

# 課題情報シート

|        |                                                                                                 |     |       |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|
| テーマ    | 低燃費自動車の製作                                                                                       |     |       |
| 大学校    | 北陸職業能力開発大学校附属石川職業能力開発短期大学校                                                                      |     |       |
| ホームページ | <a href="http://www3.jeed.go.jp/ishikawa/college/">http://www3.jeed.go.jp/ishikawa/college/</a> |     |       |
| 電話番号   | 0768-52-1323（学務援助課）                                                                             |     |       |
| 訓練課程   | 専門課程                                                                                            | 訓練科 | 生産技術科 |
| 担当指導員  | 松本 敦                                                                                            |     |       |

## 開発（制作）年度・期間

2019（令和1）年度 ・ 10 カ月

（内訳）設計：2 カ月、製作：3 カ月、評価：2 カ月、改善：3 カ月

## 開発（制作）学生数

7 名

（内訳）エンジン開発・製作：3 名、車両開発・製作：3 名、駆動系開発・製作：1 名

## 習得した技能・技術

機械要素設計技術、CAD 技術、CAM 技術、CAE 技術、カーボン加工技術、NC 旋盤加工技術、マシニングセンタ加工技術、レーザ加工技術、ワイヤカット加工技術、普通旋盤加工技術、フライス盤加工技術、溶接加工技術、板金加工技術

## 開発（制作）のポイント

近年、新興国の発展や先進国の環境方針に伴い、環境汚染対策や省エネルギー化が、世界的な課題となっています。その対応の一環として、電気自動車や水素自動車が開発されていますが、移行まで時間がかかり、未だガソリン車が主流です。また 国内製造業は、製造拠点が海外に移転され、厳しい立場になってきています。そのような中、国内技術者に「ものづくり力」を基本とした「企画・設計力」「QCD を実現する問題解決力」「リーダーシップ力」など、多くのテクニカルスキルやヒューマンスキルが求められてきています。これらのスキル向上を目的として、環境に優しい低燃費自動車の製作に取り組みました。

低燃費車の製作を課題とし、燃費競技大会で上位入賞を目指すことで、高い目標設定と具体的な戦略を立案ができました。エンジンや車体の設計・製作に取り組むことで、学生の技術・技能の向上はもちろん、環境にかかわる技術も習得できました。さらにチーム活動を通してヒューマンスキルの向上も図り、就職後も即戦力となる人材育成にもつながりました。

## 訓練（指導）のポイント

- ① 動機付けと高い目標設定をするために、強豪校と技術交流を行いました。
- ② 設計は、エンジン/車体/カウルすべてを三次元 CAD で設計し、さらに CAM を使った NC プログラミング、CAE ツールによる強度解析、さらに流体解析など行いました。
- ③ 加工では、NC 旋盤/マシニングセンタ/ワイヤカット/レーザ加工機/旋盤/フライス盤など生産技術科の設備の大半を使用し、学生のテクニカルスキル向上を行いました。
- ④ カーボンファイバ加工は地元企業の指導を受けました。金属加工・溶接などは、地元企業の指導のもと製作しました。企業の指導を受けることで技術向上だけでなく、プロのものづくりに対する姿勢や厳しさを体験でき、学生の成長に大きく貢献できました。
- ⑤ 大会まで 4 ヶ月間と短い為、納期遵守を最優先とし、常に PDCA サイクルを回しながら、チームで知恵と技術を集結させ、品質の高いものづくりに取り組むことができました。  
結果、高品質で信頼性のある車両を納期通り、完成することができました。

## 開発物の仕様

| 項 目    | 内 容                                          |
|--------|----------------------------------------------|
| 自作エンジン | 排気量 40cc。シリンダ、ヘッドをのぞき、すべての部品を自作設計・製作。        |
| 自作車両   | 全長 2700mm、全幅 550mm、ホイールベース 1390mm、トレッド 500mm |
| 自作カウル  | （カーボン製カウルウレタン型製作含む）                          |

## 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）」

NC 旋盤 (OKUMA 製)、マシニングセンタ (Mazak)、レーザ加工機 (Mazak)、ワイヤカット (FANUC)、普通旋盤、フライス盤、帯のこ盤、ボール盤、高速切断機、TIG 溶接機、ベンダー、グラインダ

# 低燃費自動車の製作

(エコマイレージチャレンジ全国大会出場に向けた車両の製作)

生産技術科

## 1. はじめに (動機)

近年, 世界規模で排気ガスによる大気汚染や, 資源維持を目的とした省エネルギー化が取り上げられ, 低燃費・低公害エンジンのような環境に配慮した製品が産業界全体に求められている。

総合制作を通し, 学生及び指導員が環境に対する問題意識の向上と環境に携わる技術を習得することで, 綺麗な地球環境を残していくために, 私たちに何ができるのかを考えるきっかけとする。

## 2. 目標, 戦略検討

### 2.1 今年度の目標

Honda エコマイレージチャレンジ全国大会 2019 において, 燃費 1000Km/L (昨年記録燃費 500Km/L の 2倍) を達成する。燃費 1000Km/L は昨年の大会記録で76 台中 3 位に相当する。また, 大会出場は評価確認の一環である。

### 2.2 戦略検討

燃費 $\propto$ (熱効率 $\times$ 駆動効率)/(転がり抵抗+空気抵抗)  
この式を基本とし, 戦略を立てた。

- (1) エンジン排気量の縮小による熱効率向上
- (2) 木製フレーム採用による軽量化
- (3) カウル前面投影面積削減による空気抵抗低減
- (4) タイヤのリム幅変更・ホイールのスポーク数削減による転がり抵抗低減

## 3. 設計(Plan)

### 3.1 エンジンの設計

エンジン排気量を 50cc から 40cc へ縮小させ, ガソリンの消費量削減を狙う。そのため図 1 に示すように, 他関連 30 部品を設計した。

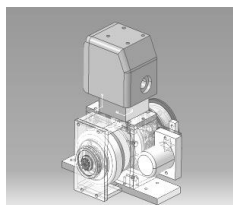


図 1 自作エンジンの 3 次元モデル

### 3.2 車体の設計

車体の軽量化を図るため, 昨年の鉄製フレームから木製フレームに設計変更した(図 2)。木材は最軽量のランバーコア材を採用。木材による製作は, 学校のカリキュラムにないため, 独学で設計/製作した。

図 3 は 3 次元 CAD(SOLIDWORKS®)を用いて強度解析した結果である。一番荷重のかかった所でも, 変形量は 0.5 mm 以下となり設計上問題ない結果であった。さらにマージンアップのため, 底面にカーボン繊維を貼り補強した。

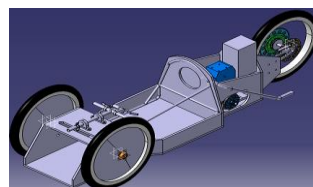


図 2 木製フレーム 3 次元モデル

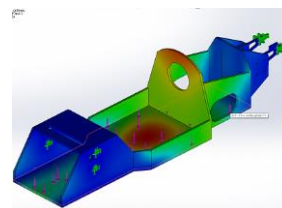


図 3 木製フレームの強度解析

### 3.3 カーボン製カウルの設計

前面投影面積を昨年の車体より 27%削減し, 抗力係数の少ない形状に設計した。

3 次元 CAD(CATIA®)を使用して設計する際にフィル・スプライン・曲線の応用技術を駆使した。

図 4 は SOLIDWORKS®を用いて空気抵抗を解析した結果であり, 空気抵抗を表す係数 Cd が 0.21 となった。これは, 市販自動車の低燃費自動車 Cd 値 0.24 の数値よりも低く, 良い結果が得られた。

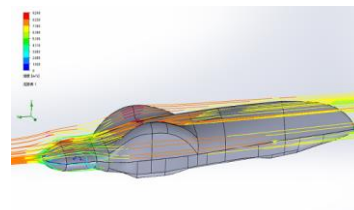


図 4 カーボン製カウルの流体(空気の流れ)解析

## 4. 製作と問題点及び対策 (Do)

### 4.1 エンジンの製作

排気量縮小のため、エンジンベースはHonda®製カブを、クランクはHonda®製エイプを採用。それに伴いエンジンおよび周辺 30 部品をNC 旋盤・マシニングセンタ等で自作した。

苦労した点は、製作過程でコンロッドの長さを測定することが困難であり、シリンダを短くしすぎた。

そのため、エンジンがクラッシュしてしまう問題が発生し、シリンダの長さを調整することで対応した。しかし、これに伴い、軸間距離が変わったためタイミングチェーンと点火タイミングの再選定が必要になった。エンジン製作には、のべ 150 時間を要した。

### 4.2 車体の製作

木材をレーザー加工機で加工し、ボンドや L 字金具等で組み立てた。設計の初期段階で、ドライバが入れない状況に陥った為、車内空間を広げる設計変更を行うことになった。ナックル部の溶接は地元企業の指導を受け行った。

### 4.3 カーボン製カウルの製作

ウレタン材をマシニングセンタで加工し、元型を製作した。次に地元企業の技術 協力のもとカーボン繊維とポリエステル樹脂を積層して、乾燥させ、元型から剥がし、最後にアクリルを張って完成した(図5)。

苦労した点はアクリルを内側から張ると隙間ができ、カウルを合わせたときにドライバの手元の空間がなくなってしまった。その為アクリルを外側から大きめに張り、内側の余った部分を削り、手元の空間を広げた。カウル製作には夏休みを返上し、のべ 200 時間を要した。



図5 完成した車体

## 5. 評価結果 (Check)

正規走行条件で最終評価を行う為、Honda エコマイレージチャレンジ全国大会 2019 に出場した。結果はグループⅢ(大学・短大・高専・専門学校クラス)で燃費 279Km/L で目標燃費 1000Km/L 未達成となった。未達成要因は以下の 2 つである。

- (1) 燃料調整のセッティング不良によるガソリンの消費量増加。
  - (2) タイヤとカウルの接触による転がり抵抗増加。
- 反省点として、大会を経て、テスト走行不足と準備不足であることを痛感し、テスト走行を重ねることによる信頼性の大切さが身に染みてわかった。

## 6. 大会後の改善及び製作 (Action)

### 6.1 エンジンの改善

燃料噴射量について、試走後のデータで車体の走行性能は良いが、燃料消費量が異常に多く、これは一回の燃料噴射量が多い為であると判明。そのためECU からインジェクタに送られる信号を強制的に変更することで、燃料噴射量を減少させた。

### 6.2 車体の改善

木製フレームの剛性向上とドライバの操作性・安定性を求めて、車体の再設計・再製作を行なった。結果、カーボンで強化しなくても人が乗っても、たわまないほど剛性が向上した。ドライバの乗降については足がスムーズに奥に入るようになった。

### 6.3 カーボン製カウルの改善

視界が悪く危険なため、カウルのフロント窓を大会前よりもさらに拡大させた。また新たに前方に二枚の窓を追加した。以上の二点を改善することにより、運転時の死角を少なくし、より一層視界を広げ、安全性を大幅向上した。

## 7. まとめ(最終結果)

目標である燃費 1000Km/L を達成できていないが、6 項の改善による最終テストを 2 月までつづける。また、3 月には、後輩への技術(ノウハウ)伝承を行い、次年度へ引き継ぐ。あとわずかであるが必ず目標達成まで改善する。

## 8. おわりに (謝辞)

今回の製作にあたっては地元企業から親切な技術指導をいただき、大きく成長することができました。協力いただいた各企業の皆さまに感謝申し上げます。

## 参考文献

- (1) 八戸高専自動車工学部HP, エコランとは、燃費をよくするポイント  
2019/1/09, <http://www.hachinohe-ct.ac.jp/~gakusei/automobile/ecorun/index.htm>