

3D プリンタを用いたものづくり教育の研究

愛知県立碧南工科高等学校

揖斐 勇樹

1. はじめに

ものづくりにおいては、製作する物を立体的に捉えることがとても大切である。幼少期の遊びがテレビゲームやスマホゲームなど平面空間上ばかりで、その影響から立体的に物を捉えることが苦手な生徒が増えている。その為、製図の授業で導入時に行う等角図や第三角法といった基礎の学習においても、立体をイメージすることができない生徒が多く見られる。

このような危機感から、本校電子工学科として、立体をイメージできる製品や設計がより具体的に製作できる 3D CAD や 3D プリンタを利用し、立体をイメージできるものづくり教育を展開できるようにしていきたい。

2. 現状と課題

本校電子工学科では自ら考えて設計し、製作することを苦手とする生徒が増加した。3年生で行う課題研究の授業で、その傾向が顕著に現れている。生徒は、各自でテーマを選択し様々な取り組みを行っているが、ものづくりをテーマにする生徒は少ない。製作物も、工業高校生が作ったものとは思えない低いレベルのものも多い。また校外で行われている競技大会やコンテストに参加しているが、動作の仕組みや機構がイメージできない、自分たちでどこまで作ることができるのか多くの生徒は、わかっていないのが現状である。その為、教員側で見本を製作し生徒に見せ触れてもらうことで、ものをイメージしたり、仕組みを理解する助けになると電子工学科では考えた。

3. 製作物の設定

本研究では、移動式ロボットを製作することとした。本校では、中央職業能力開発協会が主催する若年者ものづくり競技大会ロボットソフト組込み職種に毎年参加している。そこで使用する自走式のロボットが、移動式ロボットである。大会に使用するロボットは生徒が製作したものであるが、部品製作における切削や研磨などの加工は全て手作業で行っており、3DCAD や 3D プリンタを用いて製作したことはない。3D プリンタを用いれば、どのようなロボットが設計製作できるのか、またロボット製作指導を今後継続して行っていくために、教員のスキルアップやノウハウの習得ができると思い、設定した。

4. 若年者ものづくり競技大会 ロボットソフト組込み職種 概要

1800mm×3600mm のコートに対象物（キューブ赤・青・黄 最大 9 個）が配置されており、配達指示板等でそれぞれ配達エリアが指定され、障害物等をよけながら対象物を回収し、指定エリアに配達する。ただし、ロボット動作時は人による操作をしてはいけないため、ロボットに各種センサを搭載し、適切なプログラミングを行い全自動で動くようにしなければならない。

5. 移動式ロボットの製作スケジュール

- 2023 年 6 月・・・ロボットの全体設計
- 7 月・・・3DCAD による部品の設計
- 8 月・・・3D プリンタにて部品の出力
- 9 月・・・ロボットの骨組み製作
- 10 月・・・ロボットの仮組、各部製作部品の修正
- 11 月・・・配線
- 12 月・・・デモパフォーマンス用プログラムの作成
- 2024 年 1 月・・・ロボット完成

6. 移動式ロボットの設計

移動式ロボットを設計するにあたり、以下の 3 点を中心に考えた。

1. 移動はオムニホイールを用い、全方向に動けるようにする。
2. 対象物（キューブ）を 9 個同時に運搬できるようにする。
3. 小回りが利くように本体が 450mm 四方に収まるようにする。

設計は、3DCAD「DesignSpark Mechanical」を使用した。設計したデータを図 1 に示す。

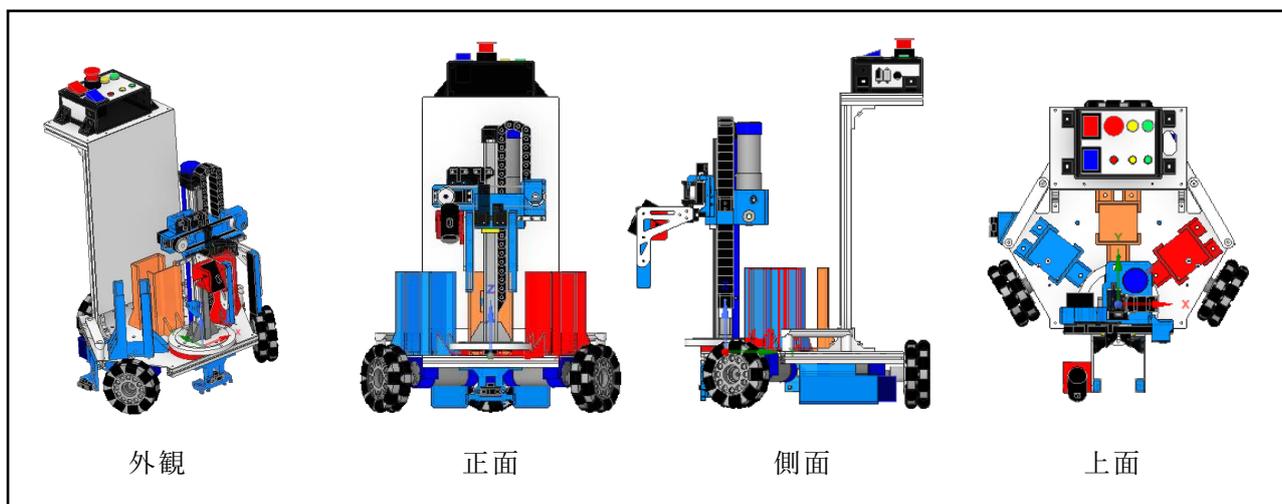


図 1. 設計データ

7. 3D プリンタを使用した部品の製作

熱溶解積層方式の 3D プリンタはあったが、その造形物は精度、強度に問題があった。今回導入した光造形方式の 3D プリンタ「ELEGOO Mars」は積層ピッチが 0.01mm であるため高精度なものを製作することができた。細かな造形が可能となったことで、設計の自由度が増し、各部品を簡素化、縮小化することができた。その結果、本体をサイズダウンでき、設計目標の本体サイズを 450mm 四方内に収めることができた。

しかし、3D プリンタで出力し始めると様々な問題が発生した。3D プリンタの出力設定が悪く、土台に定着しない、出力した物が歪んでしまうなどが生じた。一番大きな問題点は、出力に対して上方向の平らな面を出力できないことであった。光造形方式の 3D プリンタの構造上やむを得ないため、設計からやり直した部品も多い。このような経験から、設計することの重要性を改めて感じた。

8. 移動式ロボットの製作

土台等、板状のパーツはアルミ板からレーザ加工機で切り出し、骨組みはアルミフレームを用いることで軽量化と強度を両立した。

細かなパーツの製作は、これまでアルミ材を手作業で加工していた。手作業の製作は加工に時間がかかり、本校の設備、技術力では高精度なものが製作できない等の問題があった。本研究にて光造形方式の 3D プリンタを導入したことで、これらの問題を解決することができ、3D プリンタで出力した造形物をモータやフレームに M3～M4 のビスを用いて固定しても、強度に問題はなかった。造形物の精度も良く、モータの曲面にきれいにフィットし、部品同士の合わせ目もきちんと合うため、部品の作り直しや調整等の時間を大幅に削ることができた。

9. 配線

ロボット製作において、配線作業は重要な要素であるが、苦手としている生徒も多い。配線によって、ロボットの見栄えを大きく損なってしまうことがある。あわせて、可動部のことも考えた長さにしなければならないが、余裕を持たせすぎると動いたときに他の部品に引っ掛かり、破損の原因となる。また、配線は長ければ長いほど重量が増加するため、適切な長さにするのが重要である。今回は、制御装置周辺は可動部が無く固定してあるため、固定されている側から長めの配線を回し、可動部側で長さを調節することにより適切な長さの配線を行った。

配線する箇所が多いため、行き先が分かるようにマーカをつける工夫もした。シール等色々なものを試したが、印字できるタイプの熱収縮チューブが使い勝手がよく、見た目もきれいになるため採用した。

10. デモパフォーマンス用プログラムの作成

今回製作した移動式ロボットは制御コンピュータとしてナショナルインスツルメンツ社製 myRIO-1900 を使用している。I/O ポートに自作のモータドライブ基板を接続して、各種モータを制御している。各モータにはエンコーダが搭載されており、取り込んだパルス信号から回転数、回転速度を制御できるようにした。センサ類は IR センサを 4 個搭載しており、対象物との距離や黒線の感知をするために使用している。

制御コンピュータとして使用している myRIO-1900 は LabVIEW というソフトを使用しプログラミングを行う。LabVIEW はビジュアルプログラミング言語なので、直感的に書くことができ、生徒にも扱いやすいものである。後日、生徒に指導しやすいように各動作をブロック化し、それをつなぎ合わせるによりロボットを動かすことができるように工夫した。

11. まとめ

本研究を通して 3D プリンタを使用したものづくりの利点を教員側の目線で以下にまとめる。

1. 3DCAD を使用することにより製作する部品のイメージがしやすい。
2. 高精度な部品を短時間で製作できる。
3. 部品の精度が良いので、イメージしたとおりにロボットの動作が可能である。

同時に、注意しなければならない点も分かった。今回使用したのは光造形方式の 3D プリンタのため、製作できない形状もあることを理解しておかなければならない。また、使用する樹脂によっては、アレルギー反応が起こることもあるため、しっかりと安全を確保しなければならない。場合によっては、精度は劣るが熱溶解積層方式の 3D プリンタも併用していかなければならない。

本研究を行えたことは、私自身のスキルアップにつながり、今後ロボット製作を中心に生徒とものづくりを行うための大きな力になったと確信している。ものづくりの幅が広がり、様々なことに挑戦していけることを実感できた。

謝辞

本研究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頂きました。ここに記して謝意を示します。