SURE 静岡大学学術リポジトリ
Shizuoka University REpository

3Dプリンタの基礎技術の習得研修について

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-06-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 矢吹, 淳, 大石, 武則 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00025284

3D プリンタの基礎技術の習得研修について

○矢吹　淳、大石　武則
静岡大学　技術部　ものづくり・地域貢献支援部門

１．はじめに

平成 29 年度、技術部研修として「3D プリンタの基礎技術の習得」を実施した。研修の準備と当日の様子について報告する。

２．研修背景

2.1　3D プリンタについて

3D(3 dimension)は、３次元(縦、横、奥行き)、つまりは立体のことである。3D プリンタとは、立体印刷機とも呼ばれるように、積層造形法を用いて立体物を造形する機械である。積層造形法とは、本研修で扱う熱溶解積層法の他に光造形法や粉末法など様々な方式があるが、全てに共通しているのは一層ごとにプリントしていくことである。これにより、旋盤やフライス盤などの汎用機械では製作の難しい形状でも作ることができる。また同じものを少量ないし大量に造形した場合でも 1 個あたりの製作時間やコストは変わらないため、多品種少量生産に向いている。設計から試作品製作までを比較的早く行うことができ、試作品を使った打ち合わせや設計変更の確認がしやすいといった特徴もある。特に、造形に人手をあまり要さないため、工作知識のない者でも安全に造形でき、多くの人間が利用しやすく扱いやすい機械である。

2.2　静岡大学における 3D プリンタの現状

本学技術部には、以下の表 1 に示す通り、静岡キャンパスと浜松キャンパスにそれぞれ 1 台ずつ、次世代ものづくり人材育成センター(CCE)に 1 台ある。性能に多少の差はあるものの、いずれも熱溶解積層法で造形を行う機種である。

表 1　静岡大学技術部で使用可能な 3D プリンタ

外観		
設置場所	技術部　静岡キャンパス、浜松キャンパス	CCE　1 階　工作技術部門
機種	ムトー　Value 3D Magix MF-1000	オープンキューブ　C170

2.3　研修の目的・効果

上記の 3D プリンタについて、一部の者が利用するのみで、前述の扱いやすさに反して、あまり活用されていないことがわかった。しかし技術部内に 3D プリンタに興味のある者は少なからず存在しており、使用したいという声もあった。彼らに話を聞いたところ、3D プリンタを使うために何をすればいいのか、どんな技術や知識が必要なのかなどがわからなくて使えない、といった意見があり、これはすなわち、「使ったことがないから使えない」という状態にあると考えられた。

そこで、「3D プリンタで製品を造形するまでの一通りを体験する機会」として、3D プリンタの研修を開催することにした。3D プリンタを使うために必要な基礎的技術や知識を学び、実践することで、設計

や製作のための技術習得、すなわち技術職員としてのスキルアップが期待できる。これにより、3D プリンタの活用を促し、また実験・授業支援のサポートに繋がるものと考えられる。

３．研修内容の検討

3.1　3D プリンタの作業手順

まずは 3D プリンタを使うために必要な技術について考える。実際に 3D プリンタを使う際の作業手順は以下の通りである。

①3D データ作成
②3D プリンタのパラメータ設定
③プリント用データへの変換・出力
④プリント開始

上記のうち、③と④の手順に関しては、専用のソフトウェアにより自動で生成・制御されるものであり、人手をあまり要さず、特別な技術は不要といえる。

一方で②の手順については、実際に完成した(あるいは失敗した)造形物の状態を見て、パラメータを変更しつつ造形を繰り返し、試行錯誤で最適なパラメータを探索していくことが必要である。つまり、応用的な技術・熟練が必要な手順であるといえる。

したがって、①の「3D データ作成」の手順が、3D プリンタで造形を行うための基礎技術である。

3.2　研修の流れ

前節の通り、基礎技術である「3D データ作成」を本研修の中核と考え、予想される難易度から相当の時間をかけるべきと考えた。そこに 3D プリンタの概要説明と実際の造形時間を加味し、研修全体を 2 日間として以下のようにスケジュールを決定した。

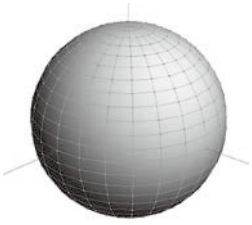
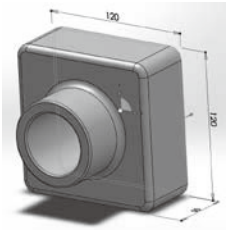
1 日目	1 時間程度	3D プリンタの概要説明
	その後	3D データ作成技術の習得実習
2 日目	午前	造形用 3D データの作成
	午後	3D プリンタで造形

４．3D データ作成実習について

4.1　ソフトの選定

3D データ作成を行うソフトは、「3DCG」と「3DCAD」の 2 種類に大別される。(表 2)

表 2　3DCG と 3DCAD

	3DCG	3DCAD
例図		
正式名称	CG：Computer Graphics	CAD：Computer Aided Design
概要	ポリゴンと呼ばれる多角形の組み合わせで図を生成する方法。 映画やゲームなどに使用される複雑(芸術的)な形状の作成を得意とする。	コンピュータを用いた立体的な設計を行う方法。 工業製品など精密な寸法が決められた形状の作成を得意とする。

いずれも有償無償含めて様々なソフトがある。静岡大学の工学部 5 号館 306 室には有償 CAD ソフトである「SolidWorks」と「AutoCAD」がインストールされているが、講義室はソフトを新規にインストールしても電源を切ると初期化されてしまう仕様となっている。研修参加者各自がコンピュータを持参する形式は難しいため、実習は講義室で行うこととし、上記の 2 本を候補とした。

実際に操作した結果、2 本のうち「SolidWorks」の方が、設計や製図の初心者でも比較的取り組みやすいと感じられた。また本学工学部学生も製図の講義に使用しており、当ソフトを学ぶことは技術職員として、学生支援に非常に有益であると考えられ、本研修では「SolidWorks」を使用して実習を行うこととした。（ただし「SolidWorks」は有償ソフトで制限も多いため、実習には使用しない無償のソフトについても、参加者に紹介をするようにした。）

4.2　SolidWorks の実習について

SolidWorks は初心者から上級者まで使える 3DCAD ソフトである。そのため、様々な機能があり、全てを使いこなすには相当の時間と経験が必要となる。そこで本研修では、3D プリンタで造形するための操作や、一部の便利な機能に絞って教えることとした。具体的には以下の機能などである。

・平面上の作図
・押し出しボス・カット
・図のコピー、拡大縮小コピー
・線の削除（トリム）
・回転ボス
・自由曲線を使ったイラストトレース

3D データ作成技術の習得実習では、参加者にこちらが提示した形状の 3D データを作ってもらう課題をいくつか用意した。1 つの課題に対して、上記の機能を 1 つないし 2 つを新たに使用して課題が解けるようにし、基礎から簡単な応用まで、機能を段階的に習得できるように工夫した。また、それらの操作手順や諸注意を書いたテキストを配布し、テキストを見ることで参加者各自が課題に取り組むことができるようにした。

実習を経て、最終的な 3D データ作成では、こちらが用意した課題、もしくは参加者が自由に設計したものを、実際に 3D プリンタで造形するようにした。

５．3D プリンタの準備・検討事項

5.1　造形テスト

研修内容の検討と並行して、3D プリンタを使った造形テストを行った。(図 1)



図 1 造形テストの例

表 3　造形時間の例

造形物	寸法（mm）	中抜き	積層ピッチ（mm）	積層時間
ギヤ	Φ４０　ｔ＝１０	１mm	０・２	３０分
しずっぴー	縦５０×横４０　ｔ＝３	無	０．２	２５分
ルーク	Φ３５　ｔ＝６０	有	０．３	２時間
コーン	□５０　ｔ＝５０	１mm	０．２	２時間１２分
コーン	□２５　ｔ＝２５	０．５mm	０．２	２７分
ピラミッド	□５０　ｔ＝５０	１mm	０．２	１時間４１分
校章	Φ３０　ｔ＝３mm	無	０．２	１０分
携帯ケース	縦１５０×横６０　ｔ＝１０	無	０．３	１時間１０分

様々な条件による造形を繰り返し、造形物の形状による差異や、パラメータによる変化を確認した。これらの結果より、造形の難しい形状や、設計の注意点について具体的に研修に盛り込むことができた。

またテスト結果の一例として、造形物の大きさや条件による造形時間の例を表 3 に示す。条件によって

時間は大きく異なるが、一作品あたり 30 分前後で造形ができるように調整することを考え、研修では最大で 10 名程度の参加者を募集することとした。

5.2　材料の選定

熱溶解積層法の 3D プリンタでは、主に「PLA 樹脂」と「ABS 樹脂」という材料が使用される。(表 4)

表 4　PLA 樹脂と ABS 樹脂

名称	PLA 樹脂	ABS 樹脂
組成	ポリ乳酸（Poly-Lactic Acid）	アクリロニトリル (**A**crylonitrile)、ブタジエン (**B**utadiene)、スチレン(**S**tyrene)
メリット	加工温度が低く、熱収縮も少ないため、初心者向き	剛性、硬度、加工性、耐衝撃性、曲げ疲労性などの機械特性に優れ、追加工も可能
デメリット	剛性、加工性、耐衝撃性などが少なく、追加工に不向き	加工温度が高く、熱収縮が大きいため、工夫が必要

本研修で使用するムトー製の 3D プリンタでは両材料が使えるため、これについても造形テストを行って、使用材料について検討した。

ABS 樹脂は加工温度が高いが、機械がその温度まで上がりきらないなどのトラブルが何回かあり、造形に失敗することも多かった。よって今回の研修では、より成功しやすかった PLA 樹脂のみを使用することとした。また、材料の色についても白・黒・青・緑の 4 色でテストを行ったが、差異はあまりなかったため、参加者が選択できるようにした。

６．研修当日とアンケート結果

6.1　研修当日の様子

種々の準備を整え、研修を行った。概要は以下の通りである。

研修名：3D プリンタの基礎技術の習得

実施日：9 月 21 日 9:30～16:30，9 月 22 日 9:30～16:30

実施場所：工学部 5 号館 306 室、CCE 1 階工作技術部門

参加者：9/21　7 名，9/22　6 名

日程：　9 月 21 日（木）

9:30　3D プリンタ概要説明

10:30　3DCAD 基本操作

13:00　3DCAD 応用操作

9 月 22 日（金）

9:30　イラストトレース並びに製品設計

13:00　3D プリンタ出力

また研修当日の様子(写真)を以下の図 2、3 に示す。



図 2　1 日目：3DCAD 実習中



図 3　2 日目：3D プリンタで造形中

1 日目、3D プリンタの概要説明の後、3DCAD の実習を行った。研修参加者の中には CAD 操作に慣れた方もいたため、予備として準備していた製品の合わせや動作、干渉チェックなどの操作を行ってもらう事ができた。

2 日目、参加者は前日の経験を踏まえ、個々に造形する物の創作に着手した。途中スタッフも想定していない操作を聞かれ戸惑う場面もあったが、時間内に希望通りの 3D データが完成した。午後、3D データを 3D プリンタに入れ、全員が 1 つ以上の製品を完成させることができた。(図 4)

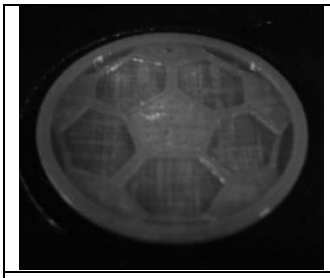
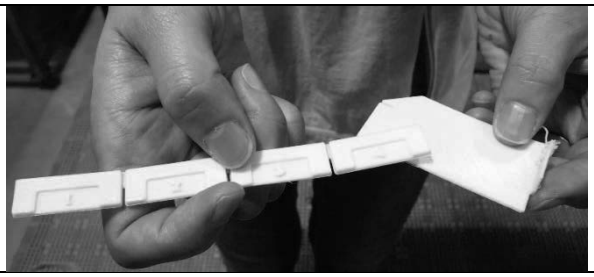
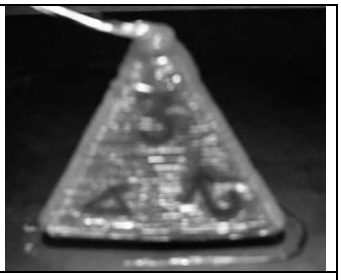
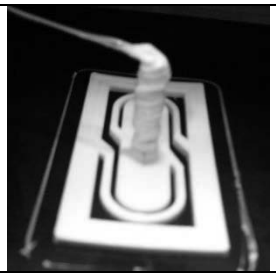
		
サッカーボール柄の プレート	ペーパークラフトの代替部品	4 面ダイス
		
将棋の駒 玉将、裏返すと王将	銘入りの櫛	壁面パネルのスイッチ

図 4　製作品の一覧

6.2　アンケート結果

研修の最後に、参加者にアンケートをお願いした。以下がその結果である。

・今回の研修について。どのくらい満足していますか。

満足	やや満足	普通	やや不満	不満
5	1	1	0	0

・３Ｄプリンタの説明についてお知らせください。

難しい	やや難しい	普通	やや簡単	簡単
1	0	5	0	1

※理解しやすかった

・３ＤＣＡＤの説明や操作についてお知らせください。

難しい	やや難しい	普通	やや簡単	簡単	とても良い
2	1	3	0	0	1

・今後、３Ｄプリンタを活用してみたいと思いますか。

活用したい	検討中	活用することはない
4	3	0

・３ＤプリンタやＣＡＤについて知りたいこと、やってみたいことがあれば、ご自由にお書きください。
部品を作りたい。作品に色をつけたり、後加工をしたい。
3Dプリンタで他の形の物も作ってみたいと思いました。CADを使ったのも初めてでしたが、また使ってみたいです。
1つの部品を印刷するだけでなく、複数の部品を印刷して組み合わせて駆動させるということをやってみたいです。
SOLIDWORKSの操作の流れが全然ピンとこなくてしんどかった。もう少し時間をかけてさわっていればマシになると思うが…　作品が完成すると感動しました。
・その他、研修についてのご意見やご感想などがあれば、ご自由にお書きください。
大変ためになりました。参加してよかったです。また使用させていただくと思いますので、その時はよろしくお願いします。
準備も含め、感謝いたします。ありがとうございました。
2日間教えていただきありがとございました。来年も開催して下さい。是非！
フィラメントの色を増やしてほしいです！　3DCGの方も触ってみたいです。来年も３Ｄプリンターの研修があると期待しています。ありがとうございました。
初心者向けにつくって頂き助かりました。
具多的な使用についてはまだ分かりませんが、せっかくあるので業務や実験等で必要なものを作る際は、３Ｄプリンターによる方法も検討していきたいと思いました。

今回の研修では、2 日間で 3DCAD と 3D プリンタの基礎技術の習得を目指したため、アンケート結果にもあったように、説明や操作が難しいと感じた方もおり、基礎操作をもう少し丁寧に行う必要性があることを認識した。また一部で参加者の質問に即応できなかったこともあり、スタッフの熟練度を上げる必要があると感じた。しかし、一様に操作をして製品を作る事ができた事を踏まえれば、図面から製品までのプロセスが終了した事となり、今回の研修目的は概ね達成できたと考えられる。また研修後、2 名の方が実際に 3D プリンタを活用していることからも、研修が功を奏したものと考えられる。説明や資料・アンケート等による不備なども少なからずあったが、参加者のほとんどの方が満足していただいた結果となり、大きな問題もなく研修を行うことができた。

７．まとめ

3D プリンタでの造形を通じて、技術職員のスキルアップと活用を促進する研修を企画した。研修内容の検討にあたり、実用上の基礎技術である 3D データ作成の実習を研修の中核とした。データの作成には、初心者でも比較的取り組みやすい「SolidWorks」を使うこととし、その機能を段階的に習熟できるように実習内容を工夫した。また造形が成功するように、造形テストを繰り返し、材料の選定などを行い研修の準備を完了した。研修には 7 名参加し、2 日目まで参加した 6 名が全員造形を完了した。スタッフの熟練度や内容に改善の余地はあるものの、アンケート結果からも研修の目的は達成されたといえる。

８．謝辞

本研修にご参加くださいました方々、準備にご協力いただきました方々にこの紙面をお借りしてお礼申し上げます。

９．参考文献・引用文献

[1] Benjamin：3DCG ソフト&3D プリンタで作ろう！　ソーテック社（2014）.
[2] 西原一嘉他：今すぐ使える 2DCAD 3DCAD 3D プリンタ設計技術者必携 BooK　電気書院（2015）.
[3] 東京都立産業技術研究センター：3D プリンタによるプロトタイピング　オーム社（2014）.
[4] 坪田遼：基礎からの FreeCAD　オープンソースの 3 次元 CAD　工学社（2016）.
[5] 甲田太一：ZBrushCore スカルプトガイドブック　玄光社（2017）.