

触相図の音韻論的分析

Phonological Analysis of Texture Phase Diagram

早川智彦¹⁾, 松井茂²⁾, 渡邊淳司³⁾

Tomohiko HAYAKAWA, Shigeru MATSUI and Junji WATANABE

1) 東京大学 情報理工学系研究科

(〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1, Tomohiko_Hayakawa@ipc.i.u-tokyo.ac.jp)

2) 東京藝術大学 映像研究科

(〒231-0001 神奈川県横浜市中区新港2-5-1, shigeru@td5.so-net.ne.jp)

3) NTT コミュニケーション科学基礎研究所 / 日本学術振興会

(〒243-0198 神奈川県厚木市森の里若宮3-1, watanabe@avg.brl.ntt.co.jp)

Abstract: We have proposed a novel theory using onomatopoeias in the field of tactile texture design. We called this theory as "Texture Phase Diagram." In the distribution of haptic onomatopoeias, we found three principle axes, dryness-wetness, softness-hardness, and smoothness-roughness. In the current paper, we analyzed the diagram from the view of phonology, and found that first vowel and first consonant of the onomatopoeias played crucial roles in the trends of the distribution.

Key Words: Texture Phase Diagram, Phonology, Texture perception, Onomatopoeia

1. はじめに

これまで筆者らは、触り心地の新しい評価手法のひとつとして、日本語の触感に関するオノマトペ(擬音語, 擬態語, 擬情語)を使用した「触相図」による手法を提案してきた[1].本研究では、触相図の汎用性を検証するために、触相図内のオノマトペの分布を音韻論的に分析し、その触感との関係を議論する。

近年、触覚がどのように環境や物体の特性を知覚しているのか、その主要因を特定する研究が行われている[2-5].これらの研究は、多数の触対象(触り心地を評価する対象)を用意し、それらを複数の評価項目から主観的に評価し、その主要因及び、その要因における触対象群の分布を導き出すものであった。この分析結果は、触対象の物理特性と主要因を対応付けることが可能であり、触知覚システムとの関係を定量的に論じることが可能である。一方で、これらの手法では、触対象を触ったときに生じる喜怒哀楽という感性的な側面を議論することは難しかった。そこで、これまで筆者らは、触覚の感性的側面を研究するひとつの手法として、触る材質の質感とそこから受ける感性的要素の両方を含む形で対象を表現する言葉である、オノマトペに着目してきた。筆者らの手法は、多数の触覚オノマトペを用意し、それらを主観的に評価し、オノマトペの分布図(触相図)を作成し、その図の上で実際の触対象を分類し、操作するものである。この手法は、これまでの先行研究では評価項目として利用されてきたオノマトペを、評価対象と

して分類し、2次元上に視覚的に示し、そして、その上の複数のオノマトペの関係性のなかで、触対象を評価するものである。また、個人ごとに、触対象の分布を容易に作成することが可能であり、個人ごとの傾向を簡便に比較検討することができる。そして、触対象の分布に対して、「より「さらさら」に」等、オノマトペを利用した操作が可能になり、直感的に、触覚刺激を選定、組み合わせることが可能となる。触覚において、その組み合わせを考える際、これまで、布や金属等、専門分野での指標は経験的に確立されてきたものの、様々な素材にまたがる統一的な理論はこれまで構築されておらず、本手法はその統一的な理論を構築するひとつの試みである。

本手法では、言葉の記号的意味ではなく、質感的要素(書き言葉の文字の形や、話し言葉の音の響き)を利用したものである。言葉の中で、特にオノマトペは、単語の音の響き自体が対象の性質を表しおり、その音を聴いただけで、ある共通のイメージを呼び起こす[6][7].これまで、言葉の音の響きと視覚イメージについては研究が存在しているが[8],音の響きと触覚イメージについての研究は数少ない。そこで、本発表では、触相図における、触覚オノマトペの音の響きと触感の関係について分析する。

2. 触相図の作成手順

本手法は、はじめに、日本語の触覚に関するオノマトペを集め、それらの物理特性の主観評価を行う。続いてその

主観評価結果に対して主成分分析を行い、2次元上にオノマトペの分布図を作成した。以下、その詳細を記す。

2.1 触覚オノマトペの選定

触覚のオノマトペは「擬音語・擬態語 4500 日本語オノマトペ辞典」[9]及び、全てのひらがなの組み合わせ表を作成し、主になぞる動作において生じる触感覚を表し、日常的に使用する語という基準で選定した。なお、選定にあたっては、2モーラの繰り返し型のオノマトペのみ対象とした。モーラとは発音時の拍数のことであり、“ぬるぬる”は2モーラが2回繰り返されたもので、合計4モーラとなる単語である。同じようなオノマトペでも“ぬーるぬる”は5モーラであり、“ぬるぬめ”は4モーラではあるが2モーラの繰り返しではないため、今回の選定基準では対象としなかった。今回は特に、音韻論的分析を行うためにも、拍数・繰り返し数が全て同一のオノマトペを選定した。以下に選定したオノマトペを記す。

かさかさ、がさがさ、ぐにゃぐにゃ、ぐにゃぐにゃ、ぐによくよ、けばけば、こちこち、ごつごつ、こりこり、ごりごり、ごわごわ、さらさら、ざらざら、じゃりじゃり、しよりしより、じよりじより、しわしわ、すべすべ、ちくちく、つぶつぶ、つるつる、とげとげ、とろとろ、にゆるにゆる、ぬめぬめ、ぬるぬる、ねちゃねちゃ、ねちょねちょ、ねばねば、ふかふか、ふさふさ、ぶちぶち、ぶつぶつ、ふにゃふにゃ、ぶにゅぶにゅ、ぶにぶに、ぶるぶる、べたべた、べちゃべちゃ、べとべと、もこもこ、もちもち (42語)

2.2 触覚オノマトペの主観評価

選定したオノマトペに対し、大きさ、摩擦係数、粘性という3つの触覚に関する評価軸を設定し、それらに対して主観的な5段階評価を行った。オノマトペの主観的な大きさは、摩擦係数よりも大きなスケールで表面の凹凸を示す指標とし、“ごつごつ”や“ごりごり”が高い値を示した。摩擦係数は、テクスチャ表面の細かさのイメージを持つもので、“ざらざら”や“じよりじより”が高い値を示した。粘性とは、テクスチャを押したときの粘性の強さをイメージしたもので、“ぐにゃぐにゃ”や“ねばねば”が高い値を示した。

被験者は20代男女10名ずつの合計20名であった。あらかじめ用意した紙、布、ゴム、樹脂、皮等合計16種類の素材に触れて触感覚を数値に置き換える基準作りの過程を設け、その後オノマトペの主観評価を行った。次にそれぞれの主観的評価値を平均し、各オノマトペの大きさ、摩擦係数、粘性の値を用いて主成分分析を行った。

2.3 触覚オノマトペの分布図

主成分分析の結果を表1に示す。第一主成分、第二主成分をそれぞれx軸・y軸に対応させて、オノマトペの分布を示したものを図1に示す。なお、丸い点が実際のオノマトペの分布位置である。

表1 主成分分析の結果

	第一主成分	第二主成分
大きさ	0.90	0.48
摩擦係数	0.48	0.51
粘性	-0.76	-0.19

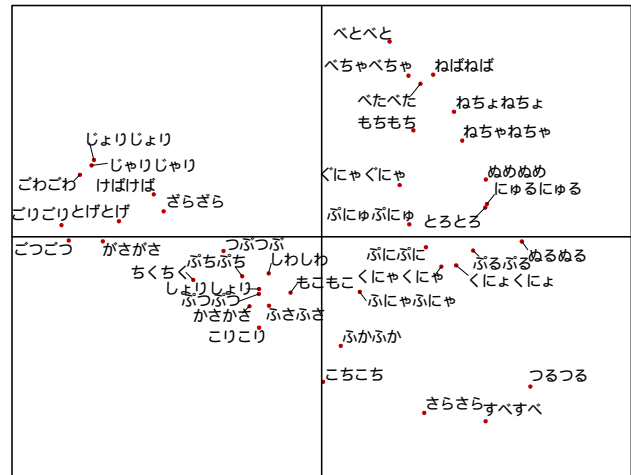


図1: 主成分分析によるオノマトペの分布図

2.4 触対象の配置

最後に、このオノマトペの分布図の中に、複数の触対象を配置し、触り心地の主観イメージの関係性を表した図を作成する。使用する触対象の種類・数は、触相図作成の目的によって変化する。

なお、今回の実験は20代の男女を被験者として行ったが、男女ごとにオノマトペ分布図を作成して比較したところ“ごわごわ”や“もちもち”や“つるつる”の位置が中では目立って異なっていた。しかしながら、いずれも同一象限内の変化にとどまっており触感覚のイメージが大きく異なっているとはいえなかった。その他のオノマトペはほぼ同一の位置関係に位置していることから、触覚オノマトペに対する主観的イメージは20代の男女間で基本的には同質といえる。

3. 触相図の材質・物理特性による分析

それぞれのオノマトペに対して、そこから想起される素材を割り当てると、図2のように素材ごとにまとまって分布していることが観察される。それぞれの代表的なオノマトペを挙げると、ゴム系：“ぐにゃぐにゃ”，皮系：“しわしわ”，砂系：“じゃりじゃり”，岩系：“ごつごつ”，布系：“ちくちく”，樹脂系：“こちこち”，紙系：“すべすべ”と考えられる（ただし、対応付けは筆者の主観）。このような図を利用すると、この触相図を用いて「もっと布っぽい」、「紙でももう少しさらさら」といったような触相図中の素材とオノマトペの位置関係から、触覚に関するひとつの素材選定を行う指標を提示することが可能となる。

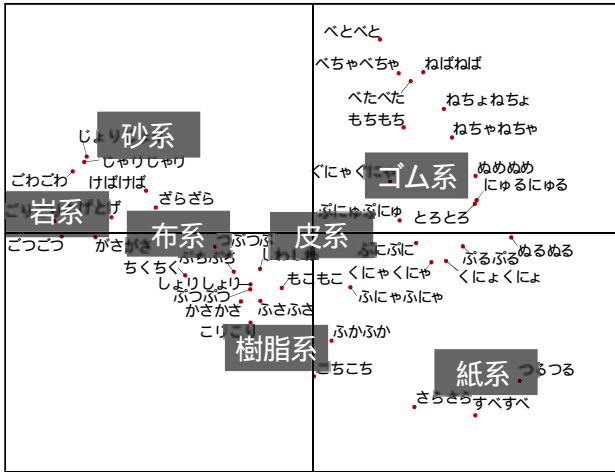


図 2: オノマトペ図の分布図とそこから想起される素材

分布図におけるオノマトペの位置関係に注目すると、原点を中心に“じしゃりじしゃり”や“じょりじょり”などの摩擦係数が高い語と“つるつる”や“すべすべ”などの摩擦係数が低い語が、対称関係に位置している。また他にも“こちこち”や“こりこり”に対して“ぐにゃぐにゃ”や“ねちよねちよ”という硬さが対立している語と、“がさがさ”や“かさがさ”に対して“ぬるぬる”や“にゆるにゆる”という乾湿が対立している語が対称に位置している（ただし、対応付けは筆者の主観）。これらのことは、オノマトペの分布図は、原点を中心とした摩擦係数軸、硬さ軸、湿り気軸が存在していることを示唆している。その軸を加筆したものを図 3 に示す。この結果は、触対象の感性評価を行った、白土らの結果（粗さ感、冷温感、乾湿感、硬軟感）[2] や、softness-hardness, roughness-smoothness の 2 つが素材認識に重要な因子だとした Hollins ら Tiest らの結果 [4][5] とも一致する（本研究では温度を連想可能なオノマトペが限られていたために冷温感の対象として扱っていない）。触覚のオノマトペを対象とした本研究のアプローチでも、実際の触対象を使用した実験と同じ傾向が得られたことは、本手法の妥当性を支持するものだと考えられる。

4. 触相図の音韻論による分析

言葉の響きが近いオノマトペは、触相図のなかでも近くに分布している。ここでは、その分布を言語の音の構造や体系を記述する分野である音韻論的視点から分析し、触覚オノマトペと触覚の関連性を考察する。分析にあたっては、オノマトペは繰り返しがあがるため、はじめの 2 モーラを対象とする。この 2 モーラは第一子音、第一母音、第二子音、第二母音という 4 つの音素で構成されている（触覚に関するオノマトペに母音で始まる語は含まれていない）。具体的に“ざらざら”という単語においては第一子音：“z”，第一母音：“a”，第二子音：“r”，第二母音：“a”と表わされる。ただし、“ぐにゃぐにゃ”等にみられる“ny”は表記としては 2 音素に見えるが 1 つの音素として扱う。

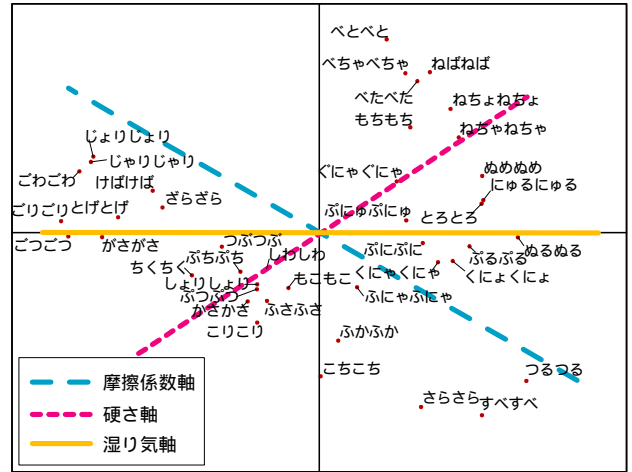


図 3: オノマトペの分布図と因子軸

4.1 子音の触覚イメージに与える影響

図 5 に触相図のなかの第一子音の分布を示す。第一子音は触覚イメージと強く関連していることが確認出来る（“ky”や“sy”などの音素は“k”や“s”などと位置が非常になくなることから、図の見易さのために同一の記号でプロット）。第一子音が“n”と“b”の語は、図 2, 3 より、ゴム系で柔らかく湿った位置に分布しており、その触覚イメージを引き起こす音素だといえる。“z”や“g”の語もまとめて岩系・砂系で、乾燥して摩擦係数が高い位置に分布している。これらの例に顕著にあるように、第一子音の響きは触覚イメージと深い関わりがあると考えられる。

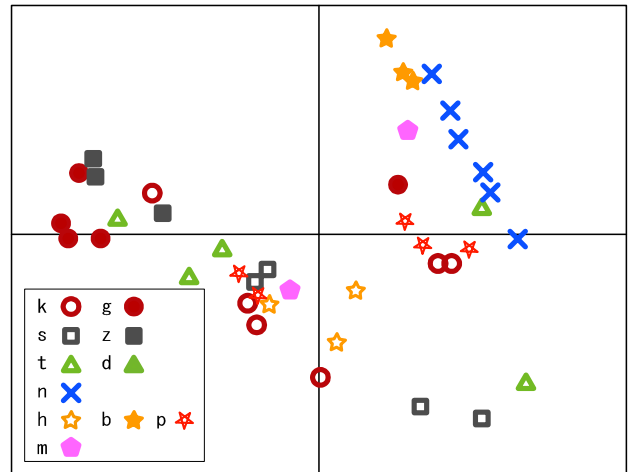


図 4: 第一子音ごとのオノマトペの分布図

同様の分布図を第二子音にも作成することで、第二子音が“ny”や“ty”の語がゴム系で柔らかく湿った位置に分布していることもわかったが、他の第二子音がオノマトペの分布図に影響を与えている様子は見当たらなかった。

また、オノマトペで、第一子音が清音が濁音かが異なるものは“さらさら”・“ざらざら”，“しよりしより”・“じよりじより”，“こりこり”・“ごりごり”，“かさがさ”・“がさがさ”，“ぐにゃぐにゃ”・“ぐにゃぐにゃ”の 5 組であり、触

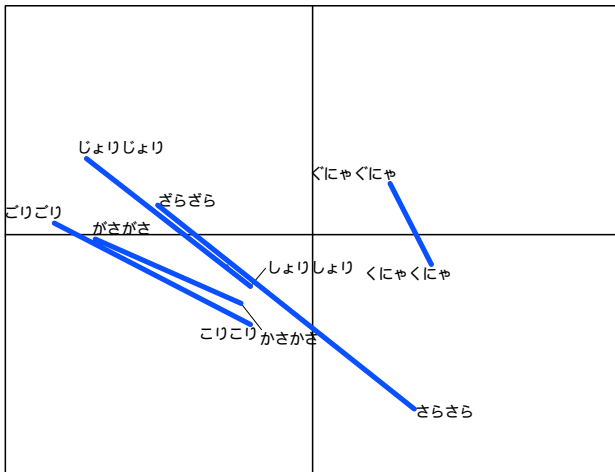


図 5: 第一子音の清音・濁音の影響

相図上の位置関係を図5に示す。いずれも濁音化することによってx軸方向にマイナス,y軸方向にプラスに移動し、図3と照らし合わせると摩擦係数が高くなる方向へ変化している。濁音化という音声現象は発声に声帯の振動が加わることであり、この振動が実際にテクスチャを触った際の摩擦イメージと対応していると捉えることも出来る。

4.2 母音の触感覚イメージに与える影響

図6にオノマトペを第一母音ごとに表したものを示す。第一母音が“e”の語は1語(“けばけば”)を除いて第一象限にまとまって分布し、ゴム系で柔らかい触感覚イメージを引き起こす母音だということになる。同様に“u”の語はゴム系、紙系、皮系、布系と広範囲にまたがるが、摩擦係数が低いという特徴を持つ。“a”と“o”の語は砂系、岩系、布系、樹脂系と広範囲に位置し、硬く乾燥しているという特徴を持つ。ただし“o”は2語ほど離れたゴム系の位置にあり(“とろとろ”,“もちもち”),これは第一母音以外の音素が影響しているものと思われる。なお、第一母音が“i”のものは全体の中で2つしか見られなかったが(“ちくちく”,“しわしわ”),この2つのオノマトペも近い位置に分布し、布系で少し硬く乾燥しているという特徴を持つ。

また、第二母音でも同様に分布図を作成したところ、こちらの方は分散して分布しており、位置関係との関連性を見出すことが出来なかった。

第一子音の結果と合わせて考えると、オノマトペの触感覚イメージは1モーラ目でほとんど決まるといえる。また第一子音が“z”の語は第一母音が必ず“a”であり、第一子音が“b”の語は第一母音が必ず“e”であり、他にも第一子音と第一母音が結びついている例が多々見られる。これらのことより、言葉の響きの差異、すなわち音素の違いは触感覚イメージに対して強い影響を与え、それは触相図の分布に反映されているということがいえる。

5. 結論

本研究は、オノマトペを利用した触相図を作成し、触感覚イメージと言葉の響きの関係を、音韻論的に分析するこ

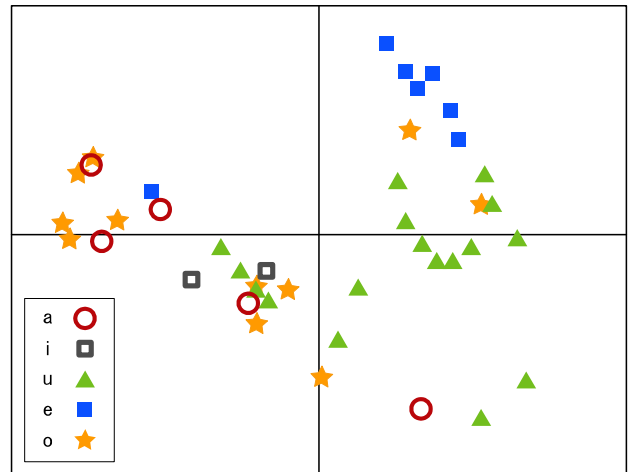


図 6: 第一母音ごとのオノマトペの分布図

とで言葉の響きが触感覚に与える影響について考察を行った。その結果、言葉の響きの違いがオノマトペの分布位置に影響を与えることを確認出来た。今回発見した知見を生かして、今後実際の触対象を提示する原理として利用していくことを考えている。

本研究は科研費 21500196「音韻と感覚イメージによる触感覚デザインの研究」の助成を受けたものであり、謝意を表す。

参考文献

- [1]渡邊淳司, 早川智彦: オノマトペを利用した触相図の生成, 計測自動制御学会システムインテグレーション(SI)部門, 2008.
- [2]白土寛和, 前野隆司: 触感呈示・検出のための材質認識機構のモデル化, 日本バーチャルリアリティー学会論文誌, TVRSJ Vol. 9, No. 3, pp. 235-240, 2004.
- [3]白土寛和, 昆陽雅司, 前野隆司: ヒトの触感認識機構のモデル構築, 日本機械学会論文集, Vol. 73, No. 733 C 編, pp. 2514-2522, 2007.
- [4]M. Hollins, R. Faldowski, S. Rao, F. Young: Perceptual dimensions of tactile surface texture: A multidimensional scaling analysis, Perception & Psychophysics, Vol. 54, pp. 697-705, 1993.
- [5]W.M.B. Tiest, A.M.L. Kappers: Analysis of haptic perception of materials by multidimensional scaling and physical measurements of roughness and compressibility, Acta psychologica, Vol. 121, No. 1, pp. 1-20, 2006.
- [6]湯澤質幸, 松崎寛: 音声・音韻探究法, 朝倉書店, 2004
- [7]芋阪直行: 感性のことばを研究する 擬音語・擬態語に読む心のありか, 新曜社, 1999.
- [8]D. Maurer, T.Pathman, C.J. Mondloch: The shape of boubas: sound-shape correspondences in toddlers and adults, Developmental Science, Vol. 9, No. 3, pp. 316-22, 2006.
- [9]小野正弘: 擬音語・擬態語 4500 日本語オノマトペ辞典, 小学館, 2007.