

中学校技術科「材料と加工の技術」における 3Dプリンタを活用した教材開発にかかわる提案

関 口 満・小 熊 良 一

Proposal Related to the Development of Teaching Materials using 3D Printers in Junior High School Technology Course “Materials and Processing Technology”

Mitsuru SEKIGUCHI and Ryoichi OGUMA

中学校技術科「材料と加工の技術」における 3Dプリンタを活用した教材開発にかかわる提案

関 口 満・小 熊 良 一

群馬大学共同教育学部技術教育講座

(2023年9月27日受理)

Proposal Related to the Development of Teaching Materials using 3D Printers in Junior High School Technology Course “Materials and Processing Technology”

Mitsuru SEKIGUCHI and Ryoichi OGUMA

Department of Technology Education, Cooperative Faculty of Education, Gunma University

(Accepted on September 27th, 2023)

要 旨

2018年に改訂された文部科学省中学校教材整備指針、技術・家庭科（技術）において、「3Dプリンタ」が新規に記載された。また、近年、3Dプリンタは性能の向上と低廉化が進み、市内全中学校に導入した事例もある。本研究は、「材料と加工の技術」において3Dプリンタを導入する際、開発する教材について配慮すべき事項をまとめたものである。提案としては、これまでの木材加工で取り上げてきた“箱物”を中心に3Dプリンターで作成した製品を加え、木製品と組合せながら楽しく使い方をアレンジできるようにしていくことが効果的で円滑な導入につながると考える。

キーワード：技術・家庭科，材料と加工の技術，3Dプリンタ，教材

1 はじめに

近年、3Dプリンタは、以前に比べて安価で購入・利用することができるようになり、製造業や建築、医療等、さまざまな分野で活用されている。また、将来的には、介護領域や衣料、交通インフラ、航空宇宙関連でもその活用が期待されている。

教育分野における3Dプリンタ活用に関する研究は、2010年台から報告されている。その中で、白

井（2022）によれば、平成29・30年告示の小、中、高等学校学習指導要領解説では、「3Dプリンタ」という言葉が中学校の技術・家庭科、高等学校の専門教科である美術、情報科、工業科で記載されている。併せて、教科に限らず教科横断的な総合的な学習（探求）の時間での活用についても期待されている。

また、中学校学習指導要領解説、技術・家庭科編、技術分野の「材料と加工の技術」においては、「（前略）課題の解決を具体化する際には、3D-CADや

3Dプリンターを活用して試作させることも考えられる。」と具体的な場面を含めて活用方法が示されている。

さらに、2018年に改訂された文部科学省中学校教材整備指針では、中学校技術・家庭科（技術）において、1学級あたり生徒8名に1台程度の3Dプリンターが新規に記載された。

そこで、将来、「材料と加工の技術」において3Dプリンターを導入する際、どのような活用方法が効果的であるかについて検討していくこととする。特に、本研究は、3Dプリンターを活用した教材を開発する際、配慮すべき事項について明らかにすることを目的とする。

2 研究の目的と方法

2.1 研究の目的

技術・家庭科の「材料と加工の技術」領域における3Dに関わる教育（本研究では、3D-CADや3Dプリンターの活用に限定する）の円滑な導入に向け、生徒の資質能力を伸ばし、生徒にとって興味・関心のもてる教材を開発する際に配慮すべき事項を明らかにする。

2.2 研究の方法

(1) 研究の流れ

本研究は、3Dプリンターを用いた教材開発の基礎となる生徒の興味・関心について調べ、開発に生かそうとする調査研究である。その流れを以下に示す。

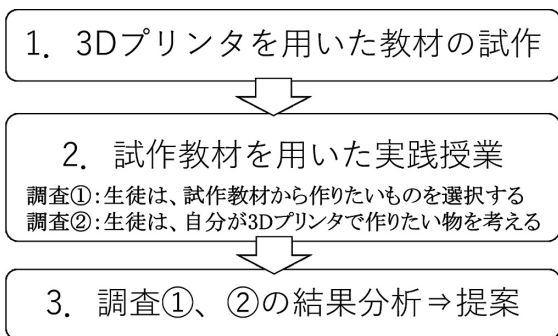


図1 研究の流れ

(2) 3Dプリンターを用いた教材の試作

i 学習教材に求められる要件

教材には、教科や領域により多少の差異はあるものの、筆者の教職経験から下記の要件を満たすことが求められている。

- 学習指導要領で示されている学習内容を児童生徒が修得することができる。
- 児童生徒の学びに向かう気持ちを高めることができる。
- 児童生徒の発達段階や学習履歴に応じた難易度や系統性がある。
- 指定された授業時間内に修得できる。
- 他（例 安全性 価格 入手性 等）

ii 3Dプリンターで作成した試作教材

筆者の中学校における教諭としての指導経験をもとに、教材に求められる要件や3D-CADや3Dプリンターの特性を考慮しながら、技術・家庭科の「材料と加工の技術」領域に3D-CADや3Dプリンターが導入された場合を想定し、6種類の試作教材を開発した。

なお、教材B、C、E、Fには、トタンを貼り付け、磁石が着くようにした。

A：ネームタグやキャラクタープレート



図2 A：ネームタグやキャラクタープレート

図2は、生徒が3D-CADや3Dプリンターを利用した教材に初めて接した際の抵抗感を低減し、「自分でも作れそう」、「自分の考えを発揮できそう」という気持ちになれるよう開発した教材である。生徒はタグやプレート面に自分の名前や校章、部活動名やイラスト等をデザインし、一人一人のアイデアや個性を発揮できるようにした。但し、現行学習指導要領の「材料と加工の技術」領域で示されている指導内容には適応していないため、3Dプリンターに慣

れるための導入教材ととらえている。

B：本立て

図3は、材料と加工の技術の実習教材としては、定番として活用されている箱物を基本とし、3Dプリンタで作成した小物を磁石で貼り付ける等しながら、本立て以外の使用法も考えることができるように開発した教材である。提示した小物は、筆者が例示用に作成したものであり、実際には一人一人の生徒の使い方に沿ってその生徒なりのアイデアで設計することとなる。



図3 B：本立て

なお、図中、角を丸くした四角で囲んだ部分が3Dプリンタで作成した小物である。

C：家型の鍵ボックス

図4は、材料と加工の技術の実習教材としては、定番として活用されている箱物を基本とし、3Dプリンタで作成する部分を最小となるように開発した教材である。3Dプリンタでの設計・製作時間を短縮できるように、棒の部分だけを3Dプリンタで作成した。試作教材では、棒を木材に埋め込んだが、磁石で固定できるマグネットピンにする



図4 C：家型の鍵ボックス

ことも考えられる。また、生徒は棒の形状を工夫したり、正面には家族の名前の漢字や数字、アルファ

ベット等をデザインできる。さらに、家族での利用を前提としており、設計の段階から家庭で設置する場所、形状等、家族の意見を取り入れながら製作することとなる。

D：リモコンボックス

図5は、実習教材としての箱物の一部を3Dプリンタで作成することで、木材だけでは製作することが難しい形状を実現できるように開発した教材である。試作教材は、紙袋をイメージしてデザインした。生徒は、形状や接合方法から、板材だけで作成する箱物以上に、強度や接合方法について広く考えることとなる。また、家庭内に散乱しがちなテレビや録画機、エアコン、室内灯等のリモコンを整理できる。さらに、リモコン整理以外に鉛筆立てや箸立て等として利用することも考えられる。

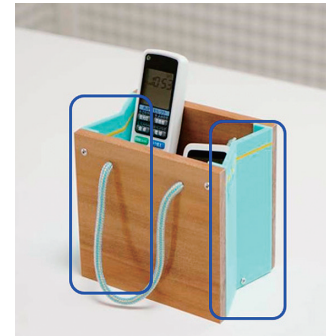


図5 D：リモコンボックス

E：多目的ボード

図6は、加工技能に自信のない生徒でも安心して作れるよう、箱物形状でありながら精度や強度については、比較的低くても完成できるように開発した教材である。生徒は、3Dプリンタで磁石付きの小物を作り、その小物を使ってトタン張りした面を掲

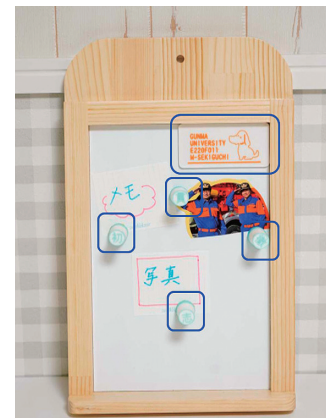


図6 E：多目的ボード

示ボードとして利用する。生徒は、小物となるマグネットピンやスマートフォンケース、鍵置き等を設計・製作し、家族への連絡用、自身の忘れ物防止用、推しの写真掲載用等の用途で利用することとなる。

F：キッチンペーパーホルダー

実習教材としては箱物ではないが、3Dプリンタで作成する両脚に強度を持たせるため、生徒は強度や構造について十分考慮しながら設計・製作することとなる。部品接合は木ネジ止めとしたため、比較的組み立てやすい教材である。利用方法としては、各家庭のお勝手に置き、家族で利用することとなる。

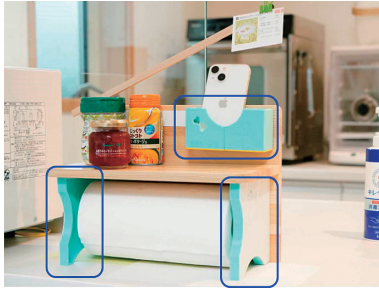


図7 F：キッチンペーパーホルダー

iii 試作した教材と求められる要件
私見ではあるが、開発した試作教材と教材に求められる要件との関係について表1に示す。

表1 試作教材と求められる要件との関係

	材料と加工	興味・関心	発達段階	作業時間
A：ネームタグやキャラクタープレート	△	◎	○	◎
B：本立て	◎	○	○	○
C：家型の鍵ボックス	◎	○	○	○
D：リモコンボックス	○	◎	○	○
E：多目的ボード	○	○	○	○
F：キッチンペーパーホルダー	○	◎	○	○

※「材料と加工」とは「材料と加工の技術」における学習内容との適合性を示す
※「興味・関心」については筆者の予想とした

(3) 試作教材を用いた実践授業

群馬県内中学校2年生を対象に、実践授業を実施することとした。中学校2年生としたのは、2年生は既に「材料と加工の技術」を履修しており、教育課程上、実践授業は「材料と加工の技術」の発展的な授業として位置付けるためである。また、授業での指導は、筆者自身が行うこととした。

実践授業のねらいとその流れを表2に示す。

表2 授業のねらいと流れ

[ねらい]	3Dプリンタを用いた物づくりの原理や活用例について知るとともに、自分で作りたい物を考えることを通して、3Dプリンタをより良い社会づくりに活用していくことへの興味・関心が高まる。
[流れ] (生徒の主な活動)	<ol style="list-style-type: none"> 1 めあてをつかむ 2 3Dプリンタで物が作れる原理について考え、理解する。 3 3Dプリンタが活用されている例を知り、優れた点等について考える。 4 指導者(筆者)が作成した試作教材の中から自分が作ってみたい物を2つ選び、それを作りたい理由を考える。 ※調査①：生徒が作ってみたい物を選択する 5 未来の社会で3Dプリンタが活躍しそうな例を知る。 6 自分なら3Dプリンタでどんな物を作ってみたいか考え、グループ内で紹介する。 ※調査②：生徒が3Dプリンタで作りたい物を考える 7 将来、3Dプリンタを活用する際の考え方を理解する。

(4) 調査方法

i 調査の対象

調査は、実践授業に参加した生徒を対象とした調査①、②と、技術を指導している先生(教諭)を対象とした調査を実施した。

ii 生徒を対象とする調査の内容

生徒を対象とする調査は、実践授業の中で生徒が記入したワークシートが調査用紙となっており、回収したワークシートに記述された内容を分析することとした。一つ目の調査が表2における流れ「4」で行う調査①、二つ目が流れ「6」で行う調査②である。二つの調査の内容を表3示す。

表3 生徒を対象とした調査①、②の内容

[調査①の内容]	<ul style="list-style-type: none"> ・6種類の試作教材の中で皆さん(生徒)が作ってみたいと思う物を選んでください。 ・また、その試作教材を作りたい理由を教えてください。
[調査②の内容]	<ul style="list-style-type: none"> ・もし3Dプリンタがあったら何を作ってみたいと思いますか。 ・その中から一番作りたいものを一つ選び、それを作りたい理由を教えてください。

生徒が選んだ試作教材や考えた物を作りたい理由については、生徒が作りたいと思うときに抱くであろう主な理由を筆者が考え、生徒に提示した。

表4 筆者が生徒に提示した作りたい理由

- ・作るのが楽しそう
- ・自分でも作れそう
- ・自分らしい物が作れそう
- ・役に立ちそう
- ・使うのが楽しい、気分が高まる
- ・色や形がきれい
- ・家族等に喜んでもらえそう
- ・作りながら作り方が上手になりそう
- ・その他の理由（自由記述）

また、提示した各理由ごとに、生徒は下記の5種類の選択肢から自分の考えを選ぶこととした。

「思う」—「少し思う」—「どちらともいえない」
—「少し思わない」—「思わない」

iii 技術担当の先生を対象とする調査と内容

調査を依頼した先生は、筆者が授業をさせていた3中学校の技術担当の3名と、中堅で指導力に優れ、3D-CADや3Dプリンタに興味を持っている1名の先生、計4名の方に協力をいただいた。

4名の先生に6種類の試作教材を見ていただき、それぞれの教材について下記の問に自由記述で回答してもらった。

表5 技術担当の先生を対象とした調査内容

- ・この教材は、生徒が興味関心を持って取り組みそうな教材でしょうか。
- ・この教材は、本人や家族にとって広い意味で実用性がありそうでしょうか。

二つの質問共に、生徒と同様5つの選択肢から自分の考えを選んでもらった。

3. 結果と提案

3.1 授業と調査を実施した中学校

令和5年7月、群馬県内3中学校、2年生11学級、279名を対象に授業を実施した。3中学校は、中核市の市街地の学校1校、郊外の学校1校、県内の僻

地校1校とした。



図8 実践授業の様子

3.2 調査①（生徒が選んだ試作教材）の結果

生徒が作ってみたいと選んだ試作教材の割合を図9に示す。

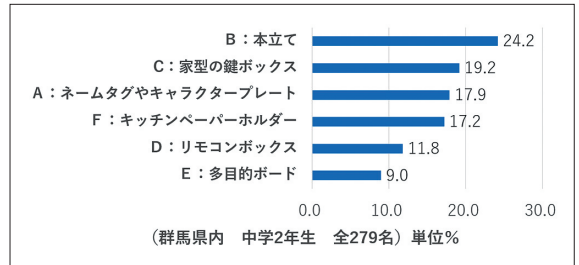


図9 生徒が作ってみたいと選択した試作教材

それぞれの試作教材について、特徴的な作りたい理由と生徒の意見（抜粋）を示す。なお、数値（0%）は、作りたい理由ごとに「思う」（確かな肯定）を選択した生徒が、6試作教材それぞれの平均値よりも約10%以上高い場合に記載した。

1位 B: 本立て

◇作りたい理由

- *役に立ちそう（95%）

◇生徒の意見

- ・机の上をスッキリさせられそう
- ・自分で色々な機能を増やせそう

2位 C: 家形の鍵ボックス

◇作りたい理由

- *役に立ちそう（93%）
- *家族等に喜んでもらえそう（79%）

◇生徒の意見

- ・忘れ物が減ると思うから

- ・今、家で鍵を置く場所が決まってないから
- ・家族全員が使えるのはいいなと思ったから

3位 A：ネームタグやキャラクタープレート

◇作りたい理由

- *自分らしい物が作れそう（86%）
- *自分でも作れそう（48%）
- *作るのが楽しいそう（81%）

◇生徒の意見

- ・家族で楽しく作れそう
- ・作って一番個性が出ると思ったから

4位 F：キッチンペーパーホルダー

◇作りたい理由

- *家族等に喜んでもらえそう（83%）

◇生徒の意見

- ・キッチンペーパーを入れるところを確保できるし、上に自分の工夫で色々なものを置けるから
- ・キッチンがきれいになったりオシャレになりそうだから
- ・お母さんがとても喜びそう

5位 D：リモコンボックス

◇作りたい理由

- *突出した理由は無く、どの理由も試作教材6種類の平均値と同程度となっている。

◇生徒の意見

- ・リモコンがいつも無くなるから
- ・デザインが紙袋みたいでおしゃれだから

6位 E：多目的ボード

◇作りたい理由

- *自分でも作れそう（38%）

◇生徒の意見

- ・家族みんなで使えるから
- ・おしゃれで忘れ物をなくせる
- ・推しの写真を飾って眺めたいから

筆者は、授業実施前、1位に選ばれるのはネームタグやキャラクタープレートと考えていた。理由は、作りやすい上に自分の考えを発揮しやすいからである。ところが、調査の結果は、本立て、家形の鍵ボックスの順となり、生徒は上位二つの試作教材共に作りたい理由の一番として「役に立ちそう」を挙げて

いる。筆者の予想よりも、生徒は作品を作り、その後どのように利用したいのかを深く考えていると読み取れた。

実践授業中、生徒が試作教材を選択する場面で、それらを手にしながらか話している様子を観察したところ、試作教材の形や色合いに興味を示す生徒もいたが、次のような様子も見られた。

- ・試作教材の本体よりも、磁石でトタン板に貼り付けるスマートフォンスタンドやテッシュケースホルダー、小物入れ、磁石の棒（マグネットピン）等の小物を手に取り興味深く見つめる生徒。
- ・友達同士の会話の中に、「これ〇〇入れに丁度いいね」「これって〇〇にも使えるんじゃない」といった筆者が想定していない使い方を相談している生徒。

これらの生徒の姿や会話から、教材を開発するに当たっては、学習上の要件を満たすことは当然であるが、加えて生徒の生活における多様な利用場面や使い方にも対応できるよう配慮したい。そのため、応用や展開性のある教材や小物を開発することが求められているととらえた。

3.3 調査②「生徒が考えた作りたい物」の結果

調査②については、生徒に「もし、3Dプリンターがあったら何を作ってみたいと思いますか。」と質問し、考えた物を記述してもらった。そして、その中から一番作りたい物の一つ選ぶこととした。生徒が一つ選んだ3Dプリンターで一番作りたい物を図10に示す。

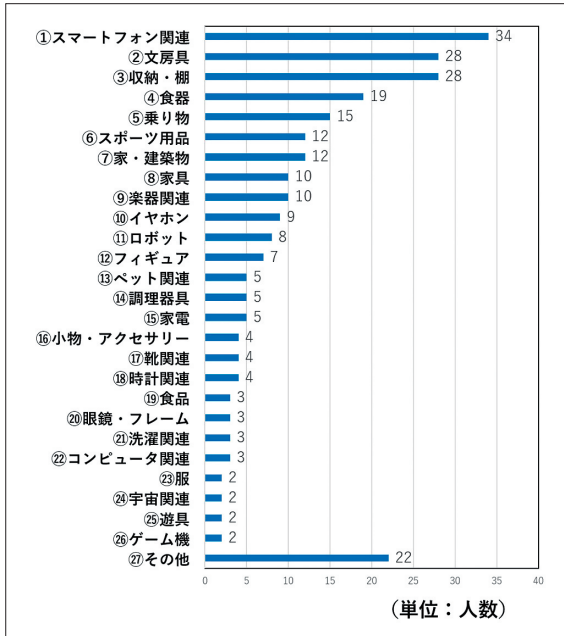


図10 生徒が考えた3Dプリンタで作りたい物

「④食器」や「⑤乗り物」,「⑥スポーツ用品」,「⑦家・建築物」などは、実践授業内で示した3Dプリンタの活用例のイメージが強く、影響を受けたものと感じる。しかし、上位の「①スマートフォン関連」「②文房具」「③収納・棚」は、生徒が純粋に作ってみたいと考えたものと推察する。

上位3種類について生徒の具体的な記述(抜粋)を示す。

①スマートフォン関連

- ・スマートフォンカバー
- ・お風呂で使える磁石でくっつくスマホスタンド
- ・スマートフォンスタンド
- ・タブレットスタンド

②文房具

- ・柔らかくて手に傷がつかないシャープペン
- ・オシャレなデザインのシャープペン
- ・筆箱 ・鉛筆立て

③収納, 棚

- ・自分の入れる物のサイズとか目的に合ったケース
- ・お手紙セットや趣味の物をいれる箱

- ・母の眼鏡置き場
- ・サララップ入れ

実践授業に参加した全生徒に3Dプリンタについての既知知識を調査したところ、「テレビ等で見たことがある」と答えた生徒は67.8%であった。「使ったことがある」と答えた生徒は1.2%で、「実物を見たことがある」と答えた生徒と合計しても9.7%であった。「名前だけ聞いたことがある」「知らなかった」と答えた生徒は22.5%であった。3Dプリンタについて過半数の生徒がテレビやYouTube等で聞き知っているが、実物を見たり使ったりした経験のある生徒は少ないのが実態であった。

このような実態のもとで、生徒は1時間の実践授業内で得た知識をもとに、自分なら何を作りたいか考える活動は、生徒にとってやや難解な課題であると予想していた。しかし、ワークシート(調査用紙)には279名全員が、作りたい物を記述できていた。

「①スマートフォン関連」では、34名中24名がスマートフォンカバーやケースを作りたいと最も多く記述している。「②文房具」では28名中10名がシャープペン、「③収納・棚」では28名中5名が筆箱を作りたいと最も多く記述している。

また、記述した人数こそ少なかったが、オリジナル製品を作りやすいという3Dプリンタの特性を上手に生かした記述もあった。

- ・自分の耳にフィットするイヤホン(7名)
- ・手の汚れないチャウチュール押出器(2名)
- ・自分の耳に合った集中できる耳栓(1名)
- ・我が家の猫に合ったキャットタワー(1名)
- ・走っても疲れない厚底靴(1名)
- ・身体にフィットする車椅子(1名)

生徒に一番作りたい物について、それを作りたい理由を質問した結果を図11に示す。

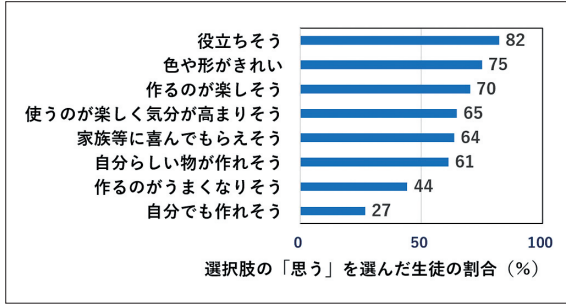


図11 3Dプリンタで作りたい物を作る理由

図11から「役に立ちそう」「色や形がきれい」「作るのが楽しそう」……の順となった。

この結果から、調査に協力いただいた3中学校で指導されてきた先生方が、これまでの授業のなかで作品を作ることの目的や楽しさについて、丁寧に指導をされてきたことが伺える。

3.4 技術担当の先生への調査結果

4名の技術担当の先生方に6種類の試作教材を見ていただき、生徒が興味・感心を持って取り組めそうか意見をいただいた。

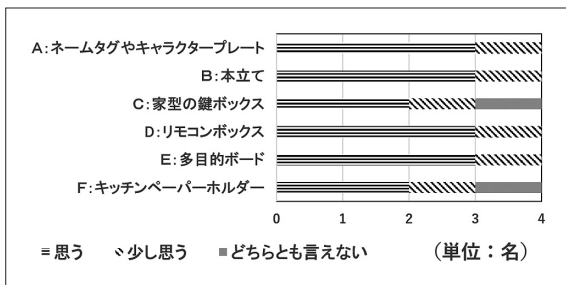


図12 生徒が興味関心を持って取り組みそうな教材か

ネームタグやキャラクタープレート、本立て、リモコンボックス、多目的ボードについては、興味を持って取り組みそうだという肯定的な意見をいただいた。家型の鍵ボックスについて「どちらとも言えない」と回答した先生からは、「全ての家庭で鍵を下げる習慣があるか心配」、キッチンペーパーホルダーについては、「既にキッチンペーパーホルダーがある家庭は、二つ目が必要か疑問」という意見がいただいた。どちらの意見も、先生自身が各家庭の状

況について深く考えている様子が伺えた。

また、4名の先生方は、「この教材は、本人や家族にとって広い意味で実用性がありそうでしょうか。」の質問に、本立て、リモコンボックス、多目的ボード共に、「思う」が3名、「少し思う」が1名となり、肯定的な意見であった。ネームタグやキャラクタープレートには、「少し思う」が3名、「どちらとも言えない」が1名であった。

この結果から、試作教材を開発する際には、より現実的な家庭での使い方を具体的に考えながら教材としてのアイデアをまとめていく必要があると考える。

3.5 提案（考察）

「材料と加工の技術」に3Dプリンタが導入される場合、教材を準備する必要がある。279名の生徒と4名の先生方からいただいた貴重な意見をもとに、教材の開発において配慮すべき事項をまとめると、以下ようになる。

『当面は、これまでの木材加工で取り上げてきた生活に役立つ“箱物”を中心に、3Dプリンターで作成した製品を加え、一人一人が箱物の使い方をアレンジできるようにしていくことが生徒の活用意識を生かした効果的で円滑な導入につながると思う。』

なお、当面と前書きしたのは、3Dプリンタの性能向上等、今後の進展を予想しきれないためである。

- 上記の考えに至った理由をまとめて次に示す。
- ・生徒が作りたいと考える教材は、1位「本立て」、2位「家形の鍵ボックス」となった。どちらの試作教材も、小物を用いて使い方をアレンジできる。このように既存の教材を家庭での活用場面に応じてこれまでよりもアレンジできるようにさせることは、教科で目指す創意工夫する力を伸ばし、豊かな生活づくりをより深く考えることにつながる。生徒からは「本立てなどに3Dプリンターで作成した製品を加え、色々考えながら利用したい。」という意見もあり、この提案は生徒にとっても好意的に受け入れることのできる教材であると推察できる。

- ・6種類の教材例(図2~7)について、作ってみたい理由として最も多くの生徒が「役に立ちそう」を選択している。その中でも「本立て」「家形鍵ボックス」が高い値(95%, 93%)を示しており、生活に役立つ箱物への関心は高い。
- ・現況の3Dプリンターの印刷速度から考えると、3Dプリンタで作成する物を授業時間内に収めるためには、数cm程度の比較的小さい物である必要がある。

以下に本研究で作成した小物の例を示す。



図13 試作教材用に作成した小物

また、生徒が3Dプリンタで作りたいと考えたスマートホン関連のグッズや文房具類も小物が多い。生徒の学校生活を観察しても、文房具や補助バックに付けたキーホルダー等、小物へのこだわりを感じる。このことから、個人差はあるものの生徒にとって好きな小物をつくることへの興味・感心を否定することはできない。

4 終わりに

4.1 生徒の興味・関心に応えたい

本研究は、筆者が作成した試作教材の中から生徒が作りたい物を選んだり、生徒が考えた3Dプリンタで作りたい物をまとめたアイデア探索型の調査研究である。

実践授業前、生徒の興味・関心は、3Dプリンタで作成したり、部品を用いたA:ネームタグやキャラクタープレート、F:キッチンペーパーホルダーやD:リモコンボックスに比較的集まると考えていた。そこには、木材だけでは作りづらい教材を提示することにより、生徒の新たな興味・関心を喚起で

きるのではないかという筆者の思いがあった。

しかし、生徒の6種類の試作教材への関心は、図9から、ある程度バランス良く散らばっていることを数値的にとらえることができた。加えて、生徒の関心は、作った物をどのように活用できるかを楽しく考えることや、木製品に小物を組み合わせることの楽しさにもあることが分かってきた。

本研究は、「材料と加工の技術」に3Dプリンタを導入する場合を想定して行った。教材開発を中心とした本稿が、3Dプリンタや3D-CADの特性を生かして、生徒の創造力や技術的な見方・考え方を更に伸ばすことの知見につながれば幸いである。

今後は、研究の成果を生かし、技術領域と共に総合的な学習の時間における探求活動とリンクできる3Dプリンタや3D-CADの活用方法を探っていきたい。

4.2 謝辞

最後に、実践授業において授業の機会を提供いただきました、3中学校の校長先生や技術担当の先生とご協力いただきました教職員の皆様、実践授業に積極的に参加していただきました生徒の皆様に感謝の意を示します。

参考文献

- 1) 文部科学省(2017)中学校学習指導要領(平成29年告示) 解説 技術・家庭科編
- 2) 文部科学省(2018)中学校教材整備指針 技術・家庭科(技術)
- 3) 白井昭子, 登本洋子(2022)学習指導要領解説における3Dプリンタの取り扱いと記載内容の整理. 日本教育工学会研究報告集, JSET2022-1-C5

