

# ソーラーカーの開発と太陽エネルギーの測定

宮澤 弘二

Develop the solar car, measure solar energy

Kouji MIYAZAWA

## 1. はじめに

太陽エネルギーの利用方法には、熱利用と、光利用の二つがあるが、ここでは太陽電池を利用して、光利用の方法で実用化の方法を考案することを考えたのである。

太陽電池の実用化は、民間レベルでは、経済産業省などが中心になって、推進されてきている。学校教育では、まだまだ実用化の取組みが遅く、一部の工業高校をのぞいては、ほとんどまだ取り扱っていないのが実情である。ただし、太陽電池のセットが市販されており、これらを用いて教材化されているものがある。例えばミニの電動車や、モーターに接続しておもちゃの扇風機を回転させたり、メリーゴーランドを作動させるものなどがある。

最近になって一般的に普及しているものでは、太陽電池のパネルを自動車のバッテリーに接続し、充電することにより夏期の車内の冷房用に用いられるものが市販されてきた。また、自転車に小型の太陽電池のパネルを搭載して、バッテリーに充電しながら作動力の軽減化をはかるものが市販されてきている。

ここでは次に掲げる項目を今回の実用化の目標として、太陽電池による電動車の開発を進めたのである。

## I. 太陽電池による電動車開発のための目標

- ①一般道路でも走ることができて、道路交通法に違反しない。
- ②クリーンなエネルギーで環境に優しいこと。
- ③高齢者や、身体障害者にとって、電動車を利用することにより、安全で、生活空間が拡大できる。
- ④太陽エネルギー利用の学校教材になる。
- ⑤低コストで、簡単に作成可能である。
- ⑥一年を通じて利用可能なものにする。

しかし、実際に走ることの出来る状態にするためには上記の項目をすべて整えることは難しく、作成の段階で次のような問題点に気付いた。

## II. 作製段階における問題点

- ①太陽電池のみで、天候の晴雨に関係なく、運転することは不可能である。そのためにはバッテリーに充電し、最高走行速度を8 km/hまでは、バッテリーの充電によって走行可能とする。
  - ②道路交通法違反にならないために、電動車の大きさに制限があり、太陽電池パネルを搭載する数量に限界がある。そのために、電圧、電流の最大出力が制限されてしまう。
  - ③急発進、急減速しないための速度コントロールをするために、電圧、電流の制御装置を電気回路として、設定しなければならない。
  - ④誰もが運転できるためには、太陽電池のパネルの搭載する高さを、ある程度の高さにしなければならない。電動車の操行中の安定を計ると、電動車の高さを1.80m以上にすると危険である。
  - ⑤一般道路は、自転車と同じで、速度制限があり、最高速度が、8 km/h以上にならないようにする。
  - ⑥冬季のように太陽高度が低い時には、充電時間を長くしなければならない。
  - ⑦太陽電池を搭載するために、車両重量が増加する。アルミ製の角材を用いて、できるだけ重量の負荷を制限した。
  - ⑧電動車は、特別に作製せず、上記の問題点を解決できる既成の電動車を改良する。
- 以上のように問題が山積しているが、すべての問題を100%解決することは、不可能なのであるから、多少の無理があっても、太陽電池によって走行できることを目標に製作に取りかかった。製作に当たって次のようなプログラムでのぞんだのである。

## III. 作製までのプログラム

- ①太陽光のエネルギーを太陽電池によって、取り込み、このエネルギーをバッテリーに充電する方式で、走行させることを第一の段階とする。
- ②太陽高度にあわせて、太陽電池のパネルが作動できるように工夫する。
- ③四季を通じて、太陽高度と太陽電池によるエネルギー量との関係を測定し、バッテリーに頼らないで、最低太陽電池のみで走行できる出力を測定する。
- ④充電システムは、過充電にならないように電気回路を設定する。
- ⑤バッテリーの耐用度を考慮したとき、夏期の日照量の多い時に、高電流にならないように配慮し、制御装置を設定する。
- ⑥走行中の電圧、電流の測定ができるように設定し、作動中の出力を測定する装置を設定する。
- ⑦走行可能な出力電圧と電流を求めて、それに必要な太陽電池のパネルを搭載する。
- ⑧走行中の安全性を保持するためにどんな設計が必要か、特に、急ハンドルによる回転、坂道における安全性を最大限まで調査し、風による強度や、転倒の危険を防止する方法を講じて、作製する。

ただし、②の太陽高度にあわせて、太陽電池のパネルが作動することは走行中の安全性を追求すると、不可能であることが分かった。また、バッテリーへの過充電にならないための方策として、電気回路にダイオードを挿入することで解決を計った。ただし、できるだけ他の項目については、考慮し作製を進めたのである。

## 2. 開発方法と実用化

前述したように既成のサンデン電動三輪車の春風を改造することで、開発し、実用化することが、低コストで、しかも、短期に簡単に作製することができる見通しがついたのである。下記に掲げる手法で製作に取り組んだのである。

- I. 主要諸元
- II. 外部配線図
- III. 伝動機構図
- IV. 太陽電池パネルのモジュール
- V. 太陽電池の搭載方法

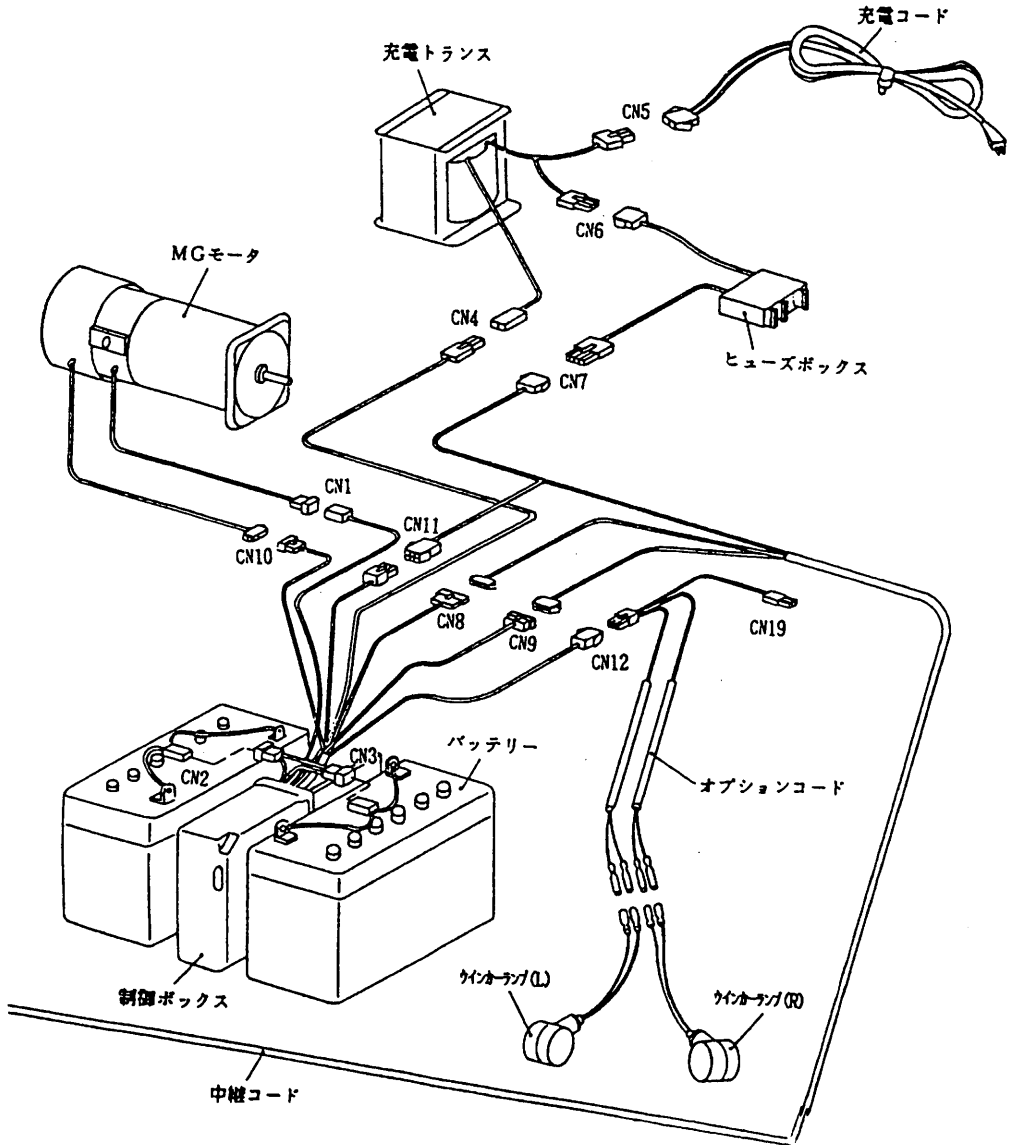
などについて実用化に向けて設計したのである。これらの詳細については下記に項目ごとに解説すると

### I. 電動車の主要諸元 (サンデン電動三輪車 春風 製造元 サンデン電気KK TEL. (03) 3833-1221)

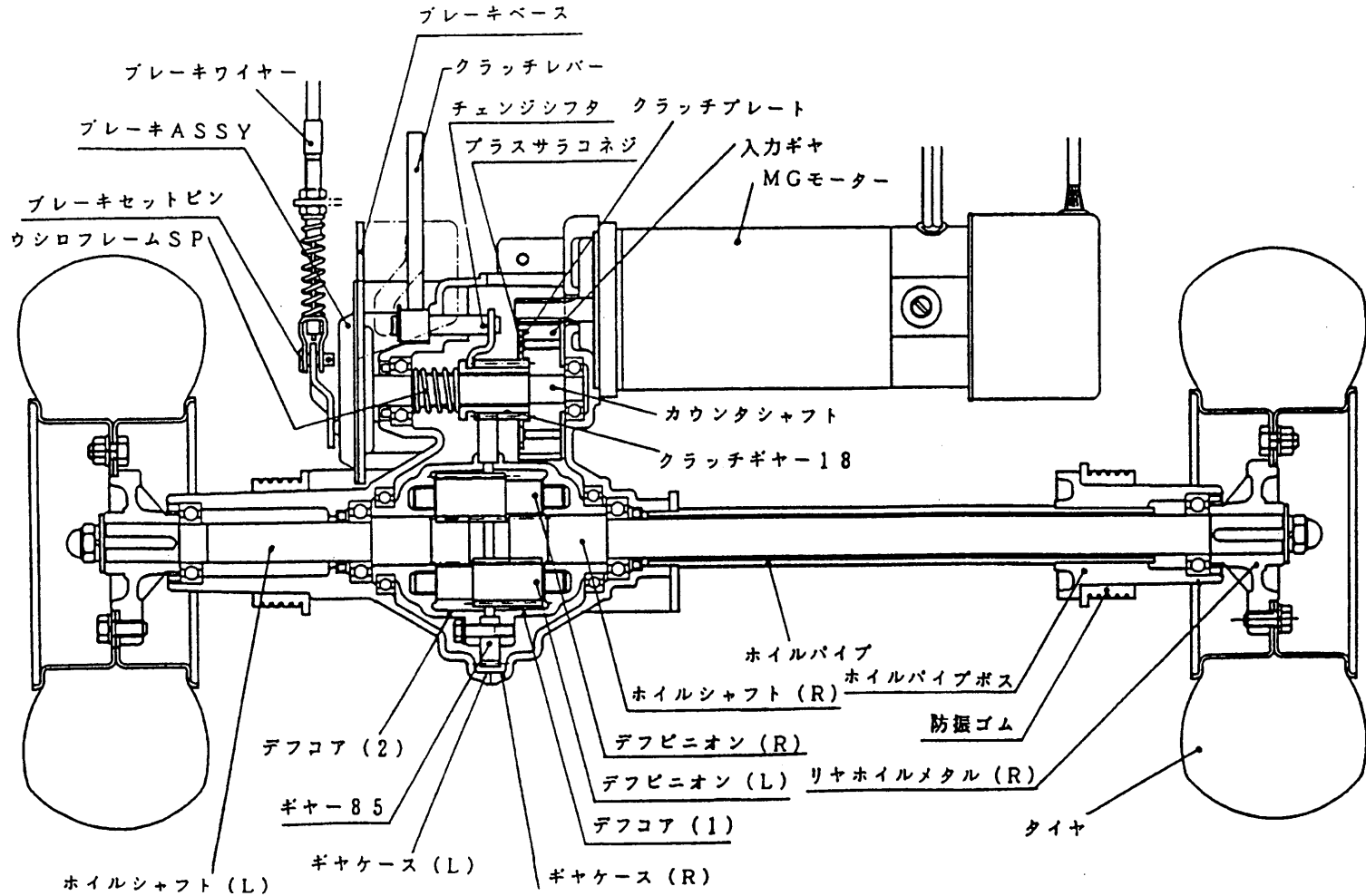
寸法 (全長×全幅×全高) (cm)	119.8×70.0×98.5
本体重量 (バッテリーを含む総重量) (kg)	63
車輪 前 1輪	3.00-4
後 2輪	3.00-5
駆動方式	後2輪駆動 (デフ式)
制動方式	モーター発電制動・電磁ブレーキ・内拵手動ブレーキ
操舵方式	ループハンドルによる前輪操舵
制御方式	アクセルレバーによる無段階速度制御
バッテリー	12V×3.5A×2個
モーター	24V・300W 1個
ヘッドライト	24V・20W
充電器	マイコン自動充電機能内蔵
走行性能 (最高速度 km/h)	前進 高速6.0 中速4.5 低速2.0
	後進 高速3.0 中速2.2 低速1.0
登坂力 最大登坂力	14°
実用登坂力	8°
段差乗越高 (cm)	7.0
最小回転半径 (cm)	125
連続走行時間 (バッテリーが満充電)	6 h
使用温度範囲 (°C)	-10~45

## II. 外部配線図

下図に示した通りであり、接続方法は可離方式をとり、プラグ端子などを用いてある。制御ボックスには、マイコン自動充電機能が内蔵してある。



III. 伝導機構図 サンデン電動三輪車 商品名 春風ST-801を使用



#### IV. 太陽電池パネルモジュール

下記の表に示したように、標準価格として市販されている。使用目的に合わせて選択し利用することができる。この太陽電池の特長は下記に掲げる項目である。

アルミ基盤に特殊ラミネート積層工法により

- ①耐熱性、放熱性、に優れているので太陽電池の半導体部分を破壊することがない。
- ②耐候性、防水性、があり、雨天などに関係なく使用可能である。
- ③衝撃性、取り付け加工性に対しても強く、目的にあったモジュールを選択できる。

標準価格表		
屋外設置ガラスモジュール		
型番	最大出力 (W)	標準価格 (円)
1) GL136	53	106,000
2) GL133	48.5	97,000
3) GL130	43	86,000
4) GL234	24	56,500
5) GL230	22	49,000
6) GL434	12	31,000
7) GL833-TF	5.4	17,000
8) GL1633-TF	2.7	12,000
9) GL618	4.3	15,000
10) GM1618MF	1.4	8,200
携帯用中型モジュール		
型番	最大出力 (W)	標準価格 (円)
1) BL-832	11	30,000
2) BI-432	54	44,000

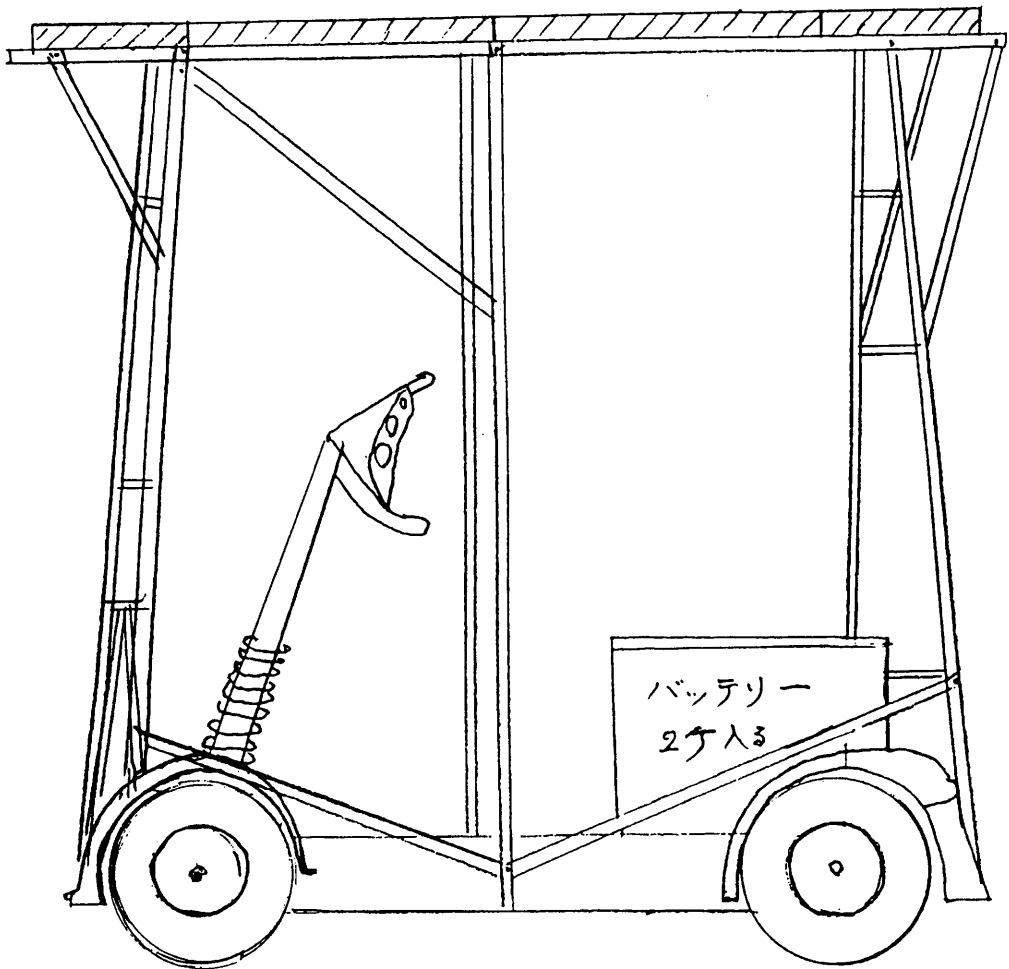
上記のうち屋外設置型のガラスモジュールのGL133と、GL230を2枚ずつ用いた。後述する搭載方法に適用できるものである。最大出力は141Wであり、モーターの最大出力は300Wであるが、141Wで低速であれば、十分に太陽電池のみで稼働することができることが判明した。よって、太陽高度が高いときには、太陽電池のみで走行可能であり、また、バッテリーを併用しているので充電しながら走行することもできる。モーターが直流モーターであるため電流がある程度、高電流にすると稼働力が強いことも推論できる。

#### V. 太陽電池の搭載方法

下図に示したようにアルミの角材を用いて、下記に掲げる項目に留意して、搭載するための支柱を製作をした。

- ①設計図にしたがって、アルミ材と、電動車の底面積から考えて、搭載できる太陽電池のパネルの搭載数は4枚を限度にする。
- ②電動車の車幅よりできるだけ飛び出ないために（道路交通法違反にならないように）太陽電池を搭載しても横幅100cm、前後の長さ175cm、車高150cm以内で製作する。

- ③ 電動車が走行可能な最低速度は、低速走行時の1.0km/hであることがわかり、この時の電力、出力は24V120Wである。これを越える出力の太陽電池を搭載しなければならない。
- ④ 前述した安全性と乗車可能な空間を確保するために、アルミ材による支柱の数は最低6本必要である。搭載する太陽電池のパネルの重量は、できるだけ小さくして4枚までとして安定性を計ったのである。



### 3. 太陽電池による太陽エネルギーの測定

季節によって太陽高度が異なるので、月別による太陽の光エネルギーがどのように変化するかを、太陽電池の出力によって、測定した。また、1日の時間経過によっても、当然、太陽高度は変化するので時間別に測定したのである。下記に掲げた表は、その測定結果である。ただし、雨天時、曇天時は避けて、晴天時の状態で測定した。

①月別の太陽エネルギーの測定量 1994.5月～1995.2月までの晴天時の平均値

測定に使用した太陽電池型 GL133型 最大出力48.5W (屋外設置型ガラスモジュール)



月	南中高度	出力 (W)
5	62.3	42.5
6	76.5	48.5
7	70.5	45.5
8	64.5	43.0
9	53.0	40.0
10	45.7	39.0
11	40.5	36.5
12	37.2	35.5
1	45.0	38.5
2	49.3	39.0

② 6月、9月、12月における1日の時間別太陽エネルギーの測定

測定中、太陽に雲がかかったときは測定からはずし、晴天時のときに限り資料とし、平均値で求めた。

時刻	6月の出力 (W)	9月の出力 (W)	12月の出力 (W)
10時	39.5	32.5	28.0
11時	46.0	38.0	30.0
12時	48.5	40.0	35.5
13時	47.5	37.5	31.5
14時	40.0	34.5	30.0
15時	38.5	30.0	27.0
16時	35.5	29.5	24.5

以上の測定から次のような考察を得ることができた。

**考 察**

- (1) 周年通して太陽電池のみで走行することは、太陽電池パネルを4枚では、無理があり8枚以上にしなければならない。
- (2) 季節の変化によって、太陽高度が変化するだけでなく、1日の時間の経過でも、太陽高度が変化するので、午前、午後の早い時間や、遅い時間では出力不足になる。
- (3) 晴天時間に限り測定したものであるから、雨天時、曇天時間はやはり、出力不足になることがある。



(4) 以上の考察から、太陽電池のみで、いかなる場合も走行させるためには無理があることが判明した。したがって、バッテリーの併用を考えたのである。

#### 4. まとめ

太陽電池のみで走行できた時は、感激したのである。しかし、太陽高度が低くなるとバッテリーを併用せざる得ない状態であったので、製作の段階でバッテリー併用式にしてプログラムを作成していったのである。

実際に授業時間に屋外で、完成した電動車を、走行させたときには生徒は感心し、拍手が起こったのである。環境教育や、太陽のエネルギーの展開の導入として、最初に生徒が乗車し、運転することは、生徒に印象を強く与えることができる。今後の問題として、先に上げた問題点を改善していかなければならないが、現状では、技術的にはどこの学校でも作製することはできると考えられる。しかし、予算面でまだまだ、太陽電池のコストが高いので予算の裏付けがあれば製作可能である。

未来のエネルギーは太陽に依存していかなければならないことを強調して、太陽電池による電動車の開発に取り組んで来た次第である。

#### 参考文献

- 1) 『エネルギーキンコンカン』 エネルギー教育情報センター発刊 拙者 編集委員
- 2) 電気工学ハンドブック 日本電気学会編 オーム社
- 3) パソコンで学ぶ『基礎電気回路』 三谷 政昭 森北出版株式会社
- 4) マグローヒル・科学技術用語大辞典 日刊工業新聞社

#### 資料提供

サンデン株式会社

サンデン販売株式会社 本社 TEL (03) 3833-1221