

## ICT機器を活用して玩具を製作する情報科と家庭科の協同題材の提案

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 静岡大学教育学部附属教育実践総合センター 公開日: 2015-07-06 キーワード (Ja): 3Dプリンター, デジタル・ファブリケーション, 保育体験 キーワード (En): 作成者: 室伏, 春樹 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00008888">https://doi.org/10.14945/00008888</a>

# ICT機器を活用して玩具を製作する情報科と家庭科の協同題材の提案

室伏 春樹\*

## Proposal of Collaboration Subject to Fabricate Toys Using ICT Equipment With Information and Home Economics.

Haruki MUROFUSHI

### Abstract

This paper proposes a collaboration subject for Information Science and Home Economics in Japanese high school. Feature of this proposal associates each class with childcare experience. In Information class, students fabricate toys for childcare experience in 3D printing. In Home Economics class, students verify the safety of toys as well as learn the necessary knowledge of childcare experience. Therefore, this proposal can be expected to teach the required subjects effectively.

キーワード： 3D プリンター デジタル・ファブリケーション 保育体験

### 1 はじめに

2014 年 6 月に閣議決定された世界最先端 IT 国家創造宣言では、情報通信技術（以下、IT と略す）の活用が国家の成長戦略の鍵として位置づけられている<sup>1)</sup>。そして、日本が 2020 年までに世界最高水準の IT 利活用社会の実現し、その成果を国際展開することを目標に様々な取り組みが策定されている。

その取り組みの一つに、国民全体の情報利活用力向上を実現するための「発達段階に応じた情報教育、及び学習環境の充実（ソフト・ハードを含む）」<sup>2)</sup>が定義されている。その中では、教育環境の IT 化による指導方法の充実に加え、「新しいモノづくりであるデジタル・ファブリケーションやロボティクス、プログラミング、コンテンツ作成等、学生等が、将来を展望した技術を習得できる環境整備を教育環境の IT 化とともに進める」<sup>3)</sup>ことが示されている。デジタル・ファブリケーションとは、「3D (three dimensional) プリンター」、「切削加工機 (CNC : Computer Numerical Control)」、「レーザーカッター」及び「3D スキャナー」といったデジタル工作機械を利用したものづくりを指している<sup>4)</sup>。特に 3D プリンターは、バラク・オバマ米国大統領が 2013 年の一般教書演説で取り上げたり<sup>5)</sup>、家庭用の小型で低価格な装置が日本の家電量販店で販売されたりしたことで<sup>6, 7)</sup>、メディアから注目されている。また、学校教育においても 3D プリンターの利活用が工業高等学校を中心に推進されつつある。例えば、製図の演習問題で示され

た部品を 3D プリンターで製作することで生徒の学習に役立たり<sup>8)</sup>、地域の博物館と連携して触れることができる文化財や仏像のレプリカを 3D プリンターで製作したりする事例が報告されている<sup>9)</sup>。

しかし、普通高等学校における 3D プリンターを利用した実践事例は報告されていない。普通高等学校では、情報教育を体系的に指導する普通教科「情報」（以後、情報科と称す）が必修科目として設定されている。情報科では、デジタル・コンテンツの作成や問題を解決するためのプログラミング、情報モラルといった情報に関する今日的な内容を扱っている。そのため、3D プリンターを含むデジタル・ファブリケーションについて扱うことも可能であると考えられる。

そこで、普通高等学校における 3D プリンターの利用促進を図ることを目的に、情報科における 3D プリンターを利用する具体的な授業題材を提案する。デジタル・ファブリケーションとして 3D プリンターを利用する理由は、3D プリンターが切削加工を行わずに実物を作ることができるためにある。切削加工機やレーザーカッターは材料を切削するため、切削加工の際に生じる粉じん対策や、加工部（刃やレーザー光）の対策など、学校教育で利用するためには安全面で課題が残る。また、3D スキャナーは立体物を 3D モデルとしてコンピューターに取り込むための装置であるため、他の加工機が無ければ実物の製作ができない。

本稿はまず、3D プリンターによるものづくりについて解説を行う。次に、情報科における 3D プリンターを利用する具体的な授業題材として、普通教科

\* 静岡大学教育学部 技術教育講座

「家庭」（以後、家庭科と称す）の保育体験と連携した玩具製作プロジェクトを提案する。そして、提案した授業題材の情報科と家庭科における位置づけを考察し、提案の学習指導要領における位置づけと新規性を検討する。

なお、本論文中における制作は、コンピューター内部で処理されるデータ作成することを示し、製作はコンピューター外に出力される造形物を作成することを示している。

## 2 3D プリンターによるものづくり

### 2.1 3D プリンターの定義

3D プリンターとは、コンピューター内に記憶されている 3D データに基づいて物質を積層出し、立体物を印刷する装置である。図 1 は、市販の家庭向け 3D プリンターの概観<sup>10)</sup>である。

3D プリンターは「足し算型（加算型）」の加工装置という表現がされる<sup>11)</sup>。これは従来までの加工装置が「引き算型（減算型）」であったことが由来である。従来までの加工装置は、目的の製品を製作するために原材料を切削したり、加工に必要な金型を必要としたりする。そのため、大量かつ迅速な生産には向いているが、原材料の廃棄や金型などの設備費が多いため、環境に対する影響が大きい。また、単純な形状であれば造形物を直接出力することが可能であるが、複雑な形状の場合は造形物を部品として製作する必要がある。一方、3D プリンターは物質を一層ずつ積み重ねて出力する積層造形法である。そのため、不要な切削や金型は原理的に不要であり、従来の加工装置では困難であった中空の造形物も比較的容易に成型することが可能である。つまり、製作者のイメージしたものを直接出力することができる。ただし、底面積が大きいものや積層の高さが必要なものは製作に時間がかかるため、少量生産や製作品の試作として利用される。

3D プリンターなどの自由に利用できる 3D デジタルものづくり体験スペースを運営する原は、3D プリンターのポイントとして次の三点を著書の中で紹介している<sup>12)</sup>。

1. 100V 電源で稼働する
2. 専任のオペレータや特別な免許は不要
3. 一般的なオフィスや家庭でも使える

本稿も、原が紹介するポイントに基づいた装置を 3D プリンターの定義として扱う。

### 2.2 3D プリンターの造形方式

3D プリンターによる積層造形は、複数の方法が実用化されている。そこで、3D プリンターの代表的な造形方式について、光造形方式、粉末焼結方式、インクジェット方式、熱溶解方式の順に解説し、学校で利用できる方式を明らかにする。

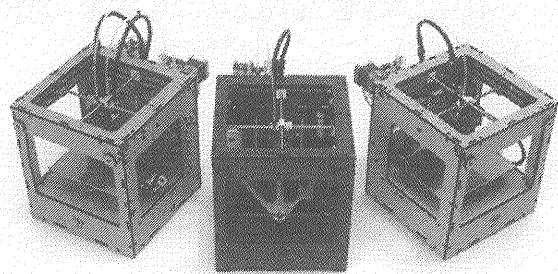


図 1 市販の家庭向け 3D プリンターの概観<sup>10)</sup>

光造形方式は、紫外線レーザーを照射することで硬化する樹脂を利用して積層造形を行う方式である。この方式は他の積層造形方式よりも精度が高く、産業における「ラピッド・プロトタイピング（高速試作）」装置として利用してきた。しかし、装置の価格が数百万から 1 億円程度と高額であり、利用するエポキシ樹脂は消防法上の危険物に該当している。そのため、学校の教具として利用することは困難である。

粉末焼結方式は、粉末樹脂をレーザーにより焼結させながら積層造形を行う方式である。この方式は粉末樹脂を焼結させるため、強度のある造形物を作ることが可能である。しかし、装置の価格が数千万から 1 億円程度と高額であり、産業用装置しか販売されていない。そのため、学校の教具として利用することは困難である。

インクジェット方式は、インクジェットプリンターのようにノリを石膏粉末に吹き付け、固めながら積層造形を行う方式である。この方式は、ノリと一緒にカラーインクを吹き付けることでカラーの造形物を出力することができる。また、装置の価格は数百万円程度とやや高額であるが、他の方式よりも造形にかかる時間が二倍程高速であるため、個人の利用も進んでいる。しかし、造形物は極めてろく、細かい造形が困難であるため、後述する玩具製作プロジェクトにおける利用は困難である。

熱溶解方式は、出力する物質を高温で溶かしながら積層造形を行う方式である。出力する物質は熱で溶けるものであれば原理的に問わないが、一般的に ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) や PLA (Polylactic Acid) などの熱可塑性汎用樹脂が利用される。装置の価格は数万から数千万円程度と幅があり、この価格差は主に積層幅（精度の粗いもので 0.4mm、高精度のもので 0.015mm (15 μm)）や造形可能サイズなどに影響を与える。市販される 3D プリンターとして小型で低価格な製品は、ほぼ熱溶解方式を採用している。他の方式と比較して積層の段差が目立ちやすく、きれいに造形するためには装置の設定を造形物ごとに変更する必要があるものの、造形物の強度が高く安全

性も高いため、学校の教具として利用可能である。

### 2.3 3Dプリンターによる造形の流れ

3Dプリンターによる造形は積層方式により異なるため、本稿では家庭用に利用される熱溶解方式の3Dプリンターによる造形の流れを解説する。図2は3Dプリンターの基本構成を説明する図<sup>13)</sup>である。

3Dプリンターによる造形は、次に示す五つのステップを経て行われる。

#### (1) 3Dデータの準備

3Dプリンターで出力するための3Dデータは、3D CAD(Computer Aided Design)やCG(Computer Graphics)ソフトで作成する方法が一般的である。また、3Dデータを作成する専用アプリを使ってデータを作成したり、データ共有サイトから他人の作成した3Dデータをダウンロードしたりすることも可能である。

#### (2) STLファイルの品質確認

STL(StereoLithography)ファイルとは、3Dデータを表現するファイル形式の一つである。この形式は光造形方式の3Dプリンターを世界で初めて製品開発した3D Systems社が開発し、3Dデータを三角形パッチの集合体として定義する。断面計算がしやすく、データ量が軽いことから、積層造形用データのデファクトスタンダードなフォーマットとして扱われる。

STLファイルの品質確認は、特にCGソフトで作成した3Dデータに対して行われる。CGソフトで作成した3Dデータは立体造形を意識してデータが作られていない場合が多い。そのため、三角形パッチを構成する法線ベクトルが一部で反転していたり、壁などの構成に厚みがなかったりする。そのため、STLファイルを閲覧できるビューワーソフトで造形物として破綻していないか確認する必要がある。

#### (3) STLファイルの修正

STLファイルの品質確認の結果、大幅なデータ欠落や形状の干渉が見られる場合はSTLデータをつくった3D CADやCGソフトで修正する必要がある。また、データ欠落や形状の干渉がわずかであれば、STLファイルの修復ソフトを利用してすることでSTLファイルの不具合を解消できる。

#### (4) Gコードの作成

Gコードとは、切削加工機を制御するために利用されるプログラミング言語の名称である。3Dプリンターは材料を出力するノズルなどの位置制御にGコードを利用しており、どのような速度でどのように移動するか、Gコードによって定義され

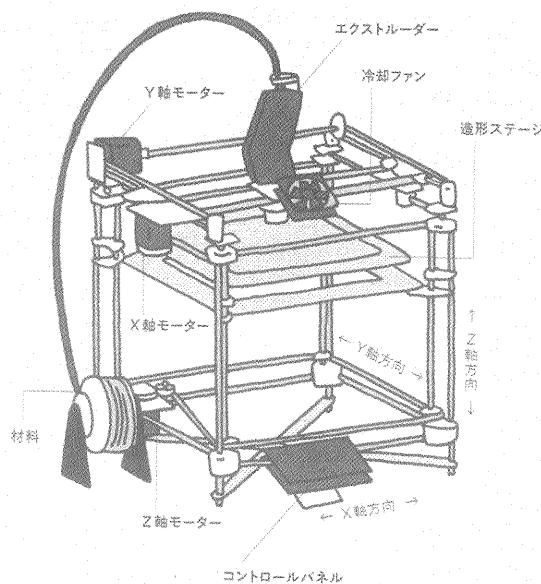


図2 3Dプリンターの基本構成<sup>13)</sup>

る。そのため、STLファイルからGコードに変換する処理が必要になる。この変換処理を行うのは、スライサーフィルである。スライサーフィルは3Dプリンターが積層造形するために、造形物を一層ごと薄切りにして移動経路を計算する。

#### (5) 3Dプリンターの出力

3Dプリンターの積層造形において材料となる熱可塑性汎用樹脂はフィラメントと呼ばれ、図2の左下に描かれるようにリールに巻かれたワイヤー状となっているのが一般的である。フィラメントに利用される代表的な樹脂は、ABSとPLAである。ABSはアクリロニトリル、ブタジエン、スチレンからなる熱可塑性樹脂の総称で、弾力があり、取り回しやすい。しかし、冷却ムラによるひび割れや歪みが生じやすく、微量ながら発がん性物質を含むため利用が控えられつつある。PLAはポリ乳酸と呼ばれる植物由来の生分解性樹脂で、冷却ムラによる割れや歪みは生じにくい。しかし、弾力に乏しく、仕上がりが硬くなるため造形後の加工が困難である。

このフィラメントをモーターで巻き取り、エクストルーダーと呼ばれる樹脂加熱部で加熱し、ノズルから出力する。造形を行う方法は二種類あり、エクストルーダーを3個のモーター(X軸、Y軸、Z軸)で制御する方法と、エクストルーダーを2個のモーター(X軸、Y軸)、造形物が固定されるプラットフォームを1個のモーター(Z軸)で制御する方法がある。前者は制御が複雑であるがプラットフォームが固定されるため、積層のズレが発生しやすい。反対に後者は制御が容易となるが、プラットフォームが動くため積層のズレが発生しやすい。

### 3 3D プリンターを利用した授業題材の提案

#### 3.1 授業題材の提案の必要性

学校教育における 3D プリンターの導入は、工業高等学校を中心に導入が進んでいるものの、普通高等学校の普及は進んでいない。

理由としてまず挙げられるのが、3D プリンターの価格である。一部の工業高等学校では、工業教育の一環として産業用装置として利用されてきた光造形方式やインクジェット方式の 3D プリンターを導入している。しかし、普通教育を目的とする普通高等学校では産業用装置としての 3D プリンターを導入することは困難である。また、3D プリンターの出力には時間がかかるため、授業で 3D プリンターを利用しようとすると、少なくとも児童生徒四名のグループに対し一台の導入が必要になると考える。これらの課題に対して、家庭用に販売される熱溶解方式の 3D プリンターは数万円程度の装置が販売されており、複数台の導入も検討可能である。しかし、安価な装置は組立式が多いため、装置の組立や保守管理などに対する教員の負担という新たな課題が生じる。

この新たな課題とともに普及が進まない理由として挙げられるのが、3D プリンターを利用する授業題材の不足である。3D データを利用した授業教材として、数学科における空間図形教材や理科における分子構造模型、地理歴史科における地形学習などの教材利用が検討されているものの<sup>14)</sup>、市販の教材との差別化や 3D プリンターを利用する必要性に欠けている。また、なにより学習者である生徒が 3D プリンターによるデジタル・ファブリケーションを体験していない。

例えば小学生であっても、適切な機材の配備と指導により 3D プリンターでオリジナルのはんこを出力する事例もある<sup>15)</sup>。この事例は小規模校における実践であり、企業も一般に販売していないソフトウェアを提供するなど特別な事例であることは違いない。しかし、この事例は 3D プリンターを利用する事が授業の目的ではなく、3D プリンターを利用して「はんことしての文字の配置やバランスを考え、工夫して表す」ことが授業の目的と位置づけられており、3D プリンターによるデジタル・ファブリケーションを学校の授業として位置づけることができる可能性を見出すことができる。

3D プリンターによるデジタル・ファブリケーションを学校の授業として位置づける必要性として、国際団体 ATC21S (Assessment and Teaching of 21st Century Skills) が定義する 21 世紀型スキルでは、創造性とイノベーションがスキルの 1 つに定義されている<sup>16)</sup>。このとき、学習者のもつアイデアやデザインをイメージした通りに具体化できる 3D プリンターは、これらのスキルに対して質の高い成果を生み出すことが期待でき、3D プリンターを扱う知識や技能は 21 世

紀を生きる生徒にとって必要な能力となり得る。また、マサチューセッツ工科大学のニール・ガーシエンフェルドは、自身が開講するデジタル・ファブリケーション講座において、受講生が新しい技術を習得すると、その技術を必要とする他の受講生に伝達していくことから「いつか知識が役に立つことを期待して、あらかじめ用意されたカリキュラムを教える従来の”ジャストインケース（万一に備える）”教育モデルではなく、具体的に必要が生じたときだけ教える”ジャストインタイム”教育モデル<sup>17)</sup>」への転換を示唆している。

つまり、学校教育で 3D プリンターを利用する授業題材を利用することで、今後の学校教育で求められる能力の習得や協同的な学習が期待される。そして、このためには 3D プリンターを利用する目的とするのではなく、目的を達成するための手段の一つとして 3D プリンターを利用する授業題材が必要である。

#### 3.2 提案の概要

3D プリンターを利用する授業題材として、情報科におけるデジタル・コンテンツの制作と家庭科における保育体験を関連付けた複合的な授業題材を提案する。図 3 は、提案する授業題材の概要を示すものである。

この授業題材は、情報科と家庭科で別の目的を有する。情報科では「家庭科の保育体験で利用する幼児向け玩具の企画・設計・発表を行うことを通して、情報技術を主体的に活用するための知識と技能を身に付ける」ことを目的とし、表 1 に示す評価規準を設定した。

家庭科では「乳幼児と触れ合う体験活動を通して、玩具を利用した遊びの意義とその効果を学び、乳幼児の発達や保育に関する知識と技能を身に付ける」ことを目的とし、表 2 に示す評価規準を設定した。

情報科と家庭科の単元計画を表 3 に示す。授業はどちらも 10 時限で計画している。授業はまず、家庭科で保育体験を実施することを生徒に説明するところから始まる。このとき、乳幼児のことを考えた玩具をグループごと製作し、保育体験に持参することを伝達する。そして、玩具設計に必要となる子どもの成長についての基礎知識や、幼児の遊びの意義についての学習を行う。情報科では同時期に、3D モデルの作成に必要な基礎知識や 3D プリンターによるデジタル・ファブリケーションについての学習を進めておく。

次に、家庭科で幼児向けの玩具の検討と同時に、情報科で 3D モデルの作成と 3D プリンターによる出力を並行に進める。3D プリンターによる製品開発はラピッド・プロトタイピングと呼ばれ<sup>18)</sup>、アイデアを具体的な形にすることでアイデアやデータの時点では見えなかった問題点に気づき、よりよい製品にものづくりの質を高めることができるようになると考えられている<sup>19)</sup>。3D プリンターによる出力は造形する大きさにもよるが、授業時間内に出力することは困難であ

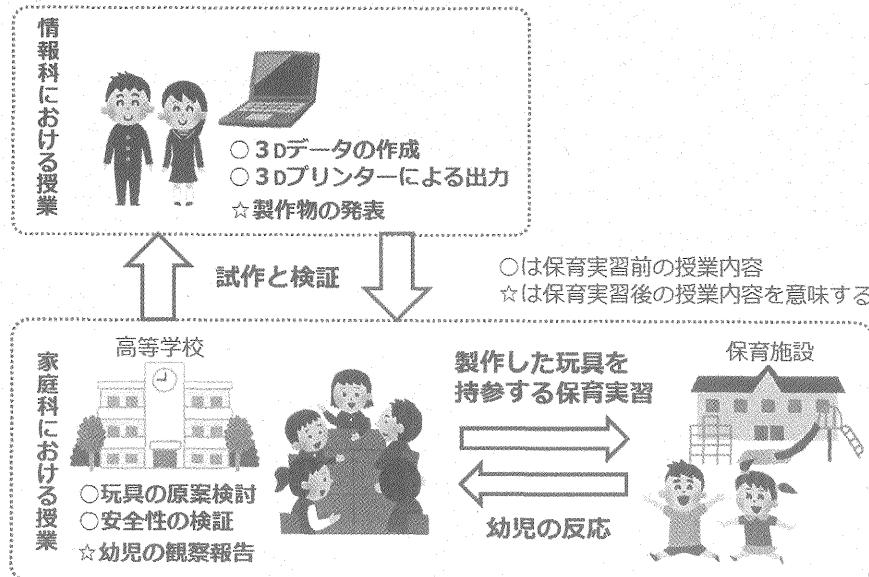


図3 提案する授業題材の概要

表1 情報科の評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断・表現	技能	知識・理解
デジタル・ファブリケーションが社会に果たす役割や及ぼす影響に关心をもち、対象となる幼児の成長を促進させる目的に基づいた玩具を、情報機器を活用して企画・設計・発表しようとする。	対象となる幼児の成長を促進させるとともに、製作物の安全に配慮した玩具を検討し、製作に必要な事項を効率よく適用している。	3D プリンターで出力を行うための 3D モデルの作成と検証を行い、3D プリンターで出力をするための一連の流れを身に付け、効果的にデジタル・ファブリケーションを行っている。	3D モデルに関する基礎的な知識とともに、対象となる幼児についての知識を効率よく収集、処理し、玩具として表現する過程を通して、デジタル・ファブリケーションが社会に果たす役割と及ぼす影響を理解している。

表2 家庭科の評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断・表現	技能	知識・理解
玩具が子どもに与える影響に关心を持つとともに、玩具の検討に意欲をもって取り組み、製作した玩具を利用した体験活動に取り組んでいる。	遊びが子どもに与える意義を考え、子どもの発達に見合った玩具を構想したり、製作した玩具の目的や機能を発表したりしている。	玩具の安全性に関する法律や精度などの情報収集や整理に加え、製作した玩具による子どもの姿を観察することができる。	子どもの発達と遊びや環境の関わりについて知るとともに、子どもは生活や遊びなどを通して育つことを理解している。

るため、放課後などの空いた時間を活用することが求められる。家庭科の授業で、玩具の検討の途中に安全性についての授業を行う理由は、生徒が自主的に玩具の安全性を検討することを期待するためである。安全性の指導では、食品衛生法に基づく玩具の材質についての規定<sup>20)</sup>についての知識や、3D プリンターで出力した玩具を「誤飲チェッカー」<sup>21)</sup>によって確認することで幼児の理解を深める。

そして、実際に保育体験に行くときは、製品として

製作した玩具を持参して幼児の反応を観察することを通して、家庭科における乳幼児の発達や保育に関する知識と技能を学習することになる。情報科では、製作した玩具の機能や工夫点、実際に幼児に与えたときの反応などを発表し、デジタル・ファブリケーションによるものづくりの利点や製品開発の流れをまとめることで、情報技術を主体的に活用する知識と技能を学習することになる。

図4と図5は、生徒が製作すると考えられる玩具の

表3 家庭科と情報科の単元計画

時限	家庭科	情報科
1	乳幼児の成長とその特徴	3D モデル作成の基礎知識
2	幼児の遊びの意義	3D プリンターによるデジタル・ファブリケーション
3	幼児向け玩具の検討(1)	幼児向け玩具モデルの制作(1)
4	幼児向け玩具の検討(2)	幼児向け玩具モデルの制作(2)
5	玩具の安全性	幼児向け玩具モデルの制作(3)
6	幼児向け玩具の検討(3)	幼児向け玩具モデルの制作(4)
7	幼児向け玩具の検討(4)	幼児向け玩具モデルの制作(5)
8	保育実習の事前指導	製作物の発表(1)
9	保育実習	製作物の発表(2)
10	保育実習の事後指導	製作物の発表(3)

製作例である。図4はロケットを模した水鉄砲である。全長90mmのロケット部は内部に水を貯蔵できるスペースがあり、もう一つの部品である全長80mmのピストン部の先端に布の切れ端などを巻いて押し出すことでロケット部の先端から水が発射できる。図5は砂と石を分けるふるいである。ふるいの全長は110mmで、網目の底面に魚の模様が描かれている。この模様を利用すると、ふるい分けた砂で地面に魚を描くことができる。このように、紙や金属ではできない玩具や市販されていない玩具を造形することができる。

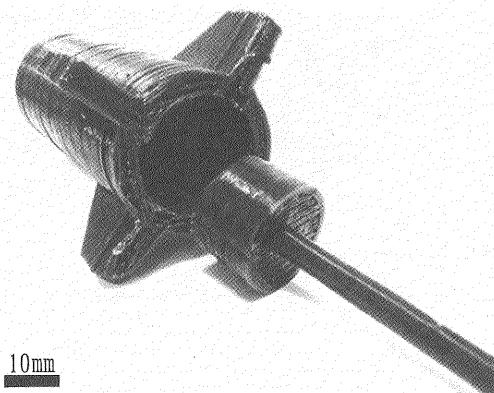


図4 ロケット水鉄砲

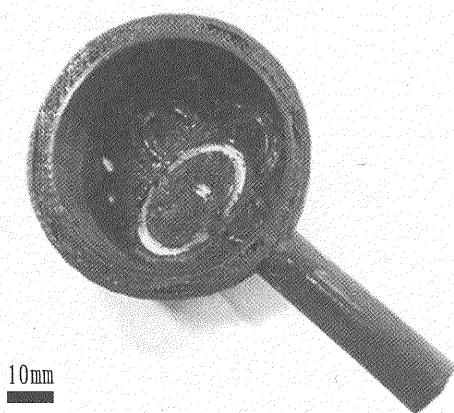


図5 お魚ふるい

#### 4 考察

##### 4.1 情報科における3Dモデル設計・制作学習としての位置づけ

高等学校指導要領解説によると、普通教科「情報」の目標は、「情報及び情報技術を活用するための知識及び技能の習得」「情報に関する科学的な見方や考え方を養う」「社会の中で情報及び情報技術が果たしている役割や影響を理解」により構成され、最終的に「社会の情報科の進展に主体的に対応できる能力と態度を育てる」ことである<sup>22)</sup>。

「情報及び情報技術を活用するための知識及び技能の習得」の観点からは、実際に3Dモデルを設計・制作することを通して、基本的なコンピューターの利用方法を習得することができる。また、設計した3Dモデルについての発表を実施することで、情報収集や適切な表現方法についての理解を深めさせることができる。特に、保育体験で利用する玩具という具体的な目的や、保育体験での具体的な体験に基づく発表は、生徒の主体性を促進するものであると考える。

「情報に関する科学的な見方や考え方を養う」の観点からは、玩具の製作までに必要な要件を定義して効率よく作業を進めようしたり、コンピューターにおける3Dモデルの表現方法についての知識や技能を習得したりすることを通して、体験的に身に付けさせていくことができると考える。

「社会の中で情報及び情報技術が果たしている役割や影響を理解」の観点からは、情報社会における「光と影」や情報格差の問題と関連して、3Dモデルを作成することができる技能が今後の社会生活に影響を与えることを考えさせることができる。また、3Dプリンターで製作する対象物の著作権についての理解や鉛などの一般に所持が禁じられているものを製造することについての配慮なども指導することができる。特に、製品を開発する体験を行うことで、アイデアを具体化する難しさを実感し、著作権を侵害する造形物が存在する理由について考えることができるため、情報モラ

ルの実践としても効果が期待できる。

そして、最終的な「社会の情報科の進展に主体的に対応できる能力と態度を育てる」観点からは、目的となる幼児を想定した ICT 機器を利用するデジタル・ファブリケーションを行うことで、生徒に身に付けさせることが期待される。

課題として、提案する製作題材を効率よく実践するためには複数台の 3D プリンターを導入する必要がある。最適な台数は四名のグループにつき一台であると先述したが、出力を授業時間外で実施したり、試作確認の段階では印刷する造形物の大きさを縮小したりするなどの運用上の工夫により、少ない台数でも一定の活動を行うことが期待できる。その他、地域で 3D プリンターを導入している企業などに依頼し、遊休時間中の貸借や共同開発などの方法も検討される。

また、本提案は提案段階にとどまっているため、情報科担当教員に授業題材の実効性を確認するとともに、授業における 3D プリンターを利用したデジタル・ファブリケーションの教授方法を詳細化する必要がある。

#### 4.2 家庭科における保育体験としての位置づけ

高等学校指導要領解説によると、「家庭総合」の(2)「子どもや高齢者とのかかわりと福祉」では、「地域の実態に応じて、幼稚園や保育所、高齢者施設等を訪問し、触れ合いや交流などの体験的な学習活動を取り入れるようにする」ことが明記されている。このような保育体験について、静岡県では「高校生保育・介護体験実習事業」が実施されており、家庭科の授業以外に学校行事や学年行事、総合的な学習の時間としても位置づけられている<sup>23)</sup>。

小川らの研究によれば、静岡県の「高校生保育・介護体験実習事業」における保育体験の実施形態は、家庭科における保育学習との関係に応じて三つに類型化される<sup>24)</sup>。

1. 家庭科における保育学習の中での実施
2. 学校行事や総合的な学習の時間の中での実施
3. 進学校における短時間の実施

今回の提案は、上記の類型のいずれにも当てはまらない新たな実施形態である。この提案の利点は、家庭科における保育学習と結び付けやすくなるとともに、情報科で玩具の製作を扱うため、家庭科の授業時間が保育学習に多く割かれすぎないということである。

課題として、本研究は提案段階にとどまっており、家庭科担当教員による保育体験の位置づけや提案の実現可能性についての検証を行っていない。また、製作した玩具の安全性について、どこまで検証を行えばよいかという課題もある。前者については、今後の研究において協力者を求めることで対応できる。後者につ

いては、一般社団法人日本玩具協会が実施する ST マーク基準<sup>25)</sup>などを参考に安全基準を検討することが可能である。

ただし、生徒が製作した玩具は紙や木製の玩具と異なる材質のため、保育体験で受け入れる側となる保育施設の理解が重要となる。保育体験時に利用する玩具について、プラスチックで製作された玩具は加工が困難であるとされていたため<sup>26)</sup>、安全性の保証はこれまでされていない。加えて、保育体験に製作した玩具を持参するときの安全性についてのガイドラインや玩具の検証方法は共通で利用可能なものが設定されていない。そのため、今後の研究で定義づけを行う必要がある。

#### 5 まとめ

世界最先端 IT 国家創造宣言に基づき、高等学校におけるデジタル・ファブリケーションとしての 3D プリンターを利用する授業題材として、情報科と家庭科の保育体験と連携した玩具製作プロジェクトを提案し、各授業における位置づけを考察した。また、提案にあたり 3D プリンターによるデジタル・ファブリケーションの流れをまとめた。

提案した授業題材は、保育体験に持参するための児童向けの玩具の製作を家庭科の授業と情報科の授業で分担する。家庭科の授業では、主に玩具の企画や試作した玩具の安全性についての検証を行い、情報科の授業では企画した玩具の 3D モデルを作成し、3D プリンターで出力するとともに、製作した玩具についての発表を行う。

考察より、3D プリンターを利用する本提案は、情報科の授業として目標に示される「情報及び情報技術を活用するための知識及び技能の習得」「情報に関する科学的な見方や考え方を養う」「社会の中で情報及び情報技術が果たしている役割や影響を理解」のそれぞれに対応しており、その内容は情報科の最終目標である「社会の情報科の進展に主体的に対応できる能力と態度を育てる」ものであると考えられた。家庭科の授業としては、静岡県内における保育体験の実施形態に関する研究では示されていない新たな実施形態として、家庭科における保育学習に多くの時間を割かずにつなぎ付けることができる方法であると考えられた。

今後は、情報科と家庭科の教員から本提案についての意見を集めるとともに、情報科の授業における 3D プリンターを利用するデジタル・ファブリケーションの教授方法を詳細化するとともに、家庭科の授業における玩具の安全性の検証について研究を進めていく必要がある。

## 参考文献

- [1] 首相官邸「世界最先端 IT 国家創造宣言」2014 年, p. 1. <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20140624/siryou1.pdf>  
(2014 年 12 月 25 日確認)
- [2] 同上, p. 24.
- [3] 同上, p. 25.
- [4] クリス・アンダーソン『[マイカーズ] 21 世紀の産業革命が始まる』関美和訳, NHK 出版, 2012 年, pp. 108-110.
- [5] The White House 「President Barack Obama's State of the Union [As prepare for de-liver]」(2013) <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2013/02/12/president-barack-obamas-state-union-address> (2014 年 12 月 25 日確認)
- [6] 日本経済新聞電子版「ビックカメラとヤマダ電機、低価格 3D プリンターを相次ぎ販売 (2013 年 8 月 5 日)」[http://www.nikkei.com/article/DGXNASFK0400U\\_U3A800C1000000/](http://www.nikkei.com/article/DGXNASFK0400U_U3A800C1000000/)  
(2014 年 12 月 25 日確認)
- [7] 日経 PC online 「家電量販店が 3D プリンターを販売 15 万円前後で購入できる低価格機が登場、体験イベントも開催 (2013 年 10 月 30 日)」<http://pc.nikkeibp.co.jp/article/trend/20130920/1105685/> (2014 年 12 月 25 日確認)
- [8] 茨城県教育委員会がんばれ茨城の子どもたち！(フォトニュース) 「総和工業高校：3D プリンター、製図の授業で大活躍！(2014 年 9 月 12 日)」<http://www.edu.pref.ibaraki.jp/board/topics/news/photo/h26/09/0912-1.html>  
(2014 年 12 月 25 日確認)
- [9] 産経ニュース「和歌山県立博物館、3D プリンターが文化財で活躍 (2014 年 9 月 24 日)」<http://www.sankei.com/region/news/140924/rgn1409240049-n1.html> (2014 年 12 月 25 日確認)
- [10] bonsai lab (ボンサイラボ) 「BS01+」<http://www.bonsailab.asia/about.html>
- [11] 平本知樹, 神田沙織『3D Printing Handbook』オライリー・ジャパン, 2014 年, pp. 18-20.
- [12] 原雄司『3D プリンター導入&制作完全活用ガイド』技術評論社, 2014 年, p. 40.
- [13] 平本知樹, 神田沙織, 前掲書 p. 24
- [14] 澤村貴雄, 曾我聰起「3D データ・3D プリンターの教育利用の可能性について」2014 PC Conference 論文集, 2014 年, pp. 48-51
- [15] Tech Target Japan 「3D プリンターやプログラミングも導入した公立小学校、その授業の中身とは？(2014 年 7 月 30 日)」<http://techttarget.itmedia.co.jp/tt/news/1407/30/news04.html>
- (2014 年 12 月 25 日確認)
- [16] P. グリフィン, B. マクゴー, E. ケア編『21 世紀型スキル 学びと評価の新たなかたち』三宅なほみ監訳, 益川弘如, 望月俊男編訳, 北大路書房, 2014 年, pp. 48-50.
- [17] ニール・ガーシエンフェルド『Fab パーソナルコンピュータからパーソナルファブリケーションへ』田中浩也監修, 糸川洋訳, オライリー・ジャパン, 2012 年, p. 14.
- [18] 平本知樹, 神田沙織, 前掲書, p. 53.
- [19] 原雄司, 前掲書, p. 18.
- [20] 食品衛生法第六十二条, 電子政府の総合窓口 e-Gov 法令データ提供システム <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S22/S22H0233.html>  
(2014 年 12 月 25 日確認)
- [21] 社団法人日本家族計画協会「誤飲チェック一誤飲・窒息防止教材」<http://www.jfpfa.or.jp/14-jiko/01.html> (2014 年 12 月 25 日確認)
- [22] 文部科学省「高等学校学習指導要領解説情報編」開隆堂, 2010 年, pp. 14-15.
- [23] 静岡県「静岡県地域福祉支援計画（改訂版）～「人間力」, 「地域力」, 「福祉力」が紡ぐ福祉コミュニケーション～」2011 年, p. 47.  
<http://www.pref.shizuoka.jp/kousei/ko-110/chifuku/sienkeikaku.html>  
(2014 年 12 月 25 日確認)
- [24] 小川裕子, 林希美「静岡県「高校生保育・介護体験実習事業」における「保険体験」実践の型とそれぞれの課題：家庭科保育学習との関連から」静岡大学教育実践総合センター紀要, No. 15, 2008 年, p. 61.
- [25] 一般社団法人日本玩具協会「おもちゃの安全基準 玩具安全（ST）基準」[http://www.toys.or.jp/jigyou\\_st\\_top.html](http://www.toys.or.jp/jigyou_st_top.html)  
(2014 年 12 月 25 日確認)
- [26] 中村喜美子, 山田弘実「中学校技術・家庭科保育領域における中学生の幼児理解」愛知教育大学教科教育センター研究報告, 第 14 号, 1990 年, pp. 312-313.