

動作模倣システムを用いた開缶動作再現による 他者感性・感覚の伝達効果の検討

山上 潤^{1,a)} 榎堀 優² 吉田 直人³ 間瀬 健二²

概要：本稿では、伝統工芸品の茶筒を対象として、感性価値・感覚の伝達という問題に、茶筒開缶動作の模倣という物理的な観点からのアプローチを検討した。京都の伝統工芸工房である開化堂の茶筒を元として開缶動作の計測システムおよび教示システムを構築した。被験者自身が気持ち良いと感じる開け方と他者が気持ち良いと感じる開け方における茶筒の印象を自由記述およびSD（Semantic Differential）法によって評価した。自身の気持ち良いと感じたときの感性評価得点、動作模倣習得後の感性評価得点、および、模倣対象の被験者の感性評価得点を比較したところ、他者の開缶動作を模倣することで、価値感性・感覚の共有が起こる可能性が示唆された。また因子分析により茶筒の印象評価構造を明らかにし、クラスターリング解析により動作模倣によって生じる評価得点変化傾向を形容詞対ごとに明らかにした。

キーワード：感性伝達、動作模倣、伝統工芸品、茶筒

1. はじめに

伝統工芸の価値基準として「感性価値」が近年注目されている。経済産業省の感性価値創造イニシアティブ [1] によると、「感性価値」とは、生活者の感性に働きかけ、感動や共感を得ることによって顕在化する価値であるとされており、機能、信頼性、コストといった要素を超えた「 $+\alpha$ の価値」と考えられている。その感性価値を効果的に伝えることで、製品の魅力をさらに伝えられるだけでなく、今後の製品開発の促進にも繋がる可能性がある。例えば、消費者が製品のこういった所に魅力を感じるのか、また職人がこういった感覚に拘っているのか、といったことがより伝えやすくなると考えられる。

一方で、感性価値は、その伝達・共有が難しいという問題がある。特に伝統工芸は、その価値の感じ方が個人で異なり多種多様であり、それは個人の人生活験や知識、文化背景などに依存するところが多い。利用経験も大きく影響する。そのため、単純に伝統工芸品を見ただけでは、何を持って価値を感じれば良いのか分からない、どう価値を感じればよいのか分からない、という状況に陥ることが



図 1 開化堂の茶筒（開化堂ウェブサイトより引用）

珍しくない。

そこで我々は、対象工芸品に対して成熟した価値感覚・感性を持った人物である長期愛用者や作成者などの利用時動作や、対象工芸品に対して初めて触る方の利用時動作を模倣することで、伝統工芸に対する価値感覚・感性を共有・転送することを目的として検討を行った。長年愛用されてきた方の利用動作には、その価値感覚・感性が無意識のうちに反映されていると考えられるためである。本稿では、動作模倣によって他者の価値感覚・感性が共有・転送されるかを検討した。

本研究は、伝統工芸の中で、作成者らが動作時の感触に価値を感じて欲しいと述べている京都の伝統工芸工房である開化堂^{*1}の協力のもとで行った。京都の伝統工芸品の一つである茶筒（図 1）、特に開化堂の茶筒（図 1）は、開缶時の粘性がありつつ滑らかな感触といった物理的側面が

¹ 名古屋大学 情報学部

School of Informatics, Nagoya university

² 名古屋大学 情報学研究科

Graduate School of Informatics, Nagoya university

³ 名古屋大学 未来社会創造機構

Institute of Innovation for Future Society, Nagoya university

a) yamagami@cmc.is.i.nagoya-u.ac.jp

^{*1} 開化堂: <https://www.kaikado.jp/>（最終閲覧: 2021/1/27）

価値を支える大きな要素の一つとなっている。高い気密性と滑らかな筒状の形状などの職人の技術から生まれる、感性に訴えかける価値の一つである。この感覚は、他の伝統工芸品の「感性価値」と異なり、開け方という物理的な側面を持つためアプローチが容易であると考えられたためである。

本論文の構成は以下のとおりである。第2章で関連研究について、第3章で提案手法について、第4章で実験結果と分析結果について、最後に第5章で本研究の総括および今後の研究課題を述べる。

2. 関連研究

本研究に関連して、伝統工芸品の印象を扱った研究や、動作の伝達に関する研究は既に多く存在する。本章ではそれぞれについて述べる。

2.1 伝統工芸品の印象分析

伝統工芸品の魅力・印象について様々な条件下での変化を分析したものがある。山下らは石川県の九谷焼について、製品に使用されている図柄のみを提示した感性評価データ（印象）とその図柄を用いて作られた洗面ボール CG を提示した感性評価データを比較し、商品提示時のデザインとその形状の影響について分析した [2]。また、同著者らは石川県の金沢箔を用いたアクセサリについて、商品提示時に価格を表示した感性評価データと価格を表示しなかった感性評価データを比較し、価格の提示が感性評価に及ぼす影響について分析した [3]。しかし、これらは製品の外的要因が製品に及ぼす影響を扱っており、感性価値の伝達や共有については十分に議論が成されていない。

2.2 動作の再現・伝達

開け方という物理的な動作の再現について、技能伝承や指導支援と言った分野に関する多くの研究において、視覚的な動作情報の提示の有用性が確認されている。Elvitigalaらは足裏の圧力を計測する中敷型デバイスを用いたスクワットとデッドリフトのトレーニングにおいて、デバイスの振動による姿勢改善と比較して圧力中心の可視化による姿勢改善の方が有用であったと示した [4]。また、Vidalらは筋トレ姿勢の正しい位置の理解・実行・修正のサポートにおいて、体に装着したレーザーシステムによってインストラクターの指示や姿勢の修正が容易になったと報告した [5]。本研究では、他者の茶筒を開ける時の動作を再現するために、その人の開け方を再現する必要がある。その際に動作情報を視覚的に提示することで効率的に再現することができると考えている。

3. 他者感性・感覚の伝達の検討手法

本稿では、他者感覚・感性の伝達の検討として、動作の



図 2 計測用茶筒の外観

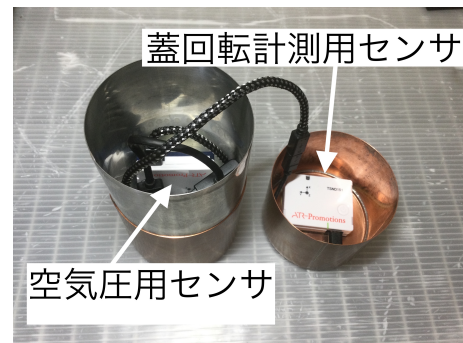


図 3 計測用茶筒の内部実装

模倣によって他者の価値感覚・感性が伝達され得るかを検討するために、動作模倣による他者感性・感覚の伝達実験を行った。

第3.1節では、我々が用意した開缶動作計測指示システムについて、第3.2節では、動作模倣による他者感性・感覚の伝達実験について述べる。

3.1 開缶動作計測指示システムの実装

本実験では、他者が気持ち良いと感じる開け方を被験者に再現・模倣してもらう必要がある。この動作の模倣に関して、技能伝承・指導支援の分野においては視覚フィードバックの有用性が多く報告されている ([4], [5]) ため、茶筒開缶時の動作情報を計測し、リアルタイムで視覚化・提示することを検討した。茶筒開缶時の動作情報としては、開缶時の内部空気圧と蓋の角速度に着目した。

図2、図3ならびに図4に計測用茶筒を示す。ベースとした茶筒は銅の長型、高さ136mm×直径78mm、容量200gの茶筒である。センサとしてATR-Promotion社の小型無線多機能センサ TSND151 (図5)を2つ用いて、1つを空気圧データ用として茶筒内部に、もう1つを蓋回転角速度用として蓋に設置した。茶筒内部は密閉状態となり、Bluetoothにて正常に接続できなかったため、茶筒の底にケーブルが通るだけの穴を開け、有線での接続を行った。茶筒に穴を開ける工程に関して、京都の茶筒工房の開化堂の協力のもと、シーリング材を用いて機密性を確保し、また、元来の開缶動作感触に影響が出ないように留意した。



図 4 計測用茶筒の下面および配線実装



図 5 小型無線多機能センサ TSND151

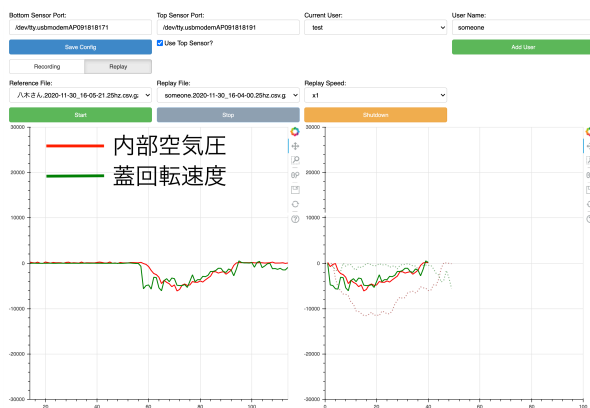


図 6 計測指示システム

図 6 に計測指示システムを示す。画面左側のグラフに茶筒開缶時の内部空気圧データ（赤色）と蓋回転速度（緑色）をリアルタイムに常時表示し続け、右側のグラフに、開缶し始めてから開けきるまでのデータを切り出して表示している。切り出し基準は、内部空気圧が閾値を下回ってから、再び上回るまでとした。模倣対象の動作は破線として右画面に表示されており、開缶動作模倣の練習時は、現在の動作である実線が模倣対象動作である破線をなぞるように練習することとなる。

3.2 動作模倣による他者感性・感覚の伝達実験

本実験の目的は、伝統工芸品の茶筒に対して他者が感じている価値感性・感覚を、その人が気持ち良いと感じている開け方を模倣することによって共有できる、という仮説を検証・考察することである。この仮説を検証するために、動作模倣による開缶時感覚・感性転送の実験を行った。以

下、詳説する。

3.2.1 被験者情報

実験の被験者は大学生 4 名（男性 3 名、女性 1 名）であった。いずれの被験者も茶筒を愛用しておらず、本実験で開化堂の茶筒には初めて触った。

3.2.2 実験手順

まず、被験者に実験目的と実験概要を説明した後、実験手順について説明を行った。その後、被験者自身の開缶動作の評価を行った。被験者は開化堂の茶筒に初めて触れるため、自身の気持ち良い開け方を模索し、一定にするため 10 分間の開缶時間を設けた。それと同時に、茶筒を触りながら茶筒の印象を自由記述形式と、3.2.3 項にて詳しく述べる SD (Semantic Differential) 法により評価した。その後、計測指示システムを用い、被験者が気持ち良いと感じる開缶動作を計測した。自由記述形式では、被験者が感じたことを 10 個程度単語で表現するように指示した。なおシステムに慣れることと、自身の開け方をする際と他者の開け方を再現する際の環境の統一を目的として、自身の開け方の計測の際にも計測指示システムを使用し、画面を見れる状態とした。

その後、他の被験者の開缶動作の再現および評価を行った。まず、計測指示システムに表示される茶筒内部空気圧と蓋回転速度の 2 つの動作情報を参考に他の被験者の気持ち良いと感じる開け方を再現可能となるように練習時間を 10 分間設けた。開缶動作を再現可能となった段階で、その開け方における茶筒の印象を、自身の開け方を評価した際と同様に、自由記述形式および SD 法により評価した。被験者 1 人につき、他の被験者 3 名分の動作模倣と評価を行った。

3.2.3 SD 法による評価

本実験では感性評価の際に、被験者が感じたことを自由に単語単位で記述してもらう自由記述アンケートと、予め用意しておいた評価項目を評価してもらう SD (Semantic Differential) 法によるアンケートを行った。SD 法とは、Osgood ら [6] が考案した印象やイメージを測定する代表的な手法である。評価対象に関連した形容詞を反対の意味を持つ形容詞と対にして複数用意し、各評価項目に対して主に 5 段階又は 7 段階で評価する手法である。本研究では、因子分析における形容詞対選定のための形容詞対表 [7] を参考にし、76 対の形容詞対を使用した。評価時には 76 対の形容詞対の順番を無作為化して 7 段階で評価した（表 1 および表 2）。

4. 実験結果

感性評価データは、被験者 1 名につき自身の開け方と自身以外の被験者 3 名の開け方を模倣・評価してもらったため被験者 4 名 × 模倣対象 4 名の全 16 データとなった。

第 4.1 節で感性評価結果について、第 4.2 節で茶筒に関

表 1 評価に使用した感性語 1/2

	0	1	2	3	4	5	6	
完全な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	不完全な
爽やかな	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	うんざりした
異質の	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	同質の
競争的な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	非競争的な
成功した	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	失敗した
利他的な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	利己的な
若い	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	成熟した
社交的な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	非社交的な
正気の	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	狂気の
窮屈な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	自由な
面白い	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	退屈な
つつましい	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	寛大な
賢い	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	愚かな
おいしい	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	まずい
軽信的な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	懐疑的な
意味のある	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	意味のない
複雑な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	単純な
男性的な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	女性的な
進歩的な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	退歩的な
硬い	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	柔らかい
客観的な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	主観的な
安定な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	不安定な
しらふの	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	酔った
美しい	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	醜い
湿った	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	乾いた
洗練された	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	未熟な
厳しい	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	穏やかな
鋭い	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	鈍い
親切的な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	冷淡な
曖昧な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	明確な
整った	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	乱れた
清潔な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	不潔な
タイミングの良い	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	タイミングの悪い
強情な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	従順な
調和した	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	不調和な
慎重な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	軽率な

表 2 評価に使用した感性語 2/2

	0	1	2	3	4	5	6	
謙虚な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	傲慢な
角張った	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	丸みがかかった
まっすぐな	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	曲がった
継続的な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	一時的な
積極的な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	消極的な
生得的な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	習得的
上品な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	下品な
派手な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	地味な
左右対称の	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	左右非対称の
理性的な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	感情的な
明るい	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	暗い
楽観的な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	悲観的な
重要な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	些細な
粗暴な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	温和な
ありがたい	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	うらめしい
公的な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	私的な
大きい	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	小さい
能動的な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	受動的な
名誉な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	恥辱な
狭い	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	広い
重い	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	軽い
真面目な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	おどけた
近い	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	遠い
正当な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	異端な
敏感な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	鈍感な
高い	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	低い
熱い	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	冷たい
まれな	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	ざらな
鮮やかな	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	地味な
楽しい	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	苦しい
強い	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	弱い
正しい	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	間違った
新しい	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	古い
確実な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	不確実な
興奮した	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	落ち着いた
良い	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	悪い
速い	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	遅い
健全な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	不健全な
攻撃的な	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	防御的な

する感性評価データを用いた因子分析結果について、第 4.3 節で伝達効果の詳細分析について述べる。

4.1 感性評価結果

各被験者自身の開け方における感性評価と他者の動作を再現した際の感性評価の結果を比較した所、動作を再現された被験者の感性・感覚が伝達された可能性が考えられる箇所がいくつか見られた。その一例を図 7 に示す。被験者 2 名を A, B で表現すると、図 7 は、被験者 B が被験者 A の開缶動作を再現した評価に関連したグラフである。各系列は、Reference が被験者 A による A 自身の開け方の感性評価、Self が被験者 B による B 自身の開け方の感性評価、そして Imitation が被験者 B が被験者 A の開け方を再現した際の感性評価である。ただし、評価変化を見やすくするため、一部の形容詞対を反転して配置し直した。Self データと Imitation データの評価変化を見ると、Self データは一樣に Reference データの方向に接近するような動きをして Imitation データに変化していることがわかる。これは被験者 B が被験者 A の開け方を再現することで被験者 A の感性・感覚に近い印象を想起した可能性を示唆している。

4.2 因子分析結果

動作模倣による他者感性・感覚の伝達実験で収集した茶

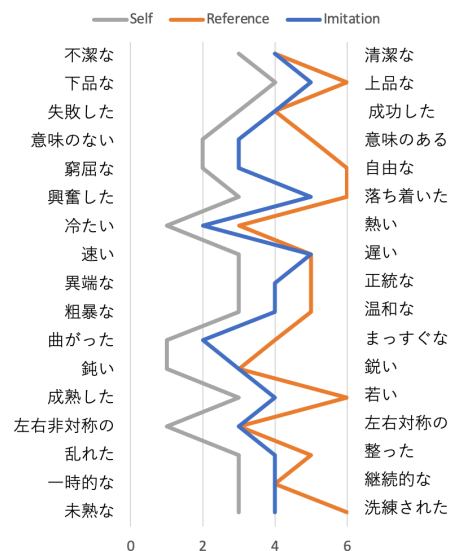


図 7 変化のあった項目

筒に関する感性評価データ 16 個について、因子分析を行い、印象評価構造を分析した。本節ではその結果について述べる。

共通因子は累積寄与率が 50% を越える最小の因子数として 3 因子を抽出した。因子負荷行列を図 3 に示す。第 1 因

子は「未熟な-洗練された」,「成熟した-若い」,「異端な-正統な」などの形容詞対が含まれているため伝統性因子, 第2因子は「暗い-明るい」,「おどけた-真面目な」,「穏やかな-厳しい」などから性格性因子, 第3因子は「弱い-強い」,「タイミングの良い-悪い」,「柔らかい-硬い」などから力覚性因子と解釈した。ただし,「酔った-しらふの」については,全計測において評価得点に変化せず,因子負荷量も全て0であったため因子解釈からは除外した。

4.3 伝達効果の詳細分析

動作の模倣によって生じる形容詞対の変化傾向を明らかにするため詳細分析を行った。他者感性・感覚の伝達実験によって得られた被験者4名×再現対象3名の12個の模倣時評価データに対して,動作模倣による伝達効果を形容詞対ごとに算出し,全形容詞対に対してクラスタリングを行った。第4.3.1項では伝達効果の指標化手法について,第4.3.2項ではクラスタリング結果について,第4.3.3項ではクラスタリング結果を踏まえた形容詞対の変化傾向について説明する。

4.3.1 伝達効果の指標化手法

本項では,開缶動作を模倣することによる形容詞対ごとの伝達効果を指標化する手法について説明する。指標イメージを図8に示す。

ある形容詞対に対して,Self(以降 slf)を被験者自身の気持ち良い開け方における評価,Reference(以降 ref)を模倣対象者自身の気持ち良い開け方における評価,Imitation(以降 imt)を被験者による模倣対象者の開け方を模倣した際の評価とする。例えばある形容詞対についての被験者自身の評価得点が3ならば $slf = 3$ と表すこととする。本研究では伝達による影響として,ある形容詞対に関する評価得点について,imt が ref に接近する場合と,乖離する場合,変化しない場合,そしてその他の場合に分けて考察した。ある形容詞対に関する評価得点について,接近する場合とは, $slf = 2, ref = 5$ であった場合に,模倣によって $imt = 4$ と,ref データ方向に移動する場合のことである。他には $(slf, ref, imt) = (5, 2, 2)$ や $(3, 4, 5)$ といったものも含めた。乖離する場合とは, $(slf, ref, imt) = (4, 2, 5)$ や $(2, 4, 1)$ のような,ref データに対して反対の方向に移動する場合である。変化しない場合とは, $(slf, ref, imt) = (3, 3, 3)$, $(5, 2, 5)$ のような模倣によって評価得点に変化しない場合で,その他の場合とは,それ以外の,つまり $(slf, ref, imt) = (5, 5, 3)$ のような $slf = ref$ かつ $slf \neq imt$ である場合である。このような場合,模倣による影響を模倣対象者の得点と比較することができないためその他とした。

この基準に基づき,各形容詞対に対して被験者4名×再現対象3名の12個の模倣時評価データについて分類を行い,各形容詞対について12計測のうち接近する割合,乖

表3 因子負荷行列

形容詞対		第1因子	第2因子	第3因子
未熟な	洗練された	0.920	-0.103	-0.199
乱れた	整った	0.893	-0.154	0.026
不調和な	調和した	0.879	-0.105	0.183
成熟した	若い	-0.849	-0.006	0.393
不確実な	確実な	0.841	0.169	0.173
不潔な	清潔な	0.838	-0.093	-0.153
異端な	正統な	0.815	0.309	-0.317
意味のない	意味のある	0.801	-0.333	-0.198
軽率な	慎重な	0.792	0.435	-0.141
不完全な	完全な	0.792	-0.257	0.384
愚かな	賢い	0.785	0.045	-0.179
丸みがかかった	角張った	-0.778	0.097	-0.169
間違った	正しい	0.777	0.031	0.464
地味な	派手な	-0.776	0.085	0.113
温和な	粗暴な	-0.776	-0.078	0.074
醜い	美しい	0.770	-0.221	-0.450
従順な	強情な	-0.748	-0.267	-0.244
失敗した	成功した	0.740	-0.298	0.160
寛大な	つつましい	0.730	0.469	-0.055
下品な	上品な	0.699	-0.197	0.171
落ち着いた	興奮した	-0.679	-0.057	0.499
広い	狭い	-0.677	0.278	0.110
狂気の	正気の	0.603	0.256	0.361
防御的な	攻撃的な	-0.564	-0.114	0.103
曲がった	まっすぐな	0.556	-0.126	0.468
些細な	重要な	-0.552	0.495	-0.544
うんざりした	爽やかな	0.535	-0.225	-0.348
女性的な	男性的な	-0.530	-0.482	0.188
ざらな	まれな	0.525	0.112	-0.231
悪い	良い	0.448	-0.279	0.194
古い	新しい	-0.379	0.240	0.109
退屈な	面白い	0.356	-0.327	-0.298
遠い	近い	-0.271	-0.156	0.156
鈍い	鋭い	-0.214	-0.002	0.123
うらめしい	ありがたい	0.188	0.139	-0.180
感情的な	理性的な	-0.046	0.894	0.370
暗い	明るい	-0.077	-0.832	-0.058
おどけた	真面目な	0.281	0.792	0.145
偶然の	意図的な	0.318	0.788	0.173
私的な	公的な	0.109	0.713	-0.391
遅い	速い	-0.394	-0.693	-0.051
傲慢な	謙虚な	0.379	0.691	0.225
主観的な	客観的な	-0.215	-0.686	0.282
穏やかな	厳しい	-0.223	0.666	0.248
習得的な	生得的な	-0.113	-0.626	-0.301
冷淡な	親切な	-0.143	-0.612	0.021
非競争的な	競争的な	-0.044	-0.599	-0.173
懐疑的な	軽信的な	0.308	-0.579	0.300
受動的な	能動的な	0.177	0.573	0.148
不安定な	安定な	0.490	-0.539	0.230
自由な	窮屈な	0.117	0.516	0.290
利己的な	利他的な	-0.442	-0.513	0.235
苦しい	楽しい	0.317	-0.505	-0.102
消極的な	積極的な	-0.082	-0.500	0.322
冷たい	熱い	-0.032	-0.436	0.045
小さい	大きい	0.047	0.435	0.001
軽い	重い	0.179	0.387	0.068
単純な	複雑な	0.307	0.343	0.101
非社交的な	社交的な	-0.193	-0.283	-0.212
悲観的な	楽観的な	0.033	0.250	-0.122
地味な	鮮やかな	0.162	-0.215	-0.118
乾いた	湿った	0.391	-0.253	0.746
退歩的な	進歩的な	0.202	0.246	0.722
弱い	強い	0.260	-0.424	0.668
タイミングの悪い	タイミングの良い	0.313	-0.540	0.631
同質の	異質の	0.173	-0.226	0.567
恥辱な	名誉な	0.235	0.455	-0.565
不健全な	健全な	0.361	0.236	0.559
鈍感な	敏感な	0.323	-0.064	-0.536
柔らかい	硬い	0.125	0.429	0.484
低い	高い	0.019	-0.429	0.442
明確な	曖昧な	-0.191	0.294	-0.433
まずい	おいしい	0.238	-0.126	-0.345
左右非対称の	左右対称の	-0.104	0.287	-0.288
一時的な	継続的な	0.214	0.187	-0.262
酔った	しらふの	0.000	0.000	0.000
寄与率		25.747	17.503	10.795
累積寄与率		25.747	43.250	54.045

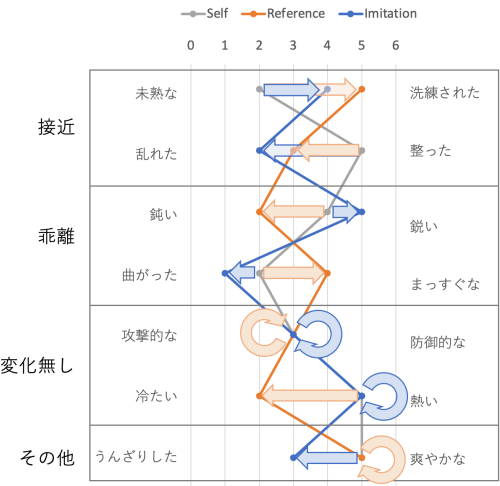


図 8 伝達効果指標のイメージ

表 4 シルエット係数

クラスタ数	シルエット係数
2	0.431
3	0.355
4	0.339
5	0.366
6	0.353

離する割合、変化しない割合、その他の割合を算出した。この割合のうち、その他の割合を除いた 3 つの割合を形容詞対ごとの伝達効果指標とした。

4.3.2 クラスタリング結果

本項では各形容詞対に付加された指標値に基づきクラスタリング解析を実施した結果を述べる。クラスタリング手法は k-means 法を用い、クラスタ数の決定にはシルエット分析の結果を用いた。表 4 に $k = 2, 3, 4, 5, 6$ についてシルエット分析を行った結果のスコアを示す。表 4 の通り、 $k = 2$ の時、もっともスコアが高い。しかし、最低限、接近、乖離、変化無しの 3 パターンは含まれると考えられるため、本項では次にシルエット係数が高い $k=5$ をクラスタ数として採用した。結果を表 5、図 9 に示す。表 5 では各形容詞対でもっとも割合が高かった項目が協調されている。なお、表 5 には、考察の補助として、接近割合から乖離割合を引いた値を付加してある。これは接近割合の強度を示す。例えば、接近割合が 30%、乖離割合が 30%である場合、変化割合としては実質 0 である。その場合、本指標は 0 を示す。

cluster1 および cluster2 は、接近割合がもっとも高い値となっている形容詞対が分類された。動作模倣によって模倣対象者の評価得点に接近する傾向の強い形容詞対だと解釈することができる。cluster1 は接近割合が最も高い一方で、乖離する場合も見受けられる。しかしながら伝統性因子の上位 3 項目は乖離割合も低く、「接近-乖離」割合にお

表 5 クラスタリング結果と変化傾向割合

cluster	因子	形容詞対	接近	乖離	変化なし	接近 - 乖離*2
1	伝統性	乱れた	75.0	8.3	16.7	66.7
		意味のない	66.7	8.3	25.0	58.3
		未熟な	58.3	8.3	16.7	50.0
		異端な	66.7	25.0	8.3	41.7
		鈍い	66.7	25.0	8.3	41.7
		寛大な	58.3	16.7	16.7	41.7
	性格性	上品な	58.3	25.0	16.7	33.3
		温和な	50.0	16.7	16.7	33.3
		軽い	66.7	8.3	16.7	58.3
		単純な	66.7	8.3	8.3	58.3
2	伝統性	苦しい	66.7	25.0	8.3	41.7
		一時的な	66.7	16.7	0.0	50.0
		落着いた	50.0	8.3	33.3	41.7
		不潔な	50.0	16.7	33.3	33.3
	性格性	成熟した	41.7	16.7	25.0	25.0
		感性的な	58.3	0.0	41.7	58.3
		小さい	58.3	0.0	33.3	58.3
		暗い	41.7	0.0	25.0	41.7
		遅い	41.7	0.0	33.3	41.7
		地味な	41.7	0.0	25.0	41.7
3	伝統性	受動的な	50.0	8.3	41.7	41.7
		自由な	41.7	8.3	33.3	33.3
		柔らかな	58.3	0.0	33.3	58.3
		明確な	50.0	8.3	25.0	41.7
		鈍感な	41.7	16.7	25.0	25.0
	性格性	退屈な	25.0	8.3	33.3	16.7
		不確実な	33.3	16.7	33.3	16.7
		曲がった	33.3	16.7	41.7	16.7
		ざらな	33.3	16.7	41.7	16.7
		丸みがかかった	33.3	25.0	33.3	8.3
4	伝統性	防衛的な	33.3	33.3	16.7	0.0
		悪い	33.3	33.3	25.0	0.0
		うんざりした	0.0	0.0	16.7	0.0
		不完全な	25.0	33.3	33.3	-8.3
		地味な	25.0	33.3	25.0	-8.3
		醜い	25.0	33.3	8.3	-8.3
	性格性	軽率な	8.3	16.7	41.7	-8.3
		非競争的な	33.3	16.7	41.7	16.7
		穏やかな	41.7	33.3	16.7	8.3
		新しい	41.7	0.0	58.3	41.7
5	伝統性	失敗した	41.7	8.3	50.0	33.3
		不調和な	33.3	8.3	50.0	25.0
		うらめしい	25.0	0.0	66.7	25.0
		狂気の	25.0	8.3	58.3	16.7
		従順な	33.3	16.7	50.0	16.7
		広い	33.3	16.7	50.0	16.7
	性格性	愚かな	25.0	16.7	58.3	8.3
		間違った	25.0	16.7	58.3	8.3
		習得的な	41.7	0.0	58.3	41.7
		懐疑的な	41.7	8.3	50.0	33.3
6	伝統性	冷たい	41.7	8.3	50.0	33.3
		不安定な	33.3	8.3	58.3	25.0
		おどけた	25.0	0.0	66.7	25.0
		傲慢な	25.0	0.0	41.7	25.0
		利己的な	25.0	8.3	66.7	16.7
		左右対称の	41.7	0.0	58.3	41.7
	力覚性	不健全な	33.3	0.0	66.7	33.3
		タイミングの悪い	33.3	8.3	41.7	25.0
		同質の	25.0	0.0	66.7	25.0
		弱い	25.0	16.7	58.3	8.3

*2 接近割合 - 乖離割合

いても最も高い値を示しており、動作模倣効果が強く表出される形容詞対であると言える。一方で、cluster1 の他の項目は、接近割合は高いものの乖離割合も高く、「接近-乖離」割合で見ると、cluster2 の性格性因子や力覚性因子の上位 2 形容詞対と差が無い。cluster2 の当該形容詞対は、乖離割合が 0 であることから、cluster1 の伝統性上位 3 項

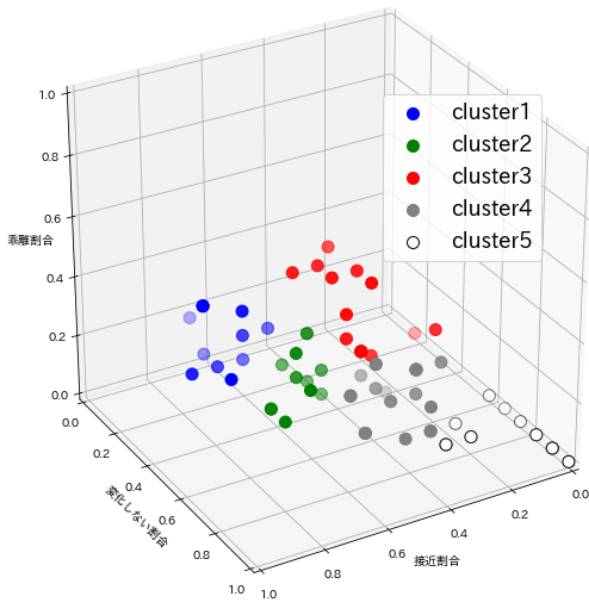


図 9 クラスタリング結果

目以外よりも cluster2 の当該形容詞対の方が、動作模倣による伝達精度は高いのでは無いかと考えられる。このことから、cluster1 および 2 は少量の修正として、cluster1 の伝統性上位 3 形容詞対と cluster2 の伝統性因子を交換した上で、cluster2 を副作用が少なく、かつ、強く動作模倣による感性伝達が行なわれる項目群、cluster1 を強度の感性伝達が行なわれるが、乖離も相当数発生する項目群と結論づけたい。

次に、cluster3 には、接近する傾向、乖離する傾向が同程度発生しており、変化しない割合も、それらと大きな差が無い形容詞対が分類された。cluster3 に属する評価項目は、動作模倣による影響を受け変動するが、その傾向は一貫していない無作為な傾向を持つ項目群だと解釈することができる。

そして cluster4 および 5 には、変化しない傾向の高い形容詞対が分類された。cluster4 および 5 とともに乖離割合がほぼ 0 であり、動作模倣による副作用が少ないことが見て取れる。その中でも、cluster4 は接近割合が高い傾向にあり、cluster2 程では無いが、副作用が少なく、かつ、動作模倣による感性伝達が行なわれる項目群であると言える。一方で、cluster5 は接近割合も低く、動作模倣による影響を受けにくい項目群であることが分かる。

最後にこれらを踏まえると、動作模倣によって模倣対象者の評価得点から乖離する傾向を持つと解釈できる形容詞対クラス、つまり動作模倣の副作用の方が強い形容詞対クラスは存在しないことが分かる。従って、このクラスタリング結果は動作模倣による他者感性・感覚の伝達の信頼性を支持する結果であるといえる。

4.3.3 形容詞対の変化傾向

本項では、第 4.3.2 項におけるクラスタリング結果を踏まえた形容詞対の変化傾向について述べる。

まず、cluster1 に分類された伝統性因子の「乱れた-整った」、「意味のない-意味のある」、「未熟な-洗練された」や性格性因子の「軽い-重い」、「単純な-複雑な」、cluster2 に分類された伝統性因子の「落ち着いた-興奮した」、性格性因子の「感情的な-理性的な」、「小さい-大きい」、力覚性因子の「柔らかい-硬い」、「明確な-曖昧な」の 10 項目は接近割合が 50%以上で、かつ、乖離割合が 8.3%以下となる項目である。50.0%は全 12 計測中 6 計測にあたる割合であり、8.3%とは、全 12 計測中 1 計測にあたる割合で非常に低い割合である。したがってこれらの形容詞対は、動作模倣による副作用が特に少なく、かつ、伝達精度の高い形容詞対であると考えられる。

次に、cluster3 に分類された伝統性因子の上位 4 項目を除く「丸みがかかった-角張った」、「防御的な-攻撃的な」、「悪い-良い」、「不完全な-完全な」、「地味な-派手な」、「醜い-美しい」、「軽率な-慎重な」、性格性因子の「穏やかな-激しい」などの 8 項目はいずれも接近する傾向、乖離する傾向が同程度発生しており、かつ、「接近-乖離」割合が $\pm 8.3\%$ 以内となる項目である。したがってこれらの形容詞対は動作模倣による影響を受け変動するが、その傾向は一貫していない無作為な傾向を強く持つ形容詞対であると考えられる。

最後に、cluster5 に分類された伝統性因子の「遠い-近い」や性格性因子の「私的な-公的な」、「主観的な-客観的な」、「冷淡な-親切的な」、「消極的な-積極的な」、「非社交的な-社交的な」、力覚性因子の「退歩的な-進歩的な」、「低い-高い」、そして全計測において評価得点に変化せず因子解釈から除外した「酔った-しらふの」の 9 項目は接近割合および乖離割合ともに 0%で、全 12 計測中 1 計測も接近、乖離しなかった形容詞対である。したがってこれらの形容詞対は特に動作模倣による影響を受けにくい形容詞対であると考えられる。

5. おわりに

本稿では、伝統工芸品の茶筒を対象として、感性価値・感覚の伝達という問題に、茶筒開缶動作の再現という物理的な観点からのアプローチを検討した。京都の伝統工芸工房である開化堂の茶筒を元として開缶動作の計測システムおよび教示システムを構築した。被験者自身が気持ち良いと感じる開け方と他者が気持ち良いと感じる開け方における茶筒の印象を自由記述および SD 法によって評価し、自身の気持ちいいと感じたときの感性評価得点、動作再現習得後の感性評価得点、および、再現対象の被験者の感性評価得点を比較したところ、動作の再現によって得点が模倣対象に接近する形容詞対が複数見られた。これによって他

者の開缶動作を再現することで、価値感性・感覚の共有が起こる可能性が示唆された。また、茶筒の印象評価構造が伝統性、性格性、力覚性から構成されることを明らかにした。そして開缶動作を模倣することによって生じる形容詞対の評価得点変化傾向に着目しクラスタリング解析を行った結果、動作模倣によって模倣対象の評価得点に接近する傾向が強い形容詞対や、変化しない傾向が強い形容詞対などを明らかにした。

今後は、他者の開缶動作の模倣による印象評価得点の変化について、更なる追加計測を行った上で、因子毎の変化傾向の分析や、変化傾向と形容詞対の意味的傾向の関係の分析、開け方という物理的なデータと比較して、どのような相関があるのか等の追加検討が望まれる。

謝辞

本研究は、名古屋大学未来社会創造機構未来社会創造プロジェクトの支援を受けた「常設フィードバックと思考機会増加による伝統工芸職人感性の促成・強化手法の開発」により実施されたものです。

参考文献

- [1] 経済産業調査会：感性価値創造イニシアティブ-第4の価値軸の提案- (2007).
- [2] 山下幸裕, 領家美奈, 中森義輝：九谷焼図柄と九谷焼洗面ボールの感性評価データの比較分析, 日本感性工学会論文誌, Vol. 12, No. 1, pp. 145-155 (2013).
- [3] 山下幸裕, 領家美奈, 中森義輝：商品価格の提示が伝統工芸品の感性評価に及ぼす影響, 日本感性工学会論文誌, Vol. 13, No. 1, pp. 163-172 (2014).
- [4] Elvitigala, D. S., Matthies, D. J., David, L., Weerasinghe, C. and Nanayakkara, S.: GymSoles: Improving Squats and Dead-Lifts by Visualizing the User's Center of Pressure, *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1-12 (2019).
- [5] Turmo Vidal, L., Zhu, H. and Riego-Delgado, A.: Body-Lights: Open-Ended Augmented Feedback to Support Training Towards a Correct Exercise Execution, *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1-14 (2020).
- [6] Osgood, C. E., Suci, G. J. and Tannenbaum, P. H.: *The measurement of meaning*, No. 47, University of Illinois press (1957).
- [7] 福田忠彦, 福田亮子：増補版 人間工学ガイド感性を科学する方法, サイエンティスト社 (2009).