

現場ニーズに即した研究開発・商品化

本田雄一郎 中村豪 高見響 中村秀正 中村俊哉 福井克也 陳隆明

1 はじめに

本当に役立つものづくりを行うため、ロボットリハビリテーションセンターでの開発スキームに沿って開発を進めてきた。これまでの成果は、排泄支援装置の商品化、障害者雇用にもつながる骨盤モデル製造のサービス事業化や量産型筋電義手の商品化に向けて進んできた。本年度はコロナウイルスの感染拡大予防についても考慮する点が、開発過程だけでなく開発テーマにも影響があった。本年度実施した研究開発・商品化について現状を報告する。

2 ロボットリハビリテーションセンターでの開発スキーム

総合リハビリテーションセンター内にある福祉のまちづくり研究所では、隣接するリハビリテーション中央病院の臨床スタッフなどと密に連携を取りながら研究開発ができる利点がある。臨床スタッフと研究者が近い距離にあることを活かした開発の進め方では、研究所内で機能モデルの作成を行うところまでは大きな問題もなく進むことが確認できている。しかし、企業と連携したプロトタイプの開発や商品化、あるいは企業から相談が来た案件の過程を含めて見直すと、研究所内で行ってきた機能モデル作成までの過程とは異なる課題があることが見えてきた。

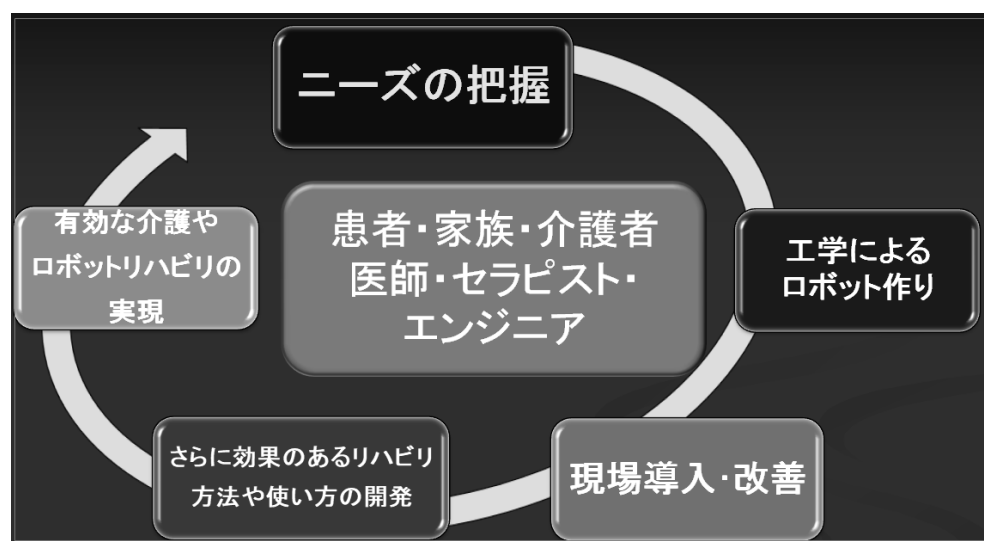


図1 社会実装を成功させるためのサイクル

図1に示すように、ニーズから得た研究所での開発成果を、企業と連携し有効に役立つモノに実現していくサイクルを回している。その経過の中で、開発を始める初期段階であるニーズの把握の部分に問題があることが見えてきた。同様に、企業で開発を行ったプロトタイプや製品の改良に関する相談でもニーズの把握がうまくできていなかった。それぞれの案件において異なるレベルの問題が入り混じっているが、最終的には開発から商品化に至る過程で生じる全ての問題が解決できなければ、役立つものには結びつかない。

図1の「ニーズの把握」から「工学によるロボット作り」の部分について、これまで実践してきたロボットリハビリテーションセンターでの開発スキーム（図2）をまず簡潔に説明した後、具体例を交えて、直面した問題点について示す。

図2に示す開発スキームは、平成25～27年度に実施した「ロボットリハビリテーションの定量評価手

法の開発」や平成 27～29 年度の「モーションパラメータ応用技術開発」において実施してきた。図中の「セラピスト」のある部分は、開発を通じて「現場で利用する者」としたほうが適切であることも分かった。この開発スキームの要点は、その利用者の欲するものを実現するため、まず利用者の意見を取り入れ、利用者と意見を交わしながら開発を進めることにある。そのために、双方が思い込みでなく、共通の認識を持つためにモックアップを作成して、完成形のサイズ感を体験してもらう過程を入れている。エンジニアと利用者では、口頭で話した際の感じ方が異なっており、その大きさや出来上がりイメージを利用者に事前に確認してもらってから、機能モデルの作成を始めるほうが迅速に機能の実装ができる。そして、機能が実装されると、利用者に手に取ってもらいながら実際の操作をしてもらうこととなる。ここで見つかった改善点にきっちり対処していくことで、現場で役立つものの実現性が高まっていく。

エンジニアの側で見落とされがちな点は、現場で利用する際に、開発したモノの機能そのものを利用する場面だけではなく、リハビリテーション訓練であれば、訓練を始めるにあたり、その準備、訓練での利用から収納まで含めた一連の流れを想定しておく点である。開発物の利用について一連の流れを把握しておかないと、開発したものを利用現場に持ち込めないという失態が起こる可能性もある。

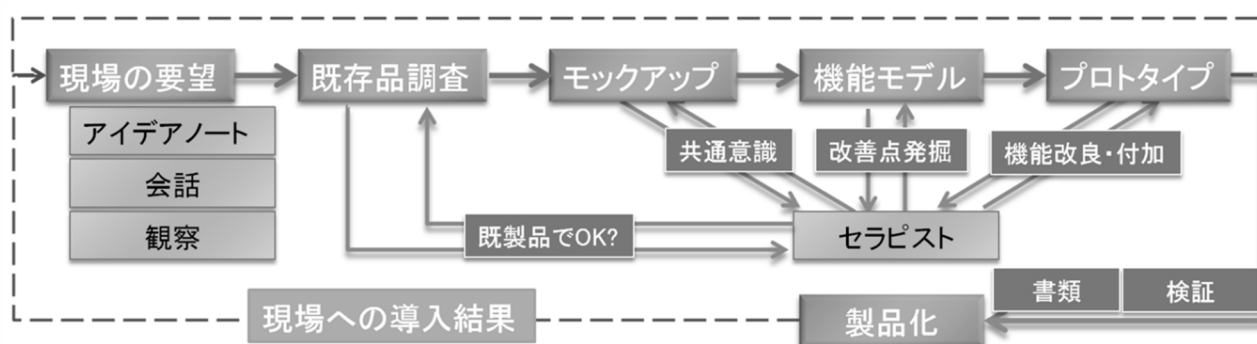


図2 ロボットリハビリテーションセンターでの開発スキーム

次に紹介する排泄支援装置や骨盤モデル、量産型筋電義手などは図2の開発スキームによって行ってきた。また、それらの開発においては、利用者の意見のほか、ものづくりを行う現場の意見も反映した開発を進めたことで、障害者福祉工場などと連携した商品化やサービス化に至っている。

そして、次のステップとして、商品やサービスを必要とされる方に届ける仕組みづくりが待っている。必要としている人が商品やサービスを入手しやすいようにするための課題として、図2の「製品化」と「現場への導入結果」の間にある、商品の入手性や流通に係る具体的な道筋の構築が必要である。この部分に関して解決する道筋の立て方を確立していくことが今後必要だと考えている。中でも、公的支給制度などを活用できる商品は、利用者の費用負担が軽減されることから、商品化における重要な配慮点になると考えている。

3 フェースシールドの設計開発

隣接するリハビリテーション中央病院においてもフェースシールドの不足が4月に見込まれだしていたこともあり、中央病院の医師と共に医療者向けのフェースシールドの開発を行った。開発成果については、さらに兵庫県社会福祉事業団の小野福祉工場と連携しやすいように、レーザー加工機によりフェースシールドの組立て材料が作成ができるように工夫し（図3）、増産ができる体制を整え商品化した。最初の800セットは兵庫県庁へ納品されている。

開発したフェースシールドの特徴は、フェースシールドの淵から顔面に入り込んでくる気流の侵入を抑えられるところにある。上部からの気流の回り込みは、おでこ部分に生じる隙間を、キャップを併用することで防ぎ、あご部分に板を設けておくことで下部から気流の回り込みの発生を抑えている。（図4）

また、透明シールドとフェースシールドのフレームとの接続部に隙間を生じさせないように、フレームの突起部分がシールド材料を必要なだけ引き延ばしてはまり込むように設計上の工夫を施している。

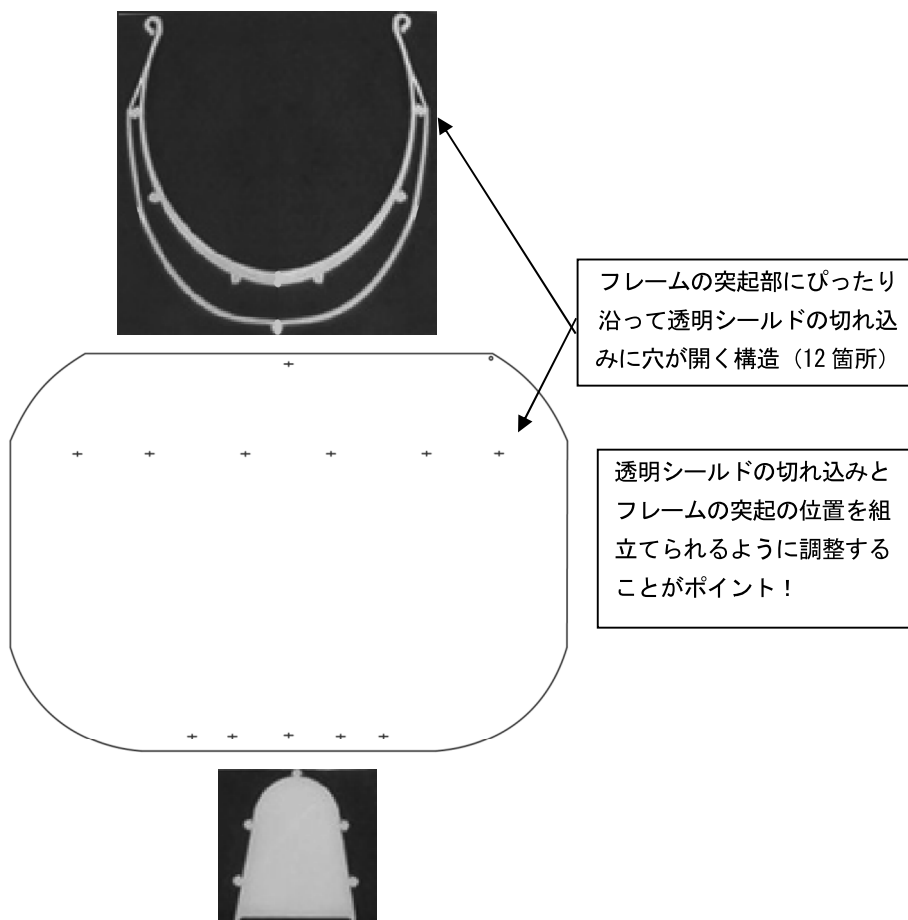


図3 フェースシールドの組立て材料。
上：頭部支持部材，中：シールドシート，下：あご部支持部材

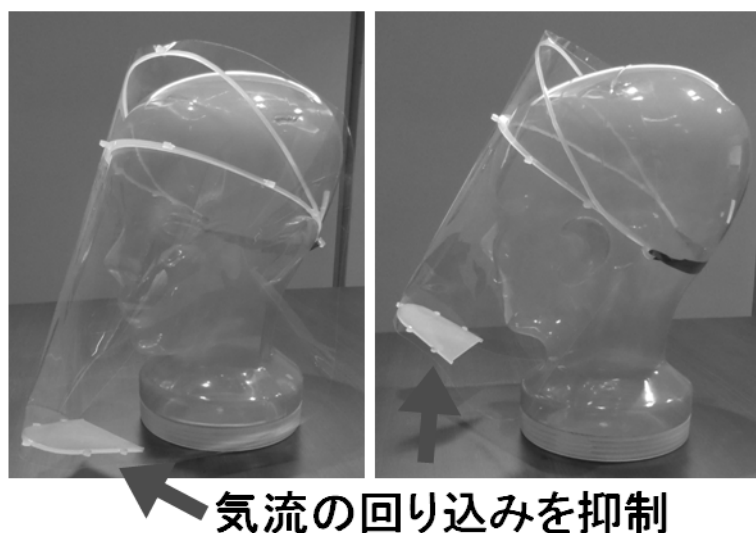


図4 フェースシールドの組立て完成形

フレームと透明シールドの切り出しデータを研究所で開発し、小野福祉工場と福祉のまちづくり研究所との協力体制の下、量産できるように調整した。小野福祉工場にて、フェースシールドの量産化が比較的スムーズに行えたのは、骨盤モデル製造のサービス事業にて、レーザー加工機の取り扱いやパラメータ調整などのノウハウが培われていたからである。この商品化についてはメディア¹⁾にもとりあげられた。

4 量産型筋電義手のパーツ変更による強度増強ならびに組立て作業の容易化

量産型筋電義手については、組立て作業工程と利用パーツ数の増加により、組み立て作業者の負担も大きくなり、作業ミスの発生が増える可能性がある。その軽減のため、作業工程のマニュアル化、作業内容の定量化、作業を補助するための治具の開発を行ってきたが、難しい作業が残されていたため、義手の機能性と組み立て作業の容易さを両立させる変更を行なった。

変更部分は、義手の指部分である。義手の指に立体感を持たせるために、これまでキャップを別途製作してはめていたが、キャップの製作過程で、キャップを金型から引き抜く際に相当な力が必要な作業工程とキャップを義手骨格部にきっちりとはめ込むところでの力作業が存在していた（図5）。そこで、キャップをはめることなく、指全体を一体成型で製作するようにした。

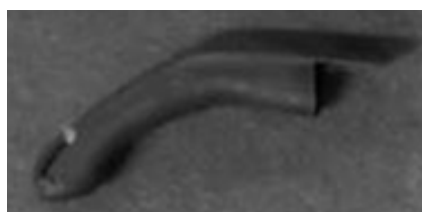


図5 指部にはめる従来のキャップ。

上：キャップのみ、湾曲しているため、金型外す際に力が必要。

中：指先部分の凹凸に合わせてキャップを押し込む力が必要

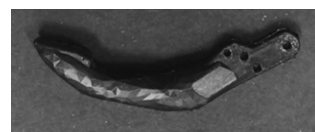
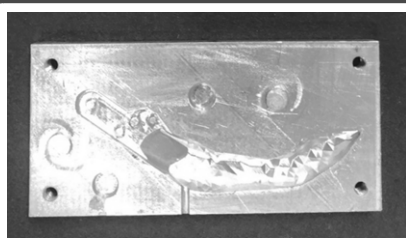
右：一体成形の指に変更した筋電義手



4.1 筋電義手開発に活用できるデジタルデータ加工技術

指全体を一体成型で作成するための元となる CAD データを作成する技術の確立により、その後のデータ加工を CAD 内で実施できるようになり、次章のグローブ製作用の型を製作する技術へも繋がった。

従来方法では、指の間や曲がった指の腹側の形状取り込みで不具合が頻繁に発生していたが、我々が編み出した手法ではこれらの不具合を容易に克服できるようになったことが勝因である。この部分は知財化を進めるため、本年度の報告には記載しない。



2枚を合わせて固定後、レバー操作で金型の空間にプラスチック注入

図6 射出成形に用いる金型 ～ 成形された指。

左：金型（2枚を重ねて利用），
中：プラスチック樹脂注入後の様子，
右：バリ取り処理後の義手用の指



図7 卓上型射出成形器

金型をセットして上部のレバーを操作することでプラスチック成形が可能

4.2 射出成形技術の利用

キャップから指を一体成形するための変更は、指の形を彫り込んだ金属の板の間にプラスチック樹脂を流し込む射出成形技術の利用となる。我々は、開発した特殊な CAD データ作成技術により、射出成形用の金型作成に必要なデータを作り出せるようになった（図 6 左）。また、大型の装置でなく卓上型小型射出成形器（図 7）が市販されたことも射出成型技術を使う後押しとなった。

4.3 より高度なデジタルデータ加工技術の実現

射出成形用の金型作成では、工作機械で金属を削るのと同様に指の形状のデジタルデータを削る単純な加工により実現した。我々は筋電義手用のシリコン製グローブを作成するために必要なグローブの成形型の作成のためにより高度なデジタルデータ加工技術を扱えるようになった。

グローブ作成のための成形型の作成時間の短縮とコスト低減に大きく寄与する技術である。より高度な技術は、図 8 にあるように、デジタル化した手の形状を自在に変形できる技術である。

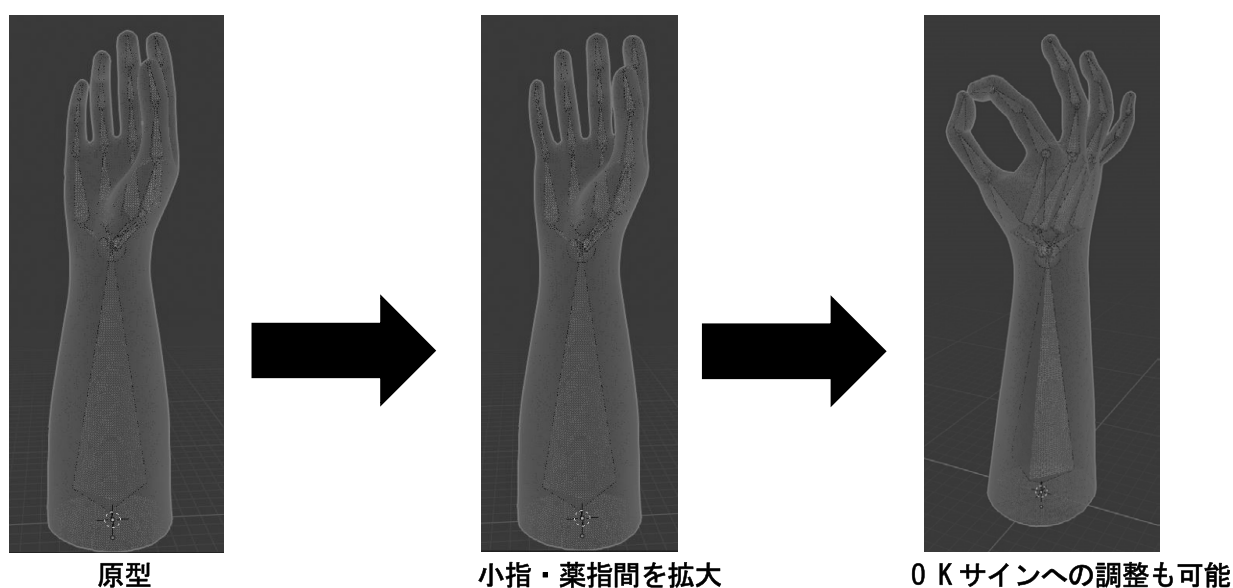


図 8 デジタル化された手の形状を自在に調整可能

さらには、グローブにて発生するたるみなどに対する、表面形状の変形もできるようになった（図 9）。

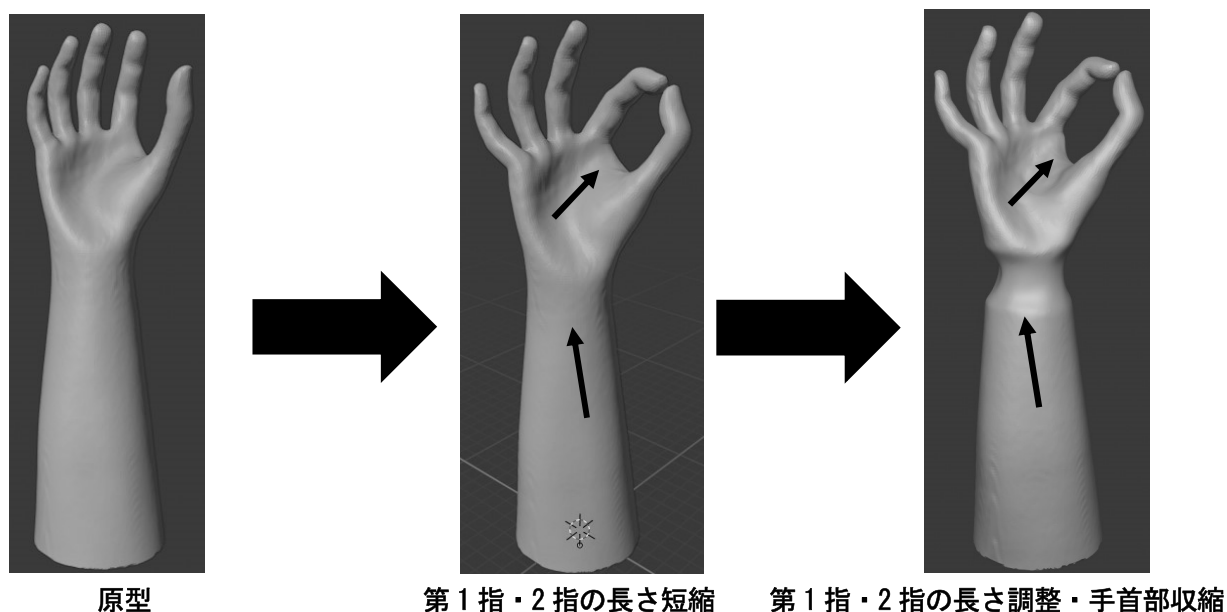


図 9 表面形状の調整も可能

現在、このより高度なデジタルデータ加工技術を活用し、3Dプリンタによる造形技術と組み合わせて、筋電義手用のシリコングローブの新たな製作技術を企業とともに開発している。

自在にグローブ作成用の金型の形状をデータ上で調整できるようになったが、図8や図9のようにPC画面に映し出されるグローブの金型形状だけでは、筋電義手を動かした際に生じるグローブのずれやたるみはわからず、実際にシリコングローブを作って動作を試す必要がある。このような実際のグローブの挙動に対する対策はまだ試行錯誤が必要な状況である。また、グローブが同じ形状であっても、グローブの厚さは耐久性に影響し、厚過ぎると物をもった際の安定性や指の把持力の低下をもたらすこととなる。このあたりに関しては、筋電義手のユーザに協力してもらい、厚さを調整したグローブを使ってもらいながら評価を行う必要がある。

6 おわりに

新型コロナウイルスの感染拡大を防ぐためのフェースシールドの開発・増産に関しては年度当初には予定されていなかった。しかし、骨盤モデルの製作サービスを皮切りに、レーザー加工機を用いたさまざまなものづくりが、小野福祉工場で行われきた。それによりレーザー加工機の扱い方のノウハウが向上し、単にデータにしたがって材料を切り出すだけでなく、より短時間に効率的に材料からパーツを切り出せるようになっていた。このことがフェースシールドの増産のための技術移転がスムーズに進んだ要因だと考える。また、フェースシールドの形状データを調整し、工場内で使い勝手の良い独自のフェースシールドも福祉工場にて開発されたことは、技術レベルが上がったことを示している。小野福祉工場では、レーザー加工技術による筋電義手のパーツの切り出しや最終組み立ても行っており、研究所の研究開発成果が障害者の雇用に寄与できる体制が整ったと考えている。次は、立体プリンタの活用や桌上型射出成形器にもチャレンジしてもらえるようにしていきたい。

筋電義手の開発については、デジタルファブリケーション技術を活用してこれまでも開発を進めてきた。本年は特に手の形状のデータ生成とそのデータ加工技術を進めることができた。そのため、金型の製作時間とコストがネックとなっていたシリコングローブの成形に対して、本年度開発したデータ加工技術と立体プリンタの活用で開発サイクルの短縮化とコスト低減の両方が期待できるようになった。

参照

- 1) 県社会福祉事業団 フェースシールドを開発・販売
(<https://www.kobe-np.co.jp/news/sougou/202006/0013392314.shtml>)