

特色ある学校

全方位移動型 6 輪プラグイン・ハイブリッドカーの製作

—好奇心をカタチに—

おかやま山陽高等学校 自動車科 森 秀樹

本校自動車科は、これまでにソーラーカーや水陸両用車、ヘラクレスオオカブト型電気自動車、ギネス世界記録に挑戦した世界一車高の低い車 MIRAI（ミライ）など様々なものづくりに挑戦してきた。そして今回、自動車科 30 周年記念作品を製作するにあたり、ものづくりの原点である『好奇心をカタチに』をテーマに掲げ取組を行ったので、その様子を報告する。

1. はじめに

本校は、岡山県南西部の浅口市鴨方町にある。大正 13 年に創立され、現在は普通科 5 コース（スポーツ、音楽、公務員、進学、資格専門）と専門学科 4 科（機械、自動車、調理、製菓）で構成される生徒数約 1,100 名の中規模校である。

自動車科は昭和 60 年に設置され、三級自動車整備士の資格取得に加え自動車教育の一環として『夢のあるものづくり』をテーマに様々な車両製作を行っている。今回、自動車科 30 周年記念作品として取り組んだ「全方位移動型 6 輪プラグイン・ハイブリッドカー」の製作について報告する。

2. きっかけ

平成 26 年は自動車科設立 30 年の節目の年にあたり、何か記念になる作品づくりをしたいという思いがあった。これまで自動車科ではソー

ラーカーや水陸両用車、世界一車高の低い車等様々なものづくりをしてきたが、それらの集大成であり、新技術への挑戦と、今までにない斬新なものを作りたいという思いがあった。

翌日、自動車整備部の部員と共にディスカッションを行い、アイデアを求めた。この自動車整備部の主な活動は、放課後「ゼロハンカー」という車両を製作し、毎年 12 月に開催される「全日本高等学校ゼロハンカー大会」に出場している。また、先に挙げた様々な車両製作を担ってきた『ものづくり』の精鋭部隊である。ある生徒から、幼い頃からブルドーザー等の重機が大好きで、戦車を作りたいという意見が出された。さすがに高等学校での「ものづくり」において、戦車というテーマには躊躇してしまった。しかし、戦車の特徴である、キャタピラを用いた走行は普通のタイヤではできない超信地旋回などが可能である。せっかく出てきたこのアイデアを発展させる方向で計画を進めることにした。

後日、機械科の製作しているロボットが狭い場所で縦横無尽に動く様子を見学させてもらった。そのロボットはオムニホイールを採用したことで、この動きが可能になったとのことであった。



写真1 全方位移動型 6 輪プラグイン・ハイブリッドカー「ヘキサローラー」



写真2 機械科のロボットと京商製トイラジコン「ガンローラー」

そこで、オムニホイールの教材として、機械科にあった京商製『ガンローラー』というトイラジコンを借りて生徒達に見せた。このラジコンは、6本のサスペンション・アームの先にオムニホイールを装備し、前後・左右、斜め、旋回など18通りの全方向に移動できるのが特徴である。

電池をセットし実習場で走行させたところ、生徒達は大いに興味を持ってくれた。この全方向に動け、人が乗れるサイズの乗り物を作ってみたいという意見があがった。

また、最新の技術である、発電機を搭載し走行しながら充電ができ、外部電源からも充電ができるプラグイン・ハイブリッド方式に挑戦したいという意見もあがった。

そこで、今回のものづくりは「好奇心をカタチに」というテーマにすることとした。

3. 製作

(1) 基本設計

今回の製作で一番の肝になるオムニホイールの検討から始めた。スクーター用ホイールを加工し、台車のコマを複数配置してオムニホイールを製作する方法を検討したが、人が乗車することを考慮すると精度と強度の両面で課題が多い。既製品で入手しやすく、耐荷重の大きいものを探した。その結果、富士製作所のオムニホイールを採用することとした。

また、新しい技術への挑戦としてプラグイン・ハイブリッド方式で発電機と家庭用外部電源の両方から電力供給できる構造とする。そのために搭載する発電機は、実習場にあった教材用の小型エンジンがあり、自動車用オルタネータと組み合わせて搭載することとし、基本設計

を行った。

検討の結果、人と発電機を乗せると重心位置が高くなり過ぎ、小さいオムニホイールでは段差などを乗り越えられそうにないため、再度大きなオムニホイールを探すこととした。インターネットでは直径10インチ（約254mm）の物が見つかり発注したが、中国より取り寄せとなるため、まとまった数（12セット）を揃えるには納期がいつになるか業者にも分からないとのことであった。

しかし、1輪あたり耐荷重が100kgあり2万円以下で購入できるため、このオムニホイールを使用することとし、再設計を行った。

6本のアームと5つのバッテリー（駆動用4、制御用1）、発電機と乗員1名など車両総重量約350kg以上に耐えられるように強靱で軽量なフレーム構造となるよう設計した。特にバッテリーや乗員の着座位置はなるべく低い位置になるよう配慮した。

新しい基本設計図が完成する頃には、オムニホイールの入荷が決まり、本格的に作業に取り掛かることができるようになった。

(2) オムニホイール

まず、オムニホイールを2セット連結させてチェーンを介してモーターで駆動できるように連結用ハブを製作した。

指定寸法にカットされたアルミ材を購入し、スプロケット取り付け部を旋盤加工した。苦労したのはオムニホイールやスプロケット取り付けボルトの穴あけ位置で、最終的には1分の1で図面を印刷したものを材料の上に敷いてそのままセンターポンチを打ち込んだ。

ずれがないか慎重に仮組し、転がり具合など



写真3 連結用ハブとオムニホイールを組み合わせた写真

も確認した。

(3) サスペンション・アーム

サスペンション・アームはオムニホイールと車体を連結し、平坦な場所だけでなく凹凸路でも走行できるスイングアームとしての機能、また、モーターをアーム上に搭載するため、強度と取り付け方法を検討して設計した。

材料を切り出し、バリ取りを行った後溶接をする。6組製作しなければならないので、治具を製作し寸法誤差を抑えるように工夫した。

前後、左右でモーター取付位置が違うため、1本間違えた位置につけてしまう失敗があった。溶接する者と組み付ける者とのコミュニケーションが大切であると改めて実感した。

(4) 搭載する発電機

プラグイン用の発電機は実習教材の小型エンジンで自動車用オルタネータを駆動させ発電できるように製作した。

エンジンは当分掛けていなかったのがキャブレタを分解整備し、電気実習室にあるオルタネータを利用することとした。オルタネータ側のプーリーと合うようにエンジン側のプーリーを削り出して製作し、ベルトは近隣のホームセンターで購入した。

固定用の台も完成し電気配線を接続し意気揚々と性能試験を行ったところ、発生電圧が低く、不安定であったため搭載を断念した。

急遽ネットオークションで不動状態の中古発電機を安価で購入し、修理して使用することとした。不動原因を調べるべくエンジン実習と同じ要領で分解していった。

故障原因はバルブのコックが外れていただけで、組み直すと快調にエンジンが回ってくれた。

(5) 本体フレーム

各部品が出来上がり、レイアウトを確認しながら本体フレームの製作を行った。一番負担の掛かるサスペンション・アーム取り付け部は補強し、パイプを貫通させることで耐久性を持た



写真4 フレームの製作

せるようにした。製作物が大きくなるほど溶接熱による歪が多くなるので、溶接箇所を変えながらなるべく歪が出ないようにした。

また、乗員用シートは座り心地と見栄えが良い物を使用し、乗り降りのしやすさと操作性が良くなるようにシート取り付け高さも考慮した。

オムニホイールが組みあがり、サスペンション・アームに取り付けられると、早速本体フレームと連結させ、荷重テストを兼ねて生徒が乗り込んだ。体重を掛けたり2～3人乗って動かしてみてもフレームはビクともせず安心した。

(6) モーター、コントロール・ユニット

モーターは各アームに計6個あり、それぞれコントロール・ユニットで制御する。動力線と制御用の配線は複雑になり、コントロール・ユニットの制御ソフトも英語表記であったため、英語教員に助けを求めながら作業を行った。またモーター駆動にはDC 48Vと高電圧を流すため、注意しながら作業を進めた。

操作の確実性を上げるためにイグニッション・キーで起動し、メインボタン操作で高電圧を流すリレー回路、緊急時には直ぐに電源を落とせる緊急停止ボタンを設置した。

初めてモーターが駆動した時には、低速回転でしかも逆回転であった。その都度コントロール・ユニットの設定を書き直すなど試行錯誤が連日続いた。

(7) ボデー



写真5 コントロール・ユニットの配線接続と制御データ変更の様子



写真6 ボデーの製作

デザインは今までにない奇抜なデザインを生徒が考えた。見た目から蜘蛛に似ているので、イメージに合うものを何枚も書き直した。有機的な曲線で作りやすく、これまでにないようなデザインとなった。その頃、この車両の名前は世界最大のクモから取った「バードイーター」という名前前で呼んでいた。

デザインを基にスチレンペーパーという柔らかい素材で試作を行い、本体や可動部分との干渉がないか確認した。ボデーの材質を何にするか、かなり思案した。最終的には内部構造が見えやすく、安価で手に入りやすい透明プラダンを使用した。これは結果的に面白いアイデアにつながった。

(8) 仕上げ

発電機と家庭用電源の両方から充電ができるように、AC 100 V から DC 48 V に変換する AC/DC コンバータを取り付け、念願のプラグイン・ハイブリット方式とすることができた。

ヘッドライトは頂き物の LED ライトで、リモコンで発光色を 7 色変えられる。ヘッドライトだけでは寂しいので試しに LED テーブライトをボデー内部から光らせてみると、透明プラダンが上手く光を乱反射させ、幻想的な模様を浮かびあがらせた。これには生徒達も思わず声を上げた。

この車両を作っていく中で、生徒・教員共にあれやこれやと想像力を掻き立てられ、形にしていた。後方視界を確保するようにバックモニターや、強力な LED ワークランプの取り付けなど、これまでの「ものづくり」にはなかった楽しさがあり、次々にアイデアが生まれ、笑顔が絶えなかった。

4. まとめ

今回、「好奇心をカタチにする」というテーマのもと製作を行ってきた。本校自動車科の生徒は溶接や旋盤などを習う授業時間は少なく、電気装置に対して拒否反応を示す生徒も少ない。しかし、「作りたいものを作る」という欲求は苦手の作業を克服し、自ら積極的にアイデアを出し合う原動力となっていた。

また、人が安心して乗れるようにするためには、きちんと設計・デザインする、安全率（剛性）を確保する、溶接や旋盤などの加工精度を上げることなど、工業で学ぶ基礎・基本が一番重要であると実感する大変良い機会になった。これからもこのような取組を継続していける体制づくりをしていく事が重要であると考えます。

完成後、平成 27 年 1 月に行われた「2015 高校生テクノフォーラム」(岡山県高等学校工業教育協会主催)でこの車両の製作について研究発表を行った。審査の結果、最優秀賞を受賞し地元のテレビ局や新聞に取り上げられ、大きな反響があった。

地域のイベント等で展示の機会を頂き、自分たちの成果や製作において苦労したことなどを堂々と発表する姿が見られた。この取組を通し自信を身に付け、将来の工業界を担う人材に成長することを楽しみにしている。今後もこのような活動を続けていきたい。



写真7 イベントでの様子