

課題情報シート

テーマ名	電気自動車の設計・製作		
担当指導員名	南崎 宣也	実施年度	23 年度
施設名	九州職業能力開発大学校附属川内職業能力開発短期大学校		
課程名	専門課程	訓練科名	生産技術科
課題の区分	総合制作実習課題	学生数	4 名
		時間	16 単位 (288h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

近年、地球温暖化をはじめとする環境問題や、原発事故に端を発したエネルギー関連のニュースに対し、我々の関心は高くなっています。これらの問題に対する 1 つの回答として、電気自動車の開発及び普及があります。

一般的に電気自動車の開発では、電池やモータなどの開発が主役ですが、生産技術科の総合制作実習課題ですので電池やモータ、モータドライバは市販品を流用することで、製作に求められる電気要素は最小限としました。

本課題は電気自動車の機械的要素である懸架装置や操舵装置、減速装置等に求められる機能を理解し、設計、製作、評価することにより、実際に製品を作る一連の流れを習得し、専門技術の向上を図ることを第一の目的としています。

【参考文献】

細川武志著 車のメカ&仕組み図鑑 グランプリ出版

熊野学著 サスペンションの仕組みと走行性能 グランプリ出版

【訓練（指導）のポイント】

モータ等の市販品を含めて設計するため最初の段階で機種選定を行う必要があります。まず電源をどれだけ確保できるか検討し、次にモータの仕様を決定しました。そのためにモータ及びその周辺知識を習得させました。走行性能は定格運転で校内を 1 周できる登坂能力を製品仕様として与え、減速比を決定しました。

車体の設計では、必要な強度を CAE 及び 1/5 スケールモデルで確認し、適正な運転姿勢が取れるように、運転者の踵を基準にシートとハンドルの位置及びペダルの配置等を数値化しました。また、サスペンション部はジオメトリ変化がなるべく少なくなる様に要求しました。

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附属川内職業能力開発短期大学校
住所 : 〒895-0211 鹿児島県薩摩川内市高城町 2526
電話番号 : 0996-22-2121 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/kagoshima/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。

電気自動車の設計・製作

川内職業能力開発短期大学校
生産技術科

1. はじめに

電気自動車とは、電動機（電動モーター）を動力発生源として推進する自動車であり、同様に使われる言葉にEV(electric vehicle)がある。

電気自動車は「有害排出物が無く、環境にやさしい」と考えられており、局所的な大気汚染の緩和策には有効である。また、自然エネルギー発電との組み合わせによりCO₂削減にも有効と見られている。

2. 仕様・概要

国土交通省令である道路運送車両法施行規則を見ると内燃機関以外のもの（モーターなど）を原動機とするものであって、二輪を有するもの（側車付のものを除く。）にあつては、総排気量が0.050 l以下又は定格出力が0.60kW以下のものを第一種原動機付自転車という。

この第一種原動機付自転車の規格のものは一般にマイクロカーまたはミニカーとも呼ばれ、本製品は光岡自動車のMCシリーズを参考に製作を行った。



三菱自動車 i-MiEV

光岡自動車 MCシリーズ

図1 市販の電気自動車

また製品完成までのスケジュールは、制作費と製作人員を考慮して、3年計画で取り組んだ。



図2 全体の製作スケジュール

3. 設計製作

3-1. 概要設計

- ◆一人乗り電気自動車
- ◆校内移動が可能
(最大傾斜角度5度を定格出力で運転)
- ◆軽トラックで運送可能なサイズ
- ◆車体のデザインの考案(屋根・泥除け)

3-2. 基本設計

- ◆仕様
 - ➔ 全長×全幅×全高：2000×1000×1400 mm
 - ➔ 車重：280kg
 - ➔ 電動機：三相誘導電動機(2.2kW)

3-3. 詳細設計(車体部)

車体の設計において、その重量が動力性能を大きく左右する。本製作の目標として車両重量 280kg 以下を目標とした。車体の構成は、手作り自動車では一般的なパイプフレーム+FRP 外装ではなく、アルミ板によるモノコック構造とし、その接合方法はリベットによるものとした。

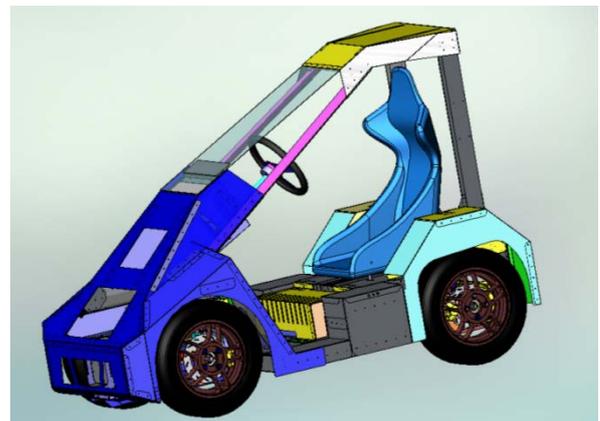


図3 3D CAD で設計した電気自動車

基本仕様に基づき、ホイールベースは 1300mm、トレッドは前後とも 820mm とした。また、サスペンションの構成は前/ダブルウィッシュボーン式、後/リジッド式とした。前サスペンション部のホイールアライメントについてキャンバー/トーの角度は走行抵抗を減らすために0度、キャスター角は5度で設計した。

3-4. 走行動力・必要トルクの算出

走行動力の算出は以下の方法・条件で行った。

$$P=9.8(W\sin\alpha+\mu\cos\alpha)v/\eta(W)$$

表1 走行動力計算表

P: 走行動力(W)	1637	乗員(70kg)含む
W: 荷重(kgf)	350	
V: 速度(m/sec)	3.8	0.01~0.03(良好路面) 0.1~0.3(悪路)
μ : 走行抵抗係数	0.3	
η : 機械効率	0.7	
α : 傾斜角度($^{\circ}$)	5	

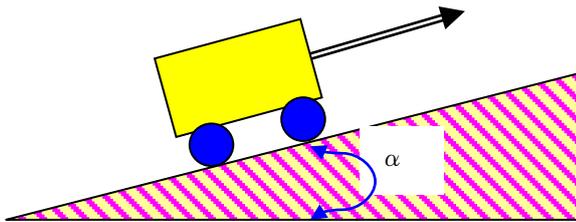


図4 走行動力算出

今回の電気自動車に必要なトルクは次表2に示す値(148N・m)となった。

表2 必要トルク

項目	計算式	値
N: 出力軸回転数(rpm)	$1000V/\pi D$	137
V: 速度(m/min)	表1より	228
D: タイヤ外径(mm)	実測値	530
P: 走行動力(W)	表1より	1637
Sf: 安全率		1.3
Tr: 必要トルク(N・m)	$P*Sf/0.1047*N$	148

3-5. 詳細設計・図面作成(減速装置)

前項の必要トルクを得られるように減速比を12.5とした。また、旋回時の車輪の速度差(回転差)を吸収するためにデファレンシャルギヤ(差動歯車)を内蔵する減速装置を設計製作した。

表3 パワートレイン部構成

部品名	規格等
鉛蓄電池	12V/80D26(4個)
DC/ACコンバータ	入力DC24V/出力AC200V 定格3000W/最大6000W
インバータ	入力電源: 単相200V 適用電動機容量: 2.2kW
ACモーター(三相200V/4極)	定格出力: 2.2kW 定格回転数: 1800rpm/60Hz
ギヤボックス	減速比: 12.5 デファレンシャルギヤ内蔵

4. 評価

表4 主要諸元

寸法/重量	
全長×全幅×全高(mm)	2040×990×1310
ホイールベース(mm)	1340
車両重量(kg)	308
性能	
最高速度(km/h)	30
航続距離(km)	54(理論値)
諸装置	
駆動方式	RR
ステアリングギヤ形式	ラック&ピニオン式
ブレーキ形式(前/後)	ディスク/ディスク
タイヤ(前後)	155/65R13

複数年で製作を行なったため、初期の仕様から変更した部分(コンバータ変更)や減速装置の詳細設計後、車体スペースに収まらなかったことなどがあり、車体後方部を大幅に変更することになった。また、CAD上では干渉部のチェックを十分に行ったが、実際の組立時においては干渉する部品もあり、製品を修正加工する部分もあった。



図5 完成車両

5. おわりに

今回、電気自動車を製作するにあたりギヤボックスなどの設計は、ある程度スムーズにできた。また、加工では、寸法公差が厳しく戸惑ったが、なんとか作り終えることができた。車作りの経験は初めてだし三年計画の最終年度ということでプレッシャーもあったが完成して良かったし、良い経験となった。この1年間の経験を今後の社会生活に生かしていきたい。

参考文献

細川武志著 車のメカ&仕組み図鑑 グランプリ出版

熊野学著 サスペンションの仕組みと走行性能 グランプリ出版

課題実習「テーマ設定シート」

作成日：4月26日

科名：生産技術科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		電気自動車の設計・製作	
担当教員		担当学生	
南崎 宣也			
課題実習の技能・技術習得目標			
電気自動車の製作を通して、設計、製図から必要な部品の選定及び発注、各種機械加工・組立、調整までの工程を経験し、“ものづくり”の実際を経験しながら、実践的な機械装置設計技術、多様な機械加工技術を身に付けます。			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
電気自動車は大小様々な種類のもので製造、販売されています。本実習では、一般にマイクロカーと呼ばれる1人乗り実用電気自動車を完成イメージとして設計・制作します。一連の制作工程の中で、各工程と専門課程のカリキュラムとの関連を認識し、より多くの「ものづくり」の要素が含まれるようなテーマ設定になっています。そして、「ものづくり」の面白さや発展性を理解するとともに、期限までに成果物を完成させることでスケジュール管理の重要性を認識します。			
実習テーマの特徴・概要			
本課題は競技用の電気自動車としないことで、デザインや車体構造等がある程度自由に設計できます。しかし、自動車の各部要素における基本的な要件を理解した上で全体及び各部を設計する必要もあります。実際の設計では、車体部はサスペンション等のレイアウトを決定し、それを基に構成部品の形状を決定し、干渉等がないようにした。また駆動系の設計では校内を一周できることを前提に出力軸トルクを定め、減速装置の設計を行なった。また、完成後は各種性能評価試験を行い、報告書を作成します。			
No	取組目標		
①	必要な仕様を想定し、構想設計から詳細設計に至るまでの設計を行います。		
②	3次元CADを使用して製品の3次元モデル化と図面作成に取組みます。		
③	汎用旋盤、汎用フライス盤を使用して部品製作に取組みます。		
④	プレスプレーキを使用して、板金部品製作に取り組みます。		
⑤	CAD/CAMを使用してNCプログラム作成に取組みます。		
⑥	NC工作機械（マシニングセンタ、ワイヤカット放電加工機、炭酸ガスレーザー加工機）を使用して部品製作に取組みます。		
⑦	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。		
⑧	材料、工具、機器及び部品等については、チェックリストを用いて厳密に管理します。		
⑨	報告書の作成、発表会を行います。		
⑩	実習の進捗状況や、発生した問題等については、単独、グループの場合にかかわらず、担当教員へ報告します。		