

令和 5 年 6 月 27 日現在

機関番号：32610

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K12893

研究課題名（和文）医療・介護職が3Dプリント福祉用具を簡易に作成するための教育プログラム開発

研究課題名（英文）Development of the educational program for health-related professions in easy creation of 3D printed assistive devices

研究代表者

近藤 知子（KONDO, TOMOKO）

杏林大学・保健学部・教授

研究者番号：90274084

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、医療・介護専門職が、3Dプリント自助具の適用範囲を知り、かつ最低限の工学的知識を習得することで、ユーザーのニーズに応じた3Dプリント自助具を簡易に制作できる教育プログラムの開発することを目的とした。本研究では特に、自助具の適用評価・制作を行う機会が多い作業療法士に焦点を当て、作業療法士による3Dプリント自助具制作の実態の調査を行うと共に、3Dプリント自助具の特性・適用評価・制作手順の調査及び分析、既存の3Dプリン自助具の工学的観点からの分析を行い、これらの結果をもとに作業療法を学ぶ学生のための3D自助具制作入門プログラムを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

福祉用具は、高齢者や障害者が安全かつ充実した日常生活や社会参加を行うために必要不可欠である。近年普及しつつあるデジタルファブ리케이션（DF）技術は、安全性・耐久性・復元性に優れ、かつ、個々の身体形状や用途に合わせた造形を可能とするが、DF技術を活用できる医療・介護専門職は限られており、十分に普及しているとは言えない。本研究で開発された3D自助具制作入門プログラムを専門職養成プログラムに組み込み、3Dプリント自助具を簡易に設計・製作できる医療・介護専門職が増えることで、3Dプリント自助具を利活用する高齢者・障害者が増える可能性がある。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to develop an educational program that enables healthcare and caregiving professionals to create personalized 3D-printed assistive tools easily according to user needs with the knowledge about the application range of 3D-printed assistive tools and minimum basic engineering skills. This research specifically focuses on occupational therapists who have frequent opportunities to evaluate and create assistive devices. The study involves surveying the current practices of occupational therapists in creating 3D-printed assistive devices, investigating the strengths and weakness, the procedures of assessment and production of such devices, as well as conducting an analysis from an engineering perspective on existing 3D-printed assistive tools. Based on these findings, an introductory program called "Short-term program on three-dimensional printed self-help devices for occupational therapists" was developed.

研究分野：複合領域

キーワード：人間工学 リハビリテーション科学 福祉工学 福祉用具 支援機器 健康 福祉工学 作業療法

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

福祉用具は、高齢者や障害者が安全かつ充実した日常生活や社会参加を行うために必要不可欠である。平成 29 年度の調べでは、介護保険における福祉用具貸与の総額は 3000 億円を超え、その使用件数は年々増加している⁽¹⁾。しかし、多品種少量生産品としての側面が強い自助具は、ユーザのニーズに幅広く適応できていると言えない。近年普及しつつあるデジタルファブリケーション (DF) 技術は、安全性・耐久性・復元性に優れ、かつ、個々の身体形状や用途に合わせた造形を可能とし、リハビリテーション医療の領域でも義肢・装具などの領域で積極的に活用され始めている⁽²⁻³⁾。DF 技術は、自助具への適用も期待されるが⁽⁴⁾、本技術が適用できる心身機能や日常生活行為の範囲が未だ明確でなく、また、DF 技術を活用できる者も限られるため、十分に普及しているとは言えない。医療・介護専門職が、3D プリント自助具に関する明確な知識を持ち、その有用性を高齢者・障害者に伝え、かつ、ユーザのニーズに沿った 3D プリント自助具を簡易に設計・製作できるようになることにより、3D プリント自助具を利活用する高齢者・障害者が増える可能性がある。

2. 研究の目的

本研究では、医療・介護専門職が、3D プリント自助具の適用範囲を知り、かつ最低限の工学的知識を習得することで、ユーザにその有用性を伝えるとともに、ユーザのニーズに応じた 3D プリント自助具を簡易に制作できるような教育プログラムの開発することを目的とした。そのために、以下の目標を設定した。

(1) 3D プリント自助具の制作に関する実態調査 臨床場面で自助具の適用評価及び制作機会の多い作業療法士に焦点をあて、3D プリント自助具の製作に関する実態調査を行い、教育プログラムのターゲット層を明確化する。

(2) 3D プリント自助具の特性・適用評価・制作手順に関わる調査及び分析 3D プリンタを用いたモノづくりをする現場の視察、3D 自助具の制作者へのインタビュー調査、3D 自助具使用者への使用状況・満足感に関するアンケート調査を行うことで、3D 自助具の特性、適用範囲、適用評価の方法や制作に関わるノウハウを理解する。

(3) 設計支援ツールの作成 既存の 3D プリント自助具を設計工学的観点から分析し、その設計を支援するツールを開発する。

(4) 教育プログラムの作成と運用評価 作業療法学生に向けた教育プログラムを開発し、完成した教育プログラムをオンラインプラットフォームを通じ公開する。

3. 研究の方法

(1) 3D プリント自助具の活用に関する実態調査 2009-2019 年の日本作業療法学会の抄録集において、キーワードに「自助具」を含む抄録を抽出し、3D プリンタに関連したものを精読した。また、2014-19 年のリハ工学カンファレンス、2016-2019 年の日本義肢装具学会学術集会にて、本文に「作業療法」「3D プリント」が含まれる発表の抽出と分析を行った。

(2) 3D プリント自助具の特性、適用評価、制作手順に関わる調査及び分析 3D プリント自助具の制作に関連する施設(障害者リハビリテーションセンター研究所,株式会社イグアス 3D ソリューションセンター,ファブラボ品川,日本科学未来館)を視察した。また、2009-2019 年の日本作業療法学会の抄録集において、キーワードに「自助具」を含む抄録のうち、内容が「手作り自助具」に関連したものについて、用途、同類の市販品の有無、市販品調整の必要性、複製の必要性の有無について分析した。さらに、3D 自助具制作に精通する作業療法士 3 名に対し、自助具制作・提供者の視点から見た 3D 自助具の長所と短所、適用範囲、適用評価・制作手順について聞いた。加えて、3D 自助具の使用者の観点を知るために、3D プリント自助具の使用状況、満足度について、心理的效果についてアンケート調査を行った。

(3) 3D プリント自助具設計支援ツールの開発 既存の自助具の製作事例を収集し利用目的や製作に必要な材料数の分析を実施した。

(4) 教育プログラムの作成と運用評価 調査及び分析結果を基に教育プログラムの雛形を開発。プログラムを作業療法養成校学生に対して実施し、修得知識、有能感の観点から有用性を評価した。

4. 研究成果

(1) 3D プリント自助具の活用に関する実態調査 2009-2019年の日本作業療学会の抄録集において、手作り自助具に関連する抄録は64件抽出されたが、3Dプリント自助具に関しては2016年を初出とした6件にすぎなかった。また、2014-19年のリハ工学カンファレンス、2016-2019年の日本義肢装具学会学術集会にて、本文に「作業療法」「3Dプリント」が含まれる発表を抽出したところ、福祉機器に関わる発表758件中、3Dプリンタおよび作業療法に触れられているものは12件に過ぎなかった。これらの分析結果、作業療法士は自助具の適用評価・制作に関与することが多い専門職であるものの、3Dプリント自助具に関する関与は著しく制限されていることが明らかになった。一方、制作された3Dプリント自助具の使用状況を見ると、国立障害者リハビリテーションセンター自立支援局において3D自助具の提供を受けた32名は45点の3Dプリント自助具を使用していたが、使用開始1ヶ月後と退院時にける使用状況と満足度調査において、利用者は自助具を、頻繁に、かつ、継続的に使用し、手作り自助具と同程度の満足度を得ていることが明らかになった。これらの結果から、作業療法士が3Dプリント自助具に関する基礎的知識を習得し、利用者のニーズに応えられるようになることにより、3Dプリント自助具の利活用が増える可能性があることが示唆された。

(2) 3Dプリント自助具の特性・適用評価・制作手順の調査及び分析 3Dプリント自助具は、手作り自助具との比較すると再現性と均一性が高いため、同形のものが複数個必要な場合や、異なる作業療法士が制作に関わる場合に利便性があることが明らかになった。また、頻繁な洗浄に耐える清潔の保持、複数の3Dプリント部品の組み合わせや市販品との組み合わせ、手作り自助具に比べた見栄えの良さなどの長所も見出された。一方、短所としては、熱可塑性素材などに比べ個別適応性に限界があること、プリンティングや後処理のための時間を要すること、制作に際する3DCADデータに関する知識が不可欠であることなどが挙げられた。市販の自助具制作との比較では、長所として、大量生産に必要とされる金型を必要とせず、デザインしたものをすぐに確認できる、対象者の特性やニーズに合わせ早く、かつミリ単位で細かくモデリングが可能であることが明らかになった。このように、3Dプリント自助具の制作は、一定工学知識が必要となるものの、これまでの用いられてきた素材では期待できなかった利活用の可能性があることが見出された。

3Dプリント自助具の制作にあたっては、単に3Dプリント自助具についての知識を持つだけでなく、利用者のニーズの理解、心身機能や疾患に関する知識、様々なスプリント素材の強度・重さ・加工のしやすさ、加工に要する道具、利用者の体とのフィッティング、生活の中での使用状況や条件など、自助具制作にあたっての基礎知識を有していることが前提となることが明らかになった。3Dプリント後自助具具体的な作成手順としては、利用者のニーズを出発点とし、製作者の知識や経験による自助具のイメージをもとに、利用者の身体形状・形質、身体機能、スプリント素材の強度、重さ、使用時の動作、取り外しや清潔維持の方法などを評価し、3Dプリント素材を選出し、デザインを決め、制作し、提供前には最適な使用状態のための調整が行われていた。

(3) 設計支援ツールの開発 設計支援ツールのための自助具要素形状の系統的な拡充を目的として、インターネット上で公開されている自助具製作事例520件を分析し、自助具用途・装着設置方法・非固定物の有無・材料種類などの項目についてデータベース化することで各事例の特徴を数値化し、類似の特徴を有する自助具に共通した構造を抽出する準備を整えた。また、3Dプリント自助具のこれまでの製作事例を、設計工学的視点から分析し、3Dプリンタ導入の利点を明確にした。その結果、従来では実現できなかった機能の実現、より耐久性や利便性の高い機構の導入、既存自助具構造の複製、という3パターンの導入メリットが明らかになった。また、支援機器の選択適合プロセスの分析から、設計の前提となる情報項目の概要を抽出した。

(4) 教育プログラムの開発 上記の結果を踏まえ、作業療法養成校の学生に対する暫定基礎プログラムを考案した。プログラムは、養成校教育に容易に組み込めるよう、比較的短時間に行えるもので90分の授業を2回行うものとし、「自助具制作の基礎知識」、「3Dプリンタの基礎知識」、「3Dプリント自助具」、「制作実習」が含まれる。この暫定プログラムを作業療法養成校1校の26名の学生に対し実施し、プログラム前後でアンケート調査を行った。アンケート調査をもとに、プログラム内容を因子毎に分類し、プログラムを完成した。改定プログラムの1日目は「講義1.自助具制作のための基礎知識・3Dプリンタに関する基礎知

識」,「講義2.3Dプリント自助具の制作手順1」,「制作実習1」,2日目は「制作実習1発表」,「制作実習2」,「講義3.3Dプリント自助具の制作手順2」から成る(Figure1).

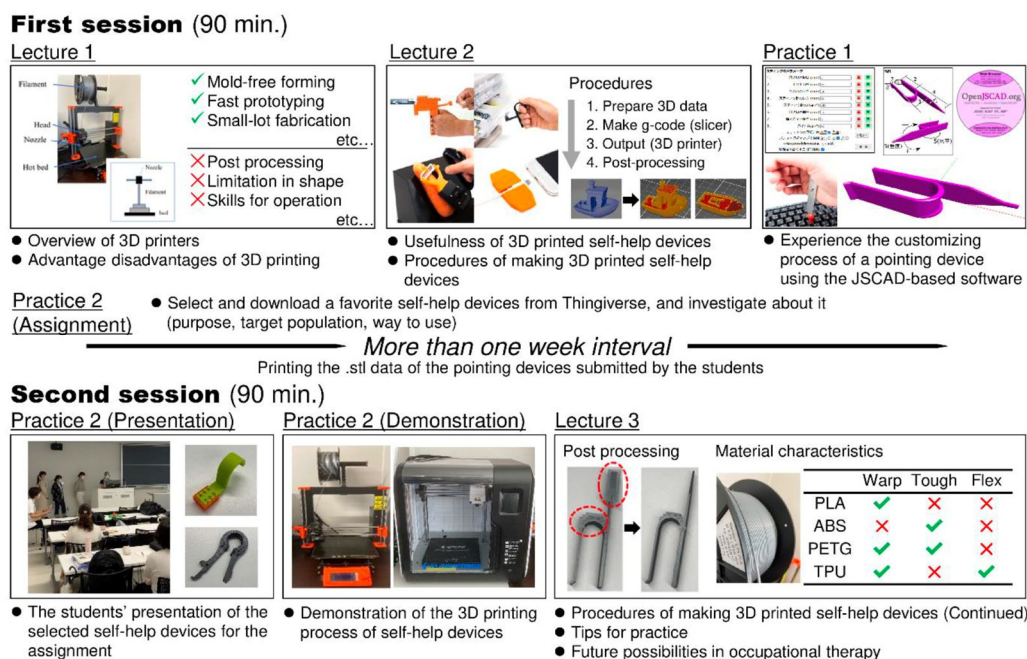


Figure1 教育プログラムの構造と内容

完成した3D自助具制作入門プログラムを,作業療法を学ぶ112人に実施し,前後に行ったアンケートを用いて,プログラムの介入効果を確かめた.プログラム実施により,デジタルファブリケーションの基本的な知識,及び,3Dプリント自助具の製作に自信を持った学生の数は有意に増加し,介入効果が見出された($p < 0.05$).また,暫定プログラムと完成プログラムのアンケート結果を比較し,完成プログラムでは,難しいと感じたが理解が進んだという学生やより学びを深めたい学生が増えていることを確認した.

開発したプログラムを動画化し(動画1ー,動画1ー,動画1ー,動画1ー,動画2ー,動画2ー,動画2ー)を,オンラインプラットフォームに載せ,作業療法養成校教員を含む医療・福祉専門職,3Dプリント制作に興味がある人が容易にアクセスできる様にした.また,英語版も作成し,国際的な視聴を可能にした.

引用文献

- (1) 厚生労働省: 第141回社会保障審議会介護給付費分科会 参考資料1 福祉用具貸与 (2017) <https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000168709.html> (2018.10.2018 取得)
- (2) Zuniga et al. (2018) Coactivation inDex of childRen with congenital upper limb reDuction Deficiencies before anD after using a wrist-Driven 3D printed partial hanD prosthesis. Journal of NeuroEngineering anD Rehabilitation Vol.15:48 <https://doi.org/10.1186/s12984-018-0392-9>
- (3) 浅見豊子 Jpn J Rehabil MeD (2017) 義肢装具における3Dプリンターの活用 Vol.54(5), 392-393
- (4) 中川雅人 他.(2018) 福祉用具作成における3Dプリンタ活用の可能性-介護現場へのインタビュー調査から-中部学院大学・中部学院大学短期大学部 研究紀要 第19号(2)49-56

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 硯川潤	4. 巻 21
2. 論文標題 3Dプリンタを用いた自助具製作	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本生活支援工学会誌	6. 最初と最後の頁 18-26
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 有
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 澤田有希 竹嶋理恵 長谷川辰男 石井孝弘 黒川喬介 小橋一雄	4. 巻 17
2. 論文標題 3Dプリント自助具について理解するための作業療法学生教育プログラムの検証	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 帝京科学大学紀要	6. 最初と最後の頁 105, 114
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 有
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 硯川潤	4. 巻 35
2. 論文標題 3Dプリンタを活用した自助具製作の考え方 -技術に溺れないために-	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 リハビリテーション・エンジニアリング	6. 最初と最後の頁 58, 63
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 Jun Suzurikawa, Yuki Sawada, Miwa Sakiyama, Motoi Suwa, Takenobu Inoue, TomokoKondo	4. 巻 18
2. 論文標題 Perspectives of Multidisciplinary Professional Teams during Assessment Processes for ATD Selection in the Japanese Public Provision System	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 2697 ~ 2697
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/ijerph18052697	査読の有無 有
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 澤田 有希, 長谷川 辰男, 竹嶋 理恵, 黒川 喬介, 岡本 絵里加, 小橋 一雄, 石井 孝弘	4. 巻 16
2. 論文標題 作業療法領域での3Dプリンタの活用に関する現状	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 帝京科学大学紀要	6. 最初と最後の頁 187, 193
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 有
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 Yusuke Harada, Yuki Sawada, Jun Suzurikawa, Rie Takeshima, Tomoko Kondo	4. 巻 6
2. 論文標題 Short-Term Program on Three-Dimensional Printed Self-Help Devices for Printed Self-Help Devices for vices for Occupational Therapy Students: A Pre-Post Intervention Study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Occupational Therapy Education	6. 最初と最後の頁 1-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.26681/jote.2022.060308	査読の有無 有
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7件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 近藤 知子, 小野 沙絵, 北 瑞希, 弓田 美織, 由本 舞
2. 発表標題 ボランティアの人々が携わる自助具作り: 作業療法士との連携の可能性
3. 学会等名 第17回東京都作業療法学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 澤田有希, 原田祐輔, 竹嶋理恵, 硯川潤, 近藤知子
2. 発表標題 作業療法学生に対する3Dプリンタによる自助具の教育プログラム オンライン授業での実施報告
3. 学会等名 第55回日本作業療法学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 澤田有希 竹嶋理恵 長谷川辰男 石井孝弘 黒川喬介 小橋一雄
2. 発表標題 3Dプリント自助具について理解するための作業療法学生教育プログラムの検証
3. 学会等名 第54回日本作業療法学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 硯川潤, 杉本みゆき, 田中匡, 水谷とよ江, 森口治奈
2. 発表標題 障害者支援施設における自立訓練で製作された3D プリント自助具の長期評価
3. 学会等名 LIFE2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 澤田 有希, 長谷川 辰男, 竹嶋 理恵, 黒川 喬介, 岡本 絵里加, 小橋 一雄, 石井 孝弘
2. 発表標題 作業療法士が作製する 手作り自助具の分析 ～3D プリンタを活用した 自助具作製に向けて～
3. 学会等名 第34回リハ工学カンファレンスinさっぽろ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 澤田有希、原田祐輔、竹嶋理恵、硯川潤、近藤知子
2. 発表標題 作業療法学生に対する3Dプリント自助具教育プログラム（第3報）－2019年度と2022年度の比較－
3. 学会等名 第56回日本作業療法学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 澤田有希、原田祐輔、竹嶋理恵、硯川潤、近藤知子
2. 発表標題 3Dプリンタによる自助具制作－作業療法学生に対する教育プログラムの影響－
3. 学会等名 第54回日本作業療法学会
4. 発表年 2020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
研究分担者	澤田 有希 (Sawada Yuki) (40747995)	帝京科学大学・医療科学部・講師 (33501)	
研究分担者	硯川 潤 (Suzurikawa Jun) (50571577)	国立障害者リハビリテーションセンター(研究所)・研究所 福祉機器開発部・研究室長 (82404)	
研究分担者	原田 祐輔 (Harada Yusuke) (60611001)	杏林大学・保健学部・助教 (32610)	

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
---------	---------