

総合制作実習における 「省エネカーの設計・製作」に関する取り組み

Efforts related to ‘Design and Manufacture of Energy Saving Cars’ Comprehensive Production Practice

中村 正美 *1 屋敷 陽一 *1
NAKAMURA Masami YASHIKI Yoichi

要約 総合制作実習の取り組みとして、地球環境問題やエネルギー問題について次世代の省エネルギーカーの設計・製作に 2023、2024 年度の 2 年間をかけて取り組んだ。コンセプトは軽量化と抵抗の少ない車体とした。試行錯誤をしながら創意工夫により車両を完成させることができた。製作した車両の性能を評価する場として栃木県茂木市で開催された「Ene-1 MOTEGI GP」に出場した。他のチームと交流を深め、競うことで客観的に評価し、問題点を知ることができ、その後に改善して性能の向上を図ることができた。

1 はじめに

職業能力開発短期大学校の生産技術科では、2 年間の専門課程で、設計・製図や加工・組立て、計測・制御等における技術的な要素を習得し、2 年生では、22 単位の「総合制作実習」に 1 年間をかけて、複数名のグループで取り組む。グループで取り組むことでチームワークによる協調性と役割分担による責任感、リーダーシップ力やコミュニケーション力などを養う。また、計画的に工程を遂行するマネジメント力や、問題やトラブルの発生時に対応する問題解決力を身につけることができる。これらは、社会人となり会社組織の中の一員として必要となる人間力や社会人基礎力として必要な能力であり、常に職業を意識しながら、現在の授業との関連性や発展性を教えている¹⁾。

取り組むテーマは、学生の興味や関心を聞きながら、1 年生で習得した技能・技術を応用する内容について、1 年間をかけて取り組む内容として、最後に完成することを想定できるかのボリュームを考慮して、テーマを決定する。

本報では、2023 年度に 4 名の学生が、2024 年度に 3 名の学生が担当して、2 年間をかけて総合制作実習として「省エネカーの設計・製作」の取り組んだ事例を報告する。

近年、世界的にカーボンニュートラルが推進されて

いる。また SDGs における 7 番と 13 番に掲げる目標となるクリーンエネルギーと気候変動に着目し、現在の状況を如何にしたらいかにについて考えるために、省エネカーの製作に取り組むことにした。そして、今まで習得した技能・技術の集大成として車両の製作に取り組んだので報告する。また、製作した省エネカーで大会に出場し走行することで、車体性能の評価、検証を目的とする。大会に出場して優勝することを目標として、学校の宣伝効果にも期待できると考える。

2 車体の仕様

2.1 車体の特徴

今回製作する車体のコンセプトは「とにかく軽く、抵抗の少ない速い車を目指す」にした。このコンセプトに合うように、ホイールベースは人が乗車した状態で、できるだけ短くし軽量化を図る。トレッドは、前影投影面積を小さくするために短くし、空気抵抗の低減を図る。

2.2 車両の仕様

大会の規定と製作する車体の仕様を表 1 に示す。大会の参加車両は 3 輪以上とし、停止時・走行時ともに自立できる構造であること、バッテリーは充電式単 3 乾電池 40 本とする。ブレーキは 2 系統を有すること

*1 生産技術科

Department of Production Technology

が規定となっている。

設計したボディカウルの形状について図 1 に示す。カウルの形は空気抵抗が小さいとされるティアドロップ形状を参考にした。3DCAD によるモデル形状を、図 2 に示す。

カウルの素材は、3 次元立体形状の成形に適している点と、軽量であることからガラス繊維強化プラスチック (GFRP) に決めた。

表 1 車両寸法

| 単位(mm) | サイズ規定 | 実際寸法 |
|---------|--------|------|
| 全高 | 1800以下 | 505 |
| 全長 | 3500以下 | 2700 |
| 全幅 | 1700以下 | 600 |
| トレッド | 380以上 | 436 |
| ホイールベース | 1000以上 | 1593 |

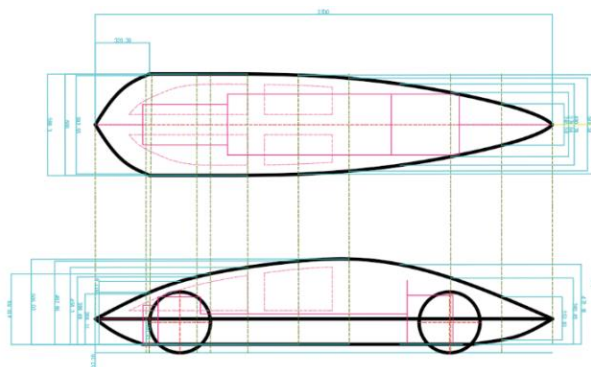


図 1 車体の設計による CAD 図面

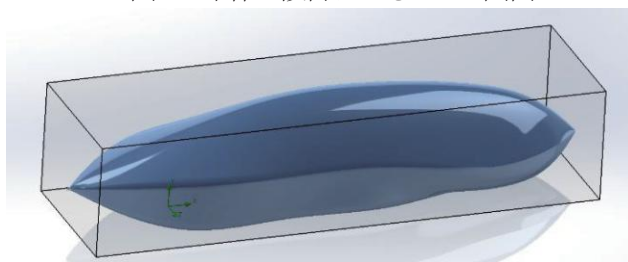


図 2 3DCAD による設計図面

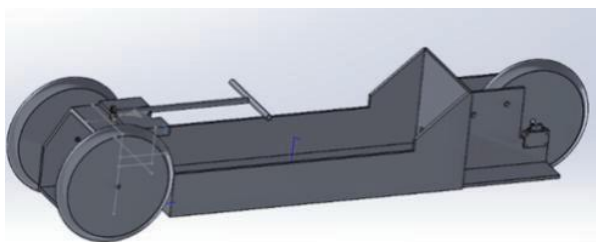


図 3 3DCAD による車体フレーム構造

3 車両の設計・製作

3. 1 フレーム

フレームは、安全性と軽量化を考慮して、強度剛性に優れるハニカム構造のカーボンファイバーを接合して固めた一体構造で作られている。設計した車体のフレームを図 3 に示す。

3. 2 足回り

足回りの機構は、レースの規定に沿うようにトレッドを短くして、前影投影面積を減らすように 3DCAD で設計した。また、最小回転半径が 10m をクリアするように旋回する機構を製作した。ステアリング操舵機構は、アッカーマンジャント方式を採用してスムーズに旋回できるようにした。ハンドル操作は、乗車スペースが限られており、ハンドルを回転させて旋回するスペースが確保できないため、左右に動かして旋回する他にない独自アイデアの機構を採用した。前輪のステアリング機構について図 4 に示す。

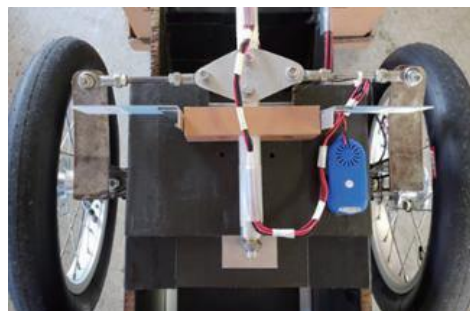


図 4 前輪ステアリング機構

タイヤは、軽量化と転がり抵抗、空気抵抗を考慮して、抵抗を低減させるため、リム径 14 インチのエコラン用小径スリックタイヤを選定した。

3. 3 電気系統

バッテリーは市販の乾電池 BOX を用いて単 3 形充電電池を 40 本接続し、安全のためブレーカを使用した。

動力源のモータは、図 5 に示す DC ブラシレスタイプのモータ (定格出力 210W) を使用した。いずれもレースのレギュレーションとコンセプトに合うように選定した。モータの動力をスプロケットによりチェーン駆動で後輪にギヤ比 5.56 で伝達し、設計速度は 24.4[km/h]である。

駆動するエネルギー源は、単 3 充電電池 40 本であり、20 本直列で 2 並列で回路構成し、24[V]とした。製作したバッテリーユニットを図 6 に示す。2023 年度は市販の電池 BOX で接点間の通電不良があったため、2024 年に 5 本直列 4 接続の新型に作り替えた。

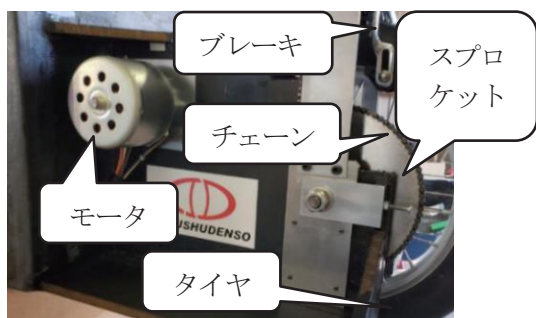


図5 モーターと後輪駆動部

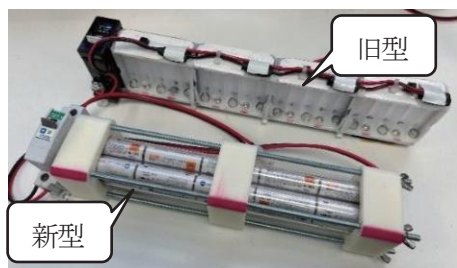


図6 バッテリーケースの新旧比較

3.4 型の製作

シャーシフレームに合わせたボディカウルを設計し製作した。カウルの型は、本来であれば雄型から雌型を製作して雌型にボディカウルの成形をするのであるが、時間が足らず雄型のみ製作して、雄型に張り付ける形で、ボディを成形することとした。雄型は、発泡ポリスチレン（スタイロフォーム）を骨組みとしてその上にパテ盛りして製作した。（図7、8参照）



図7 雄型骨格構造



図8 雄型製作の様子

3.5 ボディカウルの製作

ボディカウルは、3D立体形状の流線形とするため、GFRPによるハンドレイアップにて成形した。ガラス繊維クロスにポリエステル樹脂を含浸させて、2層の積層構造とした。（図9参照）

キャノピーは、ポリカーボネート樹脂をヒートガンによる熱で変形させて型に拘束することで成形した。3次曲面形状の成形は、歪みが発生してとても困難であった。（図10参照）



図9 FRP成形の様子



図10 キャノピーを成形したボディカウル

完成したボディカウルによる車両は、図11に示すような形状となった。外装のボディカウルは、曲線による曲面形状で、できる限り空気抵抗の少ない形状で設計して小型軽量化できた。配色デザインは、千葉県か



図11 完成した車両の外観

ら出場であることから、特徴である「菜の花」の黄色と「海」の青色の配色とし、車体側面には学校名を和名と英名で大きく表示することで広報活動に努めた。

4 レースへの出場

4. 1 2023年度のレース

参加した「Ene-1 MOTE GIGP」とは、支給された単3乾電池40本で、周回コースをどれだけ短いタイムで多く回れるかを競うレースである。開催日は2023年10月15日であり、前日は車検と練習走行だった。車検はブレーキの効きが悪く合格に苦労した。練習走行は2周目でバッテリーに不調があり応急処置をしたが、同様の不具合で完走には至らなかった。二日目は決勝走行だった。不調の原因のバッテリーパックを夜間に修理して対策した。当日の天気が雨だったため車両に防水処置を施し大会に挑んだ。しかし、振動により2周目半ばでリタイヤすることになってしまった。図12にレースの様子を示す。



図12 2023年レースの様子

レース後は、レースの反省から得たマシンの問題点を克服するため改良した。改良点は、車検で問題であった制動性を向上させるため、安全に停止するようにブレーキをディスクブレーキとリムブレーキの二系統に変更した。そして視認性と空力性能を向上させた新たなカウルデザインをモックアップとして制作した。また、リタイヤの原因となったバッテリーケースを新しく設計、製作した。

4. 2 2024年度のレース

大会は、2024年9月15日に栃木県のモビリティリゾート茂木にて行われた。競技内容は、サーキットのフルコース（一周4800m）を逆走し、1周のタイムアタックを3回行い、その合計で順位を競う。

大会までに新型のボディカウルを完成させることができなかつたため、今回の大会は去年の車体とカウルを使用して参加した。レースに出場する様子を図13

に示す。

大会の結果は、1レース目19分49秒で完走、2レース目17分20秒で完走、3レース目1200m地点で電池切れによって停止した。総合順位は53位で、大学・高専・専門学校の部門で10位となった。



図13 2024年レースの様子

4. 3 成果物表彰とポリテックビジョンでの発表

2023年には、全国のポリテックカレッジでの成果物表彰制度で「特別賞」を受賞した。また、ポリテックビジョンでは「敢闘賞」を受賞した。(図14参照)



図14 ポリテックビジョンで展示の様子

5 おわりに

「総合制作実習」の授業における実習課題として、省エネカーの設計・製作を通して環境やエネルギーについて考え、一からモノを作る難しさと、新たにボディカウルを製作して性能を向上させ完成した時の喜びを経験できた。また、レースに出場して力を合わせて取り組み、色々な車を見て交流を深めて勉強した。この経験が、学生の今後の仕事にも役立つことを期待する。最後に製作に携わった学生と応援いただいた方々に感謝いたします。

参考文献

- 1) 経済産業省 HP
<https://www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/>