

環境地球にやさしいEVカーの製作

大同大学大同高等学校

伊藤 彰浩

1. はじめに

2021 年 1 月に菅総理大臣が施政方針演説で「2035 年までに新車販売で電動車 100%を実現する」ことを宣言しました。電動化は、ガソリン車に比べて運転時の二酸化炭素 (CO₂) 等の大気汚染物質の排出量が少なく、再生可能エネルギーと組み合わせることで、持続可能性や自動運転との相性が良く安全性も高まる。しかし、航続可能距離が短いのが課題である。この課題について工業系学科で学ぶ生徒たちが主体的・対話的で深い学びの機会として、みずからの手でつくった電気自動車の走行距離を競うレースが毎年豊橋市で開催されている。

本研究では、競技車両の設計構想からレースに参加するまでの過程を通じて問題解決の能力や創造的な学習態度、環境に配慮する意識を育む教育活動を実践することにした。

2. 研究の方法

(1) 教科「課題研究」のテーマとして「EVカー製作」を設定

本校の工作センターには、技能五輪にも採用されている旋盤 DMG MORI (ワシノ) LE0-80 が 15 台、立フライス盤には、デジタルスケール (X Y Z 軸を 5 μ まで計測可能) が全機 (8 台) に取付けられている。3 年生に進級し、4 月最初の「課題研究」の授業で班員が決まり、メンバー数名が「ゴーカート」を作ろうと考えていましたが、何から始めたらよいのか分からない状況であった。設備や 2 年間学んできた加工技術・知識を駆使して部品加工・組立を行い、人が乗れる電気自動車 (EV) を完成し、レースにエントリーして完走を目標設定にした。

(2) 「スチールフレーム」と「木製フレーム」の EVカーについて

「課題研究」の授業が週当たり 2 時間、10 月末に開催されるレース大会までの約 7 ヶ月間であることから当初は、継続研究として「スチールフレーム」車両の主要部品の精度を高め改良型でレースに臨む計画でいたが、製作メンバーから自分たちの手で新しい車両をフレームから製作したいという申し出があり急遽、新規で「木製フレーム」の EVカーも同時に製作することになった。木材で製作するのは、課題研究の時間帯に他学年の溶接実習が重なり、使用できない状況になったのが理由である。木材では、部材としての剛性や接合部の強度が心配であることから失敗した場合に備えてスチール製の予備フレーム用の部材の切断や穴あけなどの加工は授業中に実施することにした。

(3) 班員の作業分担について

自動車の基本性能は、「走る」「曲がる」「止まる」なので、班員をこの 3 つの機能にそれぞれ担当を決め、各々が部品製作などで責任を果たし貢献することで安全かつ走行抵抗の少ない車両ができると仮定し、モチベーションを持って製作に取り組むことになった。

2. 製作過程について

(1) E Vカーの概要について

① 車両規則の抜粋

車両サイズ：走行中の車両は全長 3.0m、全幅 1.2m、全高 1.6m以内とする。
車輪数：3 輪以上の車輪数とする。(3 輪にすると差動歯車装置不要である)
ブレーキ：ドライバーが搭乗した状態で 8%以上の勾配で制止出来ること。
バッテリー：F T X 4 L - B S (12V 3Ah(10HR) 113mm×70mm×85mm)

② 車両仕様について (表 1:スチールフレーム 表 2:木製フレーム)

車両仕様書				
所属	大同大学大同高等学校		車両名	DAIDO EV M31
※出展部門を○を付けてください。				
エコハイA			○ オープンクラス	
エコハイB				
車 両 寸 法	全長	2900 mm		
	全幅	614 mm		
	全高	550 mm		
	軸間距離	1450 mm		
	車輪間隔 (フロント/リア)	F mm	R	0 mm
	重量 (ドライバーを含まない)	25 kg		
車 体 ・ 構 造	フレーム (タイプ・材質)	(市販車の場合はメーカー名) スチールパイプ		
	ボディ・材質	発泡ポリスチレン (カネライトフォーム)		
	ホイール	数量 3	サイズ 20インチ	構造 スポーク
	タイヤ	サイズ 20インチ	メーカー IRC	タイプ EQ-R
	ブレーキ	タイプ Vブレーキ	価数	2
	モーター	エコハイA	メーカー	型式
エコハイB	メーカー	型式		
オープンクラス	メーカー	型式 特殊電装 S13762-130R		

表 1

車 両 仕 様 書				
所属	大同大学大同高等学校		車両名	DAIDO EV M31WOOD
※出展部門を○を付けてください。				
○ エコハイA		オープンクラス		
エコハイB				
車 両 寸 法	全長	2500 mm		
	全幅	640 mm		
	全高	570 mm		
	軸間距離	175 mm		
	車輪間隔 (フロント/リア)	F 615 mm	R	0 mm
	車重 (ドライバーを含まない)	31 kg		
車 体 ・ 構 造	フレーム (タイプ・材質)	(市販車の場合はメーカー名) 木材 (2×4など)		
	ボディー材質	養生用ダンブラ		
	ホイール	数量 3	前24in、後20in	構造 スポーク
	タイヤ	前24in、後20in	前 TUF0 後 R R C	別注 チューブレス 後 チューブ
	ブレーキ	V ブレーキ		2 個
	エコハイA	メーカー Panasonic	型式	SC0089
モーター	エコハイB	メーカー	型式	
	オープンクラス	メーカー	型式	

表 2

(2) C A Dによる車両設計と活用

廃棄自転車のφ28.6(mm)スチールパイプを利用したトラス構造の設計とした。(図 1)

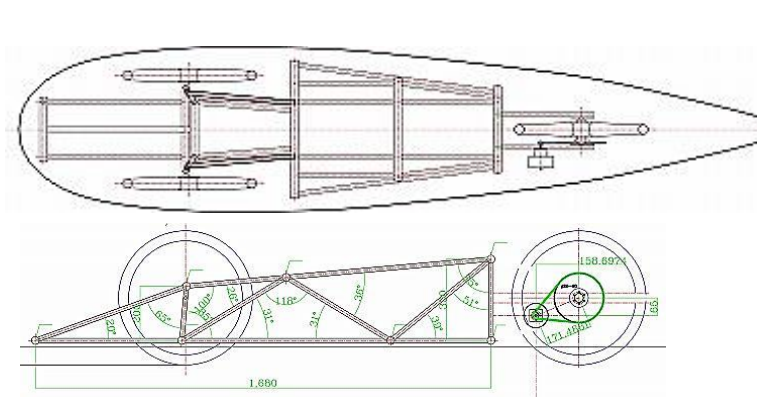


図 1 スチールフレーム

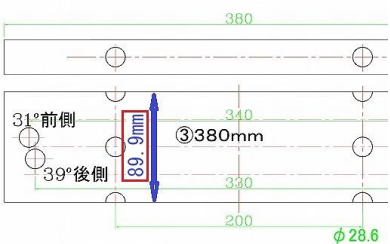


図 2 パイプに巻き付る型紙



写真 1 型紙を巻いたパイプ

円筒部における穴あけ位置をけがく作業は、難易度が高いため、C A D図面を型紙として活用し、穴あけなど部品加工の効率化を図った。図 2 に示す型紙となるC A D図面は、パイプの外周長さ 89.8mm (28.6π) に穴の位置を描いたものである。

2×4材、1×2材、1×4材などを部材とした「木製フレーム」の構想を練りました。(図3) スチールパイプと同様に3角形の組合せになるようなトラス構造とした。

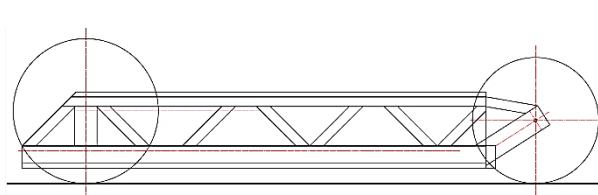


図3 木製フレーム



写真2 部材の接合



写真3 木製フレームの仕上

(3)「走る」の担当部分について

オープンクラスは、使用モーターが自由なので効率が高い写真4のようなアウトロータ型ブラシレス特殊電装(株) 型式 S13762-130R 12V、48W を使用しました。調整可能(図4)



写真4 ブラシレスモーター

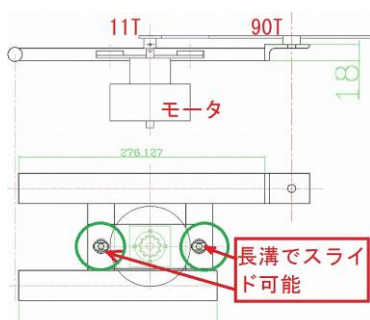


図4 ブラシレスモーター取付



写真5 エコハイモーター取付・コントローラー配線

エコハイAクラスは、主催者から支給されたエコハイモーター(写真5)を使用した。このモーターは、回転数が 1000 min^{-1} 程度で使用でき、トルクが大きいので、減速比を大きくする必要がないので駆動部の製作が容易である。回転速度を調整するためのコントローラーは、内臓していないため別途PWMコントローラーを取り付ける必要がある。

(4)「曲がる」(舵取り装置)の担当部分について

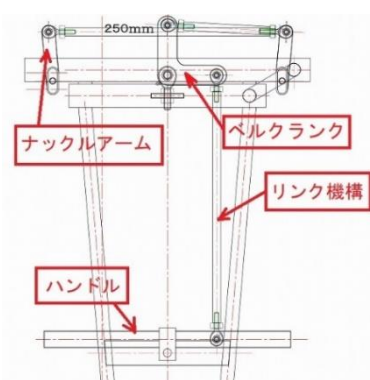


写真6 舵取り装置①(スチールフレーム)

旋回時の走行抵抗軽減のためにアッカーマン・ジャントー機構とし、リンク機構により運転姿勢が寝転がった状態なので、ハンドルの位置を約300mm後退させた。(写真6)



写真7 舵取り装置②(木製フレーム)

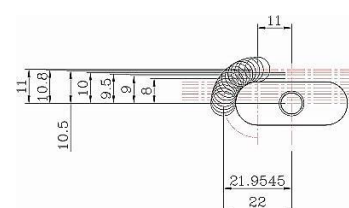


図5 ナックルアームのフライス加工



写真8 ナックルアームの構成部品

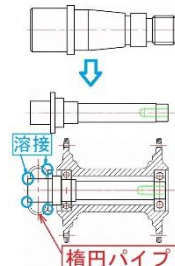


写真9 前輪ハブ、車軸

旋盤、フライス盤を使用して車軸、ナックルアームなどを加工した。旋盤実習の検定課題から車軸を製作するイメージ図である。(写真9) また、取付部は、楕円パイプ(肉厚1.6mm)に溶接により接合している。

(5)「止まる」について

2 系統のブレーキで 8%以上の勾配で確実に制動できることが車両規則にあり車検項目でもある。一般のキャリパーブレーキでは、隙間を狭く調整すると片方のブレーキシューがリムに当たってしまう状態の片効きになることがよくある。写真 10 のような V ブレーキを使用すれば、片効きの微調整が容易で制動力も非常に高い。V ブレーキは、フレームに台座ボルトを確実に固定しなければならない。



写真 10 Vブレーキ（木製フレーム）

3.「高等学校エコカーレース総合大会」の参加について

10 月 26 日(土)第 22 回高等学校エコカーレース総合大会がとよはし産業人材育成センターで開催されました。

このレースは、高校生が製作したエコカーが、制限時間内で決められた量のエネルギーを使って特設コースを何周できるかを競い、エコハイは 40 分、オープンクラスは 50 分で争われ、本校の木製フレームの EV は、指定のモーターを使うエコハイ A 部門にエントリーし、7 チーム中 5 位であった。また、スチールパイプフレームの EV はオープンクラスにエントリーし 21 チーム中 12 位であった。強豪チームは、空気抵抗を抑えたボディー形状の車両で静かに周回を重ねていたのが印象的であった。本校の車両も何とか制限時間を走り切り、完走を果たすことができた。



写真 11 エコハイ A 部門 DAIDO EV M31WOOD



写真 12 オープンクラス DAIDO EV M31

9. まとめ

加工上の失敗や組立などの不具合は、その都度 iPad（ロイロノート）を活用し、製作過程の記録（曖昧な記憶ではなく、写真とコメントを書く）をとるようにして製作を進めた。試行錯誤を経て完成した競技車両を生徒が運転して試走させたときの感動、レースに参加することができたことは、地道な努力が形となる誇らしい瞬間であり、生徒たちの自信につながっている。

彼らが 10 年、20 年後、会社の後輩がものづくりで行き詰り「どうせ無理」という場面で、「だったら、こうしたら」と言うことができる人材になってもらいたい。本研究の成果が、現在の 2 年生の製作意欲を触発するとともに、技術が受け継がれ還元できることを期待したい。

謝辞

本実践を遂行するにあたり、公益財団法人天野工業技術研究所様より多大なご支援を賜りました。ここに記すとともに、心から感謝を申し上げます。

参考文献

- 1) 令和 3 年 1 月 18 日第 204 回国会における菅内閣総理大臣施政方針演説（グリーン社会の実現）
- 2) 高等学校エコカーレース 2024 車両規則（オープンクラス・エコハイ A・エコハイ B）