

# 3Dプリンタを活用した自助具製作による 演習プログラムの開発

かわ な まさ あき  
川 名 正 昭

## 〈要 旨〉

3Dプリンタは、技術の進歩とともに小型化、低価格化しており、教育現場や家庭にもその活用が広がるなど身近な道具になりつつある。3Dプリンタから射出される造形用材料の種類も豊富になったことで、陶器や料理もできたり、医療分野では義歯や臓器などが作られたりするなど、多種多様な造形も可能なものとなってきた。

本報は、田園調布学園大学で活動している「福祉考房」の取り組みのひとつとして、3Dプリンタを活用した自助具製作の実践学習プログラムの開発を目的とし、そのために必要な環境整備、教材開発について述べていくものである。

今後の展望としては、本報で述べた内容をもとにICF的な障害理解、3D CADの使い方、3Dプリンタの使用に関する注意点などを盛り込んだテキスト、マニュアルづくりを行い、有志学生を対象とした講座を開きながらプログラム内容を検証し、正課へと組み込む流れをつくっていききたい。

## 〈キーワード〉

3Dプリンタ、3D CAD、自助具製作、実践学習、福祉考房

## I. はじめに

3Dプリンタの小型化、低価格化、精度向上により、コンピュータのCADソフト等で作成したデータから容易に立体造形が可能な世の中になってきている。

1980年代後半から小さな工業機械で生産システムを構築していくマイクロファクトリーなどの考え方も出現し、2000年11月には長野県でデスクトップファクトリー研究会<sup>1)</sup>が発足されるなど、小さな物は小さな工場で合理的に生産したり、大量生産ではなく多品種の生産を行うことへの対応しやすさなどが考えられてきた。3Dプリンタもデスクトップファクトリーを支える具体的なツールとして認識されている。

医療分野では、義歯製作<sup>2)</sup>や患者ごとに個人対応可能なテーラーメイド医療の提供方法として3Dプリンティング技術が本格的に研究・活用<sup>3)</sup>されており、福祉分野でも義肢装具の製作などで利用され始めている。

世界的にインターネット上の商取引・小売業を展開するAmazon.com, Incは配達先最寄りの営業所等で3Dプリントを行い届けるという特許<sup>4)</sup>を取得するなど、今後社会で3Dプリンタを活用したサービス等が増加していくだろう。

また造形用材料も種類が増し、2015年のフードショーではクッキーや和菓子を出力する3Dフードプリンタ<sup>5)</sup>が参考出展されたり、セラミック素材で陶器を出力するPotter Bot<sup>6)</sup>なども登場している。

これらのように様々な分野で活用範囲が広がりつつある3Dプリンタだが、日本の学校教育を見ていくと、工学系大学や工業高校などで3Dプリンタを導入する事例は見られるものの、一般教育の中で取り扱われることはほとんどないのが現状である。

本報は、田園調布学園大学で活動している「福祉考房」の取り組みのひとつとして、3Dプリンタを活用した自助具製作の実践学習プログラムの開発を目的とし、そのために必要な環境整備、教材開発について述べていくものである。

## II. 「福祉考房」の取り組みについて<sup>7)</sup>

2007年度より田園調布学園大学独自の取り組みとして、学生の実践教育の機会と場の提供のため「福祉考房」活動を行ってきた。2008年度～2010年度の3ヵ年で私立大学等経常費補助金特別補助として採択され、現在は大学独自のプログラムとして継続運営中である。また、活動開始時から本学公認サークルのFKC(福祉考房サークル)が活動の中心となっている。

活動内容は、車いす保守整備、自助具制作、福祉用具の研究などである。学内での活動のほか、本学との高大連携校での出張車いす整備授業(図1)、福祉施設内で使用されている車いすの清掃・軽整備ボランティア、車いすメーカーによる車いす整備講習会、小中学生向けの夏休み自助具作成体験セミナー(図2)、かわさき福祉用具アイデアコンテストへの応募・受賞などの活動を行っている。

これまでの紀要でも、福祉考房の活動に参加した学生からは、概ね満足で活動内容が学習意欲につながったり、卒後の進路決定に役立ったりとの意見を多く得た。これは、自ら考えて行動する福祉考房の実践学習プログラムが効果的であったといえる。これらの活動は社会福祉士養成課程で学ぶ学生の経験となり、社会に出た際に必ず活かされるであろう。



図1 出張車いす整備授業



図2 自助具作成体験セミナー

### Ⅲ. 3D CADと3Dプリンタ

3Dプリンタで出力するためには、3D CADソフト等を使用して作成したデータが必要になる。ここでは3D CADと3Dプリンタについて述べていく。

#### 1. 3D CAD

製品設計のためにはドラフターなどを使い、部品などの形状や寸法を手描きで描き上げていく機械製図をおこなう。CAD(Computer Aided Design)とは、その設計にコンピュータを用いることであり、そのために必要なシステムおよびソフトウェアを指す。

1960年代に2D CAD(2次元CAD)が登場し、機械製図がコンピュータで行われるようになり始め、1980年代には3D CADが登場した。1990年代になるとコンピュータの低価格化、性能向上など技術進歩も著しく、それにともない3D CADソフトも身近なものになってきた。大企業だけでなく、中小企業の業務用、果てはホビー用にも3D CADソフトは使用されるようになり、その活用も盛んになってきた。

CADソフトも機能面の違いや用途など様々な製品があり、価格も数千万円から無料のものまで幅広く存在している。AUTODESK社のCADソフト「AutoCAD」はユーザー数も多く評価も高い。同社のソフトウェアの一部については、学生および教員、条件を満たしている教育機関などでは無償利用が可能であり、学生が自宅PCにインストールして予習・復習・プロダクト制作などもしやすい。そのため、本報ではAUTODESK社のFUSION360<sup>8)</sup>や同社123D<sup>9)</sup>などのソフトウェアを利用して3D CADを学習していくことを検討する。

#### 2. 3Dプリンタ

3Dプリンタは、アディティブ・マニファクチャリング(Additive Manufacturing:AM)技術のことを指す。プラスチック、樹脂、金属粉などの材料を一層ごとに連続的に積層して立体物を造形する技術であり、3次元積層造形技術ともいわれる。<sup>10)</sup>

3Dプリンタの積層造形の方式、造形用材料については数種類あるため、以下で説明を加えておきたい。

### (1) 3Dプリンタの方式について

家庭用・教育用として用いられるプリンタの種類としては主に、次のようなもの<sup>11)</sup>がある。

#### ① 熱溶解樹脂積層法〔FDM法 (Fused Deposition Modeling)〕

細いワイヤー状で提供される樹脂(フィラメント)を高温で熱せられたノズルから射出して積層するもの。産業用、パーソナル用の3Dプリンタで主流であり、低価格プリンタの提供も可能となってきた。

通常は射出するノズルが1本のため、1色成型になることが多いが、ノズルが2本(デュアルヘッド)のものもあるため、2色成型も可能になった。

#### ② 光学造形方式〔STL法 (Stereo lithography)〕

樹脂のプール(樹脂を溶かした容器)に紫外線を当てて、その部分の樹脂を硬化させながら、少しずつ固まった樹脂の層を積み重ねることで形状を作成する造形方式のこと。3Dプリンタの初期からある方式でもある。

#### ③ 粉末焼結積層造形方式〔SLS法 (Selective Laser Sintering)〕

光学造形では材料が液体で提供されるが、材料が粉末状で提供されるもの。ナイロン樹脂をはじめとする材料にレーザー光線を当てて焼結させる。

このほか、インクジェット方式、プロジェクション方式、石膏粉末を樹脂で固めて積層する方式などがある。

### (2) 造形用材料について

立体造形物は、前項の方式説明にもあるように造形用材料を熱溶解させたり、光学的に硬化させたりして製作される方法が主である。家庭用・教育用で用いられる一般的な3Dプリンタは熱溶解樹脂積層法によるものが多いため、造形用材料にPLA樹脂やABS樹脂などを細くワイヤー状にしたものがリールに巻かれた状態で提供される。樹脂の色は何色かあるが、混ぜて使えないため、一度の出力ではノズルの数だけ色数を使うことができる。蛍光色や蓄光式の材料も開発されている。また、光学造形方式で使用される材料は紫外線硬化樹脂(UV樹脂)で、樹脂液で提供される。

前述したように食物粉末を利用した食品やセラミック粉末を利用した陶器など、幅広く開発されてきており、作成できるものの可能性も広がっている。また、熱可塑性エラストマーを使用した弾力性のあるラバーライクな素材も開発されている。

## Ⅳ. 実践学習プログラム

福祉考房の活動として、3Dプリンタを活用して各自の考案した自助具を作成していく講座を2015年度中に開催する。その講座で本プログラムを検証し、次年度のゼミナールⅠ(3年生 通年必修授業)や生活福祉工学Ⅱ(2年生以降 半期 選択授業)などの授業に組み込んでいく流れを作っていきたい。

### 1. プログラムの目的

現在の日本は、高齢化が急速に進むとともに身体的な不都合や環境の変化による生活のしづらさを感じている人も多い。それを支援し、改善するために福祉用具が大きな役割をもつこととなる。また、地域福祉の推進ではコミュニティソーシャルワークが必要となるが、それを担う社会福祉士養成課程において、授業での福祉用具の取扱いは極めて少ないのが現状である。2014年度に開催された全国社会福祉教育セミナー 2日目の第7分科会では、「社会福祉学を基礎にした幅広い『現場』で活躍できる人材の養成」というテーマで、福祉マインドを持ちながら様々な現場で活躍できる人材教育が必要であることも討議された。その中でも、福祉用具については必要な知識であるが、現状では各大学でカリキュラム上の工夫や課外での自主活動などを通して得ることが必要であると確認された。

近年、工業製品の試作、製作のみならず、家庭用としても3Dプリンタが普及しはじめている。低価格化、造形用材料の多様化も手伝い、今後ますますその可能性が広がることが予想される。この技術を福祉用具、特に自助具の製作に取り入れながら、障害を理解するとともに福祉専門職として現場に就いたとき、利用者の生活しづらさの改善に役立つ思考を身につけることが目的である。

また、ものづくりの手順、3D CADソフトウェアおよび3Dプリンタの使用方法についても基礎的な知識を身につけることができる。

### 2. 実施環境

本プログラムを実施するために必要な物品等は、つぎのとおりである。

#### (1) 64-bit プロセッサのコンピュータ

OS: Windows 7, 8.1, 10 または Mac OS X Marvericks (10.9) 以降

※ 2016年1月15日現在 AUTODESK FUSION360 を使用する場合

#### (2) 3 ボタンマウス (普通のホイールつきで可)

#### (3) AUTODESK社 3D CADソフト「Fusion360」

上記コンピュータに要インストール。使用には、AUTODESKのID取得が必要となる。

2015年秋からメニュー等も日本語化され、利用しやすくなっている。なお、用意できるコン

コンピュータが 32-bit版Windowsの場合, Fusion360 は使用できないため, 123Dを使用する。

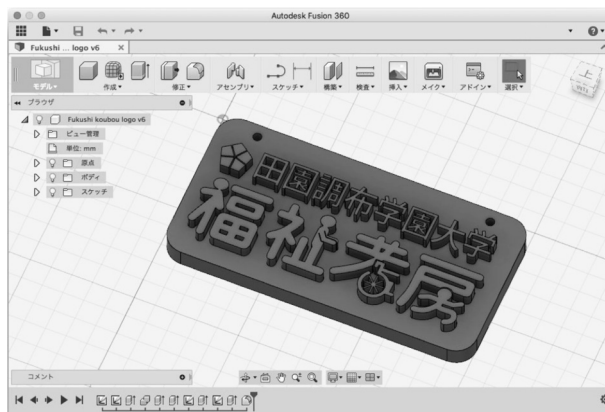


図 3 Fusion360 の基本画面 (ver.2.0.1758)

#### (4) 3Dプリンタ

TierTime Technology社 UP Plus2

表 1 UP Plus2 の主な仕様

造形方式	FDM (熱溶解積層法)
造形用材料	ABS樹脂, PLA樹脂
プリントエリア (mm)	140 × 140 × 130H
積層ピッチ (mm)	0.15/0.20/0.25/0.30/0.35/0.40
プリンタヘッドタイプ	シングルヘッド
製品寸法 (mm)	245W × 260D × 350H
入力フォーマット	STL (ファイル形式)

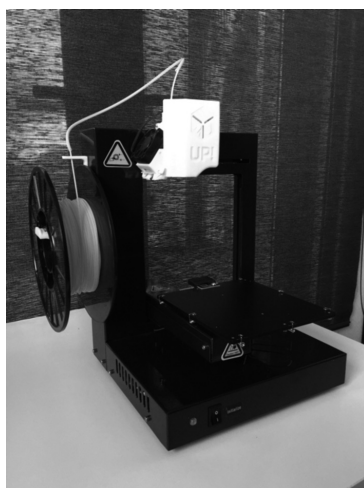


図 4 3Dプリンタ UP Plus2



## (5) ネットワーク環境

Fusion360 で作成したデータは、クラウド上に保存されるため有線または無線LAN環境が必要となる。

## (6) その他

### ① 3Dカメラおよびスキャンソフト

3Dデータの作成および 3Dプリンタからの出力以外に、3Dスキャンについても可能性を確認したい。そのため、図 5 のようなKinect(3Dカメラ)と図 4 のようなSKANECT<sup>12)</sup>(スキャン用ソフトウェア:無償版)を組み合わせて使っていく。

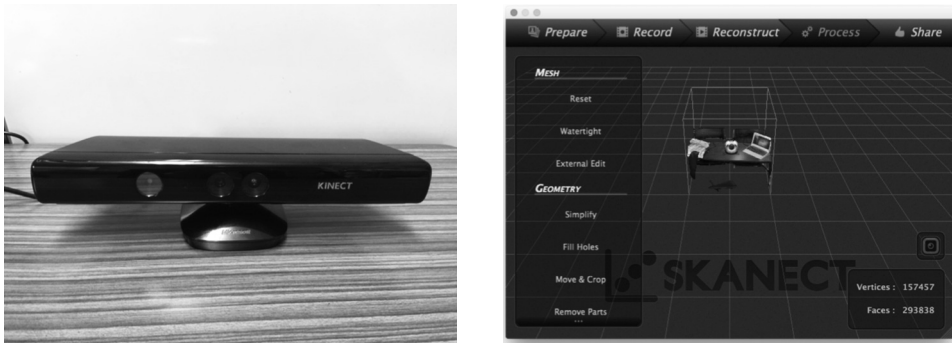


図 5 3Dカメラ「Kinect」(左), スキャンソフト「Skanect」(右)

### ② 造形後処理用の用品

FDM方式で出力した場合、造形物の表面は細い糸を積み重ねたようなヘアライン状になる。そのままでも良いが、さらに処理用としてアセトンを気化させた容器に造形物を入れ、表面を滑らかにする方法で処理したい。アセトンは引火しやすい有機溶剤のため、扱いには十分注意が必要である。

## 3. プログラムの内容

### (1) 障害の理解

まず、障害者福祉論等の授業で学習していることや本プログラムを受講する上で必要な知識を再確認しておく。

- \* 「生活しづらさ」と「その対象者」の理解

生活しづらさは誰にでも起こりうることで、個人の状況によるものだけでなく環境によっても起こるICF的な理解をする。

- \* 生活しづらさの改善方法の考案

人的な支援や生活の仕方を工夫する改善方法もあるが、ここでは道具を使って改善できる具体的な方法について考える。

## (2) CADソフトの基本スキル習得

- ① 設計とは何か
- ② CADとは何か
- ③ CADソフト(Fusion360)の基本操作
- ④ 簡単な演習

演習：ストローホルダー(短期間)

今までの福祉考房や授業等で、工作練習としてアクリル板を使用したストローホルダーを作成してきた。それとの比較もしやすいため、ここでも演習課題として設定する。

課題：自作の自助具(長期間)

プログラム(1)の障害理解で考案した道具などをもとに、各自で3D CADを使用して作成する。作成後は、3Dプリンタから出力する。

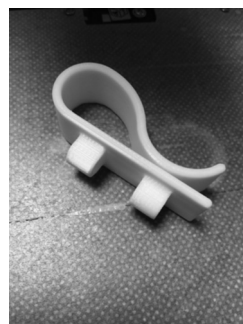
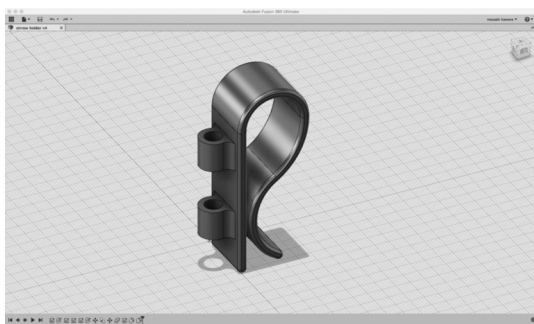


図6 Fusion360での設計(左)と製作物の一例(右)

## (3) 3Dプリンタ

- ① 3Dプリンタとは
- ② 3Dプリンタの種類
- ③ 造形用材料の種類

今回使用するFDM方式に使用する造形用材料を中心に、主だった材料を説明する。

- ④ 出力時の注意点

積層ピッチや出力時のサポート材などの設定などについて確認する。

- ⑤ 出力

CADで作成したデータを3Dプリンタから出力していく。造形用材料は、基本的に比較的安価で出力後の表面も綺麗なPLA樹脂を使用する。出力後に塗装等を施したい場合は、ABS樹脂を使用する。

現在のところ、3Dプリンタが1台なので、受講者数が多い場合、出力待ち時間が長くなることが予想される。

## (4) 3Dプリンタで製作したものと従来の加工でできたものの融合



アクリル板、木材、金属など、別の素材を利用して作成したものの一部に、3Dプリントしたものを組み合わせていくなど、考えたものの内容により利用拡大していく。

#### 4. 実施準備

講座実施にあたり、機器類の準備をした。その中で、3Dプリンタはそのまま使用することも可能だが、温度変化や室内の空気の流れなど周辺環境からの影響を受けやすい。よりよい製造過程を得るために、設置場所や温度管理、積層ピッチやスピードなどの条件を変えて射出テストをした。プリンタ周辺の温度変化がありすぎると熱で溶かされた樹脂が固まるスピードにムラがおこり、製作物の質に大きく影響することもわかり、ある程度安定して出力できる条件も見えてきた。

外からの影響を少なくするため、図5のようなプラダン(プラスチック素材の段ボールシート)で簡易的なカバーを作成した。その結果、カバー内の温度が安定し、空気の流れによる影響も軽減できたため、出力の質が高まった。

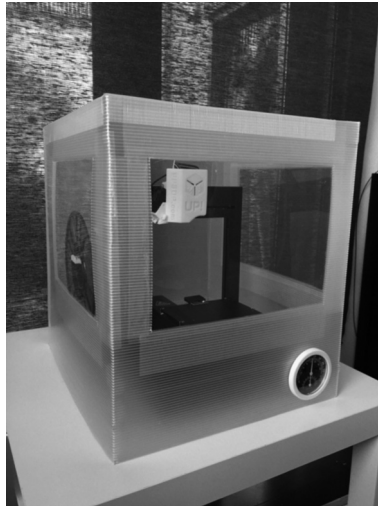


図7 3Dプリンタのカバー試作

## V. おわりに

3Dプリンタが工業製品を製造する企業だけでなく、教育現場や家庭にも導入されるようになった現在、様々な取り組みが行われている。イギリスでは2016年度中に全中学校・高等学校に3Dプリンタを導入する予定で、中国でも全国40万校の小学校に3Dプリンタを導入する計画があるという。今後、インクジェットプリンタが家庭に普及し、写真印刷が自宅のできるようになったと同様、3Dプリンタで様々なものが印刷されるようになる日も近いだろう。そうなった時、一般の商品に限らず、福祉用具や自助具も単純な形状のものならば、オーダーしたものがデータで自宅に配信され、3D

プリンタから出力されるようになることも考えられる。今後さらに、どの分野でも時代の流れに乗りつつ、柔軟に対応できる人材育成も必要になってくる。

本報では3Dプリンタの活用やそのデータ作成のための3D CADソフトの利用方法を習得するなど実践学習プログラムの開発を行ってきた。今後の展望として、まず本報IV章で述べたプログラム内容に沿ってテキストやマニュアルを作成することが必要である。それをもとに平成27年度中に学生向けの講座を開講してプログラム内容を検証し、平成28年度の担当科目で(ゼミナールI, 車いすメンテナンスや自助具考案製作の生活福祉工学II)の内容として加えていく予定である。

### 引用文献・参考文献

- 1) デスクトップファクトリー研究会(DTF研究会),<http://www.dtf.ne.jp>, 2015/11/10
- 2) 今井裕一郎, 他: 上顎悪性腫瘍切除後にインクジェット法を利用した三次元積層造形モデルによる顎補綴を行った1例, 日本口腔腫瘍学会誌, Vol. 24 (2012) No. 4 pp. 155-163
- 3) 川勝美穂, 大嶋利之, 中山功一: バイオ3Dプリンティング技術を用いた立体的細胞構造体の作製, 日本印刷学会誌 51(1), pp.018-022, 2014
- 4) Linda Knowlton ; et al. : Providing services related to item delivery via 3D manufacturing on demand , U. S. Patent 20150052024 A1, 2015-02-19
- 5) XYZプリンティングジャパン: 三井食品フードショー 2015に3Dフードプリンタ「XYZ Food Printer」を参考出展, [https://jp.xyzprinting.com/jp\\_ja/NewsContent/229](https://jp.xyzprinting.com/jp_ja/NewsContent/229), 2015/11/17
- 6) DeltaBots社: <http://www.deltabots.com/>, 2015/11/10
- 7) 川名正昭: 「福祉考房」5年間の活動記録: 社会福祉士養成課程における実践学習の試み, 田園調布学園大学紀要 編7, pp.17-33, 2012
- 8) AUTODESK社: FUSION 360, <http://www.autodesk.co.jp/products/fusion-360/overview>, 2015/11/10
- 9) AUTODESK社: 123D, <http://www.123Dapp.com/>, 2015/11/10
- 10) 経済産業省: 2013年版ものづくり白書 第1章 我が国ものづくり産業が直面する課題と展望, p.100
- 11) 水野操: 自宅ではじめるモノづくり超入門 ~ 3DプリンタとAutodesk 123D Designによる, 新しい自宅製造業のはじめ方~, ソフトバンククリエイティブ, 2013, pp.27-29
- 12) Occipital, SKANECT, <http://skanect.occipital.com/>, 2015/11/19