

製品提案プロセスのデジタル化を目指したクッションの触感の可視化 (第1報) クッション製品の三次元変形の可視化

藤巻吾朗*, 山口穂高*, 関範雄*

Visualization of Tactile Sensation of Cushion for the Digitalization of Product Proposal Process (I) Visualization of Three-Dimensional Deformation of Cushioned Product

FUJIMAKI Goroh*, YAMAGUCHI Hodaka*, SEKI Norio*

視覚情報を使ったクッションの触感の伝達手法を開発することを目的とし、その前段階として、クッション製品の三次元変形の測定方法や可視化手法について検討を行った。サイズ感が推定しやすいと考えられる人体形状を模したジグを作成し、体重相当の力を加えた状態を3Dスキャナで測定することでクッション製品の変形状態をデータ化した。また、測定結果そのままではジグで隠れて変形状態が把握しづらいため、測定結果からジグを削除する方法について検討を行い、クッション製品の変形状態を可視化した。ジグを削除した後の穴埋め処理の工程において、製品によっては手作業での修正や作業時間が増えてしまうため、検討の余地が残った。研究過程では問題はないと考えられるが、実用化の際には、様々な製品を測定していく中で処理方法の改善を進める。

1. 緒言

家具業界では実際の製品を見て、触れた時の体感を重視しており、これまでは店頭での販売が中心であった。しかし、オンラインショップでの直接購入や事前にインターネットで製品を調べてから店舗で確認する消費者が増えており、ウェブサイト上で製品イメージを消費者に伝えることが重要となっている。その中でも製品の触感は消費者の興味や関心を得る上で重要な因子の一つであるが、実際に触れずに第三者に伝えることは難しい。近年では触覚提示デバイスの研究が進んでいるが特殊なデバイスが必要であり、現状一般消費者に対して触覚そのものをオンラインで伝達することはできないため、視覚情報を使って製品の触感を伝達する手段が望まれると考えられる。そこで本研究では、クッション製品の三次元変形を可視化することで視覚情報を使ってクッションの触感を伝える手法を開発することを目的とする。対象とするクッション製品はソファや座椅子などの座位姿勢を保持する製品とし、その座り心地に関わるク

ッションの触感について検討を行う。本報告では、その前段階として、クッションの三次元変形の測定方法や可視化手法について検討を行った。

2. クッション製品の変形の可視化における課題

クッション製品の変形を可視化し、触感を伝える上で以下のような課題が挙げられる。

- ブロックや円盤などでクッションに力を加える映像は、クッション製品のサイズ感が推定しづらく、クッションの変形量や加わっている力が伝わりにくい。
- 写真や座っている時のビデオ映像では、クッションの変形状態が身体で隠れてしまい、確認ができない。手や指で押している映像は、手で触ったときの触感を推定しやすいと考えられるが、加える力が弱く、接触面積も小さいため、座り心地に関わる触感の推定は難しい。
- 実際のクッション製品は複数のクッションの積層や様々な種類の張生地の使用、また、張り方によって生地にかかる張力が異なってくるなど、クッション特性に関わる構成要素が複雑でシミュレーション技術の活用が困難である(図1)。

* 試験研究部

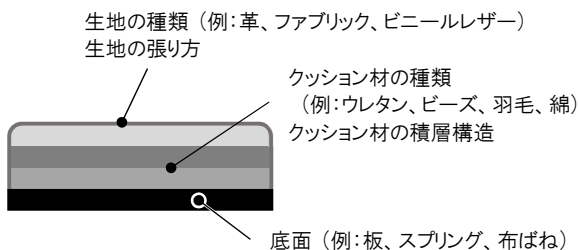


図1 クッションの構成要素

以上のことから、本研究では、サイズ感や重量が推定しやすいと考えられる人体形状を模したジグを作成し、体重相当の力を加えた状態を3Dスキャナで測定することでクッションの変形状態を可視化する手法を検討した。また、測定結果からジグを削除し、ジグとクッションの接触面をジグの形状をもとにメッシュで張り直すことでクッションの変形状態を見やすくすることを試みた。

3. 人体形状を模したジグの試作

人体形状については、過去の研究成果¹⁾²⁾をもとに臀部から大腿部にかけての形状（座面形状）、腰部から背部にかけての形状（背面形状）それぞれについて日本人男性の平均的な形状を算出し、3Dプリンタ（L-DEVO）で出力した。また、人体寸法データ³⁾をもとにベースとなる金属フレームを作成し、角度条件の異なる座位姿勢に対応できるように考慮した（図2）。

ジグに積載するおもりについては、日本人男性の標準体重³⁾および日本人男性の身体部位ごとの質量比⁴⁾をもとに大腿部、下胴（臀部および腰部）、上胴（背部）、頭部のそれぞれの重量を決定した（表1）。足部、下腿部、手、前腕、上腕の重量は、座椅子自体にかかる重量はあまり大きくないと考え、ジグには積載しなかった。



図2 人体形状を模したジグの試作

表1 ジグに積載するおもりの重量

	重量比 (%)	日本人男性の平均体重換算 (kg)	ジグに積載するおもりの重量 (kg)
頭部	6.9	4.6	4.6
胴体(上)	30.2	20.1	20.1
胴体(下)	18.7	12.5	12.5
上腕	5.4	3.6	-
前腕	3.2	2.1	-
手	1.2	0.8	-
大腿	22	14.7	14.7
下腿	10.2	6.8	-
足	2.2	1.5	-
合計	100	66.7	51.9

4. クッション製品の変形の可視化手法の検討

クッション製品のひとつとして、本報告では座椅子を使用し、その変形状態の可視化手法について検討を行った。

4.1 座椅子の三次元形状の測定(図3-①)

Artec EvaおよびArtec Studioを使用し、それぞれの座椅子について、力を加えていない状態（変形前）、ジグとおもりを載せた状態（変形後）の条件の測定を行った。ジグの設置方法については、JIS S1203の負荷位置決めジグの設置方法⁵⁾を参考に座椅子のできるだけ後方にジグを設置し、ジグの曲面と座椅子の曲面が合致するまで、ジグの座面を前方にてこの原理で押し出した。その後、表1に記載のおもりをジグに積載した。

数種類の座椅子を測定したところ、メッシュ生地や黒色の座椅子についてはエラーが発生しやすかった。こういったケースではジグを置いた状態での計測の方がしやすく、計測しやすい対象物を一緒に計測することである程度は改善されることが確認された。

4.2 測定結果の位置合わせ(図3-②)

Geomagic DesignXを使用し、変形前の測定結果の座標合わせ（XYZ方向の修正）を行い、それを基準として、変形後の測定結果の位置合わせを行った。また、事前に測定しておいたジグの座面形状および背部形状についても変形後の測定結果に位置合わせを行った。位置合わせについては、特に問題はなかった。

4.3 3Dモデルの修正(図3-③)

Blenderを使用し、変形後の座椅子の測定結果について、3Dモデルの修正を行った。②で位置合わせをしたジグの座面形状、背面形状を2mm膨張させ、ブーリアン演算によりジグの削除を行った。穴埋め処理については、膨張前のジグの座面形状、背面形状の外側の面(座椅子と接する面)を抽出し、抽出した面のエッジ部分(座椅子と接していない部分や、接しているかわからない部分)を手作業で選択し、シュリンクラップ機能を用いて座椅子の座面、背面にそれぞれ合わせることで穴埋めを行った。

穴埋め処理については、単純な形状の製品は機械的に進めることができたが、肘掛けのあるものや複雑な形状の製品(凹凸の激しいものや特殊な機構のついたもの)については、3Dスキャナでは測定できない部分が多く、手作業での修正や作業時間が増えてしまうため、課題が残った。また、実際の変形状態とは異なることが推察されるため、触感推定に影響があるようであれば、今後、処理方法を見直す必要も考えられる。

4.4 アニメーション作成(図3-④)

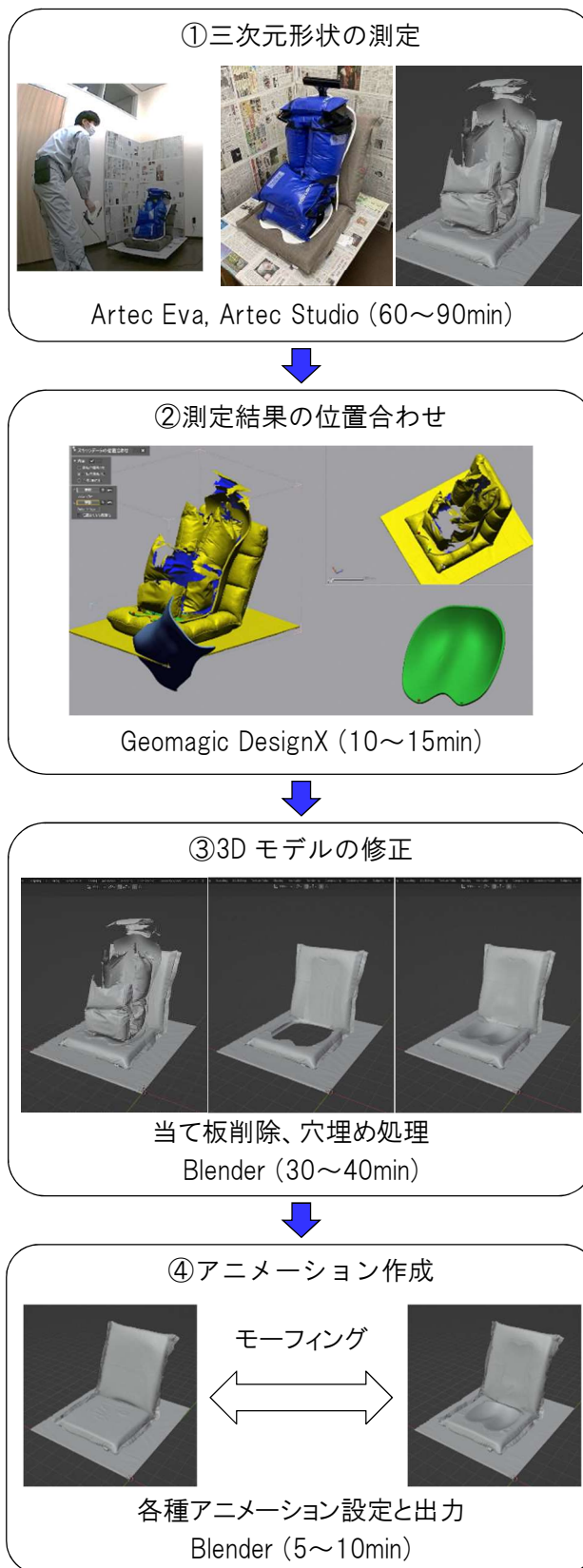
Blenderのシュリンクラップ機能を使用し、変形前と変形後の座椅子の3Dモデルについてモーフィング処理を行い、座椅子の変形アニメーションを作成した。座り込みから立ち上がりまでの一連の動作を想定し、変形前→変形後(1秒間)、変形後の状態保持(1秒間)、変形後→変形前(1秒間)の3秒間のアニメーションを作成した。

変形にかかる時間や変形のパターンについては、アニメーションの設定により変更が可能だが、今回は作業時間の目安を把握したかったため、単純なアニメーションをサンプルとして作成した。アニメーションの設定値は、今後、触感の推定値との関係を調査した上で検討を進める。

5. まとめと今後の課題

視覚情報を使ってクッションの触感を伝える手法を開発するにあたり、その前段階として、クッションの三次元変形の測定方法や可視化手法について検討を行った。

クッションの三次元変形の測定については、サイズ感や重量が推定しやすいと考えられる人体形状を模したジグを作成し、体重相当の力を加えた



()内はサンプル1脚あたりの作業時間の目安
図3 クッション製品の変形の可視化手法

状態を3Dスキャナで測定した。また、測定結果をそのままの状態で見せてもジグで隠れてしまい、変形状態が把握しづらいと考えたため、測定結果からジグを削除する方法について検討を行った。単純な形状については問題なかったが、肘掛けのある座椅子や複雑な形状については3Dスキャナで測定できない部分が多く、手作業での修正や作業時間が増えてしまうため、穴埋め処理の方法に検討の余地が残った。研究過程では問題はないと考えられるが、実用化の際には、様々な製品を測定していく中で処理方法の改善を進める。

今後は提案したクッション製品の変形の可視化手法をもとに、表示方法（座椅子のみ、アバターの表示、断面図の表示等）や変形速度、変形パターンがクッション製品の触感推定にどのような影響を与えるか、また、実際に座った時の触感との違いについて調査を進める。

謝辞

本報告で使用した座椅子をご提供いただいた明

光ホームテック株式会社ならびにアキレス株式会社
社に感謝いたします。

参考文献

- 1) 藤巻吾朗他：座位姿勢における臀部形状の分析と座面形状の提案，岐阜県生活技術研究所研究報告，15，pp.19-23，2013.
- 2) 藤巻吾朗：人間生活者視点による人にやさしい製品開発（第2報），立位・座位姿勢での人体の3次元形状，岐阜県生活技術研究所研究報告，10，pp.8-10，2008.
- 3) 生命工学工業技術研究所（編）：設計のための人体寸法データ集，日本出版サービス，1996.
- 4) 社団法人 日本エム・イー学会（編）：身体運動のバイオメカニクス，コロナ社，pp.132-139，2002.
- 5) JIS S1203：家具—いす及びスツール—強度と耐久性の試験方法，財団法人日本規格協会，1998.