

固定設置あるいは牽引可能な太陽光発電システム車の設計・試作 —電気自動車の設計・試作—

電子機械工学専攻 小山紘樹, 重原章太郎, 藤井邦明
環境建設工学専攻 西木佑輔, 山本章人
指導教員 松崎良男

1. はじめに

1.1 エネルギー事情

近年、石油資源の枯渇と発展途上国の生産力増大に伴い、新たなエネルギー資源の需要が高まっている。安全かつ再生可能なエネルギー資源としては太陽光、風力などが考えられる。しかし、このような自然エネルギーの利用は、コストや安定供給の問題があるために導入するのが難しい。しかし、今後予想される石油資源価格の高騰、地球環境問題の面から考えて、自然エネルギーの利用促進を図っていかなくてはならない。図1はスペインに設置した太陽光発電によるエネルギーステーションを示す。エネルギーステーションの広さは約36haで、太陽電池敷設容量は13.8MWである。



図1 京セラの太陽光発電施設
「プランタ・ソーラー・デ・サラマンカ」¹⁾

1.2 河北潟干拓地

河北潟干拓地は海拔-2mに位置し、周囲5.2kmにわたって堤防に囲まれている。また、遊休農地として約33.8haという土地が残っている。この堤防と土地を図1で示したような太陽光発電で利用すれば、土地だけで約5,000世帯の使用電力をまかなえることになる。また、ソーラーパネルを堤防に1列に並べると仮定すれば、さらに約1200世帯分の使用電力確保が見込める。

1.3 ソーラーパネルの利点と欠点

太陽光発電システムは、ソーラーパネルを介して太陽光エネルギーを直接電力に変換する発電方式である。太陽光発電システムの利点は、エネルギー源が太陽光であるため、資源の枯渇、CO₂排出による地球汚染、地球の温室効果などの心配が要らないことである。一方、欠点は、発電コストが他発電方法の2~3倍と高いこと、発電効率が低いこと、発電が天候に左右され、特に夜間発電ができないことである。

2. 太陽光発電システム車

河北潟干拓地の遊休農地や堤防などを利用して、ソーラーパネルの設置、導入を考える。

その電力は、排水ポンプ、運搬車、外灯への利用が考えられ、河北潟および干拓地の将来を展望できる。

本演習では、試作が可能な太陽光発電システム車を選定した。その構成は、本体の電気自動車と固定設置あるいは牽引可能な発電システム車からなる。設計・試作に至るまで、次の手順を踏んだ。まず、(1) 太陽光発電の可能性を検討し、(2)ソーラーパネルの発電効率を計測した後、(3)ソーラーパネルから充電されたバッテリーを電源とする電気自動車を設計・試作した。

3. 設計・試作

3.1 ソーラーパネルの特性

太陽光発電の可能性を検討するため、表1に示す京セラ製 KC65TV のソーラーパネルの変換効率の測定を行った。

表1 京セラ製 KC65TV の仕様

システム電圧 [V]	公称最大動作電圧 [V]	公称最大動作電流 [A]	公称最大出力 [W]
12	17.4	3.75	65

変換効率は式(1)で求まる。

$$\text{変換効率}[\%] = \frac{\text{出力電力}[W]}{\text{太陽光エネルギー}[W]} \times 100 \text{A} \quad (1)$$

計測結果を図2に示す。

計測方法は、地面とパネル間の角度を0から90°まで5°きざみで変化させ、その都度電力を測定し、(1)式に代入し計算する手法をとった。

図2より、地面とパネル間の角度が45°までは効率が1%を下回ったが、それ以降は1%を超える結果となった。

本演習の試作予定車は移動式なので、実際は時間帯や天候により、効率の値に変動があると考えられる。

ソーラーパネルの一般的な変換効率は6~15%前後と言われている。今回の測定では天候の影響、また太陽エネルギーの算出方法を基準値で計算したため、あまりよい効率が得られなかったと考えられる。

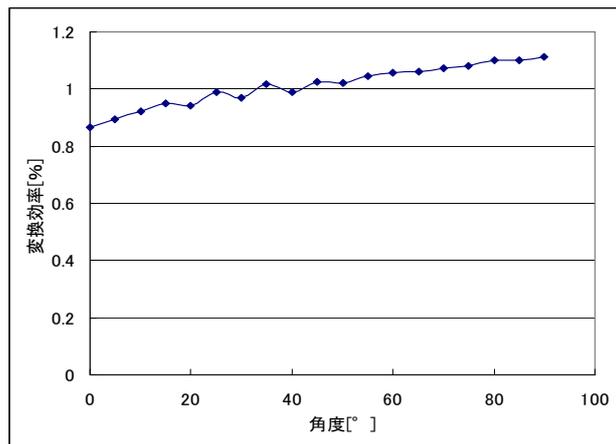


図2 ソーラーパネルの変換効率(曇り)

3.2 電気自動車の電気回路設計

ソーラーパネルから充電されたバッテリーを電源とする電気自動車には、表2で示す電気部品と図3で示す電気回路が必要である。

回路の動作は、①ソーラーパネルで太陽光を電気エネルギーに変換、②変換されたエネルギーをトラッカーで制御、③トラッカーで制御された最適なエネルギーで充電、④モーターの回転数等を制御、⑤スピードコントローラーに接続することにより手元でスピードの制御が可能、⑥以上の過程を経てモーターが駆動する。

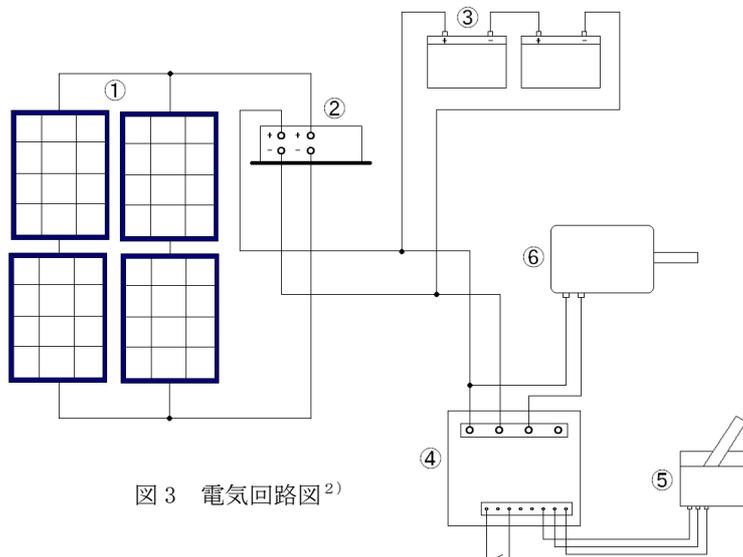


図3 電気回路図²⁾

表2 電気部品

部品番号	部品名	機能
①	ソーラーパネル KC65TV	システム電圧 12V のパネルを 2 直列、2 並列で接続し、充電を行う
②	トラッカー PT208LV	太陽電池とバッテリーの間に仲介し最適動作点をサーチして最大電流で充電を行うように動作する装置
③	バッテリー FS50B24R	12V ハイグレードバッテリー (150Ah) を 2 直列で使用し、電気システムを 24V で駆動させる
④	スピードコントローラー ICFW-24-050	モーター性能を最大限に引き出し、なおかつ保護する装置
⑤	スロットル PB-6S	自動車のアクセルに該当する装置
⑥	モーター BF2-040HI	小型、高トルク、高出力マグネット式 24V モーター (定格出力 : 0.4kW, 21A, 24V)

3.3 太陽光発電システム車の設計と試作

3.3.1 太陽光発電システム車の設計

太陽光発電システム車を図4のように設計した。この車は、本体の電気自動車と、固定設置あるいは牽引可能な発電システム車（以後リヤカーと呼ぶ）からなる。このように車体を電気自動車と荷台の二つに分離させたのは、それぞれの車体に別々の役割を持たせるためである。

電気自動車は基本的には荷台を引くためのものだが、大容量バッテリーを搭載しているので、バッテリーが充電された状態なら単独で電気自動車としても活用できる。バッテリーの持ち時間は(2)式³⁾で決まる。

$$\text{持ち時間}[h] = \frac{\text{バッテリーの電力容量}[VAh]}{\text{消費電力}[W]} \dots (2)$$

バッテリーの電力容量は24V×150Ahなので、モーターを定格の24V×21Aで運転し続けるとすれば、電気自動車単独でも7.14時間の連続運転が可能である。

荷台は荷物を積載するためのものだが、搭載したソーラーパネルによって電気自動車への電力供給の役割も兼ねている。また、荷台には直流電流を交流電流に変換するDCACコンバータを搭載しており、これを通してソーラーパネルで発電された直流電流は一般的な商用電源の100Vの交流電流に変換される。この機能により、電気自動車以外の電気機器にもコンセントを通して電源を供給することもできる。この荷台は、太陽光発電による野外電源としての役割も兼ねている。

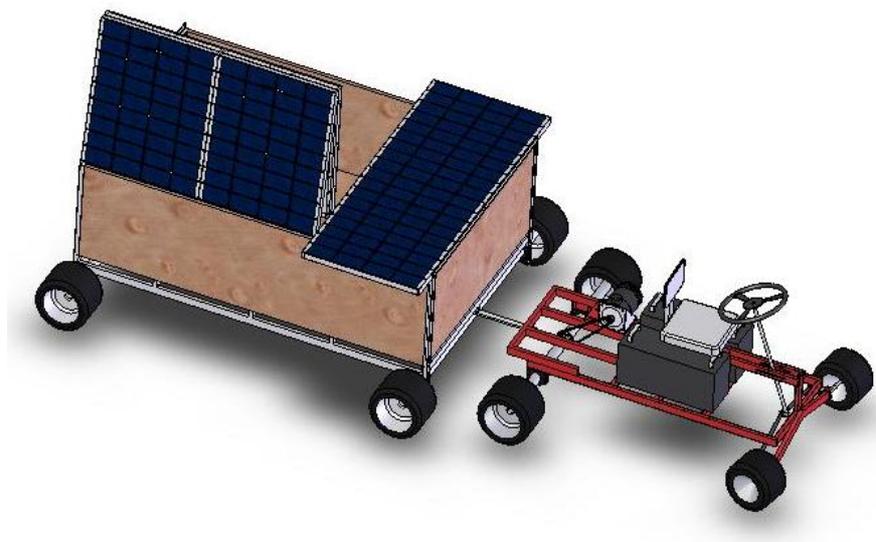


図4 3Dキャドで設計した太陽光発電システム車

3.3.2 電気自動車の製作

電気自動車に加工するベース車両として、レース用カートを使用することにした。カートは一人乗り用に設計されているため流用しやすい。今回、SUNTRAD というメーカーのEXTREME というカートのパーツを購入した。製作するに当たっての設計方針を表3に示し、実際に制作した電気自動車を図5に示す。



図5 実際に試作した電気自動車

表3 設計方針

設計箇所	設計方針
タイヤ	モーターのトルクが小さいので、タイヤの直径は小さいものを選んだ。また、タイヤの幅が広いので、砂利道やぬかるんだ水たまりでの安定性も高い。
プーリとベルト	モーターの動力を後輪に伝える機構として、タイミングベルトを選んだ。ベルトはチェーンのように注油の必要がなく、メンテナンス性がよい。またモーターの動力は小さいので、強度的にも十分である。最大時速が30km/hになるように、減速比は1/3とした。
フレーム	EXTREME のフレームにはバッテリーを搭載するスペースがなかったので、鉄の各パイプを切断・溶接して制作した。
ブレーキ	ブレーキはEXTREME の油圧式ディスクブレーキをそのまま流用し、後輪のシャフトに取り付けた

資料収集・部品発注・電気回路設計・車の構造設計を終え、実習工場で材料の切断・溶接・組み立て・ディスクブレーキやモーター設置箇所試作を行った。

4. 今後の予定

今後は試作した電気自動車の動作・性能の確認を行う。またリヤカーの試作とともに、ソーラーパネルの設置様式について検討する。また太陽光発電システム車において、性能試験および改善を行う。

参考文献

- 1) 京セラ株式会社ホームページ <http://www.kyocera.co.jp/news/2007/0902.html>
- 2) ツシマエレクトリックホームページ <http://www.tusima.co.jp/solarcar/guide.htm>
- 3) 株式会社ベイスンホームページ <http://www.baysun.net/>