

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：82705

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K03037

研究課題名（和文）多様な障害種に対応した3Dプリンター教材データベースの構築と活用方法の研究

研究課題名（英文）Construction and utilization of a database of 3D printing materials for various kinds of disabilities

研究代表者

青木 高光（Aoki, Takamitsu）

独立行政法人国立特別支援教育総合研究所・情報・支援部・特任研究員

研究者番号：40846458

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、多様な障害種に対応した教材教具の3Dデータをネット上で共有することで、これまで困難であった実物教材の共有とフラッシュアップによる、教材作成の負担の軽減と教育の質の向上を目指して行われた。教材教具の3Dデータを研究協力者と共に作成し、コミュニケーション補助、書字補助、計算補助、図形作図補助、自立課題など多様な教材を作成した。その過程で、児童生徒自身が自分で教材を管理することや、製作した教材の管理を効率化するために、共通サイズに収めるフォーマットを考案した。これにより、今後3Dデータの共有および活用がより積極的に行われることが期待できる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、特別支援教育における3Dプリンターとデジタルファブリケーションの連携という未開拓の分野において、障害種を限定しない教材データの共有と活用の新しい指針を示したものである。これにより、特別支援教育における実用的なデータベースの構築と活用が進むことが期待される。また、多様な障害に対応する教材教具の3Dデータをネット上で共有することで、特別支援教育の現場における教材作成の負担軽減と教育の質の向上が期待できる。さらに、児童生徒が自分に合った教材を管理しやすくするフォーマットの考案により、自立性が促進され、教育現場での実践的なサポートが強化される点で社会的意義が大きい。

研究成果の概要（英文）：This research aimed to reduce the burden of creating teaching materials and improve the quality of education by sharing 3D data of teaching tools for various types of disabilities on the internet. Together with my research collaborators, I created 3D data of teaching aids and developed a variety of materials, including communication aids, writing aids, calculation aids, geometric drawing aids, and independent tasks. In the process, I devised a format that fits into a common size to allow students to manage their own materials and to streamline the management of the created materials. This is expected to lead to more active sharing and utilization of 3D data in the future.

研究分野：補助代替コミュニケーション

キーワード：3Dプリンター 教材データベース 特別支援教育 多様な障害種

## 1. 研究開始当初の背景

文科省は平成27年度から数年にわたって「学習上の支援機器等教材研究開発支援事業」を行い、特別支援教育における「子どもたちの教育的ニーズに合った支援機器、教材・教具の普及」を推進した。この事業が行われた背景には、特別支援教育において、個々の子どもたちの障害特性や困難の状態に合わせた支援機器や教材・教具が必須でありながら、その普及が十分でないという現状認識があるからだとと言える。個々の児童生徒の教育的ニーズに合った適切な教材・教具に関しては、ネット上での学習プリントデータの共有やタブレットのアプリの情報共有はある程度進んでいるが、実物教材の共有は進んでおらず、具体的な取り組みもない。

実物教材の共有という観点では、近年急速な進歩を遂げている3Dプリンターの活用が考えられるが、教育現場で積極的に活用されるには至っていない。普及が進まない主な原因は、導入コスト・運用コストに加えて、データ共有のプラットフォームがなく、各々の教員がデータを作成することは困難であること、3Dプリンターの活用が主に肢体不自由児童生徒向けの自助具の作成が先行していたため、幅広い障害種に活用できるものではないと考えられていることなどが挙げられるだろう。しかし、書写や作図などの学習に必要な基本的な運動動作の困難は肢体不自由児だけでなく、自閉症、ADHD、LDなどの発達障害、知的障害の子たちにも共通している。「障害種」ではなく「困難点」で見たときに、必要な教材・教具には共通点が多く、適用対象は非常に広い。困難点別に支援機器、教材・教具が登録された3Dデータベースが構築されれば、より多くの児童生徒一人ひとりの困難点や障害特性に対応するよう、個別にカスタマイズされた教材・教具の提供が可能になるであろう。

## 2. 研究の目的

本研究は、3Dプリンターとネットワーク技術を活用し、肢体不自由や知的障害、発達障害という障害種ではなく、個々の困難点に対応した教材・教具の作成技術とデータの共有を進めることで、児童生徒一人ひとりの障害特性に対応した学習・生活上の補助具や、認知発達に合致する個別にカスタマイズされた教材・教具の提供を行えるようにするものである。

## 3. 研究の方法

- (1) 研究協力校における、支援機器、教材・教具に関するニーズ調査
- (2) 多様な障害種に対応する「支援機器、教材・教具」データの作成
- (3) 研究協力校への3Dプリンター設置と使用方法情報共有
- (4) データベースの構築とデータ共有（研究協力校からのデータの随時追加）
- (5) データの検索・閲覧・ダウンロード機能に加えて、子どものニーズに合わせて、造形データをカスタマイズ可能なタブレット向けデータベースアプリの開発

この内容を、以下のスケジュールで進める。

<初年度>

教材・教具の開発に関する論文等の執筆・研究発表等の実績がある教員が所属する学校（特別支援学校4校、特別支援学級1クラス）を対象に研究協力を依頼し、支援機器、教材・教具の活用や課題、3Dプリンターに関する理解などについてアンケート調査を行う。研究協力校に3Dプリンターを設置し、既存の教材データを共有し、活用と修正を進める。

<初年度以降>

各協力校で3Dプリンターと既存データの活用・修正を進める。並行して3Dデータ共有用のデータベースを設置し、それを介して各校のオリジナルデータの作成と共有を行う。

## 4. 研究成果

本研究の遂行時期は、新型コロナウイルス感染症による休校・移動制限などの影響を受けた時期と重なり、学校参観等の実施が難しくなったため、研究の方法を一部変更した上で、以下のような成果を得た。

- (1) 研究協力校における、支援機器、教材・教具に関するニーズ調査

アンケート結果では、3Dプリンターで作成することで、バリエーションの拡大や時間の節約を期待する物としては、自立課題用教材の作成が最も多かった。また、これまでの製作素材の中心である木材や紙に対して、微妙なサイズ調整のしやすさ、耐久性に期待する回答が多かった。

- (2) 多様な障害種に対応する「支援機器、教材・教具」データの作成

教材教具のSTLデータ（三次元形状を表現するファイルフォーマット）を研究協力者と共に作成し、2023年度末の時点で、音声表出型コミュニケーションエイド、書字補助教材、計算補助教材、自立課題教材、図形作図補助具など計29種を作成した。

この過程で、学校間で共有された課題として「児童生徒が自分の教材を管理することが困難」「製作した教材の保存・管理・引き継ぎが困難」などがあった。具体的には、特別支援学校等では学習場面の構造化のために、多段棚とカゴなどを組み合わせたワークスペース作りが広く行われている。児童生徒が自立した活動を行うために有効な環境調整であるが、使用する教材と収納用のカゴや引き出しなどのサイズが合わず「教材を取り出す」「机上で課題に取り組む」「片付ける」という一連の流れを阻害する要因になることもある。その解決手段として、各種教材のモデル設計を、一般的な百円均一店などで購入できる A5 サイズおよび A4 サイズドキュメントケースに簡便に収納できるサイズに納まる共通フォーマットにするという手段を考案した。自立課題教材と図形作図補助具はこの共通フォーマットで製作することで、現場での活用の可能性が広がった。共通フォーマットは EMDAC (Educational Materials Designed to fit in an A size Case) と名付けられており、一般的な 3D モデリングアプリケーションで作成可能な基本的な立体を組み合わせて構成される(図 1)。主要な基本パーツはリングパーツ (直径 3 センチ、穴の直径 1 センチ、厚さ 5 ミリ)、棒パーツ (直径 1 センチ)、ベースパーツ (幅は A5 サイズ)、ベース固定パーツ、などである。これらを組み合わせることで、多種多様な教材を作成することができ(図 2)、一般的なケースに固定した状態で収納できる (図 3)。

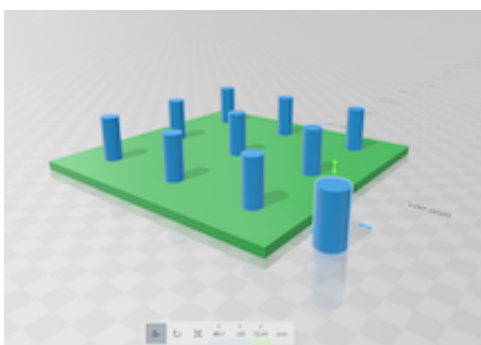


図 1 : 基本的な立体を組み合わせた EMDAC パーツモデリング例



図 2 : EMDAC 教材例



図 3 : 教材収納例

また、当初の研究計画になかった新たな取り組みとして、2022 年度より LiDAR センサーと 3D スキャンソフトウェアを用いた、既存の自作教材教具の 3D データ化も行なった。近年、Apple 社 iPhone、iPad の上位機種などに搭載されたことで導入が容易になった LiDAR センサー (赤外光を対象物に照射し、反射光で距離を測定するセンサー) と 3D スキャンアプリ (Scaniverse) を用いて、既存の自作教材の 3D データ化を行った (図 4)。また、補助具と教材のモデリングデータを合成することで (図 5)、個々の児童生徒の運動面の特性に合わせた教材パーツの作成が可能となった (図 6)。補助具を用いて教材の操作を容易にするのではなく、教材自体を身体 の特性に合わせる、ということが可能になった。



図 4 : 自作補助具のスキャン

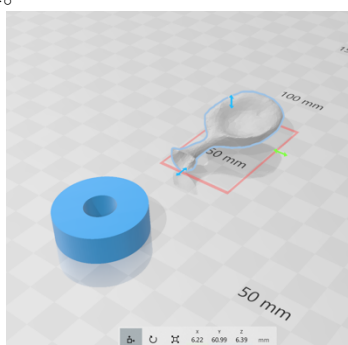


図 5 : 補助具と教材のモデリングデータの合成



図6：児童生徒の運動面の特性に合わせた教材パーツの出力結果

(3) 研究協力校への3Dプリンター設置と使用方法情報共有

研究協力校に3Dプリンターを設置した。その使用方法とデータ作成方法をまとめたドキュメントを作成し、随時更新した。

(4) データベースの構築とデータ共有（研究協力校からのデータ追加）

STLデータは研究協力校間で共有・活用されており、2023年度末までに合計267回ダウンロードされ、共通フォーマットの有効性が確認できた。

(5) タブレット向けデータベースアプリの開発

アプリの仕様を再度検討した結果、計画を一部変更し、既存のWebサービスおよびNASを併用したデータ共有システムを導入することとした。データ作成協力者が安全にアクセスできること、運用の負担が大きくなることを重視して、各種設定の最適化を行い、安定したデータ共有を行うことができた。今後データ作成協力者が増えても対応できるよう、研究最終年度に全てのデータを一般的なサービス (<https://www.thingiverse.com>) に移行を行った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 青木高光
2. 発表標題 多様な障害種に対応した3Dプリンター教材データベースの構築と活用方法の研究
3. 学会等名 特殊教育学会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔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
---------	---------