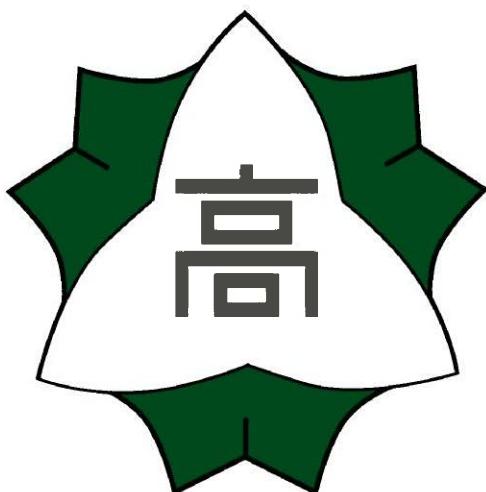


# 令和 2 年度

# 機械科課題研究発表会



山形県立村山産業高等学校  
機械科

令和 3 年 1 月 13 日（水）耕道会館 講堂

## 【発表順序】

① CAD/CAM を用いた焼印の製作

② ····· (指導者：山科尚史)

発表者：井上斗弥・板垣未来・堤 侑樹・永岡優都

② 3D プリンター・レーザーカッターを使用したものづくり (他)

··· ··· (指導者：長澤英一郎)

発表者：阿相大偉・伊勢祐斗・岩田朋也・笹原覚楽

③学校に貢献する

··· ··· (指導者：菅井孝裕)

発表者：阿部登生・今野兼丞・鈴木廉理・保科周馬

④リモコン型ロボットの製作 (メカトロアイディアコンテスト)

··· ··· (指導者：星川貴博)

発表者：石岡空太・國井研汰・淀川博敏

⑤メカトロアイディアコンテスト用自立型ロボットの製作

··· ··· (指導者：結城俊広)

発表者：奥山真那斗・金岡虹人・長澤龍生

⑥鍛造による刃物製作

··· ··· (指導者：槇 智夫)

発表者：奥山直弥・奥山愛太・菊池雄大・飯田翔太

⑦メタリック・ダイナソーの製作 ステゴザウルス

··· ··· (指導者：伊藤 亨)

発表者：齋藤瑠貴・設楽大和・高橋彩斗・高橋朱利

⑧自動車廃品を利用した階段掃除ロボットの製作

··· ··· (指導者：山科尚史)

発表者：工業部機械班

# CAD/CAM を用いた焼印の製作

3年3組 井上斗弥、板垣未来、堤 侑樹、永岡優都  
担当 山科尚史 先生

## 1. はじめに

私たちは、製造業においてCAD/CAMの技術は今後ますます重要な技術となることを機械工作、電子機械の授業で習った。そこで、私たちはその技術をもう少し深く勉強し、この技術を活かして何か地域に貢献したものづくりをしたいと思い、山形地区7市7町の焼印の製作を行った。

## 2. CAD/CAMとは

CADが「コンピュータ援用設計」、CAMが「コンピュータ援用製造」という意味である。つまり、コンピュータを利用し、設計・生産を一貫して行う技法のことである。近年は、これに搬送台車やロボットハンド、自動倉庫等を使って、完全な自動化システム(FA、CIM、CAE)が出来上がっている企業も少なくない。

## 3. 焼印の製作

### (1) 図面の収集



今回製作したのは、上図の山形地区7市7町の焼印である。デザインは、2年前の先輩が課題研究で「市町村章盾の製作」をした時に、先生が集めてくれていた。

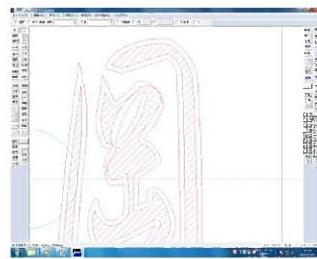
### (2) 設計(CAD)

使用したCADは、フリーソフトのJW-CADである。焼印のデザインは、70mm×30mmの4角形に、各市町章のマークと市町名を入れることにした。各地区のお祭行事に、首に掛けるお札(お守り)として使っていただけるように考えた。

設計の手順は、以下のとおりである。

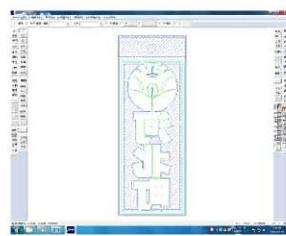


- 表札を例に説明すると、
- ① CADに図面、文字を貼り付ける。
  - ② 絵、文字の境界線を直線、円弧命令でなぞっていく。

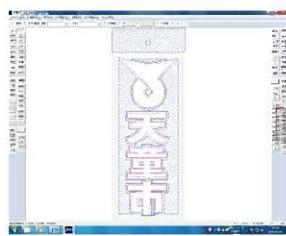


- ③ 使用する刃物の半径分、内側に線を移動する。(径補正)
- ④ 削りだす部分は、使用する刃物の半径ビッチで、ハッチングを行う。

- ⑤ 注意: 焼印の場合は文字・図形を反転しなければならない。そうしないと焼印にしたとき、すべてが逆に印刷される。



河北町

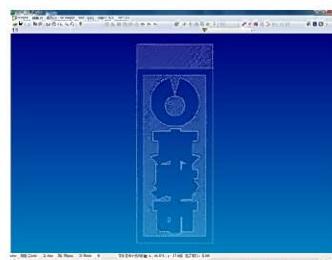


天童市

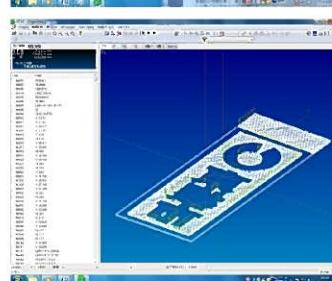
### (3) NCプログラム(CAM)

CADで焼印の図面のデータを作成し、そのデータをNCプログラムに変換することを狭い意味でCAMという。今回使用したCAMソフトは、JW-CADと同じくフリーのNCVCというソフトである。多くの工業高校、高専、大学で使用されている。

NCプログラム生成の手順は、以下のとおりである。



- ① NCVCに、JW-CADで書いたデータを読み込む。  
この時、プログラム原点の画層と切削する画層の名前を一致させておくこと。



- ② 切削条件の設定  
今回は切削する材料が真鍮で、使用するエンドミルが荒加工φ2mmと仕上げ加工φ1mmなので、以下のように設定した。

	使用工具	主軸回転数 S[rpm]	切削送り速度 F[mm/min]	切り込み量 Z[mm]	備考
荒加工	φ2mm	5000	50	-0.3	深掘最終深さ -1.0mm
仕上加工	φ1mm	5000	25	-0.2	深掘最終深さ -1.0mm

切削条件の設定、ヘッダー、フッダープログラムの設定が終了すると、実行命令で自動的にNCプログラムが完成する。

#### (4) 材料の加工、組み立て

- ① 真鍮角材を 30mm×80mm×15~20mm に加工



- ② MC で加工



荒加工:3h20m38s

仕上加工:1h26m21s

合計加工時間:4h46m59s かかっている。

- ③ 丸棒、取手、ねじ切り加工

丸棒は、S20C、φ 9mm、両端に M8 ねじ切りをし、取手と焼印本体を緩まないようにダブルナットで固定した。



φ 9mm × 50cm 丸棒切断

ねじ下穴加工



M8 ねじ切り

組み立て



完成！！

#### 4. サンプル作成

- (1) 材料の選択、穴あけ治具の製作



ラワン材 MDF材 ベニヤ材

木札の材質について検討した。左写真のようにラワン材、MDF材、ベニヤ材で比較した結果、MDF材が比較的の文字やマークがはっきり出ることがわかったので、これで焼印のサンプルを作ることにした。また、紐を通す穴を決まった位置にあけるために、右写真のような治具を製作した。

- (2) サンプルの製作



写真のように卓上ガスコンロで、焼印を加熱し右上写真のような木札のサンプルを各 10 枚ずつ製作した。これを焼印と一緒に贈呈する。

#### 5. 各市町村へ焼印の贈呈



完成した焼印と先輩が製作した市町章盾を持って、次の週から各市町を訪問し、贈呈を行った。自分達が作ったものの解説をしたり、市町村長の方々と話をして交流をすることができた。



また、焼印を贈呈している記事が山形新聞に掲載され、その記事を見た県議会委員の菊池大二郎先生から、県章盾と焼印を作ってみないかというアイディアをいただき、12/15(火)、吉村県知事に直接、県章、きてけろ君の焼印と楯を贈呈した。

#### 6. 感想

- ①私たちの技術で地域貢献できてよかったです(井上斗弥)
- ②さまざまな人と交流出来てよかったです。(板垣未来)
- ③焼ごてを取り出すタイミングが難しい。(堤 侑樹)
- ④これからも続けて、山形県のすべての市町村の焼印を作ってほしい。CAD/CAM で地域貢献(永岡優都)

# 3D プリンター・レーザーカッターを使用したものづくり(他)

3年3組 阿相 大偉・伊勢 祐斗・岩田 朋也・笹原 覚樂  
担当 長澤英一郎 先生

## 1. 動機

年度当初に吉田つくる村山市議会議員より「高校生と一緒に村山市を盛り上げたい。何かできませんか?」という声掛けを頂いておりました。

コロナ禍の影響で6月から授業がスタートし、村山市をどうやって盛り上げて行くかを考えました。

## 2. 構想

私達は、吉田議員とお会いした際に名刺をいただき、「これだ!」とひらめきました。

大人が様々な所に行き、様々な人と会う際に確実に行なう名刺交換。この時に出す名刺ケースが「村山」を感じさせるモノ、もしくは何らかのインパクトがあればそれをきっかけに「村山」をPRすることになると考えました。結果、「徳内まつり」と「薔薇」をモチーフにした名刺入れを3Dプリンターとレーザーカッターで製作することにしました。

## 3. 3D プリンターとは

立体物を表すデータをもとに、樹脂を加工して造形する装置。普通のプリンターはインクを平面上に吐出して文字や図形を描きます。これに対して3Dプリンターは、樹脂を空間に吐出してデータを立体造形物として実体化・可視化することができます。

3DソフトはSolid Worksを使用し、プリンターは熱溶解積層方式で製作していました。

## 4. レーザーカッターとは

画像処理ソフトウェア等で作成したデジタルデータを用い、加工素材にレーザー光を照射し、蒸発・燃焼・溶解することで加工する工作機械です。具体的には「切断」「マーキング」「彫刻」の加工ができます。



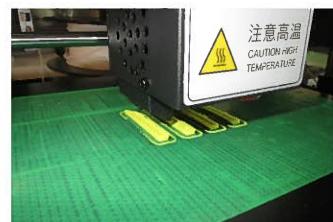
## 3. 作業手順

・鳴子の名刺入れ

(1) Solid Works のソフトを使用し設計する。



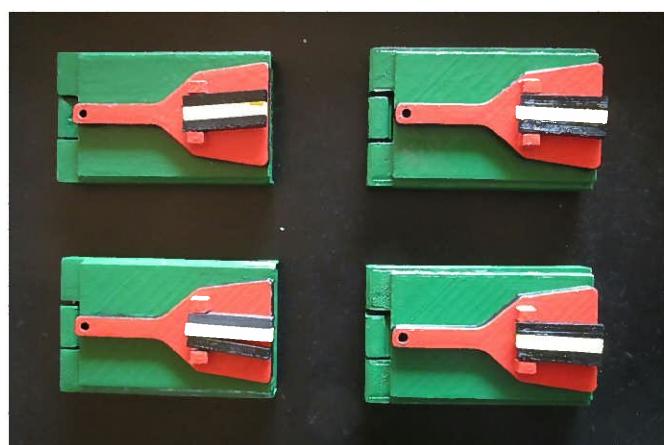
(2) 3D プリンターを用いて出力



(3) 塗料を使用しパーツを塗装・乾燥

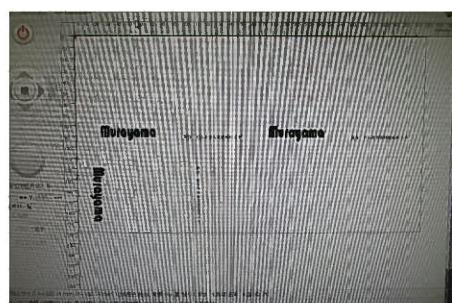


(4) 乾燥したパーツを組み立てて完成



・バラの名刺入れ

(1) イラストレーターを使用し、設計する。



(2) レーザーカッターに2mm厚のアクリル板を設置し、加工する。



(3) 加工した後の要らない部分を取り除き、それぞれのパーツを接着剤で接着する。



(4) それぞれの色画用紙を切って入れて完成！



## 5. 改善

- ・3Dプリンターで出力した時に、素材が曲がってしまったりすることがあった。樹脂をABS樹脂からPLA樹脂に変更することで改善された。
- ・レーザーの出力を変えることで切削だけでなく文字を彫ることも可能になり製作の幅が広がった。

## 6. 感想

- ・製作した名刺入れは村山市役所に展示する

ことになりました、山形新聞に掲載されました。

- ・私たちが今回つくった名刺入れが市役所の人たちに喜んでもらえてうれしかった。
- ・三年生の実習で学んだ3Dプリンターの学習を活かして今回の課題に取り組んできました。

3Dプリンターでの作品は立体物であるため、誰でもそれが何なのかを理解できます。3Dプリンターを使って様々な可能性が生まれ、実現できると確信しました。

後輩の皆さんには是非、何か新しい可能性を見つけて取り組んで欲しいと思います。



好評につき、追加で20個製作し吉田議員に寄贈しました。

私達が作ったこの「むらやま名刺ケース」を市長はじめ、議員さんや観光課のみなさんで使っていただき、県内外や世界中の方々へ村山をPRし発信してもらいたいです。

この研究の他に、宮城県黒川郡大和町で行われた全日本製造業コマ大戦（まほろばホール場所）に参加してきました。今年度はコロナ禍の影響で本大会は中止となり、高校生大会の特別場所のみの開催となり使用材質がS45C縛りでの条件の中2つのコマを製作し挑みました。結果は振るいませんでしたが、来年度も私たちの意志を引き継ぐ後輩が出てくれることを期待しています。

# 学校に貢献する

3年3組 菅井班

1. 課題研究でなにを作るか迷っている際に3年間お世話になった学校に何か残したいということでこのテーマで課題研究を進めることにしました。

## 製作方法

2. 厚さ1mmの鉄板を縦1500mm、幅150mmの寸法でプラズマカッターで切断します。



3. 必要なところにボール盤でΦ8とΦ10で穴を開け、両端から100mmの位置で折り曲げます。



4. 縦560mm、幅150mmの鉄板に空気入れを溶接します。



5. 鉄板をもう2枚用意し、縦500mm、幅360mmで切断し折り曲げ機で折り曲げます。

6. これまで作った材料をボルト、ナットで固定します。

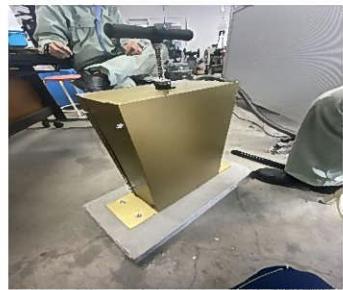
7. できた製品を足付け、脱脂し塗装します。

(1個目は緑)



8. コンクリートブロックに穴を開け、アンカーボルトで固定します。

9. 鉄板同士に隙間があったため、シリコンでコーティングします。



## 10.完成



### 2つ目の空気入れ製作

- ・1つ目の空気入れは1年生の自転車置き場に設置しました。ですが2,3年生が使用しにくくとおもい2つ目を製作することにしました。
- ・基本的な寸法や材料は同じで、初号機と違う、工夫したところを紹介します。

11.空気入れを溶接する鉄板に「リブ」を溶接し、横方向への変形のしづらさを強化し、空気の入れやすさを上げました。



12.2号機の色はゴールドにしました。

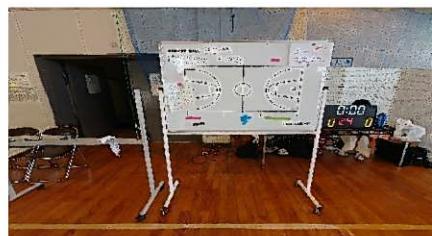
### 「ホワイトボードの足」の製作

担当の菅井先生が旧根工に行った際に見つけてきたホワイトボードに足をつけようと いうところから製作しようと考えた。

1. 長さ 1220mm 1本、1260mm 2本、520mm 2 本のながさで角パイを切り出し、520mm の材料の両端から 30mm の中心にΦ12 の穴を開ける。

2. 鉄の角材を縦 30mm、幅 20mm で切り出し、中心にΦ11 で穴を開け、M12 の細目のタップでねじを切る。それを穴の開いた角パイにはめ込み溶接をし、キャスターを取り付ける。

2. 後は、H型になるように溶接をし、盛りすぎたビートをサンダーで平らにし、足付け、脱脂、塗装をする。



### 感想

- ・おなじ作業工程の繰り返しであったが、難かしいところもあり、そこを完成させたときの達成感がよかったです。
- ・金色の塗装が塗膜を薄くして何層にも重れないようにするのが大変だった。

# リモコン型ロボットの製作 (メカトロアイディアコンテスト)

石岡空太、國井研汰、淀川博敏

指導者：星川貴博 先生

## 1 はじめに

メカトロアイディアコンテストに出場したいという思いからロボット製作を始めました。これまで学んできた機械の知識を活用し、全国大会に出場することを目標に取り組みました。

## 2 大会規定

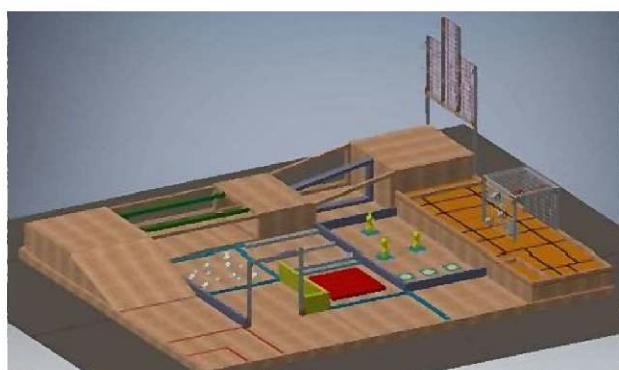
この競技は、大分県の名所を巡りながら国宝に指定されている宇佐神宮に、大分県の特産物を収穫・捕獲し奉納することをモチーフとしたものです。

競技時間は3分間。アイテムを指定された場所に搬送し、競技終了時における点数の合計を競います。

外寸：幅500mm以内、奥行500mm以内

高さ600mm以内

重量：15kg以内



<図1 コース全容>

## 3 製作

今回はアイテムを取らず、エリアの橋2カ所を通過すると得られる通過点の取得に目標を定め、製作することにしました。

橋の形状が2種類あるため、機構を考えるのに大変苦労しました。アイディアを出し合い、構想を練るのにかなりの時間を費やしました。

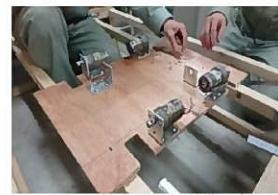


<図2 橋1>



<図3 橋2>

当初は、走行用、2本橋用、1本橋用の駆動という風に分けて製作しました。



<図4 試作1>



<図5 試作2>



<図6 試作3>



<図7 試作4>

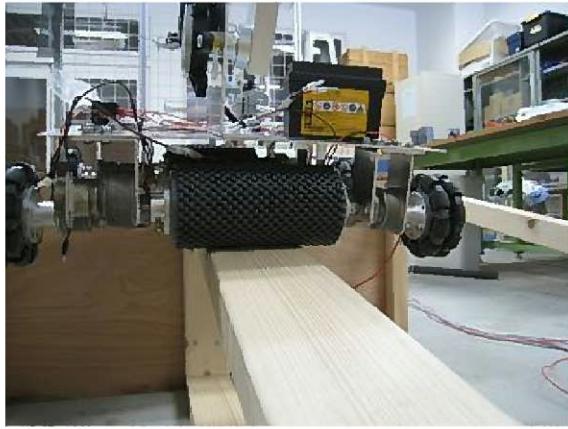
しかし、モータの数も多くなることから車体が重くなり、終盤に構想を変更しました。

変更点は、走行用と2本橋の駆動を同一のタイヤで受け持つようにしたことです。



<図8 走行および2本橋用駆動輪>

1本橋用の駆動輪は、塩ビパイプに滑り止めシートを巻き、駆動輪としました。バランスをとるため、前方、中央、後方の3か所に設置。中央はモータを付けず、支持のみとしています。



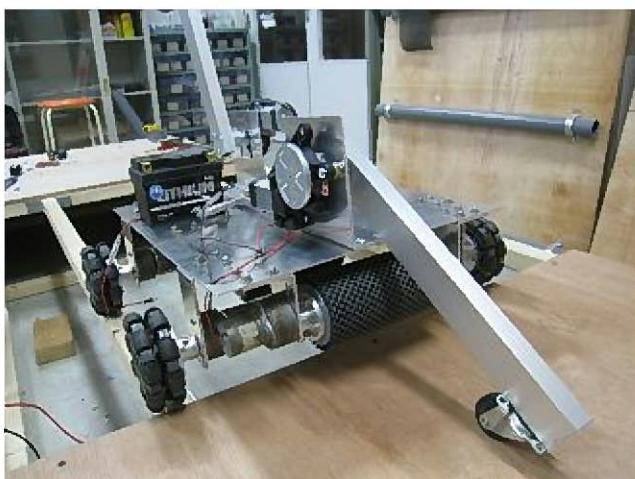
<図9 1本橋用駆動輪>

また、橋の終わりの部分に10mm程度の段差があることで、走行用タイヤが引っかかり進むことができなかったため、新たに車体を持ち上げる機構を付け足しました。



<図10 車体持ち上げ用アーム>

失敗を繰り返しながら何度も試作を重ね、納得がいくまで作り続けました。



<図11 ロボット全体>

また、ロボット製作前には、コースも全国大会のものと同じものを作りました。



<図2 材料切断>



<図3 コース組立1>



<図4 コース組立2>



<図5 コース組立3>

#### 4 大会

残念ながらコロナウイルスの感染拡大防止により大会は中止になりました。大会を楽しみにしていたのでとても残念です。

代わりにロボットの動画を撮影し、大会本部へ送付することになりました。

#### 5 反省

アイディアが中々出ず、時間を無駄にしたと思います。構想がまとまらないと製作することができないので、スタートからつまずいてしまいました。構想がまとまり、いよいよ製作となりましたが、その段階でも、寸法の間違いや穴あけのミスなどにより、同じ部品を何個も作ってしまい時間をロスしました。

さらに進路活動も並行して行わなければならず、余裕を持った計画を立ててすればよかったと感じました。

最初の案では、タイヤが空回りしてしまったり、段差を登ることができなかつたりと思い通りのロボットができませんでした。またその他の部分も予想外の不具合が出始め、構想を形にすることの難しさを学びました。

本来の完成日には間に合いませんでしたが、諦めずに最後まで製作できたことはよかったです。大会はありませんでしたが、操作の練習を行うため、できるだけ早く製作を終えることがとても大切だと感じました。

# メカトロアイディアコンテスト用 自立型ロボットの製作

3年3組 長澤 龍生 金岡 虹人 奥山 真那斗  
担当 結城俊広 先生

## 1. はじめに

私たちは、12月12日に県立寒河江工業高等学校で開催される予定だったメカトロアイディアコンテストに向けてロボット製作をしました。メカトロアイディアコンテストは、リモコン型と自立型の2部門があり、私たちは自立型に出場する予定でした。

## 2. 大会規定

- (1) ロボットの寸法（縦300mm横300mm高さ300mm）
- (2) ロボットの重さ 5Kg 以内
- (3) 3分間でアイテムを指定されたエリアに搬送する
- (4) 動力源は、バッテリー・空気圧・ゴム・

バネ（内燃機関・油圧の使用は禁止）

※内燃機関とはエンジンの事。

## 3. 搬送するアイテム

- (1) テニスボール（3個）
- (2) 塩ビキャップ（3個）

## 4. ロボット製作

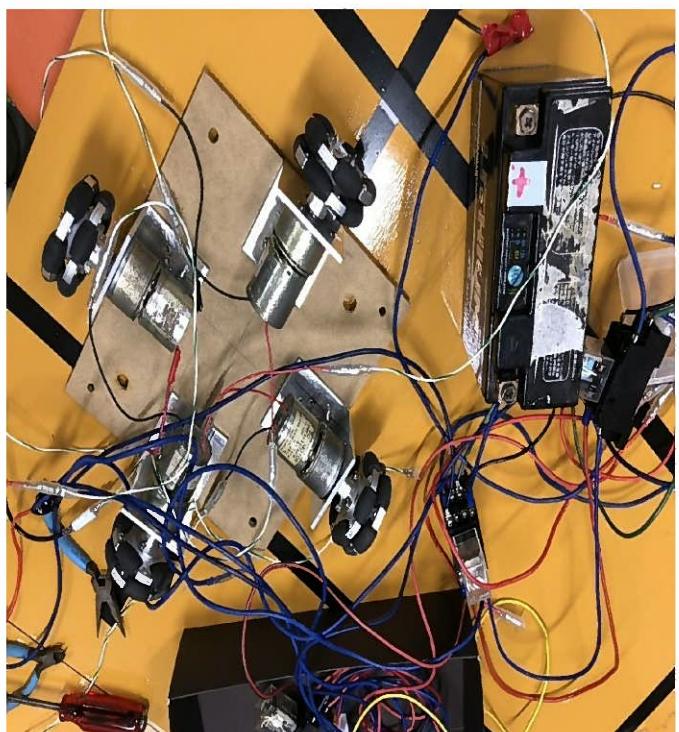
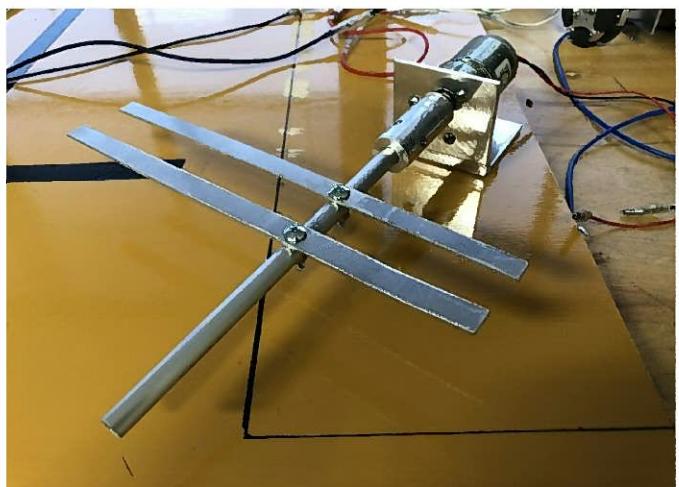
### ロボット説明

- (1) オムニホイールタイヤを使った前後左右動けるような機構  
この機構は、4つのタイヤの位置を工夫してスムーズに動けるようにしました。
- (2) シーケンス回路  
PLCを使って自動でアイテムを取れるような回路を組んだ

## 5. 大会結果

アクシデントで動かなくなりました。

## （3）塩ビキャップを取るためのモータとアルミ板を使ったアーム



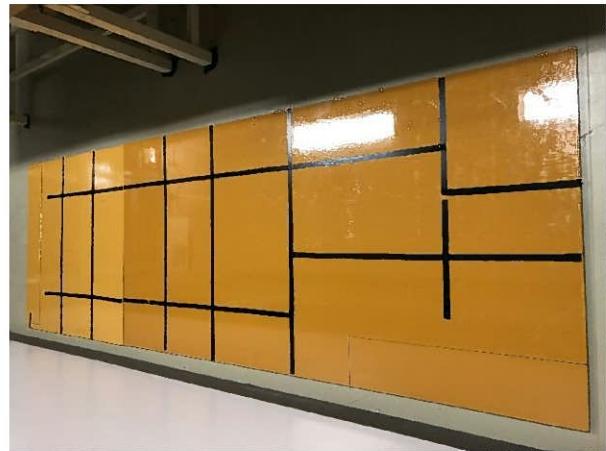
## 9. 感想

配線の接続部分を作るのが難しかった。

タイヤの固定具に穴を開ける際ずれてしまい、だった。



切断中



コース



穴あけ作業中



コース中の障害物

## 6. 製作を終えて

材料も知識もなくアクシデントもあり、上手く出来ませんでした。

## 7. 反省点

早い段階から先生と話し合って分からぬことは聞いて作業すれば良かった。

## 8. アドバイス

しっかり設計図を書き、作業した方がいい。

# 鍛造による刃物製作

3年3組 奥山 直哉

奥山 愛太

菊池 雄大

飯田 翔太

担当 横智夫 先生

## 1. はじめに

一年生の実習で、鍛造を学び、課題研究では、さらに鍛造の技術を高めたいと思いました。そこで、日常生活で使えるものを作れないかと考え、鍛造での刃物製作に至りました。

## ④完成

熱間鍛造ではなく、冷間鍛造で製作したため、力加減が難しかった。



## 2. 鍛造とは

鍛造 (forging) とは、金属加工の塑性加工法の一種。金属をハンマー等で叩いて圧力を加えて変形させる手法で、古くから刃物や武具、金物などの製造技法として用いられてきた。

鍛造は大きく分けて熱間鍛造と冷間鍛造があるが、今回は主に熱間鍛造で刃物製作を行う。

## 3. 製作

### (1) 五寸釘ナイフの製作

①五寸釘をアンビルの上でハンマーを使って叩き、作りたい形に変形させる



②エンドレスを使用し表面を整え、軽く刃を付ける



③砥石を使用し、ナイフに刃を付ける



### (2) ペティナイフの製作

①車の板ばねを包丁の形に切り出す



②材料を炉で熱し、ハンマーで叩いて変形させる



③必要ない部分を切る



④表面を磨く



⑤刃付け



④焼入れ



⑥完成

表面に顔が映るぐらい鏡面に研磨しました。



⑤表面を磨く



(3) 出刃包丁の製作

①車の板ばねを包丁の形に切り出す



②材料を炉で熱し、ハンマーで叩いて変形させる



③必要ない部分を切る



⑥刃付け



⑦完成

市販の木製の柄を付けました。



4. 感 想

私はペティナイフをメインに製作しました。表面を鏡面に研磨する事で、綺麗になっていくナイフを見るのが快感でした。

奥山 直哉

私は出刃包丁をメインに製作しました。板ばねを包丁の形に切断するのが大変でした。

奥山 愛太

私は五寸釘ナイフをメインに製作しました。デザインにこだわり、個性的なナイフが出来ました。

菊池 雄大

私は五寸釘ナイフをメインに製作しました。猛暑の中、鉄を打ち続けたのが大変でした。

飯田 翔太

# 『メタリック・ダイナソーの製作 ステゴザウルス』

3年3組機械科 齋藤 瑞貴 設楽 大和  
高橋 彩斗 高橋 朱利  
担当 伊藤 亨 先生

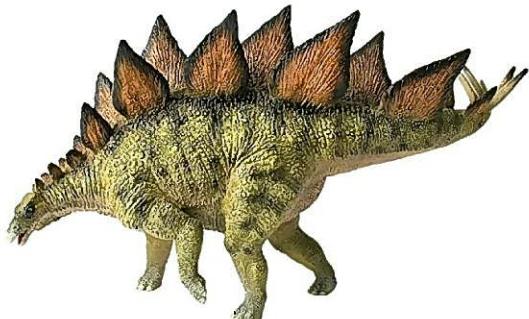
## 1. はじめに

三年前に卒業した先輩が金属を加工したトリケラトプスを完成させた。また、昨年卒業した先輩はティラノザウルスを作った。

今回、私たち製作班はメタリック・ダイナソーの第三弾としてステゴサウルスを作成してみた。

「ステゴザウルス」とは、

ステゴサウルスは、ジュラ紀後期（約1億5,500万～約1億5,000万年前）、現在の北米大陸に生息していた、体長7メートルほどの植物食恐竜。恐竜の中でも特に有名な属の1つである。



## 2. 製作手順

### ◆段ボールを使っての試作品製作

①基準となる部品を拡大プリントし、切り取る。



②段ボールに部品を書き写し、切り取る。



③切り取った段ボールを組み立てる。



④段ボールを使った試作品の完成



## ◆アルミ板を使っての製作

①アルミ板に両面テープを使って、部品図を貼り付け、ペンでアウトラインを描く。



④ボルト・ナットを使い部品を組み立てる。



## ②-A 2mm板の製作

外側製作→コンタマシーンで切りとる。



⑤完成品。



内側製作→ボール盤で穴をあけて切り取る。

## ②-B 1mm板の製作

外側製作→金きりバサミで切り取る。

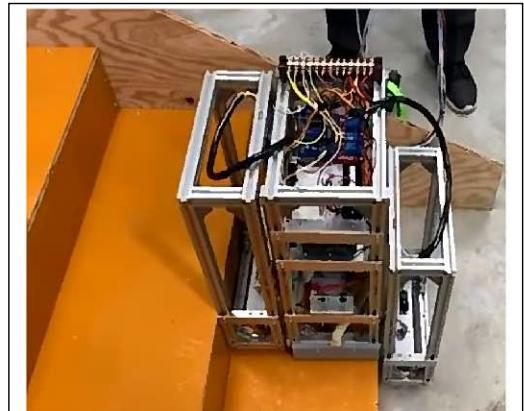
③ヤスリでバリ取りをし、形を整える。



## 3. 感想

- ものづくりの楽しさを改めて実感できた。  
(設楽)
- ドリルでの穴あけ、ヤスリ掛けが大変でしたが、出来上がったとき達成感がありました。  
(高橋朱)
- ひたすら削る作業をしたが、目標を見失うことなく完成できた。(齋藤)
- 段ボールで模型を作ってからアルミで加工する作業は充実していました。(高橋彩)

作品名	「自動車廃品を利用した階段掃除ロボットの製作」		
製作者	山形県立村山産業高等学校 工業部・機械班 機械科 2年 青野利久、石川晟也、工藤大雅、藤田真樹、村田昂太、結城 篤、 清野侑希 農業環境科 2年 五十嵐涼太 流通ビジネス科 2年 鈴木風堂 合計 9名		
作品の製作目的	<p>最近、家庭内の IoT 化が進み、部屋の掃除も人が操作する掃除機から自動で動くお掃除ロボットへ変わってきてている。しかし、まだ階段掃除までできる掃除ロボットは、家電量販店に行っても見かけない。そこで今回は、ロボットの前後のフレームを上下に移動させて階段を登りながら掃除するロボットを開発するものである。さらに、私たちのものづくりのテーマである資源の有効活用を念頭に置き、自動車廃品のモーターをこの上下機構を利用して、ロボット作りを行った。</p>		
作品の概要	<p>学校の階段を測定したところ一段の幅が約 30cm、高さが約 16cm あることが分かり、今回はこの学校の階段を登り降りできる階段掃除ロボットを作ることにした。</p> <p>ロボットは、写真のように大きく 3 つのブロックに分かれている。中央のブロックが本体で、ここにバッテリー、CPU、掃除機、ゴミタンク等が搭載されている。両脇のブロックは階段を上り下りするために、上下にスライドする機構になっている。この上下機構に自動車のパワーウィンドモータを使用し、ラック &amp; ピニオンで動かしている。さらに LM ガイドレールを使いスライド時にねじれやガタが無いようにしている。</p> <p>階段の昇降は、常に本体と前後のどちらかのブロックが階段の 30cm の幅に乗るように設計されており、2 つのブロックが階段に乗ると掃除機のファンが回り、ロボットは左右に移動して、掃除を行う。掃除機は、要らなくなったハンディタイプの掃除機をばらして作った。ロボット本体の両サイドに、3D プリンタで作った厚さ 10mm × 幅 180mm × 高さ 40mm の掃除機用のノズルを付けた。それぞれのブロックに駆動輪 2 つとボールキャスター 2 つを付け安定を図っている。</p>		
作品の特徴	<p>階段を自由に昇り降りして掃除できるロボットは見た事がない。これを具現化したことと、掃除するために前進して階段を昇ったら、左右に移動できることがこのロボットの最大の特徴である。</p>		
製作の経緯	<p>THK (株) 主催のアイデアコンテストで THK の製品である LM ガイドを利用したものづくりの募集があり、グループ内で話し合った結果、最近普及してきた自動で動くお掃除ロボットについて話題になった。IoT や AI の発達で、時間になるとひとりで動き出し床掃除を始める。動きながら部屋の構造を把握し、使えば使うほど効率よく部屋掃除を行うことができる。さらにバッテリーがなくなると一人で充電器まで移動して自己充電を行うことができるロボットもあるそうだ。しかし「階段掃除までできるロボットは、家電量販店に行っても売っていないよね！」ということがきっかけとなり、「無ければ、我々で作ってみよう！」ということになった。</p> <p>また、私たちは昨年度も、「廃品を利用した空き缶つぶし機の製作」で、アイデアコンテストに出品し自動車のワイヤーモータを使った空き缶つぶし機を作っている。ワイヤーモータやパワーウィンドーのモータは意外とトルクがあることを知っていたので、今年度は階段掃除ロボットのスライド部分に、パワーウィンドモータを取り付けてみることにした。</p>		



## 作品の内容

このロボットは、大きく3つのブロックに分かれている。真ん中のブロックがロボット本体で、4層構造になっており、1段目がボールキャスター4個と駆動輪2個ついている足回り、2段目が掃除機、3段目がバッテリー、4段目がCPUや駆動回路を積んだ制御部になっている。

両サイドのブロックは、2個のボールキャスターと2個の駆動輪がついた足回りだけで、側面からの写真を見てもわかるように、ラック&ピニオンで、本体についたパワーウィンドモータが回転すると上下できるようになっている。

また正面からの写真を見てもわかるように、本体2段目の掃除機からパイプが下に伸びてきて、長方形のノズルが地面ぎりぎりに設置されている。このノズルは、厚さ10mm幅180mmで、生徒が3D・プリンタで製作したものである。

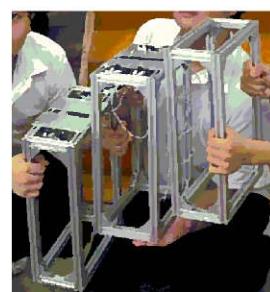
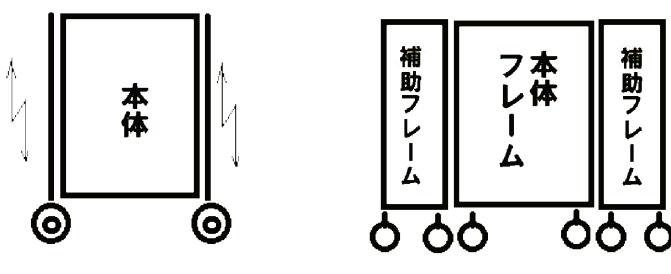
この3つのブロックが順に階段を昇り、前ブロックと中央本体、または中央本体と後ろブロックが、階段のステップに乗った時、掃除機がON、タイヤが90°回転して左右に移動しながら清掃する。清掃が終わると、再びタイヤは90°逆回転して元に戻り、次の段へと階段を昇っていく。



## 技術・アイディア（工夫箇所、苦心点等）、作品の詳細

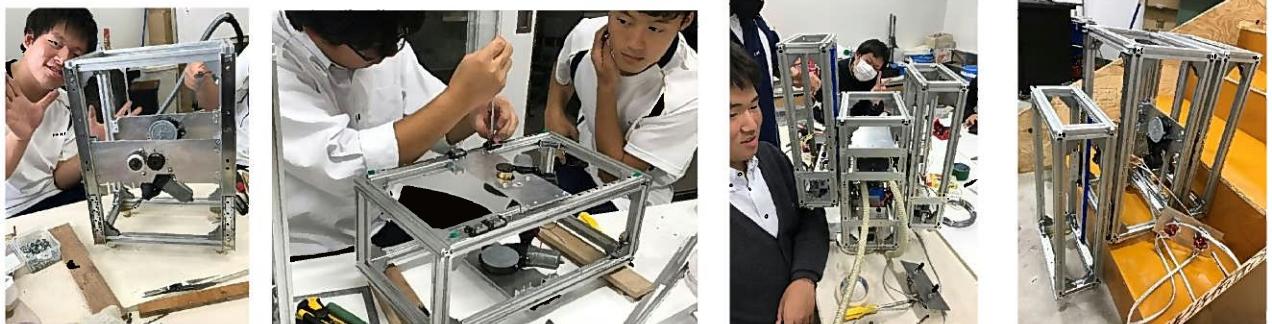
### ① ロボットを3つのブロックにして、車体の安定を図る。

ロボットは、最初本体の両側に昇降用のタイヤを取り付けるだけで考えていたが、上下移動するタイヤだけでは本体の安定性が悪くなるため、本体にも車輪を取り付けた。しかし、それでも安定しないので、いっそのことロボット本体を3ブロックに分け、それぞれのブロックを4輪にする事で安定した動きにすることができた。



### ② スライド機構にLMガイドを使う

THK(株)からLMガイドを提供してもらい、ロボット両サイドの補助フレームの上下機構に使った。LMガイドが届くまではスチール机の引き出しに使われるガイドレールを使っていたが、交換した途端剛性が高くなり、ブレやねじれが無くなった。また、ラック&ピニオン機構により、パワーウィンドモータで、簡単に上下できるようになった



引き出しのガイドレール

LMガイドレールに変更

パワーウィンドモータで上下に移動

### ③ 足回りの製作（メカナムホイールから、サーボモータとウォームギアへ）

最初はメカナムホイールを使う予定だった。メカナムホイールは、4つのタイヤの回転方向を変えることで、前後左右に移動できるので方向制御に便利である。しかし、私たちは昨年のロボットコンテストで、重量が重すぎてメカナムホイールが動かなくなる苦い経験をしてきた。今回もロボット作りを進めていくうちに、相当重くなることが分かつってきた。そこで、トルクの高いウォームギアのモータに変更し、方向転換はサーボモータで行う事にした。

この駆動輪は車軸にスプリングを挟み、5～8mm程度上下に動くようにしている。これは階段の次のステップに引っ掛かりやすくなることと、車輪が必ず地面に着くようにするためである。

メカナムホイール	ウォームギアのモータ とサーボ	サーボモータで90° 方向転換 これが3セット付く

### ④ 掃除機の機構

掃除機は、要らなくなったハンディータイプの掃除機をばらして使っている。ゴミタンクは、台所用の小型タッパー、配管用の管は、エアコンのドレンパイプ、バッテリーは掃除機用に別電源として、スイッチのON, OFFをCPUで制御できるようにした。



ハンディクリーナー

ファン

ファンの装着

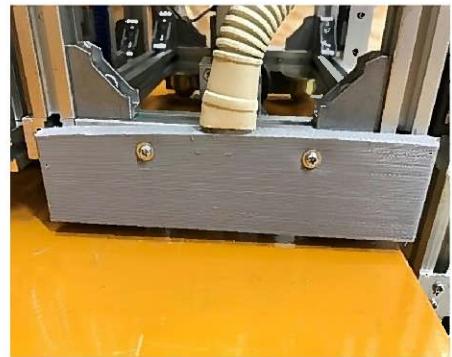
ゴミタンク

タンクからの配管

一番苦労したのは左のノズルの部分である。

床とのすき間が大きかったり、吸い込む面積が広いと吸引力が弱まる。今回は、適当な部品がなかったので、3D・プリンタで製作した。ノズルの厚さは10mm、幅は本体の幅に合わせて180mmとした。ノズルの内側は隙間が7mmで、配管パイプの接合部から扇形に広がっている。

床とノズルの隙間を3~5mmと狭くすることで吸引力がアップし、想像以上にゴミを吸い取ってくれるようになった。



## ⑤ コントロールBOX

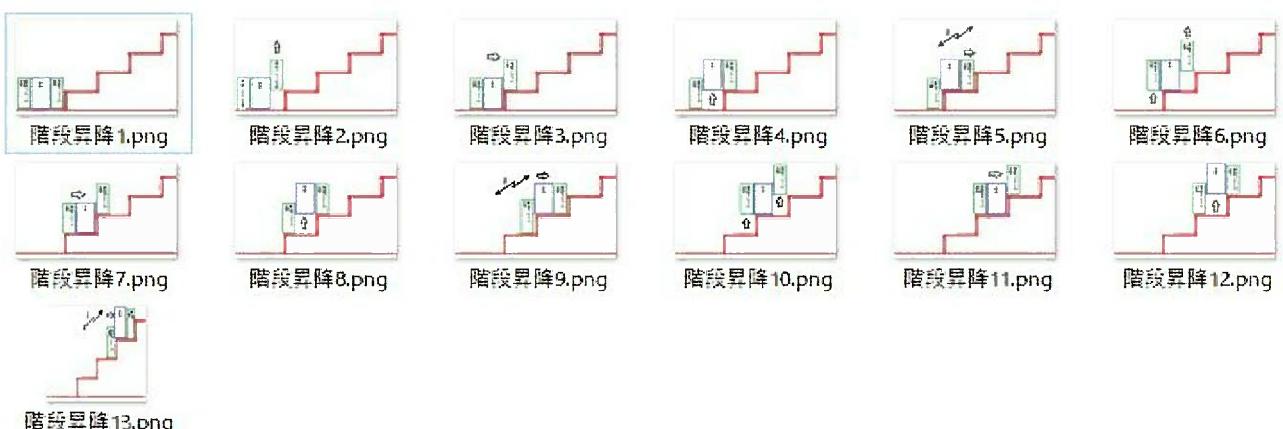
コントロールBOXは、できるだけ少ないスイッチで制御できるようにした。写真のように、5つのスイッチだけである。階段の上り下りは、左右の補助フレームBOXの上下移動（パワーウィンドモータ）で行い、中央のスイッチはロボット本体の前進・後退、そしてサーボモータによる90°回転で、左・右移動を行うようにしている。

コントロールBOXの中に、サーボモータの駆動回路を組み込んでいる。少し無理があるが、1個の駆動回路で3個のサーボモータを動かしている。



BOXの中にはサーボ駆動回路

## ⑥ 階段昇降機構



上図のように、3つのフレームが先頭から順に上昇・前進・上昇・前進を繰り返しながら、階段を登っていく。階段に前の2つのフレームがのったとき（上図では、5番、9番、13番）に、掃除機がONになって左右に動き、階段を掃除する。

## 今後の課題

今のところ有線でのロボット制御である。今後、CPUを使った自立型のロボットの完成を目指して開発を続けていきたい。