

## 3D-CAD・3Dプリンタに関する教員研修内容および活用場面の提案 ——中学校技術・家庭科技術分野・工業系高等学校の教員を対象として——

川田有輝	埼玉大学大学院教育学研究科
山本利一	埼玉大学教育学部
森田雄大	埼玉大学教育学部
竹澤則乃	埼玉大学大学院教育学研究科
角 和博	佐賀大学教育学部

キーワード：3Dプリンタ 3D-CAD 技術分野 工業高等学校 教員研修

### 1. はじめに

3Dプリンタとは、3D-CADによって製作・制作されたデジタルデータをもとに、積層造形法という技術を用いて立体物を製作するプリンタのことである<sup>1)</sup>。近年、3Dプリンタの低価格化や性能向上が大幅に進んだことにより、企業だけでなく学校教育の中でも活用が可能となってきた<sup>2)</sup>。文部科学省は、令和2年度第3次補正予算(案)<sup>3)</sup>において、Society5.0時代における地域産業を支える職業人育成を進めるため、専門高校のデジタル化対応装置の環境を整備し、最先端の職業教育を行う「スマート専門高校」の実現を示している。これらの推進をより効果的に進めるためには、3Dプリンタの活用方法に関する具体的な研究が不可欠である。

令和元年の中学校および特別支援学校の教材整備指針・改定案<sup>4)</sup>、<sup>5)</sup>においては、新たに3Dプリンタおよび製図用ソフトウェアの導入が示されている。これによって、児童・生徒には、先進的な技術を活用したものづくりを学ぶ環境が整うことになる。一方で、一定の知識と技術を必要とする3Dプリンタおよび製図用ソフトウェアを活用するには、教員の知識・技術の向上のための研修<sup>6)</sup>や、それらを活用した指導方法を検討する必要がある。

また、高等学校学習指導要領(平成31年度告示)解説工業編<sup>7)</sup>の「実習」における「(3)先端的技術に対応した実習」に示された指導事項では、新たに3Dプリンタが示されており、高等学校工業科での3Dプリンタを活用した授業が求められている。

3Dプリンタ活用に関する教育実践に関する先行研究において、鈴木ら(2016)<sup>8)</sup>は、小学校3、4年生を対象とした3Dプリンタを活用した授業を実践し、小学校中学年における3Dプリンタ学習の可能性について検証している。その結果、小学校中学年であっても、適切な3D-CADソフトを活用することで、3Dプリンタへのデータ出力が可能であることを示している。また、小学校での3Dプリンタの学習を進めるために、活用する教科や学年の選定が不可欠であり、教科目標に応じた目標のカリキュラムの編成など、カリキュラム・マネジメントの重要性を示している。北村(2016)<sup>9)</sup>は、中学校技術科(エネルギー変換の技術)を対象とした歯車教材の製作を提案している。その結果、中学校技術科および高等学校工業(機械科)などで、活用可能な歯車の具体的な事例を示し、デジタルデータの長所である修正の容易さを、体験を通して学習できることが示されている。しかし、プリントアウトに時間が必要であり、製作品のサイズに制限があるなどの課題も指摘している。鈴木ら(2018)<sup>10)</sup>は、技術科教員が3Dプリンタを使うために必要な基礎的技術や知識を体

験的に学ぶことが重要であり、一定の知識と技術を身に付けた段階で初めて、授業での活用が連想できるとしている。日高(2016)ら<sup>11)</sup>は、工業高校におけるロボット製作に、3Dプリンタを活用した部品製作の事例を報告している。3Dプリンタを活用することで、金属材料と比較して軽量化が可能となり、補助パーツなど必要な材料の設計・製作を通して、構造による強度や材料の選択など、新たな学習が可能になると共に、3D-CADの知識が不可欠であることを示している。

これら先行研究から、近年の学校教育では、様々な場面に3D-CADや3Dプリンタといったデジタルファブリケーションの活用が始まったが、基本的な知識や技能の習得が不可欠であることが報告されている。そこで、本研究は、先行研究において得られた課題を解決するために、中学校技術・家庭科技術分野担当教員や、工業高校学校教員向けの3D-CAD・3Dプリンタの使用方法に関する研修を実施すると共に、授業における活用場面を検討することとした。

## 2 研修の方法と内容

本研修は、研修時間を7時間と想定して教員研修を計画・実施した。初めに本研修での目的と研修内容を説明し、表1に示したソフトウェアの特徴、操作方法の演習、練習問題の説明、「コマ」の設計、「信号機」の製作などの研修の一連の流れを参加者に把握させ、研修を実施した。

表1 研修計画

手順	研修項目
1	ソフトウェアの特徴
2	操作方法の演習
3	練習問題の説明
4	「コマ」の設計
5	「信号機」の製作
6	板材の製作方法の説明
7	基本本棚の設計
8	3Dプリンタの活用場面の検討

### 2-1 ソフトウェアの特徴

本研修で使用する3D-CADソフトは、A社が開発した「作ってみよう！V5」（以降は、3D-CADソフトと称す）とした。この3D-CADソフトが持つ特徴<sup>12)</sup>として、①高度な製図知識を用いらずとも、立体を作図することが容易である。②立体物の位置・姿勢・大きさ・形状・間隔などを頭の中で想像し、数値（パラメータ）を入力することで図形を素早く作図することができる。さらに、頭の中で捉えた立体を移動、回転、切断、合体した場合の形をイメージできるので、「3Dスキルの基本概念」が自然と身につく、「空間認知能力」の育成を目指すことができる。③スキルレベル別に練習問題が用意されていることから、学習者一人ひとりに最適な学習を進めることができる。これは生徒に限らず、教員らも同様に個々のレベルに合った学習を進めることができる。以上の3点を踏まえて、本研修では上記の3D-CADソフトを活用することとした。

## 2-2 基本操作方法の演習

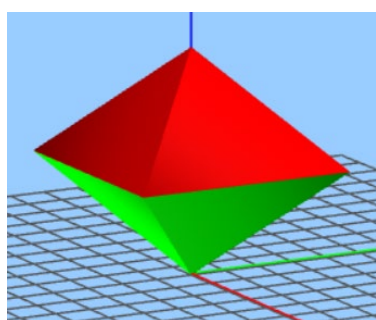
3D-CADソフトには、「表示変更、画面変更、図形移動コピー、図形回転、高さ合わせ、図形引き算、拡大縮小設定、切り取り、図形色変更、ファイル保存・読み込み、全削除、選択削除」などの機能があり、研修ではこれらの機能を「基本コマンド」として説明した。

本研修では、立方体を作図し、図形のパラメータ（X方向、Y方向、Z方向）を確認する共に、それらを変更することで、面が台形になることや、高さが調整できるなど、実演と操作を交えながら基本コマンドについて学習した。

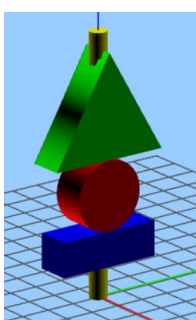
## 2-3 練習問題を通しての操作技術の習得

3D-CADソフトには基本コマンドを操作しながら学習できる練習問題が準備されている。練習問題とは、難易度別に図形を作図するための課題を表示する機能であり、学習者の能力に応じて設計に取り組むことができる。本研修では、「初級3\_8めんたい」「初級4\_おでん」「初級7\_球モデル」の3つの問題から、教員は自分の力量に応じて練習問題を選択し設計を行った。

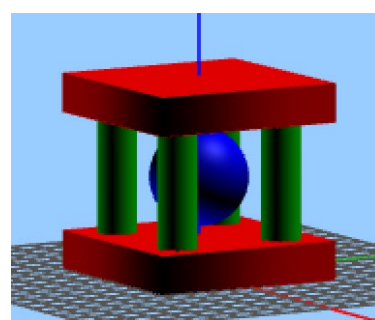
「初級3\_8めんたい」は図1左に示すように、2つの四角錐が底面同士で重なり合って形成された問題である。「初級4\_おでん」は図1中央に示すよう、三角錐、円柱、直方体の3つの図形が積み重なって形成される問題である。「初級7\_球モデル」は図1右に示すよう、4つの円柱が対となっている直方体を支え、中央に球が位置して形成された問題である。この問題を通して、教員らに図形をパラメータで積み重ね、図形を位置決めする技術の育成を図った。



初級3\_8めんたい



「初級4\_おでん」



「初級7\_球モデル」

図1 練習問題の製作例

## 2-4 「コマ」の設計

最初に、3Dプリンタの活用に関する実践事例<sup>13)</sup>として、「コマ」の製作方法および授業での活用方法を説明した。本研修で使用している3D-CADソフトには、サンプルデータと呼ばれる3Dモデルのデータが保存されている。そのデータを活用することで、学習者は短時間で図形モデル製作および3Dスキルの基本概念を身につけることができる。本研修では、サンプルデータに保存されている「こまのじく」、「こまのどだい」、「こまのそこ」といったコマのパーツから、各自でパーツを選択し、選択した部品を組み合わせでひとつのコマを製作した。

次に、中学校で実践<sup>14)</sup>した、図形の回転機能を用いた設計方法の説明を行った。コマの片側断面図を2次元で作図し、回転軸を中心に360度回転させて形状を製作する方法で「コマ」の設計を行った。設計したモデルは、3Dプリンタで印刷を行うこととした。そのため、作図したデータを

STL形式で変換する必要があることを補説した。最後に、各自が設計したコマを印刷し、3D-CADデータを比較した。また、実際にコマを回して、作品のできを全体で確認した。

## 2-5 「信号機」の設計

これまで学習した基本コマンドを組み合わせた、応用的な3D-CAD演習として、信号機の設計を行った。図2に設計の参考にした実際の信号機と右に3Dプリンタで印刷した信号機を示す。信号機を製作するには、移動、回転、引き算、拡大、縮小などを活用しなければならない。これらの演習は、個人差が生じやすいこともあり、個別学習ができるよう、作図に関する手順を動画で説明するコンテンツを作成し活用した。



図2 信号機（左：実物、右：3Dプリンタでの出力例）

## 2-6 板材の製作方法の説明および基本本棚の設計

3D-CADソフトの「板材組立」の機能を活用して、本棚の設計、作図を行った。まず、板材の大きさや倍率などを設定し、材料を定めた。次に、図3で示したように板材上に分割用ピッチを設定し、ピッチで示された箇所を線で結ぶことで切断する。これらの作業を通して、本棚の板材部品を製作できることを説明した。また、図3に示した板材部品の向きを変える機能や、板材部品の位置を移動させることで本棚が組み上がることを説明し、演習を行った。

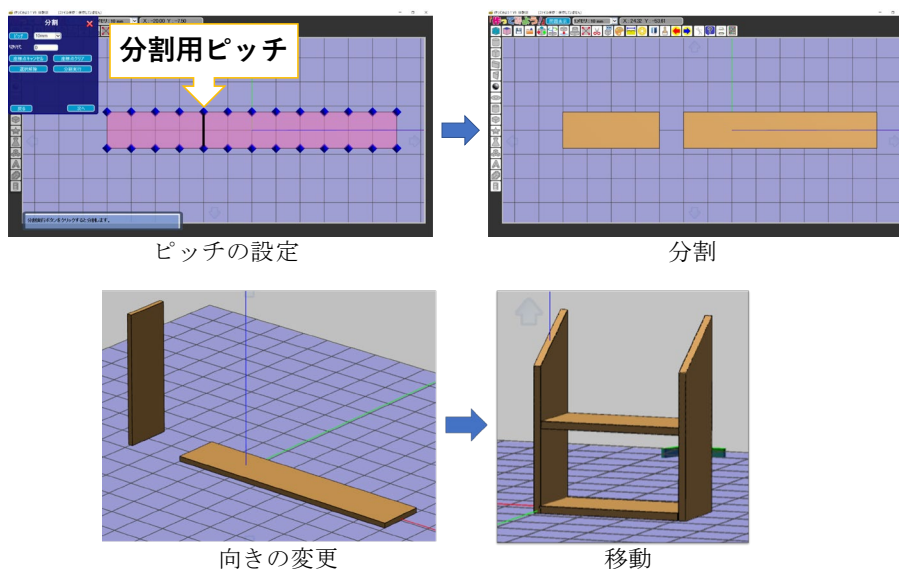


図3 板材製作の機能

## 2-7 3Dプリンタの活用場面の検討

産業や社会における3Dプリンタの活用事例を再度提案し、中学校技術・家庭科技術分野や高等学校工業科における活用の可能性について話し合いを行った。ここでは、中学校学習指導要領および高等学校学習指導要領に示された3Dプリンタや3D-CAD、デジタルファブリケーションの活用事例も参照した。

### (1) 中学校技術・家庭科(技術分野)における活用場面の検討

中学校技術・家庭科(技術分野)における活用場面で出された意見を、表2に示すよう4つの学習内容ごとに分類・整理した。

表2 中学校技術分野における事例検討

学習内容	活用場面
A 材料と加工の技術	・ 製作図 ・ 部品設計 ・ 新しい加工技術の比較
B 生物育成の技術	・ 栽培に使用する道具類
C エネルギー変換の技術	・ 発電システム ・ 動力伝達
D 情報の技術	・ デジタルの特徴 ・ 情報モラル ・ 知的財産

「A 材料と加工の技術」での活用法として指摘されたことは、製作図における3D-CADの活用や、部品設計、これまでの加工技術と新しい加工技術の比較などである。

技術分野の製図学習は、第三角法や等角図などが主に学校で行われている内容である。第三角法の学習で重要になるのは、図形を正面・平面・右側面の3点から図形を読み取り、読み取った情報を正確に図示することである。現状の指導方法は、等角図で作図された図形を第三角法で作図する学習などが一般的である。この学習に付け加え、等角図や三角法で示された図面と3D-CADを活用して作図することで、これまで以上に空間認識力等を鍛えられるのではないかと、などの意見が出された。3Dプリンタで図形を印刷することで、生徒たちは直接図形を触りながら様々な角度から見つめ、作図の課題を確認することも学習効果であるという指摘も確認された。

次に、3Dプリンタを活用して生徒たちに自由なものづくりをさせる指導事例があげられた。題材としては、「私たちの生活を豊かにしてくれるもの」や「生徒作品(材料と加工の技術)の部品」という意見があった。前者は、3Dプリンタで作品を製作するというもので、後者は、木材や金属での設計・製作の中に、3Dプリンタで印刷した部品を付け加える考え方である。

3Dプリンタを活用することで、従来の材料加工の工具や機械と、デジタル工作機との技術的な比較が可能であるとの指摘も見られた。デジタル技術のメリットとして修正のしやすさ、試作の容易さなど、これまでの加工方法の違いを体験しながら学習できるなど、メリットが多いことも確認された。

「B 生物育成の技術」での活用法として指摘されたことは、栽培に使用する道具類への活用である。あげられた事例として、小さなプランターやプランター用の仕切りが製作可能であると指摘された。また、3Dプリンタを活用することで、プランターを自由な大きさに仕切りを製作できることから、苗の成長する大きさに合わせた容器の製作が可能であるとの指摘が見られた。

「C エネルギー変換の技術」での活用法として指摘されたことは、発電システム分野と動力伝達分野で、教材製作や部品製作などがあつた。

発電システムでは、風力発電用プロペラや水力発電のタービン<sup>15)</sup>を3Dプリンタで製作し、授業で実験を行う活用方法があげられた。発電システムの実験機を製作することで、発電システムの仕組みを可視化させることができるので、生徒たちの理解を得やすいとの意見を得られた。また、実際に装置を製作・稼働させることができれば、発電システムに対する興味・関心が高まりやすくなるとの意見も得ることができた。3Dプリンタを活用することで、プロペラやタービンの仕様を変えて複数製作することが容易であるため、それらの効率を比較できるなど、生徒はより良いシステムの改善に向けた考察ができる。また、プロペラやタービンの仕様から発電コストやエネルギー変換効率などを比較・検討することで、学習内容が広がるとの指摘も見られた。

動力伝達では、歯車教材の製作やベルトやプーリの部品を製作する活用方法があげられた。3Dプリンタを使用することで、規格に合った歯車を製作することができる。動く模型製作の授業で活用することで、生徒は製作する工程の中から歯車の大きさと回転比の関係性に気づきやすく、歯車伝達の仕組みを感覚的に理解しやすいという指摘も確認された。

「D 情報の技術」での活用法として指摘されたことは、デジタルの特徴を通して、そのメリット・デメリットの学習が可能であるという指摘があつた。

デジタルの複製・修正の容易さを設計・製作過程で学習できるというものである。例えば、日本で設計を行い、その部品や製品を必要ところで印刷すれば、製品の輸送が不必要になるなど、流通に関する学習も可能なるというものである。それに対して、デジタルを課題とした「情報モラルの指導」、「知的財産」についても学べるなどの指摘も確認された。

これらA～Dの4つの学習内容の提案をまとめると、「技術による問題の解決」の項目においては、学習指導要領が示す統合的な問題解決として取り扱うことにも、効果的であることが考えられる。

## (2) 高等学校工業科における活用場面の検討

高等学校工業科における活用場面で出された意見を表3に示した「機械製図」、「3D-CADの学習」、「課題研究」と分類・整理した。

表3 高等学校工業における事例検討

学習内容	活用場面
機械製図など	・教材の製作 ・製作図
3D-CADの学習	・設計、製作の工程
課題研究	・製品開発 ・ロボット製作

「機械製図」での活用法としては、教材の製作や製作図における3D-CADの活用である。機械製図の学習においても第三角法の学習に活用ができるとの意見があった。図形を様々な角度から見つめ、読み取った情報を正確に図示する技術の習得に適しているとの指摘を得た。また、2つ以上の部品から構成されている図形を3Dプリンタで製作することで、組み立て図と部品図のそれぞれを作図する技術の習得も可能である。読み手に正確な情報を伝える作図方法を考えるきっかけとして、実際に図形を手にとって観察することは重要であるとの指摘を得た。例えば、断面図を活用することで、部品同士の組み合わせ方が伝わりやすくなる。さらに、小さくて細かい造形部分に対して、拡大図を用いることでわかりやすくなるなどである。

「3D-CADの学習」での活用法としては、3D-CADで図面を描くことに止まらず、3Dプリンタで実際に印刷することで学びが深まるとの意見も得られた。3D-CADで設計・モデリングした製品を印刷（製作）することで、製品の出来栄を手に取って確認することができる。例えば、歯車設計に関しては、軸間の距離や減速比などを学習することが一般的である。3Dプリンタを活用すれば、歯車同士を組み合わせた形状で印刷することができ、設計を評価することが可能となる。実際に設計したものが形となって動くことで、機械設計・製図の学習意欲の喚起にも繋がると考えられる。一方、設計に失敗した生徒は、どこに原因があったのかをデータと実物と比較しながら考えることができるので、振り返りがしやすいとの意見が得られた。

「課題研究」での活用法としては、製品開発をする上で、規格外の部品を3D-CADで設計し活用することが指摘された。生徒が製作したいと思うものを3D-CADで設計し、3Dプリンタで製作することで、製作時間の短縮が可能であるなどの指摘が示された。その他の活用法としては、ロボットの部品を3D-CADで設計し、3Dプリンタで製作するなどの指摘である。前述のように規格品以外の部品を製作することや、歯車やラックなどの高価な部品を3Dプリンタで製作し、ロボットのコストを削減するために活用ができるという意見が得られた。その他の活用場面として、3Dプリンタは、樹脂で部品が製作されるので、ロボットの軽量化が可能であるとの提案がなされた。

3D-CAD、3Dプリンタを活用することで、従来の加工方法では製作困難な部品をつくることのできるため、生徒の想像の幅が広がられることが指摘された。これらのことから、新たなものを生み出す力の育成に期待できると推察される。

### 3 研修の評価

#### 3-1 調査期日および対象

調査は、2020年8月に、現職教員9名（技術科担当教員4名、高等学校工業系教員5名）を対象に、3D-CADおよび3Dプリンタ活用に関する研修をオンラインで実施した。

#### 3-2 調査方法および調査内容

調査は、研修前に事前調査、研修後に事後調査を実施し、3D-CADおよび3Dプリンタの学校での活用場面を検討した。事前調査と事後調査の質問項目を表4に示す。事前調査では、問1「3Dプリンタへの興味・関心の程度」、問2「3D-CADへの興味・関心の程度」、問3「3Dプリンタという言葉の認知」、問4「3D-CADという言葉の認知」、問5「3Dプリンタの仕組みの理解」、問6「3D-CADの操作経験の有無」を4件法で尋ねた。事後調査では、問7「3Dプリンタへの興味・関

心の程度」、問8「3D-CADへの興味・関心の程度」、問9「3Dプリンタの仕組みの理解」、問10「3D-CADの操作方法の理解」、問11「3Dプリンタを活用することへの意欲」、問12「3D-CADを活用することへの意欲」を4件法で尋ねた。また、問13「研修の感想」を自由記述で記入させた。これらの質問項目を用いて、教員研修における教員の興味・関心および理解の程度を把握した。4件法で求めた回答は、Aを4点、Bを3点、Cを2点、Dを1点と得点化し平均と標準偏差を求めた。

表4 事前・事後調査の質問項目

【事前調査】

- 1 3Dプリンタに興味・関心がありますか。
- 2 3D-CADに興味・関心がありますか。
- 3 3Dプリンタという言葉聞いたことがありますか。
- 4 3D-CADという言葉聞いたことがありますか。
- 5 3Dプリンタの仕組みを知っていますか。
- 6 3D-CADを活用したことはありますか。

【事後調査】

- 7 3Dプリンタに対して興味・関心が生まれ了吗か。
- 8 3D-CADに対して興味・関心が生まれ了吗か。
- 9 3Dプリンタの仕組みが分かり了吗か。
- 10 3D-CADの操作方法が分かり了吗か。
- 11 3Dプリンタを授業で活用したいですか。
- 12 3D-CADを授業で活用したいですか。
- 13 製作した教材や3Dプリンタや3D-CADに対してご意見をお書きください。

### 3-3 調査結果

本研究で実施した調査の結果を表5に示す。事前調査の問1「3Dプリンタの興味・関心の程度」については、平均値3.1、問2「3D-CADの興味・関心の程度」については、平均値2.9と、中間的な値を示している。問3「3Dプリンタと言う言葉の認知」については、平均値3.9、問4「3D-CADと言う言葉の認知」については、平均値3.8と、比較的高い値を示している。問5「3Dプリンタの仕組み」については、平均値2.4、問6「3D-CADの操作経験の有無」については、平均値2.5と、中間的な値を示している。また、問5の標準偏差が1.3を示すことや問6の標準偏差が1.7と、比較的高い値を示していることから、教員間で3Dプリンタの仕組み、操作経験に関しては差があることが確認される。これらのことから、研修に参加した教員は、3Dプリンタや3D-CADについて、言葉としての認識はあるが、十分な知識を持ち合わせていない実態が明らかとなった。

事後調査の問7「3Dプリンタの興味・関心の程度」については、平均値3.8、問8「3D-CADの興味・関心の程度」については、平均値3.7と、高い値を示している。同様に、問9「3Dプリンタの仕組みの理解」については、平均値3.7、問10「3D-CADの操作方法の理解」については、平均値3.8と、高い値を示している。どちらも事前調査の結果と比較して有意に上昇した。

研修を通して、問11の「3Dプリンタでの製作意欲」については、平均値3.5、問12の「3D-CADの



授業での活用意欲」については、平均値3.4と高い値を示した。多くの教員は、3D-CADや3Dプリンタを授業で活用したいという積極的な意識を確認することができた。これらのことから、本研修内容については、一定の効果があることが確認された。

問13の自由記述の感想には、「3Dプリンタを活用すれば、教材が簡単に作成できる」、「図面の変更が容易である」、「3D-CADのデータがあれば、簡単に印刷ができる」といった、3Dプリンタの利点を生かすコメントが多数確認できた。その反面、「樹脂なので長時間の使用には強度が心配である」、「樹脂の価格がまだ高価だ」、「印刷時間が長い」など、3Dプリンタが抱える課題の指摘も見られた。これらの課題を踏まえて、どのように授業で活用していくかを検討する必要がある。

表5 事前調査の結果

No.	調査項目	事前調査		事後調査	
		平均	S.D	平均	S.D
1	7 3Dプリンタへの興味・関心	3.1	0.8	3.8	0.3 *
2	8 3D-CADへの興味・関心	2.9	1.1	3.7	0.5 **
3	— 3Dプリンタという言葉の認知	3.9	0.5	—	—
4	— 3D-CADという言葉の認知	3.8	0.2	—	—
5	9 3Dプリンタの仕組みの理解	2.4	1.3	3.7	0.6 **
6	— 3D-CADの操作経験の有無	2.5	1.7	—	—
—	10 3D-CADの動作原理の理解	—	—	3.8	0.3
—	11 3Dプリンタでの製作意欲	—	—	3.5	0.8
—	12 3D-CADの授業での活用意欲	—	—	3.4	0.9

#### 4 結言

教員向けの3D-CAD・3Dプリンタの使用方法に関する研修を実施した。それらで得られた知見を下記に示す。

- 1) 3D-CAD・3Dプリンタに関する教員研修の内容を検討し、7時間の教員研修を実施した。
- 2) 教員研修を通して、3D-CADや3Dプリンタに関する基本的な知識や技能の定着が確認されると共に興味・関心が向上した。
- 3) 研修参加の教員は、3D-CADや3Dプリンタの活用方法を検討し、具体的に指導する場面や学習内容を提案するができた。

本研修内容は、3D-CADや3Dプリンタの知識・技能の定着をうながし、意識の変容を持たせるなど、所期の目的を達成できたと考えられる。

しかし、3D-CAD、3Dプリンタの技術的課題の指摘も見られたことから、これら課題解決を含めた活用場面の検討がさらに必要である。それらは、今後の課題とする。

## 5 参考文献

- 1) 小林広美：3Dプリンタとは？造形方式、応用、現状と今後の可能性、日本印刷学会誌、第50巻、第5号、p. 413-421 (2013)
- 2) 山本利一・大橋雅人・木村早百合：3Dプリンタを題材としたガイダンス的内容の授業実践、技術教育の研究、第20号、pp. 23-30 (2015)
- 3) 文部科学省：令和2年度文部科学関係第3次補正予算(案)事業別資料集、URL：[https://www.mext.go.jp/content/20201214-mxt\\_kaikesou01-100014477-000\\_2.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20201214-mxt_kaikesou01-100014477-000_2.pdf) (最終アクセス日：2021年1月22日)
- 4) 文部科学省：中学校教材整備指針、URL：[https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/detail/\\_\\_icsFiles/afieldfile/2019/08/06/1316723\\_4\\_2.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/__icsFiles/afieldfile/2019/08/06/1316723_4_2.pdf) (最終アクセス日：2021年1月5日)
- 5) 文部科学省：特別支援学校教材整備指針、URL：[https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/detail/\\_\\_icsFiles/afieldfile/2019/08/06/1316723\\_6\\_2.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/__icsFiles/afieldfile/2019/08/06/1316723_6_2.pdf) (最終アクセス日：2021年1月5日)
- 6) 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の仕組みの理解を支援する教材開発と教員研修による評価、日本産業技術教育学会、第55巻、第2号、pp. 111-116 (2013)
- 7) 文部科学省：高等学校新学習指導要領(平成31年告示)解説 工業編、実教出版、pp. 33-34 (2019)
- 8) 鈴木二正・芳賀高洋・大川恵子・村井純：小学校低学年における3Dプリンタ学習の可能性、情報処理学会論文誌、第2巻、第2号、pp. 10-19 (2016)
- 9) 北村一浩：3Dプリンタを用いた歯車教材の開発、愛知教育大学研究報告、芸術・保健体育・家政・技術科学・創作編、第65号、pp. 53-55 (2016)
- 10) 矢吹淳・大石武則：3Dプリンタの基礎技術の習得研修について、技術報告、第23号、pp. 61-66 (2018)
- 11) 日高義浩・永野雄作・佐藤雅紀：3Dプリンタを用いたものづくり教育の学習成果に関する実践研究—全方向移動ロボットの設計・製作とその学習成果—、教育情報研究、第32巻、第2号、pp. 49-58 (2016)
- 12) 株式会社アバロンテクノロジーズ：作ってみよう!、URL：<https://avalontech.co.jp/toppage/concept/> (最終アクセス日：2021年1月8日)
- 13) 山本利一・細田悠介・佐藤正直・石故裕介・沢田石秀昭：小学校教育における3Dプリンタを活用したものづくり学習の提案、日本産業技術教育学会誌、第60巻、第4号、pp. 201-208 (2018)
- 14) Kouhei SUZUKI・Toshikazu YAMAMOTO・Kazuhiro SUMI・Masanao SATO・Ryouichi OGUMA：Proposal of Teaching Process Concerning Manufacturing using 3D-CAD in Technology Field、The 13th International Conference on Technology Education in the Asia Pacific Region 16-18 January 2019 Cheongju, South Korea、pp. 108-109
- 15) 和田健吾・竹村大輔・早稲田一嘉：3Dプリンタを用いた教材用水平軸型風車モデルの試作、工学教育研究講演会講演論文集、2014回、pp. 114-115 (2014)

(2021年3月31日提出)  
(2021年5月10日受理)

**Proposals for the Contents of Teacher Training on 3D-CAD  
and 3D Printers and the Scenes of their Utilization:  
For Teachers of Junior High Schools and Technical High School**

**KAWATA, Yuki**

Graduate School of Education, Saitama University

**YAMAMOTO, Toshikazu**

Faculty of Education, Saitama University

**MORITA, Yudai**

Faculty of Education, Saitama University

**TAKEZAWA, Norino**

Graduate School of Education, Saitama University

**SUMI, Kazuhiro**

Faculty of Education, Saga University

**Abstract**

With the current progress of digital fabrication, the prices of 3D printers and laser processing machines are decreasing, and the situation is becoming more feasible for their use in school education. In addition, the use of 3D-CAD and 3D printers has been indicated in the curriculum guidelines for junior high school technology and home economics and for senior high school industrial science. Therefore, we conducted training on 3D-CAD and 3D printers for junior high school teachers of technology and home economics (technology field) and senior high school teachers of industrial science. This study discussed the effectiveness of the lessons using 3D-CAD and 3D printers in these trainings. The contents of the training were "understanding of the features of the software", "practice of basic operation methods", "acquisition of operation techniques through practice problems", "three types of part design" and examination of situations in which the 3D printer is used. As a result, we were able to encourage the retention of knowledge and skills of 3D-CAD and 3D printers, and to have a change in consciousness.

**Keywords** : 3D printer 3D-CAD Technology field Technical High School Teacher Training