

# 3Dプリンタとものづくり教育

3D Printer and manufacturing Education

佐藤 博 山主 公彦  
SATO Hiroshi YAMANUSHI Kimihiko

# 3Dプリンタとものづくり教育

## 3D Printer and manufacturing Education

佐藤 博\* 山主 公彦\*\*

SATO Hiroshi YAMANUSHI Kimihiko

キーワード：3D 2D プリンタ ものづくり 技術科

**要旨：**日本のものづくりは海外から入ってきた技術だけで成り立っているのではなく、日本の伝統技術の延長上にあると考えられている。伝統的な製品などの緻密な加工や仕上げにもものづくりの技術が使われている。その一つとして、3Dプリンタが様々なメディアで取り上げられ一般的に知られた言葉となっている。3Dプリンタとは、コンピュータ上で設計した3Dデータを元にして、断面形状を積層して行き、3次元の立体物を作成するプリンタである。本研究では3Dプリンタの技術がどのような仕組みなのかを生徒に教え、3Dプリンタの技術を理解し、ものづくりにおいて3Dプリンタでどのようなことができるのかを考えさせるために実験授業を行った。その結果、日本の技術に興味をおこさせ、3Dプリンタの仕組みを教え、ものづくり教育を考える授業を行うことができ、有効な方法であることがわかった。

### 1. はじめに

科学技術の発達、身の周りの生活の向上や産業などに多くの変化をもたらしてきた<sup>1),2)</sup>。伝統的な製品などの緻密な加工や仕上げにもものづくりの技術が使われている。中岡ら<sup>3)</sup>も論じているように、日本のものづくりは海外から入ってきた技術だけで成り立っているのではなく、日本の伝統技術の延長上にあると考えられている。伝統的な製品などの緻密な加工や仕上げにもものづくりの技術が使われている。その一つとして、3Dプリンタが様々なメディアで取り上げられ一般的に知られた言葉となっている<sup>4),5)</sup>。3Dプリンタとは、コンピュータ上で設計した3Dデータを元にして、断面形状を積層して行き、3次元の立体物を作成するプリンタである。液状の樹脂に紫外線などを2次元上の断面に照射し硬化させ、繰り返すことにより立体を作成するインクジェット方式、熱で溶融した樹脂を積み上げて立体を作成する熱溶解積層方式、粉末の樹脂に溶剤を吹き付けて立体を作成する粉末固着方式などがある。製造分野では製品3Dプリンタの仕組みに興味をおこさせ、3Dプリンタの仕組みを教え、3Dプリンタはどのように利用されているのかを考えさせる授業を行うことができた。3Dプリンタは、部品などのデザイン、機能の検討のための試作として、建築分野ではプレゼンテーション用の建築模型として、医療分野ではコンピュータ断層撮影や核磁気共鳴画像法などのデータを元にした術前検討用モデルとして、先端研究分野ではそれぞれの研究用途に合わせたテストパーツの作成用途で使用されている。

中学校技術科において、CADを用いた教材開発が行われている<sup>6),7)</sup>。山本らは、3Dプリンタで製作した教材を用いた教員研修を実施している<sup>8)</sup>。山崎らは、機構の設計・製作を通してデジタルものづくりについて学習する、教員養成学習プログラムを開発し、教員養成系大学の大学院生を対象に実践を行っている<sup>9)</sup>。秋山らは、生徒がデジタルものづくり活用する実践的研究を行っている<sup>10)</sup>。

\* 山梨大学名誉教授 \*\* 附属中学校、現甲府市教育委員会

3Dプリンタを用いた教示開発は少ないのが現状である。したがって、中学校技術科において、3Dプリンタの仕組みや3Dプリンタはどのように利用されているのかなど、ほとんど教えていないと考えられる。

本研究では3Dプリンタの技術がどのような仕組みなのかを生徒に教え、ものづくりにおいて3Dプリンタでの利用の仕方、すなわちデザインや機能の検討のための試作、人間の内臓などの術前検討用モデルに利用されていることなどを考えさせるような授業を構築した。3Dプリンタの仕組みを理解し、利用についての考えを発展させられる授業としての有効性を調査することを目的とする。

## 2. 実験授業

学習の目標は、「3Dプリンタの仕組みを知り、ものづくりとの関わりを知り、どのような利用ができるか考える」である。実験授業は甲府市内のF中学校の第2学年男女39名について、平成26年10月に行った。授業は1時間を設定した。指導計画を表1に示す。

表1 授業計画

1時間目・3Dプリンタの技術を知り、ものづくりとの関わりを知ろう。(本時)
2時間目・ロボコンに必要な部品を検討し設計する。
3時間目・部品をコンピュータで設計する。
4時間目・部品をコンピュータで設計する。
5時間目・3Dプリンタで設計した部品の印刷。
6時間目・3Dプリンタで製作した部品を利用してロボコンに参加しよう。

「3Dプリンタでロボコンの部品を作る」の6時間の中で、単元の目標としての中で、「3Dプリンタの技術を知ろう」の授業を行った。

現在普及しているインクジェットプリンタを2Dプリンタと呼び、インクが横方向に移動する方向をx軸、紙が動く方向をy軸とし、x軸にインクが移動して文字を印字していくことを1次元として説明し、紙送りすることによりy軸方向に印字していくので2次元になることを説明して2Dプリンタとなることを説明した。更に垂直方向にインク代わりに樹脂等が積み重なり3次元の造形ができ、3Dプリンタになることを説明した。

実験授業の展開を表2に示す。実験授業の内容として、まず図1に示すようなチェーンがどのようにして作られるのかを問い、つなぎ目のないチェーン

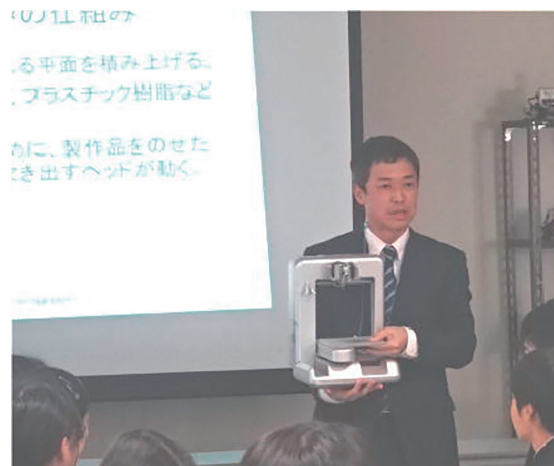


図1 3Dプリンターの説明

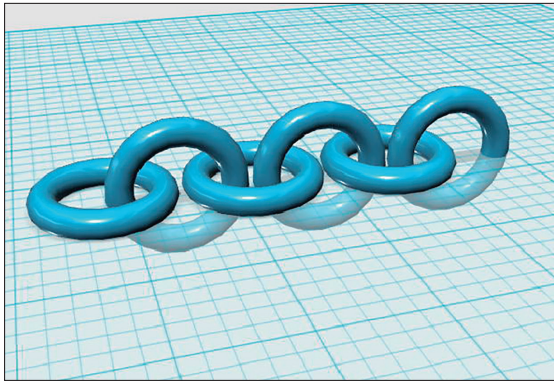


図2 3次元グラフィックで設計したチェーン

を製作するにはどうしたらよいか考えさせた。つなぎ目のないチェーンを製作するために、一つの方法として3Dプリンタをあげて、3Dプリンタでどのようにして製作するのか知らせた。コンピュータ上のソフトを使って3次元的に設計する様子を見せた。さらに図2に示すように3Dプリンタを見せた。さらに3Dプリンタで製作したチェーンを見せた。このことから3Dデータを元に、x軸、y軸、z軸の3次元のヘッドの動きから様々な製品を製作することができることを教えた。次に3Dプリンタの利用についての考えを発展させるために、ものづくりに

おいて3Dプリンタは、製造分野では製品などのデザイン、機能の検討のための試作として、建築分野では建築模型として、医療分野ではMRIなどのデータを元にした術前検討用モデルとして、先端研究分野ではそれぞれの研究用途に合わせた試作品の作成用途で使用されていることを説明した。実際に3Dプリンタで製作された頭蓋骨や心臓モデルなどを生徒達に手にとって精巧さや重量感を実感させて、3Dプリンタの製作品の特徴を確かめさせた。3Dプリンタは活用すれば金属材料での製作や月面基地の建造などを例に新しいものづくりの紹介、一方で使い方によっては銃の製造やコピー商品製造などのマイナス面もあることを教えた。さらに授業後に3Dプリンタの仕組みとそのものづくりにはどのようなものがあるのか事後テストで調べた。

表2 学習指導案

**実践事例 第2学年3組 技術・家庭科(技術分野) 指導案**

- (1) 日時 平成26年10月18日(土) 50分授業として実施
- (2) 場所 F中学校 コンピュータ室
- (3) 題材名 3Dプリンタの加工技術 「材料と加工に関する技術」A(2)材料と加工法
- (4) 本時の目標
  - ・3Dプリンタの技術を知り、ものづくりとの関わりを知ろう。(1/6)
- (5) 本時の評価規準
  - ・3Dプリンタを利用した製品製法法の知識を身につけている。(知識・理解)
- (6) 本時の展開

段階	時間	学習活動	教師の指導・支援	備考
導入	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>○「ロボットコンテスト用に必要な部品」はどのように製作していくのがよいか。</li> <li>○「つなぎ目のないチェーンをどのようにして作ったか」</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○木で作る。プラスチックで作る。鉄で作る。作れない部品はどのように作るのか。</li> <li>○これまで製作できなかった難しい製品を製造するにはどのような方法があるか。</li> <li>○生徒達の興味・関心を高める。</li> <li>○最後まで課題を追求する姿勢を求める。</li> </ul>	発問 PPT ビデオ
展開	25	<ul style="list-style-type: none"> <li>○コンピュータで製作した画像や文章などはどのようにして出力するのか→プリンタを利用する。</li> <li>○「2Dプリンタ」について知る。2Dプリンタの仕組みの応用に3Dプリンタがあることを説明する。</li> <li>○プリンタヘッドがx軸、紙送りがy軸としてプリンタが2Dプリンタがあること。高さのz軸を追加して3Dプリンタとなる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・学校やみんなの家庭にもあるようにコンピュータで印刷しているプリンタが2Dプリンタとなる。</li> <li>・2Dを積み重ねることで3Dになっていく。</li> <li>・3Dプリンタにしかできないことがたくさんある。</li> </ul>	PPT ビデオ

		<p>○x軸では点と線があり、紙送りのy軸が増えることで、線は面になることを伝える。</p> <p>○3Dプリンタは3Dデータをつくるソフトがないと設計できない。</p> <p>○3Dデータの中身はどのようになっているか。3Dプリンタをどのように動かすか、</p> <p>○123DDesignでチェーンを作っていることを実演する。</p>	<p>・簡単に操作はできるが、細かい部分などはソフトウェアの性能や製作者のスキルによる。</p> <p>○3Dデータの中身は3Dプリンタのヘッドをどのように動かして、どのように材料を吹き出すのかという情報が入っている。</p>	
		<p>○製品を作る</p> <p>○日常生活で利用</p> <p>○身のまわりの製品</p> <p>○学校で利用</p> <p>○医療分野での利用（頭蓋骨の3D模型）</p> <p>○3D心臓模型の提示</p>	<p>・家庭や学校でも機械と3Dデータがあれば、自分で製品を作ることができるようになった。</p> <p>・これまで製品を作るためには、試作品を時間とコストをかけて、金型から作成する必要があったが、金型なしに試作品を製作できるようになった。</p> <p>・フィギュアやアクセサリ、模型、文化財のレプリカなどにも活用されている。</p> <p>・人工骨や義肢装具、歯型、インプラント、手術の事前確認のための模型など既に活用されている。</p>	ビデオ
		○3Dプリンタの影の部分は何だろう。	<p>・最近のニュースから</p> <p>・自作拳銃問題</p> <p>・著作権問題</p> <p>・ソフトウェアや設計データがなければ製作することができない。</p>	ビデオ PPT
	10	○考えた部品を発表しよう。	<p>・考えた部品を発表し、利点と、課題点を発表する。</p> <p>・製作品に改良を加える。</p>	PPT
まとめ	5	<p>○3Dプリンタの技術とは</p> <p>○次回の授業について知る。</p> <p>○教具の片付けを行う。</p>	その技術が様々な場所で、これまでつくることができなかったものまでつくることができるようになってきた。新しい製造の可能性を広げる	PPT

### 3. 結果および考察

「3Dプリンタの仕組みを知り、ものづくりとの関わりを知り、どのような利用ができるか考える。」という学習目標がどれくらい理解できたかを調べるために授業の前後で調査を行った。調査問題を表3に示す。調査問題は事前、事後とも問題1～3の3題からなる。問題1は2Dプリンタについて、問題2は3Dプリンタについて、問題3は3Dプリンタ利用について、それぞれ記述する問題であった。

表4および表5にスケーログラムおよびマトリクス表示による調査問題1～3の結果を示す。

表4において、空白は正解、×は不正解を示す。表において事前、事後を比較すると、正解数が全体に増加していることがわかった。また、不正解が正解になった伸び率は多くの問題でプラスに増加した。

表5において、①～⑳は表2に示した問題番号を、○は正解、×は不正解を、数字は人数を示しており、問題別に事前、事後で正解、不正解の数がどのように変化したかを示したものである。



表4 事前・事後調査問題の回答結果（マトリクス表示）

①	事後		○	×
事前	○	0	0	
	×	37	2	
②	事後		○	×
事前	○	15	0	
	×	23	1	
③	事後		○	×
事前	○	14	0	
	×	30	5	
④	事後		○	×
事前	○	10	0	
	×	27	2	
⑤	事後		○	×
事前	○	13	0	
	×	25	1	
⑥	事後		○	×
事前	○	0	0	
	×	38	1	
⑦	事後		○	×
事前	○	13	0	
	×	25	1	
⑧	事後		○	×
事前	○	10	0	
	×	20	9	
⑨	事後		○	×
事前	○	2	0	
	×	21	16	
⑩	事後		○	×
事前	○	3	0	
	×	16	20	
⑪	事後		○	×
事前	○	0	0	
	×	21	18	
⑫	事後		○	×
事前	○	0	0	
	×	27	12	
⑬	事後		○	×
事前	○	0	0	
	×	23	16	
⑭	事後		○	×
事前	○	0	0	
	×	22	17	
⑮	事後		○	×
事前	○	0	0	
	×	28	11	
⑯	事後		○	×
事前	○	4	0	
	×	29	6	
⑰	事後		○	×
事前	○	0	0	
	×	35	4	
⑱	事後		○	×
事前	○	0	0	
	×	35	4	
⑳	事後		○	×
事前	○	3	0	
	×	29	7	

問題1の2Dプリンタの仕組みに関する問題では、①は×から○になったものも多かった。②③④⑤は×から○になったものも多く、○から○のものも多かった。問題1は事後に正解したものが多かった。この結果から事前調査において、2Dの略は知らないが、2Dは日本語で2次元の意味であることは分かっているものもいて、2Dプリンタは紙に平面的に印刷することもわかっているものも3割くらいいた。事後調査により、ほぼすべてのものが2Dプリンタの仕組みを理解できたことがわかった。

問題2の3Dプリンタの仕組みに関する問題では、⑥は×から○になったものも多かった。①の正解と同様に3Dは何の略なのかをわかっていた。⑦は×から○になったものも多く、○から○のものも多かった。すなわち②の正解の2次元と同様に3Dは3次元であることがわかった。⑧は×から○になったものも多いが、○のままのものも×のままのものも多かった。⑨⑩⑪⑫⑬⑭は×から○になったものも多かったが、×のままのものもいた。この結果から事前調査において、3Dは日本語で3次元の意味であることは分かっているものもいるが、3Dの略、3Dデータを設計図として、断面形状を積層していくことで立体物を造形する機械であることはわからなかったことがわかった。事後調査により、3Dプリンタの仕組みを理解したものも多かったが、設計図、断面形状などを理解できていないものもいたが半分以上がわかっていたことがわかった。さらに設計図、断面形状などを理解しやすい

指導法の工夫を試みたい。

問題3の3Dプリンタ利用についての問題では、⑮⑯は×から○になったものも多いが、×のままのものも多かった。⑰⑱⑲⑳は、○から○になったものも多いが、×から×になったものも多かった。多くのものが事後で×から○になっていた。この結果から事前調査において、3Dの利用についてはほとんどわからなかった。事後調査により、医療分野でのMRI、術前検討用モデル、先端研究分野での試作品の作成用途で使用されていることはほぼすべてのものが理解していた。一方で、製造分野での製品などのデザイン、機能の検討のための試作として使用されていることを理解したものも多かったが、理解していないものもいたが6割以上がわかっていたことがわかった。さらに製造分野での製品などのデザイン、機能の検討のための試作として使用されていることを理解しやすい指導法の工夫を試みたい。

「3Dプリンタの仕組みを知り、ものづくりとの関わりを知り、どのような利用ができるか考える。」を理解したものが多かった。この結果より実験授業の目標に対して一定の理解が得られたと判断される。

#### 4. おわりに

本研究では3Dプリンタの技術がどのような仕組みなのかを生徒に教え、ものづくりにおいて3Dプリンタでの利用の仕方を考えさせるために実験授業を行った。その結果、3Dプリンタの仕組みを教え、3Dプリンタはどのように利用されているのかを考える授業を行うことができた。3Dプリンタの仕組みを理解し、利用についての考えを発展させられる授業として有効であることがわかった。

#### 文献

- 1) 生活を変えた技術，日本機械学会，技法堂出版（1997）
- 2) 「モノづくり」の哲学，小林昭，工業調査会（1993）
- 3) 中岡哲郎・石井正・内田星美：近代日本の技術と技術政策，東京大学出版会（1986）
- 4) クローズアップ現代：3Dプリンター革命 ～変わるものづくり～，No.3323（2013. 3. 12放送）
- 5) 毎日新聞朝刊，（2015. 1. 24）
- 6) 渥美勇輝・松村浩幸・平田敦：生産システムを体験的に学習させる簡易NC教材の開発，信州大学教育学部研究論集，Vol.1，pp. 77-85（2009）
- 7) 藤田眞一・加賀江孝信・城仁士：3次元CADを用いた“材料と加工に関する技術”における学習指導と効果，日本産業技術教育学会誌，第58巻，第2号，pp. 73-80（2016）
- 8) 山本利一・寺山昌史：3Dプリンタを活用したスターリングエンジン仕組みの理解支援する今教材開発と教員研修による評価，日本産業技術教育学会誌，第55巻，第2号，pp. 73-80（2013）
- 9) 山崎恭平・黎子椰：教員養成における機構の設計・政策を題材としたデジタルものづくり学習プログラムの開発と評価，日本産業技術教育学会誌，第58巻，第3号，pp. 159-166（2016）
- 10) 秋山剛志・関根文太郎：3Dプリンタを活用した教材の開発，日本産業技術教育学会第57回全国大会要旨集，p. 74（2015）



#### Abstract

It seems that Japanese manufacturing is based on the extension of Japanese traditional techniques, not only on the technology which has been from foreign countries. Technology of manufacturing is used for precision processing and completion of a traditional product. A three-dimensional printer is a new word which is taken up by various media and has become a common word. A three-dimensional printer is a machine which piles up the cross-sectional form using the three-dimensional data designed by the computer and makes three-dimensional solid shape. In this investigation, a class of student experiment was held to explain and make understand the mechanism of a three-dimensional printer to students, and to let the students think what kind of products can be made by a three-dimensional printer, for example it's used for an experimental production for consideration and an experimental production of human internal organs of the design and the function. As a result, it has been apparent that the mechanism of the three-dimensional printer was successfully explained to students and that the students have obtained the ability to consider what kinds of products can be made by the three-dimensional printer.

Key words: 3D printer, manufacturing, Technology education, Teaching Practice, Teaching Materials