

研究課題	3Dプリンタを利用したSTEAM教育と教科横断的実践の構築
副題	～技術科と美術科、総合的な学習の時間の関連を図って～
キーワード	3Dプリンタ、3DCAD、STEAM教育、教科横断、カリキュラム・マネジメント
学校/団体名	帯広市立大空学園義務教育学校
所在地	〒080-0838 北海道帯広市大空町11丁目4番地
ホームページ	http://ozoragakuen.obihiro.ed.jp/

1. 研究の背景と課題意識

Internet of Things (IoT) によって人とモノがリアルタイムでつながり、人工知能 (AI) の進展によってビッグデータを分析・解析後にフィードバックして、以前にはなかった新しい価値を創造することができる社会がすぐ目の前まで来ている。「Society5.0」と呼ばれるフィジカル空間とサイバー空間を融合させたこれらのシステムの到来に向けて、予測困難な社会の中を生きていかねばならない子供達に対し、我々はどのような教育を提供できるのか考えていかなければいけない状況にある。そのような中で平成29年に告示された学習指導要領では、教科を横断した総合的で探究的な学習を前提とした教育課程の編成と、PDCAサイクルを働かせ、より良いものへと改善していく「カリキュラム・マネジメント」の必要性が述べられている。

本校は令和4年に大空小学校と大空中学校が統合され、義務教育学校として開校した。筆者は3年前から旧大空中学校に在籍し、当初から9年間の一貫した教育指導・支援の方法について話し合いが行われ、議論が重ねられてきた。その中では、総合的な学習の時間の見直しも行われ、国際理解、福祉、情報、キャリアの4つの柱の下、その教育課程に基づき現在教育活動が行われている。しかし、旧大空中学校に限って言えば、教科ごとの教育内容を並列的に吟味し、各教科の教育内容がどのように関連し合っているかを検討したが、まだ具体的に教科をどのように関連させるかや、教科を横断した総合的な学習の時間をどのように行うかが明確になっていないという課題が見られた。そこで、STEAM教育の視点を取り入れ、教育内容に類似性の強い「技術 (Technology)」と「美術 (Arts・Liberal Arts)」の教科連携・教科横断の方法を模索し、教科での学習内容を総合的な学習の時間で統合・深化させる教育内容を構築したいと考えた。

2. 研究の目的

上記の研究の背景・課題意識を元に、本研究の目的を以下の2点に設定した。

- ① STEAM教育の視点で授業を構築し、多面的視野で物事を理解・整理しながら、新たな価値を創造する経験を通して、児童生徒の課題解決能力や応用力・発想力を養うこと。
- ② 技術・家庭 (技術分野) (以下、技術科と記述する) と美術科、総合的な学習の時間を関連させながら、教科を横断した探究的な学びについての方法論を模索・確立すること。

①については、技術科・美術科の知識・技能を土台としながら、児童生徒自身で課題を解決する場面を設定することで、その能力の伸長を促すことを目的とし、②については、どのようにすれば効果的に教科を連携でき、探究的な学びにすることができるのかについて、技術科・美術科双方からの視点で吟味し、方法を模索して知見を得ることを目的とした。

3. 研究の目的を達成するための授業プラン

技術科と美術科を連携させるにあたって、3Dプリンタを活用することを考えた。その理由として、技術科の「材料と加工に関する技術」の製品の設計の際に Tinkercad¹を活用しており、その学習経験を本授業に生かすことができると考えたためである。また、技術科や美術科における従来のものづくりでは、製品の製作（制作）に最も授業時数をかけなければならないが、3Dプリンタを活用すればその時間を短縮することが期待でき、美術科のデザインスケッチや、総合的な学習の時間で意見を交流する時間に授業時数を割くことができると考えたためである。

加えて、3Dプリンタを活用しながら、本研究では総合的な学習の時間の柱の一つである福祉に目をつけ、他学年との連続性も考えて福祉用具、中でも自助具の製作を課題とした。自助具とは、「高齢者や障害者など、体に不自由がある人の日常生活を補助する道具」²を指す。自助具の製作を課題とした主な理由として、①美術科の教育内容として、ユニバーサル・デザイン（UD）が含まれており、福祉とつながりをもたせることができると考えたため、②高齢者や障害者の方の生活の質（QOL）を高めることに主眼をおいた製品の製作を目的とすることで、課題が明確になるため、③3Dプリンタで印刷できるのが一辺あたり最大 200mm 程度であり、自助具であれば手のひらサイズの製品が多く、対応が可能であると考えたためである。

上記の内容を授業として構造化したものが図1である。技術科・美術科の学習内容を相互に行き来し、その教科の既習事項を土台として、総合的な学習の時間では「課題の把握」や「話し合い活動」、「発表活動」、「課題の解決（製品の製作）」をらせん状に行き来をしながら学習を深めていくイメージである。この授業を「総合福祉デザイン」とし、授業を展開した。

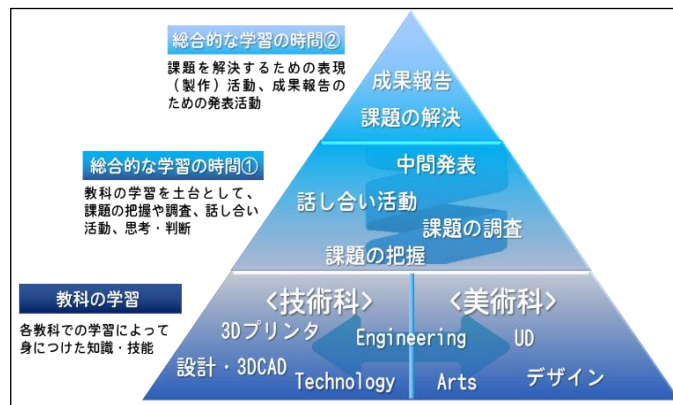


図1 総合福祉デザインの授業構造図

4. 授業の計画

授業を構築するにあたって、対象を8年生（中学2年生相当）とした。前述のとおり、前年度 Tinkercad を利用した経験があるためである。また、自助具の製作という性質上、学校だけでは課題の設定が不可能であり、外部との連携が不可欠となった。そのため、医療法人社団刀圭会訪問看護ステーション向日葵（以下、向日葵と記述する）と、株式会社マルベリーさわやかセンター帯広（以下、マルベリーと記述する）に協力を依頼した。向日葵は、帯広市並びに近郊町村で訪問看護業務を行う事業所である。また、マルベリーは、帯広市で福祉用具・自助具のレンタル・販売を担う会社である。その両者に協力をいただきながら、表1のように授業を計画した。

¹ Autodesk 社が提供する Web 上で動く簡易 3DCAD ソフト、 <https://www.tinkercad.com/>。

² 一般社団法人日本作業療法士協会、 https://www.jaot.or.jp/ot_work/place/detail/25/8351-u/、参照 2022-12-23、より引用した。

表1 総合福祉デザインの授業計画

時間	学習活動(教科)	主な学習内容
2	・Tinkercad(3DCAD ソフト)の使い方と3Dプリンタの使用法(技術)	・Tech 未来の電気自動車模型の製作において、3Dプリンタでタイヤを制作する課題。Tnkercad と3Dプリンタ操作に習熟することを目的。
1	・福祉用具・自助具体験・説明会(総合)	・マルベリーの協力で、福祉用具と自助具に関する体験・説明会。
2	・ユニバーサルデザイン(UD)の学習(美術)	・UDについての理解を深めるため、校内のUDを見つける活動。
1	・求められている自助具の説明(総合)	・向日葵の利用者様の病態・障がいの状況についての説明と、どのような自助具が求められているかの説明。
2	・求められている自助具のアイデアスケッチ(美術)	・前時の求められている自助具の説明を元にしたアイデアスケッチを個人で考えて記入する。
4	・アイデアスケッチの発表前準備(美術・総合)	・班ごとにアイデアスケッチの内容を統合するなどして1つのアイデアとし、発表の準備を行う。
1	・アイデアスケッチの発表会(総合)	・校内研究会としてアイデアスケッチの発表を行い、参観いただいた先生方や株式会社マルベリー-さわやかセンター帯広の社員の方からアイデアスケッチの内容に対しての意見をもらう。
6	・3DCADによる設計・3Dプリンタによる射出・成形(技術・総合)	・前時の発表会における意見を反映させながら、Tinkercad で設計を行い、3Dプリンタによる射出・成形を行う。(製品の納入も行う)
4	・最終発表の準備(総合)	・3Dプリンタを活用した自助具製作に関するスライド作成とまとめ活動。
1	・成果発表会(総合)	・地域公開研として発表活動を行う。
1	・振り返り	・一連の授業を想起しながら、アンケート記入と身についた力等について振り返りを行う。

5. 代表的な実践

(1) 福祉用具・自助具体験・説明会(総合)

マルベリーの社員の方に協力いただき、車いすや歩行器、簡易トイレなどの説明と体験学習会を開催していただいた(図2)。また、本授業の製作課題でもある自助具についても多数準備いただき、の目的や形状についての説明をいただいた。この学習を土台として、ユニバーサル・デザイン(UD)の学習や、自助具の製作課題へとつなげることができた。



図2 自助具体験の様子

(2) ユニバーサルデザインの学習(美術)

美術科でユニバーサルデザインを扱う学習内容があるため、今回の自助具の製作とつなげながら、ユニバーサルデザインとは何か、誰でも使いやすいデザインとはどのようなものかなどの学習を行った。Googleドキュメントに校内のUDに関する写真を撮影して貼り付けをし、その評価を子供達自身が行う学習を行った(図3)。

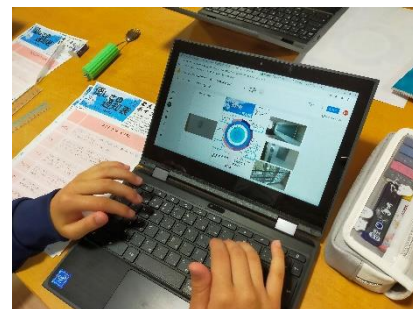


図3 校内のUDを評価

(3) 求められている自助具の説明（総合）

向日葵の所長、馬場梨花氏にご来校いただいて、4名の利用者様の病態・障害の状況について説明をいただき、どのような自助具が必要なのかについて説明をいただいた（図4）。その説明を元に、利用者様に合う自助具開発のために、症状を調べ、市販品の自助具を調べながら製品の製作を行った。



図4 必要な自助具の説明

(4) 設計・3Dプリンタによる射出・成形（技術・総合）

Tinkercad と Ultimaker Cura³を利用しながら、設計したものを3Dプリンタで印刷をし、使い勝手等確かめながら、修正が必要などところについては適宜修正を加えるという作業を行った（図5）。プリンタはXYZprinting社のダヴィンチ Jr. Pro X+を利用した。印刷については、授業外の休み時間や放課後、夜中などの時間に行われるため、製品の製作に時間が取られず授業時数の削減につながった。また、手持ちの部分ドライヤーで温めて曲げるなどの加工を行う班もあった。

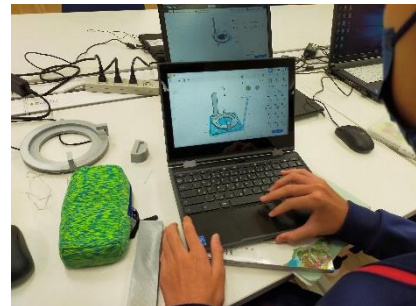


図5 設計の修正の様子

(5) 自助具製作に関わる成果報告会（総合）

新型コロナウイルス感染症が拡大傾向にあったが、地域公開研究会として他の学校の先生を招いた形で発表会を行うことができた。各グループ1人1回は発表者として発表し、発表者以外は聴衆として他の班の発表を聞きに行くという形式で発表会を行った。これにより全員が発表する経験をすることができた（図6）。

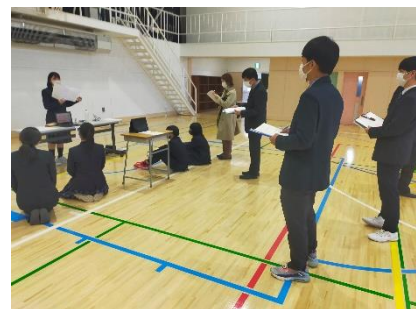


図6 公開研究会での発表

6. 研究の成果

(1) 課題解決力や応用力・発想力の伸長について

一般的に、作品の製作後の使用者は本人、あるいは家族であることが多い。一方で、本授業では、製作した自助具が実際に利用者様の手元に届いて活用されるということが大きな特徴である。そのため、子供達自身が利用者様に合う自助具を製作しようと一般的な病態・障害に関する状況を自発的に調査するなど、課題解決に向けて責任感ある取組が見られた。授業後に行ったアンケートで「自

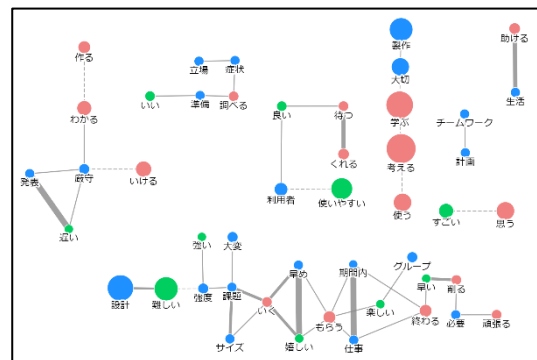


図7 共起キーワード

³ Ultimaker 社からリリースされている3Dプリント及びスライサーソフトである。Tinkercadで設計したデータをSTL形式で保存し、Ultimaker Curaで読み込むことで、3Dデータをスライス（積層化）して、3Dプリンタで印刷可能なデータに変換することができる。

助具の設計・製作を通して学んだことは何ですか」という質問に対し、文章表記で回答してもらい、AI テキストマイニングで分析を行った。その結果、図 7 のような共起キーワードが現れた。強度を保った状態で設計をしていくことの難しさを実感した児童生徒や、使う人のことを考えて製作することが大切であると学んだ児童生徒、相手の立場になることや症状を調べて準備を行うことが重要であると考えた児童生徒がいたことがわかる結果となった。

(2) 児童生徒が製作した自助具について

児童生徒が各利用者様に合わせて設計し、3D プリンタで印刷をかけたものをいくつか紹介する。

図 8 は握力が弱くなり、ゼリー飲料の小さいキャップが開けづらくなった人のために製作した自助具である。アイデアスケッチの交流会の時には、持ち手部分が一直線になっていたものを、その交流会で持ちやすさについての意見をもらったことで、中心部に緩やかなアールをつける工夫を施したものとなった。キャップを挟む部分が斜めの形状となって徐々に細くなっているため、どのようなキャップにも対応可能な工夫が見られた。



図 8 キャップを開ける自助具

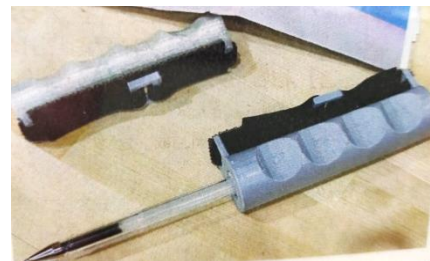


図 9 ペンを持つための自助具

図 9 は握力が減少した方で、ペンを自分で持って字を書きたいという要望を受けて製作した自助具である。筒状の形状で、持ち手の部分を削り取ることで持ちやすさを追求し、マジックテープを利用して手に固定することができるようにするなどの工夫が見られた。



図 10 ベッド上でスマートフォンを利用するための自助具

図 10 は、寝たきりの利用者様で、ベッド上でスマートフォンを操作したいという要望を受けての自助具である。従来のスマートフォンを支える台は、シーツの上を滑り落ちてしまうということが課題であった。それを解決するために本体と接続する板それぞれにネオジム磁石を入れて、シーツを本体と板で挟んで磁石で固定することでシーツからずれないように工夫を行っていた。

(3) 教科横断的実践の方法やその利点についての考察

教科横断として、STEAM 教育の視点を取り入れながら、技術科・美術科・総合的な学習の時間を関連させて実践をしていたが、教科横断的実践を行うにあたって、以下の知見が得られた。

- ① STEAM 教育という視点に立って両者が共通認識の下に授業ができたため、スムーズに連携を取ることができた。STEAM 教育という実践の前例がある状況で、また何を目指すのかが明確なため、容易に共通認識をもつことができた。共通認識を各々の教科担任がもつことが教科連携を行う上で重要である。
- ② 教科単体では、様々な活動での「十分な習熟」を図ることが時数の観点から難しいが、他教科や総合的な学習の時間を組み合わせることで、児童生徒の技能の伸長を図ることができた。

特に、アイデアを具現化する「アイデアスケッチ」や「設計」についての指導、発表活動でのスライド作成の方法についての指導は、単一教科より手厚い指導をすることが可能となり、児童生徒の能力の伸長が見られた。

- ③ 今回は「3Dプリンタ」という教具を仲立ちとすることで、技術科と美術科を連携させることができた。このように「教材・教具」を共通のものを利用することで、容易に教科連携をすることが可能である。今回の技術科と美術科以外では、具体例としては、理科と技術科であれば「電気」と「エネルギー」を「手回し発電機」を両方で利用しながら、SDGsに関連した「資源」「エネルギー」「環境」に関する授業を行うことが可能であると考えられる。

7. まとめ（結論に替えて）

本研究では、STEAM教育の視点で自助具の製作を課題とした教科横断の実践を行った。その結果、利用者様のことを考え、強度や使いやすさに配慮した製品を製作するなど、その応用力・発想力を高めることにつながった。加えて、教科連携の方法について一定の知見が得られ、教科を連携させるメリットが明らかとなった。

8. 今後の課題・展望

今回は福祉用具の一つである自助具の製作を課題として3Dプリンタを活用した授業を構築した。今後は、発表会における原稿作成や話し方においては国語科、作成した自助具と社会のつながりという観点では社会科など、美術科と技術科以外の他の教科との連携を行うような「ハブ」のような役割を担っていくことが必要である。また、自助具以外にも、例えば家庭科の保育の内容と連携して3Dプリンタでおもちゃの製作を行ったり、今回の知見を広く共有して別の教科連携を促す「ファシリテーター」としての役割をしていくことも筆者らに必要な課題である。

9. 謝辞

本研究を行うにあたり、医療法人社団刀圭会訪問看護ステーション向日葵所長、馬場梨花氏には説明会のご準備等、多大なるご協力をいただいた。また、他の看護職員や作業療法士の方々にも様々な場面でご協力をいただき、研究に多大なる貢献をいただいた。加えて、株式会社マルベリーさわやかセンター帯広所長、櫻井資久氏並びに職員の方々には、福祉用具・自助具についての説明会を開いていただき、自助具に関する相談をたくさんさせていただいた。この場を借りて厚くお礼申し上げる。

10. 参考文献

- 1) 林園子『はじめてでも簡単！3Dプリンタで自助具を作ろう』（2019 株式会社三輪書店）。
- 2) 中川一史、小林祐紀他2名『カリキュラム・マネジメントで実現する学びの未来 STE(A)M教育を始める前に カリキュラム・マネジメント実践10』（2020 株式会社翔泳社）。
- 3) James Gibson、小林茂他2名『アイデアスケッチ アイデアを〈醸成〉するためのワークショップ実践ガイド』（2017 株式会社ビー・エヌ・エヌ新社）。