

課 題 情 報 シ ー ト

テ ー マ 名 :	太陽光追尾型発電装置の製作		
担当指導員名 :	高杉 泰裕	実施年度 :	25 年度
施 設 名 :	北海道職業能力開発大学校		
課 程 名 :	専門課程	訓練科名 :	電気エネルギー制御科
課題の区分 :	総合制作実習課題	学生数 :	1
		時間 :	12 単位 216 (h)

課 題 制 作 ・ 開 発 の ポ イ ン ト

【開発（制作）のポイント】

太陽光を追尾する装置としては、日の出・日の入りデータを利用した方式もありますが、この場合、事前にそのデータの収集・登録が必要となります。本製作では、小型の発電装置として、発電を行いたい場所に設置さえすれば、細かな設定をせずに誰でも簡単に利用することができる装置の開発を目標にしました。

そのため、本製作においては、光センサを利用してリアルタイムに太陽の位置を検出しながらパネルの姿勢制御を行う方式をすることにしました。

【訓練（指導）のポイント】

センサによる太陽の自動追尾を行っているので、事前にセンサや制御プログラムの知識習得が必要となります。また、パネルを水平・垂直方向に回転させる機械要素の製作も必要となることから、機械の設計や加工等の知識・技術も事前に習得させる必要があります。

本装置の製作では、どのような仕組みで太陽の位置を検出するのか、最初に学生が考えることからはじめました。その考えでよいのか正しく動作するのか予備実験を行い、思考錯誤を繰り返しながら、ときには仕様の変更をして製作を進めました。設計どおり動作したときには、学生にものづくりの楽しさや粘り強さの大切さを実感させることができました。

課 題 に 関 す る 問 い 合 わ せ 先

施 設 名 : 北海道職業能力開発大学校
 住 所 : 〒047-0292 北海道小樽市銭函 3 丁目 1 9 0 番地
 電話番号 : 0134-62-3553 (代表)
 施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/hokkaido/college/>

課 題 制 作 ・ 開 発 の 「 予 稿 」 お よ び 「 テ ー マ 設 定 シ ー ト 」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

太陽光自動追尾型発電装置の製作

1. はじめに

太陽光パネルは太陽光が当たる角度で発電量が
変わり、太陽光と垂直の状態が最も発電量が大き
い。しかし、一般住宅などに設置されている固定
式では太陽光と垂直な状態の時間が僅かであり、
常に太陽光とパネルが垂直な状態と比べ、発電量
が小さくなる。

以上を踏まえ、太陽光を自動で追尾して高い発電量を維持できる装置を製作することにした。

また、今回の製作で、機械の構造や制御プログラミングについての知識を深める。

2. 構成

太陽光追尾型発電装置を製作するにあたって装置全体の構成は以下のものとする。

まず、太陽の位置を太陽光検出部で検出し、制御ユニットで太陽光パネルを動かすためのステッピングモータを制御する。ステッピングモータは東西方向に動かす方角駆動モータと、上下方向に動かす仰角駆動モータの 2 台を使用する。また、制御ユニットは H8 マイコンを使用する。

太陽光パネルで発電された電力はバッテリーなどの蓄積ユニットに蓄えられ、そこから外部で使えるようにする出力部と、制御ユニットモータを動作させるための電源部へと供給する。

以上が全体の構成になっているが、本製作では図1の太線で囲まれた部分を対象とする。

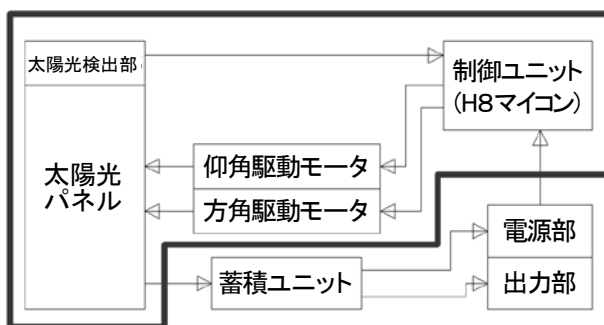


図 1 構成図

3. 装置の設計

装置の土台となる部分には可搬性を考慮して、ワゴンを使用する。上段には太陽光パネル、方角を調整する回転台、仰角駆動モータを設置する。下段には方角駆動モータ、制御ユニット、蓄積ユニット・電源部を設置する。(図2)

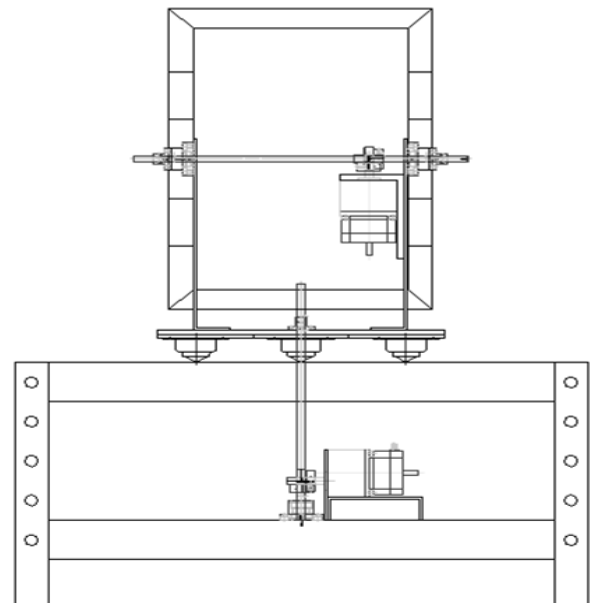


图 2 正面图

4. 太陽光検出部の製作

太陽光検出部を製作するにあたり、まず光センサで太陽がどの位置にあるかを検出する仕組みを考えることから始める。

光センサで太陽の位置を判断する仕組みとしては図3のように十字の仕切りで光センサを仕切る。

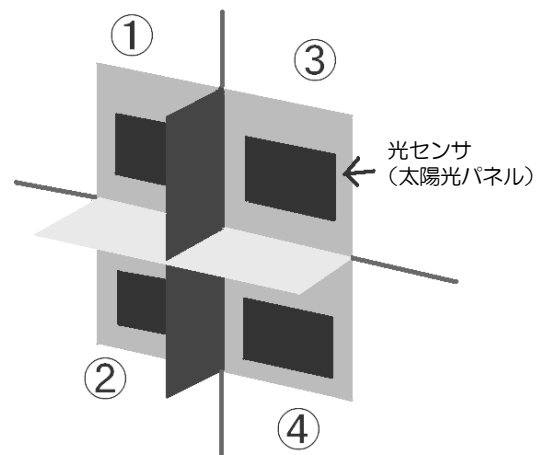


図 3 試作

太陽光を斜めから当てると影ができ、太陽光が当たっている光センサと影になっている光センサでは出力される電圧が異なる。電圧が高い方に太陽があると判断し、等しければ太陽が垂直にあると判断する仕組みである。

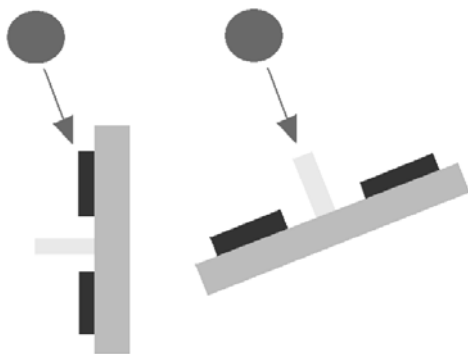


図4 太陽の位置の判断の仕組み

太陽光検出部を試作して各光センサの測定実験を行った。光センサ部分に小型のソーラーパネルを使用し、ライトを太陽光に見立てて垂直に光を当てた。各光センサの出力電圧を測定した結果を表1に示す。

測定結果からライトの光を垂直に当てても各光センサの値は等しくならなかった。原因として、十字の仕切りに反射した光が光センサに影響を与えたこと。そして各光センサの特性の違いが考えられる。

また、小型のソーラーパネルでは実際に太陽光検出部を製作した際に大きく場所をとり、設置するときに不具合が生じる可能性があるため、小さく製作できるように光センサ部分にフォトトランジスタを使用することにした。

表1 測定結果

	1回目	2回目	3回目
パネル1	2.01 [V]	1.90 [V]	1.94 [V]
パネル2	1.94 [V]	1.74 [V]	1.90 [V]
パネル3	2.04 [V]	1.97 [V]	1.95 [V]
パネル4	1.89 [V]	1.96 [V]	1.90 [V]

図6は、新たに製作した太陽光検出部である。

光センサは、光が当たる角度で出力される電圧が変化するので、図5のような台形(角度は45°)の台を製作することで、光センサの取り付け仕切りによる影響をなくした。

また、製作した太陽光検出部に対して垂直に光を当てたとき、光センサから検出される電圧を等しくするため、回路に半固定抵抗を組み込み、調整できるようにした。これにより半固定抵抗を組み込まなかったものより正確に太陽を追尾することができる。

光センサ (フォトトランジスタ)

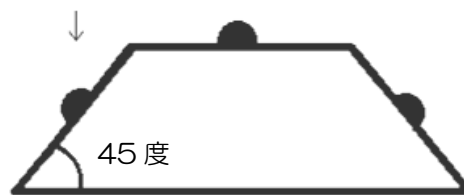


図5 台形の太陽光検出部

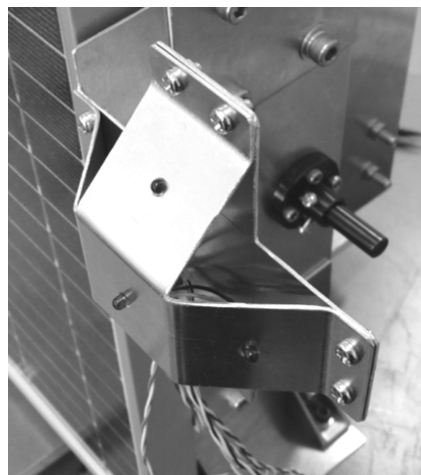


図6 製作した太陽光検出部

5. 装置の製作

装置については、太陽光パネルを仰角軸と垂直に取り付け、太陽光検出部は太陽光パネルを南向きに設置したとき東から上ってくる太陽が当たりやすいように太陽光パネルの右側に取り付ける。

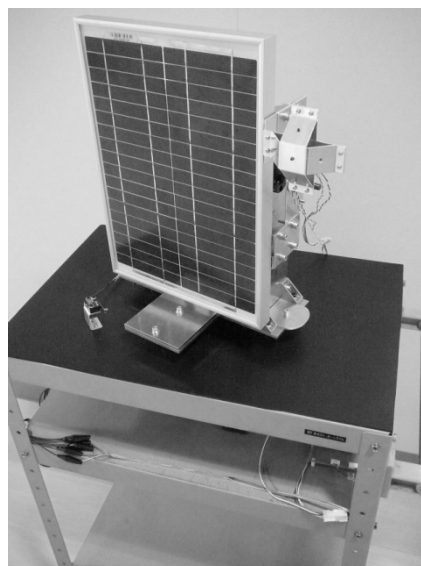


図7 製作した装置全体

また、方角駆動モータはワゴンの下段(図8)から方角軸で上段の太陽光パネルを動作させる。実際に動作させてみると太陽光パネルなどの重さ

に負けることなくスムーズに動き、正転・逆転を繰り返しても動作に問題がないことを確認した。

上段にゴムシートを敷いた理由としては、見た目の改善と台が回転した時のボールローラの音を軽減するためである。

下段は、方角駆動モータを中心に太陽光検出用基板やステッピングモータ制御用基板を設置する。また、図8のように新たに基板が必要になった時のために予備スペースを確保する。配線は台の端にまとめて配線する。

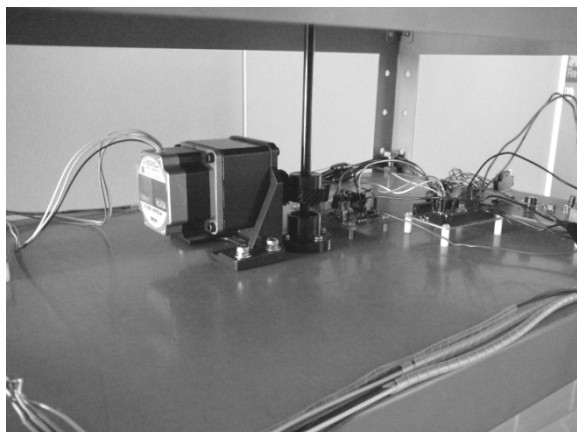


図8 ワゴン下段

太陽光パネルの最大回転角度は、銭函地区の夏至に合わせて決定した。北を 0° とした場合の日の出・日の入りの角度はそれぞれ約 55° となる。そして日の出・日の入りの角度を北側に 15° ゆとりを持たせた結果、太陽光パネルの回転角度は 280° となりそれに合わせてリミットスイッチを図9のように設置した。

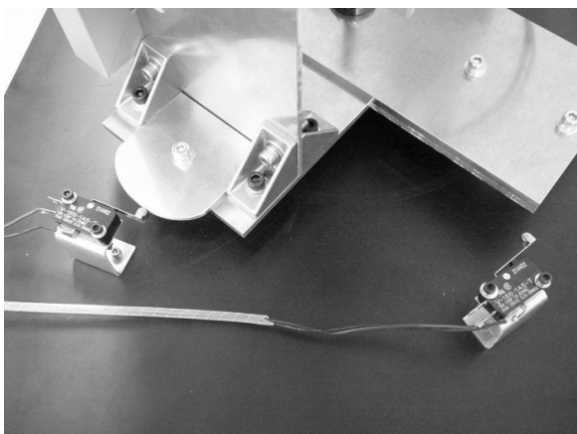


図9 リミットスイッチ

また、太陽光パネルを仰角方向に動かしてみたときに、仰角軸を支えている板が強度不足のため、ねじ歯車が回転した時仰角軸が左右に動いた。そ

のため、図10のように板の間にアルミフレームを挿入して板が歪まないようにした。

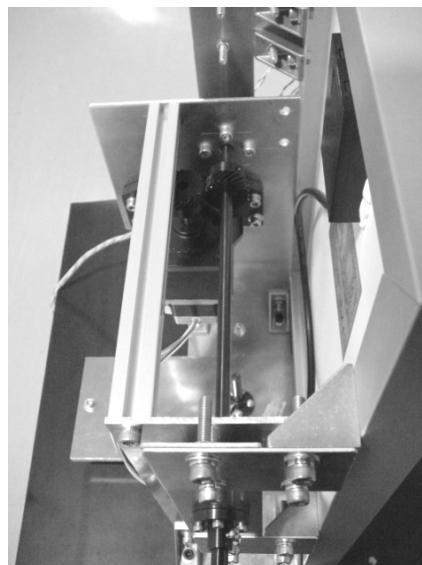


図10 太陽光パネルの裏側

6. 太陽光追尾の原理

東側の光センサと西側の光センサから出力電圧を比較し、東側>西側の場合は、東側の方向に回転する。東側<西側の場合は、西側の方向に回転する。そして両光センサの電圧が等しくなる位置で停止する。

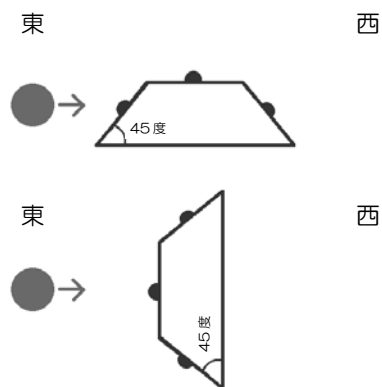


図11 太陽光追尾の原理

7. 制御プログラム

図12に制御のフローチャートを示す。制御の流れとしては、光センサ a、光センサ b から検出されるアナログ信号を A/D 変換でデジタル信号に変換する。変換した値を比較し、大きい値のほうにステッピングモータを回転させる。各光センサの値の差が許容電圧以下になったら停止させる。また、この動作を3秒ごとに繰り返すものとなっている。

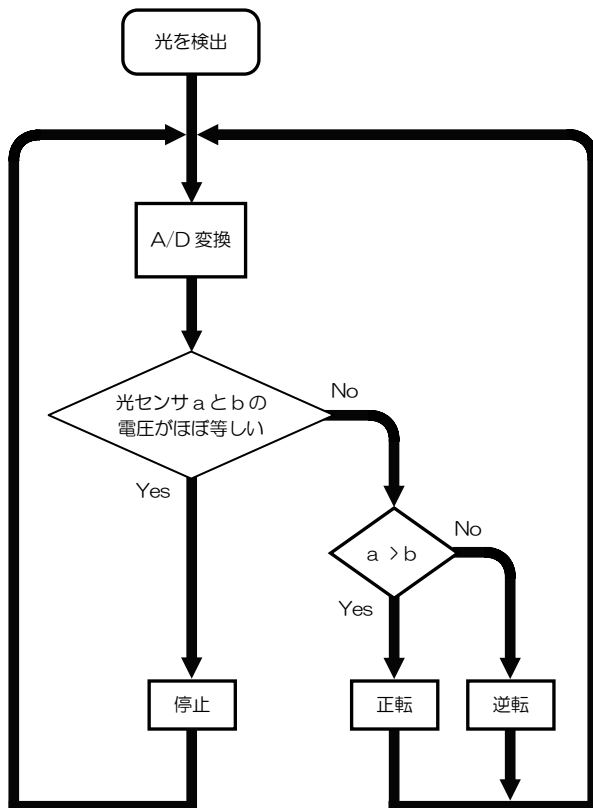


図12 フローチャート

8. 動作確認と問題点

製作した太陽光自動追尾発電装置を動作確認した。確認方法は、太陽光に見立てたライトの光を追尾させるというもので、方角駆動だけを確認した。

結果は、ライトの光の方向へ3秒ごとに回転しライトの光の方向で停止した。しかし、いくつかの問題点も確認できた。

ライトの光を追尾して各光センサの出力電圧の差が許容電圧以下になって停止したとき、手前で停止したり少し通り過ぎて停止したりと、太陽光パネルがライトの光と垂直ではなかった。これは、制御プログラムの許容電圧差の設定が大きかったことと、太陽光パネルの回転台が動いたとき惰性により瞬時に停止できなかったことが原因であると考えられる。

次に、太陽光パネルがライトの光を追尾してリモットスイッチがオンしたときは、停止しなければならないが、実際はすぐには停止せずそのまま通り過ぎた。これも惰性が原因だと考えられる。

その他、ライトの光を追尾して太陽光パネルが回転するとき、回転角度が大きいときと小さいときがあった。これは装置製作の時、技術不足から

方角軸が斜めについたことにより回転のしやすい場所としにくい場所が生じたことが原因と考えられる。

また、方角駆動モータが回転した際にねじ歯車によってベアリングホルダが持ち上げられ、それに伴い下段の板が浮かび上がった。これを防ぐためには、強度の高い板を下段に敷く必要がある。

9. まとめ

目的の自動追尾機能については、ライトの光であるが追尾できた。しかし、今回製作した仕様では太陽光以外の強い光が当たった場合、その方向に向いてしまう可能性がある。

今後の課題としては、太陽光とそれ以外の光の波長を判断する装置の取り付け、また、曇りの日では各光センサの電圧値の差が出にくく太陽光を追尾しないと考えられることから、現在の太陽光検出部の仕組みを考え直す必要があると推定される。

プログラムについて文献などを参考に基本的な動作はした。現在のプログラムは3秒ごとの動作を繰り返しているが、動作周期の再検討が必要である。そして、手動操作機能、太陽が沈んだことを確認すると自動で初期位置に戻る機能を追加すると実用化に一步近づくと考える。

謝辞

今回、総合制作の開始から本論文をまとめるまで、長期間にわたり終始親切なご指導とご鞭撻をいただいた先生に心より深く感謝します。ならびに、電気エネルギー制御科の先生方、装置組み立てなどの際にご協力いただいた同じ班の方々にお礼申し上げます。

【参考文献】

- ・横山直隆(2003)『C言語による H8 マイコン プログラミング入門』技術評論社
- ・カシオ計算機「日の出日の入り－高精度計算サイト」
<<http://keisan.casio.jp/exec/system/1184726771>>
(2013/11/15 アクセス)

課題実習「テーマ設定シート」

作成日： 月 日

科名：電気エネルギー制御科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		太陽光追尾型発電装置の製作	
担当教員		担当学生	
○電気エネルギー制御科			
課題実習の技能・技術習得目標			
電気エネルギー制御科において学習する教科目である「環境・エネルギー有効利用技術」に関する技術を総合的に身につけます。また、チーム内では情報の共有を行い、コミュニケーション能力を持った技術者を目指します。			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
太陽光発電の原理と各システム構成を理解し、与えられた仕様条件に必要な十分な容量の発電機、バッテリー、充電制御基板を選定し正しく組み立て配線を行います。最後に当初の仕様条件を満たしている事の検証実験を計画・実施します。これらを通して設計・製作・評価方法などを身につけます。また、チーム内では情報の共有を行い、コミュニケーション能力を持った技術者を目指します。			
実習テーマの特徴・概要			
太陽光発電の原理とシステム構成を理解します。そして、太陽の傾きによる発電量の減少を少なくし、より安定した電力を得るための太陽光追尾装置の設計・製作に取り組みます。			
No	取組目標		
①	実習テーマに取り組むために必要な技術要素を習得します。		
②	仕様決定→設計→製作→試験→評価をおこない、モノづくりに関する一連の流れについて経験します。		
③	材料、工具、機器及び、部品については、チェックリストを用いて厳密に管理します。		
④	報告・連絡・相談を怠らず作業に遅延を発生させないように取り組みます。		
⑤	「安全に動作させる」ことを目標に取り組みます。		
⑥	製作品の展示および発表会を行い、報告書を作成します。		
⑦	5 S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。		
⑧			
⑨			
⑩			