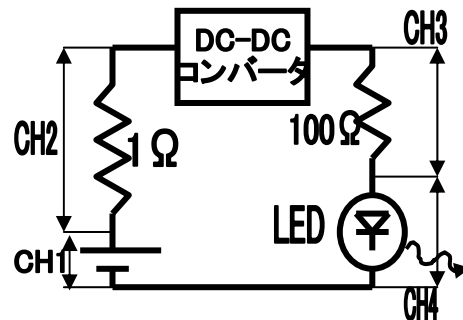


図 1. DC-DC コンバータの測定パラメータ

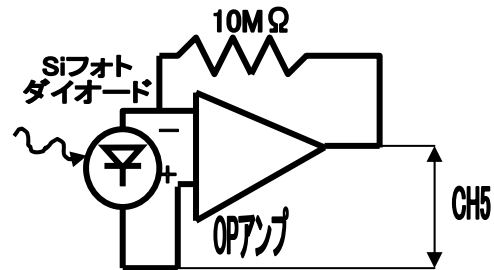


図 2. 光出力測定回路

### 3. 2 実験方法

CH1 は電池の電圧、CH2 は 1Ω の抵抗の両端の電圧（のち電池からの電流に換算）、CH3 は 100Ω の抵抗の両端の電圧（のち LED の電流に換算）、CH4 は LED にかかる電圧、CH5 は LED 光出力を Si フォトダイオード受けて得られる光電流を電流電圧変換器で変換された電圧を、それぞれ計測している。

また白色 LED のカソード側(-側)に T 型熱電対を取り付け温度計測(CH6)をしている。

以上のデータをデータ収録装置を用い 1 分間隔で計測し、微小電流計とデータ収録装置の電源が切れないようにインバータから電力を供給し実験を行った。

#### 4. 実験結果と考察

図 3 は上から DC-DC コンバータの効率と LED の発光効率と温度のグラフである。このグラフから DC-DC コンバータの効率と LED 発光効率は温度が上昇すると上昇し下降すると共に下降することが解る。また電池の容量が少なくなると、効率が上昇することが解る。

図 4 は温度を X 軸として DC-DC コンバータの効率と LED の発光効率をグラフにしたものである。このグラフから温度が高いほど効率が高くなり、温度が低くなると効率も低下していることが解る。

図 5 は測定したデータから温度の関数として表したグラフである。上から電池から取り出した電力、LED 消費電力、Si-PD への入射パワー、100Ωでの損失、1Ωでの損失となる。このデータからは温度が低いと数値が高くなり、温度が高いと数値が低くなっていることが解る。これは効率とは全く逆の結果になっていることが解った。

図 6 は電池から取り出した積算エネルギーと、上記で求めた電池に蓄えられたエネルギーを 100%として、電池の残量の割合を求めたグラフである。このグラフから取り出したエネルギーはほぼ直線的に上昇し電池の残量もほぼ直線的に下降している。しかし電池の容量が無くなってくる 50 時間辺りからはやや曲線になっていることが解る。取り出したエネルギーは電圧と電流の積を時間積分することにより、7812 J と求まった。この値は先に示した蓄電池に蓄えられたエネルギーの推定値 8208 J に近く、公称容量がほぼ信頼できることがわかる。

#### 5. 結論

以上の結果と考察から効率よく使うためには温度の高い所で使用の方がよいことが解った。しかし効率は低くなるが、温度が低い方が全体的にパワーが高いという結果になった。

#### 6. 参考文献

1) 通信用電源小型軽量化の歴史

<http://hirachi.cocolog-nifty.com/kh/files/20070604-1.pdf>

2) DC/DC コンバータとは

<http://hirachi.cocolog-nifty.com/kh/files/20110516-1.pdf>

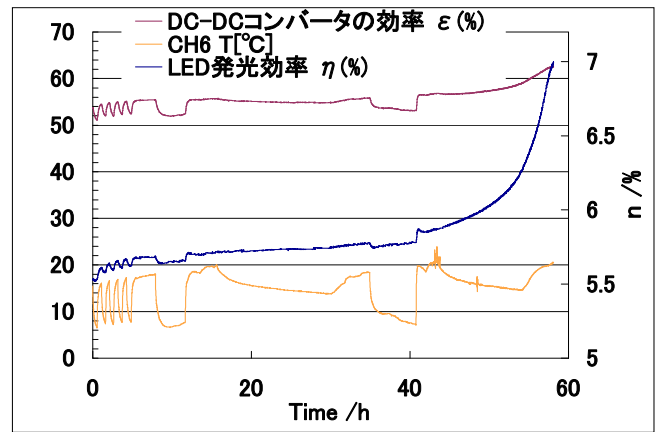


図 3.DC-DC コンバータの効率と LED の発光効率

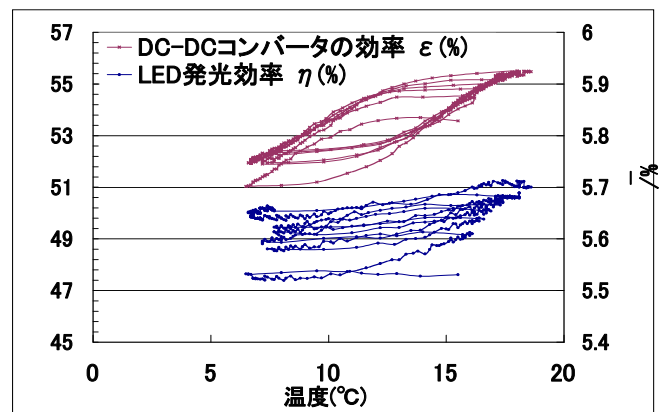


図 4.各種効率と温度の関係

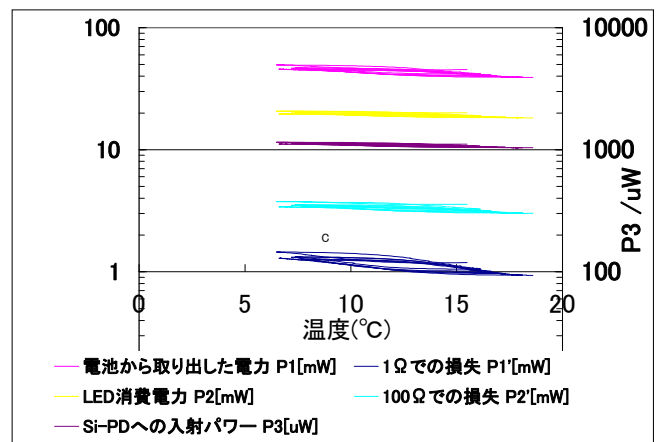


図 5.測定データから求めた数値

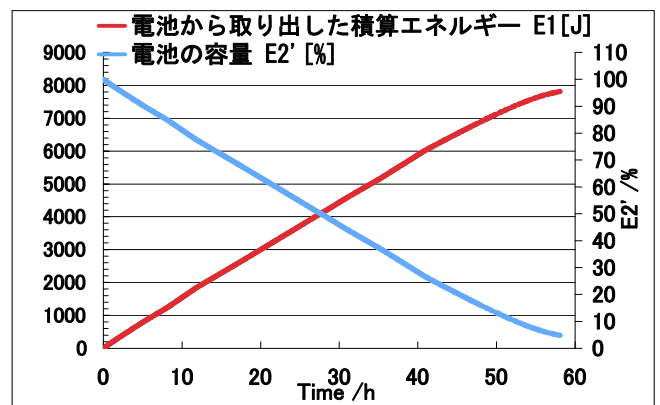


図 6.電池から取り出したエネルギー