

リサイクルソーラーパネルを利用した独立型太陽光発電

工作部門 土木建築実験機器管理班

京泉 敬太

1. はじめに

家庭用太陽光パネルが設置されてから 20 年以上が経過し、建物の取り壊しや新機種への入替の為に撤去されるパネルが増加しています。

太陽光パネルの製品寿命は長く、再利用(リユース)可能です。

本来なら産業廃棄物扱いで処理されてしまう太陽光パネルを低価格で複数仕入れて、系統連系型ではない「独立型」として使用してみました。本稿では、どれだけのシステムでどのくらいまでなら独立型太陽光発電として利用できるかを考察します。

2. パネルの入手

最近では、通信販売でソーラーパネル単体が手に入ります。当然ながら最大出力 W(ワット)の高いパネルは値段が高いです。

今回は、通信販売において比較的安値で中古ソーラーパネルを提供して下さる「ネクストエナジー・アンド・リソース(株)」からパネルを入手しました。本来ならば同一タイプの製品を複数枚入手したかったのですが予算の都合上複数回に分けて購入したため最大出力、最大動作電圧、最大動作電流とも異なるパネルを購入してしまいました。

パネルを複数枚並列に接続するので各パネルに逆方向電圧がかからないようにショットキーダイオードを各パネルに追加しました。

3. システム構成

予算を抑えたい為、今回は、12V システムとして発電システムを組む事としました。一般に流通販売されている DC/AC インバーター(直流から交流に変換)する機器やバッテリー、チャージコントローラー(過充電を防止する機器)が安値に手に入る為です。

使用する負荷機器は、本来なら使用する負荷機器の消費電力と使用時間で考えたいのですが、設置したパネル容量+チャージコントローラー容量+バッテリー容量で大まかに考察します。

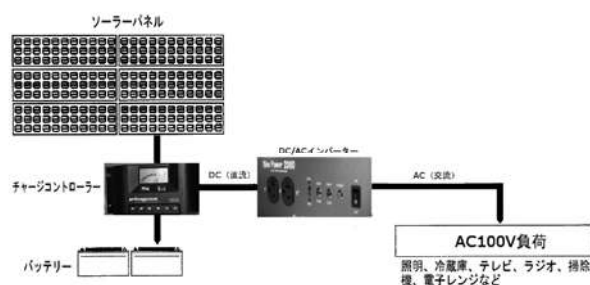


図 1. システム構成

(1) バッテリー

バッテリーに関しては以前から自動車用バッテリーを利用して幾度か小規模なシステムを組んでいましたが、バッテリーの特性の問題か思った通りの結果が得られないので、深放電にも耐えられる密閉型ディープサイクルバッテリーを採用しました。

バッテリーは、新品を入手する予定でしたがタイミングよくディープサイクルバッテリーの中古(使用済み?)をいただけることになり実験もかねて中古のバッテリーを使用することにしました。

ディープサイクルバッテリーをいただいた当初、バッテリー電圧がすべて 8V 以下のものでした。これでは「使えないかな?」と思いましたが、ソーラーパネルからショットキーダイオード経由にて晴天時に充電を数日間行っていたところ、ある程度は使えるまでに回復しました。

この為、本来なら新品同一規格同ブランド同ロットを使用するべきでしたが、今回は見送りました。

バッテリーは、容量を稼ぐために並列接続としまし

た。バッテリー容量は 1 個あたり 90Ah 程度と表記されています。これは 20 時間率の時の値です。容量の 1/20 の 4.5A の電流を負荷により消費すると出力電圧は 20 時間で 10.5V まで下がった、つまり 4.5A という出力だと 20 時間も耐えて放出する能力があるということです。ただし、10.5V に下がる前にインバーターの方でバッテリー保護の為にインバーターのスイッチが切れてしまいます(11V 程度)。バッテリーは、2010 年 9 月頃にいただいて約 1 年経過します。

※ 現在、2 個のバッテリーを並列に接続しているため、計算上では 180Ah となっています。



図 2. バッテリーの設置状況

(2) チャージコントローラー

バッテリーへの過充電と過放電をコントロールしてくれる機器です。

パネルの動作電流に対して機器を選択する必要があります。幾度かチャージコントローラーが壊れたため、途中から比較的評判の良い StecaPR3030 を使用しました。値段は高いですが、積算電流値 (Ah/D)、パネルからバッテリーへの充電電流 (A)、バッテリー電圧 (V) 等が表示されるため便利です。

最大 30A まで対応していますので、 $P=VI[W]=12[V] \times 30[A]$ で最大約 360W まで対応しています。パネルの W 数で考えるのではなく、どちらかというと最大動作電流 (Ah/D) で考える方が良いと思います (PWM 制御の為)。

バッテリーとチャージコントローラーは、出来るだけ太い市販のケーブル(最大 80A 程度)によって接続しました。



図 3. チャージコントローラーの設置状況

(3) インバーター

DC/AC インバーターは、カー用品店等に行けば比較的安値で入手出来ます。

照明器具等では特に問題にならないのですが、波形が疑似正弦波の為、モーターを使用した機器では唸り音が発生します。以前は、カー用品店に販売されていたインバーターを使用していたのですが、モーターを利用している扇風機等の唸り音に加えて容量が 300W と少ないため、思い切って正弦波 2000W クラスのインバーターを入手しました。

容量の大きな負荷機器が使えるのは良いのですが、問題は、待機時のアイドル電流が大きくなることです。インバーターからバッテリーへ繋がるケーブルには負荷機器 1000W 換算で 83A 近くの電流が流れます。発熱、電圧降下を考慮して、インバーターからバッテリーへと繋がるケーブルは、別途特注で注文しました。

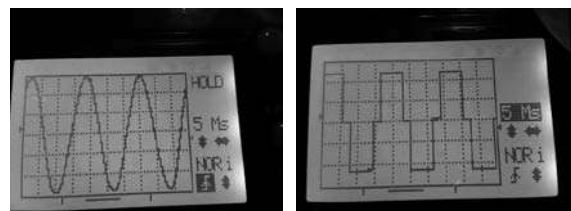


図 4. 波形の違い(左は正弦波, 右は矩形波)

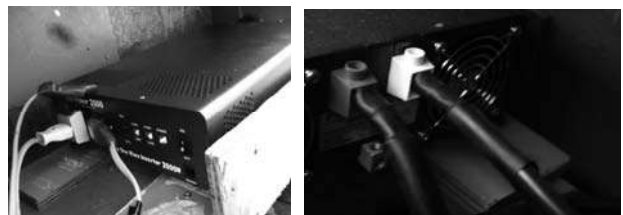


図 5. DC/AC インバーターとケーブル

(4) その他の材料

パネルからチャージコントローラーに接続する配線は、屋内配線用の VVF ケーブルを利用しました。許容電流は、VVF ケーブルでも問題ないのですが、真夏のパネルの温度は 60°C を超えるため規格外になってしまいます。この為、経年劣化が著しいと思われます(値段はお手頃なのですが)。

日々の積算電力を確認の為に、単相 2 線式の電力計を設置しました。



図 6. 電力計の設置

4. パネルの劣化具合

入手したソーラーパネルには、ネクストエナジー・アンド・リソース(株)にて性能検査を行った上で個別の性能評価票を添付して販売されています。

一応、確認の為に開放電圧、短絡電流を調べたところ、それなりに数値は出ていますので使用に関しては問題ないと考えています。いつも晴天時(日射強度が $1000\text{W}/\text{m}^2$)ということはないので、単純に「晴れていれば最大出力」ということはありません。パネルの表面温度、パネルの傾斜角によって変化します。

見た目の劣化具合は、経年劣化の為所々見受けられます。性能検査では、ソーラーパネルにもよりますが、劣化具合は新品時の $80\% \sim 60\%$ です。



図 7. 白濁したパネルと性能検査票

5. ソーラーパネルの設置

(1) 設置状況

ソーラーパネルの設置は、現在南面の日当たりの良いところに設置しています。小型ソーラーパネル(6~8kg)では比較的 1 人でも設置しやすいのですが、大型ソーラーパネル(10kg 以上)になると 1 人で設置するにはかなり大変でした。

今現在は、風圧に対する影響が少ない設置方法(ソーラーパネル面が水平)の為、冬時期の日射角度が低くなる場合、発電量にも影響してきます。

その他、一部架台は木材等を利用して劣化が避けられない為、今後改善したい所です。

ソーラーパネルからチャージコントローラーの接続に関しては、分岐点まで VVF ケーブルで接続して、分岐点からは市販のケーブル(最大 80A 程度)にて接続しました。

(2) パネルの容量

ソーラーパネルは、1 枚あたりの出力が大きい ND-150AN(公称最大出力電流 7.32A)を 1 枚、出力の小さい GL-133/M75(公称最大出力電流 2.07A)を 4 枚と、PSA100(公称最大出力電流 2A)を 2 枚使用しました(約 20A 、出力としては 240W)。

下の写真(図 8)には、他の種類のパネル等もありますが、現在では他の用途に使用しています。

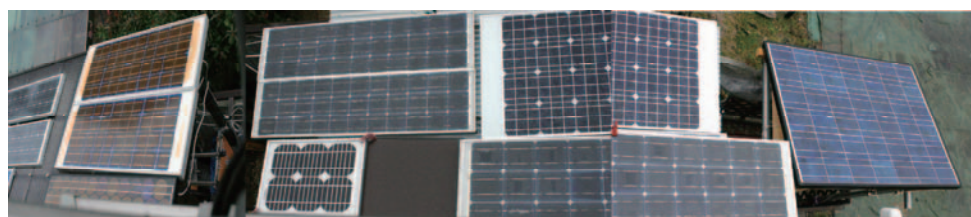


図 8. ソーラーパネル設置状況

ソーラーパネルの1日当たりの発電電流は、20[A] × 年平均日照時間 3.3[h] = 66[Ah/D]となります。このことから、条件の良いときで、1日あたり 66[Ah/D] × 12[V] = 792[Wh]程度の負荷に耐えられる事がわかります(100%バッテリーに蓄えられるとして効率は無視)。

6. 月々の発電量

月々の発電量をグラフにしました(図9)。W単位ではなく、チャージコントローラーの積算電流値(Ah/D)を記載しました。

夏場は順調に充電されていますが、日照時間の少なくなる季節には1日当たりの発電量が少なくなっています。7月(紫線)と11月(赤線)では、7月ピーク時の約半分程度の発電量となります。

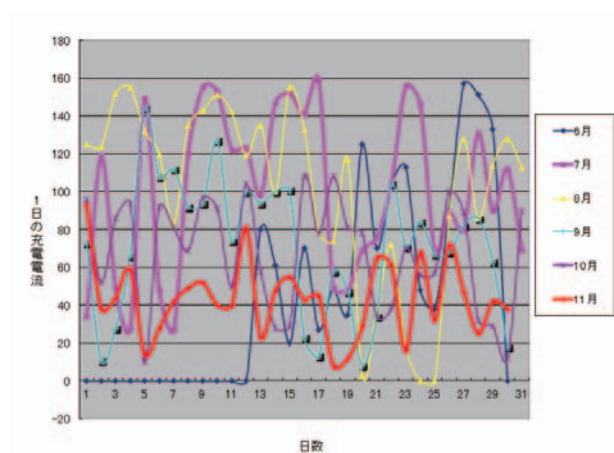


図9. 6月から11月までの発電量(※ 6月分データは途中から)

7. 使用してみた…

現在、直冷式の1ドア冷蔵庫(消費電力 80W)や液晶テレビ(40W)、一部照明等の負荷機器で利用しています。

夏場は、ほぼ問題なく1日平均 600(Wh)程度(朝から翌朝)の積算電力でも、インバーターのスイッチが切れることなく使用可能でした。

日照時間が短く日射強度の少ない10月～11月になると、1日平均 300(Wh)程度で深放電防止の為、インバーターのスイッチが切れるようになりました。これは、雨の連続や曇りの為、思ったように発電出来なかった為だと考えます。

今現在では、日中の電気料金が高めの為に「充電してから負荷機器を使用」する方法ではなく、「充電しながら負荷機器を使用する」為に、夜中にはあまり負荷機器を使用しません。しかし、24時間インバーターのスイッチは入ったままなので、この時のアイドル電流も無視出来ません。あと、インバーターの効率は約80%とされています。そのため、100Wの消費電力の負荷機器でも、実際はDC側で125W程度の消費電力になります。この為、発電された割には使える電力量は少なくなると考えられます。

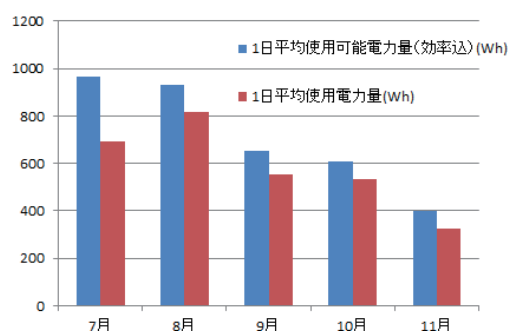


図10. 日平均使用可能電力量と平均使用量

8. 問題点

「バッテリーが劣化してきた？」

最初はいただいたバッテリーで順調に充電されていたのですが、チャージコントローラーのソーラーからバッテリーへ流れる充電電流を見ていると、ソーラーパネルの充電電流値よりかなり少なく表示されています。調べると、バッテリー電圧が 14.5V と表示され、これ以上充電出来ないように制御が効いているようでした。

色々バッテリーについて調べると、「バッテリー液面温度の関係」、または「深放電によりバッテリー電極に硫酸鉛が付着」して思ったように充電できない為ではないかと疑問が浮上してきました。

このチャージコントローラーの電圧の設定は、バッテリーの液温が 23℃のときの設定、1℃下がるごとに 0.06V の補正をしなければならなかったことがわかってきました。しかし、バルク電圧を上げる設定項目はありません。仕方なくこの方法は諦めました。

では、「硫酸鉛を取除くにはどうしたら良いか？」と

調べたら、

- ・ 添加剤等で防止する
- ・ パルス充電にて充電する

と、2通りの方法がありました。添加剤等は、密閉式のバッテリーなので試せませんが、パルス充電なら試せそうです。

また、バッテリーは独立型太陽光発電では高価なパーツなので、バッテリーの充放電サイクルを伸ばす為に、「過充電、過放電、大電流での使用」を避け、今後は、バッテリー容量に見合った放電電流と料金の安い夜間電力等を利用して「補充電」を考えたいです。

9. おわりに

今回は、ソーラーパネルはリサイクル品を利用しました。低価格で試してみるには、十分だと思います。

また、電源等を確保することが難しい山小屋等でも

使えるのではないかと考えています(コストは別として)。

再生可能なエネルギーとしてではなく、廃棄されるソーラーパネルの再利用も大事なことだと思います。今後、ソーラーパネルの劣化が懸念されますが、20年経過した現在でも、ソーラーパネルは実際に発電しています。

今現在このシステムは、実験をかねて稼働中です。今後、ソーラーパネルの架台の強化、四季を通して最適なパネル設置傾斜角等も考えたいと思います。今後、安定運用する為に、バッテリー状態の把握及びバッテリー電圧、電流の管理及び負荷機器の使用状態を把握することが重要と思われます。また、データロガー等を利用して、各機器のデータを詳細に記録したいと思います。

参考資料

- ・ 昭和シェル石油太陽電池ガイドブック