

作業療法領域での3Dプリンタの活用に関する現状

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

帝京科学大学医療科学部作業療法学科

Utilization and education of 3D printer in occupational therapy field

Yuki SAWADA Tatsuo HASEGAWA Rie TAKESHIMA Kyosuke KUROKAWA
Erika OKAMOTO Kazuo KOBASHI Takahiro ISII

キーワード：3Dプリンタ、作業療法、自助具、作業、教育

I. はじめに

3Dプリンタとは、3DCADデータを基に立体（オブジェクト）を造形する機器のことである（図1、2）。3次元のオブジェクトを造形することは3Dプリンティングまたは三次元造形と呼ばれる。初期のものは1980年代に開発され、実用化されていたが、非常に高価で企業や事業所などでの利用が主で

あった。しかし、2000年代後半より、低価格のものが発売され、個人にも導入されるようになっていく^{1, 2)}。しかし、価格帯によって、オブジェクトが造形されるベッドを自動で水平にしてくれる自動キャリブレーション機能の有無や温度・湿度の管理などの機能に違いが出たり、購入後のサポートの違いがあったりと、低価格ほど使用者の高度な技術が必要となる。

従来3Dプリンタは、金型なしでパーツを造る技術であり、企業では試作のための機械と位置付けられていた。一般的な製品を作る際には、CADソフトを使ってデザインし、試作品を作って確かめることを繰り返した後、実際の製品が製造される。その試作品を作るために3Dプリンタが用いられてきた¹⁾。しかし、近年、試作品ではなく、市販された製品にも三次元造形によるものがある。3Dプリンタのパーツを用いたロケットが開発³⁾や、医療分野ではインプラントが三次元造形されている⁴⁾。3Dプリンタを用いた多様なモノづくりが行われるようになっていく現状がある²⁾。

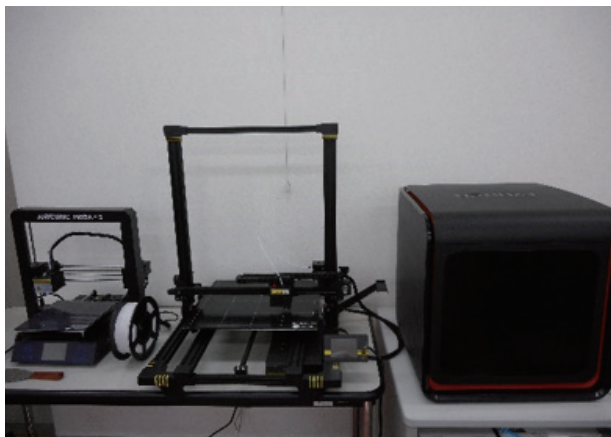


図1 3Dプリンタ (左2台：ANYCUBIC、右：UPBOX+)



図2 オブジェクト (フクロウのフィギュア)



図3 3Dプリンタで作製した自助具例

このような3Dプリンタを作業療法学科として購入し、研究を進める背景には、近年3Dプリンタを用いた自助具作りが作業療法士（以下、OTR）によって行われていることにある（図3）。OTRは、食事や排泄などにおいて箸やトイレトーパーなどの操作が困難な場合には、これを可能にする用具（福祉用具や自助具など）を、対象者の身体状況や生活環境を考慮しながら適合している。自助具を作製する際には、様々な道具や素材が用いられている。3Dプリンタが低価格になったことや、比較的扱いやすくなったことから、就職先となるような施設で導入し、自助具を作製している事例が出始めており^{5, 6)}、学生が卒業し就職するころには使用している施設も徐々に増えてきていることが予想される。そこで、本報告では、3Dプリンタを用いた自助具作製の現場の状況を把握すること、および、今後自助具作製時および作業療法において、どのように3Dプリンタを用いることができるのか、さらにその教育の必要性について考察することを目的とした。

II. 3Dプリンタを用いたモノづくりをする現場の視察

作業療法分野でどのような活用が可能なのかを検討するため、現状で3Dプリンタを用いた自助具づくりなどの報告を行っている施設や企業を見学することとした。まずは、自助具づくりについて学会等で発表していた国立障害者リハビリテーションセンター研究所を視察し、そこから他3か所を紹介してもらい視察した。視察は2018年12月から2019年8月の間に筆者らが行った。

1. 国立障害者リハビリテーションセンター研究所

研究所の福祉機器開発部の硯川らは、2015年ごろより、3Dプリンタを用いた自助具づくりに取り組んできた。硯川らは、ワークショップを通して、障害当事者と共に3Dプリンタをどのように活用できるか、どんな自助具が必要かの議論を重ね、当事者からのニーズを集めながら様々な自助具を作製してきた⁷⁾。2017年度からは、川崎市（社会福祉法人川崎市社会福祉事業団）と共同研究し、障害当事者、エンジニア、OTRとともに、生活を支援する自助具づくりを行ってきた⁸⁾。

また、同センター内の自立支援局（指定障害者支援施設）のOTRと連携して自助具を作製していた。まず、自立支援局のOTRが対象者を評価し必要な

自助具を考案し、次に研究所の研究員が3DCADデータを作り、自助具を試作した。その試作品を自立支援局のOTRが対象者に試し、評価を行い、対象者に適した自助具を提供していた⁹⁾。

2. 株式会社イグアス3Dソリューションセンター

株式会社イグアスは、3Dプリンタ本体の販売を行う企業である¹⁰⁾。国立障害者リハビリテーションセンターと協力し、OTRに自助具開発の啓発を行う活動に取り組んでいた。3Dソリューションセンターは、3DSystems社が提供する3Dプリンタを体験できる総合的な施設となっており、サンプル等も展示されていた。見学の中では、実際の機械や造形方法について説明を受けた。

3Dプリンタのメリットは、「金型なしでパーツを造る技術」のため、デザインしたものをすぐに確認することができて、試作による確認作業の短縮が実現したことにあるとの話であった。一方、3DCADデータが必ず必要であることや、後処理作業が必ず必要であることがデメリットとして挙げられるとのことだった。担当者によると、3Dプリンタは対象者に合わせて素早く、細かくモデリングできるので、自助具作製に向くと考えられていた。また、スキャンニングと組み合わせることで、現状の対象者の姿勢を取り込んで、それに合わせたモデリングも可能であるとの話があった。

3. ファブラボ品川（ICTリハビリテーション研究会）

ファブラボ品川では、OTRの林と建築士の濱中らを中心に、OTRを中心としたモノづくりの提案をしており、当事者をチームメンバーに加えて福祉に特化したモノづくりイベントを実施している。前述の国立障害者リハビリテーションセンターやイグアスとは異なり、OTRが中心となり、3DCADデータを扱い、自助具の作製を行っている。ファブラボ品川では、作製された自助具を見せてもらい、3DCADデータの共有サイトを通じてダウンロードして使用する具体的な方法についてレクチャーを受けた。また、3Dプリンタだけでなくデジタルファブリケーションを中心にしたモノづくり・自助具づくりの普及について話を伺った。最近では、病院への3Dプリンタ導入支援や、OTR向けの自助具作製の本を出版している^{11, 12)}。

4. 日本科学未来館（メディアラボ：ぴったりファクトリ）

日本科学未来館のメディアラボ21期の展示において「ぴったりファクトリ」と題し、慶応義塾大学の田中教授らの3Dプリンタを用いた研究に関する展示が行われていた（2019年9月1日まで）。前述のファブラボ品川で作られた自助具が多数展示されており、人にぴったり合わせて作る典型例として示されていた。また、3Dプリンタの素材の違いや食品を印刷できる3Dプリンタの展示などが見られた¹³⁾。

田中は、ネットワークと3Dを組み合わせた創造性支援の研究をかねてより行っており、日本におけるファブラボの推進者としても知られている¹⁾。前述のファブラボ品川やそのメンバーとも関わりを持っている。

5. その他

視察することはかなわなかったが、八雲病院（北海道）の作業療法室では、「ひらけごま」というサイトを通して、筋ジストロフィーの当事者自らが3Dプリンタを用いて自助具を作製している事例がある¹⁴⁾。

Ⅲ. 作業療法士が作製する手作り自助具の分析

OTRは、多様な種類の自助具が市販されている現在でも、個々に合わせた自助具を手作りしている。3Dプリンタを用いた自助具活用の可能性を探るため、これまでにOTRが作製した手作り自助具について分析を行った。

1. 方法

過去10年間（2009～2018年）の日本作業療法学会抄録集を用いて抄録を検索した。抄録集のキー

ワード検索機能を用いて、キーワードを「自助具」とし検索したところ、75件が抽出された。これに、手検索で15件を追加して、合計90件の抄録について3Dプリンタに関連した報告について確認した。また、90件のうち26件は、既存の自助具を活用した事例報告と、企業と自助具開発をした報告であり、それらを除いた64件に対して、手作り自助具の用途を分析した。

2. 結果

1) 3Dプリンタに関連した報告

表1に一覧を示した。2016年に3Dプリンタという言葉が初めて登場するが、OTRが3Dプリンタを用いて自助具を作製したのではなく、企業側が食器の形の試作品として3Dプリンタを使用した報告であった。このことから、3Dプリンタを用いた自助具作製の最初の報告は2017年であった。森口らは患者と共に自助具をデザインした報告を、渡邊は、行政所有の3Dプリンタを地域団体と共に活用して自助具を作製できないか模索した報告であった。2018年には、装具の継手を3Dプリンタで作製した報告がなされていた。

2) 手作り自助具の用途

表2に手作り自助具の用途を分類して示した。64件の報告に75種類の自助具が報告されていた。そのうち、38の自助具は重複した用途はなく、多岐にわたっていることが示された。「浴衣を着る」「三味線を演奏する」など非常に個別性の高い自助具も散見された。また、市販されているソックスエイドや靴べらなどの自助具についても、対象者との適合のために、改良や作製をしていた。爪切りやミキサーなどの既製品に合わせて作製するものも含まれていた。さらに、対象者別や試作過程で複数個作製

表1 3Dプリンタに関する学会発表

発表年	著者	タイトル
2016	田中麻里・他	京都の伝統産業で作る介護食器プロジェクト
2017	森口真・他	患者と共にデザインする新たな自助具 －作業療法における3Dプリンターの可能性－
	一木愛子・他	3Dプリンタで作成した自助具の紹介 －食事と書字が可能になるために－
	渡邊隼人	当院における自助具作製を通じた地域との連携 －地域の活性化と先進技術の活用－
2018	萩野光香・他	上肢骨腫瘍に対する肘スプリントでの保存的治療の試み －3Dプリンター製肘継手を用いて－
	一木愛子・他	頸髄損傷者の書字と食事用自助具の考案 －動作の安定を目指して－

表2 手作り自助具の用途の分類

分類	用途	重複しない用途	すでに市販品のあるもの	既製品に合わせる必要あり	複数作製されていたもの
更衣	靴下をはく（ソックスエイド）		○	○	○
	靴を履く（靴ペラ）		○	○	
	上衣を着る			○	○
	浴衣を着る	○		○	
	着衣する	○		○	
	ズボンを脱ぐ	○		○	
整容	爪を切る（爪切り）		○	○	
	髪を結う				○
	電動歯ブラシを使う			○	
	電動髭剃りを使う			○	
	流涎を防ぐ（マスク）	○			
コミュニケーション	コミュニケーションをとる（スイッチ・文字盤）		○	○	
	ナースコールを押す（スイッチ）	○		○	
	電動車いすを操作する（スイッチ）	○		○	
	パソコンを操作する（スティック）	○	○	○	○
食事	スプーン・フォークを使う		○		○
	箸を使う		○		
	スプーン・フォークを持つ（カフ）		○	○	○
	紙コップを置く（紙コップホルダー）	○	○	○	
	食事をとる（スリング）	○	○		
医療行為	片手でインシュリンを注射する			○	
	カニューラを外す時間を短縮する	○		○	
	薬を塗る	○			
	座薬を挿入する	○	○	○	
	服薬する	○	○	○	
IADL	ハンドミキサーのボタンを解除する	○		○	
	車のシートベルトを解除する	○		○	
	洗濯物を干す（洗濯角ハンガー）	○	○	○	
	調理する（フィンガーガード）	○	○		○
入浴	体を洗う	○	○		
	足を洗う	○			
	髪を洗う	○			
排泄	脱衣	○			
	自己間欠導尿を行う（バルーンホルダー）	○		○	
	特殊尿器で排尿する	○		○	
機能改善	すくみ足を改善させる				
	手関節の機能的肢位を保持する				
その他	ベッドを操作する（ベッドコントローラー）			○	
	ものを持つ（リーチャー）		○		○
	移乗する（プッシュアップ台）	○	○		
	コンパスの代わりに円を書く	○			
	掛け布団を動かす	○			
	背中を搔く	○			
	三味線を演奏する	○		○	
	本を取り出す	○		○	

した自助具が存在した。

3. 考察

1) 明らかになった手作り自助具の用途の特徴と3Dプリンタの特徴との比較

林¹⁵⁾が先行文献で述べている3Dプリンタの特徴と、今回明らかになった手作り自助具の特徴を比較した。

1点目として、既製品に合わせて作製するものが含まれていたことや、市販されている自助具についても、対象者との適合のために改良や作製をしていたという特徴は、3Dプリンタの「失敗してもすぐに作り直すことができる」「3DCADデータを変更できる」という特徴を生かすことができると考える。対象者や既製品等の環境との適合が不十分な場合にはすぐに調整して作り直すことができる。また、生活環境にある物品に合わせて3DCADデータを調整することも可能である。

2点目として、重複する用途が少なく、個別性の高いニーズの自助具を作製していたという特徴があったが、一人のOTRが一生に一度しか出会わない用途の自助具であっても、全国的・世界的に見れば、同じものを作っている可能性がある。それゆえ、「3DCADデータを共有できる」という3Dプリンタの特徴を生かすことができる。手作り自助具についてのデータベースはテクノエイド協会が提供しているが、認知度が低いことや、自由に登録することはできない。一方、3Dプリンタの3DCADデータに関しては、Thingiverse¹⁶⁾という世界的なデータ共有サイトが存在する。自助具に特化したものではないが、多くの自助具が登録されており、ダウンロードして使用することが可能である。また、自分で作製した自助具を登録することも可能である。このことを活かせば、既製品の仕様に合わせる必要があり、商品化が難しいような自助具であっても、3DCADデータをすぐに共有し、必要な時・場所で三次元造形することができる。

3点目として、複数製作した自助具があったという特徴は、3Dプリンタが同じものを複製することが容易であるという特徴を生かすことができる。

2) 3Dプリンタの限界と今後の使われ方

OTRは、市販の自助具の一部を改良することの方が多かった。このことから、3Dプリンタを用いたとしても、一からCADソフトを用いてモデリングするよりも、既存の3DCADデータの一部を変更するような使い方のほうが多くなっていくと予想され

る。

また、抄録では、字数制限上、多くの場合は素材を明らかにできなかったが、素材の問題やほかの用具を用いたほうがメリットのありそうな自助具も多々ある。3Dプリンタは、自助具のすべてを作るのではなく、3Dプリンタに向くものと向かないものが存在する。具体的には今回の分析では明らかにすることはできなかったが、OT室に既存にある木工用具やミシンなどに加えて3Dプリンタが使われる可能性が考えられる。

IV. 作業療法における3Dプリンタの活用の範囲

視察や手作り自助具の分析で明らかになったように、3Dプリンタは、自助具や装具など対象者にとって最適な環境を整える手段として用いることが可能である。

自助具を作製している3Dプリンタの多くは、低価格帯のものである。前述したように、低価格帯の3Dプリンタは個人ユーズを見込んでいる。一般的なユーザーは、フィギュアやアクセサリの作製などの趣味的なモノづくりが中心である。作業療法では対象者の余暇活動を支援することがあり、手芸や木工、園芸、陶芸などの趣味的な活動を用いることもある。一方で、頚髄損傷者や難病患者に対しては、提供できる活動が制限される。そのような対象者もパソコンやタブレットは使用できる場合が多く、その支援をOTRがする。3Dプリンタを使用したモノづくりは、パソコンが使えれば、これまで余暇活動が制限されてモノづくりができなかったような対象者でも可能な活動であり、創作や表現を楽しむ手段としての3Dプリンタの使い方がある。

さらに、八雲病院「ひらけごま」や森口ら¹⁷⁾の報告は、患者自らが自助具をデザインする事例である。デザインした自助具の3DCADデータを公表することで、障害があっても社会貢献につながり、さらには、それ自体が仕事につながる可能性も秘めていると考える。

V. 教育の必要性

現状では、ICTリハビリテーション研究会を中心に、講習会が開かれており、臨床のOTRを対象とし、3Dプリンタを中心としたデジタルファブリケーションを用いる方法が学べる。最近では、林らがOTR向けに3Dプリンタでの自助具作製の本も出版し¹³⁾、臨床のOTRにとっては学びやすい環境になってきた。

しかし、臨床のOTRが学ぶためには、自助具作製に「3Dプリンタ」が活用できるという知識がなければ講習に向かうことはない。つまり、学生のうちから、3Dプリンタを用いた自助具作製の経験があることが、卒業後、より理解を深めるための講習を受ける意欲につながると考える。

現在、作業療法領域では、大学院教育として3Dプリンタが取り入れられた例とICTリハビリテーション研究会が研究会で作った自助具を学生に評価してもらい授業を行い、ブログやFacebookを通じて公表しているが、3Dプリンタを用いた自助具作製の大学教育に関する報告は散見されない。そこで、本学作業療法学科では、2019年度後期の「生活適応学実習」において、3Dプリンタを用いた自助具作製プログラムを授業内で実施し、対外的に示したいと考えている。授業については、次報でまとめたい。

VI. まとめ

今回、3Dプリンタを活用している場面の視察および手作り自助具の分析を通じて、作業療法における3Dプリンタ活用の可能性とその教育の必要性について検討した。3Dプリンタは、環境を変える手段として、創作や表現を楽しむ手段として、社会貢献・仕事の手段として、作業療法で用いることができる可能性を秘めていると考える。また、臨床のOTRの教育も大事だが、大学生のうちから3Dプリンタをはじめとしたデジタルファブリケーションを用いたモノづくりの可能性を知ることは、卒業後にOTRとして臨床現場に出た際に、自助具作製場面や頸髄損傷・難病者の趣味的支援をする場合など、提供できる活動の可能性が広がると考える。

なお、本研究は、平成30年度教育推進特別研究費（3Dプリンターによる自助具制作のための作業療法教育プログラムの検討、研究代表者：澤田有希）を用いて実施した。

文献

- 1) 田中浩也：SFを実現する－3Dプリンタの想像力。（講談社現代新書2265）講談社，東京，2014.
- 2) 水野操：3Dプリンタで世界はどう変わるのか。宝島社，東京，2013.
- 3) 3DP id. arts：世界初の3Dプリントロケットがいよいよ宇宙へ（2016-03-27）. URL：https://

idarts.co.jp/3dp/rocket-lab-electron/（参照日：2019年9月4日）

- 4) 3DP id. arts：英国医療チーム3Dプリントインプラント移植手術に成功（2019-08-23）. URL：https://idarts.co.jp/3dp/qeh-3d-printed-ribcage-implant/（参照日：2019年9月4日）
- 5) かなえるリハビリ訪問看護ステーション：ブログ>3Dプリンター導入！（2019-01-16）. URL：http://houmonkango.kanaerulink.co.jp/2019/01/16/3dprinter/（参照日：2019年9月4日）
- 6) ベストリハ：BRコラム>3Dプリンターで自助具作成（2019-08-07）. URL：https://bestreha.com/brc/3dプリンターで自助具作成（参照日：2019年9月4日）
- 7) 国立障害者リハビリテーションセンター研究所福祉機器開発部福祉機器開発室：自助具ワークショップ>3Dプリンタで作る自助具のデザイン. URL：http://www.rehab.go.jp/ri/kaihatsu/suzurikawa/res03_jijogu.html（参照日：2019年9月4日）
- 8) 川崎市：3Dプリンタを使った自助具作成のデザイン（2019年6月6日）. URL：http://www.city.kawasaki.jp/280/page/0000096370.html（参照日：2019年9月4日）
- 9) 硯川潤，杉本みゆき，田中匡，水谷とよ江，森口治奈：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，LIFE講演要旨集，2019：p.50，2019.
- 10) 株式会社イグアス：3Dソリューションセンター，URL：http://www.iguazu-3d.jp/showroom/solutioncenter/（参照日：2019年9月4日）
- 11) ファブラボ品川：ファブラボ品川，URL：https://fablab-shinagawa.org/（参照日：2019年9月4日）
- 12) 田中浩也・監修，林園子・編：はじめてでも簡単！3Dプリンタで自助具を作ろう。三輪書店，東京，2019.
- 13) 日本科学未来館：日本科学未来館 常設展示メディアラボ，URL：https://www.miraikan.jst.go.jp/exhibition/future/lab/medialabo.html（参照日：2019年9月4日）
- 14) ひらけごま：ひらけごま，URL：https://www.hirake55.com/（参照日：2019年9月4日）
- 15) 林園子：作業療法とデジタルファブリケーショ

- ン-ICTを利用した自立支援としての一考察,
作業療法ジャーナル, 52 (6) : 532-536, 2018.
- 16) Makerbot : Thingiverse, URL : <https://www.thingiverse.com> (参照日 : 2019年9月4日)
- 17) 森口真, 坂井麻里子, 佐藤大樹, 中島孝 : 患者と共にデザインする新たな自助具-作業療法における3Dプリンターの可能性-. 日本作業療法学会論文集, 51 : PL-1C05, 2017.

