

# 触覚および聴覚を考慮したオノマトペの音象徴性に基づく操作感覚設計に関する研究

## Research on Operation Feeling Design Based on Sound Symbolism of Onomatopoeia in Consideration of Tactile and Auditory Sensations

精密工学専攻 宮入徹

Department of Precision Engineering, Toru MIYAIRI

### 1 序論

市場の成熟に伴い、多くの工業製品でコモディティ化が進んでおり、製品における差別化が困難になりつつある。コモディティ化を脱するためには、製品の質感や UX といった感性価値の創出が重要とされる。そこで、感性価値の高い製品を消費者に提供すべく、消費者の感性価値を的確に把握し、製品設計に反映する技術が求められる。感性価値と製品設計パラメータとの関連を把握する取り組みとしては、SD (Semantic Differential) 法等の形容詞を用いた印象評価手法が多くの研究で採用されている。しかし、形容詞を用いた印象評価手法の課題として「事前に設定した形容詞で表されない側面は把握できない」、「形容詞自体は物理量と絶対的な関係がない」ことが挙げられる。このような課題を背景に、形容詞を用いた実験結果に基づいて感性価値と物理量の対応を尺度化し、製品設計へ適用する場合、繊細な印象の違いを製品に反映できない可能性がある。そのため、より繊細な印象の伝達手段が求められる。

形容詞に代わる印象評価手法としては、近年、オノマトペ (擬音語・擬態語) を用いた事例が多く報告されている。日本語のオノマトペは五感に対して多様な表現があり、その言葉の響きに物理的な意味合いを有する。これを音象徴性と呼び、オノマトペの音象徴性に着目した多くの研究より、人の五感から得られる印象をオノマトペで表す際、対象となる刺激の材質や状態に応じて、オノマトペを構成する音韻が一定の傾向にあることが報告されている。そのため、オノマトペの音象徴性を利用することで、製品に対する印象を繊細かつ直感的に表現し、製品設計に反映し得る可能性がある。しかしながら、オノマトペを積極的に製品設計に活用した事例は少ない。これは特定の製品の印象を構成する物理量とオノマトペの音韻の対応が明確ではないことが要因として挙げられる。

そこで本研究では、オノマトペの音象徴性の活用による製品設計支援を目的として、製品操作時の印象を表すオノマトペと製品の設計に関わる物理量の対応について検討した。ここでは、具体的な評価対象としてロータリースイッチを選定した。スイッチ製品は、車載機器や家電製品等の制御要素として用いられ、その操作時の印象は組み込まれる製品全体の感性価値に影響を与える。そのため、スイッチ操作時の印象と物理量の関係を把握することは、多くの製品の感性価値向上に資する。なお、本研究ではスイッチ操作に伴い、操作者が抱く印象や質感を「操作感覚」と定義し、以降、用いる。スイッチの操作感覚には、五感のうち触覚および聴覚の寄与が示されており<sup>1)2)</sup>、本研究ではこれらのモダリティから得られる操作感覚を対象とする。

論文は以下で構成する。第2章では、オノマトペの音象徴性について先行研究に基づいて整理し、操作感覚の設計にオノマトペを活用する上での課題を示す。さらに、その課題解決に向けた本研究で取り組む分析手法について方針を示す。第3章では、ロータリースイッチ操作時の触覚から得られる操作感覚を表すオノマトペと物理量の対応について検討する。第4章では、ロータリースイッチ操作時の聴覚から得られる操作感覚を表すオノマトペと物理量の対応について検討する。第5章では、ロータリースイッチ操作時の触覚および聴覚から複合的に得られる操作感覚を表すオノマトペと物理量の対応について検討する。これらの取り組みから、本研究ではオノマトペによる製品設計支援の実現に向けた機器の操作感覚を構成する物理量とオノマトペの関係を明らかにする。

各章の内容と成果の概要は以下の通りである。

## 2 オノマトペによる操作感覚設計における先行研究および課題

第2章は、オノマトペの音象徴性に関連する先行研究を整理することで、本研究で対象とする機器の操作感覚設計の課題を以下のように示した。

- ・ 触覚を対象とした操作感覚の設計において、特定の製品の感触を構成する物理量とオノマトペの対応が明確ではない。そのため、具体的な製品の感触設計にオノマトペを活用できない。
- ・ 聴覚を対象とした操作感覚の設計において、音の大きさとオノマトペの対応は明確ではない。また、広帯域な周波数成分を含む操作音の物理量とオノマトペの対応は不明瞭である。したがって、操作音の音質設計にオノマトペを活用できない。
- ・ 複数の知覚から複合的に得られる操作感覚とオノマトペの対応は明らかでない。そのため、実際の機器の操作感覚設計にオノマトペを活用できない。

これらの課題の解決に向けて、本研究では自由回答によるオノマトペ評価実験を実施し、その回答に対して計量テキスト分析を行うことで、操作感覚を表すオノマトペと物理量の対応に関する以降の検討をした。

## 3 触覚から得られる操作感覚を表すオノマトペと物理量の関係<sup>3)</sup>

第3章は、ロータリースイッチ操作時に触覚から得られる操作感覚を表すオノマトペと物理量の対応の把握を目的とした。ロータリースイッチの感触と対応する物理量は、一般的にクリックトルクとクリック数で表される。このうち、クリックトルクの大きさは操作者に対する感覚的な強度と良い対応を示すことがわかっている<sup>1)</sup>。そこで本研究ではクリックトルクの大きさを対象として、物理量とオノマトペの対応について検討した。

### 3.1 感触の大きさを表すオノマトペの特徴の把握

ロータリースイッチ操作時に触覚から得られる操作感覚を表すオノマトペの特徴を把握するため、自由回答による評価実験を実施した。ここでは、クリックトルクの大きさの異なるロータリースイッチ製品を対象とした。これより、ロータリースイッチ操作時に触覚から得られる操作感覚を表すオノマトペの特徴として、「サラサラ」や「コリコリ」などの手触りの感触を表すオノマトペに加えて、「スルスル」や「コロコロ」等の回転動作に関連する表現が多く用いられることを把握した。さらに、クリックトルクの小さい刺激に対しては母音/u/, クリックトルクの大きい刺激に対しては濁音を含むオノマトペが用いられる傾向にあり、クリックトルクの大きさに応じて、操作感覚を表すオノマトペを構成する音韻が異なることを見出した。

### 3.2 感触の大きさとオノマトペの対応の定量化

感触の大きさを表すオノマトペとクリックトルクの対応を定量的に把握することを目的として、3.1の実験より高頻度で用いられたオノマトペを評価語に設定し、ロータリースイッチの操作感覚と評価語の適合度を評価する評点形式の実験を行った。ここでは、感触刺激を定量的に操作するため、ロータリースイッチの操作感覚を疑似的に提示するシミュレータを使用した。これより、評価語に用いたオノマトペと対応するクリックトルクの範囲を定量的に把握し、感触表現を具体的な設計指針として明確に提示した。さらに、クリックトルクの大きさとオノマトペの対応について、オノマトペを構成する音韻の音象徴性によって整理した。

## 4 聴覚から得られる操作感覚を表すオノマトペと物理量の関係<sup>4)</sup>

第4章は、ロータリースイッチ操作時に聴覚から得られる操作感覚を表すオノマトペと物理量の対応の把握を目的とした。ロータリースイッチの操作音の音質を構成する物理量のうち、「音の大きさ」および「音の甲高き」は操作感覚に影響を与える<sup>1)</sup>。そこで本研究では、これらの物理量を対象にオノマトペとの対応を検討した。

#### 4.1 音の大きさを表すオノマトペの特徴の把握

音の大きさの異なる操作音を用い、聴覚から得られる操作感覚を表すオノマトペについて自由回答による評価実験を実施した。これより、音量の小さい刺激に対しては母音/u/, 音量の大きい刺激に対しては濁音を含むオノマトペが用いられる傾向にあり、音の大きさによって、操作感覚を表すオノマトペを構成する音韻が異なることを把握した。また、これらの音韻の特徴は3.2の感触を対象とした実験結果とも類似しており、大きさを表す音象徴性は触覚や聴覚のモダリティに依らず共通した傾向にあることを見出した。

#### 4.2 音の甲高さを表すオノマトペの特徴の把握

音の甲高さの異なる操作音に対して、オノマトペによる自由回答の評価実験を実施した。音の甲高さを表す心理音響評価量であるシャープネスを指標として、シャープネスの低い刺激に対しては母音/o/, シャープネスの高い刺激に対しては母音/i/を含むオノマトペが用いられる傾向を把握した。これらより、オノマトペの音象徴性を用いることで、甲高さに関する音質を定量的に表現し得ることを見出した。

また、4.1の「音の大きさ」および4.2の「音の甲高さ」を対象とした実験では、それぞれオノマトペによる自由回答の評価実験に加えて、同様の刺激を用いた形容詞によるSD法実験を実施した。オノマトペによる評価とSD法による評価の対応から、操作音の設計においてオノマトペは形容詞よりも繊細に操作感覚を表現し得る可能性を示した。

### 5 複数の知覚から得られる操作感覚を表すオノマトペと物理量の関係<sup>5)6)</sup>

第5章は、ロータリースイッチ操作時に触覚および聴覚から複合的に得られる操作感覚を表すオノマトペと物理量の対応の把握を目的とした。ここでは、感触と操作音を定量的に操作するため、ロータリースイッチの操作感覚を疑似的に提示するシミュレータを用い、感触をシミュレータのノブ、操作音をヘッドホンから提示する複合刺激によって検討した。

#### 5.1 操作感覚を表すオノマトペに対する聴覚の影響

ロータリースイッチの操作感覚を表すオノマトペに対する聴覚の影響の把握を目的として、「① 感触のみを提示した場合」および「② 感触と操作音を同時に提示した場合」の操作感覚を、オノマトペを評価語とした評点形式の実験によって比較した。これより、操作感覚を表すオノマトペは、触覚および聴覚の両者から影響を受けることを明らかにした。さらに、聴覚の影響はクリックトルクが小さい条件で顕著に現れる傾向にあった。そこで、クリックトルクの大きさにより操作感覚に対する触覚と聴覚の寄与が異なるとの仮説を設定した。

#### 5.2 操作感覚に対する触覚および聴覚の寄与

5.1で得られた仮説を検証すべく、ロータリースイッチの操作感覚に対する触覚および聴覚の寄与を定量的に把握するため「触覚と聴覚のどちらが印象に残ったか」を操作者に問う実験を実施した。これより、クリックトルクが大きくなるほど聴覚の印象が低下する傾向を把握し、クリックトルクの大きさに伴う触覚と聴覚の寄与の変化を示すことで、上述した仮説を立証した。したがって、オノマトペによる操作感覚の表現は、聴覚と触覚の寄与を反映していると考えられ、複数の知覚から得られる操作感覚設計において有効な評価方法であることを見出した。

#### 5.3 複数の知覚から得られる操作感覚を表すオノマトペの特徴の把握

複数の知覚から得られる操作感覚を表すオノマトペの特徴の把握を目的として、ロータリースイッチの感触および操作音で構成される複合刺激を対象とした自由回答による評価実験を実施した。これより、複数の知覚から得られる操作感覚を表すオノマトペは、第3章の触覚および第4章の聴覚を対象とした実験結果と類似した特徴を有しており、両者の特徴を併せ持つ表現が用いられることを明らかにした。また、その表現は聴覚からの影響をより大きく受ける可能性を示した。

#### 5.4 複数の知覚から得られる操作感覚を表すオノマトペと形容詞の対応

5.3の実験と同様の複合刺激を対象に、形容詞を用いたSD法の印象評価実験を実施した。これにより、以下に示す2つの事項について検討した。①ロータリースイッチの操作感覚に対して、操作者がどのような印象を抱いてオノマトペによる表現を行っていたか、具体的な形容詞として把握する。②オノマトペによる印象評価手法の特徴を把握する。

SD法による評価と5.3のオノマトペによる評価の対応から、形容詞とオノマトペを構成する音韻の関係を体系的に整理した。これらの関係から、オノマトペが有する意味的な側面を具体的な形容詞として把握し、更に形容詞で表すことが難しい繊細な程度の情報をオノマトペの音韻が有する音象徴性で補間することができ、緻密な操作感覚設計に資する知見が得られた。また、SD法を用いた形容詞による評価では、触覚からの影響を大きく受ける傾向にあった。5.3で示したように、オノマトペによる評価は聴覚からの影響を大きく受ける傾向にあり、選択する印象評価手法によって優先される知覚に差異が生じる可能性があることを見出した。したがって、機器の操作感覚を製品設計に反映する上では、両評価手法の特徴を把握し、これらを組み合わせることで、より繊細な操作感覚設計が可能になると考えられる。

## 6 結論

第6章では、各章の研究成果をまとめ、今後に向けた課題および展望について整理した。本研究成果は、機器の操作感覚設計において繊細な印象の差異を他者へ伝達する際に有用な知見であると同時に、産業応用の観点から、オノマトペの音象徴性に関連する研究分野の新たな可能性を見出した。本研究ではロータリースイッチを対象として操作感覚を表すオノマトペについて検討を行ったが、同様のアプローチにより、多様な機器の操作感覚設計への活用が期待される。今後の課題として、各種機器の操作感覚設計の支援に向けた展開に加えて、オノマトペの認識における個人差の考慮や、日本語以外の言語への応用が考えられる。

## 参考文献

- 1) 宮入徹, 坂下丈, 追川千夏, 白坂剛, 下村尚登, 戸井武司: 感触と操作音の連続複合刺激によるスイッチ操作感覚モデルの構築. 自動車技術会論文集, Vol. 51, No. 4, p. 695-700(2020).
- 2) T. Miyairi, J. Sakashita, T. Shirasaka, H. Shimomura, T. Toi: Improving tactile feedback during push switch operation using intelligible operating sound. Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing, Vol. 16, No. 5, p. JAMDMSM0053(2022).
- 3) 宮入徹, 下村尚登, 白坂剛, 戸井武司: ロータリースイッチ操作時の感触とオノマトペ表現の関係性. 日本感性工学会論文誌, Vol. 21, No. 2, p. 189-197(2022).
- 4) T. Miyairi, T. Shirasaka, H. Shimomura, T. Toi: Understanding the Relationship between Onomatopoeic Expressions and Sound Quality for Rotary Switch Operating Sounds. Proc. of INTER-NOISE 2021, p. 1062-1071(2021).
- 5) T. Miyairi, H. Shimomura, T. Shirasaka, T. Otomo, T. Toi: The Effect of Auditory Feedback on User Perception during Rotary Switch Operation. Proc. of the 24th International Congress on Acoustics, p. 1-7(2022).
- 6) 宮入徹, 下村尚登, 白坂剛, 大友貴史, 戸井武司: 感触と操作音の組み合わせを考慮したロータリースイッチ操作感覚設計手法の考案. 自動車技術会論文集, Vol. 53, No. 5, p. 874-879(2022).