

令和 3 年 6 月 22 日現在

機関番号：33918
 研究種目：基盤研究(C) (一般)
 研究期間：2018～2020
 課題番号：18K02084
 研究課題名(和文) デジタルファブリケーションを活用した地域連携・協同型支援機器提供システムの開発

研究課題名(英文) Development of a System for Facilitating Collaborative Assistive Technology Provision with Digital Fabrication

研究代表者
 渡辺 崇史 (WATANABE, Takashi)

日本福祉大学・健康科学部・教授

研究者番号：30410765

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)： 障害のある人々の個別性に適合した支援機器を提供するために、デジタルファブリケーションの利点を活かした、新たな地域連携・協同型支援技術サービスの提案を目的として取り組んだ。

本研究では、3Dプリンターを利用して製作可能なデータを掲載したコラボレーション型支援機器データベースウェブサイト(SS-AT, <http://ss4at.nanalabo.co>)と、3Dプリンターを使った支援機器の製作改造相談に対処できる人材養成プログラムを開発し、実証的に取り組んだ。その結果、デジタルファブリケーションを活用した支援技術サービスのプロセス構築と、多様な地域資源との連携方法に関する知見を得ることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本各地で開催した3Dプリンターを活用した支援機器の製作改造に関する講習会の実施によって、今後の地域間で連携した支援技術サービスの展開に繋がる関係を構築することができた。また、開発したコラボレーション型支援機器データベースウェブサイトは、インターネット上のクラウドサービスの発展を背景として、お互いの経験情報を共有し製作改造を伴うよりよい支援機器の提供に寄与できること、そして国内外問わず、地域団体や専門職との協同による広域型支援技術サービスの展開に貢献できることから、今後も継続して実践的に取り組むべき研究領域であると確信している。

研究成果の概要(英文)： Assistive technology service (ATS) is essential for adapting assistive devices to the individual needs of users with disabilities. However, ATS often depends on the empirical knowledge and experience-based skills of individuals or the regional community. The issues of production or remodeling are significantly related to these problems. In this study, collaborative ATS was proposed to facilitate provision of assistive devices. For the purpose of facilitating, the Support System for Assistive Technology (SS-AT, <http://ss4at.nanalabo.co>), an online database of assistive devices produced using a 3D printer, was created with a cloud database. training programs to learn effective use of 3D printing technology for assistive technology service were also planned, and then conducted experimental workshops. As the result, we obtained new knowledge involved processes of community-based ATS in cooperation and collaboration with distant regional communities using digital fabrication.

研究分野：アシスティブテクノロジー

キーワード：支援技術 デジタルファブリケーション クラウド型データベース 3Dプリンター 地域支援 相談システム 多職種連携 リハビリテーション工学

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

障害がある人のためのテクノロジーは Assistive Technology(以下、支援技術)とよばれる。支援技術は、福祉用具も含めた機器道具を示す Assistive Technology Device(以下、支援機器)と、支援機器の提供・入手手段を示す Assistive Technology Service(以下、支援技術サービス)の両方を意味する。何らかの障害があり支援機器を必要とする人(以下、利用者)に対しては、身体的、心理的、社会的要因等に適合した支援技術サービスが展開され、その結果として支援機器が提供されなければならない。これは、支援機器が ICF(国際生活機能分類)の環境因子に含まれることから明らかである。

支援技術サービスの主たる対応方法は、支援機器の「選定・調整」であるが、多様な個性に対応することが必要不可欠であるため、支援機器を「製作・改造」することで対処する場合も多い。例えば、身体採型による座位保持クッションの製作、コミュニケーション関連機器操作のためのスイッチ製作、個々の利用者の活動や身体状況に合わせた自助具の製作等がある。

しかしながら、実際の「製作・改造」による支援技術サービスは、さまざまな課題を内在している。例えば、利用者の身体状況の変化や生活・活動ニーズに対応するために、タイミングよく、かつ継続的に支援技術サービスが行われる必要があり、適切に行われないと利用者の生活や活動に制限を与えてしまう。特に進行性疾患による障害がある利用者や障害のある子どもの場合、機会損失による影響が大きい。また「製作・改造」は、個別対応のために試作を繰り返しながら一品製作をすることから、人的・時間的・経済的コスト高になること、加えて、特定の支援者や経験豊富な支援者によって行われ、他の経験の浅い支援者では対応できないこともしばしばあり、製作品の再現性の確保が困難になる等の課題がある。

2. 研究の目的

本研究は、前述した「製作・改造」支援技術サービスにおける課題に対処し、利用者が生活する地域にて、よりよい支援技術サービスが展開されるように、デジタルファブリケーション(3Dプリンターやレーザーカッター、デジタルデータ等を介したものづくり技術)の利点を活かしたシステム構築と地域で活動できる人材育成を通して、あらたな地域連携・協同型の支援技術サービスの方法を提案することが目的である。

また本研究は、支援機器の「製作・改造」手段を単に 3D プリンターによるものづくりに置き換えることではなく、3D プリンター等のデジタルファブリケーションを活用することで、特定の地域での支援技術サービスに留まらず、地理的に離れた地域の経験情報も社会資源として相互利用できるようにし、広域かつ地域に根ざした新たな支援技術サービス提供手段を創出することが特色である。

3. 研究の方法

(1) 再設計・再編集が可能なコラボレーション型支援機器データベースの開発

先行研究(障害のある人の個性に対応する支援機器相談・提供システム構築に関する実証的研究(平成 27-29 年度、科研費基盤研究(C)、研究代表者)にて試作した支援機器データベースを基にして、3D プリンター等にて製作可能な支援機器を掲載したコラボレーション型支援機器データベースの開発に取り組んだ。掲載する支援機器データ作成には、パラメータアプローチ(設計時の各部寸法を変更可能な変数(以下、パラメータ)とすることで柔軟かつ、多様な形状を設計できるようにする方法)を採用した。本研究では特に、利用者と支援機器との適合に重要な寸法や、個性に応じた支援機器の機能を満たすために重要な寸法をパラメータとし、利用者のニーズや身体状況に応じて、各部の寸法や大きさ等を修正・改良できる編集機能の実装に取り組んだ。

また、パラメータ決定時の参考になるように、作業療法士やリハビリテーションエンジニア等の専門家や支援機器相談実践者の知識や技術、および利用者からのフィードバック(以下、支援経験情報)を各支援機器に付加させる仕組みの実装に取り組んだ。加えて、お互いの経験情報を共有する支援者利用者間の情報共有機能(以下、コミュニティ機能)の開発にも取り組んだ。

(2) 地域でデジタルものづくりができる人材養成のための研修プログラムの開発

3D プリンターや 3DCAD 等の 3D プリンティング関連技術を活用して、支援機器を製作改造する技能を修得し、地域にて支援技術サービスができる人材養成プログラムの開発に取り組んだ。当該プログラムの対象は、利用者と支援者を対象とした。ここで言う支援者とは、医療福祉関連の専門職、地域の自助具製作ボランティア、特別支援学校の教員、地域にて支援機器の適合相談等に関わる人とした。

そして立案したプログラムに基づいたデジタルものづくり講習会を試行的に実施し、参加者のデジタルものづくりに対する興味関心および、支援技術サービスへ利活用することの意欲関心の変化に関する意見を分析し、デジタルファブリケーション活用による地域での支援技術サービスの有用性について考察した。

(3) デジタルファブリケーション活用による地域での支援技術サービス有用性の検証

前述(1)、(2)の研究成果を基にして、3D プリンターを活用した支援技術サービス活動を試行し、

地域でのあらたな支援技術サービスとしての有用性やシステム構築に向けた課題を明らかにすることに取り組んだ。その方法として、既に3Dプリンターが利用できる環境が整っている地域での支援機器の製作・改造が伴う相談事例に対処することと、地理的に離れた活動団体や専門家とのコラボレーションによる広域型支援技術サービスの実施を試みた。

4. 研究成果

(1) コラボレーション型支援機器データベースの開発

3Dプリンターを利用して製作可能な支援機器を掲載した、支援機器データベースウェブサイト(Support System for Assistive Technology, <http://ss4at.nanalabo.co/>, 以下、SS-AT)を開発した(図1)。SS-ATはクラウド型データベースアプリケーションであるAirtableと、そのAPIを利用して作成した。また、多様なユーザーの利用を想定して、OSの種類や情報端末の機種を問わず、パソコン、スマートフォンやタブレットからSS-ATにアクセスでき、日本語と英語の二カ国語対応としたこと、そして、アクセシビリティ評価ツール(miChecker)を用いて、JIS X 8341-3:2016(高齢者・障害者等配慮設計指針—情報通信における機器、ソフトウェア及びサービス—第3部：ウェブコンテンツ)に基づくウェブアクセシビリティに対応させた。

SS-ATには、パラメータアプローチによって設計された支援機器デジタルデータとして、ADL(日常生活動作)や生活の中で必要な各種自助具、タブレット・スマートフォン用キーガード、ジョイスティック等の、3Dプリンターで造形可能な三次元形状データ(STL形式データ)と、3DCADを用いて設計変更可能なデータも掲載した。これらのデジタルデータは、インターネット上で利用可能な3DCADソフトウェアであるFusion360やTinkerCAD(共にAutodesk製)、プログラミング感覚でデータを作成できるOpenJSCAD(オープンソースソフトウェア)等を用いて扱うことができる。そして、各支援機器デジタルデータには、国際的非営利組織であるCreative Commonsが提供するCC BY-NC 4.0ライセンス(データの共有・複製・改変を可能とするが、非営利目的利用であり、元データのリンク先を明示すること)を付加したので、利用者に合わせて、あるいは、利用者自身が支援機器の再設計・再編集を可能とし、デジタルデータを有効利用できるようにした。

さらに、コラボレーションによる支援技術サービスが促進されるように、各支援機器データに支援経験情報を付加するとともに、コミュニティ機能を組込んだ。具体的には以下の3つの投稿機能を開発し実装した(図2)。投稿された情報はその書き込まれた内容を精査された後、誰もが閲覧することができる。これらの投稿機能を実装したSS-ATを、後述したデジタルものづくり講習会参加者に対して運用したところ、有用な機能であるとの評価を得た。

① 専門家や利用者からの助言やヒント等の投稿機能(図2中の、Posting tips from specialists and user feedback)

その支援機器を利用者に適合した形状やサイズにするために、設計や3Dプリンターによる造形時に役立つ各専門家からの助言やヒント、利用者からのフィードバックを投稿できる。

② 支援機器のアイデア投稿機能(図2中の、Sharing ideas with images and movies)

利用者は「こんなものが欲しい」等の支援機器に対する要望を書き込むことができるスペースである。書き込みはテキストのみならず、手書きイラスト、写真、動画等のデータ形式で投稿することができる。

③ 情報共有・交換のためのオンラインコミュニティプラットフォーム(図2中の、Communication with an online community platform)

コメントシステムの1つであるDisqusをSS-ATに組込んで、利用者や支援者が有する経験や役立つ情報を共有するとともに、その支援機器に関して議論できるオンラインコミュニティを実装した。

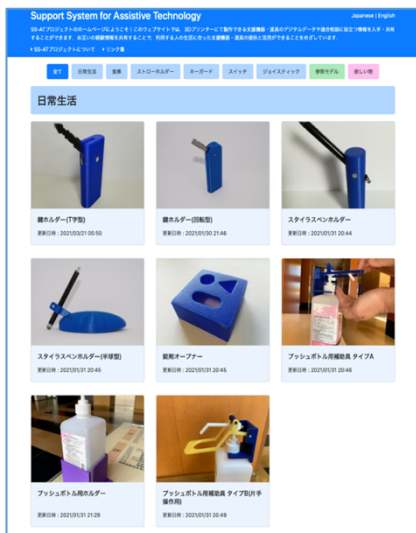


図1：SS-ATのhome page

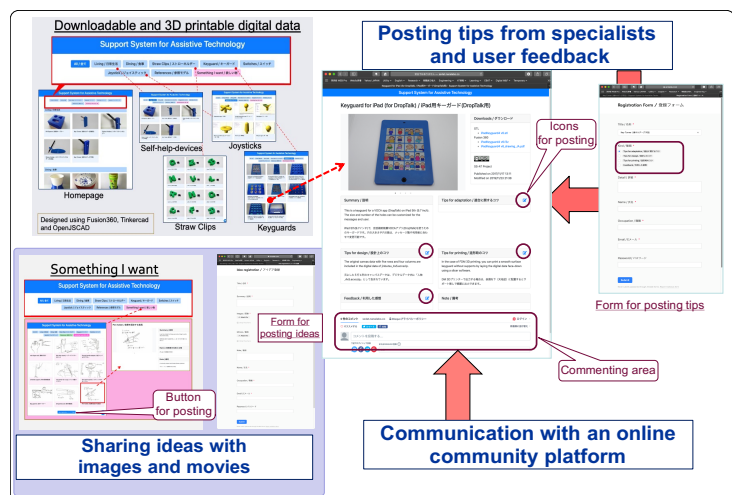


図2：SS-ATに実装した投稿・情報共有機能

(2)地域でデジタルものづくりができる人材養成

①支援者養成プログラムの開発

支援機器の「製作・改造」による対応は、何よりも利用者の身体状況やニーズ等を十分に考慮することが必要であることから、人材養成プログラムに求められる範囲を4つカテゴリーに分け、各カテゴリーに含まれる研修コンテンツを考案した(表1)。

②研修プログラムの立案と講習会の実施

表1の研修コンテンツに基づいて、支援者向けプログラムと利用者向けプログラムを立案した。利用者向けプログラムとは支援者だけでなく、3Dプリンターを使った支援機器製作に興味やニーズをもつ利用者やその家族も対象としたものである。

本研究期間中(2018年度から2020年度)において、支援者向け講習プログラムを1回(愛知県内)、利用者向けプログラムを4回(愛知県内、滋賀県内、大阪府内、沖縄県内)の計5回、日本国内にて実施した。全体として77名の参加者(15.4名/回)であった。また、各講習会実施後、参加者には5段階評価による講習会参加前後のデジタルものづくりに対する興味の変化と、自由記述による意見や感想を、アンケート用紙への記入にて求めた。

③デジタルものづくり講習会の実施例

ここでは、愛知県内で開催した支援者向けおよび利用者向け講習会の結果を報告する。参加者の内訳を図3と図4に示す。支援者向け講習会では65%の参加者が、利用者向け講習会では76%の参加者が参加前よりも参加後にデジタルものづくりに対する興味が向上した。また、参加前後で変化のなかった参加者は元々興味のレベルが高く、参加後に興味レベルが下がることは無く、多様な立場にある参加者から好評を得ることができた。

また、滋賀県開催では福祉用具の製作改造相談に応じている福祉用具展示場と、ものづくりスペースを有する大学の協力を、沖縄県開催では障害者ITサポートセンターとの共催、大阪府開催ではリハビリテーション専門職養成大学にて実施したので、今後の社会資源を活かした地域での支援技術サービスの展開に繋がる関係を構築することができた。

表1：各カテゴリー別の研修コンテンツ

カテゴリー		No.	研修コンテンツ
C1	デジタルものづくり技術	1	3DCADを使った機器の設計方法
		2	支援機器のデジタルデータ化とデータ変換の方法
		3	デジタル工作機械を使った支援機器の造形・加工方法
		4	デジタル工作機械の使用方法和メンテナンス方法
C2	障害に関する知識の理解	1	さまざまな障害の理解(機能障害の知識, ICFの理解等)
		2	障害がある人の生活の理解(ADL, 自立生活, 社会福祉制度等)
C3	支援機器適合に関する知識と技術	1	支援機器の機能と有効活用方法の理解
		2	支援機器を個別のユーザーニーズに適合させるための技能
		3	支援機器の専門家が有する技能の理解
C4	支援経験と利用者視点の共有・理解	1	支援機器と利用者ニーズに関する情報共有・ディスカッション(事例検討, フィールドワーク等)
		2	支援機器提供の実践経験(アウトリーチ活動等)

表2 デジタルものづくり講習会のプログラム

	実施内容	対応する研修コンテンツ	
		支援者向け	利用者向け
1	【講義】3Dプリンターを使ったモノづくりの方法(基礎編)	C1 : No.1,2,3	
2	【実習】便利な道具を作ってみよう(体験編)	C1 : No.1,2	
3	【実習】3Dプリンターで自助具作りを体験する		C1:No.3
4	【講義】利用者に合った道具作りのための工夫やヒント(基礎編)	C3 : No.2	
5	【実習】3DCADで自助具をデザインしてみる(基礎編)		C3:No.3
6	【体験ワーク】作った道具を試してみよう。便利な道具を考えてみよう(自助具アイデアを考えて発表)。	C4 : No.1	

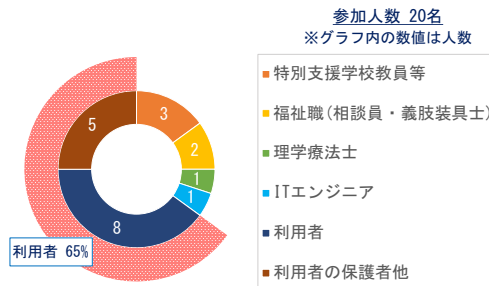
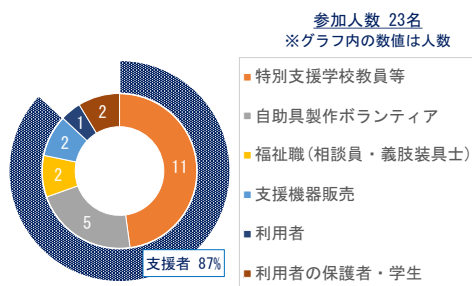


図3：参加者の内訳(支援者向け講習会)

図4：参加者の内訳(利用者向け講習会)

(3) デジタルファブリケーション活用による地域での支援サービス有用性の検証

既に 3D プリンター活用に対処できる地域資源を有する地域での特定地域型支援技術サービスと、地理的に離れた活動団体や専門職との協同による広域型支援技術サービスを実施した。この実施に合わせて、支援機器の製作改造機能を有する介護・実習普及センター(愛知県内)と、障害者 IT サポートセンター(沖縄県内)に 3D プリンターを貸出し設置した。

ただし、直接接触が伴う対面での相談や利用者の生活地域へのアウトリーチや研究協力施設等に出かけての相談等は、新型コロナウイルス感染予防対策のため、移動や同席人数の制限、あるいは、利用者の身体状況や地域の事情による実施中止等の事情により、実施回数を限定してリモートと直接対面を組み合わせた支援技術サービスを試行した。

特定地域型支援技術サービスでは、支援機器の製作改造機能を有する介護・実習普及センターの作業療法士やリハエンジニアと連携し、のべ 14 件の自助具の製作相談に対応し、3D プリンターを活用して設計・試作等を繰り返し、利用者に適合した製作自助具を提供した(図 5)。

広域型支援技術サービスに関しては、リハビリテーション専門職、特別支援学校の教諭等の協力を得て、姿勢保持、コンピュータアクセス、学習用具、食事等の活動を支援する福祉用具、各種機器・道具、環境整備等の相談を、オンライン会議システムを利用してリモートにて 4 回実施し、のべ 12 件の相談に応じた。

お互いのディスプレイ越しに確認できる内容はその場で情報提供等の対処をしたが、支援機器の製作改造が伴う事例、あるいは、利用者による支援機器の試用体験が必要な事例等については、利用者が生活する地域資源の活用や直接対面による対応等の支援技術サービスを現在も継続して行っている。

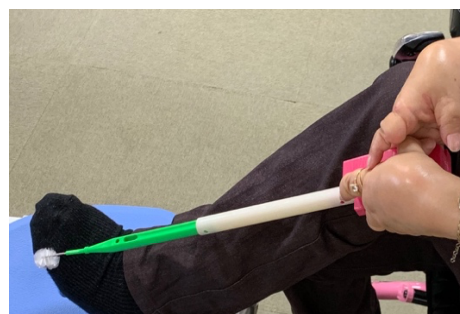


図5：対応事例(洗体用ブラシ柄の製作)

これらの試行的な取組みの結果、3D プリンターを活用した支援技術サービスのプロセス構築と、多様な地域資源との連携方法に関する次に繋がる知見を得ることができた。

(4) 今後の展望

本研究で取り組んだ 3D プリンターをはじめとするデジタルファブリケーションは、総務省平成 28 年度情報通信白書によると、「個人レベルでの新しいものづくりが可能となり、新しいイノベーション・経済・働き方の創出が期待されている領域」とされている。現在では、リハビリテーション関連施設、特別支援教育場面等での 3D プリンターの利活用は数多く報告されるようになった。また、義肢装具士が不足している国の診療所に 3D プリンターを設置し、他国で設計デザインされたデータをダウンロードして現地で義足を製作するという、地理的に離れた地域間連携プロジェクトも展開されている。

このように、本研究の SS-AT 開発でも活用した各種クラウドサービスの発展を背景として、デジタルファブリケーションの支援技術サービスへの適用は世界各地で行われている。よって、今後も継続して実践的に取り組むべき研究領域であると確信している。

今後は本研究で得られた知見を活かして、SS-AT の改良、デジタルファブリケーションを組み合わせたリモートアクセスによる支援技術サービス手法の開発、3D プリンターによる支援機器の製作改造対応ができる拠点整備等を通して、情報通信技術を用いた協同型支援技術サービス開発に取り組み、地域での支援技術サービス活動の充実と、新たな地域連携の仕組みの構築を目指す。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Takashi Watanabe, Mamoru Iwabuchi, Atsushi Shichi, Noriyuki Tejima and Hisatoshi Ueda	4. 巻 18
2. 論文標題 Website for Facilitating Collaborative Assistive Technology Provision with 3D Printing Technology	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Pacific Rim International Conference on Disability & Diversity Proceedings	6. 最初と最後の頁 -
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 渡辺崇史	4. 巻 48
2. 論文標題 支援機器製作・相談に活用するための3Dプリンタの基礎知識	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 総合リハビリテーション	6. 最初と最後の頁 1067-1074
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11477/mf.1552202079	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 Takashi Watanabe, Michiko Tawara and Katsuhiro Kanamori	4. 巻 3
2. 論文標題 Training Programs and Workshops for Assistive Devices Provision Using Digital Fabrication	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Pacific Rim International Conference on Disability & Diversity Proceedings	6. 最初と最後の頁 -
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 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 渡辺崇史, 上田喜敏, 手嶋教之, 巖淵守
2. 発表標題 地域でデジタルものづくりができる支援者養成プログラムの開発 -3Dプリンターを用いた支援サービス活動のために-
3. 学会等名 日本福祉のまちづくり学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takashi Watanabe, Mamoru Iwabuchi, Noriyuki Tejima, Hisatoshi Ueda
2. 発表標題 Proposal for Collaborative Assistive Technology Provision with Digital Fabrication
3. 学会等名 The 15th International Conference of the Association for the Advancement of Assistive Technology in Europe (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takashi Watanabe, Mamoru Iwabuchi, Mitsuru Tomiita
2. 発表標題 Prototype of Collaborative Online Database for Digital Fabrication of Assistive Devices
3. 学会等名 12th International Convention on Rehabilitation Engineering and Assistive Technology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡辺崇史, 巖淵守, 上田喜敏, 手嶋教之
2. 発表標題 デジタルファブリケーションを活用した協同型支援機器データベース構築への取組み
3. 学会等名 第33回リハ工学カンファレンス発表論文集
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>開発したコラボレーション型支援機器データベース: Support System for Assistive Technology(SS-AT) http://ss4at.nanalabo.co</p> <p>研究成果の学会発表「地域でデジタルものづくりができる支援者養成プログラムの開発 -3Dプリンターを用いた支援サービス活動のために-」は、日本福祉のまちづくり学会、第22回全国大会（東京）大会優秀賞を受賞した。</p>

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	手嶋 教之 (TEJIMA Noriyuki) (30288625)	立命館大学・理工学部・教授 (34315)	
研究分担者	巖淵 守 (IWABUCHI Mamoru) (80335710)	早稲田大学・人間科学学術院・教授 (32689)	
研究分担者	上田 喜敏 (UEDA Hisatoshi) (80454677)	森ノ宮医療大学・保健医療学研究科・教授 (34448)	

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