

3D プリンタの製作と活用についての研究

神奈川県立神奈川工業高等学校

電気科 総括教諭 中谷 竜友

1 本校概要

神奈川県で最初の工業高校として設立され今年で創立 108 年目を迎えた。校舎は横浜市神奈川区にあり 10 階建てのビル型、3 路線 3 駅が利用可能で県内の広い範囲から生徒が通学している。1 学年あたり機械科 2 組、建設科 2 組、電気科 3 組、デザイン科 1 組となっており総生徒数は約 900 名の大規模校である。進路は就職と進学が半分ずつの割合となっている。大学・企業・地域との連携を積極的に行い、長期就業体験や IoT などの新しい技術を取り入れた実習なども行っている。

2 はじめに

2013 年、「3D プリンタ元年」と呼ばれるこの頃から、ものづくりを大きく変える革新的な技術として 3D プリンタは様々なメディアで取り上げられ、世間から注目を浴びるようになった。このような社会背景の中、今後は製造業を中心に人々の生活スタイルまでが大きく変化していくことが予測される。

本研究では電気科 3 年「課題研究」において、3D プリンタの製作と活用を通し、生徒に対して技術の発展により社会生活が常に変化していくという時代認識を持たせるとともに、今後必要とされる新たな能力や製造技術に適応できる技術者の育成をはかる。

3 3D プリンタの歴史

3D プリンタは 30 年以上前に日本での研究において造形原理が確立されている。その後 2009 年に「熱融解積層方法」関連の特許が期間満了となり様々な 3D プリンタが商品化されるようになった。

4 3D プリンタの活用例

3D プリンタは、もともと工業製品の試作品を早く作る目的で研究がされていたが、現在では扱える材料の種類も増え、医療や建設、食品などの分野でも広く活用されている。

5 3D プリンタの原理

3D プリンタの造形原理は光学造形方式、粉末焼結積層造形方式、熱溶解積層方式、石膏積層方式、インクジェット方式などがある。この中で一般向けの製品には熱融解方式が採用されている。

しくみは樹脂のフィラメントを高温で溶かし、ノズルから押し出し積層して造形していくものである。例えるとソフトクリームができあがっていくようなイメージである（図 1）。

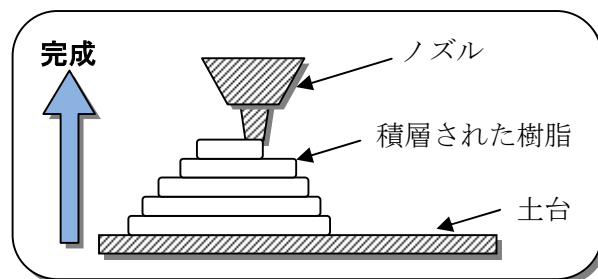


図 1 積層造形のイメージ

6 研究について

この研究は 3D プリンタの「製作」・「活用」という観点のもと、以下の二つのテーマを中心とし取り組みを進めた。その結果から教育現場における 3D プリンタをテーマとした実践の手立てとその可能性を探る。

1. オリジナル 3D プリンタの製作
2. 3D 教材の製作・活用方法の検討

7 研究 1 -

オリジナル 3D プリンタの製作

○テーマの選定と研究概要

オリジナルの 3D プリンタ本体の製作を行う。
社会から注目されている技術をテーマとすることで生徒の興味・関心を引き出しやすく、その技術を自分たちで再現するということに挑戦しているという充実感を持たせながら、学習活動を展開することができる。

また製作過程において情報収集、部品の選定、本体の組み立て、制御プログラムの作成、修理改良等、ものづくりに必要な一連の工程を体験することができる。さらに製作資料をまとめることで他校においても研究や成果の共有ができるようにする。

○RepRap (replicating rapid prototyper)

RepRap とはオープンソースハードウェアの 3D プリンタの総称である。3D プリンタの製作に必要な樹脂パーツのデータが無料公開されており、そのパーツを 3D プリンタで複製し、組み立てることができる。本研究ではその代表的な機種である Mendel Max を参考に製作を行う。

○ハードウェア

本体ハードウェア部分の作製は、はじめにアルミ角材をカットし、本校にある 3D プリンタで印刷したジョイントパーツを使用し、本体フレームを組み立てる。各動作軸用のステッピングモータはカップリングやベアリングなどと組み合わせる。その後ノズルや土台のユニットをフレームに組み付ける。土台には溶かした樹脂が急激に冷えて固まることを防ぐため、ヒートベッドという板状のヒータを取り付けてある (図 2)。

樹脂製のジョイントパーツについては 3D プリンタが無い場合でもインターネットの 3D プリントサービスなどを利用することで、必要なパーツを入手することが可能である。

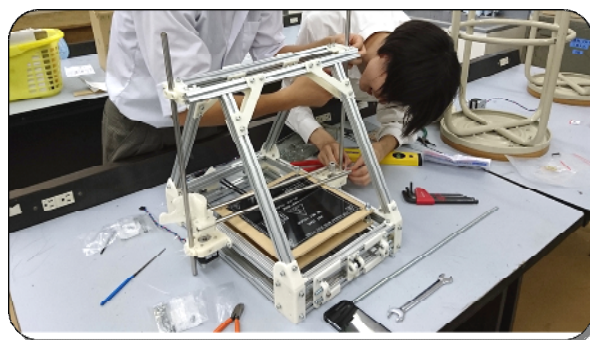


図 2 本体の組立

○制御回路

制御回路の構成図を以下に示す(図 3)。

制御基板は Arduino Mega と RAMPS1.4 を使用している。Arduino Mega は全体の制御を行い、RAMPS1.4 は主にモータやヒータに電力を供給している。制御回路に X、Y、Z 軸(2 軸)動作と樹脂を送り出すためのステッピングモータを接続している。

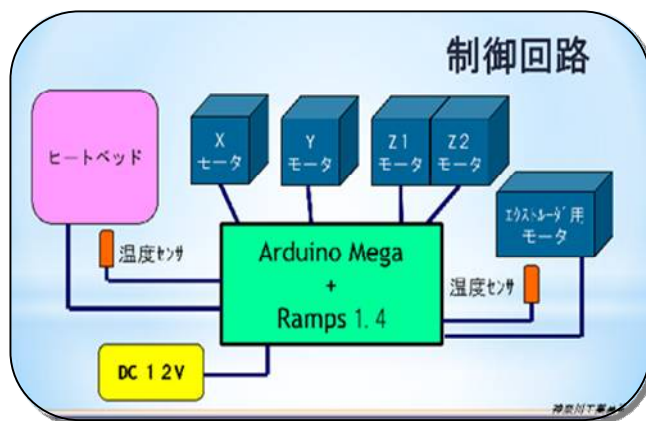


図 3 制御回路の構成

○制御プログラム

3D プリンタの制御にはオープンソースプログラムである Marlin を使用している。Marlin は 3D プリンタの制御に必要な関数群で、Arduino の開発環境上で使用することができる。基本的な動作についてプログラム内のパラメータを 3D プリンタのサイズや使用する機器などに合わせて変更して使用する。

○完成

組み立てた本体に制御プログラムを書き込み、オリジナル 3D プリンタの完成である(図 4)。

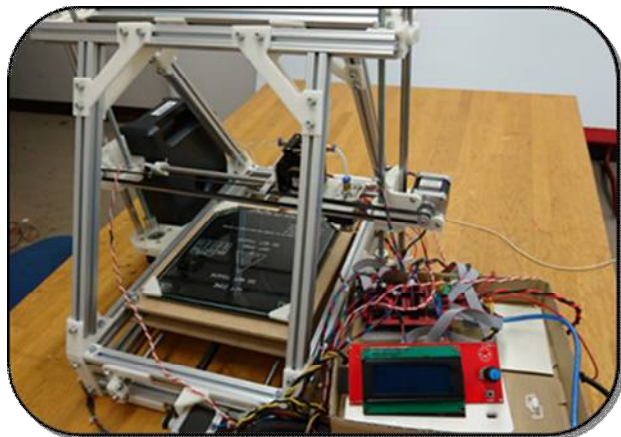


図 4 完成したオリジナル 3D プリンタ

○3DCAD・出力ソフト

3D データのモデリングには、フリーの CAD ソフトである 123DDesign を使用している(図 5)。

3D データを slic3r というソフトで一層ごとにスライスしたデータに変換し、Repetier-Host というソフトでプリントを開始する。

テスト印刷として縦 20mm×横 20mm×高さ 10mm の箱型のものを実際に出力し、印刷結果からプログラムの適切なパラメータ値を求めていく。

○印刷結果

印刷開始から 7 分ほどで、無事印刷が完了した。寸法は縦 19.9mm×横 19.9mm×高さ 10.3mm となり、モデリングのデータと近い寸法となった(図 6)。

今後はより印刷精度を上げるため、モータのパ

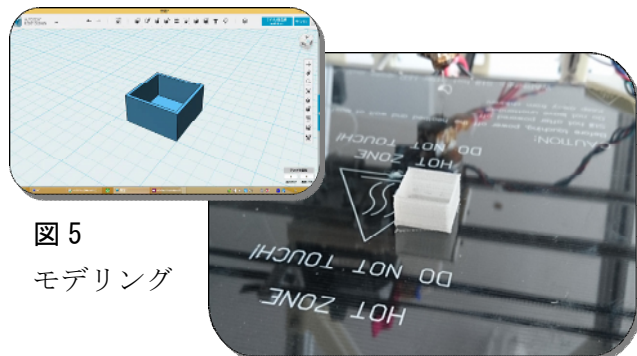


図 5
モデリング

図 6 印刷完了

ルス数の最適化を図る。装置の改良が完了し次第、製作資料の作成も引き続き行う。

○研究 1 の実践から

製作過程において生徒と共に情報収集、部品の選定、本体の組み立て、制御プログラムの作成、修理改良等、ものづくりに必要な一連の工程を経て 3D プリンタによる印刷をすることができた。

生徒にとっては非常に難易度の高い課題となったが、未知の課題に対して調査し、問題を発見、対策を講じるといったプロセスを踏んで課題を解決という体験をさせることができた。このような体験を通し、生徒同士がお互いの考えを柔軟に取り入れ、より良い発想を作り出しそれを実践するといった協動的に問題を解決する力を育むことができた。

○3D プリンタ製作までの道のり

3D プリンタの製作開始前はインターネットや書籍などに作り方がある程度載っているだろうと考えていた。しかし実際は 3D プリンタ自体の製作方法に関する書籍はなく、製作過程を詳細に載せているサイトもなく、載っている記事は古いものでそのままは使用できないといった状態であった。それでも海外のサイトなどの製作画像などを参考に作業を進めたが、行き詰ることが非常に多かった。

そんな中、本校近辺で 3D プリンタを製作している企業をインターネットで見つけ、早速メールで協力をお願いしたところ代表取締役で技術士(機械部門)である松浦氏が協力を引き受けてくださった。松浦氏にはその後いろいろとアドバイスをいただき今回の研究を進めることができた。

そのようなご縁があり後日、松浦氏には県内の教員対象として自身の業務経験や 3D プリンタの活用について講演をしていただいた。本研究を通して新たなつながりを開拓することができた。これもまた研究の成果のひとつであるといえる。

8 研究2 -

3D教材の製作・活用方法の検討

○研究概要

資料閲覧が主である ICT 教材を、3D プリンタを利用することで実物として取り出す。3D プリンタで製造したオリジナル教材を用いた学習方法とその学習効果について各教科と連携を図り、計画・実践・検証を行う。

○実践

教材の作製・活用にあたり、他教科の教員を含めて情報交換を行った。そこで意見や要望のあった以下の実践を行った(図7)。

数学科から提案の あった円錐状の立体物を製造した。双曲線の学習用にカットする角度を変えた3パターンを用意した。この立体モデルを生徒に観察させながら説明を行った。

次にデザイン科のデッサン課題の指導において、同じ立体を用いて物体の陰面について説明する際の教材として使用した。



図7 作製した3D教材と活用の様子

○研究2の実践から

3D プリンタで教材を製作すると学習条件や環境に合わせて教員が表現したい物を直接的に出力することが可能であるため、高い学習効果が期待できる。また同じ教材でも使い方により他の教科でも活用することができることがわかった。

実践中は生徒が課題に対して興味・関心を持ち

積極的に学習活動に参加する姿勢が見られた。

また生徒からは内容が新鮮で理解しやすいとの感想も得られた。

今回の研究では実験的な取り組みとなったが、引き続き教員同士で連携を図り、継続的に研究を進めていく。

9 研究を通して

今回の研究を通して、3D プリンタを製作することや3D プリンタを活用することが教育活動において有意であることがわかった。

現在ではインターネットを検索すれば簡単に詳しい資料などを見つけることができる。そんな時代において、このような答えのない課題に対し、生徒一人ひとりが自分なりの考えを持ち、相手の意見を取り入れながら答えを作り出していくという過程こそが、これからの社会に必要な能力の育成へとつながるのだと考える。生徒にはこのような経験を重ねていき、学ぶということに手ごたえを感じながら充実した学習活動を送ってもらいたいと考える。

今後も研究を継続し学校全体の取り組みとして、新たな課題に挑戦していきたい。

10 謝辞

アイエンジニアリング株式会社 代表取締役 松浦氏には有益なご助言を戴いた。ここに同氏に対して感謝の意を表する。

11 参考文献、参考HP

- ・「RepRap DIY 3DPrinter 備忘録」
<http://make.oops.jp/reprap/?p=1229>
- ・「smartDIYs のブログ」
<http://www.smartdiys.com/blog>
- ・「high-sai の日記」
<http://d.hatena.ne.jp/high-sai>
- ・「3D プリンタ作る」
<http://3dp0.com/> など