

# 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

鈴木文晃・佐藤博紀・串田賢一

## Research of Product Design Method Utilization of Physical Movement Simulation Technology

Fumiaki SUZUKI, Hiroki SATO and Ken'ichi KUSHIDA

### 要 約

身体との適合性を考慮した製品設計に身体動作シミュレーション技術を活用する手法を検討した。これまでに一般的なユーザを対象とした手法に取り組んだが、本研究では対象者を手指の運動機能に低下等があるユーザに拡張した手法の開発を目指し検討を行った。対象者に負担が少なく手指形状を取得する方法として簡易3次元スキャナを検討したところ、ほぼ良好な形状のデジタルデータが取得できた。姿勢の再現として、スキャナで取得した手指のデータに3次元CGソフトで動作の骨格となるアーマチャーを設定し、これを操作することで対象者がとりうる姿勢の再現ができた。さらにこれで作成した手指の形状データを3次元CADにインポートすることで器具を設計するプロセスの確認を行った。

### 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。過去の研究<sup>1),2)</sup>において、コンピュータシミュレーション技術を活用し、使用者の手指形状や作業動作を考慮し使いやすい宝飾品製造器具のグリップ形状を設計する手法についての検討を行った結果、これを用いた製品設計手法が有効であるという知見が得られた。

使用者の身体にあわせる製品開発では、高齢や疾患等により身体機能が低下したユーザに対しての製品領域がある。これは高齢化社会やノーマ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。その中で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、そのような動作を補助するための器具を使用している。そうした生活補助器具の設計には対象者の手指の形状や姿勢、動作を考慮した設計が必要になる。しかしこの設計には対象者を被験者とした寸法計測や器具の試作、試験などによって開発を行う場合が多く、この方法は被験者負担が大きく効率的でない。

こう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た製品設計手法を応用することにより、身体適合性の高い器具を効率的に開発することが可能と考えられる。そこで本研究では、手指の身体機能低下があるユーザに関する身体動作シミュレーションについて検討し、

それを活用した使いやすい製品設計を行う手法の開発を目指した。

### 2. 実験方法

#### 2-1 手指形状の取得

過去の研究では標準的な手指の運動機能を持つユーザを対象とし、広い範囲のユーザに適応する器具のグリップ形状について検討した。そのため統計的な調査から得られた標準的な手指形状のデジタルハンドモデルを使用して、製品の把持シミュレーションを行った。これに対して本研究では特定の条件のユーザを想定して製品設計を行う。

そこで器具設計のために、まず特定の条件を持つ対象者の手指の寸法や形状の取得、次に手指の姿勢に関する情報を取得する方法について検討を行った。

手指の寸法・形状の取得に関しては、広く用いられる方法として対象者の手指の基準となる長さをノギスなどを使って測定する方法がある。しかしこの方法は多くの項目について情報を取得としようとするほど被験者の負担が大きくなるため、それ以外の方法を検討することとした。検討する方法としては、3次元デジタルモデルの形式で取得することで、後から必要な寸法を測定することができるほか、モデルデータをその後の製品設計に使用することができ効率的と考えた。

そのような観点からここでは3次元スキャナ、フォト

スキャン、簡易3次元スキャナを使用した形状取得方法について検討した。

## 2-2 手指姿勢の構築

次に、器具設計のために対象者が器具を使用する際の手指状態の想定を行う。そのために、機能低下による姿勢や可動域などを考慮し、対象者がとりうる姿勢の構築をコンピュータ上で行う。その姿勢に合わせて器具を設計することで、身体との適合性の高い器具が開発できると考えられる。ここでは2-1の方法で取得した3次元形状を使用し、3次元CGソフトウェアを使用し姿勢を構築する方法を検討した。

## 3. 結果

### 3-1 手指形状の取得

3次元スキャナは物体の形状取得に近年広く用いられる機器であり、当所でも非接触カメラ式の3Dスキャナ(Steinbichler社製COMMET L3D)を保有する。これは形状を高い精度の3次元のデータ形式で取得できるため工業設計やデザインの用途で使用できるが、機体の大きさや設置の安定性などで考慮が必要な機種であり、今回の対象者の手指形状を取得するという運用に対しては難点があると考えられた。

次にフォトスキャンによる取得方法を検討した。これは対象物を全方位から写真を撮影し、その画像をソフトウェア(AgiSoft PhotoScan)上で処理することにより3次元形状を形成するものである。ここではデジタルハンドモデルを3Dプリンターでモデル化したものを形状取得の対象物として実験した(図1)。このモデルはあらかじめ形状が把握できているため、取得データの形状の精度を比較することができる。これについて試したところ、被験者への負担は軽減しつつ形状取得ができると考えられたが、必要となる鮮明な画像を大量に取得する撮影方法に関して、またソフトウェアでの処理後でないと欠損なく形状取得ができたかが判断できない点に課題があることが分かった(図2)。

次にCOMMET L3Dより簡易的な3Dスキャナを使った方法について検討した。ここではパーソナルスキャナ(3Dsystem社製SENCE)を使用した。これはスキャン対象に計測機器を向けることで光学式に形状を取得し、リアルタイムにコンピュータの画面上に取得した形状の結果を表示する機器である。これは手指を対象とした際の取り扱いが比較的やすく、形状の欠損についてもその場で確認しつつ短時間で形状取得が可能であった(図3)。取得した形状の精度に関して、対象物の元の形状データと比較してほぼ良好に取得できると考えられたため(図4)、ここではこの方法を採用することとした。

実験では全体の寸法精度に関して変動することがあったので、対象物から基準となる寸法を測定し、取得後のデータと検証し調整することで補えると考えた。

### 3-2 手指姿勢の構築

姿勢の再現について、ここでは3次元CGソフトBlenderを用いた処理について検討した。このソフトは3次元CGのモデリングやレンダリングの機能を有するソフトウェアであるが、今回はリギングの機能を使用し、姿勢や可動域を考慮した姿勢の構築を試みた。3-1のスキャナで取得した手指の3次元モデルに、動きの骨格となるアーマチャーを人の骨格構造と同じように設定した(図5)。このアーマチャーを操作することで、それに沿って手指モデルも形状を変化させることができ、実際のような手指姿勢の状況をシミュレートできる(図6)。これにより対象者がとりうる姿勢、その際の手指の形状を再現することができると考えられた。

この構築した姿勢の形状データは器具を設計する3次元CADへインポートすることができ、それをもとに手指形状に沿った器具の設計を行い、その器具を3Dプリンターで出力するところまで可能であった。ここでは試験的に手指の運動機能の低下がある対象者が、小さなものをつかむために使う器具という想定で製品を設計し、それを実際に3Dプリンターでモデル化し検証するという仮想プロセスの確認を行った(図7)。これにより、検討した方法で対象者の手指形状に沿った器具の設計を行うことが可能と考えられた。



図1 スキャン対象物



図2 PhotoScanによる形状取得

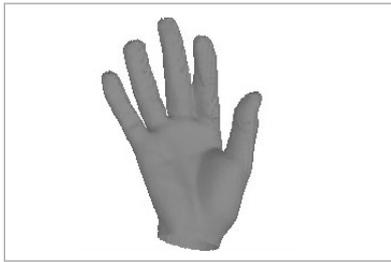


図3 SENCEで取得した形状

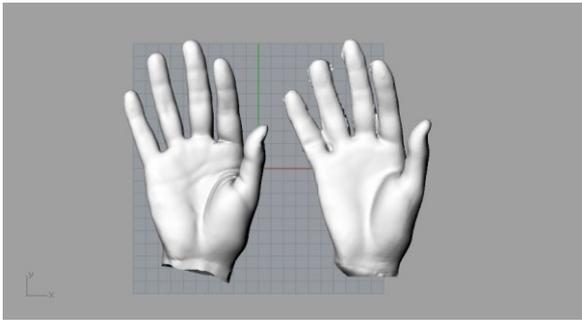


図4 形状比較（左が元形状、右がスキャン形状）

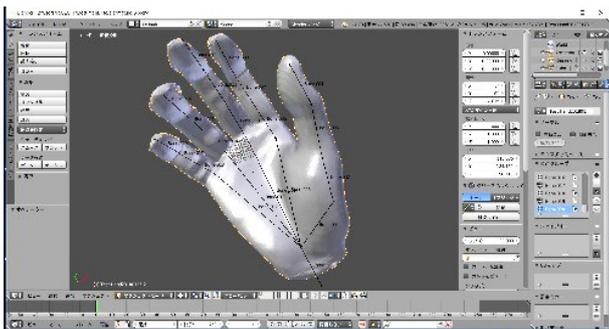


図5 アーマチャーの設定

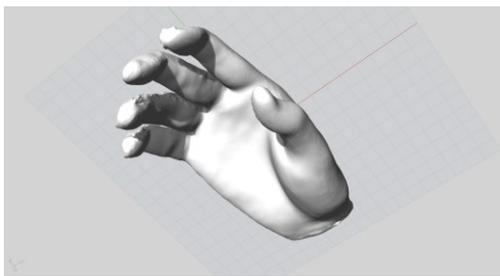


図6 構築した手指姿勢

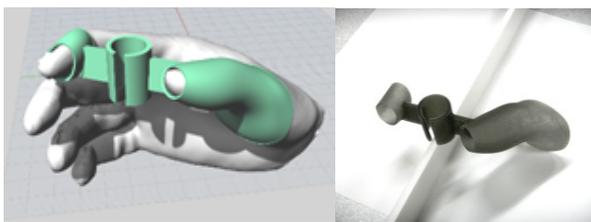


図7 姿勢を基にした器具の設計と  
3Dプリンターでの出力

#### 4. 考察

今回の検討により、対象者の手指の寸法や形状を簡易3次元スキャナを用いて取得し、その姿勢をコンピュータ上で構築することができた。またそのデータを3次元CADで使用するにより、身体との適合性を考慮した補助器具を設計するプロセスについて確認した。

#### 5. 結言

今回の検討により特定のユーザの使用を想定した製品設計手法についての道筋が確認できたと考えられる。今後は身体動作シミュレーションソフトを使った身体適合性評価との連携について検討するとともに、具体的な器具設計に手法を適用することにより、開発手法の有効性検討を行っていく。

#### 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)