

自動追尾式太陽光発電システムの開発

○須恵 耕二, 大嶋 康敬, 松田 樹也, 寺村 浩徳

熊本大学工学部技術部

1. 背景

無尽蔵かつクリーンな太陽光エネルギーの活用に太陽光パネル設置が推進されている。熊本大学工学部でも幾つかの建屋上に太陽光パネルを設置しており、既に運用されている。しかし、太陽光パネルは固定されている為、太陽の移動に対して常に最大効率で発電出来ている訳ではない。そこで、太陽の位置を赤外線センサで判断して自動追尾する太陽光パネルを開発することにした。自動追尾式太陽光パネルは既に市販されているものもあって目新しくはないが、今回はマイコンを用いた装置開発の一連の技術を習得するグループ研修「ひまわりプロジェクト」として取り組んでいる。本稿では、装置構成と開発過程、現状と今後の予定等について報告する。

2. 構成

本システムの構成図を図1に示す。それぞれの構成部分の詳細は次のとおりである。

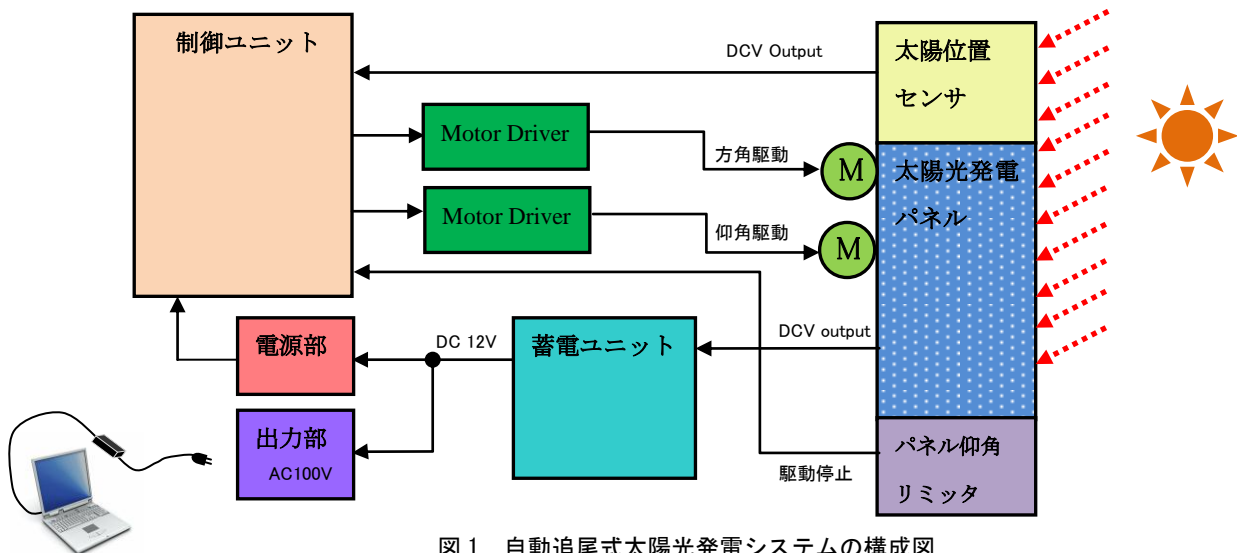


図1. 自動追尾式太陽光発電システムの構成図

① 制御ユニット Microchip Technology 社製マイクロコンピュータ PIC18F2520 を用いた制御回路をユニバーサル基板上に製作した(図2)。マイコンを回路に実装したままプログラムを書き込める ICSP¹ に対応している。

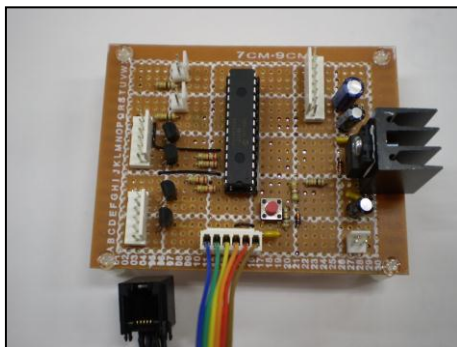


図2. 製作した制御回路

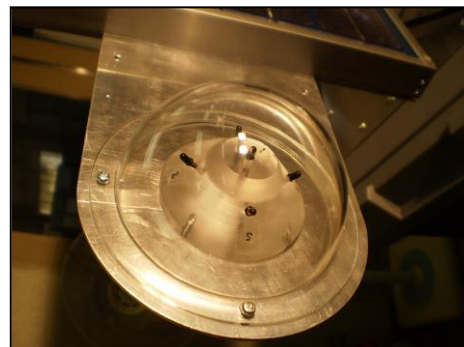


図3. 太陽位置センサ

¹ In Circuit Serial Programming

② **太陽位置センサ** 斜面角度 45 度のアクリル台座に、赤外線フォトトランジスタ PT380F を十字方向に 4 つ、台座上面に 1 つの合計 5 個配置し、太陽光パネルと同一面上に設置した支持板に固定している(図 3)。 PT380F は、光源に対して頭頂部が 45 度ずれると受光感度が 20%まで減衰する仕様である。 これを台形斜面に配置にすることにより、受光強度差で太陽の位置を判別できるようにした。 センサの出力電圧はマイコン内部の AD 変換モジュールによってデジタルデータ化され、判定条件のパラメータとしてプログラムに引き渡される。

③ **太陽光パネル** Goldmaster & Everstep Development Limited 製 TGM-1000 (出力定格 DC12V 1A)を 1 基搭載する。

但し、直射日光下では開放抵抗時に DC19V 以上とされており、より高い出力を期待出来る。

④ **駆動モータ部** シナノケンシ社製ステッピングモータ PMSA-U56D3 を、東阪電子機器社製ドライバ TD-B212U で駆動する。 今回の太陽光パネル及びバッテリーの定格が DC12V であることから、電源電圧 DC12V 対応の同ドライバを採用した。(DC12V 駆動の既製ドライバで TD-B212U のように安価なものは少ない。)

⑤ **パネル仰角リミッタ** マイクロスイッチをパネル支持材の前後面に 1 個ずつ配置。 回転したパネルがスイッチに当たると、モータ保護のため駆動を停止する。 スイッチ内部のチャタリング対策は、プログラム上で行う。

⑥ **蓄電ユニット** DC12V 1A の鉛蓄電池に phocos 社製充電コントローラ CM04-2.1 を組み込み、安定した充電を行う。

⑦ **電源部** モータ駆動系に DC12V、マイコンの電源電圧 VDD には 3 端子レギュレータで DC5V を供給する。

⑧ **出力部** 余剰電力を用いて DC/AC インバータを動作させ、AC100V を供給する。

3. 開発

装置開発を次の手順で進めた。

3.1 制御ユニット

フリーの回路図エディタである水魚堂オンライン² BSch3V で回路図を設計した(図 4)。 PIC18F2520 を C 言語で動作させるための開発環境には、Microchip 社が無償提供する MPLAB IDE v8.56 と C コンパイラ MPLAB C18 を組み合わせている[1]。 ICSP が可能な PIC³ライターである MPLAB ICD3 を繋いでプログラミングを行った [2]。

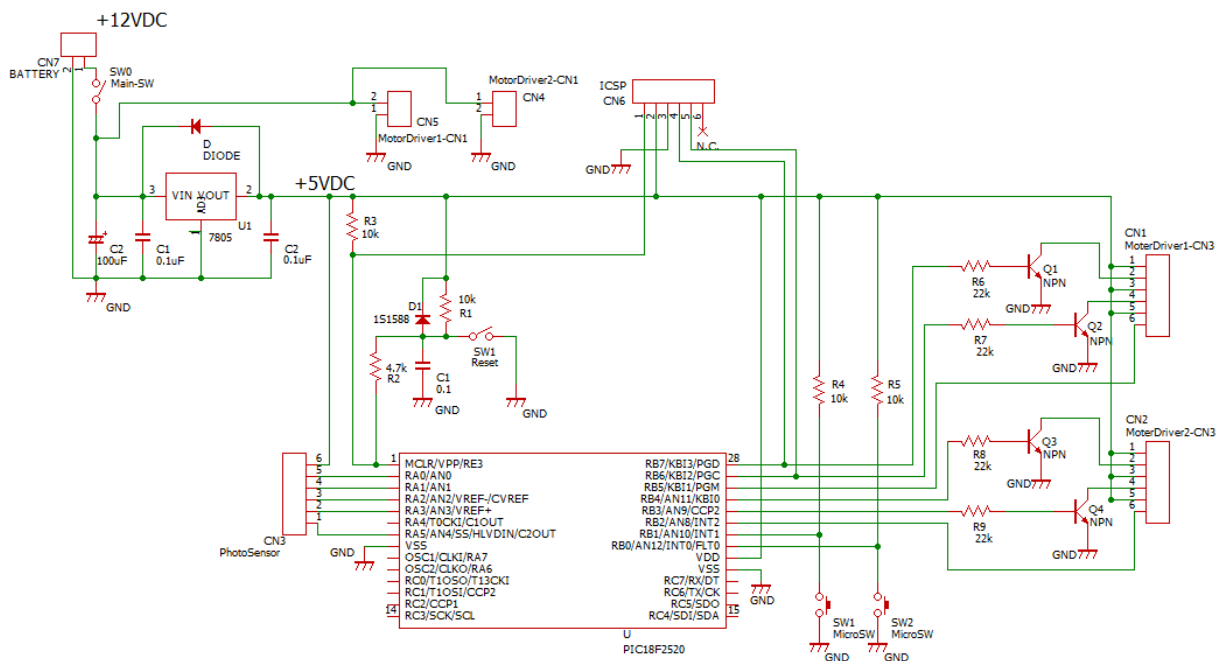


図 4. 自動追尾式太陽光発電システムの回路図

² <http://www.suigyodo.com/online/>

³ Peripheral Interface Controller

3.2 モーター駆動型太陽光パネル

装置全体を図5に示す。ルートプロ社製CADソフトRootPro®CAD Free Ver.5.20で回転機構各部を設計した(図6)。CAD初心者にも直観的で分かりやすく、今回のような部品設計に大変有用なソフトである。材質は厚さ15mmのアルミ板を用い、軽量化のため幾つかの穴をつける等の工夫を加えた。部品の切り出しは中央工場へ加工依頼した。駆動用モータはパネルの背面と、回転台座の下にそれぞれついており、パネルの可動範囲は垂直比で±約175°ずつ、水平方向には360°回転する。本体であるボックス内部には、コントローラやバッテリー類を収めている。



図5. 装置全体図

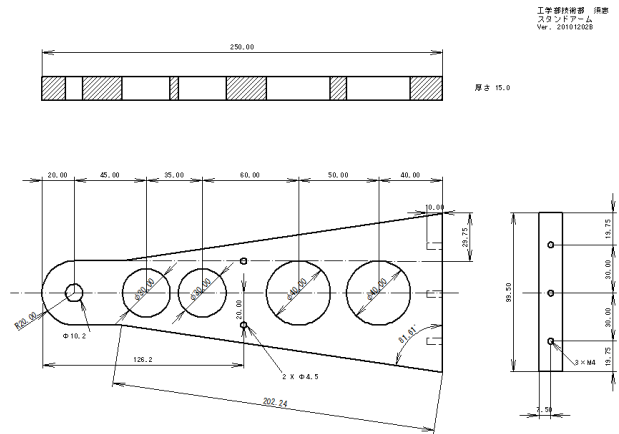


図6. CADによる部品設計

ちなみに、本システムは屋上等に常設(固定)することを想定しておらず、屋外への持ち出し電源を目指している。よって、常設の追尾パネルに見られる、日没後に東方向へ回転し日の出に備えるような初期位置復帰機能は持たせていない。これは、電源OFF中のパネル角度変動による位置ズレへの対応である。実パネル位置のフィードバック機能を持たないので、電源投入時にパネルを角度リミッタSWに一旦当てて位置を確認した後に水平まで戻し、太陽光センサを天球に正対させてから追尾に入るようプログラムしている。

4. 動作検証と考察

装置は本稿投稿時点でも製作・改良中であるが、幾つかの動作検証を行った。

4.1 太陽位置と太陽光パネル起電力の関係

太陽光パネルの起電力が太陽位置の変化によってどの程度影響を受けるのかを調べるため、直射日光下の室外で起電力を計測した。太陽高度35°の日中に、太陽光パネルの垂直線上に太陽を位置させた場合を角度差0°とし、パネルを10°ずつ傾斜させてしながら測定した結果を右に示す(図7)。

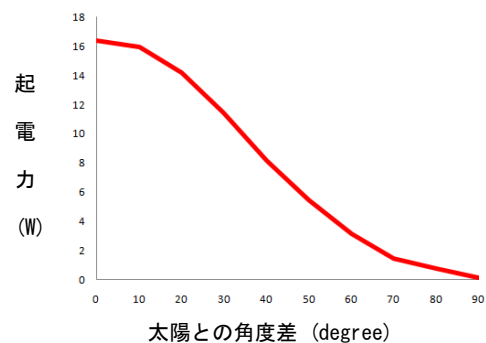


図7. 太陽光パネルの仰角と起電力

計測は、TAKASAGO社製電子負荷装置FK-200Lを使用し、最大発電電力をHIOKI社製の電力計3334により計測した。パネル角度が太陽から離れていくに従って起電力は減少していく。太陽をパネルが追尾すれば、角度差0°付近のピーク値を継続出来ることになり、追尾の有用性は明らかである。

4.2 太陽位置センサの感度検証

フォトトランジスタPTr-1, PTr-2, PTr-3を台座に配置し、太陽との角度差による出力電圧値の変化を計測した(図8)。隣接したPTr-1, PTr-2の出力は、PTr-1が横に23°程度傾いた時に強弱が逆転する。PTr-2の結果と合わせて見ると、各素子が4.5V以上を出力する角度範囲はおよそ45°であることになる。また、太陽がPTr-1に垂直な場合のPTr-2, PTr-3の出力は3.8V程度で同等であった。(太陽高度37°直射日光下で計測)

以上より、PTr-2, PTr-3の電圧が同等でありPTr-1の値が大きいという条件を維持するようにパネルを駆動すれば、太

陽を垂直方向に捉えることができるので、本装置の太陽位置センサとしての有効性が示された。なお、PT380F の仕様で触れた角度 45° で 20%程度という減衰は起きていない。これは、製品テスト環境の光源が太陽でないと考えられることや、太陽光が空気中で乱反射し、天空全体が明るいことに起因すると思われる。

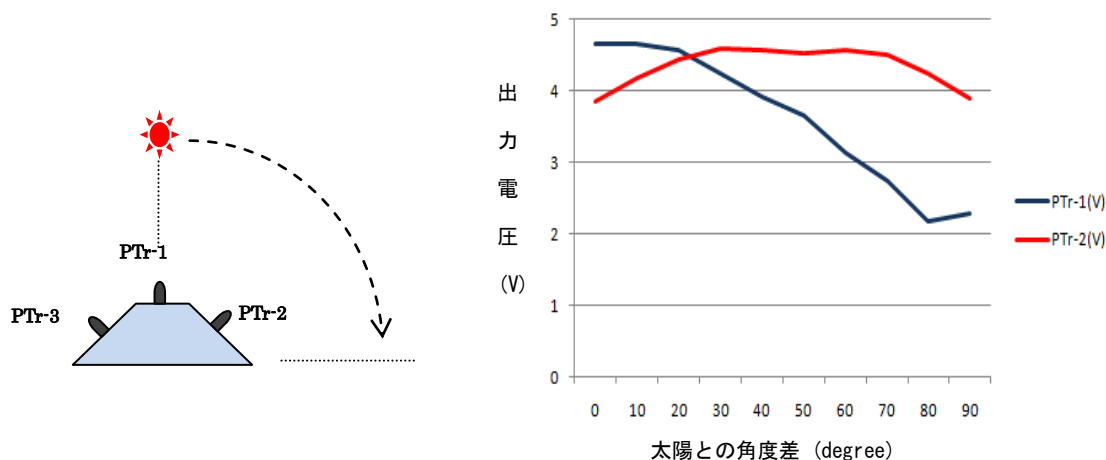


図 8. センサ台座の角度とセンサ出力電圧

5. 今後の予定

太陽自動追尾プログラムは現在開発中であり、発表時（ポスター）に展示とデモを行う予定である。また、電源として使用する場合、機器使用によるバッテリー上がりを防ぐに十分な充電が行えるかを検証する必要がある。最終的には、固定式パネルと自動追尾式との発電量の差に対し、製作に要した自動追尾システムのコスト検証をしたいと考えている。

6. 謝辞

本研究は、平成 22 年度熊本大学工学部奨励研究補助金の助成を受けて行っている。また、部品設計時の助言と高精度な加工をして頂いた工学部中央工場の技術職員各氏にこの場を借りて御礼申し上げたい。

7. 参考文献

- [1] 改訂版 電子工作のための PIC18F 本格活用ガイド
後閑 哲也, 技術評論社 ISBN978-4-7741-3449-9
- [2] 改訂版 C 言語による PIC プログラミング入門
後閑 哲也, 技術評論社 ISBN978-4-7741-3778-0