



福祉機器ファブリケーション と音楽情報処理

馬場哲晃（首都大学東京）

福祉機器開発の課題

1993年に福祉用具の研究開発および普及の促進に関する法律が策定され、国や地方自治体、事業者の責務のほか、具体的な施策が明記された。これによって1993年では約7,735億円であった福祉用具の市場規模は、2013年度の日本福祉用具・生活支援用具協会による調査（2013年報告分）によると、1兆3,483億円まで増加している¹⁾。これは国内全産業のおおよそ0.15%である一方で、前年度成長比率では9.2%増であり、その他の産業と比較して成長が著しい分野である。NEDO^{☆1}によって1993年より課題解決型福祉用具実用化開発支援事業助成が行われる等、行政によるいわゆるテコ入れが継続する背景の中、今後は福祉用具開発が持続可能な仕組みづくりが必要とされている。

福祉用具の中でもとりわけ福祉機器は開発コスト、市場リスクが高いことが開発においてボトルネックとなり、多様な障害に対して製品開発の側面から十分な対応ができていないと言いがたい。これは障害者が持つ障害の多様性が1つの大きな原因といえる。障害の種類を分類することに加えて、その程度までを考慮した設計となった場合、大量生産で価格低下を促すいわゆるマスマプロダクションに製品開発をゆだねることができない。結果として福祉機器は比較的高価なもの（支援技術、内容によるが）が増え、介護保険を利用するなどして機器を購入するケースが多い。

障害者を対象ユーザとしてデザインする手法は多く実践されている。ユニバーサルデザインでは多様

なユーザがともに使える共用品として最初から設計することを前提としたデザイン手法である。またバリアフリーはユーザとして高齢者や障害者を想定している。障害者、高齢者の情報アクセスを念頭にいったアクセシブルデザインや、開発工程にユーザを取り込む参加型デザイン、新たなユーザを取り込み、市場への展開も考慮したインクルーシブデザイン等、福祉にかかわるデザイン手法にはいくつかのデザイン手法が存在している。一方でこれらを実践する場合、たとえば一般的なデザインプロセス（図-1参照）になると考えた場合²⁾、具体化、改良については制作・開発にかかわる部分であり、開発コストは少なからず発生する。市場の大きな製品であれば売上をもって開発コストを回収できるが、福祉機器においてそれは困難である。福祉機器にかかわらず、このような大量生産方式では採算の合わないものづくりを可能にする手法として、近年パーソナル・ファブリケーションと呼ばれる分野が注目されている。

パーソナル・ファブリケーション

パーソナル・ファブリケーションとは、多種少量生産を実現することを1つの目的として、2000年代にGershenfeld³⁾らによって提案された理念である。コンピュータやネットワークを利用し、多くの知見を共有することで、これまで個人では困難とさ



図-1 一般的なデザインプロセスの5ステップ
(IDEOによるデザインプロセス)

☆1 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

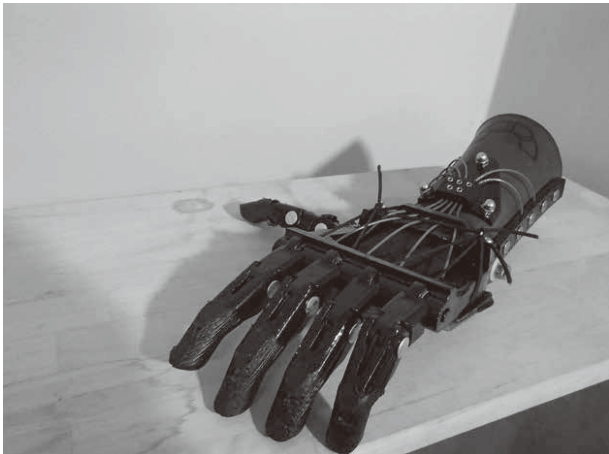


図-2 3D プリンタにより作成された義手。義手は Thingiverse.com 上で福祉機器として多くのデータがアップロードされているジャンル (Thing#229620)

れてきたものづくりを実現する。実際にパーソナル・ファブリケーションを体験できる場として FabLab と呼ばれる施設では 3D プリンタやレーザカッター等を自由に利用できるほか、ワークショップ等を実施している。現実の場だけでなく、オンライン上でのコミュニティも盛んである。Thingiverse.com はユーザ同士が 3D モデル等の CAD、図面データをネットワーク上で共有するためのサービスであり、現時点で世界最大のファブリケーションデータ共有サイトである。10 万点を超えるデータがすでに無料で閲覧、ダウンロードが可能であり、気に入ったモデルがあればユーザはそれをダウンロードし、手元の 3D プリンタで出力することができる。Buehler ら⁴⁾は Thingiverse.com における支援技術 (Assistive Technology) に関する投稿および投稿者の属性を分析し、報告している。図-2 は同 Web サイト上で共有されている義手の一例である。Thingiverse.com に投稿されているすべてのデータの内、Assistive Technology にかかわるものは全体の約 1.5 % である。これは先の福祉用具の市場規模が国内全体の 0.15% であることと比較すると、大きな数値であり、身体障害者の人口比率である 3%^{☆2}により近づく数値といえる。これは多種少量生産における潜在的な福祉機器に対するデザイン需要が露呈しているともいえる。国内においては、国

☆2 2013 年度障害者白書より



図-3 頸髄損傷による手指の機能障害者から投稿された、スマホの充電ケーブルを抜き差しする工夫。wel-lab.jp トピック #50 (指を使わずにスマホに充電ケーブルを挿す方法)

立障害者リハビリセンター研究所福祉機器開発部が福祉機器に関する悩みを共有、解決する仕組みとして wel-lab.jp を立ち上げた。ユーザは Web サイトおよび Facebook を利用して自身のアイデアや解決したい悩みを投稿でき、コミュニティ内での情報共有が活発に行われている。図-3 は実際に投稿されたトピック「指を使わずにスマホに充電ケーブルを挿す方法」である。

個人のものでづくりから福祉機器開発へ

3D プリンタやレーザ加工機を利用することで、特に造形に関してこれまで手作業では困難であったさまざまな制作ができるようになった。さらにものづくりにおけるインターネット環境の整備によって、ものづくりのノウハウや図面、データを共有し、改良するプロセスが飛躍的に容易になってきている。一方で組込みに使用するマイクロコンピュータやセンサ等も従来と比較し使い勝手や性能が向上しており、専用 LSI 開発が必要な高度な処理も汎用マイコンである程度実装できる環境が整いつつある。結果として、専門メーカー等で開発可能であったような福祉機器を個人レベルで開発、発表する事例が徐々に増え始めてきている。exiii 社による Hackberry (図-4 参照) は電動義手 (吉川らによるフォトリフレクタ方式筋隆起センシングを使用⁵⁾) をオープ



図-4 3D プリンタおよびオープンソース技術により再現可能な義手 Hackberry

ンソース化することで、多くのユーザに対して電動義手を提供可能な仕組みづくりを行った事例として近年注目を浴びている。

音楽情報処理への展開とその方法

Buehler らが Thingiverse.com 上でカテゴリ分けした Assistive Technology の中に音、音楽に関わるものはなく、現時点では義手やピルケース、さまざまな補助具といった既存福祉機器のファブリケーションに多くの投稿が集中している。一方で個人のものづくりにおいては、障害者の利用を前提にした、創造性に富んだ作品が発表され始めている。本田による ONTENNA^{☆3} は音情報を振動および光に変換し、ユーザに音を伝えるデバイスである（図-5 参照）。実際にデバイスを装着することでろう者がさまざまな環境音の認知、リズム知覚が可能になった事を報告している。このような聴覚から触覚へのメディア変換は情報処理分野の得意とするところである。

一方で開発当初から障害者の利用を想定すると、健常者も利用可能な共有機器として開発することが困難な場合もある。この問題に対しては、プロトタイプをさまざまな利用現場へ持ち込むことで、ボトムアップ式に利用価値、利用ユーザを発見する筆者の一例を紹介したい。

音楽療法（Music Therapy）は、音楽を通じた心身のリハビリテーションであり、子供から高齢者、健常者から障害者まで多くの患者に対して実践され

☆3 <http://ontenna.jp>



図-5 「ONTENNA」の使用イメージ。髪留めのように見える白いデバイスが ONTENNA 本体

ている。昭和音楽大学を始めとして、10 以上の音楽大学が音楽療法士養成プログラムを実施している。音楽療法現場において、演奏インタフェースとファブリケーションは密な関係にある。たとえば音楽療法士はリハビリテーションの中で、障害の程度に合わせた楽器を準備するだけでなく、自ら多くの楽器を自作している。ペットボトルに砂をいれるシンプルな楽器から、既存電子楽器を改造、特注する等の複雑なものまで多種多様であり、たとえば楽器音を出力するボタン1つをとっても、障害の程度によって使いにくい場面がある。これに対して療法士はインタフェースをそれぞれの障害の程度に合わせたものを準備する必要がでてくる。

筆者は作品「フレクトリックドラムス」をいくつかの福祉施設や個人に対し、2009 年 7 月ごろから希望各所へ無償貸出しを実施した。特に音楽療法士から多くのコメントや問合せをいただき、音楽療法現場への貸出しも積極的に行った。フレクトリックドラムスとは、図-6 に示すように、木製円盤上に電極となるグリップを配し、体験者はこのグリップを握りながらほかの参加者に触れることでさまざまな楽器音を発音することができる。開発当初はメディアアート作品や遊具としての位置付けであった。

貸出後のヒアリング調査において、身体をインタフェースとすることで、電極部分を利用者が把持困難な場合も、ケアスタッフが代わりに電極を把持し、利用者の身体に触れることで演奏に参加する等工夫



図-6 体験者がグリップを握り触れ合うことで数種の電子楽器音を演奏することができる作品「フレクトリックドラムス」

していた。フレクトリックドラムスでは利用者同士が同調することで、簡易な楽曲「かえるのうた」、「キラキラ星」等を演奏できるが、任意の楽曲を演奏する場合は、練習をあまり必要とせず、容易に演奏可能なものが好まれていた。演奏技術の向上を目指すものでなく、ここでは演奏に自らが参加している感覚を得ることが重要視されている。

一般的に楽器とは習熟と演奏技術の向上によりさまざまな楽曲を演奏するためのツールである一方、音楽療法分野においては参加者のコミュニケーション、協調体験のツールとして捉えられている。このように音楽療法分野ではリハビリテーションの過程において、現場で利用可能かつアクセスレベルが調整可能な音楽インタフェースの需要が高く、音楽情報処理分野にて多く報告されている演奏インタフェースの分野との親和性が高いことがボトムアップ式に示された。

重要性を増す情報処理技術

ここまで、福祉機器ファブ리케이션と音楽情報処理に関して事例を挙げつつ現状をまとめてきた。たとえば視覚障害者のための聴覚のメディア変換による音楽聴取支援、インタフェース開発による楽曲制作支援、音楽療法のための楽器ファブ리케이션の知識共有等、今後新たなデバイスやソフトウェア、サービスが開発される可能性が近年のパーソナルファブ리케이션の浸透により急速に高まっている。このような背景の中、音楽情報処理および情報処理技術は、今後の福祉機器ファブ리케이션において新たな製品や障害者支援方法を生み出すための、1つの重要なキーワードといえる。

参考文献

- 1) 2013 年度福祉用具産業の市場規模調査結果報告, 日本福祉用具・生活支援用具協会 (2015).
- 2) Kelley, T.: The Art of Innovation, The IDEO Process - a 5 Step Method.
- 3) Gershenfeld, N.: Fab: The Coming Revolution on Your Desktop - from Personal Computers to Personal Fabrication, Basic Books, New York (2005).
- 4) Buehler, E., Branham, S., Ali, A., Chang, J. J., Hofmann, M. K., Hurst, A. and Kane, S. K.: Sharing is Caring: Assistive Technology Designs on Thingiverse, In Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'15), ACM, New York, USA, pp.525-534 (2015), DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/2702123.2702525>
- 5) 吉川雅博, 田口裕也, 阪本 真, 山中俊治, 松本吉央, 小笠原司, 河島則天: 機能性とデザイン性を考慮した軽量・低コストの対向3指義手, 日本ロボット学会誌, Vol.32, No.5, pp.456-463 (2014).

(2015 年 11 月 24 日 受付)

馬場哲晃 (正会員) | baba@tmu.ac.jp

九州芸術工科大学, 九州大学にて芸術工学を専攻。現在は公立大学法人首都大学東京システムデザイン学部研究科インダストリアルアートコース学域准教授。ACM, ADADA, VR 学会各会員。

