

多様な個別性に配慮した 自助具製作について

硯川 潤

suzurikawa-jun@rehab.go.jp

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

2021年2月10日
シーズ・ニーズマッチング交流会2020（オンライン）



国リハ自立支援局での製作事例（電動歯ブラシ用自助具）



3Dプリンタと自助具



- **個別適合**の必要性が高く、市販品の購入・調整で対応できないものは作業療法士が製作
- 大きな繰り返し荷重がかかる義肢装具部材と比較して、強度への要求がそれほど高くなく、**安価**な3Dプリンタでも製作可能
- 臨床での取り組みは**散発的**に報告されているが、一般の病院・施設・訪問ステーションなどには広がっていない

国リハ自立支援局での長期臨床評価



本日のトピック

・設計の視点から見た自助具

- デザインワークショップでの試行錯誤
- 自助具の機能・機構・構造
- 専門職の役割

・3Dプリンタの利点 ウソ? ホント?

- 3万円の3Dプリンタで十分
- どんな形でも作れる
- 形状の微調整が簡単

・作業療法士のための設計学

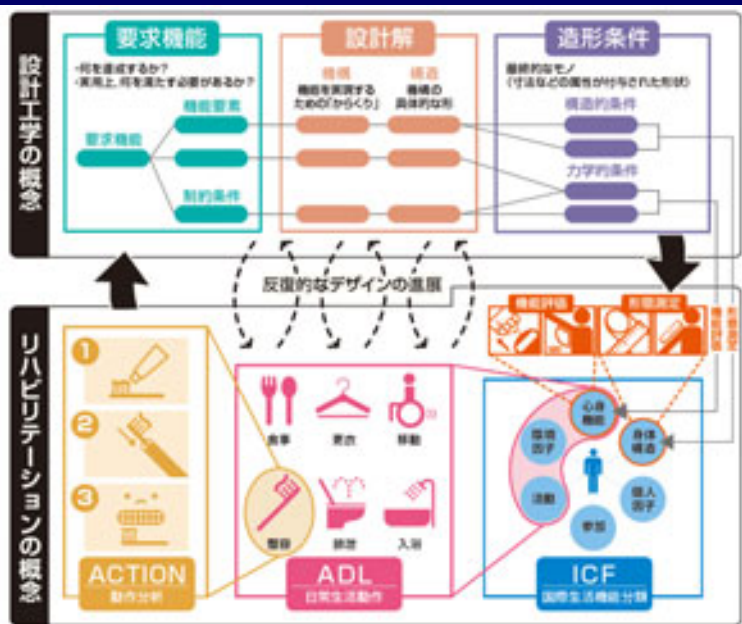
- 自助具の適合設計支援ソフト
- OTのための設計演習
- 組み合わせ設計



本人にもわからない設計解



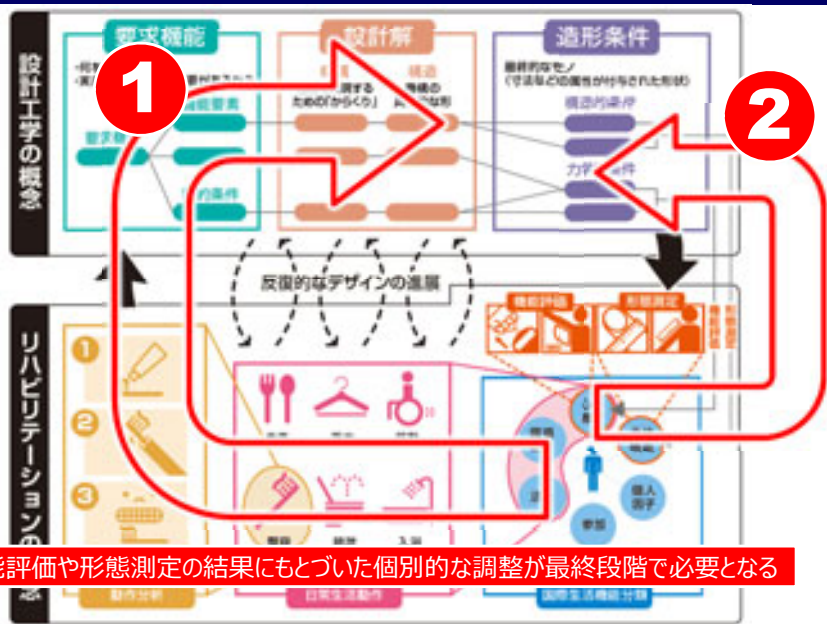
デザインは反復的に進む



デザインは反復的に進む

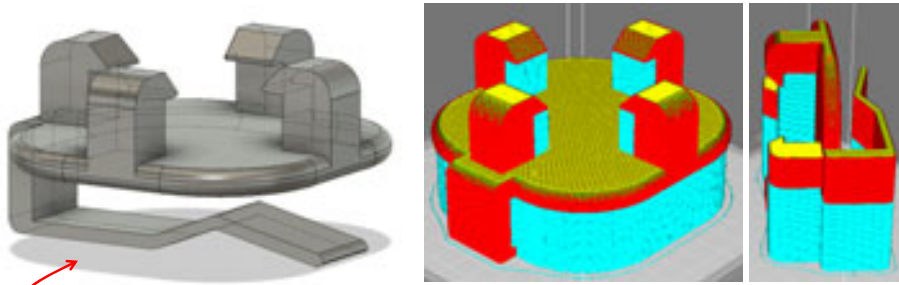


反復的な個別適合



ニーズ・身体機能	要求機能	機構	構造
目薬をさす			
<p>【済口Oより】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・先天性尺骨、中指、環指、小指の欠損 ・右手の母指（親指）と示指（人差し指）の動きはMP関節（第3関節）のみ運動が可能 ・指の側面と指の側面での「つまみ形態（側方つまみ）」であるため、対象に対して面での接触するため、力を集中することが難しい。 ・ピンチ（つまむ）力が低いこと（ピンチ力としては右手2 kgほど） 	<p>【機能1】</p> <p>MP関節の運動による母指・示指間のピンチ力を容器に伝達</p> <p>【機能2】</p> <p>点眼容器を固定する</p> <p>【機能3】</p> <p>側方つまみでも持ちやすい</p>	<p>【機構1】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・支点 ・力点 → 機構3 ・作用点で圧力を集中 ・この倍率はそれほど低い <p>【機構2】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・容器がはまるほみ ・滑り止め <p>【機構3】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・指に沿ったほみ → 力点 	
<p>【本人より】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・外出先で使うので携帯性が良いことが重要 ・（初期案を見て）うまくかめるか不安 	<p>【制約1】</p> <p>じゃまにならない大きさ</p>		
<p>【文献より】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・点眼容器をつがすために必要な力は1.5 kg程度 			

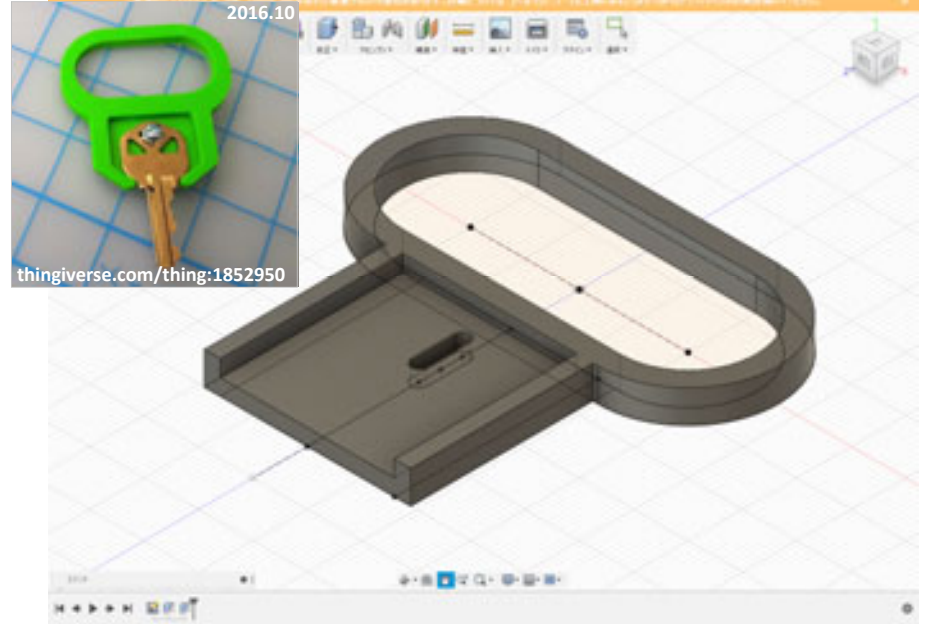
造形できる形状の限界



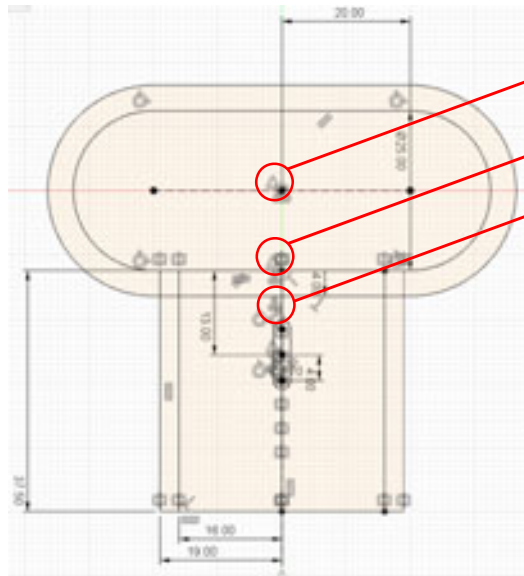
こういう形状を設計してしまうと、何をどうやってもサポートの塊に・・・

- ・現実的に出力可能な形状かどうかを考える
 - ラフトやサポートは除去できるレベルか
 - 細かすぎる形状はないか
- ・そのためは、**用いる3Dプリンタの特性を把握することが重要**
- ・外注するならそこは少し緩くなるが、筋の悪い設計ではある

多様なユーザーに対応する設計



調整のための設定



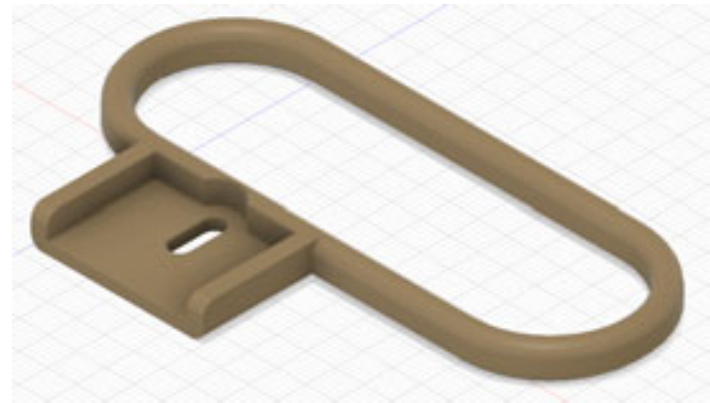
中心拘束

対称

直角

要素間の位置関係を設計時に指定すれば、寸法編集で形状が破綻しない

再利用可能な範囲



設計時に想定していない修正は面倒

設計の視点から見たメリット

新たな機能の実現



主訴：スマホ充電ケーブルが抜けない

機能	機構	構造
保持の補助	拡張	ループ
力の増幅	てこ	支点・力点・作用点

より良い機構の導入

機能：ピストンへの固定



機構：粘着



機構：弾性変形

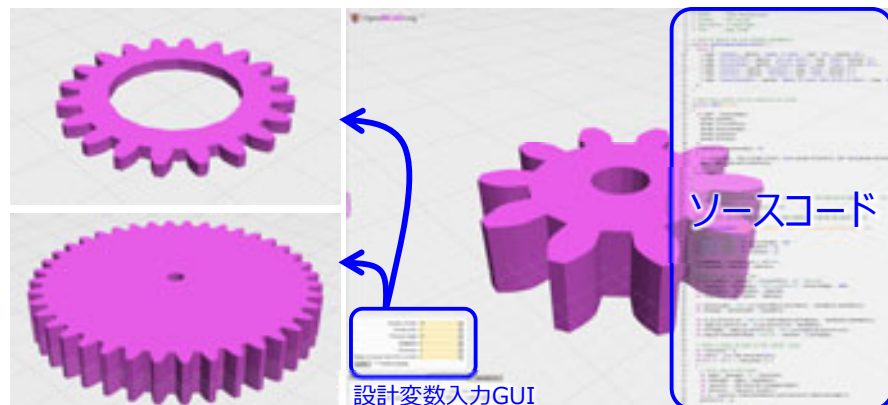


構造の複製



硯川潤, "3Dプリンタを用いた自助具製作の考え方～技術に溺れないために～", リハビリテーション・エンジニアリング, 35(2), pp. 56-61, 2020.

パラメトリック設計手法



openjscad.org より

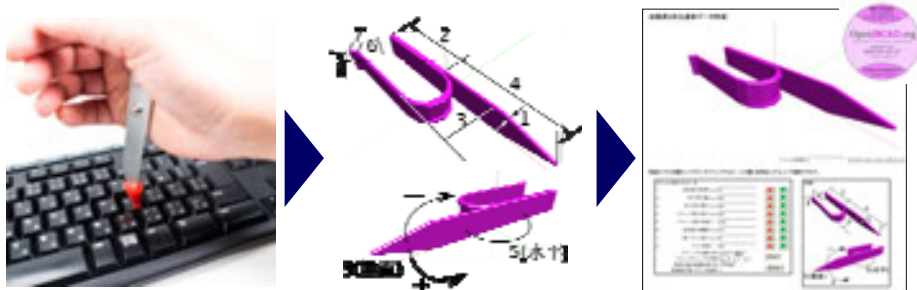
- 設計時に設定した項目について、変数の入力で任意に形状を調整できる
- 数多くの CAD/3D ソフトに実装されている。オープンソースのものを使えば安価に広く配布可能

OTのための適合支援システム

1 作業療法で製作する自助具のうち、製作数が多く個別適合の必要性も高い自助具として「キーボード打鍵補助具」を選択

2 過去の製作実績・適合事例等を参考に、個別適合のための設計変数 (8点) を設定

3 OpenJSCAD を用いて、ブラウザ上で動作する設計支援システム「ParaFitS (Parametric Fitting System)」を開発

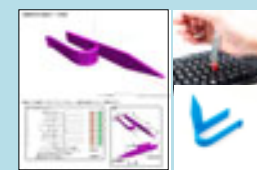


臨床応用に向けたこれまでの取り組み

1 ニーズの探索と方法論の確立
 ・義肢装具技術研究部と共同で、補装具部品への応用を目指して3Dプリント部材の強度評価 (H26-27, 科研)
 ・ユーザ参加型ワークショップで設計事例を蓄積し、導入のメリットを確認 (H27, AMED)
 ・パラメトリック設計による適合などコアとなる方法論の確立



2 入所施設での臨床応用
 ・自立支援局肢体機能訓練課にて入所者用に製作される自助具の一部を3Dプリンタで製作 (H28, AMED)
 ・パラメトリック設計により、作業療法士が身体機能評価の結果にもとづき設計→製作する環境を構築
 ・これまでに50件以上の製作/評価事例を確保



3 地域 (在宅支援) への展開
 ・川崎市と共同研究契約を締結し、同市が設置する在宅支援施設において3Dプリント自助具の設計製作を展開 (H29-30, 川崎市ウェルフェアイノベーション推進事業)
 ・作業療法士自身が簡易な自助具の設計技術を習得できるよう、企業の協力も得ながら研修プログラムを開発中



研修の狙い

■ 3Dプリンタで自助具を製作するための基本知識の習得

- 3Dプリンタのメリット・デメリットの理解
- 製作に必要な3Dデータの種類の理解
- CADソフトを用いた設計手法の習得
- 3Dプリント自助具を設計するための勘所の把握

到達してほしいレベル

1. 臨床において3Dプリンタ適用となる範囲を判断できる
2. 既存データを利用してクライアントに3Dプリント自助具を提供できる
3. クライアントに適合した自助具をCADで設計できる
4. 身体・環境特性に合わせた調整が可能なデータを作成できる

研修の流れ

■ 第一日目

- 3Dプリンタの基礎知識
- 3Dデータの種類と造形までの流れ
- CADの基本概念
- Fusion360の基本操作と設計フロー
- 設計演習

■ 宿題 1

- 設計課題
- 二日目に設計する自助具の案作成

■ 第二日目

- 3Dプリンタによる造形の実際
- それを踏まえ設計時に注意する点
- ニーズから構造までの思考展開
- 各自設計案のレビュー
- 設計

■ 宿題 2

- 各自 自助具設計の続き
- 造形物試用・確認

第一日目 内容

■ 3Dプリンタの基礎知識

- 形を造るための手法
- 積層造形のメリット・デメリット
- 自助具への適用

■ 3Dデータの種類と造形までの流れ

- 画像データから考える
- 立体像からノズルの動きへ

■ CADの基本概念

- 2次元図形 + 1自由度運動 = 立体
- 円柱の作り方2種

■ Fusion360の基本操作と設計フロー

- メニューを左から右に
- 大まかな機能の把握

■ 設計演習

- スプーンの柄 (基本の流れを確認)
- 鍵用自助具 (事後調整しやすい設計)

川崎WS (2017) での設計事例

自助具用途	障害種別	装着接触 身体部位	設置場所	被固定物	追加工	機械部品
電動歯ブラシ用 スタンド	頸髄損傷	—	洗面台等	電動歯ブラシ	—	—
マウススティック	頸髄損傷	□	—	金属パイプ スタイラスペン	—	—
キーボード押下	頸髄損傷	小指 PIP関節	—	—	✓	—
カップホルダ固定	頸髄損傷	—	車椅子 アームレスト	—	—	✓
レング用 アタッチメント	頸髄損傷	—	カフ	レング	✓	—
PS4コントローラ台	頸髄損傷	大腿	—	コントローラ	—	—
目薬点眼	先天性 欠損	母指・示指	—	点眼容器	—	✓
ズボン用ボタン着脱	頸髄損傷	上肢	—	—	—	—
野菜皮むき	片まひ	—	テーブル	野菜スライサ	—	✓

身体への固定 物の固定