



Pseudo-haptics を用いた VR 空間での商品の価値評価向上に関する研究

Research on improving the value evaluation of products in VR space using Pseudo-haptics

大倉直也¹⁾, 小柳陽光²⁾, 雨宮智浩²⁾, 鳴海拓志^{1,3)}, 葛岡英明¹⁾

Naoya Okura, Akemi Oyanagi, Tomohiro Amemiya, Takuji Narumi, and Hideaki Kuzuoka

- 1) 東京大学 情報理工学系研究科 (〒 113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1, {okura, narumi, kuzuoka}@cyber.t.u-tokyo.ac.jp)
- 2) 東京大学 バーチャルリアリティ教育研究センター (〒 113-0032 東京都文京区弥生 2-11-16, {oyanagi, amemiya}@vr.u-tokyo.ac.jp)
- 3) JST さきがけ

概要: 近年, オンラインショッピングに VR 技術を導入することで, 顧客によりリアルな体験をしてもらい, 購買意欲を上げようとする事例が増えている. 一方, 現実世界において, 商品の重さ知覚と製品評価の関係に関する研究結果をマーケティングに活用する試みはあるが, VR 空間での検証はほとんど報告されていない. 本研究では, VR 空間で Pseudo-haptics により生じる重さ知覚が製品の希少性評価及び購買意欲に及ぼす影響について調査した. その結果, 個人差や製品差は見られたものの, 全体的な傾向として, ユーザが知覚する重さ知覚が重いときは, 軽いときと比べて製品の希少性評価が高くなることが示唆された.

キーワード: Pseudo-haptics, 身体化認知, 希少性, 感覚マーケティング

1. はじめに

近年, オンラインショッピングにおいてバーチャルリアリティ (VR) を利用した感覚マーケティングを導入する事例が増えている. 感覚マーケティングは, 消費者が製品やブランドに対して感じる感覚や体験を重視し, 購買行動に影響を与える手法である. 従来のオンラインショッピングでは, 商品の見た目や説明文によって購買意欲を喚起する必要があったが, VR の導入により, 顧客の視覚や聴覚だけでなく, 触覚や運動感覚なども刺激することでよりリアルな体験を提供し, 購買意欲を喚起することが可能になった.

感覚マーケティングの分野においてよく取り上げられる理論の 1 つに身体化認知がある. 身体化認知とは, 身体感覚情報が判断や思考などの認知に影響を及ぼしているという考えである [1]. 過去の身体化認知に関する研究によると, 「重さ」の感覚がそこから連想される「貴重」や「重要」といった抽象的な概念を活性化し, その判断や行動に影響を及ぼす. 具体的には, 硬貨や人物の評価をする際に, 重いクリップボードを持つグループと軽いクリップボードを持つグループに分けたところ, 重いクリップボードを持つグループの方が評価対象の価値や重要性をより高く評価したことが報告されている [2, 3].

一方で, VR 分野では, 特殊な力触覚デバイスを用いずに重さなどの触覚体験を生み出すことができる Pseudo-haptics が研究されてきた [4]. Pseudo-haptics では, 身体動作を反映するポインタやバーチャルハンドの位置や速度を視覚的

に操作することで, 触力覚提示デバイスなしに擬似的な触力覚をユーザに知覚させることができる. 例えば, ユーザが VR 空間上で物体を持ち上げる際, VR 上で見える手や物体の移動量を実際の手の移動量よりも小さく (大きく) 提示することで, ユーザに実際よりも重い (軽い) 知覚を提示できる [5]. この Pseudo-haptics による重さ感覚の提示はヘッドマウントディスプレイ (HMD) と視覚フィードバックの工夫のみで行えるため, VR ショッピングを行えるユーザであれば誰にでも利用可能な手法である. 他方, ユーザが VR ショッピングにおいて製品を手取る際に Pseudo-haptics によって知覚される重さが, 製品評価にどのような影響を与えるかは十分に検証されていない. そこで, 本研究では, VR ショッピング体験において Pseudo-haptics によって生じる重さ知覚が顧客の商品評価や購買意欲に及ぼす影響について, 身体化認知の観点から検証する. 具体的には, 以下を本研究の目的とする.

- Pseudo-haptics による重さの知覚によって商品の希少性評価や購買意欲が向上するかを検証する. また, その要因が身体化認知にあるかを検証する.
- 上記の効果について, 製品間でどのような差があるかを検証する.
- 上記の効果について, ユーザ間でどのような差があるかを検証する.



図 1: 実験で用いた VR 環境



図 2: 実験で用いた 3D モデル

2. 実験

2.1 実験概要

参加者は、HMD とコントローラを装着して、VR 空間で提示される製品を手で掴み、VR 空間内の一定の高さまで持ち上げて離すという作業を 2 回行った後に、6 つの質問に回答するというタスクを繰り返し行った。実験の様子を図 1 に示す。参加者には、VR 空間でオンラインショッピングをしており購入した製品は現物が家に届く設定であると説明した。参加者は 15 名（男性 13 名・女性 2 名、21 - 25 歳、平均年齢 23.2 歳）であった。全ての参加者は実験に関する事前知識を持たなかった。

2.2 実験条件

本実験では、参加者が知覚する重さを変化させるために、Pseudo-haptics の CD 比を 5 条件 (0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4) 用意した。ユーザが VR 空間で製品を把持している間、現実世界で手を上げた距離 × CD 比の距離に VR 空間上の手及び製品の 3D モデルをレンダリングした。例えば、CD 比 0.6 で 10cm 手を上げた場合、VR 空間上では 6cm 上げた位置に手と 3D モデルが提示される。

また、製品の種類によって重さ知覚が製品評価に及ぼす影響に違いがあるかを調べるために、2 つの価値評価基準 (2.3 節参照) に着目して、差がありそうな 8 種類の製品 (腕時計、金の指輪、靴、帽子、金槌、スピーカー、ペン、包丁) の 3D モデル (図 2) を用意した。実験後には参加者に 2 つの価値評価基準について評価をしてもらった。

これら $5 \times 8 = 40$ 条件を参加者にランダムな順番で提示した。

2.3 評価指標

製品の希少性、購買意欲、心理的所有感を測るための計 6 個の質問 (表 1) を準備し、それぞれに対して 7 段階リッカート尺度 (1: 全くそう思わない-7: とてもそう思う) を用い

て評価を行った。心理的所有感 (psychological ownership) とは、対象を所有していると知覚する、あるいは対象を自分の一部として知覚する心理的状态であり [6]、商品評価や購買意欲に関与することが明らかになっている。製品評価の差が見られた場合、その要因が身体化認知ではなく、心理的所有感が交絡因子となっていないかを検証するため、日本語版心理的所有感尺度 [7] を取り入れた。

また、そもそも Pseudo-haptics によって実際に参加者が重さを知覚しているか調べるために、知覚する重さの評価も行なった。実験の本タスク後に、本タスクと同様に白い箱を持ち上げ、知覚した重さを 7 段階リッカート尺度 (1: とても軽い-7: とても重い) で評価してもらった。CD 比 5 条件を 2 回ずつ計 10 回ランダムに提示した。

製品の希少性評価、購買意欲について、ユーザ間の差を検証するために、NFT (Need for Touch) という消費者が購入意思決定において製品への接触をどの程度必要とするかを測る尺度 [8] を実験後のアンケートで計測した。NFT は、手段的接触欲求 (instrumental need for touch; INFT) と自己目的的接触欲求 (autotelic need for touch; ANFT) の 2 つの因子で構成されており、INFT は製品評価や購入意思決定において必要な要素であり、ANFT は製品評価や購入に直接関係しないが、購買行動において製品に触ること自体によって得られる喜び・満足感を表す快楽的な要素である。これらの尺度によって、重さ知覚が商品評価に与える影響が変わるのかを検証する。評価には INFT, ANFT に関する質問 6 問ずつを含む質問紙 [9] を使用した。

また、製品間の差を検証するために、8 種類の製品を 2 つの価値評価基準で分類した。1 つ目の基準は、「購入する際に、快楽価値と功利価値のどちらを重視しますか?」という質問に対して 7 段階リッカート尺度 (1: 快楽価値をより重視する-7: 功利価値をより重視する) で評価した。快楽価値とは「製品から得られる喜びや興奮などの感情に関する価値」、功利価値とは「製品から得られる問題解決や実用性など性能に関する価値」であり、一般的に製品やサービスにはこれらの価値が混在しているとされている。重視される価値の割合によって重さ知覚が商品評価に与える影響が変わるのかを検証する。2 つ目の基準は、「製品の重さと価値はどのような関係にあると思いますか?」という質問に対して 7 段階リッカート尺度 (1: 重いほど価値が高い-7: 軽いほど価値が高い) で評価した。製品を持った際に知覚する重さと商品評価の関係がこの評価と一致するのかを検証する。

2.4 結果

2.4.1 Pseudo-haptics による重さ知覚

参加者が Pseudo-haptics によって知覚した重さの評価について、CD 比条件間でフリードマン検定を行った結果、主効果が認められた ($p < .0001$)。下位検定としてボンフェローニ補正をしたウィルコクソンの符号順位検定を行なったところ、CD 比 1.2 vs 1.4 以外の全ての組み合わせで有意差が認められた。よって、Pseudo-haptics によって重さ知覚が提示できていることが確認できた。

表 1: 質問項目

No.	質問内容
質問 1	この製品は生産量が少なそうだ
質問 2	この製品は手に入れるのが難しそうだ
質問 3	どの程度この製品を購入したいと思ったか
質問 4	私は、製品を所有しているような気がする
質問 5	製品は、私の所有物であるように感じる
質問 6	私は、製品に対して高い所有権を有していると感じる

表 2: 希少性評価における Tukey 検定の p 値 $*:p<0.05$

vs	質問 1	質問 2
CD=0.6 - CD=0.8	*0.0046	*0.0001
CD=0.6 - CD=1.0	*<.0001	*<.0001
CD=0.6 - CD=1.2	*<.0001	*<.0001
CD=0.6 - CD=1.4	*<.0001	*<.0001
CD=0.8 - CD=1.0	*0.0158	0.2514
CD=0.8 - CD=1.2	*0.002	0.0548
CD=0.8 - CD=1.4	*0.0012	*0.0008
CD=1.0 - CD=1.2	0.975	0.9629
CD=1.0 - CD=1.4	0.9477	0.3017
CD=1.2 - CD=1.4	0.9999	0.7143

2.4.2 希少性評価

希少性に関する質問 1,2 について、製品ごとに全参加者が回答した評価値について Shapiro-Wilk 検定を行った結果、全ての場合で $p<0.05$ で有意となり、正規性は認められなかった。そのため、整列ランク変換 (Aligned Rank Transform, ART) を行った後に二要因分散分析を行った。その結果、質問 1,2 ともに製品条件と CD 比条件の主効果について有意差が認められた (製品条件 $p<.0001$, CD 比条件 $p<.0001$)。ただし、製品によって価値が異なるのは当然であるため、製品条件の主効果に関しては分析を割愛する。交互作用については有意差が認められなかった。

CD 比条件の主効果について、下位検定として Tukey 検定を行った。その結果、表 2 の通り、ベースラインと比較して、CD 比が 0.6 の場合、質問 1,2 ともに希少性評価が高かった。CD 比が 0.8 の場合は、質問 1 のみ希少性評価が高かった。一方で、CD 比が高い (重さ知覚が軽い) 条件では、ベースラインと比較して希少性評価に有意差は認められなかった。また、ベースライン以外との比較では、CD 比 0.6 の時にその他のどの条件よりも希少性評価が高くなり、CD 比 0.8 の時は質問によって他条件よりも希少性評価が高くなるがあった。

2.4.3 購買意欲

購買意欲に関する質問 3 について、製品ごとに全参加者が回答した評価値について Shapiro-Wilk 検定を行った結果、全ての場合で $p<0.05$ で有意となり、正規性は認められなかった。そのため、ART を行った後に二要因分散分析を行った。その結果、製品条件の主効果と交互作用について有意

表 3: 心理的所有感と製品評価の間のケンドールの順位相関係数

	質問 1	質問 2	質問 3
質問 4	0.095730	0.16677	0.35477
質問 5	0.094545	0.16386	0.40216
質問 6	有意な相関なし	0.10865	0.29314

表 4: 希少性評価におけるフリードマン検定の p 値 $*:p<0.05$

製品	質問 1	質問 2
金槌	0.09964	*0.000508
帽子	0.08601	0.1942
包丁	*0.002996	0.06756
ペン	*0.0008708	*0.001764
金の指輪	*0.003766	*0.005086
靴	0.05925	0.3981
スピーカー	*0.02734	*<.0001
腕時計	*0.0001335	*<.0001

差が認められた (製品条件 $p=0.0005$, 交互作用 $p<.0001$)。製品によって元々の購買意欲は異なるため、製品条件の主効果に関しては分析を割愛する。

CD 比条件と製品条件の交互作用について、下位検定として Tukey 検定を行った。その結果、同じ製品条件の間で有意な差は認められなかった。

2.4.4 心理的所有感と製品評価の相関

心理的所有感が重さ知覚と製品評価の媒介要因となっているかを検証するため、心理的所有感と製品評価の間のケンドールの順位相関係数を求めた (表 3)。その結果、希少性評価 (質問 1,2) と心理的所有感 (質問 4,5,6) は、ほぼ無関係であることが分かった ($p<0.05$)。なお、質問 1 と質問 4 の間には有意な相関が認められなかった。また、購買意欲 (質問 3) と心理的所有感 (質問 4,5,6) は非常に弱い相関があることが分かった ($p<0.05$)。

2.4.5 ユーザごとの結果

希少性評価 (質問 1,2) について、ユーザごとに CD 比条件間でフリードマン検定を行った。その結果、参加者 15 人中 6 人に有意差が認められたが、NFT との関連性は見られなかった。

2.4.6 製品ごとの結果

希少性評価 (質問 1,2) について、製品ごとに CD 比条件間でフリードマン検定を行った。その結果、表 4 の通り、腕時計、金の指輪、スピーカー、ペンで質問 1,2 ともに主効果が認められた。また、金槌と包丁は片方の質問のみで主効果が認められた。また、2つの価値評価基準による製品の分布は図 3 のようになった。

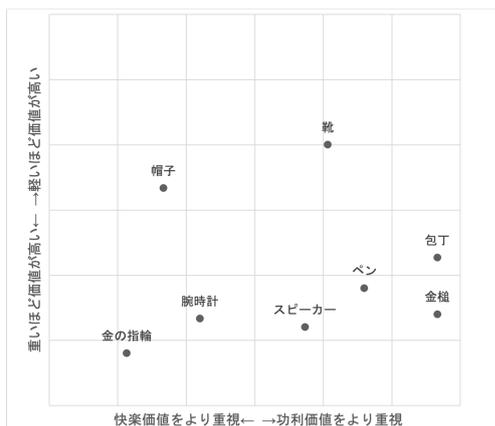


図 3: 2つの価値評価基準による製品の分布

3. 考察

希少性評価について、CD比がベースラインよりも低い(重さ知覚が重い)時に、ベースラインやそれより軽い条件と比べて有意に評価が高くなった。この結果から、VR空間上で製品を持つ際に Pseudo-hapticsにより重さを知覚させることで、製品の評価が高まることが明らかになった。また、製品ごとにCD比条件の主効果を調べたところ、腕時計、金の指輪、スピーカー、ペンは希少性に関する2つの質問で、金槌、包丁は片方の質問のみで主効果が認められた。帽子、靴は主効果が認められなかった。この結果から、軽い方が価値のあるもの(帽子、靴)や功利価値が強く重視されるもの(金槌、包丁)は重さの提示の効果が低い可能性が示唆された。

購買意欲について、本実験で有意な差は見られなかった。この結果より、購買意欲に対する重さ知覚による身体化認知の効果はない、もしくは小さいと言える。複数の参加者から現在の必要度や見た目の好みなどで判断したというコメントがあったように、購買意欲に関わる因子は希少性評価だけではないため、結果に現れなかったと考えられる。

ユーザごとの効果に関しては、CD比によって製品評価に有意な差が見られるユーザと見られないユーザがいた。この結果より、重さ知覚が製品評価に及ぼす効果には個人差があることが分かった。一方で、ユーザのNFTとの相関は見られなかったことから、NFTの個人特性は効果に大きな影響を及ぼさないと考えられる。

4. おわりに

本研究では、Psuedo-hapticsによる重さ知覚がユーザの商品評価や購買意欲に及ぼす影響について調査した。全体的な傾向として、CD比が0.6や0.8の重い条件では、ベースライン(1.0)やそれ以上の条件と比較して希少性評価が高くなることが分かった。一方で、購買意欲に関しては一部で有意傾向は見られたものの、有意な効果は観察されなかった。購買意欲にも強い影響を与えるような手法の提案については今後の課題とする。

また、本実験の結果においては、製品評価が向上する要因として心理的所有感が関与している可能性は低く、仮説

通り身体化認知が要因となっている可能性が高いことが示唆された。今後は要因を特定できるように研究を深めていきたい。さらに、製品評価向上効果にはユーザ差や製品差が見られた。それに関わる個人特性や製品特性について一定の知見を得られたものの、まだ検討の余地があるため今後の課題としたい。

謝辞 本研究は、創発的研究支援事業(JPMJFR226N)の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] Margaret Wilson. Six views of embodied cognition. *Psychonomic bulletin & review*, Vol. 9, pp. 625–636, 2002.
- [2] Nils B. Jostmann, Daniël Lakens, and Thomas W. Schubert. Weight as an embodiment of importance. *Psychological Science*, Vol. 20, No. 9, pp. 1169–1174, 2009.
- [3] Joshua M Ackerman, Christopher C Nocera, and John A Bargh. Incidental haptic sensations influence social judgments and decisions. *Science*, Vol. 328, No. 5986, pp. 1712–1715, 2010.
- [4] 伴祐樹. クロスモーダルインタラクション最前線. 電子情報通信学会誌= The journal of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, Vol. 104, No. 12, pp. 1271–1278, 2021.
- [5] Majed Samad, Elia Gatti, Anne Hermes, Hrvoje Benko, and Cesare Parise. Pseudo-haptic weight: Changing the perceived weight of virtual objects by manipulating control-display ratio. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1–13, 2019.
- [6] Jon L Pierce, Tatiana Kostova, and Kurt T Dirks. Toward a theory of psychological ownership in organizations. *Academy of management review*, Vol. 26, No. 2, pp. 298–310, 2001.
- [7] 佐々木恭志郎, 井関紗代, 北神慎司. 日本語版心理的所有感尺度の作成. 日本心理学会第83回大会 発表論文集, pp. 2C-039. 公益社団法人 日本心理学会, 2019.
- [8] Joann Peck and Terry L Childers. Individual differences in haptic information processing: The “need for touch” scale. *Journal of consumer research*, Vol. 30, No. 3, pp. 430–442, 2003.
- [9] 廣瀬七菜. 声広告の触覚喚起情報が消費者態度に与える影響 nft 尺度を採用したオノマトペと製品音声による触覚喚起の研究. プロモーション・マーケティング研究, Vol. 14, pp. 25–43, 2021.