

ソーラーサイクルの試作について

山崎 保輔・杉 沢 久 雄
淡 路 慎 吾*・伊 藤 幸 雄*

Trial Framing a Solar Bicycle

Yasusuke YAMAZAKI, Hisao SUGISAWA
Shingo AWAJI, Yukio ITO

(1994年 8月22日受理)

In Ogata Village solar bicycle race was opened in 1994. A solar bicycle framing was prepared for the race. 45 watt solar cells was mounted on the roof and the power is stored to Ni-Cd batteries. Power of the motor equipped with bicycle is 50 watt. The mean speed was about 6~7 km/H through test running.

1. 諸 言

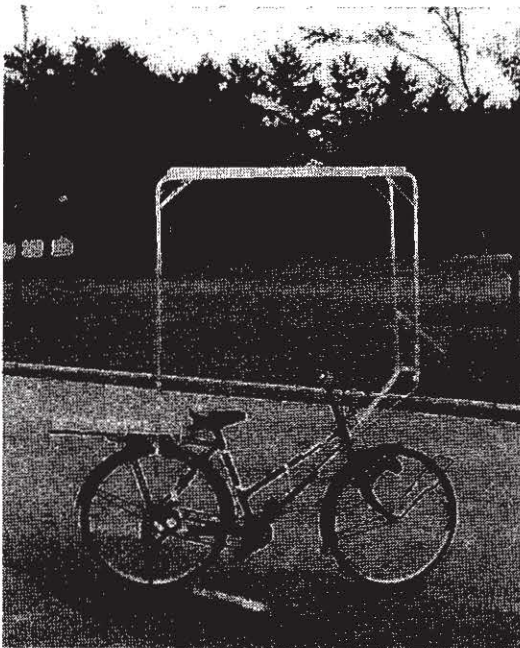
太陽エネルギーを電力に変換し動力として取り出す典型例はソーラーカーであるが、大瀧村ではそのレースも行なわれている。平成6年7月にはソーラーバイスクルレースも加わって行なわれた。ソーラーバイスクルはカーに比べ製作費用、並びにその容易さも加わってレース出場も可能であろうとの判断から卒業研究として製作を試みたものである。

製作費用は約20万円と見積ると同時に実用的観点には把われず、「組立て、走行」のみを目的とした。写真〔1〕に完成した試作自転車を示す。

2. 製作計画

(a) 自転車の選定と走行動力について

タイヤ径26インチ、前後ブレーキは各々キャリパ型、ドラム型でチェーン駆動方式の通学等に用いられる普通のタイプである。尚、変速装置は装備されておらず、ブリヂストン社製である。製作に入る前に、この自転車を用いて、各々の走行速度に対する動力測定を行なった。測定方法は10 m 区間を走行するのに要する時間と、その区間に於けるバネ秤りによる引張り力測定によるものである。人手によりケン引するため速度大になるにつれ、測定が不安定、困難になるので、算出された動力値は目安程度のものであ



写真〔1〕

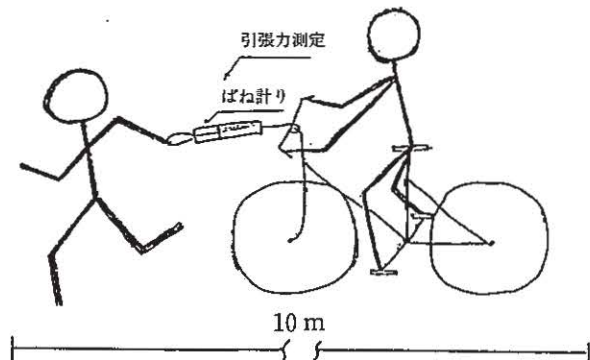


Fig. 1 動力測定

*本校卒業生

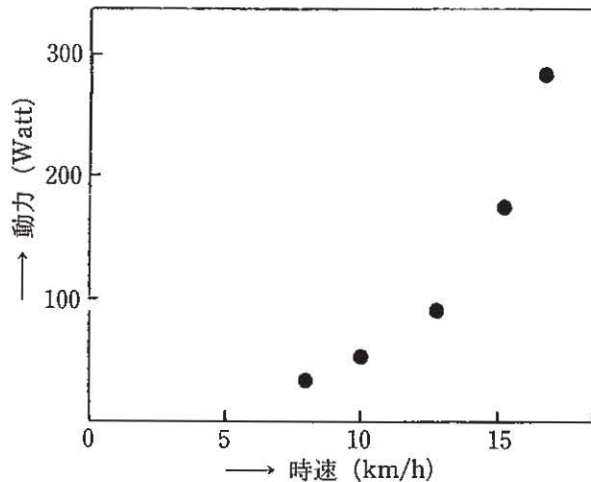


Fig. 2 走行に要求される動力

る。その方法、結果を Fig. 1, 2 に示す。

Fig. 2 に示す結果をみると速度増加と共に 2 次曲線的に必要動力が増加するが時速 15 km で 200 W 程度で、以後その値の増加が激しい。引張力測定全体に渡って感じられた事は、5 ~ 12 km/H までは割合その読取りは安定、信頼度が高い様であった。以降の速度に対しては、平均的な読みが不可能で、その読取りが最大値に片寄る傾向があった。

ソーラーバイクに関する資料、製作経験者等の検討結果によると、動力走行の場合、時速 10 km ~ 15 km 程度の速度に対してはモーターの定格出力を 80 Watt ~ 100 Watt の範囲で把えて置けば、先の速度は得られそうに判断出来る。この検討からは Fig. 1 の試験法による結果は多少動力値が大きめな傾向はあるが、モーター選定等に関し、判定値として扱える様である。

(b) 太陽電池の選定ならびに性能について

本機の製作にあたり、自転車走行能力は人の踏力と電力の二種に頼る計画をたてた。走行速度を初めから決定する事は困難と思われたので、人力、電力の総計を 100 W 程度と動力の見積りからパネルの能力を約半分の 45 W とした。太陽パネルはシャープ K.K. の形名「NT 1 3 1」を選択その性能等を以下に示す。Fig. 3 はその写真である。

構造について

セル構成：φ100 mm (全円)、セル数：36枚
寸法 (mm)：970×430×35、重量 (kg)：5.2

電気的特性について

適用電圧 (V)：12、最適動作電圧 (V)：17.3
最適動作電流 (A)：2.68、最大出力 (W)：46.3

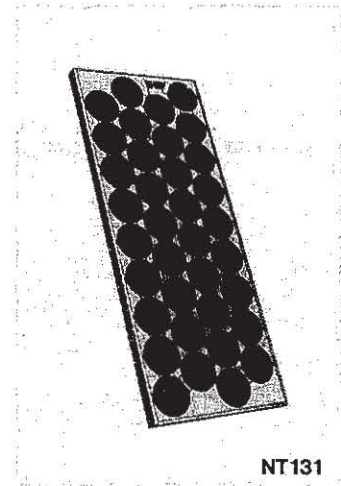


Fig. 3 パネル NT131

(c) 蓄電池の選定とその能力について

太陽パネルで発生した電力を直接駆動部へ導く方法は、太陽エネルギーそのもので走行させる単純な面白味は感じられるが、本製作では安定した走行計画にもとづき、太陽→パネル→電力→蓄電の方法をとった。次に使用した蓄電池性能等を示す。尚、形式は松下電器産業 K.K 製の充電式ニッケルカドミウム電池で一個の発生電圧 1.2 V、1,800 mAH の容量を有し、単 1 型サイズのものである。

(d) 駆動モーターの選定ならびに性能等について

前もって考慮した選定条件を述べると

①出力は 50 W 程度である事。何故ならば人の踏力も助力する方法故、(b 項参照)普通走行の約半分の動力が確保出来れば良いという計画によるものである。

②モーター軸と自転車の後輪軸が直交する形状である事。製作の計画段階でモーター出力 50 W とかなり小さめである事からコンパクトに仕上げたいと希望した事や、減速装置も組込まれ製作の容易さも考慮したからである。

③モーター内に組込まれた回路により 2 種以上の回転数、即ち低速、高速が得られる事。何故ならば、使用する自転車は変速装置は有しておらず、その他に変速装置を装備する予定が無いからである。

④モーターの定格電圧が 12 V で購入容易、分解可能、安価、重量 2 kg 以下、軸方向長さにして全体が 200 mm 以下等が望まれた。

⑤モーター、減速機能についての仕様、特性、寸法図面、使用温度範囲等の明確な事。

以上の 5 条件を満たす減速装置を有するものとして 1,500 cc クラスの乗用車に使用されているワイパ

ソーラーサイクルの試作について

一モーターが選定され仕様、特性、図面等も入手可能となった。以上(a)~(d)の内容をふまえて再度、製作計画を検討した。次にその検討概要を述べる。

3. 製作計画の整理

- (a) 駆動力は人、電力合わせて100 Wを目途とし、モーター回転速度は低、高速の二種とする。
- (b) 太陽パネルを支えるフレームはアルミ角材を使用し、最大出力は45 W程度とする。
- (c) 発生した電力は充電され、それより駆動モーターへ流れる。
- (d) モーター減速比は1/60でウォーム=ウォームホイールで減速し sprocket=チェーン駆動とする。

4. 製作に関する具体的内容

(a) プロニーブレーキによるモーター特性の把握

Fig. 4 に示す自作プロニーブレーキにより、モーター減速軸の出力を求めると同時に、モーターケーシング表面の温度を測定した。軸出力を求めには木製レバーと減速軸間の摩擦により発生するバネ秤りに対する引張力と軸回転数を把握する事で求められる。摩擦熱による焼損を防ぐため摩擦部は水で冷却され、測定作業に支障が無い様配慮した。Fig. 5 にこの結果を示す。モーターへの入力には充電器を用い、電流計、電圧計を回路内に配しその読みから入力値を求めた。この結果は低速回転に対するものであるが、プロニーブレーキレバーの安定が悪く入力を多少低下させながらモーターを駆動した。試験時間は30分であり、その間の入力に対する出力割合は約30%で予想したより相当に低い値である。この理由の一つは減速のウォーム=ウォームホイールによる機械効率低下の影響が挙げられる。

この他にモーターケーシング温度について触れる。上昇挙動は緩やかなカーブを描いているが低速回転で30分後45°Cに達しこれも予想したより温度上昇が激しく出力低下につながるものと考えられる。

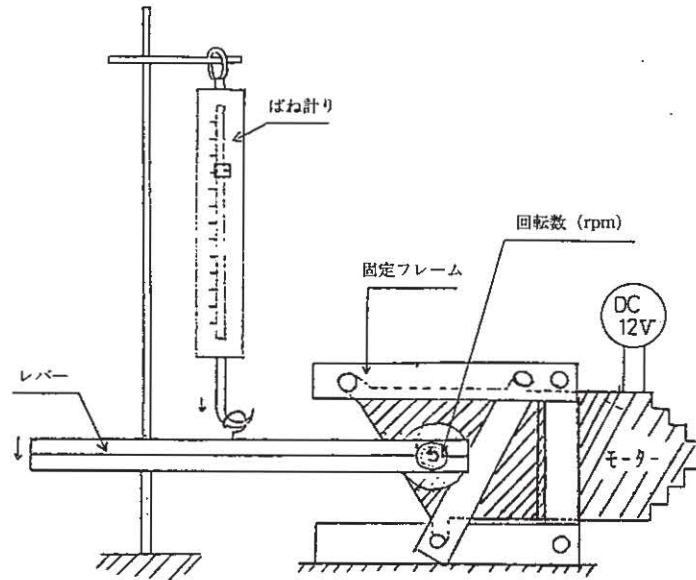


Fig. 4 プロニーブレーキによる特性把握

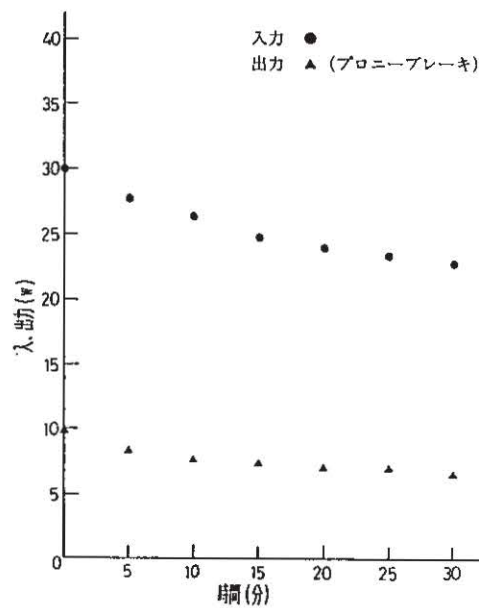


Fig. 5 プロニーブレーキによる試験

(b) 駆動モーター取付け (Fig. 6, 7)

駆動モーターは進行方向に向かって後輪左側に取付けられ、モーター軸は水平線に対し約45°の状態に位置し sprocket とチェーンの噛合いに滑らかさが得られる様に考慮した。Fig. 6 に示す減速部にウォーム、ウォームホイールが収納され、モーター軸は出力軸に垂直でピボットベアリングにより支えられている。出力軸にはメートルネジ (M 8) が施こされ接続ネジ (M10) へネジ止めされる。

この接続ネジにはラチェットと一体の sprocket

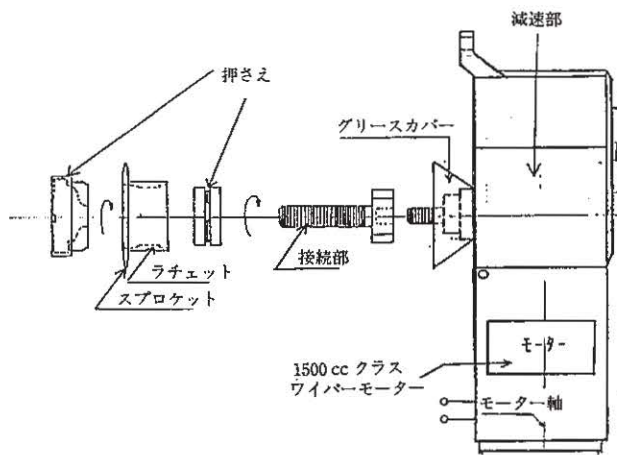


Fig. 6 動力伝達部

トが二個の押さえにより、はさみ込まれて固定される。これ等の押さえは内側に M10ネジが切られ、接続ネジにはまり合う構造である。以上 Fig. 6 に示す機構により進行方向にのみ動力が伝動可能となり、踏力が加えられる場合にも合成された動力が働く事になる。Fig. 6 で水平中心軸線に示された矢印方向へ回転する場合に自転車は前進するが、モーターが駆動する状態では常にペダルも回転する結果となる。ただし、モーター駆動無しの場合、ペダルに踏力を加えて走行するには全く支障は生じない。

(c) 太陽電池取付等について

完成したソーラーバイスクルを Fig. 7 に示す。車体に取り付けられた屋根部分を含むフレームはアルミ角材 (12 mm 角) を折り曲げ図の様な形状とした。尚、図示されていないが、この幅寸法は 420 mm である。

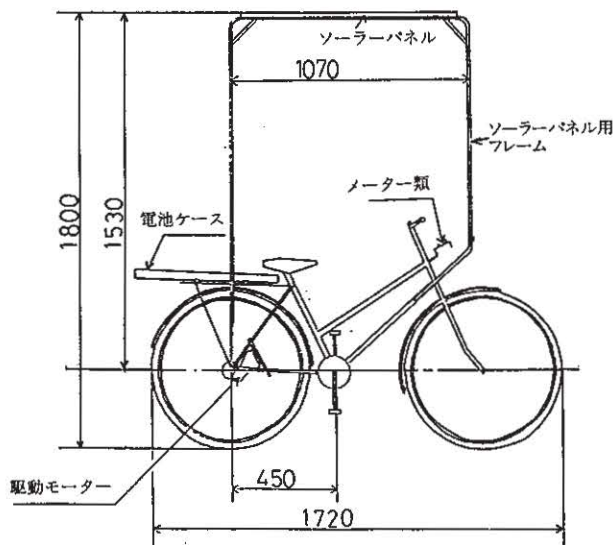


Fig. 7 完成図

る。運転前面パネルには蓄電池電圧、電流、太陽電池による発生電圧、電流を表示するメーターがセットされ、並びにメインスイッチ、速度計も取付けられており、運転を適性な判断の基に行なう様にした。ニッケルカドミウム電池は塩化ビニール製収納ケース 3 本に各々 10 個の電池を入れ、一本のケースの電圧は 12 V である。3 本のケースが並列に接続されその電力がモーターに入力される。

5. 走行試験結果について

完成後屋外に自転車を放置しバッテリー電圧が十分に蓄電された状態を確認した。この確認の目安は各々のケース電圧が 12.7 V 以上に到達しているか否かで判断可能である。走行場所は校外内の道路であり凹凸の少ない部分を選んで走行させた結果モーター駆動のみの場合 5 ~ 6 km 走行可能であった。走行速度は開始時 10 km/h を越えるが間もなく 8 km/h と低下し、しばらく持続するがその後 6 km/h 程度に降下し、走行不能に到った。走行中にモーターへ流れる電流の平均的値は電流計で確認したが 7 A ~ 8 A 程度でモーターのケーシング温度は 60°C を上回った。

6. まとめ

- (a) 太陽パネルを運転者頭上に配置する方法は太陽光利用に有効であるが、重心位置が高く走行が不安定になりやすく振動の発生もひんぱんである。
- (b) 出力 50 W 程度のモーターの走行補助能力は充分であるが、モーター使用効率、動力伝達部の機械効率の二点が走行性能を左右する。

参考文献

- 1) 武岡明夫, 桑野幸徳, 太陽電池活用ガイドブック, パワー社
- 2) 尾崎紀男 自動車工学 森北出版