

令和 6 年 6 月 4 日現在

機関番号：15501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K03065

研究課題名（和文）デジタルファブリケーション技術を生かしたオーダーメイド型学習支援ツールの開発

研究課題名（英文）Development of custom-made learning support tool utilizing digital fabrication technology

研究代表者

岡村 吉永（OKAMURA, Yoshihisa）

山口大学・教育学部・教授

研究者番号：10204025

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：コロナ禍の影響を受けた初年度は、様々な校種からの相談を受けて、学校の教育活動に合った新型フェイスシールドを開発し特許出願に至った。2年目は、特別支援学校の依頼を受けて、地元特産品を題材にした教材開発を行った。デジタル加工機の活用は、特別支援学校の教材開発に有効であるだけでなく、必要に応じて新たな補助具や加工装置を作成できるため、学習環境をオーダーメイド化できる可能性がある。3、4年目は、特別支援学校と一般の小学校を循環する教材の開発と運用を行ったほか、小学生のデザインをレーザー加工機で作品として完成させるオーダーメイド型の教材を小学校の授業に供してその効果や課題を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学校には、障害を含む様々な事情を抱えた学習者が存在しており、そこから発生する様々な要求に対応することは難しい。こうした状況を改善する手段としてデジタルファブリケーションは有用であり、コロナ禍に学校からの依頼を受けて開発したフェイスシールドは、その可能性を示す例といえる。またデジタルファブリケーション技術を用いて、必要な補助具や加工装置を製作する手法も、個別最適化が求められる学校教育現場にとって意義のあることだと考える。この関連として、児童のデザインをレーザー加工機で作品にする手法は、企業等で一般的に行われているものであり、学校教育と社会を関連付けるSTEAM学習の一つとして有意義といえよう。

研究成果の概要（英文）：In the first year affected by the COVID-19 pandemic, we received consultations from various types of schools and developed a new type of face shield suitable for educational activities at schools. We even applied for a patent for it. In the second year, we responded to a request from a special needs school and developed teaching materials based on local specialty products. The utilization of digital processing machines is not only effective for developing teaching materials in special needs schools but also allows us to create new auxiliary tools and processing devices as needed, potentially customizing the learning environment. In the third and fourth years, we developed and operated teaching materials that circulated between special needs schools and general elementary schools. Additionally, we provided custom-made teaching materials to elementary school classes, allowing students' designs to be completed as laser-cut works, and investigated their effectiveness and challenges.

研究分野：教育工学

キーワード：デジタルファブリケーション オーダーメイド型教材 STEAM フェイスシールド 教材開発 間接交流

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) AI やビッグデータの活用等によって、今後の社会構造は急速に変化することが予想され、それに対応できる人材の育成が教育上の課題となっている。こうした中、重視されるのは、人間ならではの思考や感性、創造的なかわり方であり、こうした能力をいかに育てていくかが重要となっている。

(2) こうした課題に対応する方法の一つとして、教材や指導法に関するアイデアを具体化するためのスキルや必要な素材を加工し、柔軟かつ適切な学習ツールを提供できる環境の構築が望まれる。近年普及が進むデジタルファブリケーションは、こうしたニーズに応えるものであり、デジタルファブリケーションを含む多様な加工技術と学校教育とを有機的に結びつける技術の確立が必要となっている。

2. 研究の目的

(1) 学校で一般的に使用されている市販教材は、汎用性がある一方で、教員や学習者が求める個別的なニーズに対応しているとは言い難い。本研究では、普及が進むデジタル加工機械を用いて、学校の実情や個々の学習者に合ったオーダーメイドの学習ツールを提供すること、およびそのためのシステムを構築することを目指す。

(2) 学習者の癖や特徴を反映した学習を可能にするため、柔軟なモノづくりが可能なデジタルファブリケーション技術の特徴を生かした教材開発を行う。あわせて、子供の創造性や問題解決能力を高めるための学習支援ツールについても検討する。

3. 研究の方法

(1) 学習支援ツールに求められる個別のニーズを把握し、これの開発や作成に必要なデジタルファブリケーション環境を整備する。その際、デジタルファブリケーションに関する素養を持った学校教員を育成することを目指した研修ならびに大学での授業も試行し、必要な機器の選定に関する基礎的な資料を得る。

(2) 小学校を中心に、教材や学習指導方法に関するニーズを調査し、デジタルファブリケーションが効果的な内容を取り上げて実際に教材を開発し、その効果を確認する。教材開発にあたっては、何度も試作が可能で細かい修正が可能なデジタルファブリケーションの良さを学校教員等に理解してもらい、新たな教材開発に向けた手がかりを得るよう心掛ける。

(3) 子どもの創造性や課題解決能力を高めるための学習支援ツールや教材を作成することを通して、オーダーメイド化が相応しい教材の特徴を明らかにする。その際、デジタルファブリケーション自体が子供の創造性を刺激するものであることを意識し、子供がデジタルファブリケーションを使ったモノづくりに触れられる仕組みについて検討する。

4. 研究成果

(1) 新型コロナウイルス感染症によって、学校での学習活動が大きく制限された。こうした状況を打開することを意図して3Dプリンターを使った学校用のフェイスシールドの開発と製作を行った。当時、学校で教員や児童生徒らが使うマスクおよびフェイスシールド等については極端な品薄が続き、代替品はないのかといった問い合わせが学校から大学に多く寄せられた。特に幼稚園及び小学校からの要望が強いものとして、指示が伝わりやすくするために教師の口元が見えること、授業などでは子供の位置が教師より低くなるため、唾が子どもにかからないよう顎の下から上に立ち上がる形状の防護具はないかということがあげられた。

学校との間で試作と評価を繰り返し、最終的に完成したのが図1に示す頸部で指示するフェイスシールドで、その新規性から特許出願に至っている。

デジタルファブリケーションの教育利用をみると、大学など高等教育機関に比べ、義務教育段階では、その実践ならびに研究は、はじまったばかりといってよい。本研究の要点は、フェイスシ

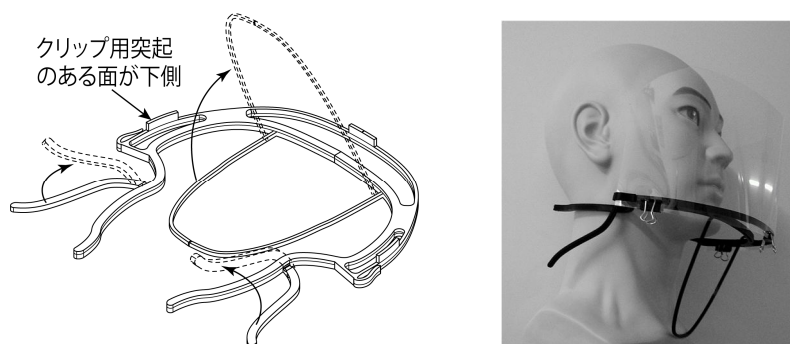


図1 頸部で指示するフェイスシールド

ールドの開発や製作を通してデジタルファブリケーションに対する学校の理解や協力体制を構築できたことであろう。デジタルファブリケーションの利点は、機械と加工データがあれば、同じものを何処でも誰でも作れることであり、今回中学校には、自校で使用分を事前に設置した3Dプリンターで製作してもらった。同様に、特別支援学校については、3Dプリンターで出力した原型をヒーターで加熱して必要な形状に仕上げる作業を生徒に担ってもらった。こうした校種を超えた連携を可能とするのもデジタルファブリケーションの利点といえよう。

(2) 特別支援学校と連携し、デジタルファブリケーションの教育利用に関する研究を実施した。ここでは、特別支援学校高等部の生徒が行う作業学習(特別支援学校の特産品づくり)を対象として、難易度の高い巧緻性が求められる作業の一部をデジタル加工機で代替し、作品の自由度や完成度を高める方法を検討した。例えば、細かな面への描画が必要な顔シール(直径約15mmの楕円形)については、作業しやすい十分な大きさの用紙に絵を描き、これをシール用紙に縮小コピーしたものをカッティングマシーンで輪郭線に沿って切る、あるいはレーザーカッターで人形を貼り付ける背板を切り出すといった作業があげられる。この他、形の揃った人形本体を作成するため、3Dプリンターで作成した原型を真空成型機で方取りし、できた雌型に粘土を詰めるという方法も試行した。

本教材では、完成するまでに多くの作業工程と種類があり、生徒の障害の様態に応じて作業を振り分けることや、デジタル加工機の使用によって従来諦めていた作業を可能にすることができ、生徒同士の協力によって一つの作品(商品)を完成することができた。デジタル加工機を使って必要な加工機械(真空成型機)を製作できたことと合わせ、デジタルファブリケーションの新たな教育利用方法を提案できたと考えられる。

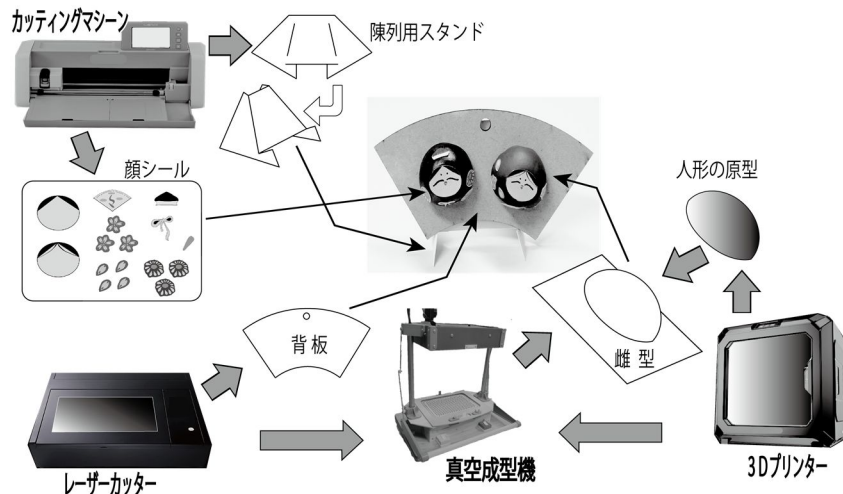


図2 開発した教材とデジタルファブリケーションの関係

(3) 特別支援学校と小学校という異なる学校種が連携することで、双方に具体的なメリットが得られることを目標に、図3の様な循環モデルを構築した。研究で用いたのは、木材を主体にしたフォトフレームで、特別支援学校では、作業学習でキット教材の製作を行い、これを製品として販売し、小学校側は、学習利用するために必要数分のキットを購入して学習活動で利用するという教材を仲立ちにした間接交流でもある。デジタルファブリケーションは、教材の試作および小学校でキットを組み立てる際の補助具製作に用いたが、今後キットに貼り付けるシールの作成等、活用範囲を広げる予定である。協力した特別支援学校は、以前より材料となる木材を地域から提供されており、全体として持続可能で循環する教育システム提案できた点は成果といえよう。

この取り組みの特徴は、特別支援学校にとっては、小学校から支払われた商品代金(キット教材費)が新たな教材を製作したり教材開発を行ったりするための原資となり、自律的かつ持続的な教育活動を支える手段となり得る点にある。一方、キット教材を使用する小学校から見た場合は、良質な教材を安価に入手できるとともに障害者理解(ストーリー性のある教材)のきっかけづくりとなる点がメリット

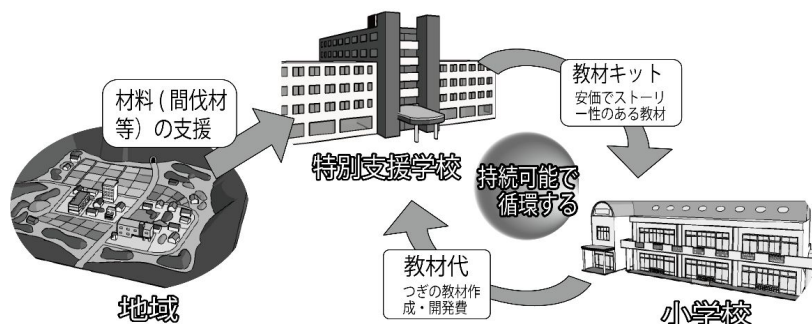


図3 持続可能で循環する教材のイメージ

として考えられる。

(4)ギガスクール構想による1人1台端末を背景に、情報技術を生かした新たな学習教材を提案し、その効果や課題について検討した。教材の対象者は、ある程度コンピューターの操作に慣れた小学校5、6年生とし、小学校と他機関とが連携することでどのような教育活動が可能となり、それが児童にとってどのような利点を生じるのかを検討した。例えば、小学校における図画工作科の授業では、アイデアから完成までの作業を学習が一人で言う一貫作業型が一般的で、学習過程のどこか一部に苦手があると、それが原因となって良い作品が完成しないということが起きやすかった。こうした問題の解消に向けて、本研究では、加工作業部分を他者（今回は大学研究室）に代行させる非一貫型（外注型）の学習形態を試みた。実際に試行した題材は、アクリル板を使ったネームプレートで、児童は自分の学習用パソコン（クロームブック）を用いてネームプレートのデザインを作成し、デザインができたなら、ネームプレートの外形や刻印の仕方などの事項を注文書に記入して、加工（レーザーカッターを使用）を大学研究室に依頼する形式とした。

完成した作品を手渡したときに実施した意識調査では、作品の仕上がりに満足しているという児童が約8割に達した。図4に示す自由記述の共起ネットワークをみると、児童はデジタル加工機を用いた学習の本質を良く見抜いていることもわかる。情報技術とアート、加工を組み合わせた学習内容は、STEAM教育としても有効だと考えられる。

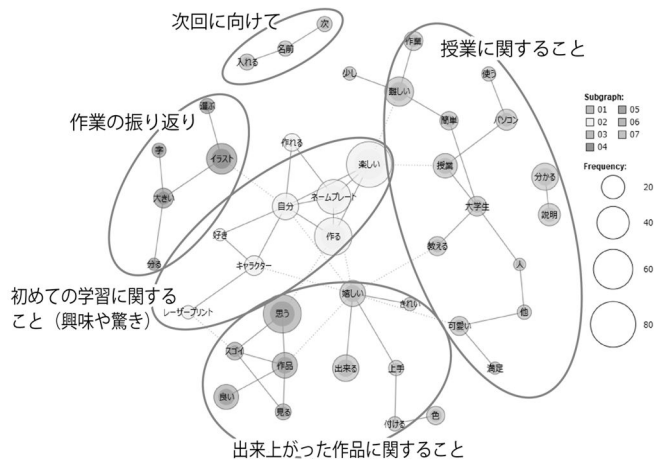


図4 児童の感想（自由記述）の分析（共起ネットワーク）

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 0件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 岡村吉永、宮本清美、松村大樹、尾湯正幸、藤岡直樹	4. 巻 55
2. 論文標題 特別支援学校を軸とした持続可能な循環型教材の開発と運用	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 山口大学教育学部附属教育実践総合センター紀要	6. 最初と最後の頁 127,132
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 岡村 吉永、石川雅代	4. 巻 53
2. 論文標題 デジタルファブリケーションを活用した教材開発支援	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要	6. 最初と最後の頁 147 - 152
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 岡村吉永、森岡弘	4. 巻 70
2. 論文標題 フェイスシールドの作成と利用を通じた学校におけるデジタルファブリケーション活用について	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 山口大学教育学部研究論叢	6. 最初と最後の頁 169-174
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 森岡弘、岡村吉永、阿濱茂樹、堤健人	4. 巻 56
2. 論文標題 山口大学教育学部附属教育実践センター研究紀要	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 山口大学教育学部附属教育実践センター研究紀要	6. 最初と最後の頁 199-208
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 岡村吉永、藤田千鶴	4. 巻 57
2. 論文標題 小学校におけるデジタル加工学習教材の試行について	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 山口大学教育学部附属教育実践センター研究紀要	6. 最初と最後の頁 125-130
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 岡村吉永、森岡弘
2. 発表標題 デジタルファブリケーションを教育利用するための取り組みについて
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第65回全国大会 (広島)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡村吉永、藤田千鶴
2. 発表標題 小学校におけるデジタル加工学習教材のしこうについて
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第66回全国大会 (鹿児島)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 フェイスシールド	発明者 岡村吉永	権利者 国立大学法人山口大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-142315	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------