

## 課題情報シート

テーマ名 :	電動自動二輪の開発				
担当指導員名 :	諏訪原、吉本、平澤	実施年度 :	24 年度		
施設名 :	九州職業能力開発大学校				
課程名 :	応用課程	訓練科名 :	生産システム技術系		
課題の区分 :	開発課題	学生数 :	10	時間 :	48 単位 (864h)

### 課題制作・開発のポイント

#### 【開発（制作）のポイント】

現行機の改良が必要であったが、現行機のモータの特性、コントローラ回路図面など必要な技術資料が少ない中での開発であったためゼロベースからの取り組みになりました。期間が限られている中、企業要件をすべて含ませないで、モータは改良、コントローラは開発など製作期間を考え、実施可能な項目を選定し、取り組むよう指導すべきでした（反省点）。

#### 【訓練（指導）のポイント】

今回は、企業との共同開発であったため、仕様など出来る限り企業の要件に合わせて取り組みました。当初は、企業の技術者 2 名が担当し、週 1 回のミーティングを実施するなかで進捗管理を行い進めることが出来ましたが、年度途中で業務上担当できなくなり十分な意思疎通が出来ない状況になり、学生のモチベーションが低下してしまいました。企業優先で取り組んできたことが原因の一つであると考えていますので、どのような状況でも教員が第一に指導にあたり、学生間の信頼関係を築きながら課題を進めることが大切だと考えます。

### 課題に関する問い合わせ先

施設名 : 九州職業能力開発大学校  
住所 : 〒802-0985 福岡県北九州市小倉南区志井 1665-1  
電話番号 : 093-963-0125 (代表)  
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/fukuoka/college/>

### 課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

# 電動自動二輪の開発

生産機械システム技術科	〇〇	〇〇	〇〇	
生産電子システム技術科	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
生産情報システム技術科	〇〇	〇〇	〇〇	

## 1. 目的

共同開発企業（以下、依頼メーカーとする）からの依頼を受け、共同で業務用電動自動二輪（以下電動バイク）の製品開発を行う。昨今各企業が取り組んでいる環境問題と、街中で問題となる騒音問題を共にクリアできる電動バイクは新時代の乗り物として相応しいものであるが、日本市場では普及率は低く、発展性が大きく残されている。

依頼メーカーが生産している電動バイクが持つ問題の一つとして、登坂能力の低さが挙げられている。そこで、今回の開発課題では登坂能力の向上を目的とする。

また、学生ならではの自由な視点で製品開発に携わり、市場に送り出せる製品を設計製作する能力を身につけることも目的としている。

## 2. 課題概要

### 2-1 課題目標

電動バイクの開発にあたり、第一の目標として登坂能力の向上を目指す。住宅地が高台にあることも多く、業務用として使用する場合、登坂能力は必要な能力といえる。また、依頼メーカーが提示した目標として、12度以上の坂が登れることを目指す。

登坂能力の向上は、モータの改良やコントローラの開発などを中心に行う。モータは後輪のホイールに組み込まれるインホイールタイプのブラシレスモータとする。コントローラは、回転数を制御することにより適切なトルクを生み出すための、制御プログラムを新しく設計する。

運転操作は新聞配達を容易とするため右手、右足のみでも行えるものとする。これは、配達の際に停止後素早く左手でポストに投函できるようにするためである。また、大雨などによる冠水路でも走行できるように防水処理を施す。

さらに、一回の充電で長く走れるように、回生ブレーキによる長距離走行を実現する。

### 2-2 システム構成

電動バイクは、座席下に搭載するコントローラから、後輪に内蔵しているブラシレスモータを制御する。スロットルに内蔵されたホール素子からの入力に合わせて、コントローラ側がモータの速度制御を行う。また、スロットルがOFF状態になった際に、エンジブレーキのようなブレーキ動作をモータに行わせる。その他、一定条件を満たすと減光機能といった追加機能も作動する。更に、転倒時はモータの回転を停止することで二次被害を抑止する転倒時モータ停止機能、放置状態の際にバッテリーの消耗を防ぐ放電防止用自動電源OFF機能、急発進を防止する急発進防止機能としてのスタートスイッチなどを実装する。

これらを纏めたブロック図を図1に示す。

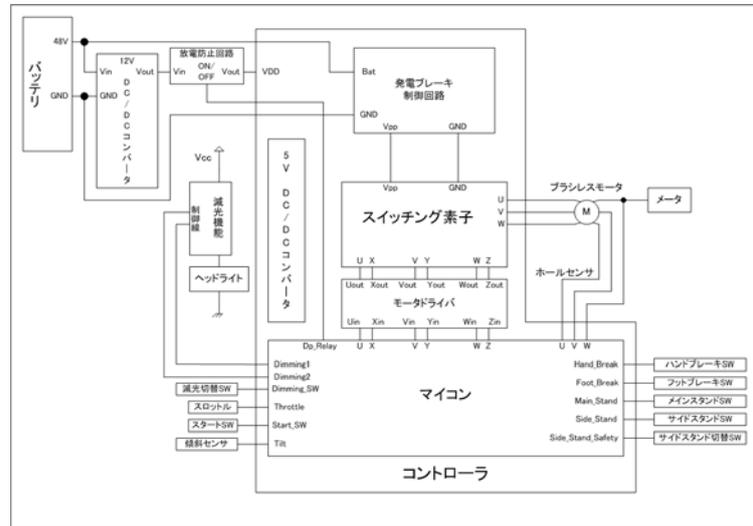


図1 電動バイク制御システム構成図

### 3. 製品仕様

本製品は業務用電動バイクである。本体は後輪ホイールに内蔵されたブラシレスモータを駆動して走行する。モータに電力を供給する電源は、定格DC48Vバッテリーである。

運転操作はスロットルとブレーキだけの簡便なものであり、ATエンジンバイクと同様にスロットルを捻ることでアクセルONとなり、ブレーキレバーで前輪ブレーキ、フットブレーキで後輪ブレーキを動作させることができる。なお、後輪ブレーキに関しては従来の摩擦ブレーキに加えて発電ブレーキも備わっており、いずれかのブレーキオンと共にアクセルOFFとなる。このブレーキはエンジンバイクにあるエンジンブレーキのような制動を再現することが出来る他、アクセル操作のみで加減速を行えるようになる。

ウインカーなどの操作系統は右側に集中させることで右手足のみでも操作できるようにしている。

安全装置は、サイドスタンド展開時アクセル無効機能、放電防止用自動電源OFF機能、誤発進・急発進防止機能、転倒時モータ停止機能を備える。サイドスタンド展開時アクセル無効機能が業務時に邪魔になる際は、メインキーで施錠可能なシート下に用意されたスイッチでON/OFFすることができる。放電防止用自動電源OFF機能は、バイクを一定時間放置しているときに、リレーで電子回路や灯火類への電源供給を遮断する機能で、これによりバッテリーの消耗を抑える他、不用意な操作による誤動作などを防ぐことも出来る。誤発進・急発進防止機能は、スタートスイッチを用いて誤操作を無効にすると共に、徐々に加速させることで急発進を防止する機能である。転倒時モータ停止機能は、傾斜センサを用いて車体の角度を検知し、転倒した際にモータへの出力を遮断する機能である。

また、USB電源供給装置を備えており、様々な機器の充電が可能である。主な使用場面は緊急時を想定している。

#### 新規搭載機能

- ・原付一種相当の走行性能
- ・片手片足でも操作できる操作系統
- ・発電ブレーキ
- ・サイドスタンド展開時アクセル無効機能
- ・放電防止用自動電源 OFF 機能
- ・転倒時モータ停止機能
- ・USB 電源供給装置

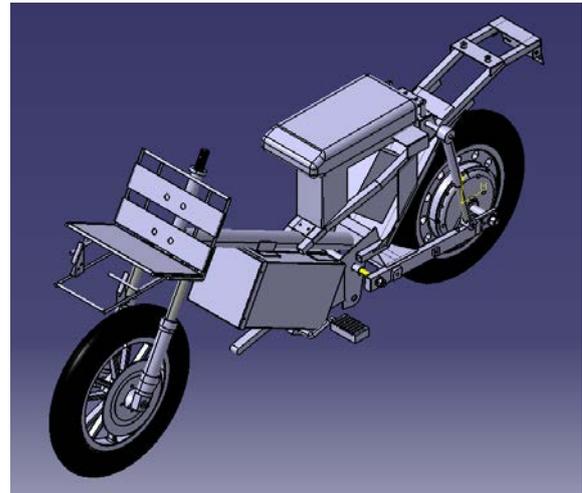


図 2 製品外形図

表 1 製品仕様

項目	仕様	
商品コンセプト	いつでもどこでも誰でも楽しく乗れる電動バイク	
車名	バイスクーター(仮)	
形式名称	未定	
サイズ	全長	1,860mm(予定)
	全幅	650mm(予定)
	全高	1,200mm(予定)
	軸間距離	1,500mm(予定)
	シート高	720mm(予定)
車体重量	本体	67kg(予定)
	バッテリー	8kg
駆動方式	ホイールインモータ・後輪駆動	
原動機	DC48V 定格出力:600W(原付1種相当)	
最高出力	2.8kW(予定)	
バッテリー	三元素リチウムイオンバッテリー 48V-20Ah	
制御方式	マイコン無段階電子制御方式	
ブレーキ	フロント	油圧ディスクブレーキ+発電ブレーキ
	リア	油圧ディスクブレーキ+発電ブレーキ
タイヤ	フロント	14インチ
	リア	14インチ
最大積載量	120kg(予定)	
走行距離	80km(予定)	
登坂力	12°(予定)	
CPU		32bitCPU SH7125F(ルネサス)
	動作周波数	50MHz(12.5MHzクリスタル×4)
	フラッシュROM	128KB
	RAM	8KB

### 4. 本年度の達成目標と成果

#### 4-1 目標内容

- ・量産仕様車までの完成
- ・モータの自作・改良
- ・走行テスト用測定装置の開発
- ・登坂角度 12 度以上の達成
- ・航続距離 80km 以上の達成
- ・車体重量 75kg 以下の達成
- ・回生・発電複合ブレーキの搭載
- ・コントローラの自作
- ・急発進の防止
- ・各種安全装置の搭載
- ・IPx8 相当の防水処理
- ・USB 電源供給装置の搭載

## 4-2 実際の製作内容（1月18日時点）

### 4-2-1 完成内容

- ・GPS測定プログラム
- ・自作コントローラ
- ・急発進防止制御
- ・以下の安全装置
  - └ サイドスタンド展開時アクセル無効機能
  - └ 放電防止用自動電源OFF機能
  - └ 誤発進・急発進防止機能
  - └ 転倒時モータ停止機能
- ・減光機能の実装

### 4-2-2 中途完成内容

- ・試作車（量産仕様車は未完成）
- ・発電ブレーキ
  - └ 回生ブレーキは研究のみ

### 4-2-3 未完成内容

- ・USB端子による給電装置の実装
- ・自作モータ
- ・登坂角度（未テスト）
- ・航続距離（未テスト）
- ・車両重量（未測定）
- ・防水処理（未テスト）

## 5. 製作費用内訳

表2は各部位毎に掛かった部品代である。購入したキット代も含む。

表2 製作費 内訳

モータ材料	ケイ素鋼板、エナメル線、軸受、鉄鋼板等	¥87,989
コントローラ材料	MOSFET、単芯電線、マイコン、コネクタ等	¥372,217
電子ブレーキ材料	MOSFET、トランジスタ、メタルクラッド抵抗等	¥53,252
累計		¥513,458

## 6. 製作品の評価

### 6-1 スケジュールへの評価

当初の予定では試作車をベースとした量産仕様車を披露する予定だったが、試作車の製作のみ行なった。当初の予定より全ての面で遅れてしまったが、これはノウハウがゼロの状態、バイクという製品を、1年で作ることの無謀さを、痛感させられるものだった。特に後述するモータ開発は難易度が高すぎる課題だった。

### 6-2 モータ開発について

モータはシミュレートを行わずに改良部分を含めた自作モータを製作中である。そのため、本来必要な性能を満たしているのかどうか、実際に製作してみないと分からないという非常に曖昧な状態での製作となってしまった。また、全く経験のない作業だったため、完成が大幅に遅れ、開発課題の進捗に大きく影響を与えている。しかし、一からバイクを動かすほど大型のブラシレスモータを製作するということは他にはない経験であり、非常に大きな目標に取り組むことができたと思う。

### 6-3 コントローラ開発について

コントローラは完成まで予定より大幅に遅れてしまったものの、目標を達成した仕様のもので製作することができた。当初の目標だった急発進の防止などの制御はもちろん、様々な安全装置の実装や減光機能の開発など、多くの追加機能の開発に成功した。こうしたコントローラ開発の経験は、電子分野で多く活かせるものだと思う。量産仕様では、小型化、低コスト化をより追及できると思われる。

### 6-4 電子ブレーキ開発について

電子ブレーキは当初回生ブレーキから開発を開始したが、ブラシレスモータ用は資料が非常に少なく、学習内容にはない多くの事柄を要求されたことから、開発に難航した。特に回生するバッテリーがリチウムイオンバッテリーに決定すると、その危険性から安全に回生充電するための安全回路も開発する必要が生じ、困難を伴った。このため別案を講じ、その中から発電ブレーキの開発のみを達成した。しかしそこに至るまでの時間がかかり過ぎてしまい、予定より大幅に遅れることとなった。一方で安全回路については定電流回路、過電圧防止回路、過充電防止回路の三つに分けてそれぞれ別個に研究を行い、その成果を依頼メーカーへ報告する形で回生ブレーキの研究を終了している。こちらは今後メーカー側が完成に向けて取り組む予定である。

### 6-5 測定機器開発について

実際に製作した車両の走行距離、最高速度などをテストするための測定機器として、市販のGPSデータロガーで収集したデータを処理するソフトウェアを開発した。データロガー自体を製作する案もあったが、時間の都合と、担当が全員情報科の生徒であったこと、そしてす

でに市販品があるということからソフトウェアのみの開発となった。カシミアールというフリーソフトを元に走行データの表示や走行距離を表示できるようにした他、Excel®のマクロで制作したソフトウェアで最高速度を表示する。

走行時の気温や湿度などを加味した総合的なデータロガーの開発は出来なかったが、最高速度と航続距離のデータを得られる測定環境を構築できたため、課題は達成できたと思われる。

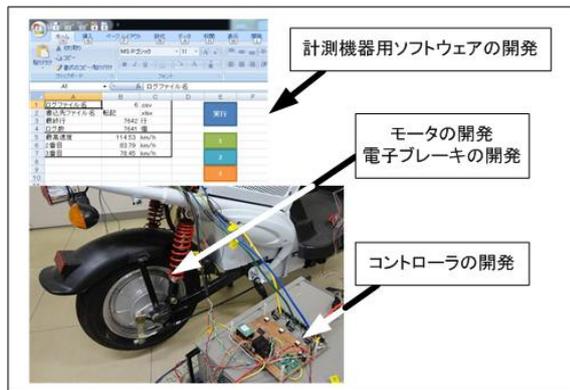


図3 開発部位の内訳

## 7. 作業工程

表3 班分け一覧表

		機械		
		松浦	衛藤	長友
①	コントローラ L 安全装置			
②	タイヤの選定			
①	モータの改良			
②	USB端子による給電装置			
①	走行テスト用計測装置			
①	発電・回生ブレーキ(研究)			

		電子			
		酒井	宮下	中丸	松枝
①	コントローラ L 安全装置				
②	タイヤの選定				
①	モータの改良				
②	USB端子による給電装置				
①	走行テスト用計測装置				
①	発電・回生ブレーキ(研究)				

		情報		
		伊地知	古賀	福森
①	コントローラ L 安全装置			
②	タイヤの選定			
①	モータの改良			
②	USB端子による給電装置			
①	走行テスト用計測装置			
①	発電・回生ブレーキ(研究)			

①、②は優先順位

表4 作業工程表

	4月	5月	6月	7月	8月	9月
仕様決定	■	■				
コントローラユニットの開発		■	■	■	■	■
モータの改良		■	■	■	■	■
発電・回生ブレーキの開発		■	■	■	■	■
タイヤ・ブレーキの選定					■	■
試作車の組立						■
試作車の評価						
試作車の改良						
最終製作						
最終評価						

	10月	11月	12月	1月	2月	3月
仕様決定						
コントローラユニットの開発	■	■	■	■	■	■
モータの改良	■	■	■	■	■	■
発電・回生ブレーキの開発	■	■	■	■	■	■
タイヤ・ブレーキの選定						
試作車の組立	■					
試作車の評価	■	■				
試作車の改良		■	■	■	■	■
最終製作			■	■	■	■
最終評価					■	■

※上が予定 下が実績

## 8. まとめ

### 8-1 モータ開発について

初めての大型モータ開発は非常に難しく、企業と連携して行うものづくりの大変さを実感しました。ですがこのモータ開発は非常に有意義な経験になったと思います。

### 8-2 コントローラ開発について

これまで学んだ制御技術、電子機器の知識を十分に活用した課題となりました。この経験を活かし、企業で新しい電子機器の開発に取り組んでいきたいと思っています。

### 8-3 電子ブレーキ開発について

全く新しいものを新規に開発することで、新製品の開発手順がどういったものか実際に学ぶことができました。

### 8-4 計測機器開発について

GPS データを活用したプログラム作成は普段の生活で使うものを身近に体験することができ、とても有意義な経験になったと思います。

### 【参考文献】

MITSUBA セミナー資料

【担当教官】 吉本俊二 諏訪原秀樹 平澤博

# 課題実習「テーマ設定シート」

作成日： 3 月 29 日

科名：生産システム技術系

教科の科目		実習テーマ名		
精密機器設計製作課題実習（生産機械システム技術科） 電気制御システム課題実習（生産電子システム技術科） 計測システム応用構築実習（生産情報システム技術科） （開発課題実習）		電動自動二輪車の開発		
担当教員		担当学生		
○生産電子システム技術科 諏訪原秀樹	○生産電子	生産機械	生産情報	
生産機械システム技術科	生産電子	生産機械	生産情報	
生産情報システム技術科	生産電子	生産機械		
	生産機械	生産情報		
課題実習の技能・技術習得目標				
楽しいアースクータ株式会社から販売している電動自動二輪車をベースに現行型の特性計測をもとに新たな自動二輪車の開発を通して、「ものづくり」全工程を行うことにより、複合した技能・技術及びその活用能力（応用力、創造的能力、問題解決能力、管理的能力等）を習得することを目的としています。具体的には、解析を主体とした製品設計技術、板金・溶接・切削を複合的に活用した製品製造技術、製品設計製造情報のドキュメント作成及び管理技術などの習得を目標にします。				
実習テーマの設定背景・取組目標				
実習テーマの設定背景				
世界的な環境問題が提言される中、ソーラーカーやハイブリッドカー、電気自動車などの技術開発が加速されている。ガソリンのみの内燃機関から、エンジンと電気モータのハイブリッド化、発電システムやバッテリー技術開発など、自動車産業を中心とした製造業の生産構造が急激に変化しています。学生の教育においてもパワーエレクトロニクスを主体とする教育コースを新たに設定し、新分野への雇用創出を目指す動きが始まっています。一方で、ものづくり立国を提唱し、高い技能・技術を有し国際競争力を維持してきた日本で、“ものづくり”を担う中核的な人材の確保が技能継承の観点から課題となっています。こうした状況を踏まえ、ものづくりの集大成である”自動二輪車”を題材にメカニカルの設計及び製造、電動モータによる動力源とパワーエレクトロニクス技術による制御機能を併せ持つ「電動自動二輪車の開発」をテーマに設定しました。				
実習テーマの特徴・概要				
課題として現行型の改良および新型の提案の2つのテーマを目標に電動自動二輪車の開発を行います。 現行型は、バッテリー+ブラシレスモータ+モータコントローラの構造となっており、50cc 自動二輪車と同等の性能になるよう開発されている。しかし、走行試験による性能比較検証は実施できていないため、まず現行型の走行試験を行い、その上で現行の一番の課題である12度の登坂によるゼロ発進が可能になるよう動力部および制御部の改良検証を行います。同時に現行型の腰掛けるタイプで無く、安定性のある跨るタイプの自動二輪車型およびGPSなどネットワークを活用したシステムと融合した今までにない新しい自動二輪車の開発を行います。 開発した成果物は、若年者の「ものづくり」の醸成を目指し、教材として展示実演で活用します。				
No	取組目標			
①	自動二輪車のCAEを援用したメカニカル設計、切削・溶接・板金を複合的に活用し、蒸気機関を完成させます。			
②	課題装置を設計する際に品質、コスト及び納期をバランス良く調和させます。			
③	機構部を設計する際、独自性を持って創意工夫をします。			
④	装置を設計製作する際、理論と現場の技能・技術を複合して取り組みます。			
⑤	課題を解決するために必要な情報を収集し、分析・評価して合理的な手順や方法を提案します。			
⑥	工程・日程・人材・他部門との関係・予算・リスク等の観点から計画を立て、進捗を調整します。			
⑦	グループメンバーの意見に耳を傾け、課題解決に向けた目的や目標及び手順や方法について共通の認識持ちます。			
⑧	各自が与えられた役割を果たし、グループメンバーをフォローし合って、グループのモチベーションを維持します。			
⑨	図や表を効率的に利用した分かり易い報告書や発表会予稿原稿を作成し、発表会では制限時間内に伝えたい内容を説明します。			
⑩	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。			

# 課題実習「テーマ設定シート」(補足)

成果物とその活用	
①現行型の走行性能試験、計測用治具の製作 ②現行型の動力部、制御部の改良設計 ③現行の動力部を使用し、新たな筐体設計とセンサやネットワークを活用した自動計測可能な自動二輪車の開発	
学生の構成員数と技術的分野	
生産機械システム技術科	
(人数) 3人 <技術分野> 3次元CAD、機械構造解析、機構解析、熱伝動解析、汎用・NC工作機械、溶接、プレス加工	
生産電子システム技術科	
(人数) 4人 <技術分野> バッテリー制御、モータ制御、計測制御、組込みプログラミング	
生産情報システム技術科	
(人数) 3人 <技術分野> 音声認識、位置情報の活用処理、無線運転の処理、ネットワークの活用、自動計測、組込みプログラミング	
予算	
概算 72万円	内訳 筐体部、機構部、コントローラ部、制御部
その他	
(特記事項) 企業との共同研究	
(開発課題委員会記入欄)	