

身体動作シミュレーション技術を活用した製品設計手法の研究

(第2報)

鈴木文晃・佐藤博紀・串田賢一

Research of Product Design Method Utilization of Physical Movement

Simulation Technology (2nd Report)

Fumiaki SUZUKI, Hiroki SATO and Ken'ichi KUSHIDA

要約

身体機能低下者が使用する動作補助器具に関して、身体動作シミュレーション技術を用いて被験者負担や試作コストを抑えて設計・開発する手法の検討を行った。既報¹⁾²⁾の研究で開発した製品設計プロセスを、機能低下者に拡張する考え方で手法の検討を行った。その結果、3次元スキャニング機器やCGソフトを用いて機能低下者がとりうる姿勢の生成を行い、それをもとに器具を設計する手法を開発した。この手法により提案設計した器具は狙いとした機能性を有しており、この開発手法が有効であると考えられた。

1. 緒言

使用者の身体形状や姿勢を考慮して製品設計を行う「身体機能中心デザイン」は、使いやすい製品の設計開発に有効な手法の一つとされている。使用者の身体にあわせる製品開発においては、高齢や負傷、疾患等により身体機能が低下したユーザーに対する製品領域がある。これは今後、高齢化社会やノーモラライゼーションの社会傾向が進展する中で重要性を増す分野といわれている。

手指の運動機能低下者は日常生活の中にも困難な動作があり、動作を補助するための器具を使用している。そうした補助器具の開発には、使用する対象者の手指形状や姿勢、動作を考慮した設計が必要になる。しかし、従来そうした設計を行うには機能低下者の手指寸法計測、

それをもとにした器具の設計・試作、そして対象者を被験者とした試験を行うことによって開発を進める場合が多い。しかしこの方法は、設計のための調査や試験の際の被験者負担や、試作を行う費用的コストの増加についての課題がある。こうした製品設計に身体動作シミュレーション技術を使用した製品設計手法を適用することにより、身体適合性の高い器具を、被験者負担や開発コストを軽減させて効率的に開発することが可能になると考えられる。

そこで本研究では、手指の身体機能低下者を対象とした製品設計に、身体動作シミュレーション技術を活用して行う手法の開発を目指した。

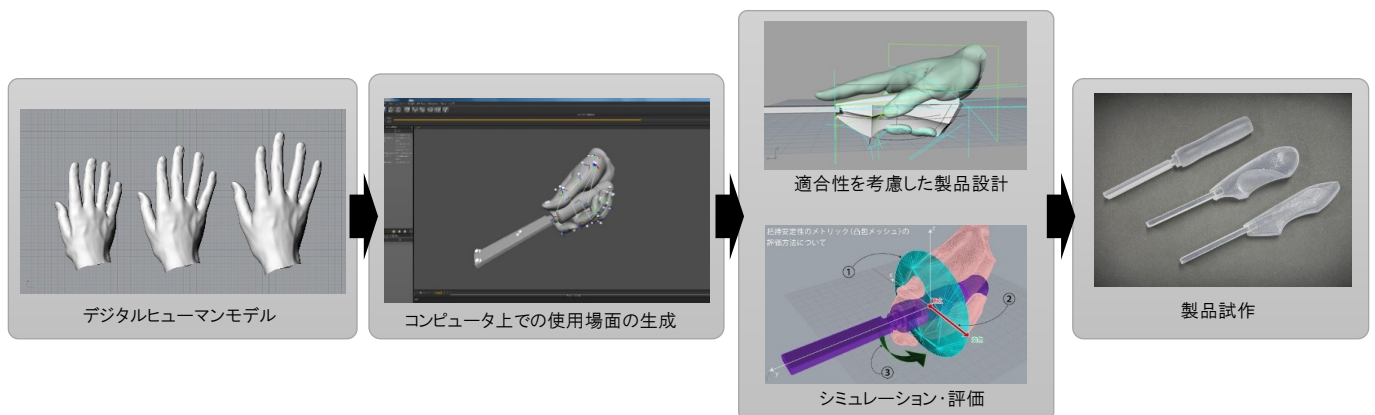


図1 過去の研究で開発したシミュレーションを用いた製品設計プロセス

2. 設計手法の検討

2-1 検討の方針

既報^{1),2)}の研究において、コンピュータシミュレーション技術を活用して行う製品設計について検討した。その結果、作業者の手指形状や作業動作を考慮し、身体適合性の高い宝飾品製造器具のグリップ形状を設計する手法を開発した。この手法は、手指のデジタルヒューマンモデルを使用し、コンピュータ上で器具を使用する状態を再現。それをもとに製品設計を行うものである(図1)。今回はこの手法に関して、対象者を一般的な作業員から身体機能低下者に拡張するという考え方で、手法の検討を行うこととした。

2-2 手法の検討

前稿³⁾では、対象者の手指形状を3次元スキャニング機器を用いてデジタルモデルとして取得し、そのデジタルモデルに動作骨格を設定、それを操作することでコンピュータ上に対象者がとりうる姿勢を再現することを行った。本稿では引き続き、そのモデルを用いて手指形状や動作を考慮した製品設計について検討を進めた。

今回の研究では、山梨大学医学部付属病院リハビリテーション部(以下、リハ室)の理学療法士の方から、手指の身体機能低下者や補助器具についての情報提供をいただきながら研究を進めた。情報提供の中で、手指の機能低下者には把持機能が低く、ものを握る動作が困難なユーザーがあり、そうしたユーザーは食事の際にも補助器具を必要とするとの助言があった。ここではそうした対象者をテストケースとして想定し、器具の検討を行うことで手法の開発を進めた。ここでは、手指姿勢は把持機能低下者に多く見られる図2のような2種類を想定した。図2の左図は、手のひらが側面を向く手指姿勢をとるユーザーであり、これをパターンAと設定。右図は手のひらが下を向く手指姿勢をとるユーザーであり、パターンBとした。

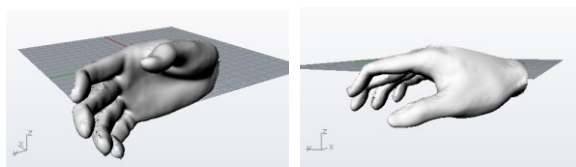


図2 想定した手指姿勢

(左: パターンA, 右: パターンB)

また提供を受けた情報では、市販の補助器具は対象者の手に合わせるための調整や、使用の際に対象者への装着が必要なものが多く、そうした作業は負担になるとのことであった。そこで今回検討設計する器具は、目的動作を使いやすく達成するという機能性のほかに、前述し

た作業負担を軽減する要素も持たせること、あわせて器具の外観も福祉機器的な印象が強くない外観という要素も製品に持たせることを狙いとした。その検討の結果、3次元CADのRobert McNeel社製Rhinoを使用し、図3のような器具を提案設計した。

2-3 手法の確認

提案器具は食事に使用するスプーンである。図3-1はパターンAの対象者向けに、リング部に第一指(母指)を通し、支え部を手のひらにあてることで保持する設計である。また図3-2は、パターンBの対象者向けに、第一指の形状に沿ったカップ型の形状を設計し、そこに指を通すことで安定をつくることを狙いとした器具である。ともに把持機能を使わず保持ができるような器具にした。

提案器具の機能性確認のため、3Dプリンター(Stratasys社製connex500)を用いて試作を行った(図4)。これを実際に手に取り確認したところ、器具は把持機能を用いずとも保持できる機能性があると思われた。そこでこの試作品をリハ室で確認いただいた結果、使用に際しての機能性は良好であり、また、着脱の容易性についても良く、既存の製品では見られない設計という感想であった。このことから、開発した手法は機能低下者を対象とした製品設計に有効であると考えられた。

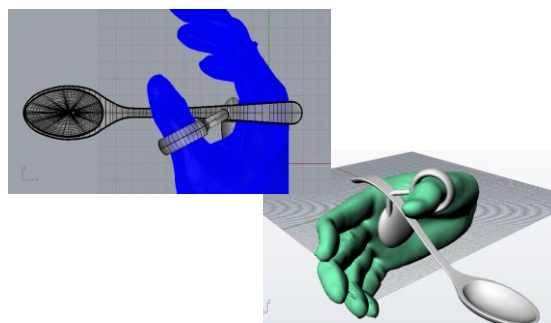


図3-1 パターンAを対象とした補助器具の案

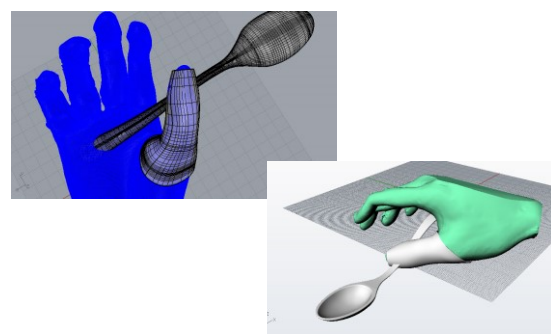


図3-2 パターンBを対象とした補助器具の案



図4 提案器具のデザイン（上）と
3Dプリンターによる試作品（下）

3. 手法の検証

3-1 開発手法の有効性確認

ここでは実際に手指の機能低下者を対象として、その人の動作を補助する器具を設計することで確認を行うこととした。協力いただいた対象者は、第二・三指に変形があり、手のひらでものを押さえる作業をする際、接触面が安定せず作業動作に支障を持っている（図5）。この動作を補助する器具について手法を用いて設計開発することとした。

3-2 器具の設計

対象者の手指形状を3次元スキャニング機器により取得し、動作観察から姿勢の生成を行った。スキャニングには3Dsystem社製SENCEおよびAgiSoft社製PhotoScanを使用した。ここではPhotoscanによる形状取得結果が良好であったので、このデータを使用した（図6）。この取得したメッシュデータのモデル形状の調整にPixologic社製Zbrush-coreを使用し、結果のメッシュデータには3次元CGソフトBlenderを用いて動作の骨格となるボーンを人体と同様に設定し姿勢を生成した（図7）。



図5 対象者の手指



図6 スキャンした手指形状

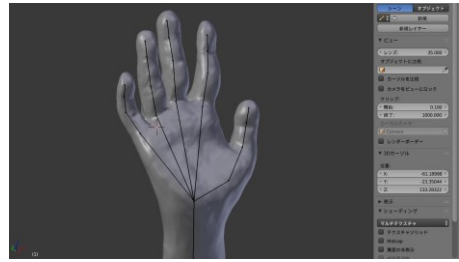


図7 モデルへのボーンの設定

この設計に際してリハ室より、対象者は特定の関節に負荷がかからないような器具が好ましいとの意見をいただいたので、そうした点に留意し器具を検討した。その結果、図8のような2案を提案した。図8-1は、手指全面に装着し、凹凸をカバーすることで動作を補助するもの、図8-2は、掌底部分の高さを付与するような器具で、それにより変形部を避けて接触面の安定を図るものである。それぞれの案を3次元CADでモデリングし、そこから予測できる器具の重量なども勘案し、図8-2の器具について検討を進めることとした。設計データ（図9）を3Dプリンターで試作し、実際に対象者に装着していただき確認を行った（図10）。ここでは軟質材を用いて試作した。その結果、シミュレーションの予測の通り対象者の手指形状に沿って装着できるものであった。しかし実際に使用に際してみると、身体との適合性や機能性は設計時に想定したものであったが、作業性に関してさらなる検討の必要性も感じられた。

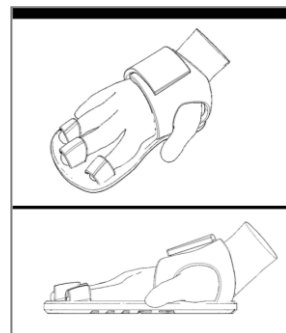


図8-1 設計器具案1

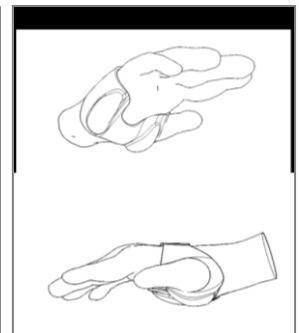


図8-2 設計器具案2

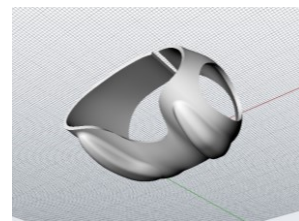


図9 提案器具のデザイン



図 10 試作器具を装着した様子

4. 考 察

今回の検討により、シミュレーション技術を活用し対象者の身体に適した器具を設計することができた。しかし使用感も含めた身体適合性の高い補助器具の設計は、シミュレーション上で完結できるものではないため、試作・試験は必要になる。今回の手法はこれを軽減するものと考えられる。

なお、近年は3次元関連の機器やソフトウェアの普及が進んでおり、今回の手法で用いた3次元装置やソフトウェアは、安価で入手できるものやオープンソースのソフトウェアを主に使用しており、高額な機器を用意しなくとも実施可能な手法を構築した。これにより、身体機能中心の考え方による製品設計を取り組みやすくするものとした。

5. 結 言

身体機能低下者を対象者として、身体との適合性の高い製品を設計する手法の開発を目指し、既報の研究で開発した設計手法の対象者を拡張する方法で検討した。その結果、3次元計測機器やCGソフトを使用して対象者の手指の形状や姿勢をコンピュータ上に生成し、それをもとに適合性を考慮した製品を設計する手法を構築した。この手法により設計提案した器具は目的とした適合性や機能性があり、手法が有効と考えられた。

今回検討したシミュレーション技術を活用した設計手法は、手指の身体機能低下者をはじめ、幅広いユーザーを対象としての身体適合性を考慮した製品開発に活用でき、これにより付加価値性の高い製品設計につながれると考えられる。

謝辞

本研究を行うにあたり、デジタルヒューマン技術およびソフトウェアに関する助言を国立研究開発法人産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究グループの宮田様、身体機能低下者および補助器具に関する情報を山梨大学医学部付属病院リハビリテーション部の八木野様、宮本

様よりいただき感謝申し上げます。また被験者試験にご協力いただきました関係者の皆様にあわせて感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 鈴木文晃, 佐藤博紀, 串田賢一: 身体動作シミュレーションを活用したプロダクト開発に関する研究 - 作業動作に適した器具の検討開発 -, 山梨県工業技術センター研究報告, No.30, pp.101-104 (2016)
- 2) 鈴木文晃, 佐藤博紀, 串田賢一: 身体動作シミュレーションを活用したプロダクト開発に関する研究 - 作業動作に適した器具の検討開発 -, 山梨県工業技術センター研究報告, No.31, pp.1-10 (2017)
- 3) 鈴木文晃, 佐藤博紀, 串田賢一: 身体動作シミュレーションを活用した設計手法の研究, 山梨県産業技術センター研究報告, No.1, pp.118-120 (2018)