

3Dプリンタを題材とした統合型ものづくり教材（教材用3Dプリンタ）

—魅力あるものづくり課題への取組み—

1. はじめに

この教材は、総合的なものづくり教材を目標として制作しました。教育機関等で活用して頂き、情報等が共有し、教材をより効果的なものになるように作成していきたいと思えます。作成した教材で実習することは可能です。しかし、専門的な部分も多く、3Dプリンタで製作する部品も多いため、すぐには対応できないことがあります。

教材用3Dプリンタは多くの部品が3Dプリンタで製作した部品で構成されており、「3Dプリンタで3Dプリンタをつくる」という発想から生まれました。

2. 教材用3Dプリンタ

図1は教材用3Dプリンタである。この教材用3Dプリンタは、一般の3Dプリンタと同程度の造形を持ち合せている。

教材用3Dプリンタの多くは、教材用3Dプリンタで造形する造形部品（黒色の部品）でできている。

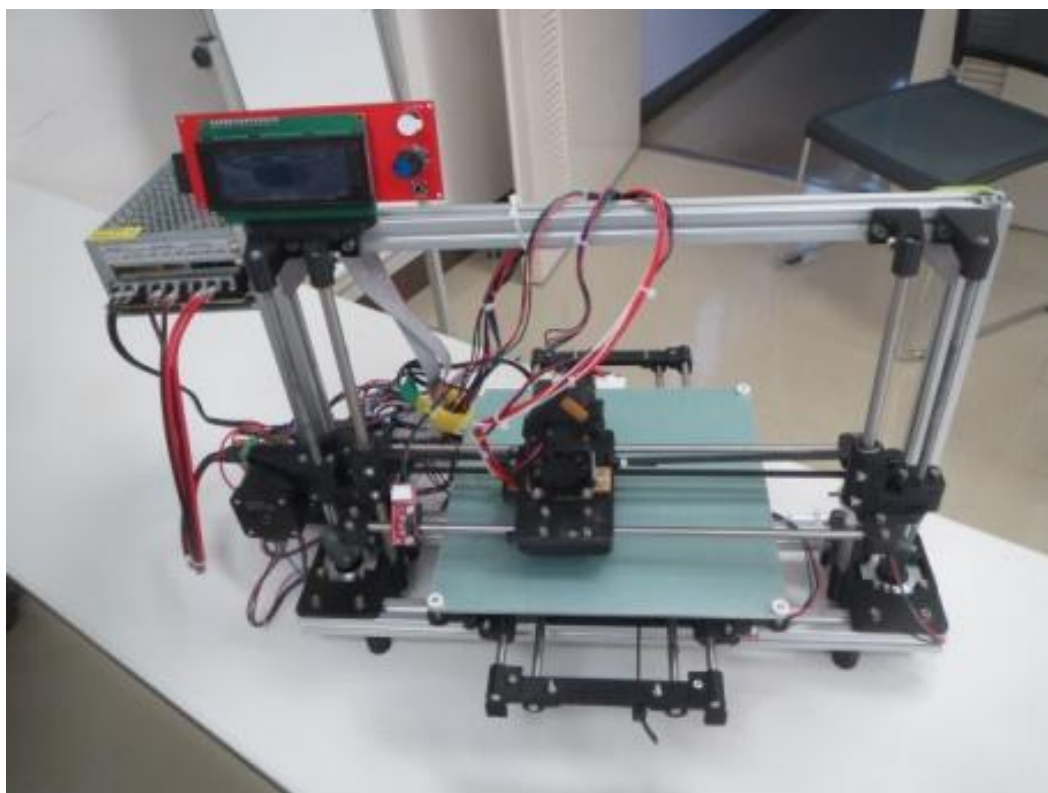


図1 製作した3Dプリンタ課題

3 教材の総合制作実習（専門課程）での活用（課題研究等での活用）

3.1. 目的

この実習課題を実施する上で、検討した要項は、下記の3点である。

1. 学生が興味を持って取り組めること
2. 大学校で学んだ内容を総合的に含むこと
3. 実施するための訓練時間と予算（3～4 単位程度（50 時間） 6 万円程度）

教材用3Dプリンタは、設計・加工・組立・制御・性能評価の全ての工程要素が含まれ、生産技術科の内容も多く含み、総合的な課題として適していると考えている。

教材用3Dプリンタは、実習で、直ぐに取り組むには、下記に示すような3Dプリンタを理解する上で課題があると考え、開発した課題である。

- ・ 3Dプリンタの構造理解
- ・ 造形の原理
- ・ 3Dプリンタの制御方法と制御回路の理解

他にこの課題を活用すると、専門課程の学生においては、初めて開発的な課題になるため、本題の課題に入る前に、技術的な面とグループ作業に必要なことを理解する。

- ・ リーダーによる作業の分担
- ・ 各工程の進捗状況の確認
- ・ 各工程に要する時間（スケジュールの確認）
- ・ 加工などをする際の必要工具手配、材料の手配（確保）
- ・ 各科目で学習した（機械要素）内容、CAD、加工機の使い方等の復習等

総合制作実習を進めるにあたり、課題を製作するところでは、表面に出づらい段取りを行う訓練にも有効である。

3.2 教材の概要

教材として作成したものは、教材用の3Dプリンタ自身とこれを製作する説明書である。それらを下記に示す。今回製作したプリンタの名前を教材用3Dプリンタとする。

- (1) 教材用3Dプリンタ
- (2) 教材用3Dプリンタ制御プログラム
- (3) 配線図
- (4) 組立手順
- (5) 教員向け教材
- (6) 部品表（3プリンタ造形部品、購入部品表）

(7) 3Dプリンタ操作手順書

(1) 教材用3Dプリンタ

教材用の3Dプリンタを製作した。図1に示したものである。下記の表1に主な仕様を示す。

表1 製作した3Dプリンタの仕様

造形方式	熱溶解積層法
外寸	幅 550 mm×奥行 350mm×高さ 300mm
造形範囲	180mm×180mm×80mm
ノズル径	0.4mm
フィラメント径	1.75
使用樹脂	PLA 樹脂、ABS 樹脂、PET 樹脂等

(2) 教材用3Dプリンタ制御プログラム

アルディーノメガ 2560 に書込む3Dプリンタ制御プログラム

(※データであるため、本人保管)

(3) 配線図

教材用3Dプリンタの配線図は、3Dプリンタ製作サイトを検索するとあります。これをダウンロードしたものです。

(4) 組立手順

教材用3Dプリンタの組立手順書です。組立手順のみが記載されています。そこに各科で必要内容を加えて実施するテキストです。学生の習得度に合わせて使用します。

(5) 教員向け教材

教材用3Dプリンタで使用しているマイコンボードやモータを説明するテキストです。

(6) 部品表 (教材用3Dプリンタ造形部品表、購入部品表)

3Dプリンタ造形部品表は、教材用3Dプリンタで必要になる部品を示している。(これらの部品は、3Dプリンタで造形する必要がある。)

購入部品表は、教材用3Dプリンタを製作する際に必要な部品である。製作費は、4万円～6万円程度である。

(7) 3Dプリンタ操作手順書 (3Dプリンタ概要書)

教育用3Dプリンタの使い方を説明する操作手順書である。教材用3Dプリンタを使用する説明資料として活用した。

3.3 教材の内容

総合制作実習の課題「3Dプリンタの設計・製作」を実施する際に、課題の難易度を調査した。必要とされる技術内容や製作する部品点数から、学生が1年で製作するのは、難しい課題であると考えた。

事例となる教材用3Dプリンタを製作し、これをみて改良するような課題にしたら取り組み易いと考え、この教材を開発した。

この教材用3Dプリンタの多くは、3Dプリンタの造形部品から構成されている（図2）。1台（2～3人）程度の課題で、大学校の4単位（72時間）以内に製作できる課題とした。

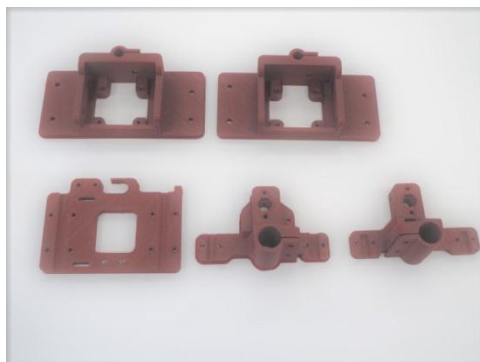


図2 3Dプリンタの造形部品

この課題は、本題（目的とする課題）の設計・製作をする前に、事例課題として実施し、必要な技術の確認・指導を行う。明確な課題を見せることにより何をするかを自主的（能動的）に課題に取り組めるようにする。専門課程では、3DCADのアセンブリ、装置の組立作業をする機会が少ないため、アセンブリの構成方法、組立の順番や締結方法の確認など、課題を実施する間に構造理解等、多くのことを身に付ける。図3のような工程を体験することで各作業の段取りや作業スケジュール管理ができるようになる。

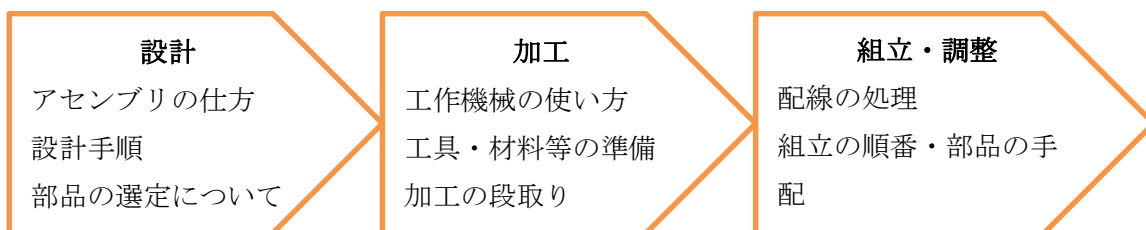


図3 総合制作実習の製作工程

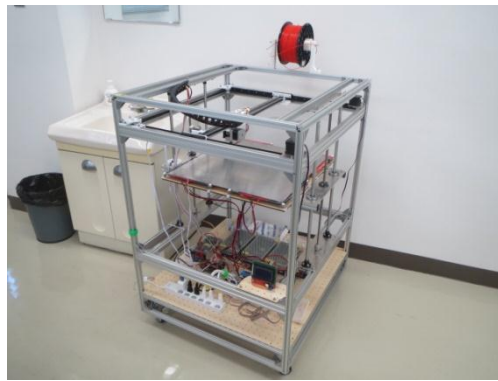
3.4 教材の効果

教材用3Dプリンタに取り組むことで、新規で設計・製作する「大型3Dプリンタの設計・製作」を学生が意欲的に設計・製作することができる。学生の手で、各軸を駆動する機構を変更、造形範囲は2倍程度にするなど、毎年ポリテクカレッジ独自モデルの3Dプリンタを製作している。

図4は、各年に製作した独自モデルの大型3Dプリンタである。



造形サイズ 200×200×200



造形サイズ 400×400×300

図4 大型3Dプリンタ

この課題を実施することで、学生が考える新しい課題にも取り組み、課題として製作できる範囲を広げることができる。

4 工業高校への教材展開

4.1 目的

工業高校のカリキュラムでは、各教育項目を、個々に完成されたカリキュラムで構成されている。しかし、これらを統合したカリキュラム（実習、学科）なく学生にとって科目の内容が分かりにくい、科目の整理が付きにくい状態にある。これらのカリキュラムの総仕上げとして各分野を含む課題開発が望まれた。これら問題を解決するために教材開発をした。

工業高校で活用できるように教材は次の①～③の要素を満たすものとする。

- ①教材作成に特別な機器を必要としない課題とし、安価（6万円以内）であること。
- ②技術的に多岐の分野に広がりをもつ課題であること。
- ③設計・製作・評価・保守等の製造業の一連の工程を理解できる教材であること。

これら3つの要素を満たす課題及び研究の目的を満たす課題として3Dプリンタを取り上げる。3Dプリンタの設計・製作・評価・保守の一連の流れ及び一部分を学べる教材を作成することである。

4.2 高校授業への展開（教材の授業展開）

高校の課題研究の授業で実施した。課題研究の授業は3単位（54時間）で、生徒数は9名で行った。表2に授業の進捗を示す。教材用3Dプリンタは2台製作し、2班で実習を行った。課題研究の指導目標は、専門的な知識・技術の深化、協働作業、問題解決等が項目になる科目である。

表2 授業の進捗

令和3年度課題研究 (12:55~15:25) 3時限		
回数	日	内容
1	4月13日	・ガイダンス・3Dプリンタの概要説明 ・出力方法について
2	4月20日	・フレームの切断・組立・部品加工・CADの説明
3	4月27日	配線(ハンダ付け練習)・CADの説明・やすりがけ
4	5月11日	配線(ハンダ付け練習)・配線
5	6月1日	各軸の組立
6	6月15日	各軸の組立(間違えに気づき、少し戻る)・配線
7	9月14日	各軸の組立・部品製作(構想)
8	9月21日	組立・学校行事
9	9月28日	回路組立・部品製作
10	10月5日	回路組立
11	10月19日	回路組立
12	10月26日	回路組立・動作確認
13	11月2日	動作確認
14	11月16日	3Dプリンタで製作するものを設計・動作確認
15	11月30日	3Dプリンタで製作するものを設計
16	12月14日	3Dプリンタで製作するものを設計・造形・発表準備
17	1月11日	造形・発表準備発表準備
18	1月18日	発表会

5.おわりに

本教材は、受講生のレベル、時間により、中学生～大学生、教員などにも、カスタマイズすることで対応できる魅力的な教材です。多くの内容が含まれており、企業向けの在職者訓練に使用できないかというご意見も頂いております。

この教材は、機械・電気・工業化学・普通科などあらゆる分野の方からお声がけを頂く教材となりました。この教材には、機械系の分野と電気系の分野が含まれています。機械系であれば、本課題を製作し部品製作に活用できます。電気系の分野では、部品が製作できるようになれば、ロボットの製作などは飛躍的に進むと思います。化学科では、3Dプリンタのヘッド部は一部射出成型の原理と同じとする部分はあります。これらの科では、この教材を編集すると活用ができるようになると思います。

この教材は、機械と電気・制御の分野を網羅しており、第四次産業革命に対応したデジタル人材育成の教材にも活用できる可能性があります。

近年、実施されている STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) 教育への展開に

対しても十分に対応でき、文部科学省系の教育機関との懸け橋的なものとしても活用が期待できる教材です。

教材のレベル、内容を訓練の目的に合わせて変更を加えれば、多くの場面で活用できる教材になると思います。