

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2報) クッションの変形速度が触感推定に与える影響

藤巻吾朗*, 山口穂高*, 関範雄*

Visualizing the Tactile Sensation of Cushions for the Digitalization of Product Proposal Process (II) Effect of Cushion Deformation Speed on the Prediction of Tactile Estimation

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の開発を目的にクッション製品の三次元変形の可視化を行っている。ここでは、その可視化においてクッションの変形速度が触感の推定に与える影響をWebアンケートにより調査した。参加者にはランダムに呈示された4種類の座椅子の変形アニメーションを見てもらい、座り心地に関わる触感の推定値を回答してもらった。その結果、硬軟感については変形速度の影響は小さく、沈み込み量の影響が大きいと考えられた。また、反発感については、復元時間の影響が大きいと考えられた。底つき感については、スマートフォン利用時に荷重時間が長いと底つき感が誘発される可能性が示されたが、今回の調査では不明な点が多く、今後の課題となった。フィット感については、変形速度はあまり影響しないと考えられた。

1. 緒言

近年、オンラインショップでの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。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。先行研究では、CGやCAEの技術を活用し、弾性体を棒で押したときの沈み込みの深さ(変形の大きさ)が硬さの推定に影響を与えることが報告されている¹⁾。クッションについても同様の傾向があると推察されるが、荷重を加えた時の変形の速さについては調査されていなく、本報告では、クッションの変形速度が触感の推定に与える影響を調査する。

2. クッションの触感

クッション製品の触感はクッション素材の違いや積層の組み合わせ、張生地の素材や張りの方法の違いにより異なり、非常に多くの要因が影響する。先行研究では、クッションの座り心地の総合評価に影響の強い因子として、「硬さ感」「底つき感」「反発感(または安定感やホールド感)」「フィット感」に着目したケースが多く、これらの項目がクッション評価における主要な因子であることが伺える^{2)~4)}。これらの先行研究で得られた知見をもとに「硬軟感」「反発感」「フィット感」「底つき感」の4つの触感に着目し、これらの触感の伝達方法について検討を行う。

3. Webアンケート調査

3.1 調査内容

20~49歳の日本人200名(男性100名、女性100名)を対象にWebアンケート調査を実施した。参加者にはランダムに呈示された4種類の座椅子の変形アニメーションを見てもらい、「やわらかい感じ」「跳ね返る感じ」「底につく感じ」「体に馴染む感じ」の4項目の触感についての推定値をそれぞれ5段階

* 試験研究部

で評価してもらった（1：しない、2：ややする、3：する、4：かなりする、5：非常にする）。

3.2 呈示条件

呈示した座椅子の変形アニメーションは第1報⁵⁾で提案した手法をもとに座り込みから立ち上がりまでの一連の動作を想定し、非荷重状態から荷重状態に変形、荷重状態の維持、荷重状態から非荷重状態に変形するものとした。便宜上、非荷重状態から荷重状態への変形完了までの時間を荷重時間、荷重状態から非荷重状態への変形完了までの時間を復元時間と以降表記する。

呈示した座椅子の変形アニメーションは、すべて同じ3Dモデルを使用し、変形にかかる時間のみを変化させた（図1、表1）。

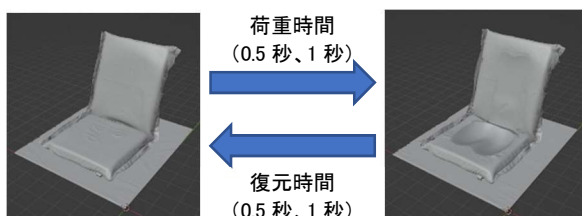


図1 座椅子の変形アニメーション概要

表1 変形アニメーションの呈示条件

	荷重時間	復元時間
条件1	0.5秒	0.5秒
条件2	0.5秒	1秒
条件3	1秒	0.5秒
条件4	1秒	1秒

4. 結果と考察

4.1 実験参加者のスクリーニング

200名の参加者のうち、すべてに同じ回答をした22名、サンプル毎にすべて同じ回答をした3名、5段階評価で回答が1と5のみであった2名を分析対象から除外した。また、回答時の利用端末で利用の少なかった「タブレット」「その他」については分析対象から除外し（表2）、計165名（男性76名、女性89名）のデータを分析に使用した。

表2 参加者の利用端末

利用端末	利用者数
デスクトップPC	41 (31)
ノートPC	64 (55)
タブレット	7 (7)
スマートフォン	87 (79)
その他	1 (1)

() 内はスクリーニング後の参加者

4.2 全体的な傾向

4つのアンケート項目それぞれについて、利用端末、荷重時間、復元時間を要因とした三元配置の分散分析を行った。利用端末については、「デスクトップPC」「ノートPC」「スマートフォン」の3種類があったが、「ノートPC」と「デスクトップPC」は「PC」としてまとめて分析を行った。

「跳ね返る感じ」については、利用端末 ($F=5.35$, $p=0.02$, $\text{partial } \eta^2=0.03$) および復元時間 ($F=4.78$, $p=0.03$, $\text{partial } \eta^2=0.03$) で主効果があり、交互作用は認められなかった。「跳ね返る感じ」の評点の平均値および標準誤差を図2に示す。一般的に低反発のクッション材は復元時間が長いことが知られているため、復元時間が短い条件で「跳ね返る感じ」が強いと感じ、復元時間が長いと「跳ね返る感じ」が弱いと感じたと考えられた。しかし、条件間の評価の差は小さく、今後は呈示刺激の幅を増やして調査を行う必要があると考えられた。また、PCに比べてスマートフォンの方が跳ね返る感じを強く感じる傾向があった。スマートフォンは呈示画面が小さいため、刺激が小さく、触感の推定値が低くなることを想像していたが、視距離の近さや指で直接画面に触れて操作することが評価に影響を与えたことが推察される。

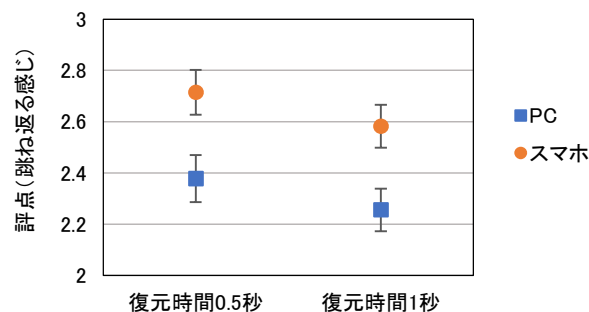


図2 跳ね返る感じの評価結果

「底につく感じ」については、利用端末で主効果 ($F=4.00$, $p=0.05$, $\text{partial } \eta^2=0.02$) があり、利用端末と荷重時間で交互作用が認められた ($F=5.90$, $p=0.02$, $\text{partial } \eta^2=0.03$)。「底につく感じ」の評点の平均値および標準誤差を図3に示す。単純主効果の検定を行った結果、スマートフォン利用時には荷重時間に主効果 ($F=7.79$, $p=0.01$, $\text{partial } \eta^2=0.05$)、荷重時間1秒の時には利用端末に主効果 ($F=4.09$, $p=0.05$, $\text{partial } \eta^2=0.05$) が見られ、スマートフォン利用時の荷重時間1秒の条件が他の条件に比べて「底につく感じ」を強く感じる傾向があった。調査前は荷重時間が短い条件

の方が「底につく感じ」を強く感じる傾向があると推察していたが、スマートフォン利用時に異なる結果となった。その理由については今回の調査では明らかにすることはできなかったが、アニメーションの再生時に指で直接画面に触れて操作することや視距離の近さが評価に影響を与えたことが推察される。

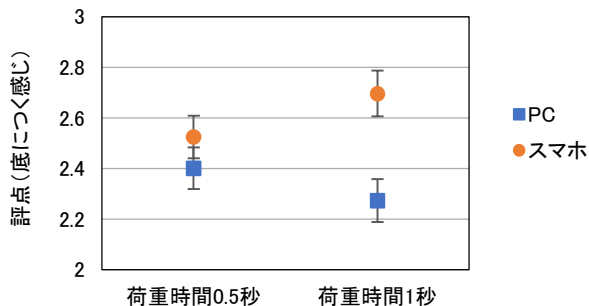


図3 底につく感じの評価結果

4.3 評価傾向による分類

評価傾向による違いを調べるため、アンケートの回答結果を実験参加者ごとに標準化し、k-means法によるクラスター分析を行い、実験参加者を3つグループに分類した。分類したグループごとの各評価項目の平均評点および標準偏差を図4に示す。グループ1は「やわらかい感じ」「体に馴染む感じ」を高く評価し「底につく感じ」を低く評価する傾向のあるグループ、グループ2は「跳ね返る感じ」を高く評価し、「やわらかい感じ」「底につく感じ」を低く評価する傾向のあるグループ、グループ3は「底につく感じ」を高く評価し、「跳ね返る感じ」や「体に馴染む感じ」を低く評価する傾向のあるグループであった。

実験参加者の性別、年齢、身長、体重をグループについては、グループ間に明確な差はなく（表3、図5）、実験参加者の身体特性は評価傾向にあまり影響しないと考えられた。また、グループ2は他のグループと比較してPCを利用した人が少ないグループであった。

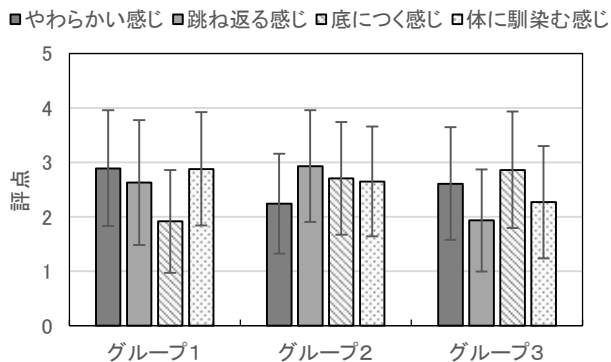


図4 グループごとの評価傾向

表3 グループごとの身体特性の集計結果

		グループ1	グループ2	グループ3
性別 (人)	男性	27	21	28
	女性	34	26	29
年齢 (歳)	平均	36.2	34.4	36.6
	SD	8.9	8.4	8.2
身長 (cm)	平均	163.5	164.2	166.1
	SD	8.3	8.6	9.3
体重 (kg)	平均	58.2	57.1	59.2
	SD	12.3	13.3	11.9
利用端末 (人)	デスクトップPC	28	8	19
	ノートPC	12	7	12
	スマートフォン	21	32	26

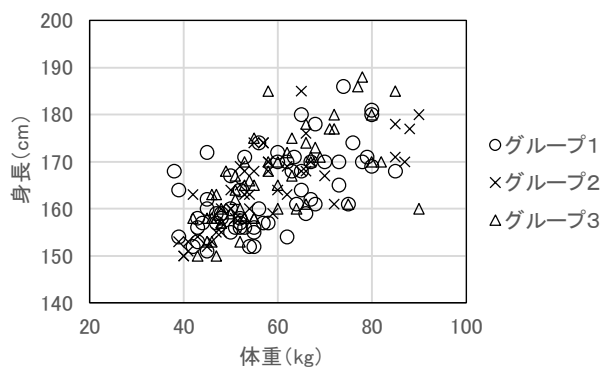


図5 グループごとの体格の分布

4.3.1 グループ1

4つのアンケート項目それぞれについて、荷重時間、復元時間を要因とした二元配置の分散分析を行った。「やわらかい感じ」については、有意水準5%では主効果、交互作用ともに有意ではなかったが、復元時間の主効果に有意な傾向 ($F=3.763$, $p=0.057$, $\text{partial } \eta^2=0.059$) および荷重時間と復元時間に交互作用 ($F=2.804$, $p=0.099$, $\text{partial } \eta^2=0.045$) がみられた。単純主効果の検定を行った結果、荷重時間0.5秒の条件で復元時間に主効果 ($F=8.811$, $p=0.004$, $\text{partial } \eta^2=0.128$) が認め

られた。また、復元時間0.5秒の条件で荷重時間の主効果に有意な傾向 ($F=3.573$, $p=0.064$, $\text{partial } \eta^2=0.056$) があり、荷重時間、復元時間が共に短いときには、やわらかい感じの評価が低い傾向があった。「やわらかい感じ」の平均評点と標準誤差を図6に示す。

「跳ね返る感じ」については、復元時間に主効果 ($F=8.94$, $p=0.004$, $\text{partial } \eta^2=0.13$) がみられ、復元時間が短いと跳ね返る感じの評価が高い傾向があった。「跳ね返る感じ」の平均評点と標準誤差を図7に示す。

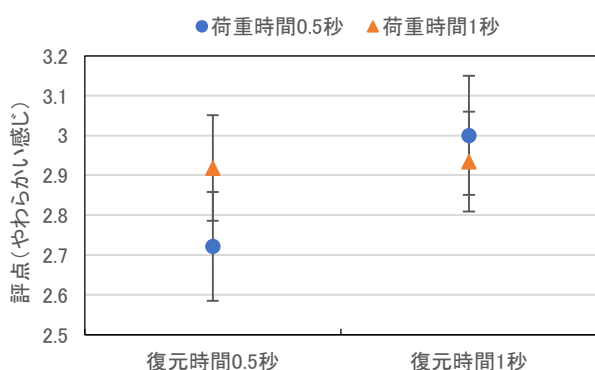


図6 やわらかい感じ (グループ 1)

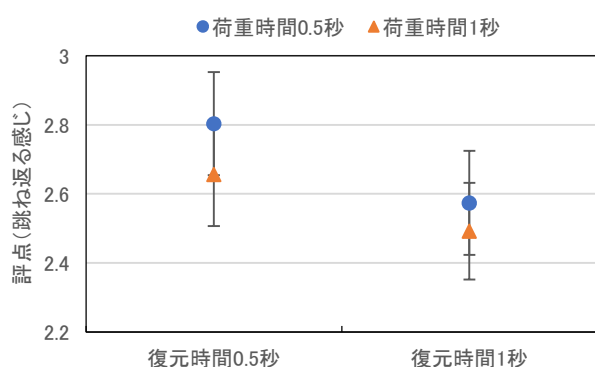


図7 跳ね返る感じ (グループ 1)

4.3.2 グループ 2

4つのアンケート項目それぞれについて、荷重時間、復元時間を要因とした二元配置の分散分析を行った。

「跳ね返る感じ」については、荷重時間に主効果が認められ ($F=4.231$, $p=0.045$, $\text{partial } \eta^2=0.084$)、復元時間の主効果に有意な傾向が見られた ($F=3.871$, $p=0.055$, $\text{partial } \eta^2=0.078$)。交互作用は認められなかったが、多重比較を行った結果、荷重時間0.5秒で復元時間が1秒の条件が他の条件と比較して有意に小さく (条件1>条件2,

$p=0.015$, $r=0.349$) (条件3>条件2, $p=0.015$, $r=0.349$) (条件4>条件2, $p=0.014$, $r=0.352$)、荷重時間に対して復元時間が長いと跳ね返る感じの評価が低い傾向があった。「跳ね返る感じ」の平均評点と標準誤差を図8に示す。

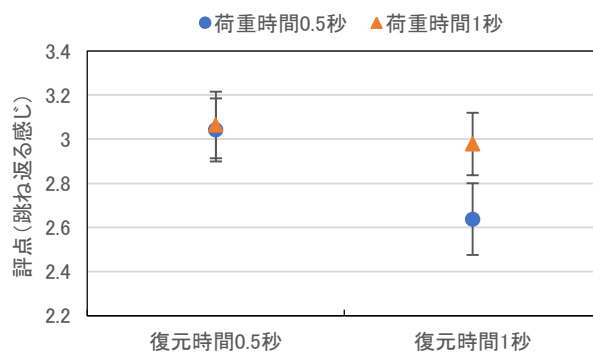


図8 跳ね返る感じ (グループ 2)

4.3.3 グループ 3

4つのアンケート項目それぞれについて、荷重時間、復元時間を要因とした二元配置の分散分析を行った結果、いずれの評価項目についても主効果、交互作用ともに認められなかった。

グループ3に属した参加者についてはクッションの変形速度は触感の推定に与える影響は小さいと考えられる。

4.4 結果に関するまとめ

「やわらかい感じ」については、変形速度の影響が確認されたのはグループ1のみで、荷重時間、復元時間が共に短いときには、やわらかい感じの評価が低い傾向があった。これは変形が完了するまでの時間が短いことに起因すると考えられ、沈み込みの深さが硬さの推定に影響を与えるとの報告¹⁾があったことから、同じモデルを使っているにもかかわらず変形にかかる時間が短いため沈み込み量が他の条件と比べて小さいと感じ、それに伴い硬いと感じたのではないかと考察される。他のグループや全体的な傾向を調べた場合では変形速度の影響がみられなかったことから、「やわらかい感じ」については変形量の影響が大きく、変形速度の影響は小さいと考えられる。

「跳ね返る感じ」については、グループ1では復元時間が短いと跳ね返りを強く感じ、グループ2では荷重時間に対して復元時間が長いと跳ね返りが弱いと感じる傾向があった。グループ間で変形速度の影響が異なった理由の一つとして考えられるのは、想定する座り込みや立ち上がりの速度の

差であった。先行研究⁶⁾から座り込み動作にかかる時間（臀部着き始めから動作完了までの時間）は0.5～0.95秒程度、立ち上がり動作にかかる時間（動作開始から離臀開始までの時間）は0.65～0.96秒程度であるが、アニメーションを見た際に自身の動作が速い人は速い動作を想定し、自身の動作が遅い人は遅い動作を想定することが推察される。想定する動作速度とクッションの変形速度が同等であれば体の動きにクッションが追従する印象となり、想定する動作速度よりクッションの変形速度が速ければクッションに押し返される印象、想定する動作速度よりクッションの変形速度が遅いと体の動きにクッションがついてこなく低反発クッションのように反発感が低い印象となると考えられる。グループ1に属する参加者は、立ち上がりの動作を比較的遅く想定したために復元時間が短い条件で跳ね返る感じを強く感じ、グループ2に属する参加者は、立ち上がりの動作を比較的速く想定したため復元速度が短い条件で跳ね返る感じを強く感じなく、復元時間が長い条件で跳ね返りが弱く感じたと推察される。また、全体的な傾向では、復元時間に主効果があり、「跳ね返る感じ」については、復元時間の影響が強いことが考えられる。視覚情報により反発感を伝えるためには、座り込みや立ち上がりの速度を想定しやすいような表示方法の検討や、一様な評価となるような速度帯域の検討などが課題として挙げられる。

「底につく感じ」については、全体的な傾向では、スマートフォン利用時の荷重時間1秒の条件が他の条件に比べて「底につく感じ」を強く感じる傾向があり、荷重時間が長いときには、小さい表示画面や指で直接操作することが、底つき感を誘発する可能性があると考えられた。しかし、評価傾向をもとに参加者を分類した結果では、いずれのグループにおいても主効果、交互作用は有意ではなく、今回の調査ではクッションの変形速度と「底につく感じ」との関係性を明らかにすることはできず、今後の課題となった。

「体に馴染む感じ」については、クッションの変形速度との関連性はみられず、影響は小さいと考えられた。

5. まとめと今後の展望

クッションの変形速度が触感推定に与える影響について、以下の知見が得られた。

- ・「やわらかい感じ」（硬軟感）については、変形速度の影響は小さいと考えられ、沈み込み量の影響が大きいと考えられた。

- ・「跳ね返る感じ」（反発感）については、復元時間の影響が大きいと考えられた。
- ・「底につく感じ」（底つき感）については、スマートフォン利用時に荷重時間が長いと底つき感が誘発される可能性が示されたが、今回の調査では不明な点が多く、今後の課題となった。
- ・「体に馴染む感じ」（フィット感）については、クッションの変形速度の影響は小さいと考えられた。

今回の調査では、変形速度のみ変化させた呈示サンプルを作成したが、今後はクッションの沈み込み量や表示方法（断面図やアバター要素の付加）の影響を調査する。また、実際に対象物に触れたときの感覚（絶対評価）との対応についても調査し、クッション製品の触感を直感的に伝達する手法の開発を目指す。

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感謝いたします。

参考文献

- 1) Paulun V.C., et al.: Shape, motion, and optical cues to stiffness of elastic objects, *Journal of Vision*, 17(1), 20, pp.1-22, 2017.
- 2) 西松豊典他：座部パッド硬度が自動車シートの「座り心地」に及ぼす影響, *繊維学会誌*, 66, 1, pp.68-73, 2010
- 3) 滝本成人, 堀越哲美, 弓立順子：心理評価と変形特性を用いたクッション材の座り心地評価に関する指標化の試み, *人間と生活環境*, 20(1), pp.77-83, 2013.
- 4) 成瀬哲哉他：人間工学的手法による木製椅子の快適性評価と機能設計に関する研究（第10報）座面構成と心理量の関係, *岐阜県生活技術研究所研究報告*, 8, pp.17-26, 2006.
- 5) 藤巻吾朗, 山口穂高, 関範雄：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, *岐阜県生活技術研究所研究報告*, 25, pp.10-13, 2023.
- 6) 高田谷久美子：椅子の種類の相違による高齢者の椅子からの立ち上がりと座り込みの動作特徴—青年との比較から—, *山梨大学看護学会誌*, 9, 1, pp.21-27, 2010.