

小中学生を対象としたソーラー自転車キットの開発

Solar bike kits for elementary school and junior high school students

坂 斉典†, 二宮 貴之†, 長谷川 晃俊†
雪田 和人††, 後藤 泰之††, 一柳 勝宏††
Kiyonori Ban, Takayuki Ninomiya, Akitoshi Hasegawa
Kazuto Yukita, Yasuyuki Goto, Katsuhiro Ichiyonagi

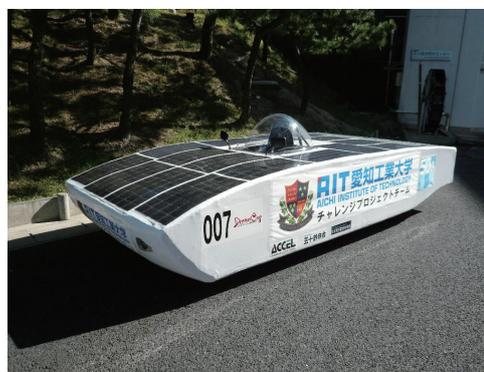
Abstract Recently the importance of Monozukuri (manufacturing) has been watched with keen interest as a social problem, which has a relation with schoolchildren's decline of their academic standards, pointed out by the reports of PISA of OECD and TIMSS, etc., and their “losing interest in science” and “dislike of science”, some people worry about, which will lead to the decline of technology in the home industry, the top-class personnel shortage, and the decrease of economical power in this country in the future. In order to solve such a problem, science pavilions, universities, and academic societies of science and engineering etc. in various places hold “Monozukuri Classrooms” or “Science Classrooms”. This paper reports the solar bike kits for elementary and junior high school students. The solar bike has been composed of a motor, battery, a solar cell panel and an electronic circuit. By using this kit, it is possible to improve interest to science and technology in elementary school child and junior high school student.

1. はじめに

近年、わが国における小中学生の学力低下の報告がされている。さらに小中学生の「理科離れ」や「理科嫌い」などが問題視され、工学についても興味・関心の低下が報告されている^{(1)~(7)}。

そこで我々は、小中学生に対しても、電気工学の楽しさや面白さを体験させ、工学への興味関心の向上を目指し、様々な科学技術講座やものづくり教室を実施してきた。その中の一つに、小学生を対象とした競技用ソーラーカーを用いたエネルギー教室を開催してきた。この教室では、太陽電池の基礎から、電気エネルギーの使い方など電気工学に関して広く浅くの内容で実施している。この教室に参加した児童、生徒の多くは、電気エネルギーに関する興味よりも、ソーラーカーの製作意欲が芽生えることが多い。このため、教室に参加した後、ソーラーカーの製作方法などに関して、引率した教員などから多くの質問がある。

しかし、競技用ソーラーカーの製作は専門知識や高度な製作技術を要するために、児童および生徒が製作する



(a) ボディ



(b) フレーム

図1 製作したソーラーカー

† 愛知工業大学大学院工学研究科電気電子専攻(豊田市)
†† 愛知工業大学 工学部 電気学科 (豊田市)



図 2 エネルギー教室の風景

表 1 車両仕様

Size (mm)	L 4000×W 1800×H 1200	
Wheelbase (mm)	2100	
Tread (mm)	F 1320 / R 1290	
Vehicle Weight (kg)	174	
Photovoltaic	Type	monocrystalline silicon
	A sheet of power (W)	39.8
	Number of sheets	20
	connection pattern	10 Series and 2 parallel
	Total output power (W)	796
Battery	Type	Li-ion
	Type	BLDC In-wheel DD
Motor	Output power (W)	1000 (normal) / 2500 (peak)
	Number of units	two
	MPPT	Type
Tyre	Size (inch)	2.25-14

には、困難な問題点が数多く存在する。ここで、参考として競技用ソーラーカーとその車両仕様を図1と表1に、エネルギー教室の風景を図2に各々示す。

このため、製作が困難であることが分かると、途端に“科学技術への興味関心の低下”が起こることが懸念される⁽⁸⁾⁽⁹⁾。

そこで、このような問題点を解決するために、小中学生でも、比較的簡単にソーラーカーの製作体験ができるソーラー自転車キット⁽¹⁰⁾の開発を行った。本論文では、この愛知工業大学電力システム工学研究室にて開発したキットについて紹介する。

2. ソーラー自転車

ソーラー自転車に関して、電気回路の構成とシステム全体の状態遷移について検討をしてみる。

2.1 電気回路構成

製作したソーラー自転車の電気回路を図3に示す。こ

のシステムは、自然エネルギーの教材を想定するため、太陽光を電気エネルギーに変化するための太陽電池、バッテリー、モーターなど主とした構成としている。蓄電池には、安価で取り扱いが容易なオートバイ用の制御弁式鉛蓄電池を採用している。モーターには製作者が手巻きで製作できる手作りモーターを採用し、制御装置に関しても、簡単な電子回路にて速度調節を行うものとした。そしてシステム全体としては、各々の機器を充放電コントローラーで一括制御できる構成としている。

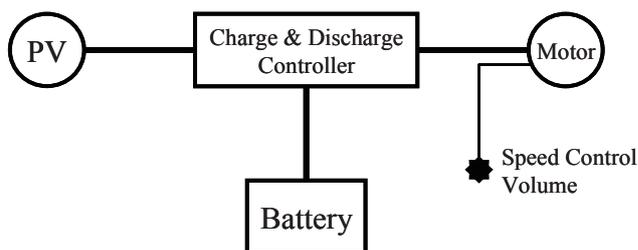


図 3 電気回路図

2.2 システムの状態遷移

本論文で開発したソーラー自転車キットのエネルギーシステムの走行時における状態遷移を図4に示す。同図に示すように、三つの状態がある。一つ目の状態は、太陽電池と蓄電池にてモーターを駆動している場合、二つ目は蓄電池のみにてモーターを駆動している場合、三つ目は、モーターが回生状態となり、発電機となっている場合である。特にこの状態は、ブレーキや坂道を走行している場合である。

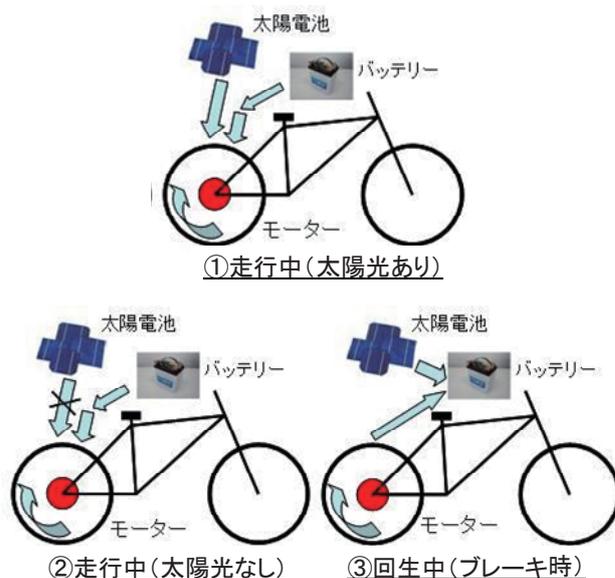


図 4 エネルギーシステム

3. 提案する製作キット

本論文で開発する製作キットは、中学生用として二輪自転車を用いたものと小学生用として三輪自転車を用いたものである。

3.1 二輪車製作キットの概要

提案するキットは、既存の自転車に後付けできる装置としている。特に、ソーラー自転車にするために、装置は小型化を目指した。また、自転車の改造に関して、踏み込みができるものと所謂、電動アシスト自転車の雰囲気と、アシストでなく完全な電動車化の2種類を検討した。このため、ペダルを残すものとペダルのない2種類のものを検討した。しかし、ペダルがないものは、電動自動二輪車となり、公道で乗ることができなくなるなどの、道路交通法などに抵触することが考えられる。したがって、本論文ではペダルを残し、アシストするものとした。

提案するキットを搭載した自転車を図5と図6に各々示す。同図に示すように、モーターは後輪駆動とし、制御回路は後部荷台に搭載した。また、太陽電池に関しては、小型のものは籠の上、大型のものは後部制御回路の上に搭載するものとした。

3.2 三輪自転車製作キットの概要

二輪自転車においては、中学生あるいは小学校の高学年では乗ることが可能であるが、低学年においては危険であると思われる。そこで、三輪自転車を用いたキットについても検討を実施した。このときの概念図を示す。同図に示すように、構成は二輪自転車と同様にモーター、蓄電池、制御回路、太陽電池の構成としている。駆動のためのモーターは、後輪に設置し、2つの車を駆動させた。太陽電池は、車体上部に固定をした。二輪自転車と比較し、三輪自転車であるため、安定しており小学生でも安全に運転できることがわかる。

3.3 試走

製作した二輪自転車および三輪自転車での試走試験を実施した。ここで製作したモーターは、定格70Wであり、蓄電池は12V10Aのものを用いた。このとき、約6kW/hでの速度で走ることができた。しかし、速度が十分でないため、三輪自転車では、蓄電池を4個にして実施した。このとき、約10kW/h程度で走行でき、速度制限も適度にできており、十分教材としての役割を果たすことができた。



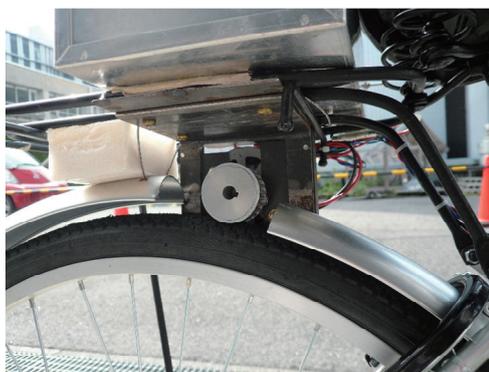
(a) 外観図



(b) 太陽電池搭載例



(c) 蓄電池と制御装置



(d) DC ブラシレスモーター

図5 製作キットを搭載した二輪自転車



(a) 外観図



(b) DC ブラシレスモーター



(c) モーターと制御装置

図 6 製作キットを搭載した三輪自転車

3. 4 製作キットの経済性

提案する製作キットは表 2 に示すように、太陽電池、制御弁式鉛蓄電池、充放電コントローラー、モーター、モーターコントローラーから構成されている。この製作キットに関して、普及のための経済性について検討をした。表 2 に示すように、必要最低限の構成としたため、ソーラーキットの原価は二輪自転車で 3 万円、三輪自転車で 6 万円程度とした。

そのため、これらの製作キットは理科教育等の教材で使用できると考えている。そして、理科教育等で使用する場合は、使用する人の技術レベルに合わせて、モーター、モーターコントローラー、充放電コントローラーなどの部品も製作することや、部品を組み立てることのみとしている。このように、技術レベルに差をつけることで“ものづくり”の楽しさを理解してもらえると考えている。

表 2 製作キットの構成

(a) 二輪自転車

品名	容量	価格
太陽電池	10W	¥ 4,000
蓄電池	12V4Ah	¥ 2,000
充電制御装置	10A	¥ 1,000
モーター	12V70W	¥ 6,000
モーター制御装置	(専用設計により)	¥ 6,000
二輪自転車		¥ 10,000
合計		¥ 29,000

(b) 三輪自転車

品名	容量	価格
太陽電池	50W	¥ 12,000
蓄電池	12V4Ah*4	¥ 8,000
充電制御装置	10A	¥ 1,000
モーター	12V70W	¥ 6,000
モーター制御装置	(専用設計により)	¥ 6,000
三輪自転車		¥ 30,000
合計		¥ 63,000

4. まとめ

本研究では、これまで本学が参加したソーラーカーレースでの技術により、自転車に太陽電池などを取り付けて子供達でも製作可能な電動アシスト自転車化するキットを開発した。

その製作キットでは、既存の自転車にも誰でも簡単に取り付けられるよう改良をおこなった。そのため、材料原価を二輪自転車では約 3 万円、三輪自転車で約 6 万円まで抑えることができた。このため、小学校や中学校における実習教材や製品として販売することもできる。

今後の課題として、たくさんの小中学校で理科教材等として扱って頂くために小中学校の教員の意見を取り入れながら改良していきたいと考えている。

5. 参考文献

(1)藤田晃之：新しいスタイルの学校，数研出版（2006）

小中学生を対象としたソーラー自転車キットの開発

- (2) 牛山憲行：「理科系教育の現状とその問題点」，平成 18 年電気関係学会東海支部連合大会，CD-ROM (2006)
- (3) 西村和雄：「本当の生きる力」を与える教育とは，日本経済新聞社 (2001)
- (4) 西村和雄・筒井勝美・松田良一：どうする「理数力」崩壊，PHP 研究所 (2004)
- (5) “どうして理科を学ぶの？”数学セミナー別冊 ガリレオサイエンスセミナー No. 1，2001 年 日本評論社 (2001)
- (6) 井上博之・毛利 衛：スーパーサイエンススクール，数研出版 (2003)
- (7) 藤原正彦：祖国とは国語，新潮文庫 (2003)
- (8) 雪田和人，後藤時政，水野勝教，中野寛之，一柳勝宏，後藤泰之，森 豪，“小中高校生を対象とした”科学・ものづくり教室”開催による工学教育効果の検討”，電気学会論文誌 A IEEJ FM, Vol130, No.1, pp95-102, (2010)
- (9) 青木 睦，鶴飼裕之，竹下隆晴，不破勝彦，川福基裕，伊藤和晃，佐伯平二，雪田和人，“小中学生を対象とした電気工学への興味・関心の向上を目的としたものづくり教室の開催”，電気学会研究会資，FIE-10-022010(1-12・14-22), pp103-106, (2010-03-03)
- (10) 日刊工業新聞社キャンパスベンチャーグランプリ
HP:http://www.cvg-nikkan.jp/area_chubu/
(受理 平成 23 年 3 月 19 日)