

課題情報シート

テーマ	3Dプリンターの設計・製作		
大学校	近畿職業能力開発大学校附属滋賀職業能力開発短期大学校		
ホームページ	http://www3.jeed.go.jp/shiga/college/		
電話番号	0748-31-2254（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	山田 知広		

開発（制作）年度・期間

2019（令和1）年度 ・ 10 カ月

（内訳）課題の理解：5月～8月（4ヶ月） 設計：8月～9月（2カ月） 製作：9月～12月（2カ月） 組立・調整・配線：12月～1月（2カ月） 性能評価：1月～2月（2カ月）

開発（制作）学生数

4名

（内訳）生産技術科：4名

習得した技能・技術

3Dプリンターはオープンキャンパスなど学校行事に活用できるように設計しました。設計では、部品点数も多く、機構や要素、公差、はめ合い等の理解や3DCADの操作等の理解を深めることができました。

グループで各パートを分担して製作します。グループ内で話し合いながら製作を進める必要があり、グループ内のコミュニケーション能力を習得することができます。

加工・組立工程では、色々な問題やミスが発生し、問題を解決しながら臨機応変に製作を進めます。特に最後の造形性能の評価では、造形動作では問題がありませんが、造形精度の問題が発生することが多く、問題解決のために、グループ内の協力が必要になります。

開発（制作）のポイント

製作した3Dプリンターは学校のPRに活用しています。

仕様の決定方法については、販売されている部品とインターネット等で構造を調べて設計に取り掛かります。インターネットの情報だけでは、設計・製作が難しいため、安価な3Dプリンターを購入し、構造理解と設計を行うと、製作が円滑に進むと思います。

新規に課題として取り組む場合は、ヘッ드의製作と造形条件の選定が難しかったです。

訓練（指導）のポイント

3Dプリンターは、マイコンボードで制御します。機械系の学生は、マイコンボードの実習がない場合があります。総合制作実習の中で時間をとって、概要を説明しています。

3Dプリンターの設計・製作は、専門課程で学習した内容が含まれた総合的な課題になっています。しかし、実施する内容が多いため、一部の部品は、購入品を利用します。

3Dプリンターの設計・製作を通して、工作機械の安全な使い方や機械の加工精度などが学習できます。製作した部品を組立てる時も、寸法公差等を検討しないと組み合わない、造形精度がでないなど、色々な問題に対応する必要があります。これらから、ものづくりの難しさ、楽しさ、達成感を感じることができます。

開発物の仕様

項 目	内 容
造形方式	熱溶解積層法
造形材料	PLA 樹脂
全体の寸法 (mm)	横幅 390 奥行 430 高さ 980
造形範囲 (mm)	横幅 100 奥行 100 高さ 75

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）」

マシニングセンタ（大熊）、フライス盤（エツキ）、旋盤（森精機）、ワイヤー放電加工機（三菱）、帯のこの盤（アマダ）、3Dプリンター（自作）

参考文献

門田和雄（2013 年）『3Dプリンタではじめるデジタルモノづくり』日刊工業新聞社

林園子・濱中直樹・伊藤彰・鈴木一登（2019 年）『3Dプリンタで自助具を作ろう』三輪書店

3D プリンターの設計・製作

近畿職業能力開発大学校附属滋賀職業能力開発短期大学校

3D プリンターとは、モデルデータを立体に造形する機器である。3D プリンターを製作しようと考えたのは、興味があり、原理や機構を理解したいと考えたからである。移動が簡単な箱型タイプのオリジナル 3D プリンターを製作ことが目標である。この 3D プリンターは学校の行事などで使える作品である。3D プリンターは、プラスチック材料を溶かしながら造形形状に下から順に積み上げる熱溶解積層法を採用した。造形サイズは、横 100mm×奥行 100 mm×高さ 75mm である。実習では、筐体や機構部分の設計・製作を中心に行った。また、製作した 3D プリンターでモデルを造形した。

Keywords : 3D プリンター, 熱溶解積層法, FDM

1. 緒言

このテーマを選定した理由は、3D プリンターに興味があり、利用するだけではなく実際に設計・製作を行うことで装置そのものの原理や機構を理解できると考えたからである。今回製作するオリジナル 3D プリンターは、移動が簡単な箱型タイプのものを目標とした。

2. 3D プリンターとは

2.1 概要 3D プリンターとは、モデルデータをもとに、立体モデルを造形する機械のことである。3D プリンターの特徴は、工作機では加工が難しいものも造形することができ、複雑な形状を造形することである。

造形方式は熱溶解積層法（FDM 法, fused deposition modeling）を採用した。図 1 に熱溶解積層法の造形原理を示す。造形に用いる材料は、直径 1.75mm の糸状に成形されたフィラメントである。このフィラメントは、ABS 樹脂や PLA 樹脂などの樹脂であり、熱を加えると変形しやすくなる性質のある熱可塑性樹脂である。

造形原理は、図 1 のノズル部でフィラメントを加熱し軟化する。軟化したフィラメントは、ノズル径（0.4 mm）の大きさと糸状に押し出される。これを台座に付着させながら、台座とノズルの相対運動にて造形物を造形する。これが熱溶解積層法の造形原理である。

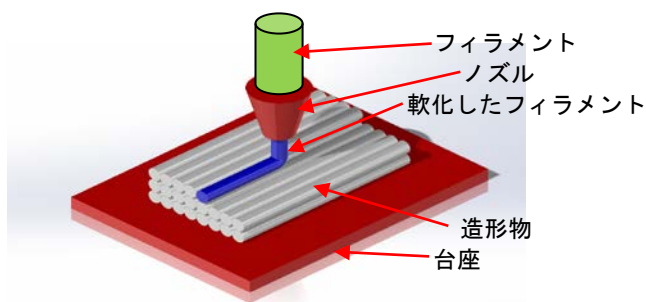


図 1 熱溶解積層法の造形原理

2.2 造形手順 3D プリンターの造形手順を図 2 に示す。「モデルデータの準備」では、一般的に 3 つの方法がある。既存のデータを入手する方法（ダウンロード）、3DCAD や 3DCG でモデルを作成する方法、3D スキャナでモデルをスキャンし、モデルデータを作成する方法（リバーズエンジニアリング）がある。

次に「モデルデータを 3D プリンター用データに変

換」では、3D プリンターで造形するための詳細な造形条件の設定をする。造形条件を設定するとノズルの動作経路のデータが出力される。この変換を行うソフトウェアをスライサーといい、これは各メーカー独自に提供するスライサーとオープンソースで提供されているスライサーがある。スライサーは後述した区分にある「Slic3r」を使用した。

最後に、「3D プリンターで造形」では、スライサーから出力されたデータを実行し造形を行う。この手順が 3D プリンターで造形する手順である。

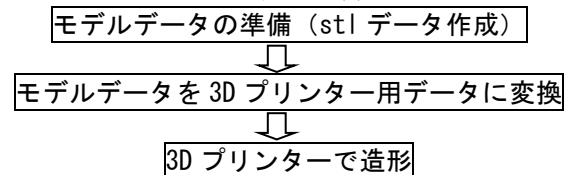


図 2 3D プリンターの造形手順

3. 3D プリンターの仕様

3.1 概要 製作する 3D プリンターは、移動が簡単にできる小型の 3D プリンターというコンセプトをもとに、フレームと土台を一体化した箱型形状のものとした。3D プリンターの全体図を図 3 に示す。図 3 に示すように 3D プリンターの造形部は、上部の中央に配置し、造形状態が見やすいようにした。土台を長くしたのは、机のない場所でも使用できるようにするためである。また、土台にキャスターを付けることにより、3D プリンターを簡単に移動できるように設計をした。

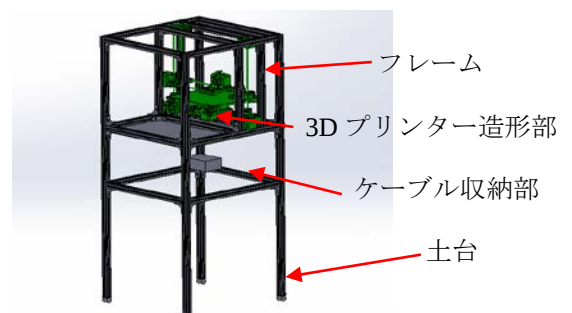


図 3 3D プリンターの全体図

3.2 動作機構 図 4 に動作機構図を示す。図に示すように動作方式は、3D プリンターで主流である動作機構方

式を採用した．Z 軸の上に X 軸が乗り，X 軸の上にノズルを搭載した．Y 軸は独立して動作する方式を採用した．各軸の送り機構は，Z 軸にねじ送り機構，X 軸と Y 軸に歯付きベルト機構を採用した．

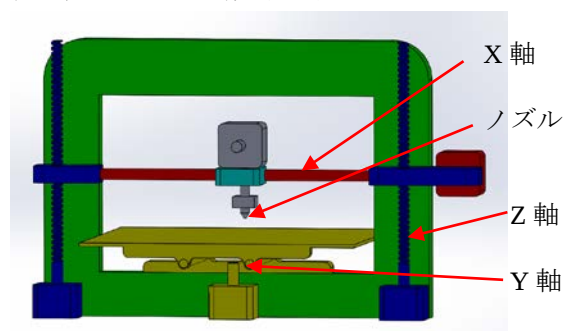


図4 動作機構図

3.3 仕様 3Dプリンターの仕様を表1に示す．ノズル直径は，標準的な0.4mmとした．造形範囲については，造形時間を検討し，表1に示す範囲とした．

表1 3Dプリンターの仕様

造形方式	熱溶解積層法
ノズル直径(mm)	0.4
全体の寸法(mm)	横390 奥行430 高さ980
造形範囲(mm)	横100 奥行100 高さ75
重量(kg)	12

4. 設計・製作

4.1 設計 過去に製作した3Dプリンター（参考機）を参考にするとともに参考資料および文献等を調査し，設計を行った．また，原理・構造を理解するため参考機を修理・調整した．試作造形を行い，改善点を検討した．

改善点として参考機は，モータの振動や動作に耐えることができず，ヘッドが振動する状態であった．これは，軸を支える部品の材質が樹脂であることと部品が劣化したことが原因であると考えた．これを改善するため，材質を樹脂からアルミニウム(A5052)に置き換えて設計を行うことによって，劣化を防ぎ安定性の向上を図る．特に変更が必要と考えられるZ軸のモータを支える部品（図5(a)），およびY軸を支える部品（図5(b)）の設計を行った．実際に設計をした部品を図5に示す．また，Y軸を支える構造の改善も行った．

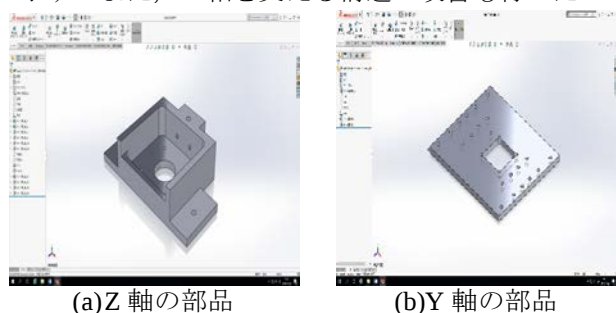


図5 設計した部品

参考機は制御基盤やケーブルがむき出しになっており，見た目が悪く，ケーブルが絡まるなどの問題があ

るため，図3に示すようにケーブル収納部を確保した．

4.2 部品製作 実際に加工をした部品を図6に示す．

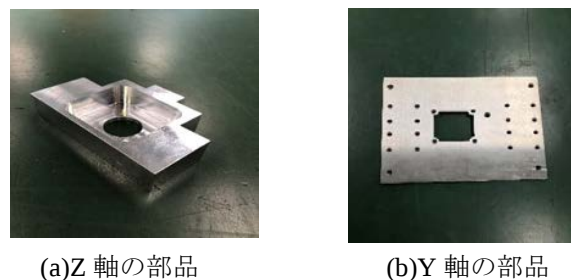


図6 加工した部品

4.3 組立調整 製作した部品の組立調整を行った．組立調整では，各軸が滑らかに動作するかを確認しながら行った．製作した3Dプリンターを図7に示す．



図7 製作した3Dプリンター

5. 動作確認・精度検査

5.1 動作確認 組立調整後，各軸の動作確認を行った．X軸とY軸の原点移動と通常動作は，良好に動作した．しかし，Z軸の通常動作と原点移動は不良部分が確認された．Z軸の通常動作は，カップリングの動作伝達不良が発生し，安定した動作を行うことができなかった．カップリングにシックネスを挿入することで解決した．

原点移動については，リミットスイッチの位置を調整することにより解決した．ヘッドもフィラメントが安定して押し出されることが確認できた．各軸とも安定し動作する3Dプリンターが完成した．

5.2 精度検査 製作した3Dプリンターの精度検査を行った．造形するモデルは，横30mm×奥行30mm×高さ30mmの立方体とした．造形条件は適切なものを設定し造形を行った．下記の表2に精度検査の結果を示す．検査結果はノギスによる測定をした．目標に設定していた各軸の精度±0.5mm以下が確かめられた．また，複数回の造形を行っても同様の結果が得られた．

表2 精度検査の結果

軸	X 軸	Y 軸	Z 軸
目標値との差	+0.05mm	-0.05	-0.15

6. 結言

今年度は3Dプリンターの理解から始め，設計，加工，組立，調整を行い，目標とする3Dプリンターを完成することができた．

文献

- [1] 門田和雄：“3D プリンタではじめるデジタルモノづくり”，pp.22-36，日刊工業新聞社，2013．
- [2] 林園子・濱中直樹・伊藤彰・鈴木一登：“3D プリンタで自助具を作ろう”，pp.21-23．三輪書店，2019．