



柔軟物体から想起されるオノマトペと物性の関連性の 予備的検討

A Preliminary Study of the Relationship between Onomatopoeia and Physical Properties
Evoked by Flexible Objects

金田実久¹⁾, 竹内将大¹⁾, 金子征太郎¹⁾²⁾, 梶本裕之¹⁾

Miku KANEDA, Masahiro TAKEUCHI, Seitaro KANEKO, and Hiroyuki KAJIMOTO

1) 電気通信大学 情報理工学研究科 (〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1, {kaneda, takeuchi, kaneko, kajimoto}@kaji-lab.jp)

2) 日本学術振興会 (〒102-0083 東京都千代田区麹町 5-3-1)

概要: 日本語ではオノマトペを用い、肌の状態や触り心地を表現する。本論文では、オノマトペと柔軟な物体の物性の関連性の明確化を目的とする。12種類のゲルの触り心地をオノマトペで表現し、オノマトペの出現範囲と出現数からオノマトペと物性の関連の考察を行った。また、ゲルを触る条件(視覚・触覚・視触覚条件)で想起されるオノマトペに違いがあるか検証を行った。実験の結果、条件ごとの明確な違いは得ることが出来なかった。しかし、硬度の違いによる想起されたオノマトペの種類の違いがすべての条件で観察することが出来た。

キーワード: 硬軟感, オノマトペ, 触覚

1. はじめに

オノマトペは日本語で質感を表現するために頻繁に使用されている。例えば、肌のハリを表現する際に「もちもち肌」「肌がぷにぷに」のように使用されている。そもそもオノマトペの原義は、対象の特性を表す音の響きで名前を付けることであり[1]、上記の例のように複雑な感覚を簡単に表現することが出来る。

オノマトペは工学分野で活用されている。例えば、オノマトペを試料の材質表現に用いた研究[2]や、試料を触り、オノマトペと快不快を回答しオノマトペと快不快の関連を調べた研究[3]などがある。しかし、オノマトペと物性の関連を調べた研究[4][5]はあるものの、柔らかさとの関連を調べた研究はまだ少なく、明確になっているとは言えない。そこで本研究では、実物体を使用し、オノマトペと柔らかさに関する物性の関連を明確化させることを目的とする。

我々は前回の報告において、柔らかさを表現する映像(指で軟らかい物体を押し込む二次元動画)に対してオノマトペにより表現させる実験を行い、対象物のポアソン比等がオノマトペに影響することを明らかにした[6]。ただし視覚的な映像のみによる実験に留まっていた。柔らかさ知覚に関する従来研究では、視覚条件と触覚条件、視触覚条件では同じ物質の柔らかさ知覚が異なる可能性が示唆されている[7]。また、柔らかさに対する視覚の重み付けは個

人で異なることが明らかとなっている[8]。以上の事から本研究では、視覚・触覚・視触覚条件で柔らかさの知覚が異なるのであれば、想起されるオノマトペにも変化があるのではないかと仮説を立て、実験を行う事とした。

本研究の目的は、視覚・触覚・視触覚条件で、柔軟物体に対して想起されるオノマトペに違いがあるかどうか検証すること、およびオノマトペと物性の関連を明確化させることである。本研究では、12種類のゲルを用い、視覚・触覚・視触覚条件の3種類の条件により、想起されたオノマトペが異なるかを調査する。

2. 関連研究

鈴木ら[7]は視覚条件と触覚条件、視触覚条件で硬さ知覚の変化を調べた研究で、視覚刺激は質感知覚においてより柔らかく知覚させる可能性があることを考察している。Cellini ら[8]の研究では、視覚条件と触覚条件、視触覚条件でゲルを触り、比較刺激との硬軟を比較し触覚知覚の視覚による重みづけの比重を調査した研究で、視覚による重みづけは個人により異なり、柔らかい物体では0.004~0.69の重みづけの幅があることを明らかにした。

オノマトペと物性を関連付けた研究として、Kikegawaら[4]による、しっとり感と物性の関連を実物体の物理計測と官能評価によって明らかにした研究がある。この研究ではしっとり感やなめらか感が粗さと摩擦特性に関係があ

ることを明らかにした。Kato ら[5]の研究では、さらさら感と物性の関連についてコスメパウダーを用いて研究を行った。物理特性と官能評価、感性評価を行い、滑り感がさらさら感において重要な要因であることを明らかにした。

3. 実験方法

3.1 実験試料

実験試料には Haptic Wondwer 12 触 α GEL 見本帖 (Taica) [9]を用いた (図 1)。実験試料はアスカーC 硬度と針入度、反発弾性率が測定されている。各試料のそれぞれの値を表 1 に示す。アスカーC 硬度は数字が大きいほど硬い材料であることを示す指標である。針入度は、数字が大きいほど柔らかい材料であることを示し、反発弾性率は加えた力と反発する力の比率を示す[9]。つまりこの試料は資料番号に従って柔らかくなっていくものである。

3.2 実験手順

実験手順は鈴木ら[7]の実験を参考にして設定した。被験者は椅子に座り、利き手をテーブルの上に載せ、ゲルを利き手の人差し指で押す動作をすべてのゲルに対して行った (図 2)。

実験条件は視覚条件、触覚条件、視触覚条件の3条件とした。視覚条件では被験者の代わりに実験者 (著者の一人)

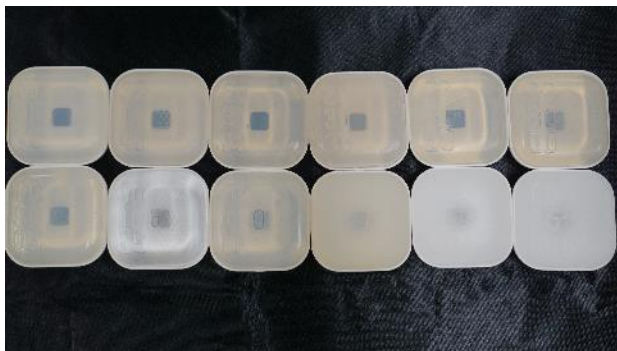


図 1: 実験試料 (左上から順に硬度が高いものになっている)

表 1: 実験試料の物性値一覧

試料番号	アスカーC	針入度	反発弾性率
1	51	9	70
2	32	16	45
3	20	31	35
4	20	31	35
5	10	51	20
6	0	80	10
7	0	96	5
8	0	105	15
9	0	130	5
10	0	130	5
11	0	152	0
12	0	255	0

が押す動作を行い、被験者はその様子を見て回答した。触覚条件では、ゲルと被験者の間にカーテンを設置した。視触覚条件では、被験者はゲルを見ながら押す動作を行った。ゲルの評価中は何度でも押すことを可とした。

実験の評価項目は、自然さ (0:とても不自然~6:とても自然)、粘性感 (0:粘性感がない~100:粘性感が強い)、弾性感 (0:弾性感がない~100:弾性感が強い)、想起されたオノマトペを1つ以上挙げることにした。オノマトペは事前に硬軟感に関わるものを挙げるようにと説明を行った。

実験参加者は12名 (21歳~27歳、男性11名、女性1名、左利き2名)で行った。提示順による偏りをなくするため、3条件の提示順の6通りすべてを2人ずつ行った。なお本研究は電気通信大学情報理工学研究科倫理委員会の承認(承認番号 20035号)をうけて実施されたものである。



図 2: 触覚条件における実験の様子, 中央: 実験試料, 右: 被験者

4. 実験結果

視覚条件、触覚条件、視触覚条件でそれぞれ、オノマトペが205個、203個、193個想起された。また、それぞれの条件における自然さ、粘性、弾性の解答平均は、視覚条件の自然さは3.76、粘性は27.3点、弾性は49.3点、触覚条件の自然さは3.65、粘性は35.7点、弾性は51.9点、視触覚条件の自然さは3.61、粘性は31.9点、弾性は51.0点となった。

想起されたオノマトペはヘボン式ローマ字に変換し、モーラごとに分解し、子音と母音に分け、想起された回数を数えたものにカラースケールを用い、表を作成した。カラースケールは、想起された回数が多いほど濃い緑色になり、少ないほど黄色に近くなるよう表示している。想起された回数が0回の場合は白色で記載した。本論文では特に特徴のある第1モーラ子音と第2モーラ子音で10回以上想起された音韻のカラースケールを表2から表7に示す。前述のように、試料番号に従って硬さが柔らかくなることに注意されたい。

第1モーラ子音では、/g/が想起される回数が多いのは比較的硬い1-5の試料で、/p/は5-10の試料で多く想起さ

れている。9-12の試料では、/m/の想起される回数が増加している結果が得られた。第1モーラ母音では、3条件に共通し/u/の想起された回数が最も多く、視覚条件で142回、触覚条件で141回、視触覚条件で129回想起されていた。また、どの条件でも試料の中では最も硬い1の試料で/a/と/u/が同程度想起されていた。

第2モーラ子音では、3条件共通して/n/の想起された回数が最も多く、視覚条件で94回、触覚条件で89回、視触覚条件で83回想起された。/n/は全試料で想起されているが、5-11の試料で想起される回数が増えるという結果が得られた。第2モーラ母音では、3条件に共通して/i/が多く想起されており、視覚条件で116回、触覚条件で110回、視触覚条件で103回想起された。

表 2: 視覚条件における第1モーラ子音の音韻分解結果

試料番号	k	g	f	b	p	m
1	3	8			2	
2	6	8			2	
3	3	5		1	3	1
4	3	8	1		5	
5	1	8		1	8	
6	1	5		4	5	2
7		2	2	1	8	3
8	4	6		3	3	
9			2	5	7	4
10			2	1	7	6
11		1	2	2	6	5
12	2	1	4	2	2	7
	23	52	13	20	58	28

表 3: 触覚条件における第1モーラ子音の音韻分解結果

試料番号	k	g	f	b	p	m
1	6	9		1		
2	3	9			2	
3		8	1	3	4	
4	2	12		1	2	
5	1	6		3	3	2
6	1	4		2	5	3
7		1		6	4	5
8	1	6		3	5	2
9		1	1	7	6	2
10	1	1	4		5	7
11		1	2	4	5	8
12		2	5		2	5
	15	60	13	30	43	34

表 4: 視触覚条件における第1モーラ子音の音韻分解結果

試料番号	k	g	f	b	p	m
1	5	5			3	1
2	5	6			2	1
3	2	6			4	2
4	2	7		2	3	
5	1	7		4	4	1
6	1	3	1	5	5	1
7		3	2	4	5	1
8		4	1	3	4	1
9		3		7	4	3
10	1	2	6		4	3
11	2	2	2	1	7	4
12	1	2	5	1	2	8
	20	50	17	27	47	26

表 5: 視覚条件における第2モーラ子音の音韻分解結果

試料番号	t	ch	n	ny	y	Q
1	1	4	1			4
2	3	3	5			5
3	2	2	5			2
4	2	4	4		2	4
5	2		10		2	3
6	2		10		4	1
7	1		12	2	1	
8	1		10	2	2	2
9	2		11	2	3	
10		1	9	3	3	
11			10	3	4	
12		2	7	5	3	
	16	16	94	17	24	21

表 6: 触覚条件における第2モーラ子音の音韻分解結果

試料番号	t	ch	n	ny	y	Q
1		9	1			3
2	1	1	4	1		4
3	3		5		1	2
4	1	1	7		1	2
5	2		11		1	1
6	3	2	10	2		
7	3	1	10	1	1	1
8	3		10	2	1	
9	4	1	8	4	1	1
10	1	2	10	3	1	
11		3	8	6	3	
12		2	5	5		
	21	22	89	24	10	14

表 7: 視触覚条件における第 2 モーラ子音の音韻分解結果

試料番号	t	ch	n	ny	y	Q
1		7	3			2
2	1	3	5			1
3	1		7	1	1	2
4	2		5	1		3
5	4		10	1		1
6	2		9	1	2	
7	1	2	11	2		
8	2		5	4	1	2
9	2	2	8	5	1	
10	1	1	7	3	2	
11	2	1	9	2	3	
12		3	4	7	2	
	18	19	83	27	12	11

5. 考察

第 1 モーラ子音は、/g/ が硬い試料で多く想起され、/p/ は 5 番目以降の試料で想起される回数が多いが、全体的に分布している。/m/ は柔らかい試料で多く想起されている結果が得られた。この傾向は 3 条件すべてに共通していることから、試料の硬軟により想起されるオノマトペの音韻が変化している可能性が示唆される。第 1 モーラ母音は、/u/ が多いという結果から、硬軟感を示すオノマトペでは /u/ が多く使用される可能性が考えられる。

第 2 モーラ子音は、/n/ の想起される回数が多く、特に試料 5-11 にかけて多いという結果が得られた。5-11 の試料は、試料 5 のアスカーC 硬度が 10 であり、試料 6 以降はアスカーC 硬度が 0 の試料であることから、/n/ はアスカーC 硬度が低い試料で想起されやすい可能性が考えられる。また、視覚条件とそれ以外の条件では /y/ と /ny/ の想起される回数が逆転していることから /ny/ よりも /y/ が多く想起されるのは視覚条件特有である可能性がある。第 2 モーラ母音は、/i/ が多いという結果から、硬軟感を示すオノマトペでは共通して /i/ が多く使用される可能性が考えられる。

各音韻の分解結果からは第 2 モーラ子音の /ny/ と /y/ の出現回数に着目したとき視覚条件のみ /y/ が多いという結果が示されたが、そのほかの音韻では視覚・触覚・視触覚条件それぞれ特有の特徴を確認することが出来なかった。よって、本論文での仮説である「柔らかさの知覚が異なるのであれば、想起されるオノマトペに変化がある」は立証できていないと考える。この原因として、オノマトペは特性を表す音の響きを表現する語であり、似た特性の表現には同一のオノマトペが使用される可能性があるため、知覚の変化よりも広い範囲を 1 つのオノマトペが示している可能性があると考えられる。

6. おわりに

本論文では、視覚・触覚・視触覚条件で柔らかさの知覚が異なるのであれば、想起されるオノマトペにも変化があ

るのではないかと仮説を立て、視覚・触覚・視触覚条件で想起されるオノマトペに違いがあるかを明確化させること、オノマトペと物性の関連を明確化させることを目的とし、実験を行った。

実験の結果、3 条件に共通した特徴として硬軟により想起されるオノマトペの音韻に特徴があることが分かったが、条件により異なる特徴的な音韻の想起を確認することはできなかった。

今後は、想起回数の議論だけでなく、数量化理論 I 類を用いた回帰分析を行い、3 条件によるオノマトペの違いがあるかどうかを調査したい。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 JP20H05957 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 坂本真樹, 感性情報学—オノマトペから人工知能まで—, コロナ社, 2018.
- [2] 田島優輝, 加藤史洋, 井上康之, 舘暲, “力・振動・温度を触原色とする触感提示デバイスにおける触感再現手法,” 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 24 巻, 1 号, p. 125-135, 2019.
- [3] 渡邊淳司, 加納有梨紗, 清水祐一郎, 坂本真樹, “触感覚の快・不快とその手触りを表象するオノマトペの音韻の関係性(<特集>ハプティクスと VR),” 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 16 巻, 3 号, p. 367-370, 2011.
- [4] Kikegawa Kana, Kuhara Rieko, Kwon Jinhwan, Sakamoto Maki, Tsuchiya Reiichiro, Nagatani Noboru and Nonomura Yoshimune, “Physical origin of a complicated tactile sensation: ‘shittori feel,’” R. Soc. open sci. 6190039, 2019.
- [5] Yuta Kato, Rieko Kuhara, Maki Sakamoto, Reiichiro Tsuchiya, Noboru Nagatani, Yoshimune Nonomura, Recognition Mechanism of the “Sara-sara Feel” of Cosmetic Powders, Journal of Oleo Science, 70 巻, 2 号, p. 195-202, 2021.
- [6] 金田実久, 竹内将大, 金子征太郎, 梶本裕之, “柔軟物を表現するオノマトペと物性の関連性に関する予備的検討,” 日本バーチャルリアリティ学会第 25 回大会論文集, 2020.
- [7] 鈴木 邦治, 岡嶋 克典, 動的質感の知覚における視覚運動情報と触覚情報の影響(視聴覚の基礎と応用, マルチモーダル感性情報処理およびヒューマンインフォメーション一般), 映像情報メディア学会技術報告, 35.51 巻, 2011.
- [8] Cellini C, Kaim L, Drewing K. Visual and Haptic Integration in the Estimation of Softness of Deformable Objects. i-Perception. December 2013.
- [9] Taica, Haptic Wondwer 12 触 α GEL 見本帖, <https://taica.co.jp/gel/collection/haptics/>