

課題情報シート

テーマ	小型電動カートの製作		
大学校	中国職業能力開発大学校		
ホームページ	www3.jeed.or.jp/okayama/college/		
電話番号	086-526-6946 (学務課)		
訓練課程	専門課程	訓練科	電気エネルギー制御科
担当指導員	長嶋 茂		

開発（制作）年度・期間

2017 年度 ・ 8 カ月

(内訳) 企画 : 1 カ月、設計 : 2 カ月、製作 : 4 カ月、調整 : 1 カ月

開発（制作）学生数

5 名

(内訳) 機構設計、製作、電気配線 : 2 名、電子回路設計製作 : 2 名、プログラム : 1 名

習得した技能・技術

電動カートの製作を通して、設計から加工、組立、配線、制御に至るまでの各工程を実践し、「ものづくり」の総合的な技能・技術を身に付けます。機構部分は 3DCAD を用いて設計を行い、加工、組立てを行います。電装部分は、モータ選定、ドライバ回路製作、電気配線等を行い H8 マイコンで制御します。

開発（制作）のポイント

機構部分から電装部分まで自らが設計し製作しました。できるだけ実際の自動車と同じになるようにライト、ウインカー、ホーン、ストップランプ等も取り付けました。

使用しているブラシレス DC モータは、モータの原理を理解させるため自らが手巻きしたモータを使用しています。ドライバ回路も FET やゲートドライブ IC を使用し自分たちで製作しました。FET をスイッチするために必要なデッドタイムの生成をソフトウェア側で行わず、デッドタイムの取れるゲートドライブ IC を使用し、ハードウェア側でデッドタイムの生成を行いました。動作プログラムは、前進やバック、ブレーキといった安全を考えたプログラムを作っています。

訓練（指導）のポイント

モータは、ブラシレス DC モータを使用しているため、ブラシレス DC モータの原理、ドライバ回路、制御プログラムの知識が必要となります。ドライバ回路製作においては、パワーエレクトロニクスの知識や電子回路の習得が必要です。制御プログラムは、制御プログラミング実習で使用しているマイコンを用いました。授業の延長として、より実践的なプログラムを作ることで学生のプログラム能力

を向上できます。最終的に完成した電動カートは、自ら運転し走行が可能になることもあり、とても興味をもちながら積極的に取り組むことができました。

開発物の仕様

項目	内容
車体サイズ	1025×780×600 (mm)
モータ	DC ブラシレスモータ (MITSUBA)
マイコン	H8 3694F (ルネサス)
モータドライバ	自作
バッテリー	完全密封型鉛蓄電池 12V9Ah (Long) × 2
タイヤ	台車用 (9 インチ)
ブレーキ	ディスクブレーキ (シマノ)
駆動	チェーン

使用機器

開発において使用した機器等 (機器名・メーカー・型番)

参考文献

小型電動カートの製作

中国職業能力開発大学校 電気エネルギー制御科

1. はじめに

電気自動車は、ガソリン車と比較し、同じ距離を走るのに使う燃料代が半分以下で済むことや、走行中に二酸化炭素を排出しないことなどから環境にやさしい自動車として注目を集めている。

電気自動車には、バッテリーやマイコン制御、インバータ、モータなどの電気技術が使われており、これらの技術をグループワークで学べると思い、自らが運転して走行できる電動カートを作製した。

2. 車体の概要と仕様

表1に電動カートの仕様を示す。今年度の電動カートは、安定した走行性能と小型化を目指し製作した。車体サイズは昨年製作したカートの2/3サイズとし、駆動部分はギヤ駆動からチェーン駆動に変更した。また、モータドライバ回路はデッドタイムが生成できるハーフ・ブリッジ・ドライバを採用し、モータは昨年同様 DC ブラシレスモータを使用した。

表1 電動カート仕様

項目	詳細
車体サイズ	1025×780×600(mm)
モータ	DC ブラシレスモータ(MITSUBA)
マイコン	H8 3694F(ルネサス)
モータドライバ	自作
バッテリー	完全密封型鉛蓄電池 12V9Ah(Long)×2
タイヤ	台車用(9インチ)
ブレーキ	ディスクブレーキ(シマノ)
駆動	チェーン

3. 機構部

3.1 フレーム

3次元CADを用いて、図1のようにカートの完成イメージをモデリングし、30×30(mm)のアルミフレームを用いて図2のように車体のフレームを組

み立てた。タイヤは小型化した車体に合わせて、安価な台車用タイヤを使用した。

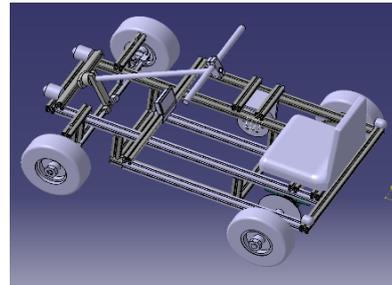


図1 完成イメージ

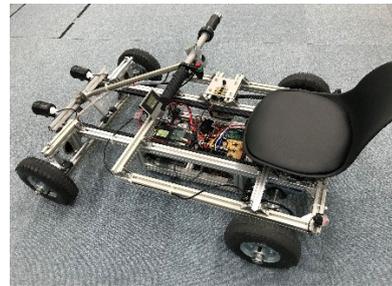


図2 製作したカート

3.2 ステアリング

ステアリング機構については、図3に示すような、アッカーマン・ジャントー機構を採用し製作した。

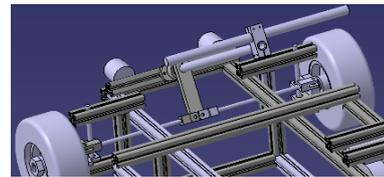


図3 ステアリング機構

3.3 駆動部分

スプロケットのギヤ比選定にあたりカートの走り出すトルクを(1)、(2)を使用してギヤ比の計算をした。

$$T(\text{kgf} \cdot \text{cm}) = \mu \times W(\text{kg}) \times D/2(\text{cm}) \quad \dots(1)$$

T: トルク, μ : 転がり摩擦係数, W: 重さ,

D: タイヤ直径

$$\tau(\text{kgf} \cdot \text{cm}) = T \times G \times 1/\eta \quad \dots(2)$$

τ : モータトルク, G: 減速比, η : 伝達効率

設計条件を, $W=100\text{kg}$, $\mu = 0.01$ で計算するとトルクは(1)式より $T = 112.5(\text{kgf} \cdot \text{cm})$ となる。モータの特性表から電流 $10(\text{A})$ とするとモータトルクは $\tau = 25(\text{kgf} \cdot \text{cm})$ となり, 伝達効率 $\eta=0.8$ で計算すると減速比は(2)式より $G=5.625$ となる。この結果から図 4 に示すような, モータ側歯数:9 のスプロケット, タイヤ側歯数:36 のスプロケットを使用した。



図 4 駆動部分

4. 電装部

4.1 モータ

モータは DC ブラシレスモータを使用し, モータ仕様は, 13 巻×6 直列回路×1 並列回路とした。固定子のコイルは図 5 に示すように自分たちで手巻きした。



図 5 手巻きした DC ブラシレスモータ

4.2 コントローラ構成

図 6 にコントローラ構成を示す。モータの制御はマイコンで制御し, ウィンカー, クラクション, ライトについてはリレー回路で制御した。

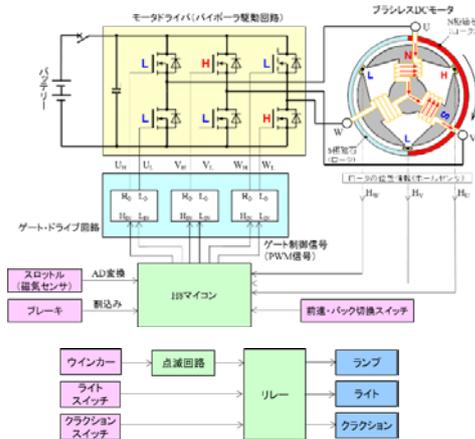


図 6 コントローラ構成

4.3 モータ・ドライブ回路

図 7 に昨年, ゲート・ドライブ回路に使用した, ハイ・アンド・ロー・サイド・ドライバ IR2186 を使用した出力波形を示す。この波形からデッドタイムがとれていないことが分かる。図 8 に今年, ゲート・ドライブ回路に使用した, ハーフ・ブリッジ・ドライバ IR2103 を使用した出力波形を示す。この波形より 100(nsec) のデッドタイムがとれていることが分かる。この結果より, ハードウェア側でのみデッドタイムをとることにした。

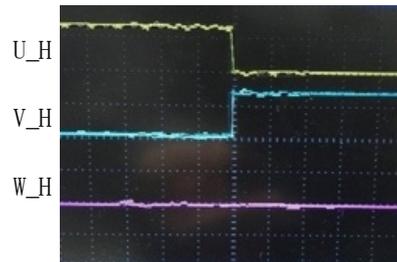


図 7 IR2186 からの出力波形

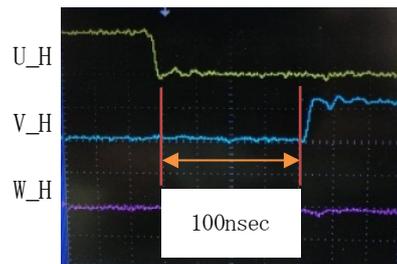


図 8 IR2103 からの出力波形

4.4 プログラム

以下のプログラムをマイコンで作成した。

- ① スロットルの信号を AD 変換し, モータドライバに PWM 信号を出力
- ② 前進, バックの切り替え
- ③ ブレーキによる, モータ停止とストップランプ点灯

5. おわりに

今回, この小型電動カートの製作を通して, 製作していく過程で直面する問題や課題などもグループでコミュニケーションを取りながら解決していき, 自らが走行できる小型電動カートを完成することができた。この総合製作実習でモノづくりの奥深さ, 協調性の大切さを学ぶことができ, 今後の学校生活でもこの経験を活かしていきたい。